일반국도공사 전문시방서

2015

국토교통부

머리말

일반국도는 고속국도와 더불어 우리 국토의 주요 거점을 연결을 통한 지역 간, 지역 내 접근성을 향상시키고 물류를 수송하여 경제성장의 견인차 역할뿐만 아니라, 지역발전을 선도해 왔습니다.

그러나 일반국도 건설공사는 일반적인 도로공사표준시방서에 따라 시행해 왔으나 기술적, 환경적 변화에 능동적으로 대응할 필요성이 커짐에 따라 일반국도로서 보다 특화된 시공기준 마련이 요구되고 있습니다.

국토교통부에서 이번에 제정한 일반국도공사 전문시방서는 전문성이 확보된 최적의 시공기준을 정립하여 짧은 주기로 변화되는 건설시공 및 품질관리 기술을 반영하고, 관련 기준을 체계적으로 정비하여 보다 특화된 일반국도 건설에 목적을 두었습니다.

앞으로 우리 부는 일반국도 건설현장에서 전문시방서를 유용하게 활용할 수 있도록 지속적으로 보완하고 발전시키도록 노력할 것이며, 전문시방서에 대하여 도로기술자의 많은 관심을 부탁드립니다.

끝으로 이번 제정 작업에 참여하여 주신 집필위원 및 자문위원, 중앙건설기술심의위원, 관계 공무원의 노고에 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

2015. 3.

국토교통부 도로국장 김 일 평

기준 제정에 따른 경과조치

이 전문시방서 발간시점에서 이미 시행 중인 용역이나 공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

CONTENTS

제1장 총칙 ····· 1

1-1 공사일반 ····· 3
1-2 공사계획 및 관리 ····· 14
1-3 자재관리 ····· 37
1-4 품질관리 ····· 42
1-5 안전관리 ····· 48
1-6 환경관리 ····· 56
1-7 가설공사관리 ····· 61
1-8 인계 · 인수 ····· 69

제2장 토공사 ····· 73

2-1 준비공 ····· 75
2-2 벌개제근 및 표토제거 ····· 77
2-3 구조물 및 지장물 제거 ····· 79
2-4 땅깎기 ····· 81
2-5 흙쌓기 ····· 100
2-6 다짐 ····· 107
2-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움 ····· 111
2-8 토공의 마무리 ····· 117
2-9 기초재 ····· 119
2-10 비옥토 모으기 및 활용 ····· 120

제3장 비탈면 안정공사 ····· 123

3-1 비탈면 보호공 ····· 125
3-2 비탈면 보강공 ····· 155
3-3 비탈면 구조물공 ····· 182

제4장 지반개량공사 ····· 219

4-1 지반개량공사 일반 ····· 221
4-2 토목섬유 매트 깔기공 ····· 224
4-3 수평배수층 깔기공 ····· 228
4-4 연직 배수공 ····· 231
4-5 다짐말뚝공 ····· 239
4-6 지하수위 저하공 ····· 242
4-7 재하중공 ····· 243
4-8 EPS 블록 쌓기공 ····· 245
4-9 치환공 ····· 253
4-10 동다짐 및 동치환공 ····· 255
4-11 진동다짐공 ····· 257
4-12 약액주입공 ····· 259
4-13 표층혼합처리공 ····· 262
4-14 심층혼합처리공 ····· 264
4-15 연약지반 계측관리 ····· 267

제5장 배수공사 ····· 273

5-1 노면배수 ····· 275
5-2 배수관 및 암거 ····· 286
5-3 지하배수 ····· 323
5-4 비탈면 배수 ····· 328
5-5 시공할 때의 배수 ····· 332
5-6 지수공 ····· 335
5-7 기타 부대공 ····· 337

CONTENTS

제6장 구조물공사 ····· 351

6-1 구조물공사 일반 ····· 353
6-2 기초공사 ····· 357
6-3 가시설공사 ····· 395
6-4 콘크리트공사 ····· 524
6-5 철근공사 ····· 612
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사 ····· 626
6-7 강구조물공사 ····· 647
6-8 교량가설공사 ····· 762
6-9 교량부대시설공사 ····· 828

제7장 터널공사 ····· 885

7-1 시공계획 및 준비공 ····· 887
7-2 터널측량 ····· 890
7-3 암반의 분류 및 활용 ····· 893
7-4 터널굴착 ····· 894
7-5 버력처리 및 운반 ····· 903
7-6 지 보 공 ····· 905
7-7 콘크리트 라이닝 ····· 922
7-8 배수 및 방수 ····· 928
7-9 갱 구 부 ····· 934
7-10 터널계측 ····· 936
7-11 타일붙임 및 내오염도장 ····· 942
7-12 시공 중 부대시설 ····· 944
7-13 전기 및 기계설비 ····· 946
7-14 공해방지 및 안전관리 ····· 947

제8장 동상방지층, 보조기층 및 기층공사 ····· 949

8-1 동상방지층 ····· 951
8-2 보조기층 ····· 954
8-3 입도조정기층 ····· 960
8-4 아스팔트 콘크리트 기층 ····· 964
8-5 시멘트 안정처리 기층 ····· 977

제9장 아스팔트 콘크리트 포장공사 ····· 983

9-1 프라임 코트 ····· 985
9-2 택 코트 ····· 988
9-3 실 코트 ····· 991
9-4 아스팔트 콘크리트 중간층 ····· 993
9-5 아스팔트 콘크리트 표층 ····· 1004
9-6 길어깨 포장 ····· 1010
9-7 특 수 포 장 ····· 1011
9-8 아스팔트 콘크리트 교면 포장 ····· 1024
9-9 아스팔트 콘크리트 덧씌우기 표층 ····· 1028
9-10 품질관리 및 검사 ····· 1031

제10장 시멘트 콘크리트 포장공사 ····· 1033

10-1 시멘트 콘크리트 포장공사 ····· 1035
10-2 시멘트 콘크리트 포장 유지보수 ····· 1063
10-3 시멘트 콘크리트 교면 포장 ····· 1092

제11장 안전시설공사 ····· 1103

11-1 도로표지 및 교통안전표지 ····· 1105
11-2 노면표시 ····· 1110

CONTENTS

11-3 시선유도시설 ····· 1114
11-4 차량방호안전시설 ····· 1127
11-5 낙석방지 울타리 ····· 1145
11-6 도로반사경 ····· 1148
11-7 과속방지턱 ····· 1152
11-8 미끄럼방지포장 ····· 1154
11-9 노면요철포장 ····· 1156
11-10 긴급제동시설 ····· 1159
11-11 조명시설 ····· 1161
11-12 교통관리시설 ····· 1169

제12장 환경관리공사 ····· 1181

12-1 환경관리 일반사항 ····· 1183
12-2 항목별 환경관리 ····· 1184
12-3 비산먼지 방지시설공사 ····· 1187
12-4 공사장 폐수처리 시설공사 ····· 1194
12-5 토사유출 저감시설공사 ····· 1197
12-6 가설사무실 오수처리시설공사 ····· 1201
12-7 항타, 발파를 할 때의 소음 · 진동방지시설공사 ····· 1203
12-8 공사장비 소음저감시설공사 ····· 1206

제13장 조경공사 ····· 1209

13-1 식재 조성 ····· 1211
13-2 잔디 조성 ····· 1244
13-3 비탈면 녹화 ····· 1252
13-4 생태 복원 ····· 1276

제14장 부대공사 ····· 1295

14-1 방음벽 ····· 1297
14-2 방음터널 ····· 1307
14-3 생태통로 ····· 1311
14-4 가드펜스 ····· 1317

제15장 재료 ····· 1319

15-1 시멘트 ····· 1321
15-2 역청재 ····· 1327
15-3 골재 ····· 1337
15-4 시멘트 콘크리트 ····· 1365
15-5 레디믹스트 콘크리트 ····· 1374
15-6 혼화재료 ····· 1379
15-7 줄눈재료 ····· 1384
15-8 콘크리트 양생재 ····· 1389
15-9 말뚝 ····· 1393
15-10 철근 콘크리트용 봉강 ····· 1396
15-11 PS 강재 ····· 1405
15-12 구조용 강재 ····· 1413
15-13 리벳 ····· 1440
15-14 고장력 볼트 ····· 1442
15-15 도료 ····· 1446
15-16 도로 표지 도료용 유리알 ····· 1477
15-17 콘크리트용 표면보호재료 ····· 1480

| 부록 | 별표 및 서식 ····· 1485

제1장 총칙

1-1 공사일반 ····· 3
1-2 공사계획 및 관리 ····· 14
1-3 자재관리 ····· 37
1-4 품질관리 ····· 42
1-5 안전관리 ····· 48
1-6 환경관리 ····· 56
1-7 가설공사관리 ····· 61
1-8 인계 · 인수 ····· 69

제 1 장 총 칙

1-1 공사일반

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 적용대상

이 시방서는 건설기술진흥법 제44조 및 같은법 시행령 제65조 제6항에 따라 건설공사 관리에 필요한 사항에 대한 건설공사의 전문시방서(시설물별 표준시방서를 기본으로 모든 공종을 대상으로 하여 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 말한다)로 일반국도의 건설, 관리 및 기타 이설도로와 유사한 공사에 대하여 적용하며, 필요할 경우 이에 준하는 도로공사에도 적용할 수 있다.

1.1.2 적용순서

(1) 설계도서 간에 상호 모순이 있을 경우에는 아래 순서에 따라 적용한다.

① 계약서

② 공사계약 일반조건 및 특수조건

③ 공사시방서

④ 설계도면

⑤ 표준시방서 및 전문시방서

⑥ 입찰내역서

(2) 이 시방서의 총칙과 총칙 이외의 시방서 내용 간에 상호 모순이 있을 경우에는 총칙 이외의 시방서에 명시된 내용을 우선 적용한다.

1.1.3 법규 우선 준수

계약상대자는 이 시방서를 포함한 설계도서의 내용이 관련법규의 규정과 상호 상이할 경우(건설공사 중에 관련법규가 변경되고 변경된 규정에 따라야 할 경우를 포함한다)는 관련법규의 규정을 우선 준수하여야 한다.

1.1.4 적용상의 주의

이 시방서의 적용은 자구(字句)에 구애됨이 없이 이 시방서가 의도하는 바를 정확하게 파악하고 해당 공사의 교통조건 · 자연조건 · 시공조건 및 공용 후 유지보수의 난이도 등을 감안하여야 하며, 계약상대자 및 현장대리인 등은 불합리한 건설이 되지 않도록 공법을 선정해서 시행하여야 한다.

1.2 용어의 정의

1.2.1 “감독자”라 함은 “건설기술진흥법 제49조”의 규정에 의하여 발주청장이 임명한 건설공사의 감독자를 말한다. 다만 건설기술 진흥법 제39조의 규정에 의하여 건설기술용역업자로 하여금 건설사업관리를 하게 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 책임건설사업관리기술자를 말한다.

1.2.2 “건설기술용역업자”이라 함은 “건설기술 진흥법 제2조”에 따른 건설기술용역(다른 사람의 위탁을 받아 건설기술에 관한 업무를 수행하는 것으로 건설공사의 시공 및 시설물의 보수 · 철거업무는 제외)을 영업의 수단으로 하려는 자로서 동법 제26조에 따라 등록한 자를 말한다.

1.2.3 “건설사업관리”라 함은 “건설산업기본법 제2조”의 규정에 따라 건설공사에 관한 기획, 타당성 조사, 분석, 설계, 조달, 계약, 시공관리, 감리, 평가 또는 사후관리 등에 관한 관리를 수행하는 것을 말한다.

1.2.4 “건설사업관리기술자”란 “건설기술 진흥법 제26조”에 따른 건설사업관리용역업자에 소속되어 건설사업관리 업무를 수행하는 자를 말한다.

1.2.5 “책임건설사업관리기술자”란 발주청과 체결된 건설사업관리 용역계약에 의하여 건설사업관리용역업자를 대표하며 해당공사의 현장에 상주하면서 해당공사의 건설사업관리업무를 총괄하는 자를 말한다.

1.2.6 “계약상대자”라 함은 공사계약 일반조건 제2조의 2호 규정에 의한 정부와 공사계약을 체결한 자연인 또는 법인을 말한다.

1.2.7 “현장요원”이라 함은 해당 공사에 상당한 기술과 경험이 있는 자로서 계약상대자가 지정 또는 고용하여 현장시공을 담당하게 한 건설기술자를 말한다.

1.2.8 “전문기술자”라 함은 “건설기술진흥법 시행령 제4조”의 특급기술자를 말한다.

1.2.9 “현장대리인”이라 함은 “공사계약 일반조건 제14조”의 공사현장대리인을 말하며, 공사현장에서 공사에 관한 전반적인 관리 및 공사업무를 책임있게 시행할 수 있는 권한을 가진 건설기술자를 말한다.

1.2.10 “하수급인”이라 함은 수급인(계약상대자)으로부터 건설공사를 하도급 받은 자를 말한다.

1.2.11 “표준시방서”라 함은 “건설기술진흥법 시행령 제65조 제5항”에 따라 정부가 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위하여 시설물별로 정한 표준적인 시공기준으로서, 발주청 또는 건설기술용역업자가 공사시방서를 작성할 때 활용하기 위한 시공기준을 말한다.

1.2.12 “전문시방서”라 함은 “건설기술진흥법 시행령 제65조 제6항”에 따라 발주기관이 시설물별 표준시방서를 기본으로 모든 공종을 대상으로 하여 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 말한다.

1.2.13 “공사시방서”라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제40조 제1항”에 따라 표준시방서 및 전문시방서를 기본으로 하여 작성한 것으로서, 공사의 특수성 · 지역여건 · 공사방법 등을 고려하여 기본설계 및 실시설계 도면에 구체적으로 표시할 수 없는 내용과 공사수행을 위한 시공방법, 자재의 성능 · 규격 및 공법, 품질관리, 안전관리, 환경관리 등에 관한 사항을 기술한 건설공사 계약도서에 포함된 시공기준을 말한다.

1.2.14 “설계도서”라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제40조”에 따라 발주청 또는 발주청이 발주한 건설공사의 건설기술용역업자가 작성한 설계도면 · 설계명세서 · 공사시방서 · 발주청이 특히 필요하다고 인정하여 요구한 부대도면과 그 밖의 관련서류를 말한다.

1.2.15 “시공상세도면”이라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제42조”에 의거 공사시방서에 명시된 목록대로 공사의 진행단계별로 작성하여 현장에 종사하는 기능공 및 기술직원이 불명확하게 되어 있는 부분을 쉽게 이해할 수 있도록 시공할 때의 유의사항 등을 표기한 도면을 말한다.

1.2.16 “입찰내역서”라 함은 제시된 공종 및 공사물량에 대하여 입찰단가를 기입하여 제출하는 입찰서류를 말한다.

1.2.17 “승인”이라 함은 계약상대자로부터 제출, 계출 등의 방법으로 요청 받은 어떤 사항에 대하여 감독자가 그 권한범위 내에서 서면으로 동의한 것을 말한다.

1.2.18 “지시”라 함은 감독자가 계약상대자에 대하여 그 권한의 범위 내에서 필요한 사항을 지시하여 실시하도록 하는 것을 말한다.

1.2.19 “검사”라 함은 공사계약 문서에 나타난 시공 등의 단계 및 납품된 공사재료에 대해서 완성품의 품질을 확보하기 위하여 계약상대자의 확인검사에 근거하여 검사자가 기성부분 또는 완성품의 품질, 규격, 수량 등을 확인하는 것을 말한다.

1.2.20 “확인”이라 함은 공사를 공사계약문서 대로 실시하고 있는지의 여부 또는 지시, 조정, 승인, 검사 이후 실행한 결과에 대하여 감독자가 원래의 의도와 규정대로 시행되었는지를 확인하는 것을 말한다.

1.2.21 “품질검사전문기관”이라 함은 “건설기술진흥법 제60조”에 따라 국립·공립 시험기관 또는 국토교통부 장관에게 등록한 자를 말한다.

1.2.22 “품질관리비”라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제53조”에 따른 품질관리 계획 또는 품질시험계획에 의한 품질관리 활동에 필요한 비용을 말한다.

1.2.23 “안전관리비”라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제60조”에 따른 안전관리 계획의 작성 및 검토 비용, 건설기술진흥법 시행령 제100조제1항제1호 및 제3호에 따른 안전점검 비용, 발파·굴착 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해방지대책 비용, 공사장 주변의 통행안전관리대책 비용을 말한다.

1.2.24 “환경관리비”라 함은 “건설기술진흥법 시행규칙 제61조 제1항”에 따른 (1) 건설공사현장에 설치하는 환경오염 방지시설의 설치 및 운영에 필요한 비용 (2) 건설공사현장에서 발생하는 폐기물의 처리 및 재활용에 필요한 비용을 말한다.

1.3 용어의 해석

1.3.1 이 표준시방서에서 사용한 용어는 아래 순위에 따라, 그에 명시된 용어의 정의 또는 사용된 의미에 준하여 해석한다.

(1) 계약문서

(2) 건설기술진흥법, 동법 시행령 및 동법 시행규칙, 기타 건설관련 법규

(3) 한국산업표준(KS)

1.4 계약문서 및 설계변경

1.4.1 계약문서

(1) 공사이행에 관하여 계약당사자 간의 권리와 의무를 규정한 서면화된 계약문서는 계약서, 설계도서, 공사입찰유의서, 공사계약 일반조건, 공사계약 특수조건 및 산출내역서로 구성되며, 상호보완의 효력을 가진다.

(2) 전문시방서 및 공사시방서에 명기된 내용 이외에 정밀공사 및 품질확보를 위하여 필요한 사항은 발주청과 협의하여 작성한다.

1.4.2 설계변경

(1) 작업의 추가, 삭제 및 변경

발주청은 공사진행 중 현장여건에 따라 공사의 세부사항 변경, 물량의 증·감 등을 조절하는 권리를 갖는다. 계약상대자는 이와 같은 물량의 증·감 등의 변경사유로 그 계약을 무효화 할 수 없으며, 원계약서와 동일조건으로 변경한 공사를 완료하여야 한다.

(2) 현장조건의 차이 및 물량 변동에 따른 변경

① 계약상대자는 계약체결 후 공사착수 전에 설계도서를 검토하고, 다음과

같은 사유가 있을 때는 그 내용을 발주청에 서면으로 보고하여야 한다.

(가) 설계도서의 내용이 불분명하거나 누락, 오류 또는 상호 모순되는 점이 있을 때

(나) 지질, 용수 등 공사현장의 상태가 설계도서와 다를 때

(다) 기타 설계변경으로 인하여 계약금액의 조정이 필요한 때

② 발주청은 계약상대자의 보고가 있을 때는 ①항의 상태를 즉시 조사하여 계약상대자의 보고가 정당하고, 이로 인하여 계약금액과 계약기간을 조정할 필요가 있다고 인정될 때에는 계약상대자와 협의하여 조정할 수 있다. 이 경우 하자가 발생되었을 때 이에 따른 책임한계를 명확히 하기 위하여 구조변경 등 안전과 관련 있는 설계변경을 할 때에는 최초 설계자의 의견을 들어야 한다.

1.5 감독자의 업무

1.5.1 감독자는 계약된 공사의 수행과 품질의 확보 및 향상을 위하여 계약상대자, 현장대리인, 현장요원, 계약상대자가 해당 공사를 위하여 지정하거나 고용한 자 및 계약상대자와 하도급계약을 체결한 자에 대하여 "건설기술진흥법 제49조"에 따라 공사 시행에 필요한 지시, 확인, 검토 및 검사 등을 수행하여야 한다.

1.5.2 감독자는 계약상대자에 대하여 시행하는 지시, 승인 및 확인 등은 서면으로 하여야 한다. 다만, 계약문서 내용의 변경을 수반하지 않는 시정지시 및 이행촉구 등은 구두로 할 수 있다.

1.5.3 감독자는 "건설기술진흥법 제40조"에 따라 계약상대자가 건설공사의 설계도서 · 시방서, 그 밖의 관계 서류의 내용과 적합하지 아니하게 해당 건설공사를 시공하는 경우에는 재시공 · 공사중지명령이나 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다.

1.5.4 감독자는 계약상대자에게 재시공 · 공사중지명령 등 기타 필요한 조치를 한 경우에는 계약상대자에게 이를 통보하고 시정여부를 확인하여 공사재개 지시 등 필요한 조치를 하여야 한다.

1.6 공사수행

1.6.1 계약상대자는 계약문서에 위배됨이 없이 공사를 수행하여야 하며, 계약문서에 근거한 발주청의 시정요구 또는 이행 촉구지시가 있을 때에는 즉시 이에 따라야 한다. 또, 계약문서에 정하여진 것에 대해서는 발주청의 승인, 검사 또는 확인 등을 받아야 한다.

1.6.2 계약상대자는 설계도서에 명시되지 아니한 사항이라도 현장 마무리, 맞춤 등의 관계로 구조상 또는 외관상 당연히 시공을 요하는 부분은 반드시 이를 수행하여야 하며, 설계변경이 필요한 경우에는 사전에 감독자와 협의하고, 발주청에 설계변경을 요청하여야 한다.

1.6.3 발주청은 관련법규 및 계약문서에 의하여 자재 등의 품질 및 시공이 적정하지 못하다고 인정되는 경우에는 재시공 등의 지시를 할 수 있으며, 이때는 반드시 서면으로 하며 계약상대자는 이에 따라야 한다.

1.6.4 계약상대자는 건설공사와 관련하여 정부 또는 발주청이 시행하는 감사, 검사, 수검 및 이에 따른 시정 지시를 지체 없이 이행하여야 한다.

1.6.5 계약상대자는 공사현장의 이용효율 및 작업효율 증대, 품질향상, 안전사고 방지 및 환경공해 예방, 보건 · 위생 등을 위하여 공사용 자재, 기계기구, 잔재 및 굴착토사의 정리 · 정돈 · 점검 · 정비 · 청소 등을 실시하여 현장 내를 청결하게 유지하여야 한다.

1.6.6 계약상대자는 “공사계약 일반조건 제47조 제1항”에 따라 공사를 일시 정지한 경우 또는 “동절기”에 공사를 중단한 경우에는 공사중단으로 인하여 공사목적물의 품질이 저하되지 않도록 공사중단 부분의 공사물 및 가설재 등을 보호하거나 정비하여야 한다.

1.6.7 건설 목적물인 모든 구조물과 시설물은 사용자, 특히 아동 또는 노약자가 사용하거나 활동 중에 찔림, 긁힘, 눌림, 찢김, 베임, 꺾임, 미끄러짐, 떨어짐 및 끼임 등의 안전사고가 발생되지 않도록 시공하여야 한다.

1.7 계약상대자의 책무

1.7.1 설계도서 검토

(1) 계약상대자는 공사 착수 전에 설계도서를 면밀히 검토하고, 설계도서의 오류 · 누락 등으로 공사가 잘못되거나 공기가 지연되는 일이 없도록 조치하여야 한다.

(2) 계약상대자는 설계도서를 검토하고, 아래와 같은 경우가 있을 때에는 현장대리인의 명의로 검토의견서를 작성하여 발주청에 제출하고 발주청의 해석 또는 지시를 받은 후에 공사를 시행하여야 한다.

① 설계변경사유가 있는 경우
② 협의 및 조정을 필요로 하는 경우
③ 설계도서대로 시공하는 것이 불가능한 경우
④ 공사기한 연기가 필요한 경우
⑤ 기타 하자 발생이 우려되는 사항이 있는 경우

(3) 계약상대자가 발주청에 제출하지 아니하거나 발주청의 해석 또는 지시를 내리기 전에 임의로 수행한 공사에 대하여는 공사 기성량으로 인정하지 않는다. 또한 계약상대자가 임의로 시행한 공사에 대하여 감독자의 원상복구나 시정지시가 있는 경우 계약상대자는 계약상대자의 부담으로 즉시 이를 시정하여야 한다.

1.7.2 책임 한계

(1) 계약상대자는 현장대리인 등 계약상대자가 해당 공사를 위하여 임명 · 지정 · 고용한 자 및 계약상대자와 납품계약 또는 하도급계약을 체결한 자의 해당 공사와 관련한 행위 및 결과에 대한 일체의 책임을 져야 한다.

(2) 계약상대자는 감독자가 서면으로 공사를 인수하기 전까지 공사구간을 보호하여야 한다. 또 계약상대자는 공사 중 또는 공사 중이 아닐지라도 재해 또는 기타 원인에 의하여 그 공사의 모든 부분에 손상이 없도록 필요한 예방조치를 강구하여야 한다.

(3) 계약상대자는 그 공사에서 발생한 모든 손상과 피해를 준공검사 이전에 복구, 보수 완료하여야 하며, 이에 소요되는 비용은 계약상대자의 태만이나 과실이 없는 경우(예를 들어 지진, 해일, 태풍이나 기타 천재지변과 같이 예견하거나 대처할 수 없는 불가항력적인 경우나 전쟁이나 적에 의한 경우 또는 발주청의 귀책사유에 의한 경우)를 제외하고는 계약상대자가 부담하여야 한다.

(4) 계약상대자는 공기가 연장되는 경우에도 공사구간을 관리할 책임이 있으며, 적절한 배수처리 등 공사구간에서의 피해를 방지하기 위한 필요한 예방조치를 강구하여야 한다.

(5) 계약상대자는 공사기간이 연장된 동안 계약에 따라 조성한 수림, 묘포장 및 잔디밭에서 모든 식물이 자랄 수 있도록 항상 적절한 여건을 조성하여야 하며, 새로 이식된 수목이나 초목이 손상되지 않도록 적절한 보호대책을 강구하여야 한다.

(6) 발주청의 장이 임명한 검사자가 검사를 완료하였어도 계약요건에 따라 공사를 수행하여야하는 계약상대자의 책임은 하자보증기간까지 연장된다.

(7) 공사목적물을 발주청에 인도하기 전에 발생한 공사목적물의 파손, 오염, 분실, 변형 등으로 인한 피해나 현장대리인 등이 제3자에게 끼친 손해에 대하여는 계약상대자가 교체, 원상복구, 손해배상 등 일체의 책임을 져야 한다.

(8) 감독자가 발행한 업무지시서는 문서와 동일한 효력을 갖는다.

(9) 감독자가 발행한 업무지시서에 대하여는 계약상대자가 이를 조치하고 그

결과를 서면으로 보고하여야 한다. 조치결과가 미흡하다고 판단되는 경우에는 필요한 추가조치를 취할 수 있으며, 계약상대자는 이에 따라야 한다.

(10) 계약상대자가 발주청에 제출하는 보고, 통지, 요청, 문제점 또는 이의 제기는 서면으로 하여야 그 효력이 발생한다.

1.7.3 공사구간의 임시 개통

(1) 발주청이 공사의 완전 준공 이전에 공사구간을 일반에게 임시 개통하는 것은 교통서비스 측면에서 권장하고 있으며, 이는 최초 공사계약 조건 또는 계약상대자의 공정계획의 변경에 따라 상호 협의하여 실시할 수 있다. 그러나 이러한 공사구간의 일부 개통으로 해당 공사에 대한 공사의 준공사유나 계약조건의 규제가 면제되는 것은 아니다.

(2) 감독자의 지시에 따라 완전 준공 이전에 임시 개통된 구간에서 계약상대자가 잔여공사를 수행할 경우에는 일반차량의 통행편의를 최대한 보장하여야 한다.

(3) 임시 개통된 공사구간에서의 도로 손상원인이 차량통행 및 천재지변 등 불가항력적인 경우를 제외하고는 계약상대자의 부담으로 손상부분을 보수하여야 한다.

1.7.4 응급조치

(1) 계약상대자는 시공기간 중 재해방지를 위하여 필요하다고 인정될 경우에는 사전에 감독자의 의견을 들어 필요한 조치를 강구하여야 한다.

(2) 감독자는 재해방지 또는 기타 시공상 부득이한 경우에는 계약상대자에게 필요한 응급조치를 강구할 것을 요구할 수 있다. 이 경우에 있어서 계약상대자는 즉시 이에 따라야 하며, 계약상대자가 요구에 따르지 아니할 때에는 발주청은 일방적으로 계약상대자 부담으로 제3자로 하여금 응급조치하게 할 수 있다.

(3) (1)항 및 (2)항의 조치에 소요된 경비에 대하여는 발주청이 인정하는 경우에 한하여 관련법규에 준용하여 처리할 수 있다.

(4) 하자보수 기간 중에 발생하는 하자에 대하여 발주청으로부터 보수 또는 수리의 요구가 있을 때에는 계약상대자 또는 보증인은 지체없이 그 요구에 따라야 한다. 만약, 계약상대자 또는 보증인이 그 요구에 따르지 아니할 때에는 발주청은 계약상대자 부담으로 제3자에게 일방적으로 보수 또는 수리시킬 수 있다.

1.8 동절기 및 혹서기 공사

1.8.1 동절기 및 혹서기 공사 중 물을 사용하는 공사와 기온상승 및 저하로 인

하여 시공품질 확보가 어려운 공사는 중단하여야 한다. 다만, 아래의 1.8.2 및 1.8.3의 경우에는 그러하지 아니하다.

1.8.2 계약상대자가 부득이한 사유가 있어 공사를 계속하여야 할 경우에는 동절기 공사로 인하여 시공품질의 저하 및 안전사고 등의 발생을 예방할 수 있도록 동절기 공사 시행방안을 수립하여 발주청의 승인을 받은 후에 공사를 계속하여야 한다. 이 때 계약상대자는 추가되는 비용을 발주청에게 청구할 수 없으며, 이 기간 동안의 공사시행이 원인이 되어 발생하는 공사물의 잘못, 재시공 및 하자보수에 대한 책임을 져야 한다.

1.9 공공에 대한 책임 및 의무

1.9.1 인 · 허가 및 협의 조정

(1) 계약상대자는 공사와 관련되어 발생하는 아래사항을 숙지하고, 이를 준수하여야 한다.

① 공사시공과 관련된 각종 인 · 허가 사항
② 특허권, 신기술 및 신공법의 사용
③ 위생, 보건 및 안전의 준수
④ 철도와 관련된 공사
⑤ 수로와 관련된 공사
⑥ 폭발물의 사용
⑦ 재산의 보호와 복구의무
⑧ 산림, 공원 및 공공용지의 보호
⑨ 손해배상 청구에 대한 책임
⑩ 발굴물의 처리 및 문화재의 보호
⑪ 채권양도의 금지 등
⑫ 사후 환경영향평가 대상공사는 환경평가계획서 준수

(2) 계약상대자는 자신이나 그의 고용인이 상기의 규약을 위반함으로써 민원이나 책임문제가 야기되었을 경우에는 일체의 책임을 져야 한다.

1.10 공사기한 연기

1.10.1 연기 요청일수

계약상대자는 계약기간(공사기한) 연장을 발주청에 요청할 수 있다. 그 일수는 이 시방서 1-2-2절 1.1.5의 공정계획변경에 의한 연기사유로 인하여 불가피하게 지연된 일수를 초과할 수 없으며, 공용 개시일을 감안하여 발주청과 협의하여 정한다.

1.10.2 제 출

공사기한 연기 요청할 때의 제출서류, 부수 및 시기 등은 이 시방서 1-2-4절 1.13.2에 따른다.

1.11 공사계약외의 분쟁

1.11.1 해당 계약에서 발생하는 모든 문제에 관한 분쟁은 계약당사자 간 협의에 의하여 해결한다.

1.11.2 1.12.1의 합의가 성립되지 아니한 때에는 당사자가 관계 법률의 규정에 의하여 설치된 분쟁조정위원회 등의 조정 또는 중재법에 의한 중재기관의 중재에 의하여 해결할 수 있다.

1.12 하도급

1.12.1 하수급인의 선정

계약상대자가 공사일부를 하도급 하는 경우에는 "건설산업기본법 제29조"의 규정에 따라 공사를 시행하기에 적합한 기술 및 능력을 가진 자를 하수급인으로 선정하여야 한다.

1.12.2 하수급인에의 주지

계약상대자 또는 현장대리인은 발주청 또는 감독자의 지시, 승인, 협의로 결정된 사항 및 안전의 확보에 관련한 사항에 대하여 하수급인에게 철저히 주지시켜야 한다.

1.12.3 하도급 시행계획서 등

(1) 계약상대자는 하도급을 시행하기 전에 시행계획서를 발주청에 제출하여야 한다.

(2) 하도급 시행계획서에는 다음 사항을 포함시켜야 한다.

① 하도급 예정업종

② 하도급 계약예정일

③ 하도급 계약금액

(3) 하도급에 대한 관련서류, 부수 및 시기 등은 1-2-4의 1.15 하도급 관련 서류에 따른다.

1.12.4 불공정 건설행위 신고센터 안내판 설치

계약상대자는 계약상대자 및 감독자 사무실 입구에 "불공정 건설행위 신고센터 안내"를 알리는 안내판을 설치하여야 한다.

1.13 지중 발굴물 등

1.13.1 공사 현장에서 계약상대자 또는 그의 고용인이 발견한 모든 가치 있는 화석, 금전, 보물, 기타 지질학 및 고고학상의 유물 또는 물품은 발주청의 위촉에 의하여 발견한 것으로 간주하여 물품의 값을 지불하지 않으며, 발주청이 해당 매장물의 발견자로서 권리를 보유하고 관계법령이 정하는 바에 의하여 처리한다.

1.13.2 계약상대자 또는 그의 고용인은 발견한 물품이나 유품을 감독자에게 통보하여 그의 지시에 따라야 하며, 이를 취급할 때에는 파손이 없도록 적절한 예방조치를 하여야 한다.

1.13.3 계약상대자는 공사 중 문화재 보호에 주의하고, 공사 중 문화재를 발견하였을 때에는 즉시 감독자에게 보고하고 그 지시에 따라야 한다.

1.13.4 문화재 조사를 위하여 공사가 지연되었을 때에는 발굴에 필요한 공사기간 연장을 인정하며, 계약상대자는 발굴에 따른 진입로 개설 및 수목제거 등에 협조하여야 한다.

1.14 관련 규준 등의 비치

계약상대자는 공사를 원활하고 신속히 추진하고 적정한 품질관리를 도모하기 위하여 현장사무실 또는 현장시험실에 아래의 관련 규준 등을 비치하여야 한다.

1.14.1 공사와 관련된 계약문서 사본 일체

1.14.2 공사와 관련된 시방서

1.14.3 계약 및 건설 관련 법규 및 조례

1.14.4 관련 한국산업표준(KS)

1.14.5 기타 이 시방서 1-2-4절에 명시되어 있는 서류

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-2 공사계획 및 관리

1-2-1 공사계획

1. 일반사항

1.1 시공계획서 제출

1.1.1 계약상대자는 이 시방서 1-2-4절 1.4에 의거한 시공계획서를 작성·제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

1.1.2 시공계획서는 감독자의 승인을 받아 공사의 진도에 맞추어 분할할 수도 있다.

1.1.3 시공계획서가 변경될 때에는 변경 시공계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2 현장 확인 및 설계도서의 검토

1.2.1 계약상대자는 공사착공과 동시에 설계도서의 내용과 현장을 확인하고 이상 유무를 즉시 발주청의 장에게 보고하여야 한다. 특히 주요 구조물(교량)의 공법, 구조해석, 등을 검토하여 설계상의 누락, 오류, 구조적 안전성 등의 이상 유무를 확인하여 그 결과를 3개월 이내에 발주청에 보고하여야 한다.

1.3 착수 전 합동조사

1.3.1 계약상대자는 구조물 및 부대시설 등 해당 공종의 공사착수 전에 관계기관(행정 및 유관기관) 및 지역 주민대표, 감독자와 합동으로 설계도서상의 내용과 현장의 적합여부를 조사하여야 한다.

1.3.2 계약상대자는 조사결과에 따라 변경될 사항에 대하여 사유, 변경방안, 변경내용 등을 작성하여 감독자에게 보고하여야 한다. 감독자는 조사결과에 따라 구조물 및 부대시설의 위치, 규격 등을 종합적으로 검토하여 변경과 추가설치의 필요성이 인정될 경우 설계변경에 반영할 수 있도록 조치하여야 한다.

1.4 시설물 및 지장물 철거

도로부지로부터 철거하여 다른 장소로 이전될 모든 건물, 시설물, 기타 지장물은 설계도서에 특별히 언급되지 않는 한, 감독자의 지시에 따라 계약상대자가 철거하여야 한다.

1.5 공사협의 및 조정

1.5.1 협의 및 조정

계약상대자는 해당 공사와 관련된 다른 공사의 계약상대자들과 상호간의 마찰을 방지하고, 전체 공사가 계획대로 완성될 수 있도록 관련 공사와의 접속부위의 적합성, 공사 시공한계, 시공순서, 공사 착수시기, 공사 진행속도, 공사준비, 공사물 보호 및 가설시설 등의 적합성에 대하여 모든 공사의 관련자들과 면밀히 협의 · 조정하여 공사전체의 진행에 지장이 없도록 협력하고 최선의 방안을 도출한 후에 공사를 시행하여야 한다.

1.5.2 발주청은 공사의 안전 및 일반인에 대한 보호와 2인 이상의 계약상대자가 관련된 공사를 원활히 수행하기 위하여 해당 건설공사의 일부분을 조속히 완공하거나 연기를 요구할 수 있다. 계약상대자는 특별한 사유가 없는 한 이에 따라야 한다.

1.5.3 협의 및 조정에 따른 설계변경

계약상대자는 해당 공사와 연관된 다른 공사의 상호간 마찰방지를 위한 협의 및 조정 결과가 아래와 같은 경우에는 발주청에 설계변경을 요청할 수 있다.

(1) 지하구조물 공사의 우선순위상 불가피한 선 · 후시공에 따라 기초저면의 안전성 저하를 방지하기 위하여 설계변경이 불가피한 경우

(2) 광통신관로, 공동구, 전화 및 전선관로, 배수관, 급수관 등이 교차되어 매설심도가 변경되어 설계변경이 불가피한 경우

(3) 지질상태, 지하수위 등 지반상태가 설계도서와 다른 때

(4) 기타 필요하다고 인정되는 때

1.5.4 계약상대자의 책임

계약상대자는 공사 상호간의 협의 및 조정을 소홀히 함으로써 발생한 재시공 또는 수정 · 보완 공사에 대하여 책임을 져야 한다.

1.5.5 종합 공정관리에의 협조

계약상대자는 착공부터 준공까지 토목, 건축, 전기, 통신, 조경 공사는 물론 타 행정기관 등과의 협조 및 관련 공사 전체의 원활한 추진을 위하여 감독자가 요구하는 종합 공정관리계획 및 운영에 적극 협조하여야 한다.

1.5.6 시공 전 협의

(1) 공사 합동회의

감독자는 공사 착수일로부터 1개월 이내에 최초 공사 관련자 합동회의를 개최하여야 하며, 이 회의에서는 각각의 책임한계를 검토하고, 필요한 회의별로 장소 · 일시 · 참석범위 · 월 개최 횟수 등을 정한다.

(2) 공사추진 합동회의
감독자는 각 공사의 특수사항 및 사전 협의사항 등 업무를 조정하기 위하여 공사추진 합동회의를 개최하여야 한다.

1.6 개선제안공법의 사용

1.6.1 개선제안공법은 국내 · 외에서 새로이 개발되었거나 개량된 기술, 공법, 기자재 등을 포함한 기술적인 개선제안사항으로 계약상대자가 이를 사용함으로써 발주청의 설계와 동등 이상의 기능과 효과로 공사비의 절감, 시공기간의 단축 등의 효과가 있어 계약상대자가 개선제안내용을 서면 신청한 경우에 적용한다.

1.6.2 개선제안내용을 신청하고자 할 때에는 다음의 자료를 첨부하여야 한다.
(1) 전체 공사개요, 최초 공법과 개선제안내용을 비교한 장 · 단점
(2) 개선제안내용 사용에 따른 구조적 안정성 검토서, 세부시공계획, 세부공정계획, 품질관리계획, 안전관리계획, 자재사용계획
(3) 최초 공법과 개선제안내용의 세부공사비 내역 비교
(4) 개선제안내용의 사용으로 인한 공사의 유지관리 및 운영비용 등에 미치는 영향의 예측
(5) 기타 개선제안내용의 사용을 판단하는데 필요한 자료 등

1.6.3 계약상대자가 제출한 제안내용 사용신청서는 제출된 날로부터 30일 이내에 발주청의 장이 제안내용의 사용 승인여부를 결정하여 계약상대자에게 통보하여야 한다. 단, 계약상대자에게 서류를 보완하게 하거나 관계 담당자로 하여금 현장조사를 하게 할 경우에는 이에 소요된 기간을 위에서 정한 통보기간에 산입하지 아니한다.

1.6.4 발주청의 장이 개선제안 내용의 범위와 한계에 관하여 판단이 곤란한 경우에는 즉시 중앙건설기술심의위원회에 요청(자체적으로 설계자문위원회가 구성되어 있는 경우는 설계자문위원회에 요청)하여야 하며, 심의를 요청한 날로부터 7일 이내에 계약상대자에게 심의를 요청한 사실을 통보하여야 한다. 이 경우 중앙건설기술심의위원회의 심의에 소요되는 기간은 1.6.3에서 정한 통보기간에 삽입하지 아니한다.

1.6.5 계약상대자는 개선제안공법 사용의 승인여부에 대하여 발주청에 이의가 있을 경우에는 중앙건설기술심의위원회에 심의를 요청할 수 있다. 다만, 발주청의 장이 중앙건설기술심의위원회의 심의를 요청하여 심의를 거친 경우에는 그러하지 아니하다.

1.6.6 개선제안내용의 사용이 승인되면 계약상대자는 이러한 개선제안내용을 이

용할 수 있도록 필요한 자료를 복사 또는 공포할 수 있는 권리를 발주청에 인정하여야 하며, 제3자에게도 승낙하여야 한다.

1.6.7 개선제안내용의 채택에 따라 공사비의 절감, 시공기간의 단축 등으로 설계 변경할 때의 계약금액의 조정은 해당 계약문서에 따라 결정한다.

1.7 신자재(신기술)·신공법의 시험시공 및 활용

1.7.1 계약상대자는 발주청이 신자재·신공법의 개발 및 적용을 위하여 지시하는 시험시공을 적극적으로 이행하고, 시험시공을 할 때에는 신기술·신공법 보유자를 참여하도록 하여야 하며, 시험시공에 관한 공사 진행과정, 소요 인력 품 및 성과를 기록·비치하여야 한다.

1.7.2 계약상대자는 시험시공과 관련하여 발주청의 직원이 시행하는 현장교육 및 기술지도와 사후관리 점검에 협조하여야 한다.

1.7.3 건설기술진흥법 시행령 제34조에 의거 신기술로 지정 고시된 신기술을 활용한 경우에는 발주청의 장에게 신기술 활용실적을 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-2-2 공사 관리

1. 일반사항

1.1 공정관리

1.1.1 계약상대자는 예정공정표를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

1.1.2 계약상대자는 이 시방서 1-2-4절 1.10에 의거한 공사일지를 감독자에게 '건설공사 감독자 업무지침(2014.5.23.)에 따라 익일까지 정기적으로 제출하여야 하며, 감독자는 예정공정과 실시공정을 확인하여 공사의 부진 여부를 검토하여야 한다.

1.1.3 감독자는 현장여건, 기상조건, 지장물 이설 등에 따른 관계기관과의 협의사항이 정상적으로 추진되는지를 계약상대자와 상호 협의하여 검토 · 확인한다.

1.1.4 필요할 때 감독자는 현장대리인을 포함한 관계직원 합동으로 진행 작업에 대한 실적을 분석, 평가하여 공사추진에 지장을 초래하는 문제점, 잘못 시공된 부분의 지적 및 재시공 등의 지시와 재발방지 대책, 공정진도의 평가, 기타 공사추진 상 필요한 내용의 협의를 위한 공사추진회의를 실시하고 그 회의록을 작성 및 유지하여야 한다.

1.1.5 감독자는 설계변경 등으로 인한 물량의 증 · 감, 공법의 변경, 공사 중의 재해, 천재지변 등 불가항력에 의한 공사중지, 지급자재 공급지연, 공사용지 제공의 지연, 문화재 발굴 및 조사 등의 현장실정 또는 계약상대자의 사정 등으로 인하여 공사진척이 부진할 경우 계약상대자로 하여금 공정계획을 재검토하여 공정계획(변경)을 수립하도록 하여야 한다.

1.1.6 1.1.5항에 따라 감독자는 계약상대자로부터 공정계획(변경)을 제출받아 검토하고 승인하여야 한다.

1.1.7 감독자는 1.1.5 항에 따른 변경 예정준공일이 최초 계약 준공일을 초과하지 않도록 하여야 한다. 다만, 계약 준공일을 초과할 경우에는 변경 공정계획과 함께 공사기한 연기요청서를 발주청에 제출하여야 한다.

1.2 현장요원 관리

1.2.1 계약상대자는 해당 공사의 현장대리인을 지정 발주청에 통지하여야 하며, 현장대리인은 공사현장에 상주하여 계약문서와 감독자의 지시에 따라 공사에 관한 모든 사항을 처리하여야 한다.

1.2.2 계약상대자는 해당 계약 공사의 시공 또는 관리에 필요한 기술과 경험을 가진 근로자를 채용하여야 하며, 근로자의 행위에 대하여 모든 책임을 져야 한다.

1.2.3 계약상대자는 현장 근로자에 대하여 감독자가 해당 계약 공사의 시공 또는 관리상 적당하지 아니하다고 인정하여 이의 교체를 요구한 때에는 지체 없이 교체하여야 하며, 감독자의 승인 없이는 교체된 근로자를 해당 계약 공사의 시공 또는 관리를 위하여 다시 채용할 수 없다.

1.3 하도급 관리

1.3.1 계약상대자는 계약된 공사의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 할 때에는 발주청의 서면승인을 받아야 한다. 다만, 전문공사를 해당 전문공사업자에게 하도급 하는 경우에는 "건설산업기본법 제29조 제4항"에 의하여 발주청에 통지하여야 한다.

1.3.2 1.3.1항의 규정에 의하여 하도급 한 경우에도 계약상의 계약상대자의 책임과 의무가 면제되지는 아니하며, 계약상대자는 하수급인 · 하수급인의 대리인 · 하수급인이 채용한 근로자의 행위에 대하여 모든 책임을 져야한다.

1.3.3 1.3.1항에 의하여 계약상대자로부터 하도급계약에 대한 승인신청 또는 통지를 받은 때 감독자는 하도급 관련서류를 검토하고 하도급율이 82 % 미만인 경우에는 하도급의 적정성 여부에 대하여 심사하여 해당 공사의 적정한 이행이 되지 아니할 우려가 있다고 인정되는 때에는 계약상대자에게 하도급 계약내용의 변경을 요구할 수 있으며, 그 결과를 계약상대자에게 통지하여야 한다.

1.4 공사장 관리

1.4.1 차량통행을 위한 도로의 유지관리

(1) 기존도로를 개량할 경우 별도의 규정이 없는 한 계약상대자는 차량이 통행할 수 있도록 도로를 개방하여야 한다. 그러나 시방서에 명시되어 있거나 감독자의 승인을 얻은 경우에는 우회도로를 개설하거나 일부 확폭하여 차량을 통행시킬 수 있다.

(2) 계약상대자는 차량통행을 원활히 할 수 있도록 하여야 하며, 방호울타리 · 경고표지 · 시선유도표지 · 신호수 또는 싸인 보드카 등을 설치 운용하여 공사작업장의 시설을 보호하고, 운전자 · 보행자 · 작업자 등 모두의 안전을 도모하여야 한다.

(3) 통행이 금지된 도로에는 필요한 차단시설 및 야간용 조명시설 등을 설치하여야 한다.

(4) 계약상대자는 작업이 통행차량에 지장을 초래한다고 판단될 때에는 그 작업지점의 전방에 경고표지판을 설치하여야 하며, 공사장이 기존 도로와

교차할 경우에는 교차로 사이의 공사도로상에 최소한 두 개 이상의 경고 표지를 설치하여야 한다.

(5) 안전운행을 위하여 가도나 횡단보도 또는 평면교차로를 설치하고 지속적으로 유지 관리하여야 하며, 또한 비산 · 먼지 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(6) 상기 사항은 전 계약기간동안에 걸쳐 적용되며, 별도로 규정하지 않는 한 계약상대자 부담으로 시행하여야 한다.

(7) 입찰 내역서에 "우회도로의 유지관리" 또는 "기존 구조물의 철거와 교통소통"에 관한 공종이 있을 경우에는 우회도로의 축조와 유지관리가 포함되며, 가설교량과 진입로의 축조와 철거 및 우회도로의 철거까지를 포함한다.

(8) 계약상대자는 동절기 공사 등으로 공사가 중지되었을 경우에도 차량의 안전통행을 위하여 도로여건에 따른 가설물 및 안전시설을 설치하고 유지관리를 하여야 한다.

(9) 도로법 제8조에 따른 도로(고속국도, 일반국도, 지방도 등)를 이용하는 사토 또는 순쌓기 운반량이 10,000 ㎥ 이상인 건설공사(진행 중인 공사는 잔량이 10,000 ㎥ 이상인 경우) 현장에는 의무적으로 10 ton 이상의 중량을 측정 할 수 있는 축중기를 설치하여야 한다.

(10) 공사용 차량 등(건설기계포함)이 도로법 제8조 규정에 의한 도로(고속도로, 일반국도, 지방도 등)로 토석 등 화물을 운반하는 모든 공공건설공사 현장에서 「건설공사 차량 과적 방지지침」(국토교통부)에 따라 총 사업비 100억 원 이상인 현장은 '과적방지대책'을 수립시행하고 총사업비 100억 원 미만인 현장은 '차량적재중량관리요령'에 따라 과적방지를 관리하여야 한다.

1.4.2 도로 및 구조물 유지관리의 태만

(1) 계약상대자가 규정에 따라 공사구간 도로의 유지관리를 적절히 이행하지 않으면 감독자는 즉시 계약상대자에게 시정하도록 통보하여야 한다.

(2) 계약상대자가 통보를 받은 후 신속히 시정하지 아니하면 감독자는 즉시 유지관리를 대행시킬 수 있으며, 모든 비용은 계약금액에서 공제한다.

1.4.3 공사장 정리

계약상대자는 공사시행을 위하여 점유했던 전 지역과 도로, 토취장 및 골재원 등에서 쓰레기 잔류물, 가설물, 장비 등을 공사 준공 인계 전에 철거하고, 원상 복구하여야 한다. 이러한 작업은 계약이행에 포함되는 작업으로 간주하며, 별도의 규정이 없는 한 직접비로서 별도 계상하지 않으며, 건설폐기물의 처리는 폐기물관리법에 따라 처리하여야 한다.

1.5 공사착공

1.5.1 착공계 제출

(1) 계약상대자는 공사에 관한 계약을 체결하였을 때에는 계약체결일로부터 5일 이내에 착공하고 착공계를 제출하여야 한다.

(2) 착공계의 제출물은 이 시방서 1-2-4절 1.9에 따른다.

1.5.2 착공업무보고

공사착공에 따른 업무보고를 할 때에는 아래의 내용을 포함하여야 한다.

(1) 공사개요

(2) 공정관리계획(건설공사 예정공정표 포함)

(3) 인원투입, 장비투입계획 및 자재관리계획

(4) 품질관리계획 또는 품질시험계획

(5) 안전관리계획

(6) 환경관리계획

(7) 하도급 시행계획

(8) 현장여건 조사결과 및 설계도서 검토의견

(9) 현장기술자 지정신고서(현장관리조직, 현장대리인, 안전관리자, 품질관리자, 환경관리자)

(10) 현장기술자 경력사항 확인서 및 자격증 사본

(11) 착공 전 사진

(12) 기타 발주청이 지정한 사항

1.6 공사이행

1.6.1 계약상대자는 하수급인, 자재 납품 자가 참여하는 관련 공종별 공사를 위한 사전준비, 공사 진행방법 등에 대하여 상호 협의 · 조정하여야 한다.

1.6.2 계약상대자는 계약문서에 위배됨이 없이 공사를 이행하여야 하며, 이에 따른 발주청의 시정 요구 또는 이행 촉구 지시가 있을 때에는 즉시 이에 따라야 한다. 또한, 계약문서에 표기된 것에 대하여는 발주청의 승인, 검사 또는 확인 등을 받아야 하며, 발주청의 승인을 받은 문서는 계약문서와 동등한 효력을 가진다.

1.6.3 계약상대자는 설계도서에 명시되지 않은 사항이라도 구조상 또는 외관상 당연히 시공을 요하는 부분은 발주청과 협의하여 반드시 이를 이행하여야 한다.

1.6.4 계약상대자는 건설공사와 관련하여 정부 또는 발주청이 시행하는 감사, 검사의 수감 및 이에 따른 시정 지시를 즉시 이행하여야 하며, 발주청의 과실이 없는 한 이를 이유로 공사기한 연기 또는 추가 공사비를 요구할 수 없다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-2-3 공사량 측정

1. 일반사항

1.1 측정방법

1.1.1 계약에 따라 완성된 모든 공사의 수량은 미터법에 따라 감독자가 측정한다.

1.1.2 면적을 산출하기 위하여 종단방향으로 길이를 측정할 때에는 이 절 또는 설계도서에서 별도 규정이 없는 한 수평면에서의 길이로 측정하며 1 ㎡ 이상의 면적을 가지는 공종은 수량산출에 반영한다.

1.1.3 면적을 산출하기 위하여 횡단방향으로 길이를 측정할 때에는 준공(기성) 도면에 표시된 수치 또는 감독자가 서면으로 표시한 치수에 의하여 검측한다.

1.1.4 중량으로 측정할 때에는 감독자가 인정하는 측정기 또는 기타 방법을 사용하여 정확히 실시하여야 한다. 만일, 자재를 차량으로 운반할 경우 자재의 순 중량을 확인할 수 있는 방법이 제시되면 차량에 적재된 상태로 측정할 수 있다.

1.1.5 체적으로 측정하여 지불하는 경우에는 소정규격의 차량에 적재된 상태로 그 체적을 측정할 수 있다.

1.1.6 역청재료는 계약당시 표시한 바에 따라 리터(*l*) 또는 톤(ton)으로 그 중량을 측정한다. 역청재료의 체적은 상온(15 ℃)에서 측정하여야 하며, 상온에서 측정할 수 없을 경우에는 보정방식에 의거 15 ℃에서의 체적으로 환산하여야 한다.

1.1.7 시멘트의 중량은 톤 또는 포대단위로 측정한다. 시멘트 1포대의 중량은 40 kg을 기준으로 한다.

1.1.8 면적, 중량, 체적으로 측정할 수 없는 공사량에 대하여는 개, 조, 식 등으로 측정한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-2-4 공무행정 및 제출물

1. 일반사항

1.1 비치 및 제출

1.1.1 계약상대자는 공사의 진행을 위하여 공무행정에 관한 서류를 사실과 그 증빙자료에 의거하여 작성하여야 한다.

1.1.2 계약상대자는 공무행정서류 중 늘 비치하여야 하는 서류는 건설공사 중에 발주청이 수시로 열람할 수 있도록 현장사무소 또는 현장시험실에 비치하여야 한다.

1.1.3 계약상대자는 공무행정서류 중 제출을 요하는 서류를 지정된 제출시기에 지정된 부수를 발주청에 제출하여야 한다.

1.2 제출절차 등

1.2.1 협의 및 확인

(1) 계약상대자가 제출하는 각 제출물은 설계도서의 내용 및 현장조건에 대하여 검토한 결과를 반영하여 작성하여야 하며, 또 타 계약상대자 · 자재납품업자(지급자재 납품자를 포함한다) · 작업자 · 관련기관과 협의, 조정한 내용을 포함 작성하여야 한다.

(2) 계약상대자는 각 제출물에 대하여 계약문서와의 일치여부를 확인한 후, 제출물에 서명 또는 날인하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(3) 계약상대자는 이 시방서에 명시되어 있는 제출물의 작성 및 제출에 소요되는 비용(작성을 위한 자료 수집 · 정리 및 전문가에 대한 자문 등에 소요되는 비용을 포함한다)은 계약상대자 부담으로 한다.

1.2.2 규격 등

(1) 서류의 규격은 정부 또는 발주청의 지정양식을 사용하고, 기타 서류는 계약상대자가 내용의 성격에 따라 임의로 정하여 작성하되, 표지는 A4 용지에 세로로 작성하고 내용물은 A4 크기로 정리, 좌철하여 제출하여야 한다.

(2) 제출서류는 건별로 제출일자 및 각 면마다 일련번호를 명기하며, 비치서류는 건별로 작성일자 및 각 면마다 일련번호를 부여하여야 한다.

1.2.3 추가요구 및 변경

감독자는 공사의 원활한 진행 등을 위하여 제출물의 제출부수 추가, 제출시기의 변경 또는 이 시방서에 명시되지 아니한 제출물의 제출과 기록유지를 요구할 수 있으며, 계약상대자는 이에 따라야 한다.

1.2.4 내용 변경

계약상대자는 모든 제출물에 대하여 그것의 주요한 내용의 변경을 수반하는 사유가 발생되었을 경우에는 즉시 관련 제출물을 재작성하여 제출하여야 한다.

1.2.5 제출하지 않았을 때의 제한

이 시방서가 정한 제출물을 감독자에게 제출하지 않고서는 감독자의 승인 또는 확인을 받을 수 없으며, 해당 공사를 진행할 수 없다.

1.3 공사예정공정표

1.3.1 공사예정공정표는 PERT/CPM, Gantt Chart 등에 의한 공정계획서로 작성 제출하여야 한다.

1.3.2 공사예정공정표에는 다음 사항이 명시되거나 첨부되어야 한다.

(1) 공종별 및 공종 내 주요 공정단계별 착수시점, 완료시점

(2) 공종별 및 공종 내 주요 공정단계별 선·후·동시 시행 등의 연관관계

(3) 주공정선(Critical Path) 또는 주 공정 공사의 목록

(4) 주요 제출물의 제출 일정계획 : 공종별 공사 시공계획서, 시공상세도 및 견본확인을 받은 시공상세도면은 이 시방서 1-6절 1.2에 따라 발주청에 제출하여야 한다.

1.4 시공계획서

1.4.1 시공계획서 제출

계약상대자는 각 절(section)의 공사에 대한 시공계획서를 제출하여 감독자의 확인을 받은 후에 공사를 착수하여야 한다.

1.4.2 작성방법

계약상대자는 시공계획서에 아래 사항을 포함시켜 작성하여야 한다.

(1) 공사개요

(2) 현장조직표

(3) 세부공정표

(4) 주요공정의 시공절차 및 방법

(5) 시공일정

(6) 주요 장비투입계획

(7) 인력투입 및 주요자재 투입계획

(8) 주요 설비사양 및 반입계획

(9) 품질관리대책(품질관리조직, 관리목표 및 실시방법, 목표에 미달하였을

때 조치방안 등)
(10) 안전대책 및 환경대책 등
(11) 지장물처리계획 및 교통처리대책
(12) 기타사항

1.5 시공상세도

1.5.1 제출

(1) 계약상대자(하수급인, 자재나 제품제조자를 포함한다)는 설계도서 및 현장조건과의 적합성 여부를 확인하여 공사 수행상의 잘못 또는 부분공사의 누락을 예방하고, 타 공사 계약상대자 · 지급자재 납품자 · 관련 기관 및 주변에 거주하는 주민과의 마찰로 인한 공사의 지연을 예방하기 위하여 시공상세도면을 작성하여야 한다.
(2) 계약상대자는 작성한 시공상세도면에 대하여 작성자의 실명을 기입하고 서명 또는 날인을 하여 감독자의 확인을 받은 후에 해당 공사에 이용하여야 한다.
(3) 계약상대자는 「건설공사 시공상세도 작성지침」에 의거한 시공상세도를 작성하여 제출한다.
(4) 시공상세도가 변경된 때에는 변경 시공상세도를 작성하여 건설사업관리기술자의 확인을 받아야 한다.

1.5.2 작성방법

시공상세도는 다음과 같은 작성규칙에 의거하여 작성한다.

(1) 「건설공사 시공상세도 작성지침」에 제시된 “시공상세도의 구성 및 작성의 일반원칙”에 준하여 작성한다.
(2) 주요 작업부위에 대하여 공사수행을 하기에 적합한 축척으로 작성한다.
(3) 정확한 치수 및 축척이 명시되어야 한다.
(4) 현장에서 시공 또는 구입 가능한 크기, 길이의 자재를 사용한다.
(5) 시공상세도에는 조립도, 설치도면, 기타 시공방법을 나타내는 표와 그림을 모두 포함한다.
(6) 시방서의 요구사항이 종합적으로 반영되도록 작성하여야 하며, 부위별 재료명과 시공 또는 설치 및 마감상태를 명확히 표기하여야 한다.
(7) 설계도면에 제시되지 않는 내용 중에서 필요한 부분은 본 지침에 제시한 작성목록에 준하여 시공상세도를 작성한다.
(8) 건설공사의 진행단계별로 작성하는 시공상세도는 이 시방서의 [별표 1]을 참고로 하여 작성하여야 한다.

(9) 감독자 또는 건설사업관리기술자가 승인했다고 하여 계약상대자의 책임이 면제되는 것은 아니다.

1.5.3 제출 대상

시공상세도면을 제출하여야 하는 대상 및 그것에 포함하여야 할 내용은 「건설공사 시공상세도 작성지침」 및 이 시방서 각 절에 따른다.

1.5.4 제출시기 및 부수

(1) 제출시기 : 시공자는 각 공종 및 동일 공종에 대하여 시공 순서 및 규모에 따라 구분하여 해당 공사착수 15일 전(단, 기술검토 등을 요하지 않는 단순한 사항은 7일 전이며, 휴일 및 공휴일은 제외)까지 시공상세도를 제출 하여야 한다.

(2) 건설사업관리기술자 확인기간

① 기술검토 등을 요하지 않는 단순한 사항은 접수일로부터 7일 이내(휴일 및 공휴일 제외) 검토 · 확인한다.

② 그 외의 사항(전문기술사의 검토 등)은 14일 이내(휴일 및 공휴일 제외) 검토 · 확인한다.

③ 기일 내에 검토 · 확인이 불가능할 경우 사유와 처리계획을 명시하여 시공자에게 통보하며, 통보사항이 없을 때에는 승인한 것으로 간주한다.

(3) 제출부수 : 2부

1.6 공급원 승인요청

1.6.1 승인요청

공사용 자재(재료, 부재, 제품 및 설비 기기를 포함한다.)의 사용 또는 설치 전에 설계도서의 요구조건 및 품질기준과의 적합성을 확인하고, 자재 선정을 위한 검토나 자재의 품질확인를 위하여 공급원 승인요청 서류를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 사용 또는 설치하여야 한다.

1.6.2 대상자재

대상자재의 종류는 해당 공사에 사용할 주요 자재 및 재료로서 이 시방서 [별표 2]에 따른다. 다만, [별표 2]에 포함되지 않은 자재에 대하여는 감독자의 지시에 따라야 한다.

1.6.3 작성방법

(1) 공급원 승인요청 서류는 발주청의 품질문서에 따라 제출서류를 준비하여야 한다. 다만, 제품의 선정을 위하여 필요하지 않은 사항에 대하여는 감독자와 협의하여 생략할 수 있다.

(2) 설계도서 및 현장여건이 제품설치 등에 적합하지 않을 경우에는 자재의 설치

등을 위하여 필요한 설계도서 및 현장 여건의 조정 요구사항을 제출하여야 한다.

(3) 기타 이 시방서 각 절에 명시되어 있는 사항을 포함하여 제출하여야 한다.

1.6.4 제출시기 및 부수

자재의 사용 또는 설치 15일 전까지 2부를 제출한다. 다만, 해당 공사의 착공 전에 품질시험 · 검사가 필요하다고 이 시방서 절(section)별 일반사항에 명시되어 있는 경우에는 그 시험 · 검사에 소요되는 기간을 추가로 감안하여 제출하여야 한다.

1.6.5 증빙서류 사본

이 절 1.6.3 (1)의 증빙서류가 사본일 경우는 현장대리인의 원본대조필 서명 · 날인이 있어야 한다.

1.7 공사 사진

1.7.1 비치 및 제출

계약상대자는 공사 시공 중 되메우기, 마감재 사용 등으로 육안검사가 불가능하게 되는 부분 또는 준공 후 해체되는 가설물 등에 대하여는 수시로 부분 또는 전경이 분명하게 나타나도록 천연색으로 촬영한 사진을 사진첩 또는 디지털사진을 파일로 작성하여 현장에 비치하여야 하며, 준공이 되면 이 시방서 1-6 (인계 · 인수)에 의거 발주청에 제출하여야 한다.

1.7.2 촬영방법

계약상대자는 각 공종의 주요 부위에 대하여 기술적 판단 자료로 활용할 수 있도록 시공 상태가 분명히 나타나도록 주요 부위의 상세와 주변을 포함한 전경을 시공 상태와 촬영일자가 뚜렷이 보이게 촬영하여야 한다.

1.8 신고 및 인 · 허가 신청서류

1.8.1 계약상대자는 계약 이행을 위하여 관계기관에의 신고, 인 · 허가에 관련한 설계도서의 작성, 신청 서류의 제출, 관계기관과의 협의 및 착공 · 준공에 필요한 행정업무는 발주청을 대신하여 수행하여야 한다.

1.8.2 신청서에 계약상대자 또는 설치자 란이 있을 경우에는 시공회사 대표가 기록 날인하여야 하며, 신청인이 발주청인 경우에는 발주청의 장의 직인 날인을 받은 후 관계기관에 신청하고, 신고 및 인 · 허가필증을 교부받아 준공할 때 준공서류로 발주청에 제출하여야 한다.

1.9 착공서류

1.9.1 착공계 : "별지 제1호 서식" 참조
1.9.2 도급내역서
1.9.3 현장대리인계(이력서, 기술자 경력확인서 원본 첨부)
1.9.4 안전관리자선임계(이력서, 기술자 경력확인서 원본 첨부)
1.9.5 예정공정표
1.9.6 기타 공사업무수행에 필요한 참고 자료
(1) 품질관리계획 또는 품질시험계획서
(2) 주요 사급자재 수급계획서
(3) 지급자재 수급 계획 요청서
(4) 공종별 인력 및 장비 투입계획서
(5) 안전관리 계획서(필요할 때 유해 · 위험계획서가 포함된 통합계획서)
(6) 현장기술자 조직표 등

1.10 공사일지

1.10.1 공사일지 : "별지 제2호 서식" 참조

1.11 현황보고

1.11.1 일일공정현황 : "별지 제3호 서식" 참조
1.11.2 주간공정현황 : "별지 제4호 서식" 참조
1.11.3 월간공정현황 : "별지 제5호 서식" 참조
1.11.4 부진공정 만회대책
계약상대자는 공사 진도율이 계획공정대비 월간공사실적의 10 % 이상 지연되거나 누계공정실적의 5 % 이상 지연될 때에는 만회대책 및 만회공정표를 수립하여 감독자에게 보고하고 시행하여야 한다.

1.12 기성검사원 및 준공검사원

1.12.1 기성검사원 제출서류
(1) 기성검사원 : "별지 제6호 서식" 참조
(2) 내 역 서 : "별지 제7호 서식" 참조
(3) 명 세 서 : "별지 제8호 서식" 참조
(4) 공 사 일 지 : 기성검사원 제출일의 공사일지
(5) 감독자 의견서

1.12.2 기성검사원을 제출할 때 계약상대자가 감독자의 확인을 받아야 하는 사항
(1) 안전관리비 사용내역
(2) 공사일지
(3) 시공확인 결과에 관한 기록
(4) 현장점검 지적사항 조치완료 여부
(5) 관련 공무행정서류 기록 및 비치에 관한 사항

1.12.3 준공계 제출서류
(1) 준 공 계 : "별지 제9호 서식" 참조
(2) 내 역 서 : "별지 제7호 서식" 참조
(3) 시험 성과표 : "별지 제10호 서식" 참조
(4) 준공 사진첩

1.12.4 준공계를 제출할 때 계약상대자가 감독자의 확인을 받아야 하는 사항
(1) 안전관리비 사용내역
(2) 공사일지
(3) 시공확인 결과에 관한 기록
(4) 현장점검 지적사항 조치완료 여부
(5) 준공 예비점검 지적사항 조치완료 여부

1.13 설계변경 여건보고 서류

1.13.1 설계변경 여건보고
(1) 제출서류
① 설계변경 여건보고 공문
② 설계변경 사유서
③ 설계변경 내역서, 명세서 및 산출근거
④ 설계변경 도면
⑤ 계산서(구조, 설비, 토질) 및 공사시방서(공법 개선 또는 신규 공종이 추가되는 경우에 한함)
⑥ 기타 관련증빙자료(관련 사진 등)
(2) 제출 부수
설계변경 여건보고를 할 때 각 3부 제출

1.13.2 준공기한 연기원
(1) 제출서류
① 준공기한 연기원 : "별지 제11호 서식" 참조
② 연기 사유서

(2) 제출 부수
준공기한 연기원 각 2부 제출

1.14 품질시험 · 검사 및 자재 관련서류

1.14.1 품질관리계획 또는 품질시험계획
"건설기술진흥법 제55조"의 규정에 따른다.

1.14.2 사급자재 관련서류
(1) 사급자재 수급계획서
(2) 공급원 승인 요청서 : "별지 제12호 서식" 참조
(3) 품질시험 · 검사대장 : "별지 제13호 서식" 참조
(4) 품질시험 · 검사성과 총괄표 : "별지 제14호 서식' 참조
(5) 품질시험 · 검사 의뢰서 : 별지 제15호 서식 참조
(6) 품질시험 · 검사 성적서 : 별지 제16호 서식 참조
(7) 자재 검수부 : "별지 제17호 서식" 참조

1.14.3 지급자재 관련서류
지급자재 관리부 : "별지 제18호 서식" 참조

1.15 하도급 관련서류

1.15.1 하도급 승인신청 및 통지서류
(1) 하도급 승인신청 공문(하도급 승인 요청할 때)
(2) 하도급계약 통지 공문(하도급 통지할 때)
(3) 하도급 계약서
(4) 공사내역서
(5) 예정공정표
(6) 하도급 대금지급보증서 사본
(7) 하도급 이행(계약) 보증서 사본
(8) 하수급인의 건설기술자 자격증 사본, 경력증명서(건설기술인수정 발급) 또는 경력수첩 사본
(9) 하수급인의 면허증 사본
(10) 도 · 수급인의 관련공사 시공실적

1.15.2 시 기
(1) 승인신청시기 : 공사의 일부 하도급 계약을 체결하기 전
(2) 통지시기 : 전문공사의 하도급계약 체결, 변경 또는 해제한 날부터 30일 이내

1.15.3 하도급 관리대장 : "별지 제19호 서식" 참조

1.16 안전관리서류

1.16.1 안전관리계획서

안전관리계획서의 작성기준은 이 시방서 1-5절에 따른다.

다만, "건설기술진흥법 시행령 제98조 제1항"에 따라 안전관리계획을 수립하는 건설공사가 "산업안전보건법 제48조"에 따른 유해 · 위험방지계획을 수립하여야 하는 건설공사에 해당하는 경우에는 두 계획을 통합하여 작성 할 수 있으며, 이때는 "유해 · 위험방지 계획서 및 안전관리계획서 통합작성지침서"에 따라 작성한다.

1.16.2 안전일지

안전점검, 안전진단, 건설재해전문기관의 지도, 안전검사, 안전보건교육, 안전의 날 행사 등에 관한 사항을 기록하여 비치하여야 한다.

1.16.3 정기안전점검 결과

계약상대자가 안전전문기관에 의뢰하여 정기안전점검을 시행하였을 경우에는 점검결과 사본 1부를 제출하여야 한다.

1.16.4 안전관리비 사용내역 및 집행영수증

계약상대자는 안전관리비 항목별 세부사용내역 및 집행영수증 사본을 기성검사원 및 준공검사원 제출할 때 1부를 제출하여야 한다.

1.16.5 안전점검에 관한 종합보고서

계약상대자는 건설공사를 준공한 때에는 안전점검에 관한 종합보고서를 작성하여 이 시방서 1-5절에 따라 제출하여야 한다.

1.17 환경관리 서류

1.17.1 환경영향평가 협의내용 이행 계획서

계약상대자는 환경영향평가서를 검토하여 "별지 제27호 서식"에 의거 환경영향평가 협의내용 이행 계획서를 수립하여야 한다.

1.17.2 환경영향평가 협의내용 관리대장

협의내용 관리책임자는 협의내용 이행여부를 수시로 점검하고 사후 환경영향조사를 실시하여 "별지 제28호 서식"에 의거 협의내용 이행현황을 기록 · 정리하여야 한다.

1.17.3 환경피해보고서

계약상대자는 환경피해가 발생되었을 때에는 "별지 제29호 서식"에 의거 환경피해보고서를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

1.17.4 폐공처리현황 및 실적 보고서

계약상대자는 공사에서 발생한 폐공에 대하여는 환경피해가 발생하지 않도록 폐공을 처리하고 "별지 제30호 서식"에 의거 그 처리현황을 매년(12

월 말까지) 감독자에게 보고하여야 한다.

1.17.5 건설 폐재 재활용 계획 및 실적

계약상대자는 건설 폐재를 재활용하고자 할 때에는 “별지 제31호 서식”에 의거 건설 폐재 재활용 계획을 수립하여 건설 폐재 배출사업자의 재활용 지침에 의거하여 조치하고, 매 분기별로 감독자에게 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-2-5 검 사

1. 일반사항

1.1 검사의 종류

1.1.1 기성부분검사

공사 준공 이전에 계약 공사의 일부에 대하여 행하는 검사를 말한다.

1.1.2 예비준공검사

최종 공사 준공 이전에 전 부분에 대하여 행하는 검사를 말한다.

1.1.3 준공검사

공사가 완공되었을 때 전 부분에 대하여 행하는 검사를 말한다.

1.2 검사원 제출

1.2.1 계약상대자는 공사비를 청구하기 위하여 해당 공사의 기성부분 또는 준공검사를 받고자 할 때에는 이 시방서 1-2-4절 1.12에 의한 기성검사원 또는 준공계를 발주청에 제출하여야 한다.

1.3 검사자의 임무

1.3.1 검사자는 해당 공사의 감독자 또는 현장대리인 등을 입회하게 하여 계약문서, 설계도서, 기타 발주청의 규정에 따라 다음 각 항을 검사하여야 한다.

(1) 기성부분검사

① 품질시험, 검사성과 총괄표

② 설계도서와 시설물과의 일치 여부

③ 지급자재의 적정사용 여부

④ 지하 또는 기초 등 확인이 불가능한 부분의 시공기록
(사진, 비디오, 기타 확인자료)

⑤ 기성부분검사원 내역서

⑥ 산업안전보건관리비 사용내역서

⑦ 기타 기성부분을 입증하는 사항

(2) 예비준공검사

① 준공내역이 설계도서대로 시공되었는지의 여부

② 설계도서에 의거한 공종별 또는 구간별 공사이행에 관한 사항

(3) 준공검사

① 제(1)항 각호에 관한 사항

가. 준공검사원 내역서

② 공사시공 당시 감독자의 제 기록
③ 발생품의 유무 및 처리
④ 지급자재의 사용과 잔량 처리여부
⑤ 회수자재, 대여기재 및 기구의 정비, 보관 및 반납 조치
⑥ 현장관리용 가시설물의 제거와 현장 정리 상태
⑦ 예비준공검사 지적사항에 대한 조치여부
⑧ 인허가사항으로 임시 설치된 시설물의 원상복구 여부
⑨ 준공도면 설계변경 사항 수정 여부
⑩ 구조물 외관 조사망도 완료 여부
⑪ 구조물 내하력 평가 완료 여부
⑫ 유지관리시스템으로 이관하여야 할 데이터의 입력 여부 및 정확성
⑬ 단계별 시공완료상태 점검 완료 여부
⑭ 기타 준공을 입증하는 사항(예비준공검사 지적사항 및 조치내용 포함)

1.4 검사조서

검사자가 검사를 실시한 경우에는 검사부분의 수량 확인 등을 검토한 후 다음 각 호에서 정한 서류를 작성하여 발주청에 제출하여야 한다.

1.4.1 기성부분검사
(1) 기성부분검사조서
(2) 기성부분내역서
(3) 기성부분명세서
(4) 시험성과표
(5) 하도급 현황
(6) 기타 참고자료

1.4.2 준공검사
(1) 준공검사조서
(2) 준공내역서
(3) 지급자재사용조서
(4) 시험성과표
(5) 하도급현황
(6) 사진첩
(7) 기타 참고자료

1.5 검사 불합격

1.5.1 검사자는 준공검사결과 불합격으로 판정될 때에는 그 지적사항을 상세히 조서로 작성하여 발주청에 제출하여야 한다.

1.5.2 발주청은 검사결과 불합격내역을 계약상대자에게 통보하여 계약상대자로 하여금 재시공하도록 지시하여야 한다.

1.5.3 1.5.2항에 의하여 계약상대자는 재시공 후 감독자의 확인을 받아 재검사원을 제출하여야 한다.

1.5.4 재시공에 소요된 기간은 계약상대자의 귀책사유로 간주한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-3 자재관리

1. 일반사항

1.1 공급원과 품질요건

1.1.1 계약상대자가 공급하는 모든 공사용 자재는 계약 및 시방서의 품질 조건에 적합하여야 한다.

1.1.2 계약상대자는 어떤 경우이든 자재를 공사에 사용하기 전에 공급원 승인신청서류를 감독자에게 제출하여 공급원 승인을 받은 후 사용하여야한다.

1.1.3 원자재가 수입물품인 경우에는 원산지 증명 증빙자료를 제출하여야 한다.

1.1.4 이미 승인 받은 공사용 자재의 공급원이 생산을 중지되었을 경우에는 계약상대자는 감독자가 승인한 다른 공급원을 이용할 수 있다.

1.1.5 계약상대자는 자재공급원 승인요청을 할 때 2개 이상의 공급원을 제출 및 승인 받아 제품의 생산중지 등 부득이한 경우에도 예비적으로 사용할 수 있도록 하여야 한다.

1.2 자재의 선정

1.2.1 공사용 자재를 선정할 때에는 이 시방서와 설계도서에 품질기준이 명시되어 있는 품목의 경우 그 품질기준에 적합한 신품(가설시설물용 자재는 제외한다.)을 사용하여야 한다. 다만, 해당 설계도서에 품질기준이 명시되어 있지 않은 품목에 대하여는 다음 각 호에 따라 적합한 자재를 우선 사용하여야 한다.

(1) “산업표준화법”에 의한 한국산업표준 표시 품(이하 "KS 표시 품"이라 한다)

(2) “건설기술진흥법 제60조”에 의한 품질검사전문기관(건축, 토목, 기계설비, 조경의 경우) 또는 품질검사전문기관(전기설비, 통신설비의 경우)에서 “산업표준화법”에 의한 한국산업표준에 따라 품질시험을 실시하여 KS 표시 품과 동등한 성능이 있다고 확인된 것

(3) (1)호 및 (2)호에 적합한 자재 중 환경부하가 적은 환경표지(마크), GR마크, 저탄소인증자재 등 정부가 정한 기준에 의하여 인증 받은 친환경 자재 및 제품을 우선적으로 적용할 수 있다.

1.2.2 가설시설물 공사용 자재가 신품일 경우에는 산업안전보건법 제34조(안전인증) 및 제35조(자율안전확인의 신고)에 따른 가설기자재 안전인증품을 사용하여야 하며, 재사용품의 경우에는 재사용 가설기자재 자율등록제 관리기준(고용노동부 지침)에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

1.2.3 전기설비, 통신설비에 사용하는 자재로서 1.2.1에 적합한 자재가 없을 경우에는 “전기용품안전기준”에 의한 형식 승인 품을 사용하여야 한다.

1.2.4 1.2.1의 (1) 및 (2)에 적합한 자재가 없을 경우에는 감독자의 승인을 받아 품질 및 성능이 우수한 제품만을 사용하여야 한다.

1.3 사용제한

1.3.1 품질시험 · 검사시험 결과 불합격률이 높다고 인정되는 생산업체의 자재에 대하여 발주청은 계약상대자에게 사용제한을 지시할 수 있으며, 계약상대자는 이에 따라야 한다.

1.3.2 이 공사 목적물에 쓰이는 모든 자재는 공사에 사용하기 전에 감독자의 검사 · 시험을 거쳐야 한다. 감독자의 승인 없이 검사 · 시험하지 않은 자재 및 제품을 사용하여 공사를 시행한 경우에는 계약상대자의 부담으로 이를 제거하여야 한다.

1.3.3 계약상대자는 공사에 사용할 자재(지급자재 제외)에 대하여 설계도서와의 적합성을 확인한 후 감독자에게 승인을 받아 사용하여야 한다.

1.3.4 계약상대자는 하자 발생 등을 고려하여 교체 및 유지관리가 용이한 규격의 자재를 사용하여야 한다.

1.4 사급자재

1.4.1 자재수급계획서

해당 공사의 공정계획에 맞추어 사급자재 수급계획서를 작성하여야 한다.

1.4.2 반입시기

(1) 공사에 필요한 자재는 사용예정일 7일 전까지 현장에 반입하여야 한다. 다만, 선정시험이 필요한 자재는 선정시험 소요기간을 추가로 감안하여 반입하여야 한다.

(2) 자재파동이 예상되는 자재는 공사에 지장이 없도록 사전에 구매하여 비축하여야 한다.

1.4.3 건설자재 · 부재의 품질확보

(1) 품질확보를 위한 특별 관리대상 자재는 레디믹스트 콘크리트, 아스팔트 콘크리트, 바다 모래, 부순 골재, 철근 및 H형강, 양생제, 혼화재료(혼화재, 혼화제), 건설폐기물의 재활용에 관한 특별법에 따른 순환골재를 말한다.

(2) 계약상대자는 특별 관리대상 자재를 사용하고자 할 때는 다음 각 호의 하나에 적합한 건설자재 부재를 사용하여야 한다.

① 산업표준화법에 따른 한국산업표준 표시인증을 받은 건설자재 · 부재

② 국 · 공립시험기관 또는 품질검사 전문기관에 품질시험 · 검사를 의뢰하여

시험을 실시한 결과 한국산업표준에서 정한 기준과 동등 이상이거나 해당 공사의 시방규정에 적합한 건설 자재 · 부재

③ 해당 공사의 감리 또는 감독자가 입회하여 품질시험 · 검사를 실시한 결과 한국산업표준에서 정한 기준과 동등 이상이거나 해당 공사의 시방규정에 적합한 건설 자재 · 부재

④ 순환골재는 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률, 순환골재 품질인증 및 관리에 관한 규칙에 따른 품질기준에 적합하고 품질검사를 통한 품질인증이 확인된 순환골재

1.5 지급자재

1.5.1 지급자재는 설계도서에 명시된 장소에서 계약상대자에게 인도되거나 공급되며, 계약상대자에게 인도된 후의 지급자재에 대한 관리책임은 계약상대자에게 있다.

1.5.2 지급자재의 공급이 지체되어 공사가 지연될 우려가 있을 때 계약상대자는 발주청의 서면 승인을 얻어 계약상대자가 보유한 자재를 대체하여 사용할 수 있다.

1.5.3 발주청은 1.5.2에 의하여 대체 사용한 자재를 현품으로 반환하거나 또는 대체 사용 당시의 가격에 의하여 그 대가를 준공금 지급할 때까지 계약상대자에게 지급할 수 있다.

1.5.4 계약상대자는 감독자와 협의하여 “별지 제20호 서식”에 의거 지급자재의 수량, 품질, 규격, 받을 시기, 받을장소 등을 변경 · 요청할 수 있다.

1.5.5 잔량 및 부족 수량

지급자재 중 공사에 사용하고 남은 잔량은 발주청이 지정하는 장소에 계약상대자의 부담으로 수송하여 전환하고, 부족 수량이 있을 경우에는 발주청에 설계변경을 요청한다. 다만, 부족 수량은 파손 및 분실된 것을 제외한 절대 부족량에 한한다.

1.5.6 전환된 자재의 수령

계약상대자는 다른 곳에서 전환된 지급자재에 대하여 품질상의 특별한 하자가 없는 한 이를 수령하여야 한다.

1.6 자재의 보관, 운반, 취급

1.6.1 자재의 보관 부지

(1) 계약상대자는 자재의 보관을 위한 부지를 준비하여야 하며, 부지의 위치를 감독자에 통지하여야 한다.

(2) 보관 장소가 사유재산일 경우에는 소유자 또는 임대인의 서면 승인 없이 보관 장소로 사용할 수 없으며, 감독자가 요구하면 서면동의서를 제출하여야 한다. 또한, 보관 장소의 사용이 끝나면 계약상대자의 부담으로 이를 원상 복구하여야 한다.

1.6.2 품질변화 방지

(1) 반입자재는 그 품질과 공사의 적합성이 보장되도록 보관하여야 한다. 계약상대자는 자재를 보관하거나 반출할 때는 자재를 손상하지 않도록 하여야 하며, 이물질이 혼입되거나 자재가 뒤섞이지 않는 방법과 장비를 사용하여야 한다.

(2) 보관된 자재는 보관 전에 승인을 받았을지라도 공사 투입 전에 다시 검사할 수 있는 위치에 보관하여야 한다.

(3) 자재는 준공 전후를 막론하고 변질, 손상, 오염, 뒤틀림, 변색 등 품질에 영향을 주는 일체의 변화가 생기지 않도록 보관, 운반, 취급하여야 한다.

1.6.3 화기위험자재의 분리보관

계약상대자는 화기위험이 있는 자재는 다른 자재와 분리하여 보관하고 화재 예방대책을 수립하여 취급하여야 한다.

1.6.4 관리시험자재의 분리보관

현장 반입 후 관리시험을 시행하여야 할 자재는 시험이 종료될 때까지 기존에 반입된 자재와 섞이지 않도록 분리하여 보관하여야 한다.

1.6.5 지급자재의 관리 책임

계약상대자는 지급자재의 인수, 출고 및 재고상태를 지급자재관리부에 기록하고 비치하여야 하며, 이에 대한 보관 및 관리의 책임을 져야 한다.

1.7 골재원, 토취장, 사토장

1.7.1 계약상대자는 공사에 사용할 골재원(토취장, 석산, 하천골재 등)을 선정함에 있어 공사착수 전에 관할 허가관서로부터 골재원에 대한 채취 허가를 받아야 한다.

1.7.2 공사목적으로 사용할 골재 채취량은 설계도서에 따라 산출한 양을 기준으로 한다.

1.7.3 계약상대자는 공사목적으로 사용한 토취장, 사토장 또는 석산을 깨끗이 정리하여야 한다.

1.7.4 계약상대자는 인·허가 관련기관의 원상복구 규정에 부합되도록 조경을 겸한 떼 붙임과 식재 및 필요한 배수시설을 하여야 한다.

1.8 공사현장에서 발생된 자재의 사용과 권리

1.8.1 계약상대자는 공사현장 내의 굴착작업을 할 때 발생되는 암석, 자갈, 모래 또는 기타 발생재료가 공사에 적합하다고 판단되면 감독자의 승인을 받아 공사에 사용할 수 있다.

1.8.2 계약상대자는 국유지에서 공사에 필요한 양 이상으로 재료를 생산 또는 채취했을 경우 발주청은 계약상대자에게 생산비를 보상하지 않고 초과분을 소유할 수 있으며, 또는 계약상대자가 계약상대자의 부담으로 초과분을 제거하고 국유지 관리기관의 관리규정에 의거 원상복구 하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-4 품질관리

1. 일반사항

1.1 품질관리계획

1.1.1 계획수립 및 제출

(1) 계약상대자는 건설공사의 품질확보를 위하여 “건설기술진흥법 시행규칙 제50조”에 의거 이 시방서 [별표3]에 따라 품질시험계획을 작성하여 발주청에 제출하여야한다.

(2) 발주청은 계약상대자가 제출한 (1)의 계획에 대한 내용을 검토하여 보완하여야 할 사항이 있는 경우 계약상대자에게 이를 보완하도록 요구할 수 있으며, 계약상대자는 이에 따라야 한다.

1.1.2 계획수립대상공사의 범위

(1) 품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사.

① 감독 권한대행 등 건설사업관리 대상인 건설공사로서 총공사비가(관급자재비를 포함하되 토지 등의 취득 사용에 따른 보상비를 제외한 금액을 말한다.) 500억 원 이상인 건설공사

② 다중이용 건축물의 건설공사로서 연면적이 30,000 ㎡ 이상인 건축물의 건설공사

③ 해당 건설공사의 설계에 품질관리계획을 수립하도록 되어있는 건설공사

(2) 제(1)항외의 건설공사로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건설공사에 대하여는 국토교통부령이 정하는 품질시험계획을 수립하여야 한다.

① 총공사비 5억 원 이상인 토목공사

② 연면적 660 ㎡ 이상인 건축물의 건축공사

③ 총공사비가 2억 원 이상인 전문공사

(3) 다음 각 호의 1에 해당하는 공사는 품질관리계획을 수립하지 아니하여도 된다. 다만, 설계도서에 품질관리계획 또는 품질시험계획을 수립하도록 되어있는 경우에는 그러하지 아니하다.

① 조경 식재공사

② 가설물설치공사

③ 철거공사

1.1.3 계획의 내용

(1) 품질관리계획은 KS Q ISO 9001 등에 따른다. 다만, 발주청이 필요하지 않다고 별도로 통보한 사항은 그러하지 아니하다.

(2) 품질시험계획은 이 절 1.2에 적합하게 작성하여야 한다.

1.1.4 계획이행 확인

(1) 계약상대자는 품질관리계획 또는 품질시험계획에 따라 건설공사의 품질관리를 이행하여야 하며, 발주청 직원은 시공 및 사용재료에 대한 품질관리 업무의 적정성 확인을 연 1회 이상 할 수 있다. 이 경우 계약상대자는 품질관리 적정성 확인에 입회하여야 한다.

(2) 발주청은 품질관리 적정성 확인 결과 시정이 필요하다고 판단되는 경우에는 계약상대자에게 이의 시정을 요구할 수 있으며, 시정을 요구받은 계약상대자는 지체없이 이를 시정한 후 그 결과를 발주청에 통보하여야 한다.

1.1.5 품질관리비 산출 및 사용기준

(1) 계약상대자는 건설기술진흥법 시행규칙 제53조 별표 6에 따라 산출하여 공사금액에 계상한 품질관리비는 해당 목적에만 사용하여야 한다.

(2) 발주청은 품질관리비의 사용에 대하여 지도 · 감독할 수 있다.

1.2 품질시험 · 검사

1.2.1 품질시험기준

(1) 계약상대자는 시공목적물 및 건설공사용 자재의 규격 및 품질 등이 설계도서에 명시한 기준에 적합한지를 확인하기 위하여 품질시험 및 검사를 실시하여야 한다.

(2) 품질시험 및 시험의 종별, 시험종목, 시험방법 및 시험빈도 등 품질시험기준은 국토교통부 고시 건설공사 품질시험기준에 따른다.

(3) (1)항에서 규정하고 있는 것 중 다음 각 호의 1에 해당하는 자재에 대하여는 품질시험 또는 검사를 실시하지 아니할 수 있다. 다만, 이 시방서 1-3절 1.2.1 (1)항에 대한 자재에 대하여는 이 시방서 각 절(section)별 재료 또는 시공에 별도로 명시하였거나 발주청의 별도 지시가 있는 경우에는 그러하지 아니하다.

① 품질검사전문기관의 시험성적서가 있는 자재

② 산업표준화법에 의한 한국산업표준(KS) 인증제품

③ 관계법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질을 인증 받은 자재

(4) 구조물의 안전에 중요한 영향을 미치는 시험종목에 대하여는 감독자 입회하에 품질시험 및 검사를 시행하여야 한다.

(5) 설계변경 등에 따라 품질시험기준에 명시되지 않은 자재를 사용할 경우에는 별도의 시험을 추가로 시행하여 변경설계도서에 규정된 품질성능을 확인하여야 한다.

(6) 국내에 관련 기준이나 품질검사전문기관이 없는 외산 기자재는 감독자의 승인을 받아 국제규격을 이용한 품질을 확인한 후 사용할 수 있다.

1.2.2 시험장소

(1) 건설공사 현장에서 실시하는 것이 적절한 품질시험은 현장에서 품질시험을 실시하여야 한다.

(2) 현장시험실에서 시행할 수 없는 자재의 품질시험은 품질검사전문기관에 의뢰하여 품질시험을 하여야 한다.

(3) 현장시험실 또는 품질검사전문기관에 의뢰하여 시험하는 것이 부적합한 자재는 제조공장에서 품질시험 및 검사를 시행할 수 있다. 이때에는 감독자가 입회하여 직접 확인하여야 한다.

(4) 감독자가 공장에서 검사할 경우 계약상대자와 생산자는 다음 사항에 대하여 협조하여야 한다.

① 감독자는 제작 및 생산부서에 언제라도 출입할 수 있도록 하여야 한다.

② 특별히 규정하고 있는 경우, 계약상대자는 공장에 가까운 장소에 감독자의 사무실을 제공하여야 한다.

1.2.3 결과기록

(1) 계약상대자는 품질시험 · 검사대장 및 품목별시험 · 검사작업일지에 품질시험 · 검사의 결과를 기재하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 계약상대자는 품질시험 또는 검사를 완료한 때에는 시험성과표를 작성하고, 해당 건설공사에 대한 기성 검사원, 준공계를 제출할 때 발주청에 이를 제출하여야 한다.

1.2.4 불합격 자재의 장외반출

(1) 계약상대자는 품질시험 및 검사결과가 설계도서의 기준에 부적합한 경우(이하 이 시방서에서 “불합격”이라 한다)에는 시험작업일지에 그 내용을 기재한 후 즉시 감독자에 보고하고, 불합격된 자재는 지체없이 장외로 반출하여야 한다.

(2) 계약상대자는 불합격되어 장외 반출된 자재에 대하여는 불합격 내용을 기록 보관하여야 한다.

1.2.5 공급원 승인 및 자재시험

(1) 계약상대자는 공사용 주요자재 및 재료에 대하여 공급원 승인을 감독자에게 받아야 한다.

(2) (1)항에 의하여 공급원이 승인된 자재 및 제품이 공사 중에 이상이 발견되거나 품질변동이 의심될 경우에는 감독자와 계약상대자가 합동으로 품질시험 및 검사를 하여야 한다.

(3) 계약상대자가 사용할 자재가 품질시험 및 검사에 불합격된 경우에는 시험결과의 확인 등을 이유로 동일자재에 대하여 반복하여 시험을 요구할 수 없다.

(4) 품질시험 및 검사에 불합격된 경우에는 계약상대자가 재시험을 시행하여야 하며, 이에 따른 추가비용은 계약상대자가 부담하여야 한다.

1.3 현장시험실

1.3.1 인력 · 장비기준

이 절 1.2의 품질시험 · 검사를 실시하기 위하여 계약상대자는 "건설기술진흥법 시행규칙 제50조 제4항"에 의거 이 시방서 [별표 4]에 따라 시험 · 검사 장비, 시험실, 건설기술자를 배치하여야 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 품질시험 · 검사를 실시하지 아니한 때에는 발주청의 별도 지시에 따른다.

1.3.2 비치서류

현장시험실에는 아래 서류를 비치하고 기록 및 유지하여야 한다.

(1) 품질관리계획 또는 품질시험계획
(2) 품질시험 · 검사 대장
(3) 시험 성과표
(4) 지급자재 검수부
(5) 품질 검사 전문시험기관 의뢰시험대장
(6) 불합격자재조치표
(7) 구조물 부위별 관리대장
(8) 시험기기 검 · 교정대장
(9) 구조물 균열 관리대장
(10) 품질시험검사 성과 총괄표
(11) 품질시험 검사 실적보고서
(12) 상시검측 관리대장

1.4 품질시험 · 검사 의뢰

1.4.1 품질검사전문기관에 시험 · 검사를 의뢰하는 시료는 감독자 입회하에 계약상대자가 채취하고, 시험의뢰서 및 시료봉인 부위에 시료채취 입회자 전원이 서명 또는 날인 하여야 한다.

1.4.2 품질검사전문기관에 시험을 의뢰할 경우에는 감독자가 계약상대자와 동행하여야 한다.

1.4.3 현장 여건 및 시료의 변질 가능성 등을 감안하여 시료채취 후 15일 이내에 시험을 의뢰하여야 한다.

1.5 시공 허용오차

1.5.1 시공오차 측정

(1) 계약상대자는 해당 공사의 공사 목적물이 품질기준에 적합한지 여부를 확인하여야 한다.

(2) 계약상대자는 공사 진행 단계마다 부위별 측정방법에 따라 실시하고 시공확인을 감독자에게 의뢰하여야 한다.

1.5.2 시공 허용오차기준

부위별 시공 허용오차는 이 시방서 해당 절(section)별 기준에 따른다.

1.5.3 공사 진행

(1) 시공오차 측정결과가 시공 허용오차 기준을 벗어나는 부위는 반드시 계약상대자 부담으로 재시공 또는 보완 후 후속공사를 진행하여야 한다.

(2) 허용오차 기준은 부실시공을 방지하기 위한 최소한의 범위를 규정한 것이므로 이 시방서 해당 절별 허용오차 기준보다 설계도서에 명시된 기준이 더 강화되어 있을 경우 계약상대자는 설계도서에 명시된 기준에 적합한 시공이 이루어지도록 하여야 한다.

(3) 시공상태가 허용오차 범위 내일지라도 외관상 또는 구조적, 기능적으로 문제가 있다고 판단될 때는 이를 시정하여야 한다.

1.6 시공확인 및 점검 등

1.6.1 시공확인

(1) 계약상대자는 품질관리전담자(이하 “전담자”라고 한다)로 하여금 매 공정 단계마다 다음 절차에 따라 현장 시공내용을 확인하고, 확인된 내용에 대하여 감독자의 검사·확인을 받은 후(감독자 또는 감독자 직상급자의 확인)에 후속공정을 진행하여야 한다.

① 계약상대자는 시공확인을 위하여 시공확인(검측)서류를 준비한다.

② 전담자는 각 공종별 단계별로 주요 검사항목에 따라 시공확인을 실시하고 검사결과 부적합한 사항이 있을 경우에는 해당 란에 부적합한 내용을 기재한다.

③ 전담자는 부적합한 사항에 대한 시정조치를 완료한 후, 감독자에게 시공확인(검측)서류를 제출하고 검사를 요청한다.

④ 시공확인 요청을 받은 감독자는 특별한 사유가 없는 한 지체없이 시공과정, 완료 상태, 자재의 품질규격 등이 설계도서의 규정에 적합하게 시공되었는지 여부를 확인하며, 확인결과 부적합한 사항에 대하여는 시공확인서류에 기재하여 계약상대자에게 이를 시정 완료한 후에 재확인을 받도록 지시할 수 있다.

⑤ 감독자는 공사착공 초기에 공사의 규모, 난이도, 예상되는 기능공의 수준 등을 감안하여 시공확인 시점, 검사의 범위 및 주요검사항목을 조정할 수 있으며, 시공확인을 할 때 주요 검사항목 이외의 부적합사항에 대해서도 시공확인서류에 기재하거나 구두로 시정지시를 할 수 있다.

⑥ 감독자는 현장대리인 또는 전담자가 동일 유형의 지적사항을 반복하거나 감독자의 지시사항을 이행하지 않는 등 업무를 태만히 할 경우 계약상대자에게 현장대리인 또는 전담자의 교체를 요구할 수 있으며, 특별한 사유가 없는 한 계약상대자는 이에 따라야 한다.

1.6.2 현장지도점검

(1) 발주청의 직원은 건설공사가 계약문서의 요구조건에 맞게 수행되고 있는지를 확인하기 위하여 현장지도점검을 시행할 수 있으며, 이는 해당년도 현장지도점검계획(공사, 품질, 안전 등)에 따른다.

(2) 현장지도 점검에 따른 점검결과에 대하여 계약상대자는 “별지 제21호 서식”에 의거 기록·관리하여야 한다.

(3) 계약상대자는 현장지도 점검을 받을 때 지적사항이 있을 경우에는 이에 대한 시정 전, 시정 후의 천연색 사진을 포함하여 조치한 결과를 “별지 제22호 서식”에 따라 작성하여 발주청에 제출하고 그 결과를 기록·관리하여야 한다.

(4) 지적사항에 대하여 시정조치가 완료되기 전까지 계약상대자는 기성검사원 또는 준공계를 제출할 수 없다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-5 안전관리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 장은 도로공사를 할 때 「건설기술 진흥법」 제62조 따른 안전관리계획을 수립하여야 하는 건설공사와 「산업안전보건법」 제48조에 따른 유해·위험 방지 계획을 수립하여야 하는 건설공사에 대한 일반적인 사항을 규정한다.

1.2 건설공사의 안전관리 계획수립 등

1.2.1 안전관리 계획

(1) 계약상대자는 공사의 안전을 확보하기 위하여 안전점검 및 안전관리 조직 등 건설공사의 안전관리계획을 미리 공사감독자 또는 건설사업관리기술자의 검토·확인을 받아 수립하고 건설공사를 착공하기 전에 발주자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 안전관리계획의 내용을 변경하는 경우에도 또한 같다.

(2) 안전관리계획을 제출받은 발주자는 15일 이내에 안전관리계획의 심사 결과를 다음 각 호의 구분에 따라 판정한 후 제1호 및 제2호의 경우에는 승인서(제2호의 경우에는 보완이 필요한 사유를 포함하여야 한다)를 계약상대자에게 발급하여야 하며, 부적정 판정을 받은 경우에는 안전관리계획의 변경 등 필요한 조치를 하여야 한다.

① 적정: 안전에 필요한 조치가 구체적이고 명료하게 계획되어 건설공사의 시공상 안전성이 충분히 확보되어 있다고 인정될 때

② 조건부 적정: 안전성 확보에 치명적인 영향을 미치지는 아니하지만 일부 보완이 필요하다고 인정될 때

③ 부적정: 시공 시 안전사고가 발생할 우려가 있거나 계획에 근본적인 결함이 있다고 인정될 때

(3) 계약상대자는 안전관리계획에 따라 안전점검을 실시하여야 하며, 안전점검 업무를 수행하는 건설기술자는 안전관리계획에 따라 그 업무를 수행하여야 한다.

(4) 계약상대자는 안전관리계획을 수립하였던 건설공사를 준공하였을 때에는 안전점검에 관한 종합보고서를 작성하여 발주자에게 제출하여야 하며, 종합보고서를 제출받은 발주자는 준공 후 3개월 이내에 종합보고서(「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제2호 및 제3호에 따른 1종시설물 및 2종시설물에 대한 종합보고서로 한정한다)를 국토교통부장관에게 제출하여야 한다.

1.2.2 안전관리 계획의 수립하여야할 건설공사 범위

(1) 대상공사

① 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따른 건설공사

가. 1종 시설물

㈎ 도로교량

· 상부구조형식이 현수교, 사장교, 아치교, 트러스트교인 교량

· 최대 경간장 50 m 이상의 교량(한 경간 교량은 제외한다)

· 연장 500 m 이상의 교량

· 폭 12 m 이상으로 연장 500 m 이상인 복개구조물

㈏ 도로터널

· 연장 1,000 m 이상 터널

· 3차로 이상의 터널

· 터널구간의 연장이 500 m 이상인 지하차도

나. 2종 시설물

㈎ 도로교량

· 최대 경간장 50 m 이상인 한경간 교량

· 1종 시설물에 해당하지 아니하는 연장 100 m 이상의 교량

· 1종 시설물에 해당하지 아니하는 복개구조물로서 폭 6 m 이상이고, 연장 100 m 이상인 복개구조물

㈏ 도로터널

· 1종 시설물에 해당하지 아니하는 터널로서 고속국도, 일반국도 및 특별시도, 광역시도의 터널

· 연장 500 m 이상의 지방도, 시도, 군도, 구도의 터널

· 1종 시설물에 해당하지 아니하는 지하차도로서 터널구간의 100 m 이상인 지하차도

㈐ 도로의 부대시설로서 옹벽 및 땅깎기 비탈면

· 지면으로부터 노출된 높이가 5 m 이상인 부분의 합이 100 m 이상의 옹벽

· 연직높이(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로 부터의 높이를 말한다) 50 m 이상을 포함한 땅깎기부로서 단일 수평연장 200 m 이상인 땅깎기 비탈면

② 「건설기술 진흥법」에 따른 건설공사

가. 지하 10 m 이상을 굴착하는 건설공사(굴착깊이 산정할 때 집수정, 엘리베이터 피트 및 정화조 등의 굴착부분은 제외)

나. 폭발물을 사용하는 도로건설공사로서 20 m 안에 시설물이 있거나 100 m 안에 사육하는 가축이 있어 해당 건설공사로 인한 영향을 받을 것이 예상되는 건설공사

다. 「건설기계관리법」 제3조에 따라 등록된 건설기계 중 항타 및 항발기가 사용되는 건설공사

라. 가.부터 다.까지 도로건설공사 외에 발주자가 특히 안전관리가 필요하다고 인정하는 건설공사

③ 「산업안전 보건법」에 따른 건설공사

가. 최대지간 길이가 50 m 이상인 교량 건설공사

나. 터널 건설 등의 공사

다. 깊이 10 m 이상인 굴착공사

④ 기타 화재우려가 되는 공종(용접공 등) 및 가설공사시 추락사고, 익사사고, 건설기계 주변 부주위로 인한 압사사고 등 발주자가 특히 안전관리가 필요하다고 인정하는 도로건설공사

1.2.3 안전관리계획의 수립

(1) 안전관리계획의 수립기준

① 건설공사의 개요 및 안전관리조직

② 공정별 안전점검계획

③ 공사장 주변의 안전관리대책(건설공사 중 발파 · 진동 · 소음이나 지하수 차단 등으로 인한 주변지역의 피해방지대책을 포함한다)

④ 통행안전시설의 설치 및 교통 소통에 관한 계획

⑤ 안전관리비 집행계획

⑥ 안전교육 및 비상시 긴급조치계획

⑦ 공종별 안전관리계획(대상 시설물별 건설공법 및 시공절차를 포함한다)

(2) 안전관리계획 세부내용

① 건설공사의 개요

공사 전반에 대한 개략을 파악하기 위한 위치도, 공사개요, 전체 공정표 및 설계도서(해당 공사를 인가 · 허가 또는 승인한 행정기관 등에 이미 제출된 경우는 제외한다)

② 안전관리조직

공사관리조직 및 임무에 관한 사항으로서 시설물의 시공안전 및 공사장 주변안전에 대한 점검 · 확인 등을 위한 관리조직표

③ 공정별 안전점검계획

자체안전점검, 정기안전점검의 시기 · 내용, 안전점검 공정표 등 실시계획 등에 관한 사항

④ 공사장 주변 안전관리대책
공사 중 지하매설물의 방호, 인접 시설물의 보호 등 공사장 및 공사현장 주변에 대한 안전관리에 관한 사항

⑤ 통행안전시설의 설치 및 교통소통계획
공사장 주변의 교통소통대책, 교통안전시설물, 교통사고예방대책 등 교통안전관리에 관한 사항

⑥ 안전관리비 집행계획
안전관리비의 계상액, 산정명세, 사용계획 등에 관한 사항

⑦ 안전교육계획
안전교육계획표, 교육의 종류 · 내용 및 교육관리에 관한 사항

⑧ 비상시 긴급조치계획
공사현장에서의 비상사태에 대비한 비상연락망, 비상동원조직, 경보체제, 응급조치 및 복구 등에 관한 사항

(3) 대상 시설물별 세부 안전관리계획(해당 공종 착공 전에 제출 가능)

① 가설공사
1) 가설구조물의 설치개요 및 시공상세도면
2) 안전시공 절차 및 주의사항
3) 안전점검계획표 및 안전점검표
4) 가설물 안전성 계산서
5) 추락방지, 화재예방 등 안전대책

② 굴착공사 및 발파공사
1) 굴착, 흙막이, 발파, 항타 등의 개요 및 시공상세도면
2) 안전시공 절차 및 주의사항
3) 안전점검계획표 및 안전점검표
4) 굴착 비탈면, 흙막이 등 안전성 계산서

③ 콘크리트공사
1) 거푸집, 동바리, 철근, 콘크리트 등 공사개요 및 시공상세도면
2) 안전시공 절차 및 주의사항
3) 안전점검계획표 및 안전점검표
4) 동바리 등 안전성 계산서

④ 강구조물공사
1) 자재 · 장비 등의 개요 및 시공상세도면
2) 안전시공 절차 및 주의사항
3) 안전점검계획표 및 안전점검표

4) 강구조물의 안전성 계산서

⑤ 성토 · 절토 및 포장 공사

1) 자재 · 장비 등의 개요 및 시공상세도면

2) 안전시공 절차 및 주의사항

3) 안전점검계획표 및 안전점검표

4) 안전성 계산서

⑥ 해체공사

1) 구조물해체의 대상 · 공법 등의 개요 및 시공상세도면

2) 해체순서, 안전시설 및 안전조치 등에 대한 계획

⑦ 건축설비공사

1) 자재 · 장비 등의 개요 및 시공상세도면

2) 안전시공 절차 및 주의사항

3) 안전점검계획표 및 안전점검표

4) 안전성 계산서

(4) 그 밖에 건설공사의 안전 확보를 위하여 안전관리계획에 포함하여야 하는 세부 사항에 대하여는 국토교통부장관이 고시하는 '건설공사 안전관리 지침'에 따른다.

1.2.5 유해 · 위험 방지계획

(1) 계약상대자는 산업안전보건법 제48조에 따라 별지 23-①호 서식에 의거 유해 · 위험 방지계획서를 작성하여 고용노동부장관에게 보고하여야 한다.

(2) 첨부서류는 다음과 같으며 각 항에 포함되는 상세 서류는 별지 23-②호 서식에 따른다.

① 공사개요

② 안전보건관리계획

③ 작업 공사 종류별 유해 · 위험 방지계획

④ 작업환경 조성계획

1.3 안전관리조직

1.3.1 도로건설공사의 안전관리 조직

(1) 해당 건설공사의 시공 및 안전에 관한 업무를 총괄하여 관리하는 안전총괄책임자

(2) 토목, 건축, 전기, 기계, 설비 등 건설공사의 각 분야별 시공 및 안전관리를 지휘하는 분야별 안전관리책임자

(3) 건설공사 현장에서 직접 시공 및 안전관리를 담당하는 안전관리담당자
(4) 계약상대자 및 하수급인(下受給人)으로 구성된 협의체의 구성원
(5) 계약상대자 및 하수급인으로 구성된 협의체의 구성원

1.3.2 안전관리 조직의 직무

(1) 안전총괄책임자의 직무 및 범위
① 안전관리계획서의 작성 및 제출
② 안전관리 관계자의 업무분담 및 직무감독
③ 안전사고발생 우려가 있거나 안전사고 발생되었을 때 비상동원 및 응급조치
④ 안전관리비의 집행 및 확인
⑤ 계약상대자 및 하수급인으로 구성된 협의체의 운영
⑥ 안전관리에 필요한 시설 및 장비 등의 지원
⑦ 자체 안전점검의 실시 및 점검결과의 조치에 대한 지휘 감독
⑧ 안전교육의 지휘 감독

(2) 공사분야별 안전관리책임자의 직무
① 공사분야별 안전관리 및 안전관리계획서의 검토 이행
② 각종 자재 등의 적격품 사용여부 확인
③ 자체 안전점검실시의 확인 및 점검결과의 조치
④ 현장에서 발생한 안전사고의 보고
⑤ 안전교육의 실시
⑥ 작업진행상황의 관찰 및 지도

(3) 안전관리담당자의 직무
① 분야별 안전관리자의 직무보조
② 자체 안전점검의 실시
③ 안전교육의 실시

(4) 협의체
① 협의체는 매월 1회 이상 회의를 개최하여야 한다.
② 협의체는 안전관리계획의 이행에 관한 사항과 안전사고가 발생되었을 때의 대책 등에 관한 사항을 협의 한다.

(5) 안전관리 관계자의 선임에 관한 서류
① 안전관리자 선임계
② 재직증명서
③ 자격증사본 또는 경력증명서

1.4 안전점검의 시기 · 방법 등

1.4.1 안전점검 실시

(1) 계약상대자는 다음 각 호의 구분에 따라 안전점검을 실시하여야 한다.

① 건설공사의 공사기간 동안 매일 자체 안전점검을 할 것

② 건설공사의 종류 및 규모 등을 고려하여 국토교통부장관이 고시하는 시기와 횟수에 따라 정기안전점검을 할 것

③ 정기안전점검 결과 건설공사의 물리적 · 기능적 결함 등이 발견되어 보수 · 보강 등의 조치를 하기 위하여 필요한 경우에는 정밀안전점검을 할 것

④「시설물의 안전관리에 관한 특별법」제2조제2호 및 제3호에 따른 1종시설물 및 2종시설물의 건설공사(같은 법 제2조제12호에 따른 유지관리를 위한 건설공사는 제외한다)에 대해서는 그 건설공사를 준공(임시 사용을 포함한다)하기 직전에 제2호에 따른 정기안전점검 수준 이상의 안전점검을 할 것

⑤「시설물의 안전관리에 관한 특별법」제2조제2호 및 제3호에 따른 1종시설물 및 2종시설물의 건설공사(같은 법 제2조제12호에 따른 유지관리를 위한 건설공사는 제외한다)가 시행도중에 중단되어 1년 이상 방치된 시설물이 있는 경우에는 그 공사를 다시 시작하기 전에 그 시설물에 대한 안전점검을 할 것

(2) 정기안전점검과 정밀안전점검은 다음 각 호의 하나에 해당하는 기관이 실시하도록 하여야 한다.

① 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제9조의 규정에 의하여 등록한 안전진단전문기관

② 한국시설안전공단

(3) 안전점검의 대가는 다음 각 호의 비용을 합계금으로 한다.

① 직접인건비: 안전점검 업무를 수행하는 인원의 급료 · 수당 등

② 직접경비: 안전점검 업무를 수행하는 데에 필요한 여비, 차량운행비 등

③ 간접비: 직접인건비 및 직접경비에 포함되지 아니하는 각종 경비

④ 기술료

⑤ 그 밖에 각종 조사 · 시험비 등 안전점검에 필요한 비용

⑥ 세부산출기준은 국토교통부장관이 고시하는 것에 따른다.

1.4.2 정기안전점검 및 정밀안전점검의 점검사항

(1) 공사목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성

(2) 공사 목적물의 품질, 시공상태 등의 적정성

(3) 인접 건축물 또는 구조물의 안정성 등 공사장 주변 안전조치의 적정성

(4) 정밀안전점검에서는 시설물의 물리적 · 기능적 결함에 대한 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사 · 측정 · 평가하여 보수 · 보강 등의 방법을 제시하여야 한다.

(5) 세부사항은 국토교통부장관이 고시하는 것에 따른다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-6 환경관리

1. 일반사항

1.1 자연환경 보전

1.1.1 지형 · 지질

(1) 산사태

산사태는 비탈면에서 발생되므로 설계도서 및 환경영향평가서에 따라 비탈면의 안정공법에 따라 시공하여야 한다.

(2) 지반침하

지반침하는 흙쌓기부나 땅깎기와 흙쌓기의 변화구간 또는 연약지반에서 주로 발생하므로 설계도서에 따라 시공할 때 연약지반개량 및 다짐작업을 관련 규정에 따라 실시하여야 하며, 동계공사는 지양하여야 한다.

1.1.2 동물보호

계약상대자는 도로건설로 지역이 분리됨에 따라 동물의 이동로가 단절되므로 이를 해소하기 위한 통로를 설계도서 및 환경영향평가서에 따라 시공하여야 한다.

1.1.3 식물보호

계약상대자는 공사용 가도, 진출입로, 가시설 설치 등을 위한 시설은 식물의 훼손을 최소화할 수 있는 지역을 선정하여야 하며, 절개지가 발생될 때에는 주변 환경여건을 고려하여 기존수목의 가이식과 수목식재는 환경영향평가서에 따라 시공하여야 한다. 다만, 환경영향평가서와 내용이 일치하지 않을 때에는 현장조건을 재조사하여 협의내용 변경조치를 하여야 한다.

1.1.4 지하수 보호

(1) 계약상대자는 도로건설 공사현장의 지하수 이용실태를 조사하고 지하수 고갈에 따른 대책을 수립한 후 민원발생이 되지 않도록 하여야 한다.

(2) 계약상대자는 지하수법 제15조 및 동법 시행령 제24조에 의거 건설시 심정 등의 폐공이나 그 외 사용치 않는 공에 대하여 지하수 오염방지를 위하여 환경에 오염성이 없는 불투수성 재료로 원상 복구하여야 하며, 감독자는 준공 검사를 할 때 폐공의 적정처리여부를 포함하여 검사하여야 한다.

(3) 계약상대자는 폐공 처리 후 다음과 같은 사항을 정리하여 폐공처리 현황 및 실적보고(별지 제30호 서식)를 작성하여 보관한다.

① 폐공을 시행한 업체와 일자

② 폐공을 처리한 위치 (1/600 평면도)

③ 폐공처리 사유

④ 폐공처리한 관정의 구조 (직경, 심도, 케이싱 설치심도 및 직경, 지하수위, 지질 및 특기사항)
⑤ 폐공처리 절차 및 공매재료의 사용량, 혼합재 등

1.2 생활환경 보전

계약상대자는 국민의 건강을 보호하고 공사장 주변의 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 정부가 제시하는 환경기준이 유지되도록 하여야 하며, 이 기준을 초과할 때에는 주민과의 협의를 위한 대화의 장을 마련하고, 공사 전 사전 양해를 요청하여야 한다.

1.2.1 대기질

(1) 골재야적장 및 배치플랜트 시설은 대기환경보전법에 의한 신고 또는 인 · 허가를 받은 후 설치·운영하여야 하며, 비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하거나 필요한 조치를 하여야 한다.

(2) 공사차량을 운행할 때에는 적재함 덮개를 사용하고 세륜시설 등을 설치하여야 하며, 공사 중인 도로에는 살수차량을 운행하여 비산을 방지하여야 한다.

(3) 공사현장에서 악취가 발생하는 물질을 소각하고자 할 때에는 대기환경보전법에서 정하는 적합한 소각시설에 이를 소각하여야 한다.

1.2.2 수 질

(1) 공사현장에서 폐수배출시설을 설치하고자 할 때에는 수질환경보전법에 의한 신고 또는 인·허가를 받은 후 설치 · 운영하여야 한다.

(2) 교량기초 공사를 할 때 또는 비가 내릴 때 하천수질 오염을 방지하기 위하여 가배수로, 저류조, 오탁방지망 등 수질오염 방지시설에 대한 준비를 철저히 시행하여야 한다.

1.2.3 토 양

(1) 흙쌓기 · 땅깎기 작업을 할 때 비옥도가 높은 토양은 일정장소에 수집 · 보관하여 비탈면의 녹화공사를 할 때 식재토양으로 사용하도록 하고, 비탈면에 대한 녹화 및 피복처리는 가능한 한 조기에 실시하며, 토사의 운반은 가능한 한 우기를 피하여 시공하도록 한다.

(2) 각종 사용장비에 의하여 발생하는 폐유 등의 무단투기를 방지하기 위하여 환경부 고시에 따라 작업장 내에 폐유 회수통을 비치, 발생폐유를 회수하여 처분하도록 한다.

(3) 토양오염에 대해서는 토양환경보전법 제4조의2에 따르며, 수은, 납, 구리, 아연 등에 대한 토양오염우려기준은 본 시방서 [별표 5]에 따라 관리한다.

1.2.4 소음 · 진동

(1) 계약상대자는 소음 · 진동배출 시설을 설치하고자 할 때에는 소음 · 진동관리법에 의한 신고 또는 인 · 허가를 받은 후 설치 · 운영하여야 한다.

(2) 계약상대자는 공사구간이 건설소음 · 진동 규제지역으로 지정되거나 법규지역 안에서 공사를 시행하고자 할 때에는 소음 · 진동관리법에 의한 신고 또는 인 · 허가를 받아야 하며 해당 행정기관의 지시에 따라야 한다.

(3) 공사차량 운행으로 인한 소음의 영향을 저감하기 위하여 차량의 운행속도를 제한하여야 하며, 작업장에서는 사용장비의 작업시간 조사 등 소음 저감대책을 수립한 후 시공하여야 한다.

(4) 발파에 의한 소음 · 진동을 저감하기 위하여 폭약의 사용, 1회 사용량, 발파시간 조정, 발파공법의 개선 등 소음 · 진동저감대책을 수립한 후 시공하여야 한다.

(5) 공사구간 내 방음시설을 설치할 때는 방음시설 설치지점의 주거환경여건을 사전조사하고, 방음시설 설치 후 방음시설에 대한 성능평가를 실시하여 제출(별지 제34호 서식)하여야 한다.

1.2.5 폐 기 물

계약상대자는 공사현장에서 배출되는 폐기물에 대하여는 폐기물관리법 및 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법에 의하여 처리되도록 시공 전에 필요한 처리대책을 수립하여야 하며, 해당 행정기관의 최종 처리사항에 대하여도 이를 확인하여야 한다.

1.2.6 일조장해

계약상대자는 농경지에 육교 또는 가시설을 설치할 때에는 일조장해로 인한 하부 농작물의 생장에 지장을 주게 되므로 일조장해에 대한 환경영향평가에 따라 시공하여야 한다.

1.2.7 전파장해

계약상대자는 도시부에 설치되는 고가도로와 가시설 등은 전파장해의 요인이 될 수 있으므로 설계도서 및 환경영향평가에 따라 시공하여야 한다.

1.2.8 경관훼손

계약상대자는 자연경관 훼손을 최소화하기 위하여 과도한 수목벌채를 하지 않도록 하고며, 공사장에서 발생되는 건설폐기물(벌개제근, 폐아스콘, 폐콘크리트, 암괴, 쓰레기 등)은 폐기물관리법 및 건설폐재 배출자의 재활용 지침에 의거 처리하여야 한다.

1.2.9 건설 오니

계약상대자는 공사현장에서 발생하는 건설 오니(汚泥, 일축압축강도≦0.5 kg/㎠ 이하)는 기존 배수로나 하천 등에 영향이 없도록 주거환경 보존대책을 수립하여야 한다.

1.2.10 건설폐재의 활용

(1) 계약상대자는 공사현장에서 발생하는 건설폐재에 대하여는 폐기물 관리법 및 자원절약과 재활용 촉진에 관한 법률 제12조 및 건설폐재 배출사업자의 재활용지침을 준수하고, 적정처리 대책을 수립하여 시행하고, 관련서류는 사무실에 비치하여야 한다.

(2) 계약상대자는 건설폐재의 발생량이 최소화 되도록 조치하고, 건설폐재의 재활용률을 향상시키기 위하여 건설폐재 재활용 계획 및 실적(별지 제31호 서식)을 수립하여 매 분기별로 발주청에 보고하여야 한다.

(3) 재활용이 불가능한 폐기물은 폐기물처리업의 허가를 받은 자에게 위탁처리하거나 적법한 시설에서 자체 처리하도록 하여야 한다.

1.2.11 재생자원의 이용

계약상대자는 건설폐재를 반입할 때는 건설폐재 배출자의 재활용 준수지침에 의한 재생자원 이용계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 반입하여야 한다.

1.3 사회환경 보전

1.3.1 주 거

계약상대자는 도로건설로 인한 인근주거지의 환경오염을 사전에 방지하기 위하여 공사장 주변의 주거지 실태를 사전에 파악하고, 주거환경 보전대책을 수립하여야 한다.

1.3.2 문화재

계약상대자는 도로건설지역에 매장문화재의 존재가능성이 있는 경우 공사중 매장문화재의 파손을 예방할 수 있는 조치를 하여야 하며, 매장문화재가 발견되었을 때에는 “문화재 보호법 제43조”에 따라 그 현상을 변경함이 없이 해당 시 · 도 문화재 관리과에 신고하고 해당기관의 조치를 받아야 한다.

1.4 사회분쟁의 조정

계약상대자는 공사현장에서 배출되는 환경오염피해의 발생원에 대한 책임이 있으며, 수급인과 민원인의 사이에서 조정되지 않는 사항에 대하여는 환경분쟁조정위원회의 조치에 따라 조정될 수 있도록 노력하여야 한다.

1.5 환경영향평가 협의내용 준수

1.5.1 환경영향평가 협의내용 이행 의무

(1) 계약상대자는 건설공사를 할 때 환경관리책임자를 지정하여 환경영향평가 협의내용 이행계획을 수립하여 제출(별지 제27호 서식)하고 이를 성실히

이행하여야 하며, 협의내용 이행사항을 기재한 관리대장(별지 제28호 서식)을 사무실에 비치하여야 한다.

(2) 환경관리책임자는 협의내용의 이행여부 및 사후환경영향조사 상황을 수시로 점검하고, 이행되지 아니한 사항이 있을 경우에는 이를 감독자에게 보고하고 협의하여 조치하도록 하여야 한다.

(3) 계약상대자는 환경피해가 발생되었을 때에는 환경피해보고서(별지 제29호 서식)를 작성하여 발주청에 제출하여야 한다.

(4) 계약상대자는 발주청 또는 환경부로부터 환경관련 점검을 받았을 때의 지적사항에 대하여는 조속히 조치하고, 조치 전·후의 확인이 가능한 자료 및 사진을 발주청에 제출(별지 제22호 서식)하여야 한다.

1.5.2 환경관리 행정

계약상대자는 환경관리책임자를 두고, 다음의 업무를 수행하도록 한다.

① 협의내용이 사업계획 등에 적정하게 반영되었는지의 확인 및 그 조치에 관한 사항

② 협의내용 이행 여부의 확인 및 관리대장 기록·보존에 관한 사항

③ 협의내용 이행을 위한 환경오염 저감시설의 적정 설치 및 관리에 관한 사항

④ 그 밖에 협의 내용이 적정하게 이행되었는지를 관리하기 위하여 필요한 사항

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

1-7 가설공사관리

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 장은 영구 구조물의 건설을 위한 가설구조물의 다음 각 항의 일반적인 사항에 대하여 규정한다.

(1) 공사기간 중 사용될 가설설비와 사용 이후의 제거

(2) 가설전기, 가설조명, 가설 냉·난방 등 공급시설물의 설치 운영에 관한 사항

(3) 가설공용 시공장비의 설치운영에 관한 사항

(4) 가설통제장치, 방호책 및 울타리, 공사보호공

(5) 현장가설시설물로서 진입도로 및 주차장, 현장청소 및 폐기물 제거, 표시판 및 가설 건물

1.1.2 가설공사 중 이 장에서 제시되지 않은 시방은 다음에 준한다.

(1) 가설공사 표준시방서 (국토교통부)

(2) 가설공사 표준 안전작업지침 (고용노동부고시)

(3) 건축전기설비공사 표준시방서 (국토교통부)

1.2 관련 시방 절

이 전문시방서 각 장과 절

1.3 제출물

1.3.1 시공계획서

도면 및 설명서를 포함한다.

1.3.2 예정공정표

1.4 공사용 가설공급시설

1.4.1 당해 공사에 필요한 시설을 합리적으로 설치·운영할 수 있도록 하기 위하여 공인받은 기존 시설에 접속하고, 자재 및 공법은 전문용역업체의 지침서에 따르거나 전문용역업체에 의뢰한다.

1.4.2 각종 시설은 공사시행에 방해되지 않도록 배치하고 필요에 따라 재배치한다.

1.5 가설전기

1.5.1 가배전선은 전기사업자로부터 신규로 인입하거나 기존 변전설비에서 인입하여야하며, 사용하는 사람들에게 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

1.5.2 용량의 변경 및 증가는 분전반 및 배전반의 용량이 적합한지를 확인하고 시행하여야 한다.

1.5.3 가설동력의 전기설비공사는 부하 용량에 적합한 접지단락 차단시설을 사용하여야 한다.

1.5.4 동력에 필요한 전원은 배전반 차단기의 2차측을 통하여 접속하고, 전선은 유연한 것으로 하여야 한다.

1.5.5 접근과 통재가 용이한 위치에 주 차단기와 과전류 보호장치, 분전스위치, 계량기 등을 설치하여야 한다.

1.5.6 시공 중에는 영구적인 배선을 사용하지 않도록 하고, 불가피한 경우는 사유 제거방법 및 제거시기에 대하여 감독자의 승인을 받고 설치하여야한다.

1.5.7 동력과 조명에는 단상회로를 설치하고, 적합한 배전기 · 배선 및 출구를 갖추어야 한다.

1.5.8 분전반 누전차단기 및 콘센트는 길이 30 m 이내의 전선으로 모든 작업장에서 사용할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.

1.5.9 현장작업장, 현장사무소, 화장실 및 이와 유사한 장소에도 가설배전을 한다.

1.5.10 옥외에 설치하는 분전반은 방수구조이어야 한다.

1.5.11 외부로 노출된 공중 가공선을 제외한 가설 전선에는 금속 전선관, 튜브 또는 케이블을 설치하고 스위치에는 안전을 위하여 뚜껑을 부착하여야 한다.

1.6 가설조명

1.6.1 전원에서 배전반까지의 배선에는 조명용 제어반과 램프를 갖추어야 한다.

1.6.2 조명은 유지관리를 철저하게 하고 일상적인 보수를 하여야 하며, 새로이 가설조명을 설치할 경우에는 감독자와 협의하여 설치하여야 한다.

1.6.3 다음과 같이 배전 조도의 단계별로 공사할 각 층의 에너지를 절약할 수 있는 개폐 회로 스위치를 설치하여야 한다.

(1) 전체 소등

(2) 작업용 또는 점유용이 아닌 비상등

(3) 높은 조도의 광원사용 및 확보

(4) 낮은 조도의 광원사용 및 확보

(5) 전체점등

1.6.4 공사할 각 층의 작업, 시험 또는 검사작업, 안전대책 및 이와 유사한 작업의 조건이나 요구사항에 적합한 단계의 조도상태가 되도록 조명 설비를 지속적으로 유지 · 관리한다.

1.6.5 현장 내의 보안 및 안전용 가설 조명시설을 작업장 주변 및 이와 유사한 장소에까지 확대하여야 한다.

1.6.6 공사 준공 후 임시 조명시설 사용이 불필요하게 될 때에는 감독자와 협의하여 조명시설을 철거하여야 한다.

1.7 가설난방

1.7.1 계약상대자는 시공작업상 명시된 조건을 유지하기 위하여 필요한 난방장치와 열 공급을 하고, 그 비용을 부담한다.

1.7.2 가설난방을 위하여 영구적인 기기를 가동하고자 할 때에는 사전에 기기의 가동을 승인받고, 기기에 윤활유의 주입과 여과지가 제자리에 있는지 확인하여야 한다. 운전 · 유지관리 · 정기적인 필터의 대체 및 소모부품은 계약상대자가 조달하고, 그 비용을 부담하여야 한다.

1.8 가설냉방

1.8.1 계약상대자가 시공 작업을 위하여 명시된 조건을 유지하기 위하여 필요한 냉방장치를 갖추고, 그 비용을 부담하여야 한다.

1.8.2 가설냉방을 위하여 영구적인 기기를 가동하고자 할 때에는 사전에 기기의 가동을 승인받고, 기기에 윤활유의 주입과 여과지가 제자리에 있는지 확인하여야 한다. 운전, 유지관리, 정기적인 필터의 대체 및 소모부품은 계약상대자가 조달하고, 그 비용을 부담하여야 한다.

1.9 가설환기

1.9.1 재료의 양생, 습기제거, 먼지, 연기, 수증기 또는 가스의 축적방지를 위하여 폐쇄된 구역은 환기를 하여야 한다.

1.9.2 기존 환기구를 활용할 수 있으며, 시공 작업을 위하여 청정공기를 유지하는 데 추가로 소요되면 필요한 임시 환풍기로 시설용량을 확장 · 보충하여야 한다.

1.10 가설상수도

1.10.1 시공 작업을 위한 적합한 수질의 급수시설은 공사착공 준비를 할 때 설

치하거나 기존 상수도에 연결하고, 유지관리와 비용은 계약상대자가 부담한다.

1.10.2 배관을 연장하고 급수전을 두어서 나사로 연결되는 호스로 물을 사용 할 수 있도록 하여야 하며, 동결방지를 위하여 임시 단열을 시공하여야 한다.

1.11 가설현장 배수

1.11.1 현장의 바닥면은 자연배수가 되도록 비탈을 두고 땅파기 하는 구역에 물이 유입되지 않게 하고, 필요하면 펌프를 설치하여 운전 · 유지 · 관리하여야 한다.

1.11.2 현장에 물이 고이거나 흘러내리지 않게 하고, 물막이를 설치하여 토사가 씻겨 내려가지 않게 하여야 한다.

1.12 가설공용 시공 장비

계약상대자는 시공계획서를 작성할 때 타워크레인(tower crane), 자가발전시설, 공사용 양수시설 등의 설치 및 운영에 대한 계획을 작성하여야 하며, 이때 타 공종의 공사수행과 관련된 공정 · 장비이동 및 철거를 고려하여야 한다.

1.13 가설방호책

1.13.1 시공구역 내로의 무단출입을 방지하고, 기존 시설물과 인접한 재산이 시공작업으로 손상을 입지 않게 보호할 수 있도록 방호책을 설치하여야 한다.

1.13.2 대중교통과 기존 건물로의 출입을 위해서 규제기관이 요구하는 바리케이트와 지붕이 있는 보도를 설치하여야 한다.

1.13.3 존치하도록 지정된 수목은 보호하고, 손상된 수목은 대체하여야 한다.

1.13.4 제3자의 차량통행, 공급된 재료, 현장 및 구조물 등이 손상되지 않게 보호하여야 한다.

1.14 가설울타리

1.14.1 휀스나 목재 등 울타리는 계약상대자가 필요에 따라 시공하여야 한다.

1.14.2 현장 주위에는 1.8 m 이상의 울타리를 하고, 차량과 사람이 출입할 문을 두어야 하며, 자물쇠를 채울 수 있게 하여야 한다.

1.15 외부폐쇄

1.15.1 좋은 작업조건을 유지하고, 제품을 보호하고, 개별시방서에 명시된 실내 온도의 유지와 임시난방을 할 수 있게 하고, 또 사람의 무단출입을 예방

할 수 있도록 외부 개구부는 차단해서 임시로 폐쇄하여야 한다.

1.15.2 필요한 경우, 임시 지붕을 설치한다.

1.16 내부폐쇄

1.16.1 작업구역을 현장 내의 점용구역과 분리하고, 발주청의 점용구역에 먼지와 습기의 침입을 방지하여야 하며, 기존 재료와 기기에 손상을 방지할 수 있도록 임시 내부 칸막이와 천장을 분리하여야 한다.

1.16.2 강재의 틀을 하고 보강된 폴리에틸렌, 합판, 석고보드, 막 재료 등은 기존 벽면에 붙여 밀봉되게 하여야 한다.

1.16.3 현장 내의 점용구역에서 시선에 노출된 표면에는 페인트 칠을 하여야 한다.

1.17 가설공사의 보호

1.17.1 가설공사는 보호하여야 하며, 개별 시방 절에서 명시된 경우에는 특수보호공을 하여야 한다.

1.17.2 완성된 부분에는 임시로 제거 가능한 보호공을 하여야 하며, 손상을 방지할 수 있도록 인접 작업구역에서의 활동을 통제하여야 한다.

1.17.3 벽면, 돌출부, 개구부의 턱과 모서리는 보호덮개를 두어야 한다.

1.17.4 마무리된 마루, 계단 및 기타 표면은 통행 · 흙먼지 · 마모 · 손상 · 무거운 물체의 이동 등으로 손상되지 않게 질긴 시트를 덮어 보호하여야 한다.

1.17.5 방수 또는 지붕 처리된 표면에는 통행이나 저장을 하지 않게 하고, 통행이나 활동이 필요한 경우에는 방수 또는 지붕처리재료 제작자의 지침에 따라 보호하여야 한다.

1.17.6 조경구역에서는 통행을 금지하여야 한다.

1.18 현장보안

1.18.1 공사 착수 후 조속한 시일 내에 현장 인원이 아닌 자가 건물 내로 무단 출입하거나 배회하지 못하게 하고, 도난에 대비할 수 있도록 지상 층과 출입이 가능한 곳에 보안시설을 한다.

1.18.2 발주청의 보안계획과 맞추어 시행하여야 한다.

1.19 가설도로

1.19.1 공사구역에 연결하기 위해서는 공사 초기에 설치할 도로의 노상과 보조기층을 깔고, 공사기간 중에 사용할 수 있는 임시 진입도로를 건설하고 유지 · 관리하여야 한다.

1.19.2 가설도로의 마감처리는 모든 운반작업의 출입에 지장이 없고, 악천후에 대비할 수 있고 시공작업이 용이하도록 하여야 하며, 현장 내 및 주위에도 가설도로를 설치하고 마감면 처리를 한다.

1.19.3 작업진행에 따라 필요하면 연장하거나 이설하여야 하며, 교통정체가 없도록 필요한 우회로를 설치한다.

1.19.4 소화전에는 방해 없이 접근될 수 있게 유지 · 관리하여야 한다.

1.19.5 차량이 현장 구역 외 지역 및 시가도로에 진입하기 전에 차륜에서 뻘이나 오물 등을 제거할 수 있는 세륜 · 세차 설비를 갖추어야 한다.

1.19.6 가설도로가 더 이상 필요 없을 경우 임시 마감면을 제거하고, 계약도서에 따라 보조기층을 보수한다.

1.20 주차장

1.20.1 작업원의 차량을 수용할 수 있도록 지면에 자갈을 깐 임시주차장을 갖추고 항상 깨끗이 유지 · 보수하여야 한다.

1.20.2 현장의 공간이 부적합하면 현장 외에 추가 주차장을 갖추어야 한다.

1.20.3 차량이 기존 포장면에 주차하게 하여서는 아니 된다.

1.20.4 발주청의 주차공간을 지정하여 두어야 한다.

1.21 공사표지판

1.21.1 계약상대자는 건설공사 현황 표지를 설치하여야 한다.

1.21.2 공사표지판은 발주청이 지정하는 크기, 재료, 색상 및 방법으로 제작하여 공사 감독자가 지정한 위치에 설치하여야 한다.

1.21.3 현장에는 법규로 요구된 경우를 제외하고, 발주청의 승인 없이 다른 표지판을 설치해서는 아니 된다.

1.22 공사 중 현장청소 및 폐기물 제거

1.22.1 공사구역에는 폐재, 부스러기 및 쓰레기 등이 없게 유지하고, 현장은 깨끗하고 정연한 상태로 유지하여야 한다.

1.22.2 현장에 울타리를 치기 전에 부스러기와 쓰레기는 제거하여야 한다.

1.22.3 표면마무리를 시작하기 전에 실내구역은 비질을 하고, 진공청소를 실시하여 먼지가 일어나지 않게 하여야 한다.

1.22.4 매주 현장에서 폐재 · 부스러기 · 쓰레기 등을 수거해서 제거하고, 현장 밖으로 처치하여야 한다.

1.22.5 덮개가 없는 슈트는 사용해서는 아니 되며, 폐쇄된 슈트의 하단에는 뚜껑을 두고 용기 속에 묻히게 하여야 한다.

1.22.6 위험하지 않고 비유독성 쓰레기를 처리할 수 있는 용기를 각 층에 비치하여야 한다.

1.23 감독자의 현장사무소

1.23.1 계약상대자는 현장사무소 위치를 선정할 때에는 발주청과 협의하여 교통소통이 양호하고, 공사관리에 지장이 없는 부지를 선정하여야 한다.

1.23.2 기후에 밀폐되게 하고 조명시설, 전기 콘센트, 냉·난방기기, 보안장치, 자연환기시설 등을 하여야 하며, 실내는 실내마감을 하여야 한다.

1.23.3 감독자가 상주 근무할 수 있는 바닥 면적이 확보되어야 하고, 근무자 각각의 책상과 의자가 준비되어야 한다.

1.23.4 기타 비치하여야 할 시설은 응접실·회의실·탁자를 갖춘 상황실·식수전·화장실(수세식 또는 오물정화조가 설치된)·옷장·게시판·소화기·내부 칸막이·안내시설 등이 있으며, 이러한 시설은 화재예방을 위하여 적정거리가 확보되어야 한다.

1.24 계약상대자의 현장사무소

1.24.1 현장사무소의 위치 선정은 1.23.1절을 따른다.

1.24.2 사무실은 실내마감, 가구 및 냉·난방 시설을 갖추어야 한다.

1.24.3 근무인원수를 감안한 책상 및 의자와 공정관리 등에 소요되는 비품을 갖추어야 한다.

1.24.4 공정표 및 기타 자료를 부착할 수 있는 상황판과 승인받은 견본을 보관할 수 있는 선반을 마련하여야한다.

1.24.5 전기공급시설, 통신시설, 화재예방시설, 기타 보안 및 안전방재시설을 설치하여야 한다.

1.25 현장 시험실

1.25.1 계약상대자는 공사의 품질관리에 필요한 각종 시험을 할 수 있는 현장시험실을 설치하여야 한다.

1.25.2 계약상대자는 현장시험에 필요한 시험사무실, 양식함, 시료보관대, 공시체 양생수조, 시험 작업대 및 각종 시험기기 등을 준비하여야 한다.

1.26 기타 임시사무실

계약상대자는 장대교량의 관리사무실, 터널의 상황실, 배치플랜트의 관리사무실, 계측관리실, 홍보관(정보화 비품 포함) 등이 필요할 때에는 필요한 시설물을 확보하여야 한다.

1.27 가설시설물의 철거

1.27.1 가설시설물은 준공 전에 현장에서 철거하여야 하며, 현장사무소 등 가설건물은 준공 후 철거하여 적법하게 처리하고, 설치당시의 인·허가 관청으로부터 철거완료 확인을 받아야 한다.

1.27.2 기초구체콘크리트 및 지중에 있는 매설물은 300 mm 이상 깊이까지 제거하여야 한다.

1.27.3 가설공급시설의 설치 또는 사용으로 입은 손상을 청소하고 보수하여야 하며, 영구시설물은 명시된 상태로 복구하여야 한다.

1-8 인계 · 인수

1. 일반사항

1.1 예비준공검사

1.1.1 건설사업관리기술자는 공사현장에 주요공사가 완료되고 현장이 정리단계에 있을 때에는 시공자로 하여금 준공 2개월 전에 예비준공검사원을 제출토록 하고 이를 검토하여 발주청에 제출하여야 한다. 다만, 단순 소규모공사일 경우에는 발주청과 협의한 후 생략할 수 있다.

1.1.2 발주청은 건설사업관리기술자로부터 예비준공검사 요청이 있을 때에는 소속직원 중 2인 이상의 검사자를 임명하여 검사토록 하여야 하며, 필요한 경우 시설물유지관리기관의 직원 또는 기술지원기술자를 입회하도록 하여야 한다.

1.1.3 예비준공검사는 건설사업관리기술자가 확인한 정산설계도서 등에 따라 검사하여야 하며, 그 검사 내용은 준공검사에 준하여 철저히 시행하여야 한다.

1.1.4 건설사업관리기술자는 예비준공검사를 실시하는 경우 시공자가 제출한 품질시험 · 검사 총괄표를 검토한 후 검토서를 첨부하여 발주청에 제출하여야 한다.

1.1.5 발주청은 검사를 시행한 후 보완사항에 대하여는 건설사업관리기술자에게 보완지시하고 준공검사자가 검사시에 이를 확인 할 수 있도록 건설사업관리용역업자 대표자에게 검사결과를 통보하여야 하며, 시공자는 예비준공검사의 지적사항 등을 완전히 보완한 후 책임건설사업관리기술자의 확인을 받은 후 준공검사원을 제출하여야 한다.

1.2 시설물 인계 · 인수

1.2.1 계약상대자는 해당 공사의 예비준공검사(부분준공, 발주청의 필요에 의한 기성부분 포함)를 실시한 후 시설물의 인계 · 인수를 위한 계획을 수립하여 감독자에게 제출하여야 한다.

1.2.2 계약상대자가 준공시설물을 인계하기 위하여 제출한 인계 · 인수서는 감독자가 이를 검토하고, 확인하여야 한다.

1.2.3 발주청과 계약상대자와의 시설물 인계 · 인수를 위하여 감독자는 입회인이 된다.

1.2.4 감독자는 시설물 인계 · 인수에 대한 발주청의 지시사항이 있을 경우 이에 대한 현황파악 및 필요대책 등 의견을 제시하여 계약상대자가 이를 수행하도록 조치하여야 한다.

1.2.5 인계 · 인수서는 준공검사 결과를 포함시켜야 한다.

1.3 현장문서 인계 · 인수

1.3.1 해당 공사와 관련한 공사기록 서류 중 발주청에 인계할 문서는 해당 유지관리 기관의 장과 감독자, 계약상대자가 협의하여 작성한다.

1.3.2 인계할 문서의 목록 작성에는 아래 항목을 포함시켜야 한다.

(1) 공사계약에 명시되어 있는 설계도면
  ① 해당 공사의 준공부분에 대한 설계도면(준공도면)
  ② 공사현장에서 설계변경한 부분의 설계도면 원도

(2) 이 시방서 1-2-4절 1.5의 시공상세도면

(3) 이 시방서 1-2-4절 1.7의 공사사진첩

(4) 이 시방서 1-2-4절 1.8에 의하여 발급 받은 신고 및 인 · 허가필증 원본

(5) 하수급인의 목록(상호, 소재지, 대표자, 전화번호, 공사범위, 공사기간 등)

(6) 측정, 시험 및 검사보고서
  이 시방서 각 절에 명시된 사항(파일 항타 기록부, 말뚝 박기 보고서[별지 제33호 서식] 등)

(7) 시설물 유지관리 지침(필요할 때)
  ① 설비 기기 목록
  ② 설비 기기 제조자 및 설치자, 주소, 전화번호
  ③ 사용설명서, 운전 및 유지관리지침
  ④ 설비 기기 보증서

1.4 보수예비품

1.4.1 계약상대자는 하자가 발생되었을 때 사용할 보수예비품을 발주청에 제공할 수 있다.

1.4.2 보수예비품이 필요한 경우에는 설계를 할 때 공사시방서 각 절에 품목 및 수량을 명시할 수 있으며, 공사의 시공제품과 품명, 모델번호, 제조자가 동일한 것이어야 한다.

1.4.3 계약상대자는 하자보수책임기간이 만료되면 발주청에 보수예비품 잔여량의 반환요청을 할 수 있다. 다만, 보수예비품에 대한 비용은 추가로 청구할 수 없다.

1.5 준공도서 사본 작성 및 제출

시설물의 안전관리에 관한 특별법 제2조 제1항의 1종 및 2종 시설물에 해당되는 시설물 을 시공하는 계약상대자는 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제17조 제1항에 따라 설계도서 등 관련 서류를 발주청과 한국시설안전공단에

제출하여야 하며, 아래의 준공도서 사본을 준공 또는 사용승인 신청 시에 한국시설안전공단의 시스템을 통해 온라인으로 제출하고, 발주청에는 온라인으로 제출하거나 컴팩트디스크(CD)로 제작하여 1세트를 제출하여야 한다.

1.5.1 준공도면

1.5.2 준공내역서 및 시방서

1.5.3 구조계산서

1.5.4 그 밖에 시공상 특기한 사항에 관한 보고서 등

1.6 공사참여자 실명관리 현황 제출

1.6.1 발주청은 해당 건설공사의 각 시행과정에 참여한 관계 공무원 및 용역기관 담당자(타당성 조사 시 수요예측을 수행한 사람 및 건설기술용역에서 도서를 작성하거나 공사비를 산정한 사람 등을 포함한다)에 대하여 참여자별 참여기간, 수행 업무 등을 기록·관리하여야 하며, 건설공사가 준공된 경우에는 그 기록을 시공 단계의 건설사업관리를 수행한 건설사업관리용역업자에게 통보하여야 한다..

1.6.2 시공 단계의 건설사업관리를 수행한 건설사업관리용역업자는 제1항에 따라 통보받은 기록과 건설사업관리기술자 및 시공자(수급인 및 하수급인의 현장작업책임자 이상의 직책을 수행한 사람을 말한다)의 공사 참여기간, 수행 업무 등에 대한 기록을 최종 건설사업관리보고서에 수록하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

해당사항 없음

제2장 토공사

2-1 준비공 ····· 75
2-2 벌개제근 및 표토제거 ····· 77
2-3 구조물 및 지장물 제거 ····· 79
2-4 땅깎기 ····· 81
2-5 흙쌓기 ····· 100
2-6 다짐 ····· 107
2-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움 ····· 111
2-8 토공의 마무리 ····· 117
2-9 기초재 ····· 119
2-10 비옥토 모으기 및 활용 ····· 120

제 2 장 토 공 사

2-1 준비공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 땅깎기, 흙쌓기, 구조물 터파기 작업 등을 위하여 규준틀 설치와 준비 배수공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 수직 규준틀 설치

3.1.1 수직 규준틀은 비탈면의 위치와 기울기, 도로의 폭 등을 나타내는 토공의 기준이 되므로 정확하고 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.2 수직 규준틀의 설치간격은 설계도서에 따라야 하며, 표 2-1-1을 표준으로 한다. 다만, 직선부 또는 동일한 곡선반지름의 곡선부가 100 m 이상 연속될 경우에는 감독자의 확인을 받아 설치간격을 60 m 이상으로 조정할 수 있다.

표 2-1-1 수직 규준틀의 표준 설치간격

설치장소의 조건	설 치 간 격 (m)	비 고
직 선 부	20	
평면곡선반지름 300 m 이상	20	
평면곡선반지름 300 m 미만	10	
지형이 복잡한 장소	10 이하	

3.1.3 수직 규준틀의 설치위치는 각 소단 마다 설치하며, 땅깎기부는 비탈면 상단에 설치하고, 흙쌓기부는 비탈면 하단에 설치하여야 한다.

3.1.4 시공 중 손상되거나 망실된 수직 규준틀은 계약상대자 부담으로 신속하게 재설치하여야 한다.

3.2 수평 규준틀 설치

3.2.1 계약상대자는 노체, 노상 및 포장층의 높이와 시공위치를 파악할 수 있도록 흙쌓기 구간마다 수평 규준틀을 설치·운영하고, 시공 중 망실되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.2.2 땅깎기의 공사구간에도 시공위치를 파악할 수 있도록 수평 규준틀을 설치하여야 한다.

3.2.3 땅깎기 및 흙쌓기 구간 경계지점에도 수평 규준틀을 설치하여 지형이 교차하는 부분의 도로 시공위치를 명확히 확인할 수 있도록 한다.

3.2.4 수평 규준틀은 토공구간에 100 m 간격으로 설치한다.

3.2.5 4 m 이상 흙쌓기부에는 하단에 수평규준틀 내용의 안내간판을 지면에서 1 m 높이로 설치하고, 흙쌓기 완료 4 m 이전에 흙쌓기부 사면에 수평기준틀을 설치한다.

3.3 준비배수

3.3.1 땅깎기할 장소에는 측구 등의 배수시설을 설치하여 표면수와 용출수를 유도하고, 지하수위를 저하시켜 흙쌓기 재료의 함수비를 낮추어야 한다. 특히, 폭우가 내릴 때 토사유실로 인한 주변시설물(농경지, 가옥, 공장, 축사 등)이나 기존 배수시설이 막히는 일이 없도록 필요할 때 가배수로나 침사지 등을 설치하여야 한다.

3.3.2 흙쌓기 기초지반의 표면이 논, 저습지 등 함수비가 높은 연약지반일 경우에는 배수로를 굴착하여 기초지반의 함수비를 저하시킨 후에 흙쌓기를 하여야 한다. 다만, 연약지반 처리공법이 설계되어 있는 구간은 설계도서에 따라 연약지반 개량공사를 실시한 후 배수로를 굴착하고, 노체 및 노상부의 흙쌓기를 하여야 한다.

3.3.3 땅깎기 비탈면 상부에 산마루 측구를 설치할 경우에는 빗물 등이 침투하여 비탈면이 붕괴되는 일이 없도록 틈새가 없게 시공하여야 한다.

3.3.4 흙쌓기 높이가 낮은 구간에는 물의 모관상승에 의하여 함수비가 높아져 연약해지는 일이 없도록 배수처리를 하고, 배수가 용이한 양질의 재료(잡석, 자갈, 모래, 순환골재) 등을 이용하여 흙쌓기를 하여야 한다.

2-2 벌개제근 및 표토제거

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 초목, 그루터기, 덤불, 나무뿌리, 유기질 표토 등 시공에 유해한 영향을 미치는 물질을 제거하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 벌개제근의 범위는 설계도서에 명기되어 있거나 감독자가 특별히 지시하는 구간에 따르며, 일반적으로 산림지역 땅깎기 비탈면의 어깨나 흙쌓기 비탈면의 기슭에서 1 m 떨어진 선 이내의 폭과 산림지역 공사구간의 연장으로 한다.

3.1.2 흙쌓기 높이가 1.5 m 이상인 구간에 있는 수목이나 그루터기는 지표면에 바짝 붙도록 절단하여 잔존 높이가 지표면에서 150 mm 이하가 되도록 하여야 한다.

3.1.3 흙쌓기 높이가 1.5 m 미만인 구간에 있는 수목이나 그루터기, 뿌리, 덤불 등은 지표면에서 200 mm 깊이까지 모두 제거하여야 한다.

3.1.4 흙쌓기 구간에서 유해물질이나 오염원 또는 유기질을 다량 함유하고 있는 표토는 감독자의 지시 및 토양환경보전법에 따라 제거하여 처리하고 확인을 받아야 한다.

3.1.5 계약상대자는 벌개제근 및 표토제거 작업이 완료되면 감독자의 확인을 받은 후에 땅깎기 및 흙쌓기 작업을 실시하여야 한다.

다만, 땅깎기 구간에 있는 그루터기는 토공작업 중에 제거하여도 된다.

3.1.6 벌개제근 작업으로 제거된 모든 물질은 공공이나 개인 소유권자의 요구가 있는 경우를 제외하고는 공사장 밖으로 반출하여 위탁처리하거나 매립, 분쇄 등 현장여건을 고려하여 보호길어깨의 잡초제거, 성토비탈면 침식방지, 화단 등 친환경적 재활용 방안을 적용할 수 있으며 적법한 방법으로 처분하여야 한다.

3.1.7 벌개제근 작업으로 제거된 모든 물질 중 썩기 쉬운 물질은 지정된 장소에 처분하여야 한다. 처분 방법이 매립일 경우에는 매립물질이 층을 이루도록 고르게 펴서 흙으로 덮거나 흙과 함께 혼합시켜 공극이 메워지도록 하여야 한다. 매립물질의 마지막 층은 최소 300 mm 두께의 흙이나 기타 승인된 재료로 덮어 정지한 후 다져야 한다.

3.1.8 보존 또는 이식하도록 지시된 수목이나 식물은 작업 중 손상을 입히지 않도록 하여야 한다.

3.1.9 표토제거는 산림지역을 제외한 답(畓)구간, 답외(畓外)구간에서 설계도서에 따라 적용하며, 흙쌓기 높이(노상 완성면)가 1.5 m 미만의 경우에 한하여 지표면으로부터 200 mm 깊이로 제거한다. 또한, 제거된 표토를 비탈면 등에 유용할 경우에는 나무뿌리 · 돌 등의 유해물질이 함유되지 않도록 하며, 유용하기 전까지는 지정된 장소에 유실되지 않도록 보관하여야 한다. 이때 가배수로 및 비닐덮개 등을 설치하여 우수에 의한 침식이나 유실을 방지하고, 함수비 증가를 억제하여야 한다.

3.1.10 원지반이 연약하여 초벌 쌓기(두께 300 mm)가 불가능한 지반의 경우 감독자와 협의하여 노체 재료의 품질기준 및 침하에 대한 검토 후 흙쌓기를 시행하여야 한다.

2-3 구조물 및 지장물 제거

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 해당 공사에 장애가 되는 구조물 및 지장물의 일부 또는 전부를 제거하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 설계도서에 따라 구조물 및 지장물의 제거작업을 수행하여야 하며, 보존하도록 지정된 것은 유해한 손상을 입히지 않도록 주의하여 설계도서에 지정된 장소 또는 감독자가 지시하는 장소까지 옮겨야 한다. 또한, 제거된 물질 중 흙쌓기용 재료로 유용할 수 있는 것은 가능한 한 유용하도록 하고, 불량재료는 폐기물관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

3.1.2 사용 중인 교량, 암거 및 기타 배수시설은 현장에 적합한 대체시설을 설치하여 통행 및 이용에 불편이 없도록 조치한 후에 철거하여야 한다.

3.1.3 구조물 하부구조의 유수부는 하상면까지 제거하여야 하며, 지표면에서는 최소 300 mm 깊이까지 제거하여야 한다.

3.1.4 제거작업에 발파가 필요할 때에는 발파 영향권 내에 신설 구조물을 설치하기 전에 발파작업을 완료하여야 한다.

3.1.5 제거작업으로 발생하는 웅덩이, 구멍, 도랑 등은 이 시방서 2-5 흙쌓기 및 2-6 다짐의 규정에 따라 주변 지반높이까지 되메운 후 다짐을 하여야 한다.

3.1.6 도로 완성면에서 최소 1 m 깊이까지 모든 구조물을 제거하되 포장층의 두께가 1 m를 넘는 경우에는 포장층 내의 모든 구조물을 제거하여야 한다. 다만, 아스팔트 포장은 감독자의 확인 후 현지여건을 감안하여 제거할 수 있다.

3.2 제거된 물질의 활용

3.2.1 폐콘크리트를 흙쌓기 재료로 유용할 경우는 최대입경 100 mm 이하로 파쇄하여 보조기층 재료로 유용하되 부체도로에 우선 적용하고, 뒤채움 재료가 보조기층 재료로 설계된 경우 뒤채움 재료로 유용할 수 있다. 다만, 보조기층재로 유용할 경우 이 시방서 8-2 보조기층의 보조기층재 품질기준에 적합하고, 이물질 함량이 부피기준으로 1 % 이하이어야 한다

3.2.2 폐아스콘은 재생아스콘 생산업체에 위탁 · 재생하여 활용하도록 한다. 다만, 폐아스콘의 발생량이 적은 경우나 재생아스콘 생산시설이 없는 경우 일정크기 이하로 파쇄하여 보조기층재로 유용할 수 있다. 이 경우 이 시방서 8-2 보조기층의 보조기층재 품질기준에 적합하고, 이물질 함량이 부피기준으로 1 % 이하이어야 한다.

2-4 땅깎기

2-4-1 도로 땅깎기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 설계도서에 의하여 확정된 선형, 경사, 치수를 기준으로 땅을 깎는 공사에 적용한다.

1.1.1 도로 땅깎기는 도로, 주차장, 교차시설, 진입로, 수로, 측구의 땅깎기와 비탈면 고르기 및 비탈면 끝의 곡선처리, 비탈면의 소단형성, 땅깎기 구간의 노상부나 흙쌓기 구간 원지반의 부적합재료의 제거와 추후 타 목적에 사용하기 위하여 감독자가 지시한 재료의 깎기를 말한다. 도로 땅깎기의 지층은 다음과 같이 분류한다.

(1) 토 사 : 땅깎기를 할 때 불도저가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 흙, 모래, 자갈 및 호박돌이 섞인 지층

(2) 리핑암 : 땅깎기를 할 때 불도저에 장착한 유압식 리퍼(hydraulic ripper)가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 풍화가 상당히 진행된 지층

(3) 발파암 : 땅깎기를 할 때 발파를 사용하는 것이 가장 유효한 지층

1.1.2 땅깎기 작업 중 또는 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 필요가 있는 경우, 계약상대자는 관련자료를 첨부하여 감독자에게 확인 요청을 하고 발주청의 장이 임명한 암판정위원회 공동조사 결과에 의하여 지층경계선을 확정하여야 한다.

1.1.3 제출자료 및 육안 확인으로 지층경계선 판정이 어려운 경우에는 유압식 리퍼(암 굴착량이 25,000 ㎥ 이상인 경우에는 30 t급, 25,000 ㎥ 미만에는 20 t급 유압식 리퍼 사용)에 의한 시험시공을 실시하거나 전문기술자의 검토의견서를 참조할 수 있다.

1.1.4 땅깎기 작업으로 형성된 깎기비탈면은 구간별 비탈면이 녹화되기 전에 비탈면 지반상태를 기록(face mapping)하여 깎기비탈면 현황도를 작성하여 제출하고, 향후 깎기비탈면 유지관리를 할 때 활용할 수 있도록 하여야 한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 땅깎기 구간의 노상 마무리면 토질이 노상재료로 부적합한 경우 토질조사 및 시험성과표

(2) 인접 구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축, 양어장 등의 피해가 예상되거나 감독자의 요구가 있는 경우 진동 및 소음피해방지계획서

(3) 비탈면의 기울기 조정이 필요한 경우 비탈면 안정 및 대책 검토서

(4) 시험발파계획서

(5) 공사 중 배수처리 계획서

(6) 깎기비탈면 현황도

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 땅깎기 구간 등에서 설계도서에 명기된 확인시추구간은 공사 전 확인시추와 필요할 때에는 원위치시험 및 역학시험을 실시하여야 하며, 비탈면 안정성 분석결과 설계도서에 제시된 땅깎기 비탈면 경사의 적용이 곤란한 경우에는 비탈면 안정성 확보를 위한 보강공사비와 비탈면 기울기 완화공법 적용을 위한 용지의 추가 구입 등을 비교·검토한 후 감독자의 승인을 받아 땅깎기 작업을 하여야 한다.

3.1.2 땅깎기 작업은 벌개제근 및 표토제거, 기존 구조물 및 지장물의 철거, 규준틀 설치, 외부 유입수 차단 등이 이루어진 후에 시행하여야 하며, 땅깎기 작업 및 흙 운반은 타 공정에 지장을 초래하지 않는 범위 내에서 원활하게 수행할 수 있는 작업계획을 수립하여 감독자의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.1.3 땅깎기하는 장소에는 표면수 및 용출수가 고이지 않도록 적절한 방법으로 배수처리를 하여야 한다. 특히 노상 마무리 작업을 할 때에는 빗물이나 지하수가 노상부에 침투할 가능성이 많으므로 설계도서에 따라 측구 등의 배수시설을 설치하여야 한다.

3.1.4 계약상대자는 땅깎기 작업을 할 때 비탈면의 기울기를 설계도서에 따라 시공하여야 한다.

3.1.5 땅깎기 작업이 진행되는 과정에서 설계할 때 예상하지 못한 지층의 변화와 절리, 단층 등의 불연속면 발달, 지하수의 용출 등이 확인되어 비탈면이 불안정한 경우에는 현황도를 작성하고, 비탈면 안정분석 및 대책 검토서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 비탈면 기울기 조정 및 비탈면 보강 등을 할 수 있다.

3.2 재료의 활용

3.2.1 땅깎기에서 발생한 재료는 현장 토질시험 성과에 의거하여 사용가능 여부를 판단하여야 하며, 흙쌓기 또는 기타 설계도서에 명기된 목적에 따라 최대한 활용하도록 하여야 한다.

3.2.2 땅깎기에서 발생한 재료 중에서 감독자가 노상이나 비탈면 보호공 및 기타 목적에 적합하다고 결정한 것은 지정된 장소에 저장하거나 직접 사용할 장소에 운반하여 활용하여야 한다.

3.2.3 땅깎기에서 발생한 암 중에서 쇄석골재의 원석으로 활용할 견고한 암석은 토사나 풍화암 등이 혼입되지 않도록 보존하여 활용하여야 한다.

3.3 여 굴

계약상대자의 관리소홀로 인하여 설계도서에서 지정한 범위를 초과하여 여굴이 발생한 경우에는 해당 땅깎기 부위에 대하여 계약상대자의 부담으로 여굴된 곳을 승인된 재료로 되메우고 다짐을 하거나 보강하여야 하며, 비탈면의 경우는 유지관리 및 안정에 지장이 없도록 조치하여야 한다.

3.4 불량재료의 처리 및 치환

3.4.1 땅깎기 구간에서 발생되는 재료가 흙쌓기에 부적합하다고 판단될 때에는 지반조사 및 시험성과를 감독자에게 제출하고 감독자의 지시에 따라야 한다. 다만, 순성토 구간의 경우 땅깎기 발생토가 흙쌓기 재료로 부적합하더라도 유기질토가 아닌 경우에는 사토 전에 유용 여부를 검토하여야 한다.

3.4.2 3.4.1의 경우로 인하여 치환이 필요할 때에는 이 시방서 2-5 흙쌓기 2.1의 품질기준에 적합한 재료로 치환하여 이 시방서 2-8 토공의 마무리에 규정된 제 항목을 만족하여야 한다.

3.5 측구 터파기

3.5.1 측구, 수로 및 각종 배수시설의 터파기에서 발생한 재료는 이 절 3.2에 따라 활용하여야 한다.

3.5.2 측구는 설계도서에 표기된 위치와 규격에 일치하도록 굴착하여야 하며, 단면 내에 나무뿌리나 암의 돌출이 없어야 한다.

3.5.3 계약상대자는 측구 터파기 후 측구의 시공을 완료할 때까지 굴착면이 유지되도록 관리할 책임이 있다.

3.6 땅깎기 구간의 노상

3.6.1 암깎기 구간의 굴착을 할 때 발생된 요철은 150 mm 이하이어야 하며, 오목하게 들어간 곳(凹)에는 물이 고이지 않도록 배수처리를 하여야 하며, 감독자의 확인을 받은 재료로 되메우고 다짐을 하여야 한다.

3.6.2 땅깎기 구간의 노상부는 침투수가 집중되어 연약해지기 쉬우므로 배수처리를 철저히 하여야 하며, 설계도서에 명기되어 있는 배수시설에 보완이 필요한 경우에는 이를 감독자에게 보고하고 지시에 따른다.

3.6.3 땅깎기 구간의 마무리 면에 나타나는 재료가 노상재료로 적합할 경우에는 상부 200 mm 깊이의 재료를 긁어 일으켜 최적함수상태로 수분을 조절한 후에 노상기준에 맞는 다짐을 하며, 노상재료로 부적합 할 경우에는 이를 감독자에게 보고하고 지시에 따른다.

3.7 마무리

3.7.1 땅깎기의 토공 마무리면 및 비탈면은 설계도서에 명시된 선형과 기울기에 적합하도록 정돈하여야 하며, 기준선 이하에 있는 재료를 이완시키지 않도록 주의하여야 한다.

3.7.2 발파로 인하여 균열이 발생하고 이완된 상태의 불안정한 돌은 인력 또는 장비를 동원하여 제거하여야 한다.

3.7.3 토사 땅깎기 구간의 비탈면과 자연 비탈면과의 경계부는 곡선처리를 하여야 하며, 땅깎기 구간에 흙쌓기 구간이 교차하는 지점의 비탈면은 그 기울기를 조정하여 서로 겹치게 하거나 자연지반에 완만히 붙게 함으로써 뚜렷한 꺾임부가 생기지 않도록 하여야 한다.

3.7.4 땅깎기부의 노상은 흙쌓기부의 노상과 동일한 방법으로 프루프 롤링(proof rolling)시험을 하여야 한다. 검사기준은 이 시방서 2-6 다짐 3.4 다짐의 기준에 따라 적용한다.

3.7.5 핵석 발달지역의 땅깎기는 비탈면의 안전성을 고려하여 감독자의 승인을

받은 후 기울기 등을 조정한다.

3.7.6 땅깎기 허용오차의 범위

(1) 노　　상 : 토사인 경우 ±30 mm
　　암반인 경우 +30 mm, −150 mm

(2) 토 사 비탈면 : ±100 mm

(3) 리핑암 비탈면 : ±200 mm

(4) 발파암 비탈면 : ±300 mm

(단, 지표지질조사 결과를 토대로 절리 등 균열 발달이 심하지 않은 암반 깎기 중 돌출부 깎기를 하지 않아도 비탈면 안전성에 영향을 미치지 않는 범위의 허용기준은 감독자의 승인을 받은 후 조정한다.)

3.8 시공 중 표면수, 용출수처리 및 노면보호

3.8.1 시공 중 표면수나 용출수에 의하여 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우에는 비탈면의 배수시설을 땅깎기 작업 진행과 동시에 설치하거나 가 배수시설을 설치하여야 한다.

3.8.2 공사기간 중에는 항상 배수가 원활하게 이루어지도록 노면을 유지관리 하여야 하며, 땅깎기 구간과 흙쌓기 구간의 경계부에는 측구나 종배수구(도수로)를 설치하여 세굴을 방지하여야 한다.

3.8.3 땅깎기 마무리 면이 토사인 경우에는 우기 및 동절기에 차량통행을 제한하거나 일정구간으로 유도하여 마무리 면의 훼손을 최소화하여야 한다.

3.8.4 땅깎기 비탈면이 노출로 인하여 풍화가 급속히 진전될 우려가 있는 구간은 설계도서에 제시된 녹화 등의 비탈면 보호를 우선 시행하여야 한다.

3.9 땅깎기 비탈면 보호

땅깎기 비탈면 보호는 이 시방서 제3장 비탈면 안정공사에 따른다.

2-4-2 토취장 땅깎기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 토취장의 땅깎기 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 토취장 사용신청서

(2) 토취장 토지소유권자의 서면동의서

(3) 토취장, 운반로 등 발주청이 요구하는 의무사항(복구, 보수 등) 완료 증명서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 공사장 내의 땅깎기에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료의 양이 흙쌓기 및 기타 공사를 완성하는데 불충분하거나 그 재료의 성질이 공사의 요구조건에 부합되지 않을 때에는 토취장을 선정하여 공사를 완성하는데 충분하고도 적합한 재료를 획득하여야 한다.

3.1.2 계약상대자는 토취장을 사용하기 전에 토취장 사용신청서를 감독자에게 제출하여 서면 승인을 받아야 하며, 토취장 사용신청서에는 토취장의 위치 · 제거하여야 할 표토의 두께 · 사용할 재료의 종류 · 토질조사 및 시험성과, 흙쌓기 할 장소까지의 평균운반거리 등을 기재하여야 한다.

3.1.3 계약상대자는 승인된 토취장이라도 지정된 범위를 벗어나서 땅깎기 하여서는 안 되며, 원지반의 종 · 횡단 측량을 실시하고 그 성과를 감독자에게 제출하여 검측을 받은 후에 땅깎기를 하여야 한다.

3.1.4 토취장은 배수가 원활히 이루어지도록 배수시설을 설치하여야 하며, 주변 지형과 조화를 이룰 수 있는 기울기로 땅깎기를 하여야 한다. 계약상대자는 땅깎기 작업이 완료되면 정확한 수량측량이 가능하도록 바닥과 비탈면을 다듬고 정리하여야 한다.

3.1.5 계약상대자는 토취장이나 채석장의 사용이 완료되면 토취장이나 채석장뿐만 아니라 공사 중 점유하였던 주변시설까지도 깨끗이 정리하여야 한다. 또한 토취장이나 채석장의 개발허가관청에서 지시한 원상복구 및 조경 등의 의무나, 토취장 땅깎기로 조성된 비탈면의 안정, 운반로로 이용한 도로의 보수 및 정비의무 등을 충실히 이행하여 사후 분쟁의 요인을 제거하여야 한다. 최종작업의 완료 후에는 이러한 의무사항을 완료하였다는 증명서를 허가관청에서 발급 받아 그 사본을 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.6 현장 내 땅깎기에서 발생한 재료가 흙쌓기에 적합하여도 토취장에서 운반하는 것이 경제성이나 시공성 등에서 흙쌓기 작업에 유리하다고 판단되어 설계 변경이 필요할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 땅깎기 비탈면 보호

땅깎기 비탈면 보호는 이 시방서 제3장(비탈면 안정공사)에 따른다.

2-4-3 암깎기

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 설계도서에 의하여 확정된 선형, 경사, 치수와 시방서 규정에 부합되도록 암을 깎는 공사에 적용한다.

1.1.2 암깎기 작업 중 또는 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 필요가 있는 경우, 계약상대자는 관련자료를 첨부하여 감독자에게 확인 요청을 하고 발주청의 장이 임명한 암판정위원회의 공동조사 결과에 의하여 지층경계선을 확정하여야 한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 공사를 시행할 때 암질 및 절리특성에 따른 공법선정계획서

(2) 작업장에 인접되어 있는 구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축, 양어장등 피해가 예상되거나 감독자의 요구가 있을 때는 진동 및 소음피해 방지 계획서

(3) 비탈면 안정 검토서 및 비탈면이 불안정할 때의 대책 검토서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 건설공사의 암깎기 공법은 파쇄원 영향으로 소음 · 진동 · 비석 등의 환경공해 및 민원발생의 원인이 되므로 환경공해를 경감시킬 수 있는 공법을 적용하고, 시공을 할 때 감독자의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.

3.1.2 비탈면 또는 비탈면 어깨 부근의 느슨한 암, 나무뿌리, 불안정한 흙덩어

리 등은 완전히 제거하여야 한다.

3.1.3 발파를 할 때에는 외부인이나 현장작업원의 안전을 위하여 발파 전에 비산거리 밖의 접근로에 경고판을 설치하여야 하며, 발파 1시간 전 및 직전에 경고방송을 실시하여 발파에 대한 주의를 환기시켜야 한다.

3.2 브레이커 공법

3.2.1 브레이커에 의한 파쇄공법은 발파진동이나 비석에 의하여 안전이 우려되는 지역, 기존구조물 제거, 소량의 발파암 절취 등에 활용하며, 시공범위와 장비의 규격 · 사양 등은 설계도서에 따른다.

3.2.2 브레이커에 의한 파쇄작업을 할 때 발생하는 진동과 소음은 국내 관련 법규상의 규제기준을 만족시킬 수 있도록 조치하여야 한다.

3.2.3 기존 도로의 확장 또는 보수공사인 경우에는 브레이커 파쇄에 의하여 암편이 비산되거나, 파쇄된 암석이 굴러 떨어져 차량의 통행에 위험을 줄 수 있으므로 안전보호시설 등을 설치한 후 파쇄작업을 하여야 한다.

2-4-4 암발파

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 설계도서에 의하여 확정된 선형, 경사, 치수를 기준으로 암을 발파하는 공사에 적용한다.

1.1.2 암발파 작업 중 또는 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 필요가 있는 경우, 계약상대자는 관련자료를 첨부하여 감독자에게 확인 요청을 하고, 발주청의 장이 임명한 암판정위원회 공동조사 결과에 의하여 지층경계선을 확정하여야 한다.

1.1.3 암발파공법은 미진동굴착공법 · 정밀진동제어발파 · 진동제어발파 · 일반발파 · 대규모발파로 구분되며, 설계도서에 따라 발파패턴 기준을 정하고, 시험발파를 하여 적정 발파패턴을 수정 · 보완 · 도출한 후 감독자의 승인을 받아 공사시행이 되도록 하여야 한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 암발파를 할 때에는 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 공사시행할 때 암발파 패턴에 대한 선정공법과 시험발파 계획서

(2) 발파영향권 내의 시설물 사전조사 결과보고서

(3) 발파원으로부터 인접되어 있는 구조물(가옥, 건축물) 및 시설물, 주민, 가축, 양어장 등 피해가 예상되거나 감독자의 요구가 있을 때는 진동 및 소음피해 방지 계획서를 제출

(4) 비탈면 안정 검토서

(5) 발파진동 및 소음 계측 계획서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 건설공사의 암발파 작업은 파쇄원 영향으로 소음 · 진동 · 비석 등의 환경공해 및 민원발생의 원인이 되므로 환경공해를 저감시킬 수 있는 공법을 적용하고, 시공할 때 감독자의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.

3.1.2 비탈면 또는 비탈면 어깨 부근의 느슨한 암과 나무뿌리, 불안정한 흙덩어리 등은 완전히 제거하여야 한다.

3.2 사전조사

3.2.1 계약상대자는 설명회 개최 등 주민들에 대한 홍보를 실시하고, 발파진동에 따른 피해 여부를 파악하기 위하여 주민들과 충분한 대화를 바탕으로 주민, 시설물 소유자, 감독자 입회하에 사전조사를 실시하여야 한다.

3.2.2 발파 착수 전 주변 보안물건에 대하여 건물현황과 균열상황을 파악하여 발파진동이 미칠 수 있는 현황을 조사하고, 발파영향권 내에 있는 모든 시설물의 균열상태를 카메라와 비디오로 촬영하여 추후 민원이 발생하였을 때 피해여부를 판단할 수 있는 근거 자료로 확보하여야 한다.

3.3 발파계획

3.3.1 발파작업에 앞서 시험발파를 실시하여 현장의 여건에 부합되는 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 지발당 허용 장약량 등의 발파패턴과 발파계획을 세워 정밀한 시공관리가 되도록 하여야 한다.

3.3.2 발파작업에 있어서는 지질, 암의 경연 정도 등 현장의 암반특성 과 보안물건의 특성에 따라 천공간격, 천공장, 장약량 등의 발파패턴을 조정 · 검토하여야 하며, 표준 발파공법 분류는 표 2-4-1과 같다.

3.3.3 발파계획에 있어서는 주변의 환경에 주는 영향을 고려하고 필요한 경우에는 진동 및 소음에 대한 대책을 강구하여야 한다.

3.3.4 발파로 인하여 노상면의 재료가 이완되었을 때에는 승인된 재료로 치환한 후 기준에 맞는 다짐을 실시하여야 하며, 허용치를 벗어난 비탈면의 요철은 발주청과 협의한 후 조정하여 적용한다.

3.3.5 발파는 표 2-4-2의 보안물건별 진동속도 설계적용기준을 초과하지 않도록 시행하여야 한다. 단, 발파소음에 민감한 가축사육시설, 요양원 또는 종교시설 등 현장조사결과 설계적용기준을 적용하는 것이 곤란한 경우 별도의 진동기준을 적용한다.

표 2-4-1 표준 발파공법 분류

구 분	TYPE Ⅰ 미진동 굴착공법	TYPE Ⅱ 정밀진동 제어발파	진동제어발파		TYPE Ⅴ 일반발파	TYPE Ⅵ 대규모발파
			TYPE Ⅲ 소규모	TYPE Ⅳ 중규모		
공법 개요	보안물건 주변에서 TYPE Ⅱ 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법으로서 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법	소량의 폭약으로 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 "시험발파" 결과에 의하여 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법		1공마다 최대장약량이 발파규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대하여 적용하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 전혀 존재하지 않는 산간 오지 등에서 발파효율만을 고려하는 공법
주 사용 폭약 또는 화공품	최소단위미만 폭약 미진동파쇄기 미진동파쇄약 혼합화약류 등	에멀젼 계열 폭약	에멀젼 계열 폭약	에멀젼 계열 폭약	에멀젼 계열 폭약	주폭약 : 초유 폭약 기폭약 : 에멀젼
지발당 장약량 범위	폭약기준 0.125 미만	0.125 이상 0.5 미만	0.5 이상 1.6 미만	1.6 이상 5.0 미만	5.0 이상 15.0 미만	15.0 이상
천공깊이[1] (m)	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
발파 보호공	필 수	필 수	필 수	불 필 요	불 필 요	불 필 요
2차파쇄	대형브레이커 적용	대형브레이커 적용	–	–	–	–

주 1) 천공깊이는 평균적으로 제시한 수치이며, 공사시행 전에는 시험발파에 따라 현장별로 검토 · 적용

표 2-4-2 보안물건별 진동속도 설계적용기준

구 분	가축류 등	유적, 문화재 및 진동예민구조물	가옥 (조적)	가옥 (RC조)	공업용 건축물	철골구조
발파진동속도 (PPV, cm/s)	0.1	0.2~0.3	0.3	0.5	1.0	5.0

3.4 천공 및 장약

3.4.1 천공과 장약은 감독자의 승인을 얻은 발파패턴에 따라 정확하고 안전하게 시공하여야 한다.

3.4.2 천공을 할 때에는 불발된 잔류 폭약 유무에 주의하여야 하며, 전회 발파공을 이용하여 재천공하거나 재장전하여서는 안 된다.

3.5 발 파

3.5.1 발파작업은 발파책임자의 지휘를 받아 시행한다. 발파책임자는 작업원의 대피 및 안전을 확인한 후에 발파하여야 하며, 방호대책을 강구하여야 한다.

3.5.2 발파 후에는 안전이 확보되는 시간이 경과한 후 발파장소에 접근하여야 한다.

3.5.3 불발된 잔류 폭약의 유무는 반드시 점검하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.

3.5.4 발파를 할 때 발파진동속도에 대한 계측 및 기록이 필요한 경우에는 측정계기를 설치하여야 한다.

3.5.5 발파장소가 주거지 밀집지역이거나 기존 구조물, 공공시설물, 도로 등과의 거리가 가까울 경우 비산에 대한 방호는 물론 기존 구조물 등에 대한 사전조사를 하여 방호조치를 한 후 발파작업을 시행하여야 한다.

3.5.6 발파로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원발생이 예상되는 경우에는 시험발파를 하여 적절한 진동·소음 감소공법을 검토하고, 발주청의 승인을 받은 후 설계변경하여야 한다.

3.5.7 발파기의 최대전류는 발파 뇌관 수에 맞게 적합하여야 하고, 사전 점검을 하여야 한다.

3.5.8 용수발생 구간의 발파에는 화약류에 대한 방수조치를 하고 누전으로 인하여 불발이 되지 않도록 주의하여 발파하여야 한다.

3.5.9 강우, 낙뢰의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관에 의한 작업을 중지하고, 이미 설치된 장약은 즉시 발파하여야 한다. 나머지 화약류는 관할 경찰관청의 지시에 따라 화약취급소에 안전하게 입고시켜야 한다.

3.6 발파영향 규제 및 계측관리

3.6.1 발파를 할 때에는 인접 구조물 등에 손상을 입히지 않도록 주의하여야 한다. 각 보안물건의 발파진동과 폭발음의 허용기준은 설계 적용기준에

의거 설정하여야 하며, 발파를 할 때 규제치를 초과하지 않도록 하여야 한다.

3.6.2 발파소음 및 진동의 계측관리

(1) 발파원 주변의 지장물에 피해를 주지 않도록 계측관리를 하고자 할 때에는 동일 지발당 허용 장약량이라 하더라도 작업조건에 따라 자유면의 수, 천공 및 장약의 정확성, 발파패턴 등에 따라 진동치는 큰 폭으로 증감되므로 세심하게 발파작업을 시행하도록 관리를 철저히 시행하여야 한다.

(2) 보안물건에 영향이 예상되는 경우 진동 및 소음의 계측은 발파 를 할 때마다 실시하도록 하고, 발파음은 가급적 음압레벨{dB(L)}과 소음레벨{dB(A)}을 함께 측정하도록 한다.

(3) 발파로 인한 소음으로 민원이 예상되는 지역은 소음저감시설을 설치하여 소음의 수준을 경감시킨다.

(4) 발파음은 발파진동과는 달리 지형 · 풍향 · 기온 등의 변화에 민감하게 반응하므로 사전에 고려하여 계측작업을 실시하고, 측정된 계측자료는 발파 횟수별 발파시간과 일자별로 기록 · 정리하여 보관한다.

(5) 발파를 할 때 진동 속도 및 소음의 확인이 필요한 경우에는 보안물건에서 계측을 수행하여야 한다.

3.7 시험발파 시행방법

3.7.1 시험발파의 목적은 발파에 의하여 발생되는 지반진동의 수준이 지질 및 암반의 강도, 발파방법, 화약의 종류, 기폭방법 등에 따라 차이를 보이므로 암깎기부의 현지 암반을 대상으로 장약량과 천공규모를 다르게 하여 시험발파를 시행함으로써 파쇄효과 및 공해발생정도(지반진동, 소음, 비산 등)를 분석하여 안전한 발파패턴을 계획하는데 있다.

3.7.2 시험발파는 발파공사의 중요도 및 위험요인을 감안하여 엔지니어링 기술진흥법에 의한 용역업체 또는 기술사법에 의한 화약류관리 기술사사무소에 의뢰하여 실시하여야 한다.

3.7.3 시험발파 적용 발파패턴은 천공 및 장약량을 각기 다르게 하여 다양하게 실시하는 것으로 하되, 단일 발파패턴을 적용할 경우에는 계측거리를 다르게 하여 다양한 “환산거리(scaled distance)”를 확보할 수 있도록 고려하여야 한다.

3.7.4 시험발파를 할 때에는 최소한 30측점 이상의 계측자료를 확보할 수 있도록 발파횟수 및 계측기의 동원 대수를 사전에 고려하여야 한다.

3.7.5 계측된 자료는 “회귀분석” 기법에 의하여 통계처리를 하여야 하며, 이때

입력되는 자료는 “각 성분의 최대진동속도(PPV :peak particle velocity)”를 기준으로 한다.

3.7.6 시험발파를 할 때 계측결과가 허용 진동치를 상회할 때에는 발파진동 경감을 위하여 별도의 대책을 수립하여 발주청에 서면으로 제출한 후 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다.

3.7.7 계측결과 추정식의 상관계수가 0.7에 미치지 못하는 경우에는 시험발파를 다시 실시하여야 한다.

3.7.8 경감대책으로 천공장, 천공간격, 공당 장약량 및 지발당 장약량 등의 발파방법 변경이나 진동 전파경로의 차단 등의 방법을 활용하여 진동치가 허용범위 이내가 되도록 조치하여야 한다.

3.7.9 시험발파를 할 때의 결과분석은 진동 및 소음의 측정뿐만 아니라 파쇄암의 집적상태 및 크기 · 비산석 상황 · 굴착률 · 대괴 발생량 등을 면밀히 관찰 및 기록하여 발주청에 보고하되, 필요할 때에는 보완 및 개선사항에 대한 대책을 강구하여 시험발파 결과보고서를 작성 · 제출하여야 한다.

3.7.10 시험발파 결과보고서에는 현장의 발파진동 추정식과 보안물건과의 이격거리별 발파적용 패턴 및 기술시방 사항이 명시되어야 한다.

3.8 미진동 굴착공법

3.8.1 미진동 굴착공법은 보안물건 주변에서 TypeⅡ 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법들을 통칭하는 공법이다.

3.8.2 최소단위미만의 폭약이나 미진동파쇄기 또는 미진동 파쇄약, 혼합 화약류 등을 사용하는 발파공법과 대형 브레이커, 유압식 할암공법 또는 비폭성 파쇄제 등의 굴착공법으로 대별할 수 있다.

3.8.3 미진동 굴착공법은 천공장, 최소저항선, 공간격, 장약량을 설계도서에 준하여 시험발파를 실시하여 가장 합리적이고 안전한 방법을 선택하여 발주청의 승인을 받아서 시행하여야 한다.

3.8.4 미진동 굴착공법은 일반 발파와는 진동의 발생기구가 다르므로 진동수준을 예측하고 평가하기 위한 시험발파가 수행되어야 하고 계측관리가 필수적이며, 천공장이 짧아서 폭음이나 공발현상도 우려되므로 발파덮개 등의 보호공이 필수적이다.

3.9 정밀진동제어발파공법

3.9.1 정밀진동제어발파는 최소포장단위 이상 0.5 ㎏ 미만의 소량의 폭약으로 발파하여 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시

하는 공법으로 암반굴착지역이 주택지 등 보안물건이 근접하여 있는 경우에 효과적인 방법이다.

3.9.2 정밀진동제어발파는 대형브레이커를 적용하며, 이 때 화약에 의한 1차 파쇄 및 균열발생과 브레이커에 의한 2차 파쇄 작업을 70 : 30으로 적용한다.

3.9.3 정밀진동제어발파는 약장약에 의한 폭음의 발생이 우려되며, 또한 불완전발파로 인하여 예기하지 못한 진동의 발생도 가능하므로 계측과 발파 보호공이 필수적이다.

3.10 진동제어발파공법

3.10.1 진동제어발파는 발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 시험발파 결과에 의하여 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법이며, 소규모 진동제어발파는 0.5 kg 이상 1.6 kg 미만의 폭약을 사용하고, 중규모 진동제어발파는 1.6 kg 이상 5 kg 미만의 폭약을 사용한다.

3.10.2 공기 압축기식 또는 유압식 크롤러 드릴을 사용하여 천공할 때에는 직경 51 mm ~ 76 mm 공을 표준으로 적용한다.

3.10.3 진동제어 발파는 폭약에 의한 파쇄와 균열의 발생을 유도하는 공법으로 계측관리와 발파 보호공도 필수적이며, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄는 필요하지 않다.

3.11 일반발파공법

3.11.1 일반발파 적용범위는 보안물건에 대한 소음 · 진동 기준치, 이격거리 기준에 따라서 적용한다.

3.11.2 공당 최대 장약량이 발파규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대하여 적용하는 공법이며, 화약류에 의한 발파 파쇄의 효과가 충실히 나타나는 발파공법이다.

3.11.3 설계는 에멀젼 계열 폭약을 기준으로 하며, 장약량의 범위는 5 kg 이상 15 kg 미만이며, 현장에서의 작업성을 감안하여 표준패턴 장약량은 7.5 kg이다.

3.11.4 계측은 선택적이나 가급적 실시하는 것이 유익하고, 벤치고가 높아서 발파보호공은 실시하기가 어려우나 공발현상 등의 위험이 있을 경우 덮개를 실시할 수 있다.

3.12 대규모 발파

3.12.1 발파영향권 내에 보안물건이 존재하지 않는 산간 오지나 토취장 등에서

발파효율만을 고려하는 공법이며, 초유 폭약(ANFO)을 주폭약으로 하고, 기폭약은 에멀젼 폭약을 기준폭약으로 하나, 용수가 발생하는 곳에서는 에멀젼 폭약을 사용할 수 있다.

3.12.2 초유 폭약은 저 비중 폭약이므로 공경을 ϕ76 mm 이상으로 한다.

3.12.3 대규모 발파는 비교적 전색장이 길어 파쇄와 함께 대괴의 발생 가능성이 있으므로 이를 감안하여야 한다. 계측은 일반적으로 불필요하며, 벤치고가 높아서 발파보호공도 적용할 수 없다.

2-4-5 사토

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 공사장 내의 땅깎기에서 발생한 재료를 흙쌓기 및 기타 공사에 사용하고도 남거나 그 재료의 성질이 흙쌓기 및 기타 공사에 부적합할 경우 일정한 장소에 사토하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 사토장 토지소유권자의 서면동의서

(2) 사토장, 운반로 등에 대한 발주청이 요구하는 의무사항(복구, 보수 등) 완료 증명서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 땅깎기 작업에서 발생한 재료 중 흙쌓기에 부적합하거나 유용하고 남은 재료는 설계도서에 따라 사토 처리하거나 발생한 토석현황을 토석정보공유시스템에 입력하여 토석 자원이 인근 현장에 활용될 수 있도록 하여야 한다.

3.1.2 사토장은 설계된 위치로 선정하여야 하며, 지정된 사토장의 위치를 변경하고자 할 때에는 사토운반 시작 전에 발주청의 승인을 받아야 한다.

3.1.3 사토작업 중은 물론 사토작업 완료 후에도 항상 작업장 내의 배수가 원활하게 이루어 질 수 있도록 잘 정리하여야 한다.

3.1.4 사토작업이 완료된 구간의 비탈면은 잘 다듬고, 적절한 보호공을 설치하여야 한다.

3.1.5 사토장의 토사 유출, 붕괴 등으로 인하여 자연환경, 생활환경, 사회환경상의 피해를 초래하였을 경우에는 계약상대자의 부담으로 원상 복구하여야 한다.

2-5 흙쌓기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로 땅깎기, 토취장 땅깎기, 구조물 터파기, 터널 굴착 등에서 발생한 재료를 사용하여 설계도서에 제시된 선형, 기울기, 높이에 일치되도록 노체부와 노상부를 완성시키기 위하여 흙쌓기 하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2301 흙의 입도 시험 및 물리 시험용 시료 조제 방법
KS F 2302 흙의 입도 시험 방법
KS F 2303 흙의 액성 한계 · 소성 한계 시험 방법
KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
KS F 2308 흙의 밀도 시험 방법
KS F 2309 흙의 씻기 시험 방법
KS F 2310 도로의 평판 재하 시험 방법
KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험 방법
KS F 2324 흙의 공학적 분류 방법
KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 토공 다짐 시험 계획서

2. 재 료

2.1 재료 품질기준

2.1.1 흙쌓기 재료의 품질기준은 표 2-5-1과 같다.

2.1.2 흙쌓기 재료에는 초목, 그루터기, 덤불, 나무뿌리, 쓰레기, 유기질토 등의 유해물질이 함유되지 않아야 한다.

2.1.3 액성한계 50 % 이상 되는 재료, 건조밀도 15 kN/m³ 이하인 재료, 간극률이 42 % 이상, 소성한계가 25 % 이상인 흙은 흙쌓기 재료로 사용할 수 없다.

2.1.4 암버력을 흙쌓기 재료로 사용할 경우에는 노체 완성면 600 mm 이하 부분 하부까지 사용 가능하며, 양호한 입도분포(well graded)상태를 가져야 한다.

2.1.5 풍화암이나 이암, 셰일, 사암, 천매암, 편암 등 암석의 역학적 특성에 의하여 쉽게 부서지거나 수침이 반복될 때 연약해지는 암버력의 최대 치수는 300 mm 이하로 한다.

2.1.6 동결된 재료는 흙쌓기에 사용할 수 없다.

표 2-5-1 흙쌓기 재료의 품질기준

공종 / 규격기준	노 체	노 상	비 고
최 대 치 수 (mm)	300 이하	100 이하	-
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5 mm체 통과율 (%)	-	25 ~ 100	KS F 2302
0.08 mm체 통과율(%)	-	0 ~ 25	KS F 2302, KS F 2309
소 성 지 수	-	10 이하	KS F 2303

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 흙쌓기 작업은 흙쌓기 구간에 대한 규준틀, 준비배수, 벌개제근, 표토제거, 구조물 및 지장물 철거 등이 완전히 이루어진 후에 시행하여야 한다.

3.1.2 수중이나 저습지 등 불안정한 지반에 흙쌓기를 할 경우 연약지반 처리공법이 설계되어 있는 구간은 설계도서 기준에 따라 연약지반 개량공사를 실시한 후 시공하여야 한다. 연약지반 처리공법이 설계되어 있지 않은 깊이가 얕은 저습지의 경우에는 습지 내 최고수위까지 치환하거나 입상재료 또는 대소입자가 골고루 혼합된 암버력 등을 사용하여 유실, 장기적인 침하, 모관상승 방지 및 지반안정이 가능하도록 시공하여야 한다.

3.1.3 흙쌓기 할 원지반은 최소 150 mm 깊이까지 흙을 긁어 일으킨 후 적정

다짐밀도를 얻을 때까지 다짐을 하여야 한다.

3.1.4 동결된 원지반 위에는 흙쌓기를 할 수 없다. 다만, 동결깊이가 75 mm 이내인 경우에는 동결층을 완전히 제거한 후 감독자의 확인을 받아 시공할 수 있다.

3.1.5 모든 평면곡선부는 설계도서에 따라 편경사를 설치하여야 한다.

3.2 층따기

3.2.1 비탈면의 기울기가 1 : 4 보다 급한 기울기를 가진 지반위에 흙쌓기를 하는 경우에는 원지반 표면에 층따기를 실시하여 흙쌓기부와 원지반사이의 밀착을 도모하고 지반의 변형과 활동을 방지하여야 한다.

3.2.2 기존도로의 확장을 위하여 기존도로에 접속시키는 흙쌓기를 하는 경우에도 층따기를 하여야 한다.

3.2.3 비탈면 위에 흙쌓기를 하는 경우에는 물이 흙쌓기부와 기초지반 사이를 침투하여 활동을 일으키는 것을 방지하기 위하여 배수층 또는 배수구를 설치하며, 기초지반에 용수가 있는 경우 또는 시공 중 용수는 없으나 우기에 용수발생이 예상되는 부위에는 원지반과 접한 흙쌓기 부분에 배수층을 설치하여야 한다.

3.2.4 층따기는 설계도서에 명기되어 있는 높이와 폭으로 하고, 현지 지형에 맞게 감독자와 협의하여 조정할 수 있다.

3.3 횡방향의 흙쌓기 · 땅깎기 접속부 (한쪽깎기 · 한쪽쌓기)

3.3.1 동일한 횡단면 내에서 한쪽은 흙쌓기, 한쪽은 땅깎기를 하여야 할 경우에는 양측의 지내력 차이로 인하여 부등침하가 발생할 우려가 있으므로 횡방향의 접속부는 이 절 3.2에 의한 층따기를 실시하고, 흙쌓기 노체 마무리 면과 땅깎기부에 접하는 내측으로 노상 마무리 면까지 1 : 4 정도의 기울기로 완화구간을 설치하여야 한다.

3.3.2 접속부의 땅깎기부에서 용출수가 발생하는 경우에는 흙쌓기부의 접착이 불량하게 되기 쉬우므로 설계도서에 따라 배수층 또는 배수구를 설치하여야 한다.

3.3.3 횡방향의 접속부는 암버력 쌓기를 하여서는 안 된다.

3.4 종방향의 흙쌓기 · 땅깎기 접속부(쌓기 · 깎기 경계부)

3.4.1 횡방향의 접속부와 마찬가지로 종방향의 접속부에는 부등침하가 발생하기 쉬우므로 땅깎기 끝부분에는 흙쌓기부 노상 저면까지 땅깎기를 하여 완만

한 기울기로 땅깎기부 노상 마무리면에 접속시켜야 한다. 이 때 접속 구간장은 설계도서에 따르며, 땅깎기부는 흙쌓기부의 노상과 같은 재료로 되메우고, 규정된 다짐도로 균일하게 다져야 한다.

3.4.2 종방향의 접속부는 지표수 · 침투수 등이 집중되기 쉽고, 기초지반과 흙쌓기부의 접착이 불량하게 되기 쉬우므로 설계도서에 따라 층따기를 하여야 한다.

3.4.3 종방향 접속부는 암버력 쌓기를 하여서는 안 된다.

3.5 펴 깔 기

3.5.1 흙쌓기 재료의 1층 다짐 완료 후의 두께는 표 2-5-2와 같이 시공될 수 있도록 펴 깔은 후 다짐을 하여야 한다. 1층 펴 깔기 두께는 시험시공을 하여 결정한다.

표 2-5-2 다짐 완료 후 1층 두께

구 분	노 체	노 상	비 고
다짐 후 1층 두께(mm)	300	200	

3.5.2 흙쌓기 작업에 사용하는 장비는 공사착공 전에 감독자의 확인을 받은 후 사용하여야 한다.

3.5.3 흙쌓기 작업을 할 때에는 다짐이 용이하도록 흙을 평평하고 넓게 펴 고르기를 하여야 한다.

3.5.4 흙쌓기 작업을 할 때에는 1층에 종류가 다른 재료를 무계획적으로 펴 까는 일이 없도록 하여야 하며, 혼합재료를 펴 깔 때는 이 절 3.11에 따른다.

3.6 시공 중 배수

3.6.1 흙쌓기 작업 중 계약상대자는 항상 배수에 유의하여 표면에 물이 고이지 않도록 하여야 하며, 외부 표면수와 용출수가 흙쌓기 내부로 유입되지 않도록 배수처리를 하여야 한다.

3.6.2 일일 작업을 종료할 때 또는 작업을 중단하는 경우에는 흙쌓기 다짐면을 4 % 이상의 횡단 기울기로 평평하게 마무리하고 다짐을 하여 지표수가 고이지 않고 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

3.6.3 비가 멎은 후 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 비가 오기 전에 미리 폴리에틸렌 등의 방수성 재료로 시공면을 덮어서 빗물의 침투를 막아야 한다.

3.6.4 땅깎기부의 용수 또는 강우에 의한 표면수는 흙쌓기부 비탈면을 세굴 또는 붕괴시킬 우려가 있으므로 흙쌓기부 가장자리에 가배수시설을 설치하고, 외부로 유출시키기에 적당한 장소 또는 설계도서에 명시된 흙쌓기부 종배수구(도수로) 설치지점에 가마니 또는 마대, 비닐 등으로 임시 종배수구(도수로)를 만들어 유출시켜야 한다.

3.7 공사용 장비의 통행

운반장비나 포설장비는 흙쌓기 상부면의 전 면적에 걸쳐 고르게 통행하도록 하여 이로 인한 다짐효과를 얻을 수 있도록 하여야 한다.

3.8 구조물 주변 흙쌓기

구조물 교대의 뒷면, 통로 · 수로박스 양 측면 등의 흙쌓기는 이 시방서 2-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움에 따라 시공하여야 한다.

3.9 암 쌓 기

3.9.1 암을 굴착할 때에는 전체 발생암에서 부순골재의 유용부분을 고려하고, 남은 잔량을 암쌓기로 활용할 수 있다.

3.9.2 암쌓기는 노체 완성면 600 mm 이하 부분 하부까지 허용될 수 있으며, 암 덩어리의 최대치수는 600 mm를 초과할 수 없다. 다만, 풍화암이나 이암 · 셰일 · 사암 · 천매암 · 편암 등 암석의 역학적 특성에 의하여 쉽게 부서지거나 수침이 반복될 때 연약해지는 암버력의 최대치수는 300 mm 이하로 한다.

3.9.3 암쌓기를 할 때에는 간극을 메울 수 있는 적합한 재료를 선정하여 포설 후 다짐을 하여야 한다.

3.9.4 다른 재료로 시공된 부분 위에 암쌓기를 하고자 할 경우에는 기 시공된 표면의 중심에서 외측으로 1 : 12 정도의 경사를 형성하도록 하여 다짐을 하고, 배수가 원활히 되도록 하여야 한다.

3.9.5 암쌓기 1층 다짐 완료 후의 두께는 600 mm 이하로 한다.

3.9.6 전부 암으로만 시공하는 흙쌓기부는 큰 입경의 암편이 고르게 분산되도록 하고, 암의 대 · 소 입경이 고르게 섞이도록 하여야 한다.

3.9.7 암버력에 의한 흙쌓기 경우에는 석축 쌓는 부분을 제외하고 흙쌓기부 비탈면에 암버력이 노출되지 않도록 양질의 토사를 1 m 이상 덮어 식생이 가능하도록 조치하여야 하며, 비탈면 다짐을 실시하여야 한다.

3.9.8 말뚝박기를 할 지점이나 한쪽깎기 · 한쪽쌓기부, 깎기 · 쌓기 경계부, 향후

건축물 설치부는 암쌓기를 하여서는 안 된다.

3.9.9 암거, 종·횡배수관 및 구조물 상부 600 mm 이내에서는 암쌓기를 하여서는 안 된다.

3.9.10 가드레일의 설치부는 지주매입을 고려하여 노체면 최종검측을 철저히 하여야 한다.

3.9.11 암쌓기를 할 때에는 암쌓기 재료를 고르게 포설한 후 규격 이상의 암괴는 규정에 맞게 파쇄하고, 다짐효과 및 암파쇄 효과를 증진시키기 위하여 대형 진동다짐장비(탬핑 로울러 등)를 이용하여 다짐한다.

3.9.12 암쌓기 작업을 할 때 다짐에 대한 검사는 KS F 2310에 의하여 지지력계수(K_{30})가 침하량 1.25 mm일 때 200 MN/m³ 이상으로 관리하여야 하고, 평판재하시험에 사용되는 재하판 규격의 선택은 현장 흙쌓기 재료의 최대치수 이상의 지름을 갖는 규격으로 사용하고, 지지력 계수값은 300 mm 표준치에 대한 환산치로 관리한다.

3.9.13 암쌓기 재료는 감독자의 승인을 받아 연속적으로 평평하게 깔아야 하고, 재료가 양호한 입도분포(well graded) 상태를 가지도록 하며, 재료분리(segregation)가 발생되지 않도록 한다.

3.10 동 결 토

재료가 동결되었거나 이미 시공한 면이 동결되었을 경우에는 동결된 부분을 제거한 후 흙쌓기 작업을 시행하고, 이미 시공한 면이 눈으로 덮혀 있을 경우에는 눈이 녹아 없어지기 전에 흙쌓기 작업을 시행하여서는 안 된다.

3.11 혼합재료

점토, 백토, 모래와 같이 그 특성이 다른 재료를 각기 다른 공급원에서 반입할 경우에는 도로 전폭에 걸쳐 교대로 층을 이루도록 포설하여야 한다. 다만, 감독자가 작업에 유리하다고 판단할 경우에는 혼합해서 사용하도록 지시할 수 있다.

3.12 안 정 성

3.12.1 계약상대자는 흙쌓기 한 모든 부분의 안정성에 관한 책임을 진다. 천재지변에 의한 경우를 제외하고 기타의 사유로 기인한 파손이나 변형된 부분은 계약상대자의 부담으로 이를 복구하여야 한다.

3.12.2 계약상대자는 흙쌓기에 부적합한 재료를 포설했을 때에는 계약상대자의 부담으로 제거하고 적합한 재료로 다시 포설하여야 한다.

3.13 흙쌓기(노상)부의 보호

3.13.1 흙쌓기 완료 후 감독자의 검측 · 승인을 받은 노상부는 파손되지 않도록 보호하고, 항상 양호한 상태를 유지하여야 한다. 다만, 특별한 사유로 인하여 감독자의 승인을 받은 경우에는 완성된 노상면에 장비 또는 재료를 적치하거나 저장할 수 있다.

3.13.2 완성 노상면의 보호의무를 소홀히 하여 파손된 경우에는 계약상대자 부담으로 파손 또는 변형부위를 복구하여야 한다.

3.14 흙쌓기 비탈면

3.14.1 흙쌓기 비탈면은 차도부와 같은 다짐도를 갖도록 하여야 하며, 이 시방서 2-6 다짐 3.4에 적합하도록 다짐을 시행하여야 한다.

3.14.2 흙쌓기 비탈면은 설계도서에 명시된 소단과 기울기를 유지하여야 한다.

2-6 다짐

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로부의 노체와 노상 다짐공사에서 적정 다짐밀도를 얻을 때까지 다짐하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
KS F 2310 도로의 평판 재하 시험 방법
KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험 방법
KS F 2324 흙의 공학적 분류방법
KS F 2345 비점성토의 상대 밀도 시험 방법
벤켈만빔(Benkelman beam)에 의한 변형량시험 방법
AASHTO. T 224-86 현장밀도시험 조립자 보정 시험 방법

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 토공다짐에 대한 시험시공계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

이 시방서 2-5 흙쌓기 2.1에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 균일하고 효율적인 다짐을 위하여 그레이더 등으로 면 고르기를 하여야 하며, 흙의 함수비를 실내다짐시험의 최적함수비 허용범위 이내로 조절한 후 다져야 한다.

3.1.2 계약상대자는 공정계획에 따라 다짐작업을 할 장비의 종류, 대수, 장비조

합 등에 대한 시공계획서를 제출하여 감독자의 확인을 받은 후에 작업을 수행하여야 한다.

3.1.3 강우나 강설 등으로 인하여 함수비 조절이 불가능하거나 결빙이 발생하는 동절기에는 다짐작업을 중지하여야 한다.

3.2 다짐의 범위

3.2.1 흙쌓기 공사를 할 경우 다짐의 범위는 차도부, 길어깨 및 비탈면이 포함되며, 이 절 3.4에 의한 다짐도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.

3.2.2 땅깎기부의 노상, 횡방향 흙쌓기 · 땅깎기 접속부(한쪽쌓기 · 한쪽깎기부)와 종방향 흙쌓기 · 땅깎기 접속부(깎기 · 쌓기경계부) 등도 이 절 3.4에 의한 다짐도에 도달할 때까지 고르게 다져야 한다.

3.3 장 비

3.3.1 흙쌓기 다짐장비는 전 구간에 걸쳐 시험시공을 할 때와 동일한 수준의 다짐장비를 사용하여야 하며, 다짐장비를 변경하고자 할 경우에는 시험시공을 재실시하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.2 구조물에 인접한 부분과 같이 좁은 면적 또는 구조물에 과도한 압력을 가하여 손상을 일으킬 가능성이 있는 장소에는 감독자의 확인을 받은 소형 다짐장비를 이용하여 균일하게 다져야 한다.

3.3.3 흙쌓기 비탈면은 감독자의 확인을 받은 다짐장비를 사용하여 다져야 한다.

3.3.4 암쌓기 다짐장비는 감독자의 승인을 받은 것으로서, 다짐로울러의 폭은 1.8 m 이상이어야 하며, 정적인 상태에서의 무게는(static weight) 10 t 이상이어야 한다.

3.4 다짐의 기준

3.4.1 노 체

흙쌓기 노체부의 1층 다짐 완료후의 두께는 300 mm 이하이어야 하며, 각 층마다 KS F 2312의 'A' 또는 'B' 방법에 의하여 정하여진 최대건조밀도의 90 % 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다. 평판재하시험을 실시한 경우에는 표 2-6-1에 따른다.

3.4.2 노 상

흙쌓기 노상부의 1층 다짐 완료후의 두께는 200 mm 이하이어야 하며, 각 층마다 KS F 2312의 C, D 또는 E 방법에 의하여 정하여진 최대건

조밀도의 95 % 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다. 평판재하시험을 실시한 경우에는 표 2-6-1에 따른다.

3.4.3 암쌓기

노체 완성면 하부 600 mm 이상으로 암쌓기를 시행할 경우 노체 완성면 하부 600 mm 이상의 층에 대하여 현장밀도시험 및 입도분포시험을 시행한다.

표 2-6-1 다짐시험의 판정기준

구 분			노 체		노 상	비 고
			암쌓기	일반쌓기		
1층 다짐 완료 후의 두께 (mm)			600	300	200	
다 짐 도 (%)			-	90 이상	95 이상	KS F 2311 KS F 2312 ASSHTO T 224-86
다 짐 방 법			-	A, B	C, D, E	KS F 2312
평판재하시험	아스팔트 콘크리트 포장	침하량 (mm)	1.25	2.5	2.5	KS F 2310
		지지력 계수 (K_{30} : MN/m³)	200	150	200	
	시멘트 콘크리트 포장	침하량 (mm)	1.25	1.25	1.25	KS F 2310
		지지력 계수 (K_{30} : MN/m³)	200	100	150	
현장밀도		상대밀도(Dr)	70%이상	-	-	암성토 시공지침
입도분포		균등계수(Cu)	자갈:Cu≥4 모래:Cu≥6	-	-	암성토 시공지침 KS F 2301 KS F 2324 KS F 2502
		곡률계수(Cz)	1<Cz<3	-	-	

3.5 다짐도 검사

3.5.1 계약상대자는 흙쌓기의 각 단계마다 재료의 품질 및 다짐도를 이 절 3.4에 적합하게 시공되었는지 감독자의 확인을 받은 후 다음 단계의 작업을 수행하여야 한다.

3.5.2 흙쌓기를 할 때 충격다짐을 하여 정확한 함수비-밀도 곡선과 최대건조밀도를 구할 수 없거나 점성이 없고 배수가 잘 되는 흙의 밀도를 결정하기 위해서는 KS F 2345에 따르며, 이때에도 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.5.3 현장다짐도 및 함수량 시험을 할 때 방사성 동위원소를 사용한 측정장비

(RI)를 사용할 수도 있다. 이때에는 현장에서 측정한 비교 시험 데이터와 함께 원자력법 및 방사선피폭관리 업무규정에 적합한 인원 및 시설에 따라 적법하게 처리한 서류를 감독자에게 제출하여 확인을 받은 후 사용하여야 한다.

3.5.4 현장 여건상 표 2-6-1의 방법에 의한 다짐도 확인이 어려운 경우 노상의 다짐도 검사를 위하여 동적콘관입시험(Dynamic Cone Penetration Test, DCPT) 또는 소형충격재하시험(Light Falling Weight Deflectometer, LFWD)을 실시할수 있다. 이 경우 시험방법 및 판정기준은 도로포장통합지침(국토교통부)을 참조한다.

3.5.5 다짐도 시험에 필요한 함수량 시험방법은 KS F 2306에 따르며, 급속함수량시험 · 적외선 수분계 또는 방사성 동위원소를 사용한 측정장비(RI)를 사용할 경우에는 각 시험방법에 따른 보정값에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.6 구조물의 보호

3.6.1 편측 흙쌓기를 하는 구조물인 경우에는 구조물에 과도한 압력이 가해지지 않도록 하여야 한다.

3.6.2 양측 흙쌓기를 하는 암거형 구조물인 경우에는 양측의 흙쌓기 높이가 동일하게 유지되도록 하여야 한다.

3.6.3 구조물에 인접한 부분을 다짐할 때에는 구조물에 손상이 가지 않도록 하여야 하며, 감독자의 확인을 받은 소형 다짐장비로 다짐을 하여야 한다.

3.7 시험시공

3.7.1 계약상대자는 다짐작업에 앞서 흙쌓기 재료별로 사용할 다짐장비, 다짐방법, 시공관리체계 등에 대한 시험시공계획서를 제출하고, 감독자의 입회하에 다짐시험을 하여야 한다.

3.7.2 다짐작업의 시험시공은 도로의 흙쌓기 구간에서 실시하여야 하며, 규모는 400 ㎡ 를 표준으로 한다.

3.7.3 시험시공 당시의 토질과 실제 현장의 토질이 현저하게 차이가 난다고 판단될 경우에는 재시험시공을 추가로 실시할 수 있다.

3.7.4 계약상대자는 시험시공을 하여 흙 펴고르기 두께, 다짐 함수비 범위, 다짐장비별 다짐횟수 및 다짐 시공관리체계 등을 결정하여 감독자의 확인을 받아야 하며, 현장의 다짐시공 관리는 그 결과에 따른다.

3.7.5 다짐작업의 시험시공에 소요되는 모든 비용은 해당 공종의 계약단가에 포함된 것으로 해석한다.

2-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량, 암거, 배수관, 옹벽 및 기타 구조물의 기초를 시공하는데 필요한 터파기와 구조물이 완성된 후 터파기 자리의 되메우기 및 뒤채움 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2310 도로의 평판 재하 시험 방법
KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험 방법
KS F 2345 비점성토의 상대 밀도 시험 방법
KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법
벤켈만빔(Benkelman Beam)에 의한 변형량 시험 방법
AASHTO. T 224-86 현장밀도시험 조립자 보정 시험 방법

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 교량 및 암거구조물의 기초 시공 보고서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 되메우기용 재료

되메우기 재료는 구조물의 기초를 시공하기 위하여 터파기한 재료 또는 땅깎기의 재료를 말하며, 이 시방서 2-5 흙쌓기 2.1에 적합하여야 한다.

2.2 뒤채움용 재료

2.2.1 뒤채움 재료는 압축성이 적고, 물의 침입에 의하여 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 선별하여 사용하여야 한다.

2.2.2 뒤채움 시공에 사용되는 재료는 표 2-7-1의 품질기준을 만족하여야 한다.

표 2-7-1 뒤채움용 재료의 품질기준

구 분	선택층재료	양질의 토사	비 고
	피토고[1] (3.5 m 미만)	피토고 (3.5 m 이상)	
최대치수 (mm)	이 시방서 제8장 표 8-2-1, 표 8-2-2 보조기층재료 와 동등한 기준의 재료	100 이하	
5 mm 통과량		25 ~ 100	
0.08 mm 통과량 (%)		15 이하	노상기준 : 25 % 이하
소성지수 (PI)		10 이하	
수정 CBR (%)		10 이상	

주 1) 피토고 산정기준은 암거 중심선의 상단에서 길어깨부를 제외한 도로 유효폭원까지의 최소 높이를 말한다.

2.2.3 뒤채움 재료로 상기 재료와 동등이상의 품질을 갖는 다른 대체 재료도 사용할 수 있으며, 이 경우 별도의 검토를 거쳐 감독자의 승인을 얻어야 한다.

2.2.4 뒤채움 대체 재료의 사용부위는 암거 상부의 피토고가 높아서 공용 중 차량 등에 의한 충격하중의 영향이 적고, 암거가 설치되는 지반의 조건이 양호하여 필요한 지지력을 확보할 수 있는 곳 등에 사용하여야 한다. 우수나 지하수의 유입이 예상되는 경우에는 뒤채움 시공 전에 맹암거 설치 등으로 유수의 유입을 방지하여야 한다.

2.2.5 교량, 교대 및 암거의 뒤채움 외에 다음의 경우에는 동상방지층 재료를 사용하거나 또는 토성시험을 하여 배수기능이 양호한 양질의 재료로 감독자의 승인을 받은 다른 대체 재료를 사용하여 뒤채움을 실시할 수도 있다.

(1) 피토고 3.5 m 미만의 암거
(2) 땅깎기부와 같이 지하수가 용출되는 지역
(3) 피압대수층이 하부에 존재하는 지역
(4) 기초지반이 연약지반인 경우

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 구조물 기초 터파기 작업은 설계도서에서 지시한 폭과 기울기, 깊이에 적합하도록 하여야 한다. 교량 및 옹벽기초 등 주요 구조물의 기초 터파기가 감독자의 검측 없이 초과 굴착된 경우에는 기초 바닥 계획고까지 콘

크리트로 되메우기를 하거나 구조 검토 후 기초 근입깊이를 조정하여 시공하여야 한다. 다만, 측구 · 집수정 등 지반 지지력에 크게 영향을 미치지 않는 구조물의 터파기인 경우에는 양질의 사질토로 기초 바닥 계획고까지 되메운 후 다짐을 하여 지지력을 확인한 후 시공하여야 한다. 이 때 추가되는 모든 비용은 계약상대자가 부담한다.

3.1.2 계약상대자는 교량 및 암거구조물의 기초 터파기를 할 때 바닥과 4개의 측면에 대한 지층구성 상태와 지하수를 확인하여 시공도면을 작성하고, 설계조건과 비교 분석한 시공보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

3.1.3 기초 터파기가 완료되면 계약상대자는 감독자에게 그 결과를 통보하고 터파기의 깊이, 기초 지반의 지층 특성, 기초 터파기면의 정리상태 등에 대하여 감독자의 검측을 받은 후에 기초공사를 하여야 한다.

3.1.4 계약상대자는 설계도서에 표시된 토질상태와 터파기에 의하여 노출된 토질상태가 상이하여 변경이 필요하다고 판단될 경우에는 지반조사 및 분석 성과와 대책을 감독자에게 보고하여야 하며, 감독자의 승인을 받아 기초의 크기나 계획고 등을 변경할 수 있다.

3.2 기초 터파기 작업계획

3.2.1 구조물 기초 터파기의 완성면이 토사 또는 풍화암인 경우, 계약상대자는 굴착 바닥 지반면의 교란이 최소화 되도록 하여야 하며, 굴착 후 감독자의 검측을 받은 즉시 린 콘크리트를 타설할 수 있도록 사전 준비 및 계획을 수립하여야 한다.

3.2.2 계약상대자는 도로 땅깎기 작업과 흙쌓기 작업 및 배수공 작업이 상호 유기적으로 진행되도록 계획을 세워야 한다.

3.2.3 토공작업이 배수공작업 보다 먼저 진행되어 축조된 도로가 수로의 흐름을 가로막는 제방역할을 하게 될 때에는 감독자는 계약상대자에게 배수구조물이 놓일 장소의 도로를 횡단하여 현장 여건에 적합한 수로를 시공하도록 지시할 수 있다.

3.2.4 계약상대자는 감독자의 지시를 따르지 않고 수로를 시공함으로써 발생하는 모든 형태의 토공부 유실에 대해서는 계약상대자 부담으로 복구하여야 한다.

3.3 암반기초 터파기

3.3.1 계약상대자는 설계도서에 표시된 기초의 바닥면까지 터파기하여야 하며, 암반이나 단단한 기초지반의 불안정한 부분은 모두 제거하여야 한다.

3.3.2 터파기한 표면의 기울기가 1 : 4 이상일 경우에는 계단, 톱니형상 또는 요철처리 등의 방법으로 시공하여야 한다.

3.3.3 기초터파기 작업 중 발파작업을 시행할 경우에는 주변 및 기초지반의 교란을 최소화할 수 있는 방법으로 시공하여야 한다.

3.3.4 터파기 계획고에 큰 규모의 단층 등 지질구조선이 발달되었을 때에는 대상 구조물의 종류에 따라 단층 처리, 보강방안 등을 감독자와 협의하여 처리하여야 한다.

3.4 토사기초 터파기

3.4.1 토사기초 터파기 부위의 지지력 및 침하량은 설계도서에 명시된 허용 지지력 및 허용 침하량 기준을 만족하여야 한다. 기초지반의 허용 지지력은 KS F 2444의 시험방법에 의하여 확인하여야 한다.

3.4.2 토사기초 지반의 토질이 설계도서와 상이하거나 연약한 지반이 분포할 가능성이 있는 지역에서는 시추조사 등의 방법으로 지층분포상태와 허용지지력 및 기초형식의 적합성을 확인하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.4.3 토사기초 지반에서는 터파기 후 지하수와 주변 유입수를 차단하거나 타 부위로 유도 배수하여 지반의 이완, 변형 및 연약화가 진행되지 않도록 조치하여야 한다.

3.5 말뚝기초 터파기

계약상대자는 말뚝박기 공사 전 설계도서에 표시된 기초의 바닥면까지 터파기를 하여야 하며, 말뚝박기 공사로 인하여 기초의 바닥면이 융기하거나 침하가 발생하면 추가 터파기 또는 적합한 재료로 되메우기를 하여야 한다.

3.6 물 막 이

3.6.1 계약상대자는 터파기 작업 중 대수층을 만나면 물막이를 설치하여야 한다. 차수벽체는 기초바닥보다 1 m 이상 깊게 박아야 하며, 물이 새지 않도록 조치하여야 한다.

3.6.2 물막이의 내부치수는 거푸집의 설치와 검측에 필요한 여유폭이 있어야 한다.

3.6.3 계약상대자는 물막이 공사로 인한 급격한 수위의 상승과 굳지 않은 콘크리트의 손상 및 세굴로 인하여 기초를 약화시키는 일이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

3.6.4 하부구조에는 지지목 등의 목재가 콘크리트 속에 그대로 남아있지 않도록 하여야 한다.

3.7 물 푸 기

3.7.1 물막이 내의 물푸기 작업은 콘크리트 재료가 손실되지 않도록 시행하여야 한다.

3.7.2 물푸기 작업은 콘크리트 타설작업 중은 물론이고 타설작업 후 최소 24시간 동안은 계속 하여야 한다.

3.7.3 콘크리트 거푸집의 적당한 지점에 웅덩이를 만들어 물푸기 작업을 하여야 한다.

3.8 되메우기

3.8.1 구조물 시공 완료 후에는 구조물을 제외한 기초 터파기 부분을 원지반 표면까지 되메우고 펴 고르기를 하여 다짐하는 작업을 한다. 다만, 되메우기 부위가 도로에 위치하여 교통하중의 영향을 받는 경우에는 뒤채움과 동등한 수준으로 다짐 시공하여야 한다.

3.8.2 계약상대자는 구조물에 손상이 없도록 다짐장비 및 시공방법을 결정하고, 구조물 주위를 다짐하여야 한다.

3.9 뒤 채 움

3.9.1 계약상대자는 구조물의 시공 완료 후 구조물의 기초저면부터 노상저면까지 규정된 품질확보를 위한 뒤채움 작업을 하여야 하며, 뒤채움 부위는 별도의 관리도를 기록 · 유지하여야 한다.

3.9.2 뒤채움재료는 시공 전에 사용재료의 품질시험성과를 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 사용하여야 한다. 또한, 재료를 포설하기 전 구조물의 벽면에 200 mm 마다 층두께를 표시하여 층다짐상태를 확인할 수 있도록 하고, 다짐 완성 후 1층의 두께가 200 mm 이내가 되도록 층다짐을 실시한다.

3.9.3 진동로울러를 사용하는 뒤채움부는 구조물 구체에서 1 m 정도 떨어져서 중량 10 t 이상의 대형 진동 다짐로울러를 사용하되, 진동에너지를 크게 하여 다짐 효율이 커지도록 하여야 한다. 진동로울러로 다짐을 할 수 없는 날개벽 등 구조물이 접하는 부위는 마이티팩(mighty pac) 및 소형 램머(rammer) 등을 사용하여 규정된 밀도를 얻을 때 까지 다짐을 실시한다.

3.9.4 뒤채움과 접하는 후면 비탈면의 느슨한 부분은 뒤채움부 다짐 을 할 때 진동로울러로 강하게 다져 다짐밀도를 뒤채움부와 맞추어야 한다.

3.9.5 암거는 편토압이 작용하지 않도록 뒤채움부 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 뒤채움을 실시하고, 현장여건상 동시 시공이 어려운 경우 감독자의 승인을 받아 양측 최고 단차가 1.0 m 이하가 되도록 시공한다.

3.9.6 암버력 쌓기를 한 구조물 뒤채움부를 진동다짐 할 때에는 과도한 진동으로 인한 구조물의 피해가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.7 콘크리트가 규정대로 양생되지 않은 상태에서 부득이하게 뒤채움을 실시하는 경우에는 진동이나 충격에 의한 구조물 균열 또는 손상이 발생하지 않도록 콘크리트 설계기준강도의 80 % 이상이 확보된 후 또는 14일 이상 양생한 후 감독자의 승인을 받고 뒤채움작업을 실시하여야 한다. 또한, 한쪽 부위가 반대쪽보다 높게 뒤채움하는 콘크리트 구조물의 경우나 석축 구조물을 뒤채움하는 경우에도 동일하게 적용한다.

3.9.8 뒤채움 재료의 함수비는 최적함수비의 허용범위 이내이어야 하고, 함수비가 높아 규정된 다짐률 및 지지력을 확보하기 어려운 경우에는 재료를 건조시켜 재다짐하거나 감독자의 승인을 받아 다른 노상토급의 재료를 사용하여 시공하여야 한다.

3.9.9 구조물보다 흙쌓기를 먼저 시공하는 곳은 대형장비의 작업이 가능하도록 구조물 부위 전후 10 m 이상 구간의 흙쌓기를 유보하고, 뒤채움 시공을 할 때 흙쌓기를 병행한다.

3.9.10 복개형 터널의 콘크리트 암거와 라멘 교량에 뒤채움을 할 경우, 계약상대자는 상부 슬래브 콘크리트를 타설 · 양생하여 설계기준강도의 80 % 이상을 확보한 후 뒤채움을 하여야 한다.

3.9.11 뒤채움 재료의 중량이 구조물에 쐐기형의 집중하중으로 작용하는 것을 방지하기 위하여 뒤채움부와 접하는 후면 흙쌓기 면은 계단식이나 톱날식으로 형성한다.

3.9.12 구조물 뒤채움부는 타 공종보다 조기에 시공함으로써 작업용 차량통행 및 자연다짐을 유도하여 잔류침하를 최소화할 수 있도록 작업계획을 수립하여야 한다.

3.9.13 계곡부 수로 암거의 기초 또는 뒤채움 부위의 전석은 제거하고, 승인된 뒤채움 재료로 치환한 후 다짐을 시행하여 복류수에 의한 토립자의 유실을 예방하여야 한다. 또한, 유입수에 대한 배수대책을 강구하여야 한다.

3.9.14 뒤채움의 1층 다짐 완료 후 두께는 200 mm 이하이어야 하며, 각층마다 KS F 2312 C, D 또는 E 방법에 의하여 구한 최대건조밀도의 95 % 이상의 밀도로 균일하게 다짐을 하여야 한다.

3.9.15 계약상대자는 현장밀도에 의한 다짐관리가 부적합하다고 판단될 경우에는 KS F 2310에 따라 다짐관리를 하여야 하며, 상부 포장형식에 관계 없이 지지력계수(K_{30})는 뒤채움 재료가 보조기층일 경우에는 침하량 2.5 mm에서 300 MN/m³ 이상이어야 하고, 양질의 토사일 경우에는 침하량 2.5 mm 에서 150 MN/m³ 이상이어야 한다.

3.9.16 뒤채움부는 관리 쉬트를 작성하여 관리하여야 한다.

2-8 토공의 마무리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 선형, 경사, 횡단면에 따라 균일한 형상이 되도록 토공부를 다듬고 정리하는 마무리 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

벤켈만빔(Benkelman beam)에 의한 변형량 시험 방법

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 노상면 준비

3.1.1 계약상대자는 설계도서에 따른 노상면의 높이와 폭 등이 횡단면에 일치하도록 하고, 각 마무리 층의 다짐도가 품질기준에 적합하도록 시공한 후 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.1.2 노상면은 도로 완성면과 평형을 이루어야 하며, 노상면의 어떤 점을 선택해서 측정하더라도 계획고보다 30 mm 이상 차이가 있어서는 안 되고, 3 m의 직선자로 검사하였을 때 10 mm 이상의 요철이 있어서도 안 된다.

3.1.3 노상 마무리 면에 대한 최종 점검 후 보조기층 재료를 깔기 전에 우천 등으로 노면 손상이 있는 경우와 동절기를 경과한 경우 또는 3개월 이상 방치한 경우에는 노상면 마무리 다짐 및 점검을 재 실시하여야 한다.

3.1.4 노상면에 맹암거를 설치하여야 하는 경우 계약상대자는 노상 마무리면 검사를 받을 때 감독자에게 시공 완료된 노상면과 동일한 검사를 받아야 한다.

3.2 프루프 로울링 (proof rolling)

3.2.1 계약상대자는 노상 최종 마무리면의 표면 전체에 대하여 감독자의 확인을 위한 타이어 로울러 또는 하중을 만재한 15 t 덤프트럭으로 프루프 로울링을 실시하여야 한다.

3.2.2 프루프 로울링에 사용되는 타이어 로울러의 복륜하중은 5 t 이상, 타이어 접지압은 0.55 MPa 이상이어야 한다.

3.2.3 프루프 로울링에 의한 변형량을 측정하고자 할 경우에는 벤켈만빔(Benkelman beam)에 의한 변형량 시험방법을 이용한다.

3.2.4 프루프 로울링 결과 노상면의 변형량은 5 mm 이상 발생하여서는 안 된다.

3.2.5 계약상대자는 육안으로 노상면의 변형이 확인되는 곳을 표시하여 다짐이 부족한 부위에는 재다짐을 실시하고, 함수비가 높은 부위에는 함수량을 조절한 후에 재다짐을 실시하며, 재료가 불량한 부위에는 양질의 재료로 치환하여 재시공을 하여야 한다.

3.3 비탈면 면고르기

3.3.1 흙쌓기부, 땅깎기부, 진입도로, 측구, 수로, 토취장, 사토장 등의 모든 비탈면은 설계도서에 따라 선형이나 경사에 일치하도록 마무리하여야 한다.

3.3.2 비탈면에 떼를 심거나 수목 식재를 할 경우에는 최대치수가 60 mm 이상의 돌덩어리 및 기타 폐기물을 제거하여야 한다.

3.4 완성면의 보호

3.4.1 토공부에 연하여 설치된 각종 배수시설은 효과적인 배수가 가능하도록 하며, 항상 그 기능이 유지되도록 하여야 한다.

3.4.2 완성된 노상면에는 자재를 적치해서는 안 되며, 돌 부스러기나 이물질은 깨끗이 청소하여야 한다.

3.4.3 검사가 완료된 노상 마무리 면에 감독자의 확인을 받아 자재를 적치한 경우에는 자재 제거 후 재검측을 받아야 하며, 자재 적치가 필요한 부분의 최종 마무리 면에 대한 검측은 가급적 자재를 완전 제거한 후에 실시하여야 한다.

3.4.4 노상면이 기후조건으로 불안정할 경우에는 차량이나 장비의 운행을 금지하여야 한다.

2-9 기초재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 소구조물 등이 설치 될 지반에 조약돌, 쇄석 또는 모래 등을 부설하여 안정된 지반을 형성하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 공통재료

2.1.1 기초용 재료는 직경 100 mm ~ 150 mm 정도의 자연석 또는 쇄석으로 편장석이나 연약한 돌을 함유하지 않아야 한다.

2.1.2 기초용 모래는 강모래 · 바다모래 또는 부순모래로서, 점토 · 실트 및 기타 유해물을 함유하지 않은 것으로서, 10 mm 체를 전부 통과하고 0.08 mm 체 통과량이 10 % 이하이어야 한다.

3. 시 공

기초재를 부설할 때에는 잡석채움 등으로 공극을 메우고 소형로울러 또는 램머 등으로 규정대로 다짐을 한 후 설계두께로 마무리 하여야 한다.

2-10 비옥토 모으기 및 활용

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 건설현장의 유기물을 많이 함유하고 있는 표토(비옥토)를 포함한 부지의 정지공사를 할 때에 적용한다.

1.1.2 비옥토는 유기물질 함유뿐만 아니라 자생종 함유가능성이 높으므로 지정된 조경공사를 할 때 우선적으로 활용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

2. 재 료

2.1 비옥토는 설계도서에 지정된 장소에서 채취·수집하여야 한다. 설계도서에 채취장소가 명시되지 않아 계약상대자가 선정하는 경우에는 사전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

2.2 비옥토로서의 적합성 여부는 유기물, 무기물, 유해물질의 존재여부 및 총량 등으로 결정한다.

2.3 비옥토는 표 2-10-1의 판단기준에 따라 사용용도에 맞게 사용한다.

표 2-10-1 비옥토의 적합성 판단기준

항목	적정(개량)기준	적용여부	항목	적정(개량)기준	적용여부
투수계수	10^{-4}~10^{-5}cm/sec		토양산도(pH)	5.5~7	
보수성	건토 중의 40~80%		전기전도도(BD1:5)	0.1~0.2 mmho/cm	
토양구조	입상		염분	0~0.05 %	
토성	사양토~식양토		전질소	0.1 % 이상	
토색	암갈색~흑색		유효인산	50 ppm 이상	
토양경도	20 mm 이하		토양유기물	3 % 이상	
돌,자갈 등	없음		치환성칼륨	10 mg/100 g 이상	
양이온 치환용량(CEC)	10 ms/100 g 이상		치환성석회	2.5 me/100 g	

※ 농림축산식품부 비옥토 적합성 기준

주 1) "적용여부"항에 ○, ×로 표기한다.

2) "적용(개량)기준"은 설계자의 재량으로 다소 변경될 수 있다.

3. 시 공

3.1 준비

3.1.1 채집대상 비옥토가 산성(pH 5.5 이하) 또는 알칼리성(pH 7.5 이상)인 경우에는 석회 분말 또는 적당한 산화물로 중화시켜 사용한다.

3.2 채취

3.2.1 강우로 인하여 비옥토가 습윤상태이거나 먼지가 날 정도의 이상 건조상태일 경우에는 채취작업을 피해야 하며, 재작업은 감독자와 작업시행 여부에 대하여 협의 · 조정한다.

3.2.2 지하수위가 높은 평탄지 또는 토사유출에 따른 재해예상 구역에서는 가능한 한 채취를 피한다.

3.2.3 비옥토를 채취할 때 낙엽 등 부산물이 섞이지 않아야 하며, 30 mm 이상의 잔돌 등이 없어야 한다.

3.2.4 채취두께는 200 mm를 표준으로 하되, 토양시험 결과 및 사용기계의 작업능력과 안전을 고려하여 감독자와 협의 · 조정한다.

3.3 보관

3.3.1 배수가 양호하고 평탄하며 바람의 영향이 적은 장소에 임시 적치장을 조성하여 적치한다.

3.3.2 임시 적치기간 중에는 비옥토의 성질변화, 바람에 의한 비산, 우수에 의한 유출, 양분의 유실 등에 유의하여 방진덮개, 비닐 등으로 덮어 주어야 한다.

3.3.3 가적치 최소두께는 1 m를 기준으로 하며, 최대 3 m를 초과하지 않아야 한다.

3.3.4 자생수목 가식장과 함께 사용하는 경우에는 수목식재 여건도 함께 고려하여 선정한다.

3.4 운반

3.4.1 운반거리는 최소로 하고, 운반량은 적재함 상단으로부터 50 mm 이하까지만 적재하고, 덮개를 설치하여 적재물이 외부로부터 보이지 아니하고 흘림이 없도록 한다.

3.4.2 토양이 중기사용에 의하여 식재에 부적당한 토양으로 변화되지 않도록 채취, 운반 등의 작업순서를 정한다.

3.5 펴기

3.5.1 비옥토 복원 두께는 식재수목의 종류에 따라 결정한다.

3.5.2 비옥토 다짐은 수목의 생육에 지장없는 정도로 시행한다.

제3장 비탈면 안정공사

3-1 비탈면 보호공 ····· 125
3-2 비탈면 보강공 ····· 155
3-3 비탈면 구조물공 ····· 182

제 3 장 비탈면 안정공사

3-1 비탈면 보호공

3-1-1 비탈면 녹화

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 일반국도건설공사 중 깎기 및 쌓기 등으로 생성된 인공비탈면, 자연비탈면의 표면침식 방지 등에 의한 지표면의 안정과 경관보전을 도모하기 위하여 인공재료나 식물재료를 이용하는 녹화공사 일반에 적용한다.

1.1.2 비탈면 녹화공사는 안정한 경사로 시공한 비탈면에 실시하며, 녹화공사로 인하여 비탈면 안정성이 저해되지 말아야 한다.

1.1.3 비탈면 공사작업 중 또는 완료 후 공사비 산정을 위하여 애초 설계내용과 다른 경우 계약상대자는 관련 자료를 첨부하여 감독자에게 확인 요청을 하고 발주기관장이 임명한 암판정위원회 공동조사결과에 의하여 지층경계선을 확정하여 비탈면 녹화공법을 적용하여야 한다.

1.1.4 비탈면 녹화공법은 설계도서에 의한 토질 및 토양조건 · 지역조건 · 기상조건 · 비탈면 경사와 높이 · 재료의 품질 · 종자 등을 비탈면 녹화공법의 기준에 맞게 정하고, 지반분야 특급기술자 · 자연생태복원전문가에게 의뢰, 시험시공을 하여 감독자 승인을 받은 후 공사 시행이 되도록 하여야 하며, 모니터링 및 유지관리 계획을 마련하여야 한다.

1.2 참조표준 및 제출물

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3514 와이어 로프
KS D 7011 아연도금 철선
KS D 7018 체인링크 철망
KS D 7036 염화비닐 피복 철선
KS F 2302 흙의 입도 시험방법
KS F 2324 흙의 공학적 분류방법

농촌진흥청 비료공정규격
농약관리법 제3조 제 1항 영업의 등록

1.2.1 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3 시공 전 검토사항

1.3.1 녹화계획의 수립

토공계획 초기 단계부터 비탈면의 안정을 전제로 하며, 비탈면의 조형과 경관을 향상시키고 지속 가능하며, 유지관리가 쉬운 녹화계획을 수립한다.

1.3.2 복원녹화목표 설정

(1) 비탈면의 표면침식과 세굴을 방지하여 비탈면의 안정과 보호를 도모하고, 야생동물의 먹이와 은신처 제공 및 경관 향상을 목표로 한다.

(2) 자연과 조화되는 생태적 천이가 용이하게 이루어져 생태계 회복에 유효하고, 주변 생태환경과 조화되는 식물군락의 조성을 목표로 한다.

(3) 주변의 토지이용과 산림구조, 비탈면의 토질, 경사, 방향 등을 고려하여 키 큰 수림형, 키 낮은 수림형, 키 낮은 수림형과 초본주도형의 혼합형, 초본주도형 군락 중 하나를 목표로 하되, 생태자연등급도에 따라 해당 지역에 적합한 자생식물을 적극 활용하도록 한다.

1.3.3 비탈면의 생육기반안정

(1) 비탈면의 토질, 토양, 경사 등이 복원녹화의 목표로 설정된 식물군락의 생육에 적합하지 못하면 식물의 생육환경을 개선시키거나 생육기반의 안정을 위한 조치가 선행되어야 한다.

(2) 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 비탈면 어깨 배수구, 소단 배수구, 종배수구, 비탈면 끝 배수구, 암거, 유공관 등의 배수시설을 계획하여야 한다.

1.3.4 자재의 보관

종자 · 비료 등은 건조하고 서늘한 곳에 보관하여야 하며, 비탈면 보조자재와 보호철물류 및 기타 식생자재는 통풍이 잘 되고비나 눈을 피할 수 있는 곳에 자재별로 구분하여 보관하여야 한다.

1.4 유지관리 일반

1.4.1 비탈면 녹화의 유지관리는 인위적으로 비탈면을 녹화시키는 곳에만 적용한다.

1.4.2 비탈면의 녹화는 주변에서의 식물천이를 통한 안정적인 식물사회의 조성을 기본목표로 한다.

1.4.3 이 항에서 언급하지 않은 사항은 관련 “건설공사비탈면표준시방서”와 “도로공사표준시방서”의 내용대로 유지관리를 실시한다. 또한 시험시공 할 때의 유지관리도 이에 준하여 시행한다.

2. 재 료

2.1 녹화식물의 선정

2.1.1 녹화식물의 선정은 식물의 생육특성과 녹화복원의 목표, 비탈면의 토질과 경사, 방향 등 입지 조건을 고려하여 결정하되, 척박지에 잘 자라며 발아가 빠르고 뿌리 발달이 양호한 수종으로 하고, 종자의 대량 구득이 용이하여야 한다.

2.1.2 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며, 가급적 외래종자를 피하고 재래종자 또는 토착화가 진행된 외래종자를 사용하고, 부득이한 경우에는 외래종자와 재래종자를 적정비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않는 종자배합으로 한다.

2.1.3 식물군락을 파종으로 조성하고자 하는 경우 외래종자와 재래 목·초본 종자의 파종량은 환경녹화지역과 복원 목표에 따라 달리 정하되, 계약상대자가 제출한 종자 배합계획서에 따라 조정하도록 한다.

2.2 식생재료

2.2.1 식재용 식물

(1) 식물재료의 명칭은 우리말 관용명을 사용하되 필요한 경우 학명을 병기한다.

(2) 지정된 규격에 합당한 것으로서 발육이 양호하고 지엽이 치밀하며, 수종별로 고유의 수형을 유지하며, 가급적 대기 중 공해물질을 정화할 수 있는 수목과 환경저항성이 큰 수종을 선정하여야 한다.

(3) 병충해의 피해나 손상이 없고 건전한 생육상태를 유지하여야 한다. 다만, 병충해의 감염정도가 미미하고 심각한 확산의 우려가 없는 경우에는 현장조사를 하여 식물을 선정할 수 있다.

(4) 활착이 용이하도록 미리 이식 또는 단근작업과 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달한 재배품이어야 한다. 포트, 콘테이너 등의 용기 재배품인 경우에는 지정규격에서 10 % 범위까지를 기준으로 선정할 수 있다.

(5) 자연산 굴취수목을 사용하는 경우에는 양호한 뿌리분을 갖추고 수형·지엽 등이 표준이상으로 우량하며, 지정된 분의 크기 이상에 한하여 감독자

의 승인을 얻어 선정할 수 있다.

(6) 검사는 재배지에서의 사전검사와 지정장소 반입 후 검사로 구분하여 시행한다. 사전검사에 합격하여도 굴취, 운반 등의 취급이 나쁘거나 굴취 후 장기간이 경과한 것은 지정장소 검사에서 합격품으로 인정하지 아니한다. 다만, 경우에 따라서는 재배지에서의 사전검사를 생략할 수 있으며, 야생수목은 굴취 할 때에 검사하여 사전검사로 대신할 수 있다.

2.2.2 지피류 및 초화류 식재

(1) 지피류 및 초화류 소재는 종자 및 1년생, 2년생, 숙근류, 구근류 등으로 구분하여 사용한다.

(2) 종자의 규격은 중량 단위의 수량과 순량률 및 발아율로, 초화류의 규격은 분얼, 포기 등으로 표시한다.

(3) 종자는 신선하고 병충해가 없어야 하며, 잡초의 종자가 혼합되어 있지 않고, 발아율이 양호한 것이어야 한다.

(4) 지피류 및 초화류는 지정된 규격에 적합하고, 줄기 · 잎 · 꽃눈의 발달이 양호하며, 병충해의 피해가 없고 뿌리가 충실하여 흙이 붙어 있어야 한다.

(5) 분얼규격은 지정 수치의 분얼을 가져야 하며, 발육상태는 균일하여야 하고 분얼되어 일정기간 성장한 것이어야 한다.

2.2.3 잔디 및 잔디종자

(1) 잔디

① 잔디는 일반 잔디와 롤형 잔디로 구분된다. 일반 잔디는 자연산 또는 재배잔디로 규격은 가로 0.3 m, 세로 0.3 m, 두께 30 mm의 것을 기준으로 하되, 반입잔디가 소규격인 경우 감독자와 협의하여 시공한다. 롤형 잔디는 난지형 잔디 또는 한지형 잔디를 재배한 것으로, 잔디수확기로 떼어내어 롤형태로 말은 잔디로서, 규격은 1 ㎡ 이상의 것을 사용한다.

② 잔디의 품질은 재배품이거나 자연잔디를 채취한 것으로, 구비조건은 다음과 같다.

가. 잡초가 없고 지하경이 치밀하게 발달한 것이어야 한다.

나. 잎이 불규칙하거나 잎 끝이 찢어지지 않은 것이어야 한다.

다. 잡초가 섞이지 않았으며, 병충해의 피해가 없는 것이어야 한다.

라. 두께 및 크기가 균일한 형태가 되어야 한다.

마. 장기간 적재에 의하여 부패되지 않은 것이어야 한다.

바. 잔디의 품질이 양호하고 이물질이 없어야 한다.

사. 잔디의 보관과 관리가 용이하여야 한다.

③ 현장에 도착된 잔디는 1일 이내에 식재하여야 한다.

(2) 잔디종자

① 자생잔디는 국내 자생종 Zoysia 계통과 Poa의 잔디종자 사용이 가능하며, 종의 선정은 감독자와 협의하여 종을 선택한다. 잔디종자는 2년 이내에 채취된 것으로 발아촉진 처리된 것이어야 하며, 발아율 60 % 이상, 순량률 98 % 이상이어야 한다.

② 도입잔디는 현지의 제반 여건에 따라 감독자와 협의하여 종자를 선정하며, 발아율 80 % 이상, 순량률 98 % 이상이어야 한다. 혼합종자를 사용할 경우에는 자재조달 계획서를 제출할 때 원산지 증명과 품질보증서가 첨부되어야 하고, 혼합률은 감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 포복경 또는 지하경

잔디에서 흙을 털어낸 포복경 또는 지하경을 50 mm ~ 100 mm로 자른 것을 사용하되, 마르거나 썩지 않은 것을 사용한다.

2.2.4 초본류 종자 중 재래초종

정상적인 현장조건에서 발아율 30 % 이상, 순량률 60 % 이상이어야 한다.

2.2.5 목본류 종자

정상적인 현장조건에서 발아율 20 % 이상, 순량률 50 % 이상이어야 한다.

2.2.6 비 료

(1) 복합비료

농촌진흥청 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 감독자의 지시 및 공사시방서에 따른다.

(2) 유기질비료

조경용 유기질 비료는 퇴비, 부엽토, 부숙왕겨 또는 톱밥 등의 부산물을 완전히 부숙한 부산물 비료로 하되, 악취를 방지하거나 물리적 성상을 변화시키기 위하여 첨가제를 혼합하여 제조할 수 있으며, 유기물 함량이 25 % 이상, 유기물 대 질소의 비가 50 이하가 되어야 한다.

2.2.7 생육기반재

① 유기물 함량이 건물마다 중량비로 5 % 이상, 토양경도가 24 mm 이하, 공극률이 60 % 이상이어야 한다.

② 혼합종자와 비료를 포함하는 유기질 또는 무기질 토양개량재와 흙 또는 유기질이 많은 대용토를 적절히 혼합하여 만든 유기혼합토로 동 · 식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 그 성분배합은 이 시방의 기준에 따른다.

2.2.8 농 약

농약은 농약관리법 제3조 제1항에 따라 등록된 제조업자의 제조품목 중 병충해의 증상에 적합한 것을 사용하며, 감독자와 협의하여 변경 사용할 수 있다.

2.2.9 살충제

살충제는 광범위 살충제인 디프수화제를 기본 사용약제로 한다.

2.2.10 차폐수벽공사용 수목

교목성으로 차폐특성을 갖추고, 생육이 양호한 수종이어야 한다.

2.2.11 식생혈공사

소규모 식생분을 사용할 때나 식생혈공사를 할 때 사용되는 수목은 2년 이상 강건하게 육묘된 것을 사용한다.

2.2.12 덮기(멀칭)재

설계도서 및 감독자가 지시한 품질 이상의 것을 사용한다.

2.2.13 식생상

인조목, 통나무, 철근콘크리트, 합성수지 등을 사용하되, 각각 한국산업표준 표시품 또는 동등 이상이어야 하고, 식생이 안정적으로 유지되도록 배수를 고려하여 견고하게 제작한다.

2.2.14 각종 자재

동 · 식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 품질기준은 이 시방서의 기준에 따른다.

2.2.15 침식방지망

보습 · 보온 효과가 있고 인장강도가 높아야 하며, 종자발아에 유해 되는 물질이나 식생기반재에 유해한 영향을 주지 않아야 한다.

2.2.16 격자틀 및 블록제품

접합부가 일체식으로 연결될 수 있어야 하며, 녹화식물의 생존조건 이상의 토심깊이와 규정에 적합한 재료품질을 갖추어야 한다.

2.2.17 낙석방지망

내부식성이 있고 조립이 용이하며, 낙석에 견딜 수 있는 내구성과 강도를 가져야 한다.

2.2.18 새집붙이기 재료

가능한 자연석 및 돌 등 자연재료를 사용하여 비탈면 품질을 확보하여야 한다.

2.2.19 물

오염되거나 식물생육에 유해한 물질이 섞여 있는 물을 사용해서는 안 된다.

2.2.20 기타재료의 품질

설계도서 및 공사시방서에 따르며, 이를 변경·조정하고자 할 때에는 감독자에게 제출하고 승인을 받아 시행하며, 해당 내용을 보존하여야 한다.

2.3 유지관리용 재료

2.3.1 녹화공법의 식생기반재료는 제품 및 환경기준에 맞는 제품을 사용하되 시공 전후에 총 2회에 걸쳐 제품의 품질분석을 의뢰한 결과를 감독자가 보유하고 있어야 한다.

2.3.2 화이버, 섬유제품 등의 멀칭(mulching) 자재는 유기재료를 사용하여야 하며, 종자의 발아 및 생육에 장해가 없는 품질을 갖추어야 한다.

2.3.3 부착망은 체인링크철선과 염화비닐피복철선으로 사용하되 기준에 적합한 제품으로 시공하여야 하며, 시공 후에도 감독자는 품질을 확인할 수 있도록 한다.

2.3.4 계약상대자는 앙카핀 및 착지핀의 경우는 설계에 맞는 제품을 사용하였는지 확인하고, 품질검사전문기관에서 분석한 앙카핀 및 착지핀의 분석결과를 보관하고 있어야 한다.

2.3.5 계약상대자는 녹화식물종자에 대하여 품질검사전문기관에서 시험한 발아율 시험성적서를 가지고 있어야 하며. 시공 후에도 향 후 시공사에서 조사 분석한 발아 및 생육 성적서를 가지고 있어야 한다.

2.3.6 비탈면의 시공 후의 추적 식생조사는 초기조사(시공 후 1, 2개월), 중장기조사(6개월~1년 이상)로 나누어 시행하고, 최소 2가지 이상의 식생군집조성이 안되고 전체 피복도가 60 % 이하일 때는 재시공 등의 조치를 취할 수 있다.

3. 시공

3.1 시공 일반

녹화공법의 안정성·경제성 및 녹화특성을 고려하되 선정된 녹화식물의 생육과 식물군락 형성에 가장 적합한 공법을 선정하며, 동일 비탈면에는 동일 공법을 적용하여야 한다.

3.2 시공 적기 및 부적기

(1) 일평균 기온이 10 ℃ ~ 25 ℃ 일 때는 녹화공사를 시행하는 것으로 한다.

(2) 25 ℃ 이상일 때에는 고온 건조하여 해를 받기 쉬우므로 여름철 시공은 피하도록 한다. 그러나 공기의 형편에 따라 부득이 시공할 경우에는, 건

조의 해를 잘 받지 않는 종류가 적합하다. 즉, 흙쌓기 비탈면에는 줄떼공사 · 식생매트공사가 가능하며, 땅깎기 비탈면에 대해서는 토질특성을 고려하되 식생대공사 · 부분객토식생공사 · 식생매트공사가 사용될 수 있다.

(3) 10 ℃ 이하에서는 동상에 의한 건조의 위험과 붕락 등을 일으키기 쉬우므로 동절기의 시공은 피하여야 한다. 그러나 공기의 형편상 부득이 시공할 경우에는 씨앗의 탈락이 적은 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.

(4) 떼붙이기공사의 시공시기는 동절기(12월 ~ 2월)를 제외하고 연중 가능하며, 3월 ~ 4월 및 10월 ~ 11월 시공이 적합하며, 씨앗파종은 봄철(3월 ~ 5월)이 적기이나 6월 ~ 9월까지는 시공이 되어야 한다.

3.3 생육기반 조성

3.3.1 면정리 및 고르기

(1) 토사비탈면의 면정리 및 고르기

① 풍화침식으로 비탈면과 유리되어 흘러내리거나 침식과 세굴된 부분을 정리하고, 소단부에 퇴적된 토사와 불안정한 돌 등을 제거한다.

② 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 하여야 한다.

③ 비탈면 상 · 하 단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피하여 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존 식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.

④ 시공된 비탈면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손상 우려가 있는 경우에는 비닐 등 보호막으로 덮어서 보호한다.

(2) 암반 비탈면의 면정리 및 고르기

① 암반 비탈면의 면정리 및 고르기는 토목시공면을 고려하되 주변 자연환경과 조화되는 녹화를 위하여 매끈하게 정리하지 않고 굴곡있는 암반으로 조성한다.

② 절취, 발파 등에 의한 불안정한 돌 등을 제거한다. 단, 다양한 크기의 파쇄된 돌들이 자연스럽게 쌓여서 안정되어 있을 때에는 예외로 한다.

3.3.2 비탈면 배수공사

(1) 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈면어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈면 끝 배수구, 암거유공관, 배수판 설치 등의 배수시설을 설계도서에 따라 설치한다.

(2) 소단부는 암반 비탈면이라도 생육기반재가 침식되지 않도록 횡단기울기를 두거나 배수구를 설치하여 소단에 물이 고이지 않도록 하여야 한다.

(3) 습한 상태의 비탈면은 생육기반이 항상 흡수 포화되어 병충해 발생이 우려되고, 식물생육이 곤란하므로 종·횡단 배수구 및 배수매트, 배수망, 배수판 등을 설치하여 집수처리 한다.

(4) 용수의 처리는 설계도서에 의하여 지상집배수공을 설치하여야 하며, 비탈면녹화공사를 하기 위해서는 생육기반과 분리된 배수층을 조성한다.

(5) 배수시설의 설치는 건설공사비탈면표준시방서 및 도로공사표준시방서의 해당 항목 및 내용에 따른다.

(6) 상부 자연비탈면의 표면수가 비탈면으로 유입되지 않도록 산마루 측구의 형상과 위치를 산지와 비탈면 경계부에 정한다.

3.3.3 비탈면 녹화 기초

(1) 훼손된 비탈면의 생태적, 경관적 복원 및 보전을 위하여 지속적으로 식물생육이 이루어질 수 있는 안정적인 생육환경을 조성하여야 한다.

(2) 생육기반재 부착용 심박기

① 비탈면에 생육기반재의 안정된 부착을 도모하기 위하여 말뚝, 철근 등의 비탈심을 3개/㎡ ~ 4개/㎡ 정도로 비탈면에 수직방향으로 깊이 박아야 한다.

② 비탈면에 암반이 있을 경우 암반의 절리방향 및 경사를 조사한 후 심박기 각도를 조정하여 설치하여야 한다.

(3) 비탈면 침식방지망

① 침식방지망을 사용하여 비탈면 지표면의 침식과 세굴방지와 종자유실방지를 통하여 발아촉진과 활착이 되도록 시공한다.

② 종자 뿜어붙이기를 시공한 뒤에 시공 비탈면 위에서 아래로 굴려 비탈면 모양대로 자연스럽게 펼치도록 하고, 방지망이 팽팽해지지 않도록 주의하여 지표면과 완전히 밀착되도록 한다. 또한, 방지망은 100 mm ~ 200 mm 정도 겹치게 설치하며, 비탈면에 엑스(X)자 형태로 고정 줄을 설치하고, 1 ㎡ 마다 1개 이상의 고정핀을 박아서 고정한다.

(4) 비탈면 보호용 격자블록

① 소형의 수로를 격자상으로 구획하여 지표수를 분산 집·배수함으로써 지표면 침식을 억제하고, 공사 전 채집된 표토 및 식생기반재를 녹화식물생육에 필요한 깊이로 채워 녹화되도록 시공한다.

② 격자블록을 설치할 때에는 비탈면을 평활하게 고른 다음 격자블록을 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 올려 붙여야 한다.

③ 격자의 교점부분에 활동막이를 사용할 때에는 활동막이가 격자와 고정되도록 한다.

④ 격자 내에 식재하기 위해서는 도입식물의 원활한 생육을 위하여 채집표

토와 식생기반재의 품질이 적합하여야 한다.

(5) 낙석방지망 덮기

① 비탈면에 불안정한 암괴나 돌 등이 낙석이 되어도 비탈면과 망사이로 미끄러지도록 하거나, 불안정한 돌을 눌러주어 식물의 생육기반이 안정되고 보전되도록 시공한다.

② 암반 비탈면의 굴곡부에 가능한 한 밀착시켜 세굴과 침식층의 퇴적이 발생되지 않도록 시공한다.

③ 식생기반재 뿜어붙이기와 병행할 때에는 기반재를 지탱할 수 있는 깊이로 앵커링을 박아야 한다.

④ 고정핀과 종 · 횡의 고정줄은 견고하게 설치하여야 한다.

(6) 편책

① 암반 비탈면 소단부 등에 수목의 원활한 생육이 가능한 선상의 편책을 설치하고, 표토 및 식생기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.

② 토양 수분의 저장 및 배수가 용이하도록 설치한다.

(7) 콘크리트 힘줄박기

① 현장타설 콘크리트격자를 만들어 급경사 비탈면의 표층부 붕락을 방지하고 식물의 생육기반을 조성할 수 있도록 한다.

② 비탈면의 조건에 따라 생육기반재의 채움깊이를 확보하여 도입식물에 의하여 콘크리트 면이 은폐되도록 시공한다.

(8) 돌망태

① 돌망태에 사용하는 철선은 아연도금철선, 합성수지피복철선 및 알루미늄도금철선이 있다.

② 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대지수보다 크고 250 mm 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야 한다.

③ 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 시공한다.

④ 돌망태의 하단부는 표토로부터 500 mm 하부에 설치하여 유실을 방지한다.

(9) 기타 비탈면 보호공

① 비탈면의 지표면 안정 및 보호가 되도록 시공하되 주변 생태환경을 고려하여 경관적 관점에서 조형적으로 시공하여야 한다.

② 인조암붙이기는 각 기본단위가 서로 견고하게 조립하며, 원지반에도 견고히 지지하고, 조립이음부분은 제품의 바위색과 동일한 색상재료로 빠짐없이 채워서 시공하도록 한다.

③ 모르타르 및 숏크리트를 이용한 보호공에는 시공면에 요철을 주어 자연미가 살아나도록 하며, 10 ㎡마다 1군데 이상의 식생혈이 가능하도록 한다. 모르타르 및 숏크리트 시공 비탈면에 대하여 녹화공법을 시공할 때는 지반분야특급기술자, 자연생태복원전문가의 자문을 거쳐 시공을 계획하고 시공하여야 한다.

④ 새집붙이기 등의 식재공을 병용하기 위해서 필요한 깊이의 식혈을 확보하고, 양질의 생육기반재를 투입하여 식생의 활착을 도모한다.

⑤ 이암 등 암질이 풍화에 약한 암으로 구성된 비탈면에 대해서는 전문가의 자문을 거쳐 식생 및 구조물을 보호하고 암석풍화를 저감시킬 수 있는 조치를 취한다.

3.4 비탈면 녹화

3.4.1 비탈면 잔디식재

(1) 잔디생육에 적합한 토양의 비탈면 경사가 1 : 1 보다 완만하여 비탈면을 일시에 녹화하고자 하는 경우에는 흙이 붙어 있는 재배된 잔디를 사용하여 붙인다.

(2) 비탈면 전면(평떼) 붙이기는 줄눈을 틈새 없이 붙이고 십자줄이 형성되지 않도록 어긋나게 붙이며, 잔디 소요면적은 비탈면 면적과 동일하게 적용한다.

(3) 비탈면 줄떼 다지기는 잔디 폭이 100 mm 이상 되도록 하고, 비탈면에 100 mm 이내 간격으로 수평골을 파서 수평으로 심고, 다짐을 철저히 한다.

(4) 선떼 붙이기는 비탈면에 일정 높이마다 수평으로 단끊기 후 되메우기 한 앞면에 떼를 세워 붙이되 흙층에 완전히 밀착되도록 달구판으로 다지기를 잘하고 줄눈이 수평이 되도록 시공하며 침하율을 감안하여 계획높이보다 덧쌓기를 하고, 부위별 떼의 규격은 설계도서 및 감독자의 지시에 따라 정한다.

(5) 잔디고정은 떼꽂이를 사용하여 잔디 1매마다 2개 이상 견실하게 고정하며, 시공 후에는 모래나 흙으로 잔디붙임면을 얇게 덮은 후 달구판으로 고루 두들겨 다져준다.

(6) 잔디판 붙이기는 비탈면의 침식방지 및 활착이 용이하도록 잔디판을 비탈면에 밀착 · 고정한다.

3.4.2 비탈면 수목식재

(1) 비탈면의 안정적이고 생태적인 녹화를 조기에 달성하기 위하여 비탈면에 수목을 도입하여 식재 · 시공한다.

(2) 새집 붙이기

① 암석을 채굴하고 깎아낸 요철이 많은 암반 비탈면에 점적 녹화를 목적으로 시공한다.

② 수목생육에 필요한 깊이로 표토나 생육기반재를 채운다.

(3) 차폐수벽

① 식생의 도입이 불가능한 암반 비탈면 및 채석장 등은 수목으로 차폐한다.

② 비탈면 하단부나 소단, 옹벽 등에 생육기반을 조성한 후에 2열 이상으로 식재한다.

(4) 덩굴식재

① 일반 식생의 도입이 불가능한 암깎기 비탈면을 덩굴식물에 의한 차폐와 녹화를 도모하기 위하여 시공한다. 단, 비탈면의 규모가 작아 덩굴식물이 주변 산림으로 확산하여 수목에 피해를 줄 우려가 있는 곳은 시공을 피하고, 비탈면 좌 · 우 시작점에서 10 m 이상 떨어진 곳에 식재한다.

② 비탈면의 상단부, 소단부, 하단부에 생육기반을 조성 · 식재하여 상향식 및 하향식 녹화가 동시에 이루어질 수 있도록 한다.

③ 주변 생태환경과 조화되는 덩굴식물을 선정하여 식재한다.

④ 식혈의 크기는 직경 0.3 m, 깊이 0.3 m 이상으로 한다.

⑤ 비탈면 하단부에 식재하는 등나무는 포트(pot) 재배한 1년 ~ 2년생 수목을 사용하며, 상부 유인용 지주목은 결속된 상태로 식재하며, 식재지역의 비탈면에는 유인용 철선을 설치하여야 한다. 수목의 규격은 근경 10 mm 이상의 묘를 사용하며, 2 m 간격으로 식혈마다 1주를 식재한다.

⑥ 깎기부 하단에 식재하는 담쟁이덩굴은 포트에 재배한 묘목으로 포트에 식재된 것을 사용한다. 식재간격은 1 m ~ 2 m 간격으로 하며, 담쟁이덩굴의 규격은 1년 ~ 2년생 묘목으로 덩굴길이 0.3 m 이상 묘목을 사용한다.

⑦ 포트재배묘를 식재할 때는 포트를 제거하여야 한다.

⑧ 포트재배묘는 지표면에서 20 mm 정도 깊게 식재하고 관수 후 복토 한다.

⑨ 식재지반은 객토를 시행하고, 표 3-1-1의 유기질비료를 시비기준에 따라 시비한다.

표 3-1-1 덩굴식물 유기질비료 시비기준

수종	규격	시비량(kg/주)
등나무	1년생~2년생 묘목	4
담쟁이덩굴	1년생~2년생 묘목 (L=0.3 m)	1

(5) 식생상(식생분)

① 암석을 채굴하여 요철이 많은 비탈면에 점적 녹화 및 부분 녹화로 경관 향상을 도모한다.

② 식생상은 비탈면의 경관을 고려하여 고르게 설치한다.

③ 비탈면의 적소에 설치하며 단단히 고정한다.

④ 식생상 안의 식물은 주변 임상과 조화되도록 생태적으로 적절히 배합하여 식재한다.

3.4.3 종자뿜어붙이기

(1) 종자뿜어붙이기의 적용범위는 토사구간으로 하며, 비탈면을 보호하고 녹화하기 위하여 적용한다.

(2) 시공시기는 동절기(11월 ~ 2월)를 제외하고 연중 시행 가능하나 보통 3월 ~ 6월, 8월 ~ 10월에 시공한다.

(3) 종자뿜어붙이기를 적용할 비탈면은 표면의 잡석을 제거하고, 면정리를 하여야 한다.

(4) 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사물의 침투를 용이하게 하기 위하여 1 ℓ /㎡ ~ 3 ℓ /㎡의 물을 미리 살포한다.

(5) 1 ㎡마다 소요되는 자재(초본류의 종자, 복합비료, 펄프 또는 화이버, 합성접착제, 색소 등)를 4 ℓ 의 물에 혼합하고 살포기계를 이용하여 뿜어붙이기를 하며, 뿜어붙이기 후 섬유류(펄프 또는 화이버)가 비탈면 전체에 골고루 피복되어 있어야한다.

(6) 종자 착지가 어려운 부분은 감독자의 지시에 따라 적정 간격으로 수평 또는 경사지게 골을 파고 시공한다.

(7) 종자가 비탈면 한쪽에 치우치지 않도록 종자살포기 탱크 안의 종자를 잘 섞어서 균일하게 분사한다.

(8) 파종 후 세굴과 침식이 우려될 때에는 비닐 등 피복재를 전면에 덮도록 하여 바람에 날리지 않도록 잘 고정한다.

(9) 시공 후 2개월 이내에 골고루 발아가 되지 않거나, 전면에 균일하게 발아되지 않고 일부만 발아되었을 때에는 처음과 동일한 방법으로 다시 파종하여야 한다. 단, 추계파종은 익년 춘계 발아 때 하자여부를 판정한 후 파종한다.

3.4.4 식생혈(종자혈)

(1) 비탈면에 일정한 간격으로 구멍을 파고 식생을 도입하여 녹화되도록 시공한다.

(2) 구멍의 밑바닥에 완숙된 퇴비나 복합비료를 넣어야 하고, 그 위에 생육기반재를 충진하며, 구멍의 상부에 종자를 넣고 복토한다.

(3) 식혈지는 선정된 수목의 생육에 적합한 깊이를 확보하여야 한다.

3.4.5 식생자루(종자자루)

(1) 생육기반 및 종자를 자루에 담아 비탈면에 판 수평구 속에 넣어 붙여 일시적으로 녹화되도록 시공한다.

(2) 자루를 넣을 구멍은 규정된 깊이로 파고, 틈 사이는 흙으로 채우고 자루 밑에 고형비료를 시비한다.

(3) 자루의 고정을 위하여 경질제, 염화비닐 U 철선(길이 250 mm) 등의 떼꽂이, 혹은 맹아력 · 발근력이 좋은 목본류의 가지로 된 떼꽂이를 1자루에 1본 ~ 2본을 사용한다.

3.4.6 식생매트(종자매트)

(1) 면상의 매트에 종자를 붙여 비탈면에 포설 · 부착하여 일시적인 조기녹화를 도모하도록 시공한다.

(2) 비탈면을 평평하게 끝손질한 후 떼꽂이 등을 꽂아 주어 들뜨거나 바람에 날리지 않도록 밀착한다.

(3) 비탈면 상부 0.2 m 이상을 흙으로 덮고, 매트 단부를 흙 속에 묻어 넣어 비탈면 어깨로부터 물의 침투를 방지한다.

(4) 긴 매트류로 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔고, 흙쌓기 비탈면을 다지고 붙일 때에는 수평으로 깔며, 양단을 50 mm 이상 중첩한다.

3.4.7 식생기반재 뿜어붙이기(종비토 뿜어붙이기)

(1) 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관 향상과 생태적 복원 및 녹화,비탈면의 보전을 도모하도록 시공한다.

(2) 비탈면이 특히 건조하거나 이물질이 붙어 있을 때에는 살수를 시행한 후 시공한다.

(3) 고압취부기에 의한 분사붙이기를 할 때에는 설계도서에 의하여 시공 전 재료배합관리실험을 반드시 실시한다.

(4) 암반 비탈면을 시공할 때에는 전면 피복녹화를 지양하고 균열과 요철에 따른 자연스런 부분녹화를 시행하여 주변 생태환경과 조화를 이룰 수 있도록 한다.

(5) 암의 균열간격이 클수록 시공두께를 두껍게 조절한다.

(6) 암의 돌출부 및 수직 · 역경사 비탈면은 녹화시공을 지양하고, 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.

(7) 식생기반재의 뿜어붙이기 두께는 얇은 식생기반재와 두꺼운 식생기반재

뿜어붙이기로 구분한다. 식생기반재의 뿜어붙이기 두께는 일반적으로 암반 깎기면의 경사 및 배양토 성질에 따라 상이하나 건식에 의한 두꺼운 식생기반재를 뿜어붙이는 경우 보통 1 : 0.7 전후하여 두께는 0.1 m ~ 0.15 m를 기준으로 하되, 암질 및 발파면의 절리방향 등에 따라 증감하여 설계 · 시공할 수 있다.

(8) 건식 식생기반재 뿜어붙이기를 할 때는 뿜어붙이기 면과 노즐을 1 m 이상 떨어진 곳에서 뿜어붙이기를 하고, 비탈면 상부에서 하부로 진행하여야 하며, 뿜어붙이기 최소 두께는 기준치의 80 % 이상이어야 한다.

(9) 면 정리가 완료된 상태에서 부착망은 낙석을 방지하고, 특수배양토의 부착을 용이하도록 설치하되, 앵커핀 · 철망 · 철선 · 착지핀 등을 이용하여 결속 작업을 견고하게 하여야 한다.

(10) 시공 후 검사는 100 ㎡마다 10군데를 지정하여 검측하고, 측정이 곤란할 경우에는 시공투입량으로 대신할 수 있다.

(11) 생육판정은 피복률, 목본성립본수 및 출현종수로 하되, 각 항목에 대한 판정기준은 표 3-1-2에 따른다.

표 3-1-2 식생생육판정 기준표

구분	피복율(%)	목본성립본수	출현종수	
			초본	목본
초본위주형	70~80 이상	1본/㎡ 이상	3종/㎡ 이상	1종/㎡ 이상
목본위주형	30~50	7본/㎡ 이상	2종/㎡ 이상	2~3종/㎡ 이상
	50~70 이상	4본/㎡ 이상	2종/㎡ 이상	2~3종/㎡ 이상
생물종다양성 복원형	30~50	7본/㎡ 이상	4종/㎡ 이상	3~4종/㎡ 이상
	50~70 이상	4본/㎡ 이상	4종/㎡ 이상	3~4종/㎡ 이상

(12) 생육판정시기는 시공 후 6개월 후를 기준으로 하되, 목본종 위주로 녹화한 경우 잠재발아를 고려하여 기준의 70 %를 적용하여 판단한다.

3.4.8 거적덮기공법

(1) 비탈면 표면의 잡석을 제거하고, 면정리를 한다.

(2) 종자뿜어붙이기를 실시 후 그 위에 볏짚으로 짠 거적을 비탈면 전체에 균일하게 덮는 공법과 식생용지에 종자와 비료를 접착시킨 후 볏짚을 입힌 제품을 비탈면 전체에 덮는 공법이 있다.

(3) 볏짚 거적이 바람에 날리지 않도록 고정핀으로 고정하고, 설계도서에 의거 적용한다.

(4) 거적을 엮고 연결에 사용하는 줄은 3~5년 내에 부식이 되는 환경친화적인 생분해성 재료를 사용한다.

3.5 시험시공 계획수립 및 시행방법

3.5.1 시험시공 계획수립

(1) 시험시공의 기본계획은 현장의 특성을 고려하여 감독자 · 자연생태복원전문가 등의 자문을 받아 정하도록 하며, 실시계획은 공법선정 후 발주처와 협의하여 최종 선정하도록 한다.

(2) 시험시공은 도로건설구간의 연장이 1개 공구, 10 km 내외 범위의 비탈면에 1군데를 적용하되, 감독자와 자연생태복원전문가와 협의하여 인접공구를 연계하여 한 장소의 동일 비탈면에 공법별로 면적 100 ㎡ ~ 200 ㎡를 시험시공 할 수 있다. 인접공구에서 같은 종류의 시험시공실적이 있는 경우에는 결과를 활용할 수 있다.

(3) 시험시공은 식생의 발아와 생육이 좋은 3월~5월에 실시하되, 감독자와 자연생태복원전문가 자문 등의 절차를 걸쳐 다른 시기에도 실시할 수 있다.

(4) 시험시공을 계획할 때에는 다음과 같은 항목을 조사하여 계획을 수립하도록 한다.

① 지형, 토질, 지질(암질) 조사 및 주변 환경조사

가. 비탈면 녹화 대상지역의 지형 및 지질자료는 토질조사보고서, 지질 및 암반전문가의 자문을 거쳐 녹화공법의 적용성을 검토한다.

나. 상기 토질조사보고서를 바탕으로 하여 감독자와 자연생태복원전문가는 대상 비탈면 주변의 산지, 지형, 계곡상태, 생태환경 등에 대한 현장조사를 실시한다.

다. 지질조사결과를 토대로 이암지역 등을 검토한 후, 이암 등에 의한 식생피해를 방지할 수 있는 대책을 수립 후 시공한다.

② 주변 식생 환경 조사 항목은 환경영향평가자료를 참조하여 적용한다.

③ 기후환경 조사

가. 기후환경은 대상지역의 가까운 거리의 기상관측소의 자료를 이용하되, 최근 10년간의 강우량 · 온도 · 습도 등을 평균산출하여 이용한다.

(5) 시험시공에 소요되는 종자의 종류, 혼합비율, 사용량은 발주기관, 감독자, 자연생태복원전문가와 협의하여 결정하도록 한다.

(6) 샘플 제공 : 시험시공에서 사용한 동일한 종자를 각 5 g씩, 그리고 혼합된 종자를 10 g씩 제출하도록 하며, 종자와 함께 시공에 사용된 개별 재료 · 혼합 재료 샘플을 제출하도록 한다.

3.5.2 시험시공의 수행

(1) 각 공법별 설계기준에 의거하여 시험시공을 수행한다.

(2) 시험시공을 할 때에는 시방서에 제시된 종자 및 재료의 정량을 사용하도록 한다.

(3) 시험시공은 가급적 동일한 환경조건에서 수행이 되도록 한다.

(4) 발주기관 및 감독자가 입회한 자리에서 종자 및 재료 혼합을 실시하도록 한다.

3.5.3 시험시공의 검측

(1) 취부두께 검측은 감독자 또는 자연생태복원전문가 등이 측정용 기구를 이용하여 100 ㎡마다 10회 이상 측정하여 평균 산술한 값으로 확인한다. 총 검측 결과의 평균두께값은 설계두께 이상이 되어야 하며, 각 지점에 대한 측정치의 최소허용치는 설계두께의 80 % 이상이어야 한다. 단, 시공 상단부, 돌출부, 역경사 지역 등 특수한 곳은 예외로 한다.

(2) 시공면적은 시공이 완료된 후 현지측량을 실시하여 설계도서와 비교 · 검토하여 확인한다.

(3) 시험시공 직후 식생생육기반재 샘플을 채취하여 식생생육기반재의 토양산도, 전기전도도, 염기치환용량, 전질소량, 염분농도, 유기물함량 등 토양 이화학성 등을 품질검사전문기관에 의뢰하여 분석하도록 하며, 그 결과가 기준치 이내이어야 한다.

표 3-1-3 토양의 화학적 특성 평가항목과 평가기준

평가항목		평가기준
항 목	단 위	
토양산도	-	5.5 ~ 8.0
전기전도도 (EC)	dS/m	1.0 미만
염기치환용량 (CEC)	cmol/kg	6 이상
전질소량 (T-N)	%	0.06 이상
염분농도	%	0.5 미만
유기물함량	%	3.0 이상

3.5.4 생육판정 기준

(1) 고정조사구 설치

식물조사방법은 주로 방형구법(quadrat method)과 벨트트랜섹트법(belt transect)을 이용하여 조사한다. 방형구법을 사용할 경우에는 시공면에 1 m

× 1 m의 임의 조사구를 3군데 이상 설치한다. 임의 조사구는 시공면을 대표할 수 있는 지점으로서 불규칙하게 분포되도록 한다.

(2) 측정 항목

생육조사는 고정 조사구 내에 출현하는 모든 수종 및 초종에 대해서 발아율, 발아본수, 생육높이, 식생피복도, 우점종, 식생생육량 등을 별첨된 야장에 의거하여 주기적으로 측정한다. 또한 생육특성 외에 시공면의 탈락 및 붕락상태 등을 함께 조사한다.

(3) 측정시기

시험시공은 3월~5월에 하고 판정은 당해 연도 가을에 하는 것으로 하고, 여름철(6월~8월)과 가을철(9월~11월) 시험시공은 다음해 가을에 판정한다. 측정은 2~3개월 간격으로 실시한다.

3.5.5 생육판정 방법

(1) 식생피복율

방형구(1 ㎡) 내에서 피복도 측정용 격자틀(200 mm × 200 mm)을 이용하여 3회 이상 측정 후 산술평균하여 전체피복도로 환산하거나 현장에서 육안으로 실측 또는 사진촬영 후 실내에서 피복율을 계산한다.

(2) 목본성립본수

목본성립본수의 판정은 방형구(1 ㎡) 내에서 측정용 격자틀(200 mm × 200 mm)을 이용하여 10회 이상 측정 후 1 ㎡의 성립본수로 환산한다.

(3) 출현종수

출현종수의 판정은 방형구(1 ㎡) 내에서 측정용 격자틀(1 m × 1 m)을 이용하여 출현한 목본 및 초종을 모두 조사한다.

(4) 식생생육량

식생생육량의 판정은 방형구(1 ㎡) 내에 출현한 목본 및 초종의 샘플을 채취하여 생육량을 조사한다.

(5) 수고 및 초장

수고 및 초장의 판정은 방형구(1 ㎡) 내에 출현한 수종 및 초종의 지면으로부터의 높이를 측정한다.

(6) 병충해

시험 시공 후 생육판정시기까지 수시로 파종 식물에 대한 병충해 발생 유무를 조사한다.

(7) 최종 생육판정시기

시공시기에 따라 식물의 생육특성이 다르기 때문에 춘기, 하기, 추기 및 동기의 시공에 큰 차이가 발생한다. 춘기 시공일 경우에는 시공 6개월

(180일) 후에 최종 판정하며, 시공시기가 다를 경우에는 감독자와 자연생태복원전문가가 협의하여 판정시기를 다음년도에 실시하는 등 시기를 조절할 수 있다.

3.5.6 기타항목 판정 방법

(1) 토양산도 : 토양산도는 시료를 채취 후 pH meter를 이용하여 측정하거나 간이 토양산도계를 이용하여 측정한다.

(2) 토양습도 : 식물이 이용 가능한 유효수분의 함유량은 시료를 채취하여 건조시키는 방법을 이용하여 구하거나 간이 토양습도계를 이용하여 측정한다.

(3) 토양경도

토양경도는 산중식 토양경도계의 측정치를 기준으로 하며, 총 10곳의 위치에서 측정하여 산술평균한다.

일반적으로 10 mm ~ 24 mm 범위의 토양경도가 식물생육에 적당하다.

(4) 탈락 및 붕괴지점 : 식생기반재의 탈락 및 붕괴지점이 있는가를 수시로 조사한다. 시공면에서 탈락이 고르게 발생한 경우에는 설치된 조사구에서 탈락 및 붕괴상태를 조사하며, 조사구 내에서 탈락이 발생하지 않은 경우에는 전체 시공지에서 측정한 수치를 10 ㎡로 환산하여 계산한다.

(5) 녹화 지속성 및 천이여부 : 실질적으로 훼손지 비탈면이 생태복원이 되어가는 과정을 평가할 수 있는 지표로서, 평가시기의 제한요소를 해결하기 위하여 관련자료 검토 및 해당 공법이 적용된 외부 현장을 사례조사 하여 실질적인 생태복원 과정 및 효과를 검정한다. 평가방법은 공법별로 이미 시공된 현장(시험시공지에서 가까우며 유사한 비탈면 조건을 가진 3년 이상 경과된 현장)을 감독자와 자연생태복원전문가가 함께 방문하여 평가한다.

(6) 시공효율성 : 시공효율성은 시공 후 유지관리의 요구정도와 시공할 때의 작업성 등을 종합 평가하여 정한다.

3.6 유지관리 일반

3.6.1 시공할 때에는 반드시 감독자의 입회하에 시공을 시작하고 중간검사 · 완료검사 등의 절차로 감독자가 2회 이상 입회하여 유지관리를 한다.

3.6.2 비탈면의 녹화공사 시에는 비탈면의 환경특성, 지역, 기후특성 등을 고려하여 감독자의 지시에 의하여 토양재료, 멀칭재료, 관수, 시비, 위해 외래종 제거 등의 유지관리작업을 준공시점까지 시행하여야 한다.

3.7 수목유지관리

3.7.1 전 정

활착 촉진을 위하여 가지치기를 할 경우 수형이 파괴되지 않는 범위 안에서 실시하여야 하고, 전정은 연간 1회를 실시하되, 5~6월에는 춘기개화 화목류 · 상록수 · 생울타리 위주로, 가지 줄이기 · 솎기 · 다듬기 실시하고, 10~11월에는 춘기개화 화목류를 제외한 전체 수종의 가지 줄이기 · 솎기 · 다듬기 등을 시행한다. 전정대상은 마른 가지, 병충해 피해 가지, 꺾이거나 손상된 가지, 밀생하여 채광이나 통풍에 장해가 되는 가지, 가로수나 독립수의 주간에서 나온 맹아지 또는 밑둥에서 나온 곁순, 통행에 지장을 주는 가지, 역지, 교차지, 도장지 등 수형 형성 및 생육에 장애가 되는 가지로 한다.

(1) 조형수목은 목적하는 수형으로 가지치기를 행한다.

(2) 자연수형유지 수목은 가지 솎기를 하되 과도한 가지 자르기를 하지 않는다.

(3) 화목류는 화아분화시기를 감안하여 춘기개화 수종은 낙화 직후에 가지 솎기 · 가지줄이기 등을 시행하고, 하절기 개화수종은 일반전정을 할 때 시행한다.

(4) 관목류는 수목의 특성에 따라 가지 줄이기, 가지 솎기 등을 시행한다.

(5) 생울타리는 생울타리용 나무를 심은 뒤 윗면을 가지런히 전정하며, 유지관리 할 때 불필요한 가지나 도장지 등을 정리하고, 목적하는 울타리 높이와 폭의 양면을 가지런히 베어낸다.

3.7.2 하자수목의 교체

수목이 가지 끝에서부터 말라 죽어 뿌리만 남거나 수관의 2/3이상이 고사하는 경우 하자수목으로 간주하며, 하자수목에 대하여는 즉시 제거하고 계절적 조건이 허용하는 대로 준공 당시의 수목규격과 동일한 수목으로 교체하여야 한다.

3.7.3 지주 해체

수목의 유지관리공사가 완료되는 시점에서 지주를 해체하여야 한다.

3.8 잔디유지관리

3.8.1 잔디시비

(1) 잔디시비는 관리기간 중 연간 1회 실시한다.

(2) 비료는 질소, 인산, 칼리의 성분비율이 21-17-17인 복합비료를 사용하며, 1회에 ㎡마다 30 g씩 살포한다.

(3) 제초작업을 실시한 뒤에 시비하며, 가급적 비가 오기 전에 실시하고, 비

가 온 직후 또는 이슬이 마르기 전의 오전 중에 시비하면 비료의 피해를 입을 우려가 있으므로 피해야 한다.

(4) 잔디 위에 비료를 고루 뿌린 뒤 잔디 잎에 묻은 비료를 비로 털어 준다.

3.8.2 잔디제초

(1) 잔디제초는 관리기간 중 연간 2회 실시하되, 5월~10월 중에 시행한다.

(2) 제초는 인력으로 하며, 잡초의 뿌리 및 지하경을 완전히 제거하여야 하고, 제거된 잡초를 잔디 위에 방치할 경우 햇빛을 가려 잔디의 생육에 지장을 주므로 즉시 제거하여야 한다.

3.8.3 잔디깎기

(1) 잔디깎기는 관리기간 중 연간 2회 실시하되, 6월 ~ 10월 중에 실시하며, 잔디 유지관리 최종작업은 잔디깎기로 마감되어야 한다.

(2) 잔디밭 안에 있는 수목 · 초화류 · 시설 등이 손상되지 않게 주의하여 균일하게 베어내며, 잔디상태에 따라 깎는 높이를 조절한다.

(3) 토양에 습기가 있어 젖어 있을 경우는 깎기를 중단한다.

(4) 깎여진 잔디는 잔디밭에 남겨 두지 말고 비나 레이크 등으로 모아서 버린다.

3.8.4 병충해 방제

(1) 희석액은 지정의 농도로 희석하여 혼합하고, 지정량을 균일하게 뿌린다.

(2) 살포일은 바람, 일조, 강우 등의 기후조건을 고려하여 정한다.

(3) 잔디밭 안의 관목, 초화 등과 인접한 땅으로 날아가지 않도록 주의하면서 살포 한다.

(4) 한국 들잔디는 병충해 피해가 적으므로 피해지역이 발생하였을 경우에 방제하도록 하고, 피해지구는 설계변경 한다.

3-1-2 격자블록

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면의 보호를 위한 현장치기 콘크리트 격자블록, 프리캐스트 콘크리트 격자블록, 수지제품의 격자블록, 교대보호블록 및 호안공사, 모르타르 격자블록공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 격자블록

콘크리트 격자블록에 사용하는 콘크리트의 재료는 이 시방서 15-4절에 따른다. 블록의 치수 및 표준중량은 설계도서에 따른다.

2.2 수지류 격자블록

2.2.1 수지류 격자블록에 사용하는 합성수지 제품의 품질기준은 압축강도가 30 MPa 이상, 휨강도가 0.8 MPa 이상이어야 한다.

2.2.2 블록의 치수 및 모양은 설계도서에 따라야 하며, 별도의 표시가 없는 경우 감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

2.2.3 화재의 위험이 적은 곳에 설치한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 블록의 설치면은 비탈면 고르기 등으로 정형 마무리를 하여야 한다.

3.1.2 비탈면의 정형 마무리는 규준틀 및 규준계를 설치하여 확인하여야 하며, 규준틀 등은 시공을 완료할 때까지 유지하여야 한다.

3.1.3 비탈면의 정형 마무리를 할 때에는 암 노출부위 등의 깨어진 암석을 모두

제거하고, 단단한 암반인 경우에는 감독자와 협의하여 비탈면 보호용 격자블록을 설치하여야 한다.

3.1.4 비탈면 보호용 격자블록의 설치는 비탈 끝 아래쪽에서부터 위쪽으로 시공하게 되므로 격자블록의 속채움 흙을 확보할 수 있도록 여유공간을 확보하여야 한다.

3.1.5 비탈면에 용수가 있을 때에는 배수로를 설치하여 시공면에 물이 흘러들지 않도록 하여야 한다.

3.1.6 비탈면의 붕괴 등이 예상되거나 비탈면에 있는 입목을 보호하여야 할 경우에는 감독자와 협의하여 붕괴방지 시설 또는 입목보호를 위한 조치를 취하여야 한다.

3.1.7 보호블록의 연결 및 조립방법은 설계도서에 따라 보호블록을 접합시킨 다음 앵커핀을 비탈면에 설계깊이까지 고정시켜야 한다.

3.1.8 앵커핀을 비탈면에 관입할 때에는 연결판(조립판)이 파손되지 않도록 지면에 직각으로 고정시켜야 한다.

3.1.9 종 · 횡 방향으로 격자블록의 완전 조립 · 배열이 끝나면 보호블록 내면에 복토를 시행하여야 한다. 이때에는 잔디의 발육을 위하여 부식된 비옥한 흙을 비탈면 보호블록 내에 가득히 채우고, 나무방망이를 사용하여 균등하게 다짐을 하여야 한다.

3.1.10 떼붙임 공사는 풍화암 및 화강풍화토(마사토) 지역인 경우 흙이 많이 붙은 평떼로 블록 내 전체를 조밀하게 식재하여야 한다.

3.1.11 흙을 다질 때에는 약간 젖은 상태로 다져야 하며, 나무조각이나 큰 암석 · 기타 불순물을 골라내며 다져야 한다.

3.1.12 보호블록의 설치위치 및 형태는 현장여건에 따라 변경할 수 있으나 공사착수 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.13 화재의 위험이 우려되는 지역은 수지류 격자블록의 적용에 주의를 기울여야 한다.

3-1-3 숏크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면의 안정을 위하여 시공하는 숏크리트 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 7017 용접 철망 및 철근 격자
KS M 3404 일반용 경질 염화비닐관
KS F 2577 숏크리트용 재료
KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
1.3.2 숏크리트용 혼화제 시험성적서
1.3.3 숏크리트용 품질관리 시험결과
1.3.4 숏크리트 시공계획서

2. 재 료

2.1 콘크리트 및 철근

이 시방서 15-1절, 15-3절 및 15-10절에 따른다.

2.2 배수용 파이프

배수 파이프는 KS M 3404의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 보강용 철망

보강용 철망은 KS D 7017의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 숏크리트 공사를 하기 전에 혼합방법, 사용기계, 시공방법, 양생 등에 관한 시공계획서를 감독자에게 제출하고 협의하여야 한다.

3.1.2 비탈면에 숏크리트 공사를 하기 전에 압력수 또는 압축공기로 먼지, 이토 및 부석 등 부착에 지장을 주는 이물질을 제거하여야 한다.

3.1.3 숏크리트의 양생을 마친 후 최소 3일간 10 ℃ 이상의 기온을 유지하여야 하며, 강풍 및 강우 등 일기가 좋지 못한 기상조건에서는 시공을 하지 말아야 한다.

3.1.4 비탈면에 용수가 발생하거나 발생 우려가 있는 경우에는 배수공과 필요한 경우 유도시설을 설치하여야 하며, 비탈면의 배수공은 내경 40 mm ~ 45 mm 이상의 경질염화비닐관을 설치하며, 암반의 균열부나 토사 비탈면에서는 250 mm 이상 천공하여 관입시켜야 한다.

3.1.5 보강용 철망은 비탈면 요철에 따라 설치하고 팽팽하게 당겨 숏크리트 두께의 중간에 위치하도록 앵커에 고정하여 비탈면으로부터 15 mm, 마무리면으로부터 20 mm 사이에 설치하여야 하며, 보강용 철망 또는 강섬유 보강 숏크리트를 사용할 수 있다.

3.1.6 앵커의 설치간격은 1 m를 표준으로 하여 기초지반에 고정시켜야 한다. 비탈면이 비교적 평활하고 넓은 경우에는 필요에 따라 수축줄눈을 설치하고 줄눈재를 충전시켜야 한다.

3.1.7 숏크리트의 두께 측정용 봉은 가로 · 세로 5 m 간격으로 설치하여야 하며, 숏크리트 시공 후에는 임의의 위치에 검측공을 뚫어 숏크리트 두께를 검사할 수 있도록 하여야 한다. 숏크리트 두께검사의 최소두께는 설계두께의 75 % 이상이어야 하며, 검측된 평균두께가 설계두께와 같거나 합격률 80 % 이상이어야 한다.

3.1.8 숏크리트를 칠 경우에는 비탈면과 노즐이 약 1 m 정도 떨어진 곳에서 비탈면에 직각이 되도록 하여 시공하여야 하며, 비탈면의 상부에서 하부로 진행하여야 한다. 어떤 경우라도 비탈면의 하부에서 상부로 숏크리트를 시공해서는 안 된다.

3.1.9 숏크리트를 2층 이상 타설할 경우에는 1층을 타설하고, 다음 층은 1시간 정도 지난 후 시공하여야 한다.

3.2 품질 및 배합강도

3.2.1 숏크리트는 소요강도 · 내구성 · 수밀성과 함께 강재를 보호하는 성질을 가지고, 품질의 변동이 적은 것이어야 한다.

3.2.2 숏크리트의 배합강도는 구조물이 필요로 하는 강도 또는 설계기준강도 및 현장에서의 콘크리트 품질변동을 고려하여 정하여야 한다.

3.2.3 콘크리트의 압축강도는 KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법에 의하여 실시한다.

3-1-4 낙석방지망

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면에서 풍화로 인하여 낙석이 떨어지는 것을 방지하기 위하여 시공하는 낙석방지망 설치 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1012 6각너트
KS D 3514 와이어 로프
KS D 7018 체인링크 철망
KS D 7036 염화비닐 피복철선
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3504 철근콘크리트용 봉강

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 와이어 로프

2.1.1 와이어 로프는 KS D 3514(와이어 로프)에 적합하여야 한다. 종방향 와이어 로프의 외접원 직경은 20 mm 이상, 횡방향 와이어 로프의 외접원 직경은 16 mm 이상을 사용하며, 와이어 로프는 G종과 A종을 사용한다.

2.1.2 G종의 경우 로프 지름이 16 mm 일 때 117 kN 이상, 20 mm 일 때 183 kN 이상의 하중을 견디어야 하며, A종의 경우 로프지름이 16 mm 일 때 126 kN 이상, 20 mm 일 때 197 kN 이상의 하중을 견디어야 한다.

2.1.3 와이어 로프는 강연선의 수가 6개, 1개의 강연선의 소선수는 24가닥으로 보통 Z꼬임이어야 한다. 소선의 지름은 0.88 mm 이며 아연부착량은 G종의 경우 85 g/㎡ 이상, A종의 경우 70 g/㎡ 이상이어야 한다.

2.2 철망

낙석방지망에 사용되는 철망은 KS D 7036(염화비닐 피복철선)과 KS D

7018(체인링크 철망)에 적합한 제품으로서 철망 심선의 지름은 4 mm로 아연도금 후 PVC 코팅한 선의 지름은 5 mm 이상, 망눈의 치수는 50 mm × 50 mm 이하의 것을 사용한다. 이 때 아연부착량은 국내에서 일반적으로 사용되는 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 35 gf/㎡ 이상이어야 한다.

2.3 결속선

2.3.1 결속선은 철망과 철망이 겹치는 부위와 철망과 와이어 로프를 결속하기 위하여 사용하는 것으로써, 철망과 같은 규격의 제품을 사용하여 풀리지 않도록 종 · 횡방향 와이어 로프를 따라가며 와이어 로프 간 경간 길이의 20 % 이상 고르게 망눈에 맞추어 망눈마다 감아주어야 한다.

2.3.2 망과 망이 겹치는 부위는 500 mm 이상 겹이음을 하여야 하며, 겹이음 구간의 중앙부 상단에서 하단까지 망눈마다 감는 형식으로 결속하여야 한다.

2.4 조립구

조립구는 낙석방지망의 와이어 로프 교차점에 설치하여 와이어 로프의 이탈을 방지하고 교차점의 지지력 강화를 목적으로 설치하는 구조물로서, 조립구는 KS D 3503에 제시된 SS400 이상을 사용하여야 하며 조립구와 와이어 로프 사이의 인장력은 24.5 kN 이상 되도록 에폭시 등을 사용하여 와이어 로프의 이완이 없도록 하여야 한다.

2.5 주(보조) 고정핀 및 너트

주 고정핀의 규격은 ϕ25 mm 이상 · 길이 1,000 mm 이상이며, 보조 고정핀의 규격은 ϕ16 mm 이상 길이 500 mm 이상으로 하며, 주 고정핀은 와이어 로프에 힘이 작용하는 방향의 반대방향으로 표면에 직각으로부터 15 ° 정도 경사지게 설치한다.

2.6 지주

2.6.1 지주는 낙석방지망 상단에 설치하여 낙석방지망 상단에서 토사 등 예기치 못한 낙석을 방호하거나 깎기부 유지관리원의 추락사고를 예방하기 위하여 설치하는 것으로서 재료는 KS D 3504(철근콘크리트용 봉강)의 SD300을 사용하여야 한다. 재질의 인장강도는 440 N/㎟ ~ 598 N/㎟, 항복점은 300 N/㎟ 이상이어야 한다.

2.6.2 소단부에 낙석방지울타리를 설치하는 경우에는 상부 지주 설치를 생략한다.

지주의 시공은 지름보다 큰 35 mm 내외로 천공하고, 지주를 넣은 후 주입재(모르타르, 에폭시 등)를 주입하는 순서로 진행하며, 강제적인 방법을 사용하여 충진하여야 한다.

2.6.3 모르타르를 주입재로 사용할 경우에는 시멘트 : 모래 : 물의 배합비는 1 : 1 : 1로 한다.

2.6.4 상부 지주의 규격은 ϕ25 mm 이상으로서 길이 2,000 mm 이상으로 하며, 아연부착량은 600 g/m² 이상이어야 하며, 지주를 보조하는 시설은 ϕ16 mm 이상의 와이어로프와 ϕ25 mm 앵커볼트로서 길이 1,000 mm 이상의 제품으로 한다.

2.7 와이어클립

2.7.1 와이어클립은 와이어로프를 앵커 볼트에 고정시킬 때 사용하며, KS B 1344에 적합한 규격이어야 한다.

2.7.2 종방향 와이어로프에 대해서는 M20의 규격을, 횡방향 와이어로프에 대해서는 M16의 규격을 사용한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 낙석 방지망을 설치할 때에는 비탈면의 상단부에서 1 m ~ 2 m 까지 벌목을 시행하고, 낙석방지망은 암반과 밀착시킨 후 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.2 앵커볼트는 암반의 절리를 점검하여 천공깊이와 간격을 결정한 후 천공하고, 천공구멍 내 앵커볼트를 삽입한 후 선단 및 충전용 수지를 주입하여야 하며, 수지 주입 후 24시간 이상 양생한 다음 작업을 하여야 한다. 이때 천공 구멍 내 잔류분진은 앵커볼트와 수지 간 부착에 영향이 없도록 에어호스를 사용하여 청소하여야 한다.

3.1.3 선단 및 충전용 수지 주입 후 앵커볼트와 암반이 일체가 되도록 시공한 후 조립구와 와이어 로프를 설치하여야 한다.

3.1.4 와이어 로프는 팽팽하게 당겨 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.5 주 고정핀은 좌 · 우측 방지망의 끝부분으로부터 2 m ~ 5 m 뒤쪽에 비교적 견고한 지반에 설치하며, 보조 고정핀은 와이어로프의 교차점에 설치하되, 보조고정핀을 와이어로프 교차점에 정확히 설치할 수 없는 경우에는 교차점 주변에 설치할 수 있고, 보조 고정핀의 정착장은 300 mm 이상 확보하여야 한다.

3.1.6 고정핀의 시공은 지름보다 큰 35 mm 내외로 천공하고 고정핀을 심은 후 주입재(모르타르, 에폭시 등)를 주입하는 순서로 진행하며, 강제적인 방법을 사용하여 충진하여야 한다. 모르타르를 주입재로 사용할 경우에는 시멘트 : 모래 : 물의 배합비는 1 : 1 : 1로 한다.

3.1.7 계약상대자는 반드시 낙석방지망의 설치 위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독자와 사전 협의를 거친 후 낙석방지망을 설치하여야 한다.

3.1.8 낙석방지망은 보호시설로서 낙석의 위치 에너지에 필요한 힘을 견딜 수 있어야 한다.

3.1.9 계약상대자는 작업 전 안전교육을 실시하여 안전에 이상이 없도록 조치를 취한 후 작업에 임하여야 한다.

3.1.10 낙석방지망을 깎기부 소단에 걸쳐서 시공하여서는 안 된다.

3-2 비탈면 보강공

3-2-1 앵커

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 앵커를 이용하여 암반 비탈면을 보강하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3505 PC 강봉
KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS F 2414 콘크리트의 블리딩 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험 방법
KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 긴장재

긴장재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 PS 강선, PS 강연선, 이형 PS 강연선은 KS D 7002에, PS 강봉, 이형 PS 강봉은 KS D 3505에 각각 적합한 품질을 갖는 것으로 유해한 흠이 없는 것으로 하여야 한다.

2.2 그라우트

2.2.1 그라우트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강 시멘트를 사용하고, 다른 시멘트를 사용할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 혼화재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 다른 혼화재를 사용할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.3 그라우트에 사용하는 물은 기름, 산, 염류, 유기물, 기타 그라우트, 긴장재와 앵커체에 악영향을 주는 물질의 유해량이 0.1 % 이상 포함되어서는 안된다.

2.2.4 그라우트는 부피가 감소하지 않으며 침식되지 않고 화학적으로 안정하며 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며, 중력 또는 압력으로 채운다.

2.2.5 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 먼저 시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결재를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 한다.

2.2.6 그라우트의 블리딩은 최대 4 % 이내, 24시간 후에는 2 % 이내를 사용하고, 그라우트의 7일 압축강도는 17 MPa 이상이어야 하며, 물/결합재 비는 45 % 이하이어야 한다.

2.2.7 이 외의 사항은 관련 규정을 따른다.

2.3 패커(packer)

앵커의 패커는 설계도서에 표시된 규격의 것으로 하고, 유해한 흠이 없는 것으로 하여야 한다.

2.4 정착구

정착구는 앵커의 소요응력을 구조체에 직접 작용하도록 하는 요소로 정착방식은 버튼(button) · 쐐기(wedge) · 너트(nut) 등이 있으며, 가장 널리 쓰이는 방식은 너트와 쐐기로 대부분의 앵커에 적용되며, 품질확인을 받은 제품을 사용하여야 한다. 앵커에 사용되는 정착구는 프리스트레스트 콘크리트에 사용하는 정착구와 동등 이상의 품질을 가져야 한다.

2.5 방식용 재료

2.5.1 영구앵커의 경우는 앵커체 자체가 부식되지 않는 구조를 가져야 한다. 특히, 쐐기정착방식의 앵커는 쐐기정착을 위하여 긴장부 쉬스(sheath)를 제거할 때 강연선이 노출되므로 수압판의 상 · 하부가 밀폐될 수 있는 구조를 가져야 한다.

2.5.2 방식용 재료는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 다른 방식용 재료를 사용할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.5.3 방식용 재료는 방식의 기능이 장기간 지속되고, 긴장재와 쉬스의 재료특성에 악영향을 주지 않고, 또, 긴장부와 앵커체의 탄성변형을 구속하지 않는 것으로 하여야 한다.

2.6 재료의 보관

재료는 그 재질이 손상되지 않도록 보관하여야 하며, 특히 강재, 시멘트 및 혼화재료는 습기의 영향을 받지 않도록 보관하여야 한다.

2.7 장비

2.7.1 인장잭

(1) 인장잭은 설계인장응력 이상을 긴장할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.

(2) 인장잭의 압력계는 공인된 교정기관에서 검 · 교정을 받은 장비를 사용하여야 한다.

(3) 인장잭에는 자동물림장치(self gripping assembly)와 잭체어(jack chair)가 부착되어 있어야 한다.

2.7.2 그라우트 믹서 및 펌프

(1) 그라우트 믹서는 혼합조, 주입조, 저장조 및 수조로 구성되어 있어 배합설계에 의한 배합을 항상 확인할 수 있어야 한다.

(2) 믹서는 혼합과 주입을 동시에 할 수 있어야 하며, 그라우팅이 끝날 때까지 연속적으로 주입이 가능하고 검측용 압력계가 부착되어 있어야 한다.

(3) 그라우트 펌프는 최소 주입압력이 0.5 MPa 이상이어야 하며, 그라우트 호스 및 연결구는 최대 2 MPa 의 압력에 견딜 수 있는 자재를 사용하여야 한다.

(4) 급수계량기는 그라우트 혼합에 사용된 수량을 2 ℓ /m^3 까지 측정할 수 있어야 한다.

(5) 주입공 연결부에 설치하는 차단 밸브는 주입이 완료된 후에도 그라우트가 응결할 때까지 필요한 압력을 유지할 수 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 앵커시공은 먼저 시공계획서를 작성하고, 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.2 앵커시공은 시공계획서에 따라 실시하여야 하며, 구체적인 시공순서 및 방법에 대해서는 현장상황 · 지반조건을 검토하여 적합하게 조정하여 시공하여야 한다.

3.1.3 작업 공정 또는 작업 순서를 변경할 때에는 감독자의 지시에 의해 변경 시공계획서를 작성하여야 한다.

3.1.4 유기질 점토나 실트 등 강도가 매우 작은 지반에서는 앵커를 설치하여서는 안 된다. 단, 지반보강을 선행한 후 재천공하거나 특수앵커를 시험 시

공하여 그 효과를 확인하는 경우에는 예외로 한다.

3.1.5 앵커의 앵커체 선단이 인접 토지경계를 넘지 않도록 한다. 불가피하게 침범할 경우에는 토지소유주의 동의를 받아야 하며, 앵커가 주변 시설물 등에 미치는 영향을 검토하고 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

3.1.6 앵커 긴장부는 설계도서를 기준으로 하고, 반드시 설계도서에 명시된 토질정수를 확인하고 설계도서에 명시된 깊이 이상으로 시공하여야 하며, 현장의 지반조건과 설계상의 지반조건이 상이할 경우는 현장 지반조건에 대해 설계사항을 재검토하여 감독자의 승인을 받아 변경 및 시공을 수행하여야 한다.

3.1.7 전반적인 거동상태를 장기적으로 점검 · 관측 및 계측하여야 하며, 필요에 따라 재긴장 및 앵커 증설 등의 조치를 취하여야 한다.

3.1.8 앵커 시공이 완료된 후 인발시험을 하여 시공 적정 여부를 판단하여야 한다. 인발시험은 설계기준에 부합되는 인발력을 가져야 한다.

3.2 천공

3.2.1 천공지름과 천공깊이는 설계도면을 따른다.

3.2.2 천공지름은 도면에 표시된 지름을 표준으로 하고, 앵커 지름보다 최소 40 mm 이상 커야 하며, 천공 후 일정시간(앵커 삽입 및 주입 시간)이내 토사붕괴가 우려되는 구간에는 케이싱을 삽입하여 천공 내부의 토사교란 및 무너짐을 방지하여야 한다.

3.2.3 천공은 설계도서에 표시된 위치, 방향 및 길이를 만족하여야 하고, 또, 슬라임(slime)과 순환수에 의해 지층 및 용수(누수)의 유무를 판정하면서 공벽이 크게 손상되지 않도록 신중히 실시하여야 한다.

3.2.4 천공 후 지하수가 용출될 때는 고압력 주입으로 선행주입 후 재천공하여 지하수의 용출을 방지한다.

3.2.5 천공보고서(drilling report)를 매 공마다 작성하여 토층 · 천공 길이 · 천공 지름 · 천공 시간을 확인하고, 설계주상도와 항상 비교하여 앵커체의 신뢰도 및 인장력의 신뢰도를 확인한다.

3.2.6 천공각도는 설계도서에 명시된 각도로 하며, 두부에서 정착부까지 직선을 유지하여야 한다.

3.2.7 천공장비는 정착지반에 따라 공압식과 유압식 드릴을 사용하며, 풍화토 또는 연약한 지반일 때는 케이싱 천공이 가능한 장비를 사용하여 공벽을 유지하여야 한다.

3.2.8 천공작업 중 지하수위의 위치변화, 천공속도, 공내 세척시간, 용수, 지반

상황 등을 기록 · 보관하여야 한다.

3.2.9 천공깊이는 소요 천공깊이 보다 최소한 0.5 m 이상 깊게 하여 천공면으로부터 교란된 이물질이 가라앉아 소요 천공깊이에 지장이 없도록 한다.

3.2.10 앵커가 후면의 기존 건물을 통과할 때 앵커체는 최소한 기초면 하부 3 m 이하의 심도를 통과하여야 하고, 인접 앵커체와 떨어지도록 배치하여야 한다.

3.2.11 공내 청소

(1) 천공 후 바로 앵커체의 공내를 청소하여 슬라임을 제거하여야 한다.

(2) 공내 청소는 공내에 청수 또는 압축공기를 보내어 슬라임을 배제하며, 슬라임의 배출이 인정될 때까지 반복하여야 한다.

(3) 공내 청소를 할 때에는 긴장부와 앵커체를 포함한 전체 천공부의 공벽을 보호하여야 한다.

3.3 앵커의 가공 및 조립

3.3.1 앵커는 사전에 시험천공을 실시하여 현장 지반조건과 설계 지반조건을 확인한 후에 설계도서에 표시된 대로 가공, 조립하여야 한다.

3.3.2 앵커체에 이물질이 들어가지 않게 하고 압축부의 정확한 품질을 확보하기 위해서는 공장조립을 하며, 이와 동등한 현장시설을 갖추면 현장조립도 가능하다.

3.3.3 적당한 위치에 스페이서를 설치하여 긴장재의 간격을 유지하고, 앵커체의 굴곡을 방지하여야 한다. 또, 스페이서는 파형 쉬스관 내에 긴장재가 중앙에 위치하여 그라우트의 피복두께를 동일하게 할 수 있는 구조를 가진 것을 사용하여야 한다.

3.3.4 긴장재 절단은 용접기를 사용하지 않고 커터(cutter)로 하며, 각 긴장재의 전체 길이에 대하여 방청을 실시하고, 쉬스나 이에 준하는 방수재로 피복한다. 또, 절단길이는 설계길이(긴장부+앵커체)에 긴장 및 정착을 위한 여유장(1 m)을 고려하여야 한다.

3.3.5 앵커체 부위는 각 강선과 주입호스를 스페이서와 클램프를 이용하여 도면에 명시한대로 조립한다.

3.3.6 앵커에서 패커와 분리되는 긴장부 피복호스는 클램프로 압축시킨 후에 에폭시 시멘트로 밀폐시켜야 한다.

3.3.7 방청재의 주입은 조립 · 가공을 할 때 행하며, 감독자의 승인을 얻지 않으면 삽입 후에 주입해서는 안 된다.

3.3.8 조립된 앵커의 운반 및 삽입을 할 때에는 앵커에 손상이 가지 않게 필요

한 절곡반지름(앵커체 유효지름의 5배 이상)을 유지하여야 한다.

3.3.9 가공 · 조립을 끝마친 앵커는 휘거나 변형되지 않게 주의하고, 삽입을 할 때 천공구멍에 손상이 가지 않아야 하며, 녹의 발생과 진흙 · 기름 등의 불순물의 부착이 없도록 보관하여야 한다.

3.4 앵커의 삽입

3.4.1 앵커는 삽입 작업대 또는 크레인 등의 장비에 의해서 삽입하여야 한다.

3.4.2 앵커 삽입을 할 때 앵커가 천공 구멍의 중앙에 위치하도록 앵커에 센트럴라이저를 부착하여야 하며, 공벽의 붕괴우려가 있으면 케이싱을 인발하지 않고 삽입한다.

3.4.3 소요길이까지 삽입 후 지지대를 설치하여 앵커를 공내에 고정시킨다.

3.5 그라우트 혼합과 주입

3.5.1 그라우트 배합은 설계도서에 표시된 대로 한다. 단, 그라우트가 모르타르인 경우는 모래의 표면수에 따라 사용수량을 보정하여야 한다.

3.5.2 그라우팅 전에 시험그라우팅을 실시하고 주입압력, 겔타임, 주변 지반에 대한 영향 및 손실량 등을 파악한 후에 시공하여야 한다.

3.5.3 그라우트의 혼합은 그라우트 믹서에 의하며 소정의 시간동안 혼합하는 것으로 하며, 이전의 그라우트가 완전히 배출한 후가 아니면 다음 재료를 주입해서는 안 된다.

3.5.4 혼합된 그라우트는 90분 이내에 주입하는 것으로 하며, 90분이 경과한 그라우트는 사용해서는 안 된다.

3.5.5 그라우팅 전에는 그라우트의 강도, 재료의 구성 상태, 그라우팅 양에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.5.6 그라우팅은 주입펌프에 의하여 연속으로 행하여야 한다.

3.5.7 앵커에서 긴장부와 앵커체로 분리되는 지점에 패커를 밀실하게 설치하여야 하며, 그라우트의 주입은 천공구멍의 끝 부분부터 시작하여 공 내부의 공기와 지하수가 바깥으로 유출될 수 있도록 하여야 한다. 또, 그라우팅을 할 때 패커 바깥으로 그라우트가 누출되지 않고 원지반이 파괴되지 않도록 적정 주입압력을 유지하여야 한다.

3.5.8 동절기의 주입은 그라우트의 온도를 10 ℃ ~ 25 ℃ 이하로 유지하고, 주입 후에는 공구를 적당히 피복재로 덮어 그라우트의 동결을 방지하여야 한다.

3.5.9 하절기에 그라우팅을 할 때는 그라우트 온도의 상승과 조기경화가 발생하

지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

3.5.10 수밀성의 확보를 위하여 앵커체 부근의 암반이 균열의 발달 등으로 필요한 강도와 내구성을 갖는 앵커를 조성하는 것이 곤란하다고 확인될 때는 감독자와 합의하여 콘솔리데이션 그라우팅(consoildation grouting) 을 실시하여야 한다.

3.5.11 그라우트 주입 후 앵커는 그라우트의 경화 중에 유해한 진동, 충격을 주지 않도록 보호하여야 한다.

3.6 긴장 및 정착작업

3.6.1 두부와 정착구의 설치는 그라우트 등에 의하여 이물질이 묻지 않도록 하며, 시공순서에 따라 정확하게 시공한다.

3.6.2 긴장은 긴장재의 종류에 적합한 잭(jack)으로 행하며, 설계도서에 표시한 긴장력으로 정착하는 것으로 한다. 또, 한 개의 앵커에 있는 여러 강선을 동시에 긴장하여야 하며, 강선을 각각 긴장해서는 안 된다.

3.6.3 PS 강선의 긴장시기는 그라우트를 완료하고 설계도서에 명시된 강도를 확인한 후 실시한다.

3.6.4 앵커 두부면과 PS 강선은 수직을 유지하며, 편심에 의한 강선 파단이 없도록 하여야 한다.

3.6.5 인장잭의 하중계 등 계기는 사전에 품질검사 전문기관에서 검 · 교정을 실시하여 정확한 하중을 측정할 수 있도록 한다.

3.6.6 긴장 측정기의 압력 및 신장량은 앵커 긴장보고서에 기록하여야 한다.

3.6.7 앵커두부의 정착은 설계도서에 표시된 정착구에 의하여 정착 긴장력이 유지되도록 정확히 정착시켜야 한다.

3.6.8 긴장을 할 때에는 긴장력에 따른 신장량을 소정의 양식에 기록한 후 감독자에게 제출하여야 하며, 긴장 도중 지반의 이완여부 및 주변 앵커상태를 관찰하여야 한다.

3.6.9 정착은 적합한 인장잭을 사용하여 긴장재의 공칭 파단하중 이상의 정착내력을 발휘할 수 있는 쐐기 정착방식 또는 너트 정착방식을 사용하여야 한다.

3.6.10 정착 후의 앵커는 도입된 긴장력과 벽체의 변형 등을 앵커체를 해체할 때까지 계측하여야 한다.

3.6.11 점성토 지반이나 느슨한 사질토 지반에서는 앵커의 재긴장 또는 긴장력 저하에 대비하여 긴장력 조정이 가능한 정착 두부구조를 가진 앵커를 사용하고, 재긴장할 수 있는 여유길이와 재긴장 장치를 두어야 한다.

3.6.12 앵커체의 해체는 설계도서를 따르며, 급격히 인장력을 제거하는 것은 피한다.

3.6.13 앵커두부는 설계도서에 표시한 방법에 의하여 확실하게 방식효과가 발휘되도록 시공하여야 한다.

3.6.14 지압판은 설계도서에 표시된 구조로 시공한다.

3-2-2 록볼트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 암반 비탈면에 록볼트를 이용하여 비탈면을 보강하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS E 3132 로크 볼트 및 그 구성 부품
KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 록볼트

록볼트는 재질에 따라 이형봉강 · 강관 · 팽창성 강관 · 나사철근 · 나사강봉 등을 현장조건 및 시공여건에 따라 사용할 수 있으며, 정착판과 너트 및 와셔 등을 갖추어야 한다. 이형봉강은 KS D 3504의 SD300 이상으로 하며, 품질기준은 아래 표 3-2-1과 같다.

표 3-2-1 록볼트의 품질기준

지름	기호	항복점 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율(%)	비 고
D22~D25 mm 이상	SD300	300 이상	440 이상	16 이상	단, 변위량이 20 mm 이상인 경우 항복점이 500 N/mm^2 이상인 제품사용

2.2 그라우트

2.2.1 시멘트 그라우트

록볼트 정착재로서 시멘트 그라우트를 사용할 경우에는 다음의 규정을 따라야 한다.

(1) 그라우트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강 시멘트를 사용하고, 다른 시멘트를 사용할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 혼화재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 다른 혼화재를 사용할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 그라우트에 사용하는 물은 기름, 산, 염류, 유기물, 기타 그라우트, 긴장재와 앵커체에 악영향을 주는 물질의 유해량이 0.1 % 이상 포함되어서는 안 된다.

(4) 그라우트는 부피가 감소되지 않고 침식되지 않으며, 화학적으로 안정하고 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며, 중력 또는 압력으로 채운다.

(5) 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 먼저 시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결재를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 하며, 물/결합재비(W/B)는 설계도서를 따른다.

2.2.2 수지형 그라우트

록볼트 정착재로서 수지형 그라우트를 사용할 경우는 다음의 규정을 따라야 한다.

(1) 수지형 그라우트는 폴리에스터(polyester)계 및 동등 이상의 재질이어야 하며, 캡슐 형태로 제공되어야 한다.

(2) 제조업자가 표시한 보관기간이 경과한 수지형 그라우트를 사용하여서는 안 된다.

(3) 용수 · 염수 · 산 · 약 알카리성에 대하여 영향을 받지 않아야 하며, 보관 및 이동에서 영상 50 ℃ 이상 및 영하 30 ℃ 이하의 조건이 발생되지 않도록 하여야 하며, 색깔이 변질된 것을 사용하여서는 안 된다.

(4) 수지형 그라우트는 인발에 대한 저항도가 규정된 록볼트의 강도보다 1.2배 이상이어야 하며, 조기에 접착력을 발휘하여야 한다.

(5) 수지형 그라우트에 대한 현장 품질관리의 일반시험으로서 소정의 설계 인발력 이상이 됨을 확인하여야 한다. 단, 토사 및 완전 풍화된 암반구간에는 수지형 그라우트를 사용하지 않도록 하여야 한다.

2.2.3 모르타르형 그라우트

록볼트 정착재로서 시멘트 모르타르 등을 사용할 경우에는 다음의 규정을 따라야 한다.

(1) 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한다. 조기에 접착능력을 발휘하여야 할 경우에는 급결제 등을 혼합하거나 조강 시멘트를 사용하여야 한다.

(2) 사용하는 모래는 직경이 2 mm 이하인 입도가 양호한 모래를 사용하여야 한다.

(3) 시멘트와 모래는 배합을 1 : 1로 한다.
(4) 물과 시멘트의 비는 40 % ~ 50 % 이며, 플로우 값은 200 mm ~ 220 mm 정도를 기준으로 한다. 단, 지하수 및 지반조건에 따라 물의 양을 가감하여 시공 중 시멘트 모르타르의 유동성을 유지하여야 한다.

2.3 정착판

(1) 정착판은 설계도서에 따라 설계된 면적, 두께 및 강도 이상을 견딜 수 있는 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.
(2) 정착판은 암반 변형의 구속 및 붕괴방지 등을 위하여 각도를 조절할 수 있어야 하며, 이 조절에 의해서 암석이나 뿜어붙이기 표면에 밀착될 수 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 록볼트 설계공경으로 천공을 한 후 록볼트를 삽입하고, 지압판을 설치한 후 수지 또는 시멘트 모르타르, 시멘트 페이스트 등으로 충전, 고정시켜야 한다.
3.1.2 록볼트의 배치 및 길이는 활동 암괴의 크기, 원지반의 조건 및 시공성 등을 고려하여 정한다.
3.1.3 인발내력은 원지반 조건, 정착재료 및 볼트길이 등을 고려하여 검토하고, 일반적인 경우 100 kN 정도를 표준으로 한다.
3.1.4 시공된 록볼트는 30본마다 2본씩의 인발시험(30본 이하의 경우 2본 인발시험 실시)을 실시하여 필요한 설계 인장력을 발휘하는지를 확인하여야 한다. 만약, 설계 인장력을 발휘하지 못 할 경우, 재시공 및 인장력을 유지할 수 있도록 조치를 취하여야 한다.
3.1.5 공기 중에 노출되는 두부 및 받침판은 부식을 방지하기 위한 처리를 하여야 한다.

3.2 천공기계의 선정

(1) 천공기계는 지반조건, 비탈면의 크기와 형상, 연장, 굴착공법, 천공길이, 본수 등을 고려하여 선정하여야 한다.
(2) 천공 도중 천공각도를 일정하게 유지시킬 수 있는 기계를 선정하여야 한다.
(3) 천공직경은 록볼트의 직경 및 시공성을 고려하여 38 mm ~ 51 mm를 적용한다.

(4) 천공장비는 천공 직경과 시공성 및 현장 적용성을 감안하여 크롤러드릴과 공기압축기를 조합하여 적용함을 표준으로 하되, 현장 시공여건 등에 따라 장비조합 변경이 불가피한 경우 감독자와 협의하여 변경할 수 있다.
(5) 록볼트의 삽입, 정착, 조이기 등에 사용하는 기계는 록볼트의 정착형식에 적합한 것을 선정하여야 한다.

3.3 천공 및 청소

(1) 천공은 소정의 위치, 지름, 깊이를 준수하여 천공면에 직각이 되도록 천공하여야 한다. 단, 주절리면이 파악된 경우에는 절리면에 직각으로 천공하여야 한다. 록볼트의 천공간격은 절리간격의 3배를 넘지 않도록 하는 것이 좋다.
(2) 록볼트 삽입 전 천공된 구멍에 돌가루 등이 남지 않도록 청소하여야 한다.
(3) 록볼트는 삽입 전에 유해한 녹, 기타의 이물질이 부착되지 않도록 관리하여야 한다.

3.4 그라우팅

(1) 록볼트의 그라우트는 유동성 및 접착성이 우수하고 조강성을 가지며, 장기 안정성이 있어야 한다.
(2) 록볼트는 이완되지 않은 지반까지 삽입하여야 하며, 소정의 정착력을 얻도록 그라우팅 하여야 한다.
(3) 전면접착형 록볼트는 천공 구멍과 록볼트 사이의 공극에 그라우트가 완전히 채워져 록볼트가 필요한 정착력을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

3.5 록볼트 조이기

(1) 록볼트의 조이기는 록볼트의 항복강도를 넘지 않는 범위에서 적정한 힘으로 조여야 한다.
(2) 전면접착형 록볼트는 정착 후 정착판 등이 암반 비탈면에 밀착되도록 너트 등으로 조여야 한다.
(3) 선단정착형 록볼트의 경우에는 확고한 정착부를 형성하도록 하여 긴장력 도입 후에도 록볼트에 긴장응력이 유지되어야 한다. 지반조건상 시간이 경과하면서 정착부가 느슨해질 우려가 있거나 록볼트의 부식이 크게 우려되는 곳에는 긴장력 도입 후 록볼트와 지반사이의 공극을 시멘트 풀 혹은 모르타르로 충전하여야 한다.
(4) 긴장력 록볼트의 경우는 록볼트 조이기를 실시한 후 1일 정도 후에 다시

조여야 한다. 또 그 후에도 정기적으로 점검하여 소요의 긴장력이 도입되어 있는지를 확인하고, 이완되어 있는 경우에는 다시 조여야 한다.

3.6 용수지역에서의 록볼트 시공

용수로 인하여 록볼트의 그라우팅이 어려운 경우는 급결제 등을 사용하거나 팽창성 록볼트를 사용하는 것이 적합하다.

3.7 파쇄대 구간에서 록볼트 시공

(1) 단층파쇄대 구간에서 공 내부를 모르타르를 이용하여 충진할 경우 파쇄대로 모르타르의 유출여부를 조사하여야 한다.

(2) 모르타르의 유출이 클 경우 반복하여 그라우팅을 실시한다.

3.8 현장품질관리

(1) 시공 중 및 시공 후 표 3-2-2와 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 3-2-2 록볼트의 현장 품질관리 사항

종별	관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비 고
일상관리	시공 정밀도	소정의 위치, 천공지름, 깊이로 시공되어 있는가의 확인	천공할 때마다	록볼트의 검측
	충전상태	그라우트가 록볼트와 원지반사이에 확실히 채워져 있는가를 확인	타설할 때마다	해머타격 확인
	정착효과	시공 후의 정착효과를 확인 (토크렌치로 조임 등)	타설할 때 마다	해머타격 확인
	변형	정착판의 변형 등을 관찰	수시로	현장계측결과 등에 의하여 대책을 강구
정기관리	강도	록볼트 인발시험		
기타	유동성	모르타르의 플로우 값 측정	필요할 때마다	KS F 2432
	강도	모르타르의 압축강도시험		KS F 2426

(2) 인발시험을 실시할 록볼트는 시험지역 내에서 임의로 선택하며, 선정된 록볼트의 정착판은 록볼트의 축과 직각을 이루도록 석고 또는 모르타르 등으로 처리하여야 한다.

(3) 인발시험은 적정한 정착효과가 얻어진 후에 실시하여야 하며, 인발하중의 재하속도는 10 kN/분 내외로 하여야 한다.

(4) 인발시험은 하중단계별로 변위를 측정하여 하중-변위 곡선을 작성하고, 판정할 때의 변위가 설계에서 고려한 록볼트의 효과를 발휘할 수 있는 범위 이내인지를 확인하여 합격여부를 판정하여야 한다.

(5) 록볼트 인발시험은 사용된 록볼트와 동종인 록볼트 자체에 대한 사전 인발시험을 실시하여 인발내력을 확인하고, 시공된 록볼트에 대한 실제 시험을 할 때에는 인발내력의 80 %에 도달하면 합격하는 것으로 한다.

(6) 인발시험결과 불합격될 경우는 그 록볼트 주위에 새로운 록볼트를 시공하여야 한다.

3-2-3 네일

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 깎기부 비탈면을 보강하는 네일공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS F 2577 숏크리트용 재료

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출해야 한다.

2. 재 료

2.1 천 공

천공 직경은 보통 ϕ100 mm 이상을 기준으로 하나, 그 이상의 천공직경도 가능하다.

2.2 네일 재료

네일은 KS에 규정된 이형봉강 및 강봉 등의 고강도 강재를 사용하며, 이 외의 재료에 대해서는 품질검사 전문기관에서 시험하여 인증된 재료와 동등한 절차에 의하여 재질의 적합성을 인정하여 품질이 보증된 것을 사용한다.

2.3 그라우팅

(1) 그라우트 주입용 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강시멘트 사용을 기본으로 하고 필요에 따라 혼화재를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거쳐 사용하여야 한다.

(2) 그라우트는 네일에 발생하는 하중을 주면지반에 전달시킴과 동시에 부식물질의 침입으로부터 네일을 보호하는 역할을 하며, 필요한 강도와 내구

성을 갖고 네일과 지반 사이의 틈이 꽉 채울 수 있는 성질을 갖고 있어야 한다.

(3) 그라우트는 28일 강도가 약 24 MPa 정도 확보되도록 배합설계하며, 물-시멘트비(W/C)가 40 % ~ 50 %가 범위가 되도록 한다. 조기에 강도를 확보하고 네일과 지반사이의 틈을 꽉 채우기 위하여 급결재 및 팽창재를 사용하기도 한다. 앞의 물-시멘트비 범위는 일반적인 그라우트 재료의 요구조건을 만족시키지만 시공성을 손상시키지 않는 범위라면 물-시멘트비를 작게 할수록 그라우트의 품질이 높아지므로 유동화제나 감수제 등의 혼화제를 사용할 수 있다.

2.4 정착판

(1) 정착판은 네일에 발생하는 하중을 장기적으로 견딜 수 있는재료를 사용한다.

(2) 정착판의 면적은 150 mm × 150 mm 이상의 것을 사용한다. 정착판의 두께는 9 mm 이상의 것을 사용하되, 팽창성 지반 또는 정착판 면적이 300 mm × 300 mm 이상인 경우에는 12 mm 이상의 것을 사용한다. 네일과 정착판이 직각으로 되지 않더라도 너트 체결에 문제가 없는 각도 조절이 가능한 구조로 된 것을 사용한다.

(3) 정착판은 부식방지를 위하여 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.

2.5 영구구조물

네일링을 영구 구조물에 적용할 때에는 부식에 대하여 에폭시 코팅(epoxy coating), 다중방식 시스템 사용 등을 적용하여야 한다.

2.6 전면판

네일로 보강된 구조체에서 네일 사이 지반의 국부적인 안정을 확보하고 이완을 방지하며, 지반과의 정착을 위하여 네일 두부에 설치하는 판으로서, 주로 사각 강재판을 사용한다.

2.7 간격재

네일이 지반 천공 구멍내의 중앙부에 위치되도록 네일의 간격에 설치되는 자재로서 합성수지나 철재로 제작한다.

2.8 커플러

긴 네일의 시공을 시공할 때 네일과 네일을 연결하여 주는 연결부재로서, 나사식 · 체결식 · 용접식 등의 형태가 있다.

3. 시 공

3.1 굴착과 표면처리

3.1.1 굴착장비는 지반교란을 최소화하는 것이어야 하고, 표면은 평탄하게 시공되어야 한다.

3.1.2 굴착면의 연약한 부분에 대한 제거 또는 보강 등의 별도의 처리를 요하는 경우 감독자의 지시를 따른다.

3.2 천공 및 철근 삽입

3.2.1 천공은 주위의 지하 매설물, 구조물 등의 시설물을 조사한 후 설계조건에 맞는 천공장비를 선택하여 주변 시설물이나 지반이 심하게 교란되는 것을 방지하여야 한다.

3.2.2 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이, 방향을 만족시켜야 한다.

3.2.3 천공 홀은 네일 삽입 및 그라우팅을 완료할 때까지 붕괴되지 않고 공 내부가 청결하여야 한다.

3.2.4 만일 천공 홀 전면부 및 홀 전체가 안정되지 못하고 붕괴 또는 붕락할 경우는 필요할 때 케이싱을 사용하든가 또는 선 그라우팅 하면서 후속작업인 네일을 시공할 수 있는 방법을 사용하여야 한다.

3.2.5 네일은 자체에 결함이 없어야 하며, 그라우트와 부착되는 부분에는 유해한 흙 · 기름 등을 제거하고 사용한다.

3.2.6 네일의 삽입은 소정의 위치 또는 홀의 중앙에 위치하여야 하며, 이를 위하여 네일 길이방향으로 스페이서를 부착하여야 하며, 기성제품 및 현장제작제품을 사용할 경우 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다. 또한 천공 후 1시간 내에 네일을 삽입하고 그라우트를 실시하여 변경 사유가 있을 때에는 현장 감독자에게 승인을 받은 후 공사를 진행하고, 그라우트가 경화할 때까지 네일에 직접적인 타격을 주지 않도록 하여야 한다.

3.2.7 네일 두부 지압판과 절취면은 완전 밀착되도록 조여야 한다.

3.3 그라우팅

3.3.1 시멘트는 일반적으로 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조

강 시멘트를 사용한다.

3.3.2 그라우트의 배합은 일반 시방서에 따른다. (물/결합재비는 30 % ~ 50 % 기준)

3.3.3 그라우트는 28일 강도가 21 MPa 이상의 품질을 가져야 하며, 그라우트를 실시할 때 유동화재를 사용하도록 한다.

3.3.4 공 내에 네일을 설치하고, 그라우팅 시공은 무압으로 시멘트 풀을 공 내부에 주입한다.

3.3.5 1차 주입은 하부 끝단까지 그라우팅 호스를 삽입하여 아래쪽에서 위쪽으로 그라우팅을 실시하면서 벽면 쪽에서 홀 하부로 무압 또는 100 kPa ~ 500 kPa 정도 가압하여 공 내부에 그라우트재가 완전히 채워지도록 실시한다.

3.3.6 1차 주입이 완료되면 지반의 균열 및 공동부분에 그라우트재료의 충진효과로 그라우트의 체적감소가 발생되므로 2차 그라우팅을 실시하여 공극을 완전히 채워야 한다.

3.3.7 주입이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생 기간은 최소 1주일이 소요된다. 이 기간 내에는 네일을 인장 또는 충격을 가하는 일이 없도록 하여야 한다. 그러나 보통은 급결재를 사용하므로 소요강도의 80 %에 도달하면(약 1~3일) 다음 단계의 작업을 실시한다.

3.4 그라우팅재의 일축압축강도 시험

그라우팅재에 대한 품질시험은 일축압축시험용 몰드(50 mm × 50 mm × 50 mm)를 사용하며, 시험용 공시체를 만든 후 28일 강도가 21 MPa 이상이어야 한다.

3.5 배 수

3.6.1 소량의 지하수 처리가 필요한 경우 간격 약 2 m ~ 3 m, 길이 300 mm 유공관(ϕ50 mm ~ ϕ100 mm)을 5° ~ 10° 경사로 설치하여 얕은 배수(수평 배수재)를 실시한다.

3.6.2 천공을 할 때 보강지역의 지층분포 특성이 습윤상태 또는 용수가 발생할 가능성이 있을 경우 그라우팅 영역 밖에까지 천공(ϕ50 mm ~ ϕ100 mm)하여 유공관(ϕ 50 mm)을 5° ~ 10° 경사로 설치하여야 한다.

3.6 현장품질관리

3.6.1 인발시험

(1) 인발시험은 시험용 네일에 대하여 실시하는 pull-out test와 설계도서에 표시된 시공네일에 대하여 실시하는 proof test로 나누어 실시하여야 한다.

(2) 시험횟수는 설계도서에 제시된 대로 실시하며 시험위치나 부위는 현장여건에 따라 감독자의 검토에 의하여 가감할 수 있다.

(3) proof test의 시험이 불가능하거나 현실적으로 불합리한 경우에 감독자(또는 감리자)의 검토에 의하여 pull-out test 결과만으로 대치할 수 있다.

(4) proof test

① proof test의 경우는 각층별로 시공된 네일 중 하나를 선정하여 실시하되 각층의 네일은 서로 엇갈리게 선정하는 것이 좋다.

② 시험자는 실험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일이 그라우트에 대한 상대적인 변위의 발생량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.

③ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.

④ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15 m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3 m 까지만 그라우트 주입을 실시하고 시험 후 재주입한다.

⑤ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.

⑥ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일 끝의 변위에 대하여 실시한다.

⑦ 재하는 설계하중의 12.5 %, 25 %, · · · · · · 125 % 정도의 단계별로 하중을 증가시키면서 실시한다.

⑧ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며, 최대한 2분을 넘어서는 안된다. 단, 설계하중의 50 %에서는 예외적으로 지속시간을 10분으로 한다.

⑨ 하중이 지속되는 동안에 네일 끝의 변위는 1, 2, 3, 4, 5, 10분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 1분~10분마다 측정된 변위량이 2 mm 미만이면 다음 단계로 넘어간다.

⑩ 설계하중의 50 % 재하할 때의 허용변위량(2 mm)이 10분 이내에 발생하는 경우에는 추가적으로 50분간을 더 지속한다. 이때에는 15, 20,

25, 30, 45, 60분의 시간 간격으로 측정하며, 65분 측정 후에 다음 단계로 넘어간다.

⑪ 인발시험 결과가 설계할 때의 가정한 값보다 작아지는 경우에는 시험결과에 의하여 설계를 변경하여야 한다. 인발시험이 끝난 네일은 뿜어붙이기 전면에서 절단한다. 감독자의 별도의 지시가 있는 경우나 현장조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않았을 경우에는 추가시험을 실시하여야 한다. 시험이 끝난 후에는 네일정착 지지부 주변의 돌출부는 뿜어붙이기로 마감하여야 하며, 정착판은 교체되어야 한다.

(5) pull-out test

① pull-out test의 경우에 네일길이는 1 m ~ 2 m로 하고 변화하는 각 지층상에서 골고루 실시되도록 계획하여야 한다.

② 원위치에서의 인발로 인하여 네일 구조체 전체의 안정성이나 시공성에 문제가 있는 경우 바로 인근의 지반에서 인발시험을 실시할 수 있다.

③ pull-out test의 경우는 인발 변위량의 정확한 측정이 필수적이므로 절대 인발량을 정확히 측정하도록 주의하여야 한다.

3.6.2 그라우트의 품질관리

그라우트에 대한 품질시험은 일축압축시험용 몰드(50 mm × 50 mm × 50 mm)를 사용하여 시험용 공시체를 만든 후 시험하며, 그라우트의 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

3.6.3 계측관리

(1) 네일의 안정성 판단과 시공 중의 공사관리, 향후의 유지관리를 위하여 계측관리를 실시하여야 한다. 계측관리항목 중 필수적인 항목은 네일 벽체의 변형을 측정하는 것이다.

(2) 네일 전면판의 변위측정에 일반적으로 많이 사용하는 경사계의 경우 경사계 파이프 하단은 깎기의 영향을 받지 않는 안정된 지반에 근입, 설치되어야 한다.

(3) 네일 전면판의 안정성에 문제가 없는 일반적인 최대수평변위값은 깎기 깊이의 1/300 정도이며 이 값을 넘는 경우 계측결과값의 추이를 주시하면서 관련분야 특급기술자의 자문을 받아 공사를 진행하도록 한다.

3-2-4 억지말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면 보강을 위한 억지말뚝 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 0885 수동 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 그 판정기준
KS B 0896 강용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS F 2414 콘크리트의 블리딩 시험방법
KS F 2426 주입 모르타르의 압축 강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS F 4602 강관말뚝
KS F 4603 H형강 말뚝
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 제출물

(1) 실제 현장조건을 고려한 억지말뚝의 안정성 검토 보고서
(2) 그라우트 배합설계 및 시험주입 보고서
(3) 말뚝 시공장비 제원 및 두부정리 계획, 시험시공 계획 등을 작성한 시공 계획서

2. 재 료

2.1 재료

억지말뚝은 강관말뚝, H형강말뚝, 마이크로 파일 및 현장타설 콘크리트 말뚝 또는 이들을 복합한 종류를 사용한다. 또한 억지말뚝은 모멘트와 전단력으로 비탈면의 대규모 활동력에 저항하므로 휨강성이 크고 장기적인 내구성 및 부식에 저항을 가진 재료와 구조를 사용한다.

(1) 강관말뚝

KS F 4602 규정에 명시된 규격품 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

(2) H형강
KS D 4603 규정에 명시된 규격품 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

(3) 콘크리트
KS F 4009 규정에 명시된 제품을 적용하되 강도는 설계도서에 따른다. 콘크리트의 강도는 검토를 거쳐 결정하며, 별도의 강도기준이 없는 경우는 24 MPa이상으로 한다.

(4) 그라우트
시멘트는 KS L 5201의 1종 보통 포틀랜드 시멘트에 적합한 것을 사용하고 필요에 따라 혼화재를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거쳐 사용한다.

2.2 장비

2.2.1 천공장비는 강관 선단에 케이싱 슈를 부착하고 강관을 회전 압입하여 주변 지반의 이완을 방지하고, 내부에서 해머비트로 강관과 동시에 2중관 천공을 실시할 수 있는 장비를 사용한다.

2.2.2 강관 내부에 콘크리트나 모르타르를 타설하는 경우는 지하수 유입에 의한 재료분리를 방지하기 위하여 트레미 관을 사용한다. 트레미 관은 콘크리트가 자유 낙하할 수 있는 크기로 내경이 150 mm ~ 300 mm 정도의 크기를 사용한다.

3. 시 공

억지말뚝은 장기간 성능을 발휘하는 영구구조물로서, 말뚝을 삽입 후 콘크리트나 시멘트 그라우팅으로 말뚝의 전 길이를 피복하여 부식의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

3.1 시공 준비

말뚝의 시공에 앞서 설계도서 및 시공계획서에 표시된 내용에 따라서 다음 사항의 준비작업을 하여야 한다.

3.1.1 사용되는 장비의 접지압에 견딜 수 있도록 미리 원지반의 정비를 하여 두어야 한다. 원지반이 연약할 경우에는 안정성을 위한 특별한 대책이 강구되어야 한다.

3.1.2 현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 하여야 하며, 또한 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정하여야 한다.

3.1.3 말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 규준틀 설치는 현장 상황에 의하여 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.4 기계기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검, 정비하여 기계가 그 기능을 발휘할 수 있게 한다.

3.1.5 지장 장애물은 제거하여야 하고, 영향 범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설하여야 한다.

3.1.6 말뚝의 운반 · 쌓기 · 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상방지에 유의하여야 하며, 현장에 반입할 때에는 말뚝의 외관 · 형상 및 치수 등에 대하여 KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사하여야 한다.

3.2 지반천공

3.2.1 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치 될 수 있도록 견고한 지반 위의 정확한 위치에 설치하여야 한다.

3.2.2 용접된 강관을 세우기 위한 서비스홀(service hole)을 설치한다.

3.2.3 천공 심도는 설계된 심도로 한다.

3.2.4 천공 작업방식은 천공 후 공벽이 무너지지 않고 주변지반의 이완을 최소화할 수 있는 설계도서에 규정된 천공장비를 적용하여야 한다.

3.2.5 현장조건에 따라서는 니수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 하여야 하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 한다.

3.2.6 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.3 강관말뚝 시공

3.3.1 말뚝설치는 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.

3.3.2 강관파일의 위치 허용 편차는 측점중심점에 대하여 100 mm 또는 D/4 (D : 말뚝 지름) 중 큰 값으로 하고, 경사에 대한 허용경사도는 말뚝길이의 1/25 이하로 한다. 시공오차가 최대 허용한도보다 큰 경우에는 실제의 시공오차를 고려하여 말뚝에 걸리는 하중을 재검토한 후 보강 등의 조치를 취한다.

3.3.3 말뚝시공을 할 때 변형이 발생하였을 때는 감독자의 지시에 따른다.

3.3.4 말뚝중공 내부를 굴착하면서 말뚝을 시공할 때 지반변화나 말뚝의 침하상황을 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝 둘레의 지반이 교란되지 않도록 하

여야 하며, 소정의 깊이까지 시공하여야 한다.

3.3.5 목표심도까지 도달하여 지층의 변화가 설계도와 상이할 경우 설계조건 및 시공조건을 검토하여 대처하여야 한다.

3.3.6 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.4 현장타설 말뚝 시공

3.4.1 콘크리트 타설 전에 선단부 근처의 슬라임을 제거하여야 한다.

3.4.2 철근의 가공, 조립, 보관

(1) 철근망은 주근 · 띠철근 · 보강근 및 보강강재 · 스페이서 등으로 조립하고, 자재의 보관 · 운반 · 세우기 작업 등에 의하여 변형이 생기지 않도록 견고한 것으로 한다.

(2) 철근은 설계도서에 따라 정확하게 가공 · 배근하고, 주근은 띠철근을 철선으로 결속하여 조립한다.

(3) 띠철근은 정하여진 형상에 맞게 가공하고, 이음은 한쪽면 10D 이상(D : 철근지름)의 플레어 용접으로 한다.

(4) 말뚝길이가 설계도서와 다른 경우, 철근망의 길이는 최하단의 철근망에서 조정한다.

3.4.3 콘크리트 타설 후 천공구멍의 나머지 부분(지표면보다 낮은)의 메우기는 별도 지침에 따른다.

3.4.4 콘크리트 양생을 할 때 진동, 충격 및 하중이 가해지지 않도록 보호한다.

3.4.5 현장타설 말뚝의 수평 및 수직오차는 이 절의 3.3 강관말뚝 시공을 따른다.

3.5 용접이음 및 볼트이음

3.5.1 용접이음

(1) 말뚝의 이음부는 몸체와 동등 이상의 성능을 가진 구조로서, 이음부터 끝면은 말뚝의 축선에 대하여 직각이어야 한다.

(2) 용접이음은 말뚝의 기능상 해로운 결함이 생기지 않도록 적절한 준비와 조건 하에 정확하게 시공하여야 하며, 용접조건 · 용접작업 · 검사결과 등을 기록하여야 한다.

(3) 용접공은 KS B 0885 또는 이와 동등 이상의 기술시험의 합격자 중에서 선발하여야 한다.

(4) 강관말뚝 및 H형강 말뚝의 이음에 관한 구조 및 치수 차는 KS F

4602 · KS F 4603에 준하여야 하며, 보강 또는 가공에 대한 요구가 있을 때에는 주문자와 제조자의 협정에 따른다.

(5) 용접작업 개시 전 · 후 다음 사항에 대한 외관검사(표 3-2-3)를 실시하고, 중대한 결함이 발견될 경우 발생 부위를 그라인더 등으로 완전히 제거하고 재용접한다.

표 3-2-3 현장용접 외관검사 내용

구 분	검사내용
용접부 형상	비드표면 요철, 용접치수, 보강살, 용접길이
용접 결함	균열, 언더컷, 오버랩, 피트
마무리 정도	슬래그, Spatter 제거, 그라인더 마감상태, 용접누락

(6) 비파괴 검사

① 용접 이음부는 비파괴 검사를 실시하고 검사결과와 향타 기록부는 감독자의 승인을 얻어 관리하도록 한다.

② 용접완료 후 설계도서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 곳에 대한 검사를 하여야 한다. 말뚝연결 용접부위 10군데마다 1회 이상 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 시행하며, 검사 결과 KS B 0896에 명시된 결함 등급분류의 M검출 레벨 3급 이상의 등급(18 mm 이하)이어야 한다.

(7) 용접보수 및 재검사

① 외관검사 및 비파괴검사 결과, 불합격 판정을 받은 용접 결함부는 감독자에게 통보하여 그 보수방법에 대하여 승인을 얻어야 한다.

② 승인을 받는 보수방법에 따라 보수를 실시하고 재검사하여 합격 판정기준에 따라 조치한다.

3.5.2 볼트이음

(1) 이음용 볼트구멍은 말뚝 표면에 직각이어야 하며, 볼트의 지름보다 2 mm 더 크게 천공하여야 한다.

(2) 말뚝이음에 사용되는 볼트는 지압이음용 고장력 볼트의 접시볼트로 하며, 볼트가 하부말뚝에 볼트지름의 1배 이상 관입할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 상부말뚝과 하부말뚝의 볼트구멍이 일치하도록 하여야 한다.

(4) 적정한 볼트 축력이 얻어지도록 조임을 실시하여야 한다.

3.6 보강재 설치

3.6.1 H형강 및 철근망 등의 보강재를 천공 후 강관 말뚝이나 현장타설 말뚝의 내부에 설계심도만큼 설치한다.

3.6.2 보강재설치 전에 공 내의 슬라임을 반드시 제거하고, 감독자의 승인을 받는다.

3.6.3 H형강 및 철근망을 설치할 때 강관말뚝이나 현장타설 말뚝의 상단에서 스페이서 등을 사용하여 수직 · 수평 위치를 조정하여 설치한다.

3.6.4 보강재 설치 전 자재의 변형 및 용접 상태 등에 대한 검사를 실시하고, 감독자의 승인을 받은 후 설치한다.

3.6.5 H형강은 강관파일의 중앙에 위치하고, 플랜지 면이 비탈면의 활동방향에 대하여 수직방향이 되도록 설치한다.

3.6.6 보강재를 설치할 때에는 변형이 생기지 않도록 한다. 또, 공사를 할 때에는 보강재를 말뚝중심에 맞추어 수직으로 하여 보강재에 의하여 공벽이 무너지지 않도록 천천히 삽입한다.

3.7 말뚝 두부정리

3.7.1 말뚝 및 보강재 설치가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝두부를 정리하여야 한다.

3.7.2 말뚝두부를 정리할 때 말뚝 본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.

3.7.3 강관말뚝의 경우 절단하여 발생되는 스크랩(scrap)은 깨끗이 절단하여 지정장소에 운반 · 정리하여야 한다.

3.8 속 채움

3.8.1 천공 홀 내의 지하수 영향을 고려하여 채움재(콘크리트, 모르타르 등)를 타설한다.

3.8.2 천공 홀 내부에 지하수가 유입되어 재료분리의 우려가 있을 때는 트레미관을 이용하여 수중콘크리트를 타설하여야 한다.

3.8.3 콘크리트를 잘 혼합한 후 정하여진 시간 내에 콘크리트 타설을 완료한다.

3.8.4 트레미 관을 이용하여 콘크리트를 타설할 때, 트레미 관의 물과 호퍼 속의 콘크리트를 분리시켜 재료분리를 방지하고 타설 순간을 제어하기 위하여 플랜져(planger) 방식이나 밑 덮개 방식 또는 이에 준하는 방식을 이용한다.

3.8.5 케이싱을 사용하는 공법은 케이싱을 인발할 때 보강재가 함께 올라오지 않도록 하면서 케이싱의 앞부분을 콘크리트면 보다 아래에 있도록 한다.

3.9 캡 콘크리트

억지말뚝을 설치하여 비탈면 활동에 효과적으로 저하하기 위하여 각 말뚝두부를 캡 콘크리트를 이용하여 일체화하고, 콘크리트 강도는 압축강도시험을 하여 설계강도를 만족하는지 확인하여야 한다.

3.10 품질관리

3.10.1 용접부 이음오차

용접이음부의 허용오차는 KS F 4603에 준하고 이음부위는 해당 분야의 자격증을 소유한 건설기술진흥법에 의한 중급기술자 이상의 전문기술자가 비파괴검사를 실시한다.

3.10.2 시공오차

(1) 수평방향 시공오차는 D/4(D : 말뚝 지름) 또는 최소 100 mm 이내여야 하며, 수직방향 오차는 1/25 이하로 하여야 한다.

(2) 시공오차가 발생하면 시공오차를 측정하여 말뚝에 작용하는 하중을 재검토하여야 한다.

3-3 비탈면 구조물공

3-3-1 돌망태 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면의 활동을 방지하기 위하여 설치하는 돌망태 옹벽 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 7011 아연도금철선
KS D 7019 육각철망
KS D 7036 염화비닐 피복철선
KS F 4601 돌망태
KS D 7017 용접 철망

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 돌망태 옹벽용 철선

2.1.1 아연도금을 하거나, PVC 코팅철선이어야 한다.
2.1.2 평균 인장강도는 380 MPa ~ 500 MPa 이어야 한다.
2.1.3 철선의 신장율은 12 % 이상이어야 한다.
2.1.4 철선의 아연부착량은 표 3-3-1에 따른다.

표 3-3-1 아연부착량 기준

철선의 굵기 (mm)	아연부착량 (g/m²)	비 고
2.2	240	이음용 철선
3.4	275	가장자리 철선

2.2 돌망태 옹벽의 채움용 돌

풍화된 암석이나 풍화를 받기 쉬운 암석은 사용하지 않아야 하며, 규격은 지름이 망눈의 최대치수보다 크고 250 mm보다 작은 하천 골재 또는 쇄석 골재를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 기초지반을 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.1.2 기초지반이 연약할 경우에는 지반개량을 실시하여 돌망태 옹벽의 하중을 지지할 수 있어야 한다.

3.1.3 설계도서에 별도의 표시가 없으면 돌망태 옹벽은 6°의 경사로 설치하여야 한다.

3.1.4 돌망태의 철망은 넓고 평활한 곳에서 설계도서의 규격으로 접어 철망박스를 형성하고, 돌채움은 공극이 최소화 되도록 하여야 하며, 철망의 크기보다 큰 돌을 사용하여야 한다.

3.1.5 돌채움을 할 때에는 박스 높이의 1/3 지점과 2/3 지점에 중간철선을 연결하여 박스의 변형을 조절하면서 돌을 채워야 한다.

3.1.6 돌채움이 끝나면 뚜껑을 철선으로 단단히 묶어야 하며, 박스와 박스는 일체가 되도록 연결부를 단단히 결속하여야 한다.

3.1.7 돌망태는 비탈면의 안정을 저해하지 않아야 하고, 사면에 의존하지 않고 자체로 안정하여야 한다.

3-3-2 보강토 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 블록 혹은 패널식 전면판(facing)과 금속 혹은 토목섬유 보강재를 사용하는 보강토 옹벽의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 한국산업표준(KS)

KS F 2302 흙의 입도 시험 방법
KS F 2306 흙의 함수비 시험 방법
KS F 2311 현장에서 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
KS F 2343 압밀 배수 조건 아래서 흙의 직접 전단 시험 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법
KS F 2422 콘크리트에서 깎기한 코어 및 보의 강도 시험 방법
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS F 4416 콘크리트 적층 블록
KS F 4419 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록

1.2.2 도로공사 표준시방서

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4 시공 전 검토사항

1.4.1 지반지지력의 확인

계약상대자는 보강토 옹벽공사 시공에 앞서 도면에 명시된 기초의 지반지지력을 확인하고, 터파기 결과 소요지지력을 확보할 수 없다고 판단될 경우나 설계도에 의하여 시공하는 것이 부적당 하다고 판단될 경우는 즉시 치환 또는 기초형식 변경 등의 대책을 강구하여 설계변경 하여야 한다.

1.4.2 보호 및 보강공

(1) 도면에 명시된 설계조건과 옹벽높이 등이 현장 조건과 일치하지 않을 경우에는 현장 여건에 부합되도록 보강재의 간격, 길이 및 옹벽 높이를 변

경하여야 한다.

(2) 옹벽 상부 비탈면의 토질이 불량하여 슬라이딩의 위험이 예상되거나 용수가 많은 지역은 보호 및 보강공을 실시하여야 한다.

1.4.3 뒤채움재료 및 속채움재료의 선정

뒤채움재료나 속채움재료는 공사장 내의 굴착에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료를 사용하되, 그 재료의 성질이 뒤채움재료에서 규정하는 조건을 만족시키지 못하는 경우는 토취장을 선정하여 공사에 적합한 재료를 확보하거나 또는 현장 내 유용토사의 토질조건에 부합하도록 설계변경(보강재의 간격 및 길이의 변경 등) 하는 방법 중 비용이 저렴하고 실행 가능한 방법을 선정하여 결정하여야 한다.

1.4.4 자재 제품자료

블록, 전면판, 보강재, 연결부품 자재에 대한 제조업자의 제품자료, 시방서, 설치지침서 및 품질시험성과표

1.4.5 시공계획서 및 도면

(1) 보강토 옹벽 설치계획

보강토 옹벽의 설치범위, 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획, 시공순서 및 시공방법, 인원 및 장비계획, 자재반입계획 등

(2) 설계검토 보고서

설계도서와 현장 조건이 일치하지 않을 경우 그 처리대책으로서 해당분야 특급기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등

(3) 보강토 옹벽과 주변 구조물과의 공간관계 및 옹벽 상부의 토공 마무리계획을 포함하는 부위별 횡단면도

(4) 설치지반의 지형을 고려하여 작성한 보강토 옹벽의 시공전개도(종단면도)

(5) 가장자리 부분, 꺾이는 부분, 경사가 변하는 부분, 곡선구간 등에 대한 설치세부도

2. 재료

2.1 전면블록 및 전면판

2.1.1 재료 및 제조

(1) 블록의 재료 및 제조에 관한 사항은 KS F 4416의 5항 및 6항 규정을 준용한다.

(2) 패널식 전면판의 경우 해당제품의 생산기준을 따르며, 구조적으로 안정적인 것이어야 한다.

2.1.2 형상 및 치수

전면블록 및 패널식 전면판의 치수는 설계도서에 따른다.

2.1.3 품질

(1) 압축강도

콘크리트 전면블록의 압축강도는 KS F 2422 또는 KS F 2405에서 규정하는 시험을 했을 때 3개 이상 시료의 평균압축강도가 28 MPa 이상이어야 하며, 패널식 전면판의 압축강도는 28일 양생기준으로 6개 이상 시료의 평균압축강도가 30 MPa 이상이어야 한다.

(2) 흡수율

콘크리트 블록은 KS F 4419의 규정에 의한 흡수율시험을 했을 때 3개 이상 시료의 평균흡수율이 7 % 이내이어야 한다.

(3) 크기

콘크리트 블록의 높이 및 폭의 치수오차는 각각 ±1.6 mm 및 ±3.2 mm를 초과하지 않아야 하고, 패널의 치수오차는 폭 및 높이는 ±5 mm, 대각선 방향길이는 ±13 mm를 초과하지 않아야 한다.

2.2 보강재 및 연결부품

2.2.1 재질 및 제조

(1) 토목섬유 보강재는 토양 중에 존재하는 산, 알칼리, 염 등에 변질되지 않고 미생물에 의하여 분해되지 않는 재질로 접합부나 연결 취약부가 없는 구조로 제조된 것이어야 한다.

(2) 토목섬유 보강재의 경우 특히 장기적인 거동할 때의 크리프변형 등에 대한 안정성이 확보되어야 한다.

(3) 금속보강재는 부식방지를 위하여 처리된 것이어야 하고 이는 시공 중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.

(4) 모든 보강재는 설계자가 제시하는 내시공성을 만족하여야 한다.

(5) 기타 보강재의 세부 종류별 형상, 치수, 품질은 설계도서 및 설계조건을 만족시킬 수 있도록 작성된 제조시방에 적합하여야 한다.

2.2.2 연결부품

연결부품은 블록 혹은 패널과 보강재의 고정방법에 따라 보강토 옹벽 제조자나 설계도서에서 제시하는 형식의 제품을 사용하되, 연결부품의 재질 및 일반적인 품질기준은 다음과 같다.

(1) 연결부품은 전면블록 혹은 패널과 보강재를 상호 연결시킴으로써 전면재와 보강재의 연결강도를 증대시킬 수 있는 구조여야 한다.

(2) 연결부품의 재질은 흙속에서 부식되지 않으며, 적용되는 보강토 구조물의 설계조건을 만족시킬 수 있는 적합한 강도를 가진 것으로 금속재 또는 고강도 섬유유리 등으로 제조된 제품을 사용하되, 특히 재질을 금속재로 하는 경우에는 부식방지를 위하여 처리된 것이어야 하고, 시공 중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.

(3) 연결부품을 고정할 때 블록이나 패널과 보강재를 연결하는 이음부의 수평이동변위는 설계도서에 제시된 값 이내 이어야 한다.

2.3 뒤채움재료

뒤채움재료는 설계도서를 검토하여 별도로 명시하는 기준을 따르는 것을 우선으로 한다. 별도의 언급이 없을 경우 이 시방서에서 제시된 값을 참조한다.

2.3.1 일반사항

뒤채움 흙의 일반적인 성질은 다음과 같다.

(1) 흙과 보강재 사이의 마찰효과가 큰 재료로서 KS F 2343의 직접전단시험 결과, 내부마찰각이 설계도서에서 제시한 값 이상인 토질일 것.

(2) 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도특성의 변화가 적으며, 소성지수(PI)가 6 이하인 흙일 것.

(3) 보강재의 내구성을 저하시키는 화학적 성분이 적은 흙일 것.

2.3.2 입도기준

(1) 일반적인 뒤채움 흙의 입도기준은 다음과 같다.

표 3-3-2 보강토 뒤채움 흙의 입도

체 눈금 크기(mm) (체번호)	통과중량백분율(%)	비고
102	100	
0.425 (No. 40)	0 ~ 60	
0.075 (No. 200)	0 ~ 15	

① No.200 통과율이 15 % 이상이더라도 0.015 mm 통과율이 10 % 이하이거나 또는 0.015 mm 통과율이 10 % ~ 20 % 이고 내부마찰각이 25° 이상이며 소성지수(*PI*)가 6 이하면 사용이 가능하다.

② 뒤채움 재료의 최대 입경은 102 mm까지 사용할 수 있으나, 시공할 때 손상을 입기 쉬운 보강재를 사용하는 경우에는, 최대입경을 19 mm로 제한하거나, 시공손상 정도를 평가하는 것이 적합하다.

(2) 블록 속채움재료

블록의 내부공간 및 블록과 블록 사이 속채움재료의 일반적인 기준은 표 3-3-3과 같다.

표 3-3-3 블록 속채움재료 입도기준

체의 공칭치수	26.5 mm	19 mm	4.75 mm (No.4)	425 ㎛ (No.40)	75 ㎛ (No.200)
통과 중량 백분율(%)	75~100	50~75	0~60	0~50	0~5

2.4 전면 벽체의 기초

전면 벽체의 기초(levelling pad)는 보강토 옹벽 전면부의 평탄성을 확보가기 위하여 설치하며, 벽면공 저면부에 응력이 집중되기 때문에 그 하부지반은 지지력을 확보할 수 있는 구조이어야 한다. 전면 벽체의 기초는 설계도서에서 명시하는 기준을 따르는 것을 우선으로 하며 일반적인 기준은 다음과 같다.

(1) 잡석을 사용하는 경우, 잡석은 경질이고 변질될 염려가 없는 부순돌 또는 조약돌로서, 입경 50 mm ~ 150 mm의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것이어야 한다.

(2) 콘크리트를 사용하는 경우, 콘크리트는 KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서, 강도는 16 MPa 이상이어야 하고, 공기량 (4.5±1.5) %, 슬럼프 (8±2.5) cm, 굵은골재 최대치수 25 mm 이하로 한다.

3. 시공

3.1 사전조사

보강토 옹벽의 시공에 앞서 먼저 설계조건, 시공위치, 단면의 치수, 옹벽배면의 여건(구조물과의 이격거리, 과재하중, 지하매설물의 위치, 용출수의 유무 등)을 확인하고 설계도서에 의거 시공하는 것이 부적당하다고 판단될 경우에는 즉시, 보강대책을 강구하여 설계변경을 요청하여야 한다.

3.2 자재의 운반, 보관 및 취급

(1) 자재는 운반 · 보관 · 취급 중에 손상을 입지 않도록 파렛트 위에 차곡차곡 쌓아서 운반하고 조심스럽게 상 · 하차 하여야 한다. 또한 시공 중에는 던지거나 굴려서는 안 되며, 인력 또는 크레인 등으로 소운반하여야 한다.

(2) 자재에는 제조업자명, 제품명, 로트 및 제품번호, 규격 등이 표기되어 있

어야 한다. 섬유제품의 경우 자외선에 노출될 경우 품질의 변화가 있을 수 있으므로 실내에 보관하거나 자외선을 차단할 수 있는 보호덮개를 씌워야 한다.

(3) 운반 및 시공 중에는 손상을 입지 않도록 주의하여야 하며, 손상을 입은 자재를 사용해서는 안 된다.

3.3 터파기

(1) 터파기는 이 시방서 제3장 비탈면 안정공사의 해당 규정을 따른다.

(2) 굴착된 바닥면은 평탄하게 지반고르기를 시행하되, 과다 터파기된 부분은 표준쌓기재료 또는 기초용 잡석 등을 사용하여 원지반과 동일한 밀도로 다져야 한다.

(3) 연약지반, 지하수 용출지반의 경우는 소정의 지내력을 갖도록 치환 또는 기초형식변경 등의 조치를 강구하여야 한다.

(4) 터파기 작업은 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기 시기 등을 고려하여 작업 가능한 구간만을 터파기하고, 되메우기를 포함한 모든 작업이 완료된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.

3.4 전면 벽체의 기초공

(1) 설계도서에 명시된 방법에 따라 잡석 또는 무근콘크리트로 시공한다.

(2) 전면벽이 콘크리트 패널인 경우에는 콘크리트를, 콘크리트 블록이나 포장형인 경우에는 잡석층 위에 양질의 모래층을 포설하는 형식으로 하여야하나, 높이가 10 m 이상인 경우에는 블록식의 경우에도 콘크리트를 사용한다. 단 감독자 및 지반분야 책임기술자가 필요하다고 판단하는 경우에는 10 m 미만의 블록식 옹벽에도 콘크리트를 사용할 수 있다.

(3) 보강토 옹벽의 안정성 및 외관은 기초설치의 정확도에 의하여 크게 좌우되므로 상부면은 수평으로 평탄하게 마무리하여 블록의 아랫면과 완전히 접촉되도록 하여야 한다.

(4) 비탈에 옹벽이 시공되는 경우에는 무근콘크리트를 사용하여 계단식으로 마무리 되도록 한다.

(5) 잡석으로 시공하는 경우에는 도로공사표준시방서의 보조기층 다짐기준 또는 이에 상응하는 기준으로 다져야 한다.

(6) 현장타설 콘크리트로 시공하는 경우에는 두께가 150 mm 이상 되도록 하고, 타설 후 12시간 이상 양생시킨다.

(7) 비탈 기초, 한쪽깎기 · 한쪽쌓기 경계부와 같이 강성이 급격히 변하는 부

위에서는 정확한 시공에 특히 주의하여야 한다. 만일 설계도서에 이 부분에 대한 명시가 없을 경우 감독자의 지시나 특급기술자의 검토를 거쳐 해당 부위 시공을 실시하도록 하여야 한다.

3.5 규준틀 설치

(1) 옹벽 전면의 수직(또는 경사) 및 수평상태를 확인하기 위하여 규준틀을 설치하고 감독자의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.

(2) 규준틀의 설치간격은 10 m를 표준으로 하되, 시점 · 종점 및 평면 · 단면의 변화점에 설치한다.

3.6 블록 및 전면판 설치

(1) 블록이나 전면판의 첫 단은 겨냥줄에 맞추어 전면부의 선형 및 수평이 유지되도록 정밀하게 설치하되, 블록의 전면부에 미리 철근 등을 고정하여 되메우기 또는 쌓기작업으로 인하여 블록이 이동하는 것을 방지하여야 한다.

(2) 윗단을 설치할 경우에는 아랫단 상부를 깨끗이 청소한 후 명시된 고정방법에 따라 견고하게 고정시킨다. 쌓기중에는 옹벽전면의 경사와 수평상태를 수시로 확인하여야 한다.

(3) 블록이나 전면판은 한 단씩 쌓아올리고 매 단마다 블록속채움 및 뒤채움 쌓기를 시행한 후 다음 단을 쌓아 올려야 한다.

(4) 볼록하거나 오목한 곡선부를 형성하고자 하는 경우에는 사전에 시공상세도면을 작성하여 곡선부 반지름 및 쌓기방법 등에 대하여 승인을 받아야 하며, 이 경우 볼록하거나 오목한 부분에 발생할 수 있는 집중응력에 대한 보강방법 등이 고려되어야 한다.

(5) 옹벽의 최상부는 바로 아랫단 상부표면에 승인된 접착제 또는 모르타르를 사용하여 완전히 고정시켜야 한다.

3.7 뒤채움 다짐 및 블록 속채움

3.7.1 뒤채움 다짐

보강토 옹벽에 있어서 쌓기재료의 다짐은 쌓기내부 흙의 상대이동을 감소시키고 흙 구조물의 내구성에도 중요한 역할을 하므로 균일하고 적정한 다짐이 되도록 하여야 한다.

(1) 한 층의 시공두께는 블록의 한단 높이를 기준으로 하되 0.2 m ~ 0.3 m

가 넘지 않아야 하며, 안정성을 확보하는데 문제가 없어야 한다.

(2) 재료의 포설은 전면판의 휨 방지를 위하여 전면판 쪽에서부터 시공하며, 전면판과 평행한 방향으로 진행하여야 한다. 또한, 보강재 상부에 포설할 경우에는 보강재가 움직이거나 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 전면판에서 1.0 m 이내에 대해서는 포설 및 고르기를 인력으로 시행하여야 하며, 다짐은 소형 진동 다짐기계를 사용하여야 한다.

(4) 다짐장비의 주행은 전면판과 평행이 되도록 하고, 다짐은 최대건조밀도(D, E 방법)의 95 % 이상 또는 평판재하 시험에 의한 K_{30} 값은 150 MN/m³ 이상이 되도록 다져야 한다.

(5) 타이어가 장착된 장비는 시속 20 km 이하의 속도로 다지되, 다짐 중 급제동 또는 급회전은 삼가하여야 한다.

(6) 보강재를 설치한 면을 다질 때에는 보강재 위를 다짐장비가 직접 올라타게 해서는 안 되며, 뒤채움재를 명시된 두께로 포설한 후 다짐을 하여야 한다.

(7) 뒤채움재의 포설과 다짐작업은 구조물을 변형시키지 않도록 주의해서 시공하여야 하며, 전면판에 변형이 생긴 경우에는 즉시 모든 작업을 중단하고 수정 후 재시공하여야 한다.

(8) 하단(옹벽 근입부) 전면판의 전 · 후면은 가급적 빠른 시간 내에 되메우고 다짐하여 우수 등에 의하여 세굴되지 않도록 하여야 한다.

(9) 뒤채움재의 포설 및 다짐은 기온이 1.5 ℃ 이상일 때만 시행한다. 시공 중 비 또는 눈이 오는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 폴리에틸렌 등의 피막으로 작업표면을 덮어 우수의 침입을 막고, 현장과 토질조건이 다지기에 적합할 때까지 작업을 재개해서는 안 된다.

3.7.2 블록속채움

블록 한단 쌓기가 완료되면 블록의 내부 및 블록과 블록 사이의 공간에는 명시된 속채움재료를 밀실하게 채워 넣는다.

3.8 보강재 설치

(1) 보강재가 설치될 모든 표면은 움푹 파인 곳이나 불안정한 돌, 나무뿌리 등을 제거하여 청결한 상태를 유지하여야 하며, 바닥면의 평탄성은 직선자(약 3 m 이상)를 바닥에 대어 측정하거나 별도의 방안을 마련하여 관리하도록 한다.

(2) 보강재는 블록 및 전면판과 직각을 이루도록 설치하여야 하며, 설계도서에 명시된 높이와 길이로 설치한다.

(3) 보강재는 최대한 팽팽하게 당겨서 설치하여야 하고 뒤채움재 포설 및 다짐을 할 때 이동이 없도록 하여야 하며, 띠형 섬유보강재의 경우 끝부분에 고정핀을 사용하여 바닥에 단단히 고정시키되, 설계도서에 명시되지 아니한 경우 고정하는 곳은 보강재의 폭과 동일한 간격으로 하거나 최대 1.5 m 이내로 한다.

(4) 보강재가 원지반선 아래에 설치될 경우에는 보강재 설치높이 이하 0.2 m까지 깎기한 후 뒤채움재료를 포설하고 다진 다음 보강재를 설치하여야 한다.

(5) 보강재의 힘을 받는 방향에 대한 이음은 가급적 피하여야 하며, 부득이하게 보강재를 이어야 할 경우에는 사전에 이음방법에 대하여 승인을 받아야 한다.

(6) 띠형 섬유보강재의 폭에 대한 이음은 시공을 할 때 이동 등을 고려하여 설계도서에 명시된 겹침 폭 이상이 되도록 유지하여야 하며, 특히 전면판이나 고정단 부위에서도 겹침 폭이 유지되도록 하여야 한다.

3.9 배수공

보강토 옹벽은 보강재와 뒤채움 흙의 마찰저항에 의하여 지지되는 구조이며, 유입되는 물에 의하여 강도저하 및 구조체 파괴의 원인이 될 수 있으므로 설계도서에 명시되지 않은 경우라도 이러한 문제가 예상되는 경우에는 감독자와 협의, 설계변경을 하여 보강토체 내외에 배수구를 설치한다.

3.10 현장 품질관리

품질관리를 위한 각종 시험은 반드시 감독자(또는 건설사업관리기술자) 입회하에 실시하여야 하며, 명시된 요건을 만족하지 못할 경우에는 즉시 수정하여야 한다.

(1) 다짐시험은 KS F 2312의 D 또는 E법에 따라 뒤채움재의 재질이 변화할 때마다 실시하며, 다짐시험의 결과는 현장밀도의 다짐도를 측정하기 위한 기준밀도로서 이용한다.

(2) 함수비시험은 KS F 2306에 따르거나 급속함수량 측정기 사용이 가능하며, 포설 후 다짐 전 설계도서에서 제시된 수량마다 실시한다. 시험결과 함수량이 부족한 경우에는 추가로 살수하고 과다한 경우에는 가래질 등을 하여 최적의 함수비를 확보한 후 다져야 한다.

(3) 현장밀도시험은 KS F 2311에 따르되, 설계도서에 제시된 수량 마다 실시하며, 시험위치는 전면판 뒷면 1 m 위치 및 보강재 끝에서 앞면 1 m

위치에서 각각 실시한다.

(4) 보강토 옹벽공사와 관련이 있는 옹벽 상부의 비탈면 보호공사 또는 유출수 처리를 위한 배수공사는 옹벽구조물의 안정성에 문제가 발생치 않도록 조속한 시일 내에 완료하여야 하며, 이러한 공사를 소홀히 함으로써 보강토 옹벽에 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(5) 보강토 옹벽의 경우 어느 정도 변위를 허용하는 구조물이기는 하나 과다한 전면 변위로 인한 불안감이나 구조체의 안정성 등을 고려하여 설계도서에 제시된 허용변위 이내가 되도록 시공되어야 한다.

(6) 보강토 옹벽 주변에서 이루어지는 모든 작업은 옹벽의 구조적 안정을 해치지 않는 범위 내에서 시행되어야 하며, 설계조건을 초과하는 과재하중이나 충격하중 그리고 뒤채움재와 보강재 사이의 마찰력을 저하시킬 수 있는 어떠한 행위도 허용되어서는 안 된다.

3-3-3 돌쌓기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면의 안정과 보호, 수로 비탈면의 세굴방지 등을 위하여 설치하는 돌쌓기 및 돌붙임 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 석 재

2.1.1 돌쌓기 작업에 사용하는 모든 석재는 적합한 내구성과 강도를 지닌 것으로서, 균열이나 상처 · 얇은 석편 · 풍화로 인하여 변색 또는 변질된 광물을 함유하지 않은 양질의 것이어야 한다.

2.1.2 견칫돌의 모양과 치수는 설계도서에 지정된 뒷길이(공장)를 지녀야 한다. 면의 형상은 구형으로 평면 또는 완만한 철면(凸면)을 이루어야 하며, 뒷면은 앞면의 1/16 이상의 단면적을 갖고 뒷길이 1/10 이상의 접촉부를 지닌 것이어야 한다.

2.1.3 깬 돌은 견칫돌과 같은 뒷길이를 갖는 것으로서, 뒷면에 대한 제한은 없다.

2.1.4 호박돌 및 야면석의 형상과 깊이는 설계도서에 지정된 것으로서, 평평하거나 쌓기용 재료로 적합한 형상의 석재를 사용하여야 한다.

2.1.5 각종 돌쌓기용 돌의 표준 개수는 표 3-3-4와 같다. 단, 설계도서에 별도로 명시되어 있는 경우에는 설계도서에 따른다.

2.2 뒤채움 돌

2.2.1 뒤채움 돌은 내구성이 풍부하고 강도가 큰 천연의 조약돌이나 부순돌로서, 최대직경이 150 mm 이하의 크고 작은 돌이 적당한 분포로 혼합된 것이어야 한다.

표 3-3-4 돌쌓기용 돌의 1 ㎡마다 표준 개수

단위 : 개수

종류 \ 뒷길이	250 mm	300 mm	350 mm	450 mm	550 mm	650 mm	750 mm
견 칫 돌	32	23	16	11	8	6	4
깬 돌	33	24	17	12	9	6	4
호박돌 및 야면석	–	28	23	16	11	–	–

2.3 모르타르

2.3.1 쌓기용 모르타르는 용적배합비가 1 : 3인 것을 사용하며, 규정된 반죽질기(consistency)를 얻을 수 있도록 균일하게 비빈 것이어야 한다.

2.3.2 모르타르용 잔골재의 최대치수는 표면의 접합부에 사용하는 경우에는 2 mm, 석재공간을 메우는데 사용하는 경우에는 5 mm로 한다.

2.3.3 모르타르는 물을 가한 후 45분 이내에 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 돌쌓기를 할 경우에는 쌓기 할 전면 및 뒤채움 면에 규준틀을 설치하고 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 모든 석재는 작업 전에 물로 깨끗이 씻어야 하며, 다량의 돌을 현장에 준비하여 선택하여 쓸 수 있게 하여야 한다.

3.1.3 규준틀에 줄을 수평으로 띄우고 미리 시공한 기초 위에 동일한 높이를 유지하면서 쌓아야 한다.

3.1.4 밑 돌은 큰 돌을 사용하며, 규준틀에 맞도록 하고 돌을 다듬어서 인접한 돌과 밀착시켜야 한다.

3.1.5 뒤채움용 콘크리트의 배합은 설계도서에 따른다.

3.1.6 기온이 빙점 이하로 내려갈 때와 수중에서는 돌쌓기 작업을 해서는 안 된다.

3.1.7 견칫돌 및 깬돌 쌓기는 골쌓기를 하여야 한다. 메쌓기의 경우 접촉 10 mm 이내로 하며 해머(hammer) 등을 사용하여 접촉시키고, 조약돌로 받침을 하여 뒤채움을 하며, 그 틈 사이에는 채움용 자갈로 메워야 한다.

3.1.8 야면석 쌓기, 호박돌 쌓기 및 잡석 쌓기는 모두 마구리 쌓기를 하여야 한다.

3.1.9 돌쌓기 시공 중 배면의 지하수압 저하를 위하여 배수공을 설치하고 원할한 배수가 이루어지도록 한다.

3.2 메 쌓 기

3.2.1 메쌓기는 줄쌓기를 하여야 하며, 하루 쌓기높이는 1 m 미만으로 하고 쌓는 돌의 접촉면 마찰을 크게 하여 외력에 대하여 견디도록 접촉 전면(합단)과 끝고임 돌 및 배고임 돌 등을 주의하여 쌓아야 한다. 먼저 배고임 돌을 고여 큰 돌을 고정시키고 그 공간을 잔돌로 메우며, 넓고 큰 돌은 골라 끝고임 돌로 하고 다시 그 공간을 잔돌로 메워야 한다.

3.2.2 메쌓기의 전면 줄눈은 어긋나도록 쌓아야 한다.

3.3 찰 쌓 기

3.3.1 찰쌓기로 쌓을 경우에는 쌓은 돌을 배고임 돌로 고여 고정시키고, 각 수평층의 돌쌓기를 맞출 때마다 뒤채움을 하고 콘크리트로 빈틈없이 채워 주어야 한다.

3.3.2 뒤채움 돌은 콘크리트를 채우기 전에 물을 뿌려 적셔야 한다.

3.3.3 콘크리트를 채운 다음 6시간 이상 경과한 후 그 위에 콘크리트를 채울 때에는 윗 면에 모르타르를 얇게 깔고 콘크리트를 채워야 한다.

3.3.4 윗 면 마무리의 콘크리트는 뒤채움 콘크리트와 동시에 시공하여야 하며, 나무흙손 등으로 평활하게 다듬어 마무리하여야 한다.

3.3.5 콘크리트가 굳기 전에 너무 높이 쌓으면 무너질 가능성이 있으므로 감독자의 지시가 없는 한 하루에 1.2 m 이상 쌓아서는 안 된다.

3.3.6 찰쌓기 면에 설치하는 배수공은 별도의 지시가 없는 한 2 ㎡에 1개의 비율로 설치하여야 한다.

3.3.7 찰쌓기 전면의 줄눈은 용적배합 1 : 1의 모르타르로 마무리하여야 하며, 찰쌓기 돌의 전면에는 모르타르가 묻지 않도록 하여야 한다.

3.3.8 찰쌓기 시공이 끝나면 즉시 양생용 부직포나 가마니 등으로 덮고 10시간 이상 습윤 양생하여야 한다.

3.4 돌붙임

3.4.1 돌붙이기를 할 경우에는 설계도서에 따라 비탈면을 다듬고 소정의 두께는 조약돌을 깔고 고르기를 한다.

3.4.2 접촉부는 표면에 심한 요철이 없도록 빈틈없이 붙인 다음 이동하지 않도록 접촉부의 뒷면 끝에서 뒷길이 끝까지 조약돌 및 채움용 자갈로 메워야 한다.

3-3-4 표면보호 돌망태

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면을 안정시키고, 세굴방지를 목적으로 시공하는 돌망태 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS D 7011 아연도금 철선
KS D 7017 용접 철망
KS D 7019 육각 철망
KS D 7036 염화비닐 피복철선
KS D 7037 알루미늄 도금 철선 및 강선
KS F 4601 돌망태

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 돌망태의 철선

2.1.1 돌망태에 사용하는 철선은 장기적 내구성 확보를 위한 방청처리방법에 따라 크게 3가지로 구분하며, 표 3-3-5와 같다. 철선을 설치하고자 하는 현장을 환경에 따라서 적합한 것을 선택하며, 그 내용은 다음과 같다.

표 3-3-5 돌망태의 철선

주 재 료	종 류
아연도철선	원형, 타원형, 사각형
합성수지 피복 철선	
알루미늄 도금 철선	

(1) 아연 도금 : 가장 보편적으로 사용하는 방청방법이며, 산성도(pH) 7～10 범위에서 안정하며, 이 범위를 벗어나면 합성수지 피복망을 적용한다.

(2) 아연-알루미늄 도금 : 95 %의 아연과 5 % 정도의 알루미늄으로 도금 방청하는 방법이며, 순수 아연도금 철망보다 약 1.5배 ~ 4배 정도 내구성이 높다.

(3) 아연 도금-합성수지 피복 : 부식에 대한 저항성이 가장 높으며, 매우 열악한 환경조건에 적용한다. 염분이 많은 소금물이나 pH가 7~10 범위를 초과한 경우에도 사용이 가능하다. 동절기 제설작업에 사용하는 염화칼슘에 장시간 노출되는 지역에도 사용이 가능하다.

2.2 형상 및 치수

2.2.1 돌망태는 몸통, 뚜껑, 링 및 돌구멍 죄임 철선으로 구성한다. 그 형상은 KS F 4601에 따르고, 육각 철망을 사용할 경우 KS D 7019에 따른다.

2.2.2 뚜껑 틀과 뚜껑 망의 이음은 뚜껑 망의 철선이 뚜껑 틀에 2회 이상 감겨야 하며, 흔들림이 없어야 한다.

2.2.3 돌망태 치수의 허용 값은 표 3-3-6과 같다.

표 3-3-6 돌망태 치수의 허용 값

구 분	허 용 값(%)	비 고
몸 통 크 기	+3, -1	
몸통 망 및 여분 길이	+3, -1	
망 눈 치 수	±3	

2.2.4 돌망태용 아연도 철선의 품질기준 및 아연 부착량은 KS D 7011에 따른다.

2.2.5 돌망태용 염화비닐 피복철선의 품질기준은 KS D 7036에 따른다.

2.2.6 돌망태용 알루미늄 도금 철근의 품질 기준은 KS D 7037에 따른다.

2.3 채움용 돌

2.3.1 돌망태에 사용하는 돌은 견고하고 내구적이어야 하며, 돌의 규격은 지름 100 mm 이상 · 300 mm 이내의 범위에서 적절한 입도를 혼합한 것이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 지반을 고른 다음 빈 돌망태를 설치하고 철선으로 각각의 돌망태를 연결하여야 한다.

3.1.2 돌망태는 적당한 방법으로 철선을 잡아 늘려 형상을 유지시켜 고정하여야 한다.

3.1.3 돌망태가 완전히 채워질 때까지 돌채우기와 철선 연결을 번갈아 실시하고, 돌망태는 빈틈을 적게 하여 공극이 최소가 되도
록 기계나 인력으로 돌을 채워 넣어 설계도서의 규격이 유지되도록 하여야 한다.

3.1.4 모든 철망과 철선의 연결은 이중 감기를 하여야 한다.

3-3-5 피암터널

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 강설과 강우, 풍화 등으로 인하여 암석 또는 토사층이 도로면에 떨어지는 것을 방지하여 도로 구조물과 도로 이용자의 생명을 보호하기 위하여 콘크리트 또는 철구조물의 피암터널 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 1513 포장용 발포 폴리스티렌 완충재
KS D 0210 강의 매크로 조직 시험방법
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대
KS D 3590 파형 강관 및 파형 섹션
KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
KS D 7009 PC 경강선
KS D 3505 PC 강봉
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험방법
KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS F 4923 콘크리트 구조물 보수용 에폭시 수지
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 피암터널

2.1.1 콘크리트의 배합 및 운반

(1) 콘크리트의 배합은 설계조건을 만족시키며, 재료분리 및 공극이 발생되지 않을 정도의 워커빌리티를 갖도록 정하여야 한다.

(2) 배합된 콘크리트는 비빈 후 가능한 한 빨리 타설하여야 한다. 비빈 후 타설이 완료될 때까지의 시간은 외기 온도가 25 ℃ 이상인 경우에는 1.5시간, 25 ℃ 이하일 때에는 2시간을 초과하여서는 안 된다. 단, 지연제를 사용하는 경우에는 콘크리트의 품질의 변동이 없는 범위 내에서 감독자의 승인을 얻어 상기의 시간제한을 조정 할 수 있다.

(3) 콘크리트의 현장배합은 시방배합을 기준으로 사용재료, 타설방법 등을 고려하여 결정하여야 한다.

(4) 배치플랜트 배합콘크리트는 재료의 분리, 손실, 이물질의 혼입이 생기지 않는 방법으로 운반하여야 한다. 운반에는 교반기(agitator)가 부착된 운반차를 사용하여야 하며, 기타의 운반방법에 의할 때는 운반방법의 적정성을 검증하여야 한다.

2.1.2 프리캐스트 콘크리트 부재

(1) 콘크리트의 기준강도는 설계도서에 따르되 30 MPa 이상으로 한다.

(2) 치밀하고 고강도의 콘크리트가 요구될 경우에는 시멘트 무게의 10 % 미만으로 포졸란 혼화재를 유동화제와 함께 혼합할 수 있다.

2.2 강재 피암터널

(1) 강재는 연성이 크고, 휨과 용접 등의 가공성이 양호한 강재를 사용하여야 한다.

(2) 강재의 재질은 KS D 3503에 규정된 SS400을 표준으로 하며, 이와 동등 이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재로 한다.

(3) 강재는 작용하중, 피복덮개 등을 고려하여 적절한 단면과 치수가 되도록 제작하여야 한다.

(4) 강지보재를 이음하는 곳은 거치 및 시공성을 고려하여 정하되 이음하는 곳을 최소화하고 구조적으로 유리한 곳에서 견고하게 체결될 수 있도록 제작하여야 한다.

2.3 파형강판 피암터널

2.3.1 파형강판

(1) 파형강판의 규격은 표준형과 대골형으로 구분되며, KS D 3503 · KS D 3506 기준을 만족하는 구조용 강재를 사용하여야 하며, 용융아연도금된 것이어야 한다. 단, 단기간의 임시구조물로 사용하고자 할 경우에는 아연도금을 생략할 수 있다.

(2) 강판은 특별히 지정되지 않는 한 반드시 최종형태로 성형하고, 볼트구멍

을 펀칭한 후에 용융 아연 도금하여야 하며, 도금 후에는 임의로 절단하거나 형상을 변화시켜서는 안 된다.

2.3.2 볼트 및 기타

(1) 강판조립에 사용하는 볼트 · 너트는 표준규격에서 정하는 제품을 사용하여야 하며, 콘크리트와 연결시키기 위한 앵커볼트 · 베이스채널은 각각 볼트 및 강판의 재료기준에 부합하여야 한다.

(2) 단기간 임시구조물로 사용할 경우 외에는 상기 금속부속자재는 반드시 아연도금 되거나 녹슬지 않는 재료를 사용하여야 한다.

2.3.3 구조적 뒤채움재료는 다진 후 압축성이 작고 내구성이 우수한 부순 돌 · 자갈 · 입도분포가 양호한 모래 등 감독자가 확인한 재료 또는 혼합물로서, 표 3-3-7과 같이 노상재료 이상의 품질을 보유하여야 한다.

표 3-3-7 지중강판구조물의 구조적 뒤채움재료의 품질기준

분류	A	B
등급	보조기층재급(SB-1, SB-2)	노상토급
통일분류 기호	GW, SW, GP, SP	SM, SP

2.4 완충재

낙석이 피암터널의 지붕에 떨어졌을 때의 충격을 완화시키기 위한 완충재로는 모래와 폐타이어를 주로 사용하며, EPS도 사용할 수 있다.

2.4.1 완충재로 사용할 모래의 함수비 및 침입깊이 기준은 표 3-3-8과 같다.

표 3-3-8 완충모래의 품질기준

단위중량 (kN/m^3)	함수비(%)	침입깊이[1](mm)	비 고
15.4	0.4	37	1.5 m 높이에서 자유낙하시켜서 포설
15.6	0.3	24	1.2 kN의 롤러로 5회 왕복 다짐
15.7	1.1	21	200 ℓ 의 물을 뿌림

주 1) 침입깊이는 3 kN의 추를 0.7 m 두께의 모래에 올려놓았을 때 침입된 깊이

2.4.2 가볍고 탄성이 좋은 승용차용 폐타이어를 사용한다.

2.4.3 KS A 1513 포장용 발포폴리스티렌 완충재에 규정된 제품을 사용한다.

3. 시 공

3.1 깎기

피암터널을 시공하기 위한 깎기는 건설공사비탈면표준시방서의 비탈면 깎기 해당 규정을 따른다.

3.2 기초지반

3.2.1 피암터널이 놓일 기초지반은 구조물 및 뒤채움 하중을 포함한 전체 상부 하중에 대하여 필요한 지지력을 가져야 하며, 과도한 침하를 유발해서는 안 된다.

3.2.2 상부 토피 두께의 변화에 따른 구조물의 부등침하를 예상하여 구조물 바닥면에 일정량의 캠버를 둘 수 있다. 이 때 캠버의 양은 구조물 총 길이의 1 % 이내로 한다.

3.3 뒤채움

3.3.1 콘크리트 피암터널은 뒤채움을 할 때 별도의 다짐을 실시하지 않으나 강재 피암터널 및 파형강판 피암터널의 경우는 1층 다짐 완료 후 두께가 0.2 m 이하이어야 하며, 그 밀도는 3층 또는 50 m^3 마다 KS F 2312의 C 또는 D방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상이 되어야 한다.

3.3.2 강재 및 파형강판 피암터널의 뒤채움부 다짐작업 중에는 강재 및 강판벽체로부터 0.6 m 이내에 다짐장비를 제외한 중장비의 주행을 엄격히 통제하여야 한다. 측면다짐을 할 때 다짐장비는 구조물 길이 방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부 다짐을 할 때에는 피암터널 길이방향과 직각으로 주행시키도록 한다.

3.3.3 파형강판 피암터널의 경우는 구조물 양측의 다짐높이 차이는 한층 다짐두께 이하이어야 하며, 편토압으로 인한 구조물 변형 이 발생될 때에는 하중을 제거하여 단면 형상을 바로 잡은 후 다시 다짐을 실시하도록 한다.

3.4 콘크리트 피암터널의 시공

3.4.1 콘크리트를 타설할 때에는 재료분리가 생기지 않고, 골고루 채워져서 공극이 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.4.2 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않을 길이로서 정하여진 당해 타설 분량의 콘크리트는 연속하여 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않는 타설속도를 유지하여야 한다.

3.4.3 콘크리트 타설 후 바이브레이터 등을 이용하여 다짐을 시행하여야 한다.

3.4.4 콘크리트 타설에 슈트 혹은 벨트 컨베이어 등을 사용할 경우에는 감독자의 지시를 받아야 한다.

3.4.5 용수 혹은 유수에 의하여 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.

3.4.6 타설된 콘크리트는 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하며 양생하여야 한다.

3.4.7 콘크리트의 건조수축으로 인한 균열을 방지하기 위하여 적절한 간격으로 수축이음부를 두어야 한다.

3.4.8 콘크리트에는 균열발생이 최소가 되도록 시공할 때 주의하여야 하며, 균열발생이 예상되는 구간에는 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.4.9 터널 내부와 외부의 온도 차이에 의한 영향으로 신축이음이 필요한 경우에는 신축이음을 둘 수 있다.

3.5 프리캐스트 피암터널의 시공

3.5.1 프리캐스트 콘크리트 부재의 운반과 설치를 할 때에는 부재에 손상이 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.5.2 프리캐스트 콘크리트 부재는 하중보다 용량이 큰 양중장비를 사용하여 제자리에 정밀하게 세워 설치하여야 한다.

3.5.3 프리캐스트 콘크리트 부재는 항시 직립위치를 유지하게 하고, 부재의 조작은 부재에 과재응력이나 손상이 발생되지 않도록 명시된 양중장치나 쿠션패드를 사용하여야 한다.

3.5.4 프리캐스트 콘크리트 부재는 시공허용오차 내로 설치하여야 한다. 부재는 힘의 편심작용이 없게 정확한 위치에 세우고, 지지면과 완전하고 균등하게 접합되게 하여야 한다.

3.5.5 정착과 접합을 위한 용접과 볼트체결은 설계도서에 명시된 대로 하여야 한다. 현장용접과 마멸된 강재표면은 부분도장을 하여야 한다.

3.5.6 설치가 완성되었을 때 부재가 수직 · 수평 · 사각 및 선에 맞아야 하며, 각과 연단은 구조물 선에 평행하여야 한다.

3.5.7 설계도서에 명시된 대로 소음방지 봉함을 시공하고, 밀착된 봉함이 되도록 15 % 이상 압축하여야 한다.

3.5.8 설계도서에 명시된 대로 충전재를 제자리에 설치하여야 한다.

3.6 강재 피암터널의 시공

3.6.1 강지보재 기초부에 전달되는 하중이 큰 경우에는 필요한 지지력을 제공할

수 있는 바닥보강 콘크리트 받침을 사용하여야 한다.

3.6.2 경사 또는 굴착면이 튀어나와 강지보재의 설치가 곤란한 경우에는 튀어나온 부분을 제거한 후 설치하여야 하며, 깎기면의 안정을 위하여 필요할 때에는 깎기면에 숏크리트를 실시한 후 강재 피암터널을 시공할 수 있다.

3.6.3 시공된 강지보재를 수정하여야 할 경우에는 1조 단위로 하여야 한다.

3.7 파형강판 피암터널의 시공

3.7.1 개단면 구조물의 기초부

(1) 콘크리트 기초

① 개단면(아치형 단면) 구조물의 경우 강판 벽체를 지지할 수 있는 기초 콘크리트 구조물을 정확한 위치에 설치하여야 하며, 베이스채널 간격은 측량을 하여 확인하여야 한다.

(2) 강판과 기초의 연결

① 강판과 기초 콘크리트는 베이스채널을 이용하여 연결한다.

② 베이스채널은 콘크리트 타설 전에 매설앵커와 함께 설치하며, 콘크리트 타설 후에는 앵커로 고정시킨 앵글(anchored connection angle)을 사용할 수 있다.

③ 채널은 강판과 직각으로 연결되도록 한다.

3.7.2 강판조립

(1) 강판조립은 설계도서 또는 시공계획서에 따라 실시되어야 하며, 하류 측(낮은 쪽)에서 상류 측(높은 쪽)으로 진행하고, 필요할 경우에는 지지대 또는 강선을 이용하여 설계단면 형상이 유지되도록 한다.

(2) 현장에 반입되는 강판은 일반적으로 규격과 곡률이 모두 다르므로 조립할 때 반드시 설계도서에 따라 순서와 위치가 바뀌지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 강판을 서로 포갤 때는 빈틈을 최소화하여야 하며, 한 지점에서 4장 이상의 강판이 동시에 포개져서는 안 된다. 강판 연결부에는 개스킷이나 패킹을 사용할 수 있다.

(4) 곡률반지름이 변하는 위치 외에는 구조물 길이방향으로 이음부의 위치가 연속되지 않도록 조립하여야 한다.

(5) 볼트의 공칭 조임토크는 200 N · m ~ 400 N · m로서 전체에 걸쳐 균등한 토크로 조립하여야 한다. 강판 조립이 완료된 후에는 감독자 입회하에 길이방향 이음부와 원주방향 이음부에 대하여 각각 볼트 전체수량의 3 %에 해당하는 수량을 무작위로 선정하여 토크 게이지로 검사하여야 하

며, 공칭 토크 범위 밖의 볼트 수량이 검사대상 수량의 10 % 이상일 경우는 전체 볼트를 대상으로 다시 조임을 실시하여야 한다.

3.7.3 토피부의 시공

(1) 강판구조물 천단부(crown)에서 최소 토피두께까지의 영역은 구조적 뒤채움부에 준하여 시공한다.

(2) 토피부 다짐을 할 때의 장비는 구조물의 축과 직각방향으로 주행시키고, 최소토피두께가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않는다.

(3) 최소토피두께가 확보되지 않은 상태에서는 다짐장비를 제외한 중장비의 구조물 상부 통행을 금지하여야 하며, 중량물을 야적해서는 안 된다.

3-3-6 기대기 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 부분적으로 불안정한 깎기 비탈면에 표면보호 및 활동방지 목적으로 설치되는 합벽식 옹벽 및 계단식 옹벽의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 한국산업표준(KS)

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS M 3404 일반용 경질 염화비닐관
KS M 3015 열경화성 플라스틱 일반 시험방법
KS F 2274 건축용 합성 수지재의 촉진 노출 시험 방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5204 백색 포틀랜드 시멘트

1.2.2 콘크리트표준시방서, 토목공사표준일반시방서

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 버림 콘크리트

버림 콘크리트의 압축강도는 16 MPa 이상으로 한다.

2.2 구체 콘크리트

압축강도는 설계도서에 명시된 값 이상이어야 하고, 다른 사항은 건설공사비탈면표준시방서의 해당항목 및 내용에 따른다.

2.3 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품

2.3.1 신축이음 연결재

(1) 슬립바(slip bar)는 KS D 3504 원형봉강 SR300의 규정에 적합한 지름 30 mm 철근으로 에폭시 도장을 하고, 자유단은 최소한 300 mm 길이

에 대하여 승인된 그리스를 고르게 칠하여야 한다.

(2) 플라스틱 캡(plastic cap)은 KS M 3401 또는 KS M 3404에 적합하거나 동등 이상의 관을 사용하며, 고정단의 단부는 마스킹 테이프 등으로 밀봉한다.

2.3.2 조인트 채움재(joint fillers) KS F 2538의 규정에 적합하고, KS F 2274의 시험규정에 합격한 제품을 사용한다.

2.3.3 조인트 밀봉재(joint sealing)는 KS F 4032의 S.C.O-1-A-N의 규정에 적합한 제품으로서 KS F 4910 U-2-8020-A-N 규정 이상의 품질이어야 하며, 콘크리트와의 부착력이 강하고, 저온에서 박리되지 않는 제품이어야 한다.

2.3.4 부대품

(1) 프라이머는 얼룩이지지 않고 사용하기에 적합하며, 밀봉재 제작자가 추천하는 바탕질 재료

(2) 백업(back up)재는 이음매의 폭보다 치수가 20 % ~ 50 % 더 크고, 모양이 둥근 폴리에틸렌 폼 막대

2.3.5 수팽창 지수재

(1) 재질은 전체가 균일한 동질이어야 하며, 제품은 형태 및 치수의 변형이 없어야 한다.

(2) 고무탄성이 수팽창 상태에서도 충분히 유지되며, 건조와 침수가 반복되어도 수팽창을 유지하며, 내후성이 일반 천연고무와 동등하여야 한다.

(3) 수팽창 지수재의 성능은 표 3-3-9의 성능 기준 이상이어야 한다.

표 3-3-9 수팽창 지수재의 성능기준

구 분	단 위	기 준
수팽창률 (60 ℃, 4일간)	%	300 이상
경도	HS	40 ~ 60
팽창 후 성상		이상이 없을 것

2.5 철근

KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

3. 시 공

3.1 사전 조사

시공계획을 수립하기 전에 먼저 설계조건 · 시공위치 · 규모 단면의 치수 등을 확인하고, 다양한 현장 조건과 지하수의 유무 등에 대비하여 필요한 보강조치를 취하여야 하며, 비탈면의 불안정한 돌 · 이물질 등 콘크리트와 지반의 부착을 저해하는 요소를 제거한 후 시공하여야 한다.

3.2 터파기 및 기초공

3.2.1 터파기는 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 지시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착한 다음 평탄하게 바닥을 고르고 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2.2 터파기는 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기의 시기 등을 고려하여 터파기 후 노출 지반이 풍화되지 않도록 되메우기를 포함한 후속공정이 조속하게 이루어지도록 한다.

3.2.3 비탈지반상의 터파기를 할 때에는 저판을 계단식으로 시공하도록 터파기를 하여야 한다.

3.2.4 계곡부분 횡단 터파기를 할 때 옹벽 종방향 시공구간 중에 좁은 계곡 등이 있을 경우에는 계곡부분의 옹벽을 별도로 1개의 신축이음 구간으로 구분하여 저판을 수평으로 시공하여도 좋다.

3.2.5 활동방지벽(shear key) 터파기를 할 때에는 가능한 한 직각으로 터파기하여 여굴을 최소한으로 하여야 한다.

3.2.6 인접한 기존 시설물이 있을 때의 터파기

(1) 옹벽터파기 부분에 인접하여 기존 시설물이 있을 때, 비교적 양호한 사질지반 등에서는 주동토압에 의한 활동파괴면 $\alpha = 45° + \frac{\phi}{2}$의 선을 연장해 보아 기존 시설물에 영향이 없으면 강우 때를 대비하면서 터파기를 하면 별다른 문제가 없다.

(2) 활동면이 기존 시설물의 바닥면에 걸리거나 지하수의 용출, 연약한 점토, 실트층 등의 지반에서는 토류벽 설치 등의 별도대책을 수립한 후에 터파기를 시행하여야 한다.

3.2.7 지하수가 있는 곳의 터파기

(1) 지하수가 있는 곳에서는 먼저 가배수로를 설치, 지하수를 한 곳으로 집 · 배수하여 수위를 저하시킨 후에 터파기를 하여야 한다.

(2) 저판설치면 하부 지반의 지하수를 배제하기 힘든 경우에는 지지력이 크게

저하되므로 설계변경차원에서 옹벽 단면을 변경하거나, 기초 지반보강을 검토하여야 한다.

3.2.8 터파기 주변은 안전사고에 대비하여 차단기 · 조명 · 경고신호 및 필요한 경우 보행자 횡단로 등을 설치하여야 하며, 가배수로 또는 지면을 역경사로 처리하여 지표수의 유입을 막아야 한다.

3.3 규준틀 설치

3.3.1 시공도에 의하여 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사보기 규준틀을 설치한다.

3.3.2 규준틀의 설치간격은 10 m를 표준으로 하되, 시 · 종점 및 평면 · 단면의 변화점에 설치한다.

3.4 문양 거푸집

문양 거푸집은 옹벽의 형상에 따라 설치공작도를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 문양 거푸집으로 인하여 도면에 지시된 벽체 두께가 감소하는 일이 없도록 주의하여야 한다.

3.5 신축이음 및 수축이음

3.5.1 신축이음은 20 m ~ 30 m 이하 간격으로 설치하되, 기초바닥까지 철근을 잘라야 하며, 절곡된 부분에 신축이음을 두어서는 안 된다.

3.5.2 옹벽에서 신축이음부는 연결재, 채움재(joint filler), 밀봉재(joint sealing) 및 부대품을 설치하여야 한다.

3.5.3 채움재를 타설할 때에는 콘크리트면에 밀착시켜 수밀성이 확보되도록 하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트를 타설할 때 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.

3.5.4 수축이음은 9 m 이하 간격으로 설치하되, 벽의 표면에 수직으로 깊이 0.3 m 정도의 V형 홈을 파고 철근을 절단하지 않는다.

3.6 고정핀

3.6.1 옹벽과 비탈면의 고정을 위하여 설치하는 고정핀은 KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

3.6.2 시공할 때 노출되는 고정핀은 계단높이의 1/3 이상 확보하고, 다음 단계에 시공될 계단과의 부착성을 높이기 위하여 주변의 부착저해요소를 제거한다.

3.6.3 계단식 옹벽만으로 비탈면의 안정성 확보가 곤란한 경우 네일 · 앵커공 등과 결합하여 시공할 수 있으며, 보강공 두부와 계단옹벽과의 결합력을 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

3.7 콘크리트 타설 및 표면마무리

3.7.1 노출면은 균일한 외관을 얻을 수 있도록 콘크리트의 재료 · 배합 · 타설 방법이 바뀌지 않도록 주의하고, 미리 정하여진 구획의 콘크리트는 완료할 때까지 연속해서 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 시공하여야 한다.

3.7.2 다지기를 끝낸 콘크리트의 상면은 스며 올라온 물이 없어진 후 나무흙손으로 소정의 높이와 형상으로 마무리하여야 하며, 마무리작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 재마무리에 의해서 제거하여야 한다.

3.8 청소

거푸집 제거와 동시에 옹벽에 부착된 발포 폴리스티렌을 깨끗이 제거하고, 제거된 폐기물은 계약상대자의 비용으로 폐기물관리법에 의하여 적정하게 설치된 소각시설에서 소각처리하거나 관련 기준에 의하여 사전에 계획된 공사지역 밖으로 반출하여야 하며, 어떠한 경우라도 환경오염을 유발시키는 방법으로 처리되어서는 안 된다.

3-3-7 토석류 대책시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 대책시설의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS B 1344 와이어클립
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3566 일반 구조용 탄소강관
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS F 4601 돌망태
KS F 4603 H형강
KS F 4602 강관말뚝
KS F 5201 포틀랜드 시멘트
KS D 7002 PC강선 및 강연선
KS D 3514 와이어로프

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

대책시설 본체에 사용하는 콘크리트는 KS F 4009를 따르며, 설계에서 요구하는 강도이상이어야 한다.

2.2 강재

(1) 대책시설 본체에 사용하는 강재는 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3566, KS F 4603,KS F 4602 를 사용한다.

(2) 본체에 사용하는 강재는 필요할 때 방식처리를 하여야 한다.

2.3 와이어로프

와이어로프는 KS D 3514와 동등 이상의 와이어로프를 사용한다.

2.4 기타재료

이 시방에 언급되지 않은 재료는 성능과 품질이 확인된 재료를 사용하며, 감독자의 승인을 받아 사용한다.

2.5 재료 품질관리

2.5.1 콘크리트

(1) 콘크리트의 품질관리는 콘크리트표준시방서 일반 콘크리트를 따른다.

(2) 콘크리트의 강도시험은 KS L 5105에 따라 실시한다.

2.5.2 강재

(1) 강재의 품질관리는 외관검수, 치수검사 및 아연도금 부착량 시험을 실시하여 확인한다.

(2) 아연도금 부착량 시험은 KS D 0201 중 염화안티몬법(간접법)에 의하여 시험한다. 판형부재인 경우는 도막두께를 측정하는 기기를 이용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공일반

(1) 대책시설을 설치하는 위치까지 장비 진입 및 자재 반입을 하기 위한 진입로를 사전에 검토하여야 하며, 설계도서와 같이 시공하는 것이 어렵거나 부적합하다고 생각되는 경우는 설계변경 등의 대책을 강구하여야 한다.

(2) 대책시설의 구체적인 설치위치와 범위는 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독자와의 사전협의를 거친 후 시공하여야 한다.

(3) 시공할 장소는 시공에 필요한 최소 면적으로 하며, 기존 지반이나 주변 환경의 훼손을 최소화한다. 단, 집중호우 및 바람에 의하여 전도되어 계곡부 내 유수의 흐름을 방해하거나 주변의 침식 및 세굴을 통하여 산사태를 유발할 수 있는 수목 등은 감독자와의 사전 협의하에 제거할 수 있다.

(4) 대책시설은 별도로 명시되지 않은 경우 암반에 지지시키는 것으로 한다.
(5) 터파기를 실시하는 경우 대책 구조물의 축조에 지장이 없을 정도의 깊이와 폭 및 경사로 굴착하고, 바닥면은 평탄하게 고르거나 빈배합콘크리트로 평탄하게 만들어야 한다.
(6) 터파기를 실시하는 경우 필요에 따라 기존 수로를 이설하여 터파기면에 물이 고이지 않도록 한다.

3.2 계곡막이

(※ 경사가 급한 구간에 여러 개의 단차를 만들어 경사를 완만하게 하여 계곡 바닥과 측면의 침식과 세굴을 방지하는 공법)
(1) 시공위치 주변의 불규칙한 지반을 정리한다.
(2) 계곡막이의 기초는 홍수가 발생되었을 때의 세굴로 노출되지 않을 정도로 지반 내에 충분히 근입되도록 한다.
(3) 석재 또는 블록을 쌓을 때는 석재 또는 블록이 콘크리트와 완전히 부착되도록 하여야 한다.
(4) 석재 또는 블록을 쌓을 때는 위 아래 석재가 서로 어긋나게 쌓고, 최종 쌓은 면은 일정한 높이가 되도록 한다.
(5) 석재 또는 블록을 쌓는 과정에서 먼저 쌓아 놓은 석재에 충격을 가하여 느슨해지지 않도록 유의한다.
(6) 시공완료 후에는 주변 지반을 정리하여 표토를 안정시키고, 필요할 때에는 식생이나 표면에 돌붙임을 하여 안정화시킨다.

3.3 토석류 차단시설

3.3.1 콘크리트 사방댐
(1) 기초 터파기는 설계도서에 나타난 깊이와 폭 및 경사로 굴착하고, 바닥을 평탄하게 고른 후 감독자의 승인을 받은 후 시공한다.
(2) 터파기 노출면은 풍화되지 않도록 후속 공정을 신속히 진행하여야 한다.
(3) 기초의 활동방지벽 터파기를 할 때에는 가능한 직각으로 굴착하여 기존 지반의 교란을 최소화시켜야 한다.
(4) 지하수가 있는 경우 가배수로를 설치하여 지하수위를 충분히 저하시키면서 터파기를 하여야 한다.
(5) 터파기 면이 고르지 못한 경우는 빈배합콘크리트를 수평하게 타설한 후 본체를 시공한다.
(6) 거푸집은 옹벽의 형상에 맞게 설치공작도를 작성하여 감독자의 승인을 받

아야 하며, 문양거푸집을 사용하는 경우에는 문양으로 인하여 옹벽 두께가 감소하지 않도록 한다.

(7) 콘크리트면의 마무리는 합판거푸집으로 매끈하게 처리하되, 모서리부는 파손을 방지하기 위해 50 mm × 50 mm의 면목을 설치한다.

(8) 옹벽은 철근 피복이 확보되도록 하여야 한다.

(9) 댐 본체에 설치하는 배수구멍은 설계도서에 명기된 내용대로 시공여야 한다.

(10) 배수구멍은 막히지 않도록 댐 배면에 철망이나 드레인재를 고정시켜 설치하여야한다.

3.3.2 강재 사방댐

(1) 강재 사방댐의 설치는 설계도서에 따라 설치하며, 최종 마무리 후의 강재의 단부 높이와 연결 위치가 정확한 위치에 있도록 한다.

(2) 강재의 취급 또는 시공과정에서 강재에 충격을 가하여 도금이나 도장 상태가 불량해지지 않도록 유의한다.

(3) 강재 지주를 지반 내에 매설할 때는 오거보링, 드릴링, 타입식 등으로 설계도서에 명시된 경사로 시공한다.

(4) 강재를 콘크리트에 매입하는 경우, 콘크리트를 타설하기 전에 설치구멍을 미리 설치하거나 또는 강재를 미리 설치하고 콘크리트를 타설한다.

(5) 강재의 매입심도는 설계도서에 명시된 깊이가 되도록 한다.

(6) 강재의 연결이나 고정에 사용하는 볼트 및 너트는 각각 KS B 1002 · KS B 1012 · KS D 3702 규격에 따르며, 모두 아연도금된 것을 사용한다.

3.3.3 토석류 포획망

(1) 토석류 포획망의 구성은 포획망, 연결부 지지로프와 정착부 앵커로 구성된다.

(2) 지지로프를 고정시킬 앵커의 설치위치를 표시하고, 설계도서에 표시된 위치 · 방향 · 길이로 앵커를 설치한다.

(3) 정착부 앵커는 소요 인발저항력을 발휘할 수 있는 견고한 지반까지 설치한다.

(4) 지지로프를 고정시킬 때는 KS B 1344에서 규정하는 와이어클립을 사용하며, 적용 지지로프의 인장강도에 따라 와이어클립의 종류 · 개수 · 조임토크 및 설치간격을 선정한다.

(5) 포획망은 커튼 형태로 설치하며, 연직 또는 수평으로 설치되어 있는 지지로프에 이음재를 사용하여 고정시킨다.

(6) 포획망의 연결 또는 이음을 할 때에는 망의 인장강도와 동등 이상의 강도를 발휘할 수 있는 이음재를 선정하여 연결하도록 한다.

3.4 유로보강시설

(1) 유로보강의 범위는 설계도서에 명시된 길이와 높이에 대하여 실시하며, 현장조건에서 유수의 충돌이 예상되는 곳도 포함한다.

(2) 유로보강부 기초의 근입깊이는 계곡경사, 기존 유로의 비탈 경사 및 현장상황을 고려하여 기초하부의 세굴이 발생하지 않도록 충분한 깊이까지로 시공하여야 한다.

(3) 유로보강은 기존 유로의 비탈경사에 맞게 시공하거나 또는 유로폭을 확대하고 경사를 급하게 시공할 수도 있다.

(4) 보강구간 양 끝쪽은 기존 유로의 비탈면 내부까지 보강하여 유수의 충돌에 의한 세굴이나 침식을 방지한다.

(5) 유로보강을 위해 석재 또는 블록을 쌓을 때는 석재 또는 블록이 콘크리트와 완전히 부착되도록 하여야 한다.

(6) 석재 또는 블록을 쌓을 때는 위 아래 석재가 서로 어긋나게 쌓고 최종 쌓은 면은 일정한 높이가 되도록 한다.

(7) 석재 또는 블록을 쌓는 과정에서 먼저 쌓아 놓은 석재에 충격을 가하여 느슨해지지 않도록 유의한다.

3.5 퇴사시설 및 흐름유도시설

(1) 퇴사시설은 현장여건에 따라 터파기를 실시하여 얕은 웅덩이로 만들거나 퇴사지 내 경사를 약 4° 정도로 만든다.

(2) 흐름유도시설은 토사제방으로 축조하며, 유수가 충돌하는 면은 유로보강을 실시한다.

(3) 흐름유도시설은 홍수가 발생되었을 때의 흐름 방향 및 주변여건을 고려하여 유도시설의 설치범위를 결정하며 흐름에 방해되지 않도록 한다.

(4) 토사제방의 높이는 편수위보다 1.0 m 정도 높게 한다.

3.6 토석류 계측시설

토석류 발생 가능성이 높은 지역에 대하여 감독자 또는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 토석류 발생을 사전에 인지하기 위하여 토석류 대책시설 주위에 계측기를 설치할 수 있다.

3.7 기타시설

이 시방에 언급되지 않은 공법에 대해서는 감독자의 승인을 받아 적용할 수 있다.

3.8 현장 품질관리

기초지반에 대해서는 평판재하시험 등을 통해 설계에서 요구하는 지지력이 확보되는지 확인하여야 한다. 단, 연암 이상의 암반에서는 지지력 확인시험을 실시하지 않아도 된다.

제4장 지반개량공사

4-1 지반개량공사 일반 ····· 221
4-2 토목섬유 매트 깔기공 ····· 224
4-3 수평배수층 깔기공 ····· 228
4-4 연직 배수공 ····· 231
4-5 다짐말뚝공 ····· 239
4-6 지하수위 저하공 ····· 242
4-7 재하중공 ····· 243
4-8 EPS 블록 쌓기공 ····· 245
4-9 치환공 ····· 253
4-10 동다짐 및 동치환공 ····· 255
4-11 진동다짐공 ····· 257
4-12 약액주입공 ····· 259
4-13 표층혼합처리공 ····· 262
4-14 심층혼합처리공 ····· 264
4-15 연약지반 계측관리 ····· 267

제 4 장 지반개량공사

4-1 지반개량공사 일반

1. 일반사항

1.1 적용범위

지반개량 공사는 주어진 조건에서 강도가 부족하거나 과도한 변형이 예상되는 지반의 공학적 특성을 개선하여 지반의 강도 증가, 압밀 촉진 및 압축성 감소 등을 목적으로 하는 공법이다. 지반개량 공법은 매우 다양하고 종류가 많으며 현장의 지반 특성에 따라 필요한 공법을 적용하되, 이 시방에는 보편적으로 사용하는 공법의 공통사항을 수록한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 시공계획서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 지반개량기간(존치기간)을 고려한 토취장에서 토공반입계획
(2) 지반개량기간(존치기간)을 고려한 사업지구 내의 토공이동계획
(3) 자재의 수급계획
(4) 반입장비의 기종 및 수량
(5) 필요할 때 시험시공계획
(6) 계측관리계획(목적, 계측기종, 수량, 위치, 계측관리기준과 대응)
(7) 지반개량여부 확인을 위한 조사 및 시험 계획

2. 재 료

2.1 재료의 품질

2.1.1 공사에 사용될 모든 자재는 규정된 품질이어야 하며, 감독자의 검사를 받은 것이어야 한다.

2.2 재료의 검수

2.2.1 감독자가 필요하다고 판단될 때에는 제품의 시험 또는 제작과정을 검사하기 위하여 해당 제작장소에 언제든지 검사원을 파견할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 시공에 앞서 4-1절 1.3에 명시한 시공계획서를 제출하여야 한다.

3.1.2 지반개량공사에 사용될 장비는 공사목표와 공사기간을 만족할 수 있도록 필요한 시공능력을 갖추어야 하며, 감독자의 승인은 받은 후 사용하여야 한다.

3.2 원지반 정리

3.2.1 지반개량공법이 적용될 지반은 소정의 장비를 사용하여 정리하여야 하며, 지표면은 일정한 경사로 정리되어야 한다.

3.2.2 지표면 정리 작업을 할 때 장비 진입에 대한 원지반의 안정성 검토를 수행하여 지반의 교란에 의한 강도저하가 일어나지 않도록 주의하여야 한다. 필요할 때에는 현장에 장비를 진입하기 전에 현장시험을 실시한다.

3.2.3 부지 외 측면부에는 터파기를 하여 일정한 경사를 갖는 배수용 측구를 설치한다.

3.3 시험시공

3.3.1 지반개량공사 중 지중에 일정길이의 개량체를 설치하여 지반을 개량하는 공사는 시공 전에 시험시공을 하여 개량체의 시공심도와 사용장비의 규모 및 상세 시공방법을 확인하여야 한다.

3.3.2 시험시공 결과 설계심도와 개량체의 시공심도가 상이하게 나타날 경우에는 지반조사를 추가로 실시하고, 감독자와의 협의를 하여 개량체의 시공심도를 결정하여야 한다.

3.4 확인지반조사

3.4.1 계약상대자는 지반개량공법 시행 후 계측관리와 별도로 해당 지반의 개량여부를 확인할 수 있는 확인지반조사를 실시하여야 한다.

3.4.2 확인지반조사는 흙쌓기 매 단계마다 실시하며, 계측결과와 함께 분석하여 지반의 강도, 변형, 압밀도 등이 목표 기준을 만족하는 경우에 한하여 다

음 단계 시공을 진행한다. 또한 조사 결과에 따라 다음 단계의 시공계획을 수정할 수 있다.

3.4.3 확인지반조사는 불교란 시료를 채취하여 실내토질역학시험을 실시하거나 현장에서 원위치 토질시험을 실시하는 방법으로 수행하며, 점성토 지반에서는 표준관입시험 결과를 단독으로 이용할 수 없다.

3.5.4 구체적인 지반조사 항목과 방법은 감독자와 상의하여 결정한다.

3.5 기록의 보존

사업지구의 지반처리공종과 관련하여 계약상대자는 매 공종의 주요 단계별로 비디오테이프리코더(VTR) 등을 이용하여 동영상 녹화를 시행하고, 준공할 때 이를 감독자에게 제출하여야 한다.

4-2 토목섬유 매트 깔기공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약한 지반에서 시공 장비의 주행성 확보, 수평 배수층과 원지반 또는 흙쌓기 층과의 분리 및 배수, 부등침하 억제, 기초 지반이나 흙쌓기 제체의 활동 방지와 보강 목적으로 기초지반 위에 부직포 또는 지오그리드 등의 토목섬유 매트를 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS K ISO 10319 지오텍스타일의 인장강도 시험 방법
KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련제품-수직 투수성 시험 방법
KS K 0210 섬유 혼용율 시험 방법
KS K ISO 9862 지오텍스타일의 샘플링 및 시험편의 준비
KS K ISO 10321 지오텍스타일의 접합/봉합 강도시험 : 광폭인장 시험법

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 계약상대자는 다음 항목이 포함된 시험성적서를 제출하여야 한다.

(1) 제조회사명, 제품명, 모델명, 공급회사명, 제조일자
(2) 매트의 재질, 직조 형태
(3) 경사, 위사 방향의 최대 인장강도 및 변형률, 인장변형률-하중 곡선
(4) 봉합강도
(5) 수직투수성
(6) 유효구멍크기(분리목적의 경우)

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 토목섬유 매트는 탄력성이 좋고, 튼튼한 합성 또는 자연 섬유로 만들어진 제품이어야 한다.

2.1.2 현장에 적용되는 토목섬유 매트는 용도, 설계조건, 시공환경 등을 고려하

여 적절한 제품을 선정하여야 한다. 보강용 토목섬유매트의 용도별 품질 기준은 표 4-2-1과 같다.

표 4-2-1 토목섬유의 품질기준

시험항목	토목섬유의 용도	
	지반보강(활동방지) 지지력 증진용	배수 및 층 분리용
최대인장변형률	30 % 이하[1)]	–
인 장 강 도	토목섬유의 인장응력-인장변형률 특성은 설계조건에 부합하여야 하며, 설계에 명시되지 않은 경우는 인장변형률 10 % 이내에서 설계 인장강도(계산 할 때 사용한 인장력)가 발휘되어야 함.	29.4 k N/m (3 tonf/m) 이상
수직투수계수	원지반과 수평 배수층 사이에 깔 때에는 1×10^{-3} cm/sec 이상	1×10^{-3} cm/sec 이상
봉합강도	봉합 직각 방향 원단 강도의 50 % 이상	

주 1) 설계할 때 별도로 명시되었거나, 배수 및 기타 다른 기능을 병행하고자 할 때에는 감독자의 승인을 얻어 조정할 수 있음.

2.1.3 보강용 토목섬유를 도로 흙쌓기에 적용하는 경우에는 표 4-2-1의 인장강도 기준을 기초 지반의 주된 인장변형 방향인 도로 폭 방향에 국한하여 적용할 수 있다. 봉합은 도로 폭 방향과 평행하게 이루어져야 한다.

2.1.4 토목섬유 매트의 시험방법 및 품질시험 빈도는 표 4-2-2와 같다.

표 4-2-2 토목섬유 매트의 품질시험빈도

종 별	시험종목		시험방법	시험빈도(측정빈도)
토목섬유 (연약지반 매트)	지반 보강용	인장강도, 인장변형률	KS K ISO 10319	20,000 ㎡ 마다, 제조회사별, 제품 규격마다
		수직 투수계수	KS K ISO 11058	
		봉합강도	KS K ISO 10321	
	배수용	인장강도, 신도	KS K ISO 10319	20,000 ㎡ 마다, 제조회사별, 제품 규격마다
		수직 투수계수	KS K ISO 11058	
		유효구멍크기	KS K ISO 12956	
		내약품성(액체저항성)	KS K ISO TR 12960	흙의 pH가 4 미만 또는 9를 초과하는 경우

3. 시 공

3.1 자재의 준비

3.1.1 토목섬유 매트는 용도와 시공 편의성을 고려한 규격으로 현장 접합량을 최소화하고, 취급 및 보관이 용이하도록 납품되어야 한다.

3.1.2 토목섬유 자재는 납품 즉시 이 시방서 4-2절 표 4-2-2의 빈도로 감독자 입회하에 KS K ISO 9862에 따라 시료를 채취하여 확인 시험을 실시하고, 가급적 빠른 시일 내에 채취한 시료에 대한 품질시험 결과를 감독자에게 제출하여야 한다. 품질시험 성과에는 다음 사항들이 포함되어야 한다.

(1) 제조회사명, 시료 채취 일자 및 장소, 시험일 및 시험원명, 시험방법

(2) 경 · 위사 방향의 인장강도-인장변형률곡선 및 5 %, 10 % 변형률에서 인장강도

(3) 경 · 위사 방향의 최대인장강도 및 최대인장변형률

(4) 수직투수계수

(5) 공장 봉합시료와 현장 봉합시료의 봉합강도 시험을 할 때 최대인장강도 및 파괴형태, 단위길이마다의 땀수

3.1.3 납품된 토목섬유 매트는 현장에 깔기 전까지 햇빛이나 자외선을 방사하는 인공조명에 노출되지 않고 지면과 직접 닿지 않도록 하며, 건조한 상태로 보관되도록 하여야 한다.

3.2 시공일반

3.2.1 계약상대자는 매트의 접합, 깔기 방법, 장비투입 계획, 공정 및 품질관리에 관한 사항을 명시한 시공계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 매트를 깔기 전에 지표면의 돌출물, 잡목, 웅덩이 등을 제거하고 평탄하게 한다.

3.2.3 매트는 인장강도가 발휘되는 주 방향이 지반 내에서 최대 인장응력이 발생하는 방향(도로 쌓기의 경우 도로 폭 방향)과 일치하도록 깔아야 한다.

3.2.4 매트의 현장 봉합은 최대 인장변형 방향(도로 쌓기의 경우 도로 폭 방향)과 평행하게 이루어져야 한다. 봉합사는 폴리프로필렌 · 폴리에스테르 · 폴리아미드 · 케블라 섬유 재질이어야 하며, 가급적 매트의 구성 재질과 동일하게 한다. 역학적으로 문제가 없을 경우에는 감독자의 승인을 얻어 봉합 대신 일정 길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 매트를 연속적으로 깔 수 있으며, 이 경우 표 4-2-1의 봉합강도에 대한 규정사항은 적

용하지 않는다.

3.2.5 매트를 깔 때에는 역학적 기능 발휘에 지장이 있을 정도의 심한 주름이 지거나 겹쳐지지 않도록 하여야 한다.

3.2.6 매트를 깐 후에는 자외선, 공사 장비 등에 의한 매트의 손상을 방지하기 위하여 10일 이내에 수평배수용 쌓기재나 초벌 쌓기재로 복토하여야 한다. 감독자는 복토 직전에 매트의 손상 여부를 검사하여야 하며, 과도하게 손상된 부분은 그 경계면에서 1 m 이상 겹쳐서 새로운 매트로 덧대고 모서리를 봉합하도록 하여야 한다. 복토는 매트 전 부분을 대상으로 골고루 진행하여 특정 부위에서의 응력 집중을 방지하여야 하며, 복토층의 두께가 300 mm 미만인 곳은 공사 장비를 통행시켜서는 안 된다. 초벌 쌓기층에는 쇄석 · 자갈 이상의 암석이 포함되어서는 안 되며, 그 두께는 기초 지반 조건, 쌓기재의 특성 등에 따라 적절하게 결정한다. 과도한 지반 변형과 매트 손상을 방지하기 위해서 감독자의 승인을 얻어 초벌 쌓기층의 다짐도 기준을 일반 노체에 대한 기준보다 낮추어 적용할 수 있다.

3.2.7 계약상대자는 매트 깔기에 필요한 각종 기구와 부품을 사전에 준비하여 작업에 지장이 없도록 하여야 한다.

4-3 수평배수층 깔기공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약지반상에 쌓기작업을 하기 위한 작업차량의 주행성(trafficability)과 지지력을 확보하고, 지하배수 및 연약층 상부의 배수를 원활히 할 목적으로 모래나 쇄석 그 밖의 배수성 재료를 포설하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
재료 시험 성적서(입도분석, 투수계수 등)

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 수평배수층의 포설은 주행성 확보에 적합한 재료(현지 발생토 등)를 사용한다.

2.1.2 배수거리가 길거나 투수성이 부족한 재료를 사용할 경우에는 지하배수공이나 비탈면 끝부분에 쇄석 등을 이용한 필터층을 설치하여야 하며, 비교적 투수성이 좋지 않은 재료일 경우에는 지하배수공의 간격을 좁혀 사용하여야 한다. 지하배수공을 이용할 경우 배수효율에 대한 검토를 수행하여 필요할 때에는 집수정에 의한 표면 배수를 추가하여야 한다.

2.1.3 수평배수층 포설재료는 다양한 재료(인공 및 천연재료)의 사용이 가능하나, 반드시 감독자의 승인을 받은 후, 상기 2.1.1 및 2.1.2의 기준을 만족하고, 환경문제 발생 우려가 없는 재료를 사용하여야 한다.

2.1.4 수평배수층 재료는 염분이 함유될 경우 환경문제가 유발될 수 있으므로 세척하여 사용하여야 한다. 단, 해수의 유입이 빈번하거나 염해의 우려가 없는 지역은 감독자와 협의를 하여 세척과정을 생략할 수 있다.

2.1.5 수평배수층 포설 재료의 품질기준은 다음과 같다.

(1) 모래

① D_{15} : 0.075 mm ~ 0.9 mm

② D_{85} : 0.4 mm ~ 8.0 mm

③ 0.08 mm 통과량(#200체) : 15 % 이하

④ 투수계수 : 1×10^{-3} cm/s 이상

이 때, D_{85} 및 D_{15}는 각각 입경가적곡선에 있어서 통과중량 백분율이 85 % 및 15 %에 해당하는 재료의 입경을 말한다.

(2) 쇄석

① 쇄석의 재료기준은 설계도서를 따른다.

② 설계도서에 재료기준이 규정되어 있지 않은 경우는 아래 기준을 만족하는 재료를 사용한다.

가. 0.08 mm 체 통과량 : 15 % 이하

나. 투수계수 : 1 × 10-3 cm/s 이상

다. 쇄석최대치수 : 40 mm 이하

2.1.6 세립분의 함량 또는 입도가 품질기준을 초과할 때에는 투수시험을 실시한 후, 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.1.7 사용 재료는 필요한 내구성을 가져야 한다. 사용 재료는 시공에 앞서 설계도서에서 제시한 방법에 따라 재료시험을 실시하고 그 결과를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한 풍화된 것으로 추정되는 재료를 사용할 때에는 다짐에 의한 투수성 저하를 고려하여 지반강도시험 및 투수시험을 실시하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 수평배수층을 포설하기 전에 원지반의 표면을 평탄하게 고른 후 지반고를 측정하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.1.2 수평배수층 포설은 표면배수를 시킨 후 설계도서에 따라 원지반 상에 균일한 두께로 포설하여야 한다.

3.1.3 균일하고 연속된 층을 형성하고 배수효과를 높이기 위하여 진흙이나 이토 등이 혼입되지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.4 수평배수층은 표 4-3-1의 “표층의 콘 지지력에 의한 방법”과 최소 배수단면 결정에 필요한 “동수 경사차에 의한 방법”으로 구한 소요 두께를 모두 만족하도록 고르게 포설하여야 하며, 지반의 불균일로 인한 단절부가

없도록 하여야 한다.

표 4-3-1 표층의 콘 지지력에 의한 방법

표층의 콘 지지력		수평배수층의 두께(mm)	비 고
kN/㎡	kgf/㎠		
196.1 이상	2.0 이상	500	
196.1~98.1	2.0 ~ 1.0	500 ~ 800	
98.1~73.5	1.0 ~ 0.75	800 ~ 1000	
73.5~49.0	0.75 ~ 0.5	1000 ~ 1200	
49.0 이하	0.5 이하	1200	

3.1.5 수평배수층을 포설하는 방법으로는 습지 도자 또는 초습지 도자에 의한 방법 등이 있으며, 장비의 접지압과 표층 지반강도를 고려하여 지반의 전단파괴가 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.1.6 수평배수층을 포설한 후 시공 장비로 안정성을 검토하여 문제가 있다고 판단될 경우에는 수평배수층의 두께를 조정하거나 수평배수층 상부에 복토 등을 수행하여 시공장비의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.

3.1.7 수평배수층의 폭은 흙쌓기부의 침하를 고려하여 최종 침하될 때에도 원활한 배수기능을 수행할 수 있도록 제체 측면으로부터 필요한 여유 폭을 제체 양단부에 연결하여 포설하며, 단계별 흙쌓기와 휴지기간 중에도 배수기능이 저하되지 않도록 지속적으로 유지 관리하여야 한다.

4-4 연직 배수공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위하여 배수기둥을 설치하는 샌드드레인(sand drain), 팩드레인(pack drain), 토목섬유 연직배수(prefabricated vertical drain), 천연섬유 배수공사 및 진공 압밀(vacuum consolidation) 배수공사 등에 적용한다.

1.2 참조표준

KS K ISO 9864 지오신세틱스-지오텍스타일 및 관련제품의 단위면적당질량 측정 시험 방법
KS K ISO 10319 지오텍스타일의 인장강도 시험방법
KS K ISO 11058 지오텍스타일 및 관련제품-수직 투수성 시험 방법
KS K ISO 12956 지오텍스타일 및 관련제품-유효구멍크기 측정법(습식법)

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 각 공법에 사용하는 재료의 시험성적서
(2) 시공 및 계측보고서

2. 재 료

2.1 샌드드레인

2.1.1 샌드드레인에 사용하는 모래는 다음 기준에 적합하여야 한다.

(1) 0.08 mm 통과량(#200체) : 3 % 이하
(2) D_{15} : 0.1 mm ~ 0.9 mm
(3) D_{85} : 1 mm ~ 8 mm
(4) 투수계수 : 1×10^{-3} cm/s 이상
이때, D85 및 D15는 각각 입경가적곡선에 있어서 통과중량 백분율이 85 % 및 15 %에 해당하는 재료의 입경을 말한다.

2.1.2 샌드드레인에 사용하는 모래는 사용 전에 입도시험을 실시하여 합격한 제

품을 사용하여야 하며, 세립분의 함량 또는 입도가 품질기준을 초과할 때에는 투수시험을 실시하고 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다. 모래의 품질시험 기준은 표 4-4-1과 같다.

표 4-4-1 배수재용 모래의 품질시험 빈도

종 별	시험종목	시험방법	빈도
샌드매트 및 샌드드레인용	투수계수	KS F 2322	· 골재원마다 · 1,000 ㎥ 마다
	0.08 mm 통과량	KS F 2502	
	D15	KS F 2502	
	D85	KS F 2502	

2.1.3 염분이 있는 모래의 경우에는 이 시방서 4-3절 2.1.4에 따른다.

2.2 팩드레인

2.2.1 팩드레인에 사용하는 모래는 이 절 2.1 샌드드레인의 기준과 동일하며, 인공모래의 사용여부는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 팩드레인의 품질기준은 다음과 같다.

(1) 원사 및 팩(pack)의 형상

① 팩의 원사는 폴리에틸렌을 100 %로 하고, 실의 굵기는 380 데니아(denier)를 기준(허용범위 ± 7 %)으로 한다.

② 팩의 포대는 원사를 등폭 평직으로 짜서 2장을 겹친 후 양쪽 끝 부분에서 20 mm 내측 부분을 접합하여 열용착하거나 봉제한 것으로, 완성된 직경은 120 mm 이상이어야 한다.

(2) 팩드레인의 인장강도 및 밀도기준은 표 4-4-2와 같다.

표 4-4-2 팩드레인의 인장강도 및 밀도기준

구 분	인장강도(50 mm 폭마다, 2중)		밀도(25 mm 폭마다)	
타설심도	30 m 이하	30 m 이상	30 m 이하	30 m 이상
종 방 향	1128 N 이상	1422 N 이상	20본 ~ 22본	20본 ~ 28본
횡 방 향	883 N 이상	883 N 이상	14본 ~ 16본	14본 ~ 16본

2.2.3 염분이 있는 모래의 경우에는 이 시방서 4-3절 2.1.4에 따른다.

2.3 토목섬유 연직배수

2.3.1 토목섬유 배수재는 합성 또는 자연섬유로 만들어진 제품으로서역학적 특성에 대한 시험성적서와 함께 납품되어야 하며, 1롤(roll)의 길이는 200 m 이상이어야 한다. 또 운반 및 보관할 때 햇빛, 물, 기타 화학약품에 노출되지 않도록 하여야 한다.

2.3.2 토목섬유 연직배수에 사용하는 배수재료는 습윤상태에서도 투수성이 좋으며, 필요한 강도와 드레인을 형성할 때에 파손되지 않아야 한다.

2.3.3 배수재는 토압에 의한 코아의 손상이 없어야 하며, 압밀침하에 대한 순응성이 양호하고 절곡될 때에도 배수로의 절단과 막힘이 없어야 한다.

2.3.4 필터재(filter material)는 압밀간극수의 배출에 필요한 투수계수를 가지며, 드레인재 내부로 토립자의 혼입(clogging)을 방지하고, 산 · 알칼리 · 박테리아에 대한 저항성이 커야 한다.

2.3.5 토목섬유 코어재는 재생 제품을 사용할 경우 분자가 깨어져 인장강도가 현저히 저하되고, 품질이 고르지 않아 압밀침하 지연의 우려가 크므로 사용하여서는 안 된다.

2.3.6 토목섬유의 시험방법 및 품질시험 빈도는 표 4-4-3과 같다.

표 4-4-3 배수용 토목섬유의 품질시험 빈도

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도(측정빈도)
토목섬유 (배수용)	인장강도 및 신도	KS K ISO 10319	· 제조회사별, 제품규격마다
	투 수	KS K ISO 11058	
	배수성능	Delft 방법	
	내약품성	KS K ISO 12960	
	유효구멍크기	KS K ISO 12956	

2.3.7 토목섬유 배수재(PVD)의 일반적인 품질기준은 표 4-4-4와 같다. 지반조건, 또는 시공여건상 필요한 경우는 감독자의 승인을 얻어 별도의 기준을 적용할 수 있다.

표 4-4-4 토목섬유 배수재 규격

구 분	항 목	단 위	기준사항	시험방법
배수재 (코어 + 필터)	인장강도	N/폭	2,000 이상	KS K IS0 10319 준함
	배수능력	cm^3/s	20 이상 (300 kPa 가압할 때)	Delft 방법 (직선기준)
필터재	투수계수	cm/s	1×10^{-3} 이상	KS K ISO 11058
	인장강도	N/m	2,000 이상	KS K ISO 10319
	인장신도	%	20~100	
	유효구멍크기(O_{90})	μm	90 이하	KS K ISO 12956

2.4 진공압밀

2.4.1 진공압밀공법에 사용되는 연직배수재는 이 시방서 4-6 2.3의 재료기준에 따르며, 수평배수재는 연직배수재의 규격에 준한다.

2.4.2 진공막 및 진공막 보호용 부직포는 해당 공사시방서의 품질기준에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 연직배수공에 사용하는 장비는 배수재의 설치 길이 및 투입하는 재료의 양을 자동으로 기록할 수 있는 장치를 갖춘 것을 사용하여야 한다.

3.1.2 본격적인 시공에 앞서 50 m × 50 m 크기의 시공 면적마다 연직배수공을 시험 설치하여 지층조건에 따른 관입심도를 확인하고, 장비관입능력과 자동기록계의 정밀도, 모래투입을 위한 버켓(bucket)의 용량을 검토하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.2 샌드드레인

3.2.1 시공일반

(1) 샌드드레인의 간격, 배열, 직경 및 모래 투입량은 설계도서에 따른다.

(2) 샌드드레인의 위치에 대한 허용오차는 300 mm 이하이어야 한다. 샌드드레인을 설치하는 케이싱(casing)의 연직방향에 대한 허용 경사각은 2° 이하이어야 하며, 경사각의 계측은 필요한 경우 케이싱(casing) 내에서 한다.

(3) 케이싱의 관입심도는 설계관입심도, 시험시공할 때 확인된 장비의 관입특성, 기타 적절한 지반조사(예 : 시추조사, 정적콘관입시험, 베인전단시험

등) 결과 등을 종합적으로 분석하여 압밀대상층의 실제분포깊이를 확인한 후 감독자의 승인을 얻어 변경할 수 있다.

(4) 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고, 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

① 시공할 때 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

② 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

③ 배수재가 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

3.2.2 타 설

(1) 샌드드레인을 시공하기 전에 공사장 주위에 기준점을 설치하고, 이를 기준으로 시공 피치(pitch)에 맞도록 시공 위치를 표시하여야 한다.

(2) 시공 위치는 측량을 실시하여 선정하여야 하며, 위치 표시가 중기 등에 의하여 손상 또는 이동되었을 경우에는 즉시 재설치하여야 한다.

(3) 샌드드레인의 시공은 감독자 입회하에 실시하여야 하며, 계측기기가 고장이 나는 경우에는 시공을 중지하여야 한다.

(4) 배수재를 설치하는 케이싱과 리더(leader)는 연직방향에 대한 경사각을 측정하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(5) 케이싱의 관입을 촉진시키기 위하여 준비한 워터 젯(water jet)은 상부 모래층에 대해서만 사용할 수 있으며, 사용 전에 반드시 감독자의 승인을 받아야 한다.

(6) 추가 지질조사에 의하여 시공 위치, 심도, 간격, 공법 등의 변경이 불가피하다고 판단될 경우에는 감독자에게 즉시 보고하여야 한다.

(7) 샌드드레인을 시공할 경우에는 타설현장 내에 필요한 양의 모래를 확보하여야 한다.

(8) 샌드드레인의 타설 방향은 후진으로 한다.

(9) 샌드드레인의 타설은 횡방향 타설 루우프를 1사이클(cycle)로 한다.

3.2.3 시공관리 기록

(1) 샌드드레인의 시공보고서는 다음 사항을 포함하여 감독자에게 제출하여야 한다.

① 케이싱 타입 심도

② 투입된 모래량

③ 타입 직전의 지반고

④ 샌드드레인의 시공 위치, 소요 시간, 길이, 기타 시공에 관한 제 기록

⑤ 시공관리계측 계기의 기록

⑥ 타설기계 운전원 및 시공책임 기사

(2) 케이싱 심도계, 케이싱 경사계, 바이브로 모터(vibro motor)의 전류계 등은 자동기록장치에 의하여 연속적으로 기록할 수 있는 것이어야 한다.

3.3 팩드레인

3.3.1 시공일반

(1) 팩드레인의 간격, 배열, 지름은 설계도서에 따른다.

(2) 타설 위치의 허용오차는 200 mm 이하이어야 한다.

(3) 팩드레인을 설치하는 케이싱의 연직방향에 대한 허용 경사각은 2 °이하이다. 경사각의 계측이 필요한 경우에는 케이싱 내에서 측정한다.

(4) 팩드레인의 타설은 후진을 하면서 실시하여야 한다.

3.3.2 팩드레인은 50 m × 50 m 크기의 시공 면적마다 시험시공을 실시하여 관입심도별로 영역을 구분한 후 가장 깊은 곳부터 케이싱 길이를 조절하여 시공한다. 기타 일반적인 시공은 이 절 3.1.2에 따른다.

3.3.3 팩드레인의 시공관리 기록은 4-4의 3.2 샌드드레인의 내용에 따른다.

3.3.4 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

(1) 시공할 때 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

(2) 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

(3) 배수재가 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

3.4 토목섬유 연직배수

3.4.1 토목섬유 연직배수공은 필터의 손상을 방지하기 위하여 가급적 맨드렐(mandrel) 방식의 타입기로 시공하며, 케이싱의 선단은 지반교란을 최소화할 수 있는 소단면의 폐단면 앵커판을 사용하거나 이와 동등 또는 그 이상의 효과를 얻을 수 있는 방법을 사용하여야 한다.

3.4.2 계약상대자는 토목섬유 연직배수재의 타입 한계 깊이 또는 타입한계 지반강도를 설정하여 감독자에게 승인을 받아야 한다.

3.4.3 토목섬유 연직배수재는 설계 N치 이상인 지층까지 설치하여야 하며, 수평배수층 상단에서 300 mm 이상의 여유를 두고 절단하여야 하며, 타설 위치의 허용오차는 100 mm 이하, 연직방향에 대한 허용경사각은 2° 이하로 한다.

3.4.4 사용 중 잔여길이를 연결할 때는 1공마다 1회에 한하여 500 mm 이상 포켓방식으로 겹치도록 하며, 포켓식 연결이 불가능할 경우 잔여길이는 버리도록 한다.

3.4.5 토목섬유 연직배수재의 시공상태를 확인할 수 있도록 시공 전에 타입 위치도를 작성하고, 변조가 불가능한 타입자동기록기를 장치하여 구역별 · 번호별로 타입일시 · 타입깊이 · 타입량을 기록지에 기록하여 감독자의 확인을 받아 제출하여야 한다. 만약 계획된 깊이와 다른 결과가 발생되면 시공을 즉시 중지하고, 그 결과를 감독자에게 보고하여야 한다.

3.4.6 토목섬유 연직배수공을 시공할 때의 배수효과는 적용한 배수재와 등가의 직경을 갖는 샌드드레인으로 환산하여 평가할 수 있다.

3.4.7 계약상대자는 토목섬유 연직배수재의 효율적인 타입을 위하여 다음 사항을 고려하여 타입기를 선정하여야 한다.

(1) 초 연약지반에서 주행성이 용이하여야 한다.

(2) 타입력이 양호하여야 한다.

(3) 배수재 주변 지반의 교란 영역(smear zone)을 최소화할 수 있도록 정적 타입방식의 장비를 사용하여야 한다.

3.4.8 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

(1) 시공할 때 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

(2) 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

3.5 진공압밀

3.5.1 연직배수재와 수평배수재는 설계도면에 따라 정확히 설치하여야 한다.

3.5.2 트렌치는 처리계획지역 외곽에 설치하여야 하며, 벤토나이트를 사용하여 진공막과 하부 점토층이 잘 밀폐되어야 한다.

3.5.3 트렌치의 수위는 전 처리기간 동안 수시로 확인하여 일정하게 유지될 수 있도록 하여야 한다.

3.5.4 외곽 트렌치는 지반개량 도중 붕괴되지 않도록 유지관리를 하여야 한다.

3.5.5 진공막은 최대한 큰 규격으로 공장에서 접합하여 현장으로 운반하고, 현장에서는 가급적 접합량을 줄이도록 한다.

3.5.6 각 인접 진공막의 겹침폭(overlapping)은 20 mm 이상이어야 한다.

3.5.7 각 연결 부위는 공기가 새지 않도록 세밀히 접합하여야 한다.

3.5.8 진공막 외부 수평배수재의 연결부는 진공막 외부로 관통시켜 설치하여야 하며, 수평배수재와 집수관의 연결부위에는 공기가 새지 않도록 처리하여야 한다.

3.5.9 진공펌프는 수평배수재와 연결된 집적관과 연결시켜야 한다.

3.5.10 계약상대자는 집적관과 펌프사이에 사용된 물-공기 분리기구가 기능이

잘 발휘될 수 있도록 설치하여야 한다.

3.5.11 진공펌프는 주어진 하중조건에서 목표 압밀도에 도달할 때까지 가동하여야 한다.

3.5.12 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

(1) 시공할 때 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우

(2) 배수재의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

4-5 다짐말뚝공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약지반의 압밀촉진과 도로 성토하중을 지지시키기 위하여 지중에 연직의 모래 또는 쇄석말뚝을 다져서 형성하는 모래다짐말뚝공사와 쇄석다짐말뚝공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 사용하는 재료에 대한 시험성적서 (입도분포, 투수시험, 강도시험)

(2) 계측 및 시공보고서

2. 재 료

2.1 모래

이 시방서 4-4절 2.1에 따른다.

2.2 쇄석

2.2.1 쇄석의 재료기준은 설계도서를 따른다.

2.2.2 설계도서에 재료기준이 규정되어 있지 않은 경우는 아래 기준을 만족하는 재료를 사용한다.

(1) 0.08 mm체 통과량 : 3 % 이하

(2) 투수계수 : 1×10^{-3} cm/s 이상

(3) 쇄석최대치수 : 40 mm 이하

2.2.3 세립분의 함량 또는 입도가 품질기준을 초과할 때에는 투수시험을 실시하고 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 다짐말뚝의 타입기계는 타입길이 및 투입재료의 양을 자체 기록할 수 있는 장치를 준비하여야 한다. 또한 시험시공을 실시하고 시공심도의 결정, 관입 능력, 자동기록기의 정도 및 바켓 용량에 대하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.1.2 시공범위, 치환율(개량율), 말뚝의 간격, 배열, 직경 및 재료투입량, 개량강도에 대해서는 본 공사의 설계도서에 표시된 바에 따른다. 단, 시험시공 결과가 있을 때에는 설계도서 및 시험시공 결과에 따른다. 타설위치의 허용오차는 100 mm 이하, 연직방향에 대한 허용경사각은 2° 이하로 한다.

3.1.3 다짐말뚝의 타설 심도는 설계 N치 이상인 지층까지로 하여야 하며, 추가조사 결과 그 하부에 연약층이 분포할 경우에는 감독자의 지시에 따라야 한다.

3.1.4 설계 관입심도 이하에서 중지 할 경우는 다음 사항을 모두 만족하여야 한다.

(1) 타설 지점 부근의 토질 주상도가 설계 표준관입시험치 이상일 경우.

(2) 30초간 케이싱 파이프(casing pipe) 관입이 200 mm 이하인 경우.

(3) (2)항에서 해머 모터(hammer motor)의 전류치가 300 A 이상에서 30초 이상일 경우

3.1.5 다짐말뚝의 시공에서 재료의 투입과 다짐은, 지하수로 인한 잔류퇴적물의 발생이나 기타 이물질의 유입을 방지하기 위해서 동일방법으로 연속적으로 하여야 한다.

3.1.6 타설을 할 때 상층부 지반의 관통이 어려운 경우, 워터 제트(water jet) 또는 에어 제트(air jet)를 병용하여 관입하고, 전석층이나 단단한 모래자갈층 때문에 관입이 불가할 경우에는 감독자와과 협의하여 그 대책을 수립하여야 한다.

3.1.7 다짐말뚝을 타입할 때 케이싱관의 인발높이 및 재 관입깊이는 다음을 기준으로 하되, 시험시공을 하여 합리적인 대안을 마련했을 경우에는 감독자의 승인을 얻어 이를 대신 적용할 수 있다.

또한, 심도 1 m 에서는 최종적으로 1 m 인발 및 재 관입을 추가 1회 실시하여야 한다.

(1) 심도가 3 m 이상일 경우

① 케이싱관의 인발높이 : 3 m

② 재 관입 깊이 : 2 m

(2) 지표～심도 3 m

① 케이싱관의 인발높이 : 1.5 m

② 재 관입 깊이 : 1.0 m

3.1.8 케이싱 내부에 채워진 재료의 높이와 케이싱 선단부와의 차이는 1.5 m 이상을 유지하여야 한다.

3.1.9 케이싱 내 재료투입은 이 시방서 4-4절 3.1.2에 따른다.

3.1.10 다짐말뚝을 타설할 때 주변 지반이 융기되어 인접 구조물에 피해를 줄 수 있으므로 타설 부지의 외곽에서 내측(안측)방향으로 시공하여야 한다.

3.1.11 기타 시공할 때의 일반사항은 이 시방서 4-4절 3.1과 3.2에 따른다.

3.1.12 분진, 소음, 수질오염 등은 관련 법 등에서 정한 기준을 따라야 한다.

3.1.13 시공할 때의 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사시방서에 따른다. 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 감독자의 지시에 따라 수행하여야 한다.

3.1.14 다음의 경우에는 시정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 그 지시를 받아 시행하여야 한다.

(1) 도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
(2) 시공할 때 예기치 못한 지층의 변화가 확인된 경우
(3) 말뚝이 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우
(4) 말뚝의 타설 위치 및 경사가 허용범위를 초과한 경우

3.1.15 시공관리기록은 이 시방서 4-4절 3.2.3에 따른다.

4-6 지하수위 저하공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약지반의 지하수위를 저하시키기 위한 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 지하수위 저하공법은 투수계수가 큰 모래층, 사질토층이 연약층의 상부에 퇴적되어 있는 경우에 적용하는 공법이다.

3.1.2 연약한 점토층이 두꺼울 때에는 압밀을 촉진시키기 위하여 연직배수공법을 병용하여야 한다.

3.1.3 지표에 진공장치를 설치하여 배수시키는 웰 포인트공에는 지하수위의 저하 한도가 5 m ~ 6 m 정도이기 때문에 더 깊은 배수처리를 할 경우에는 웰 포인트를 다단으로 설치하거나 딥 웰(deep well)공법을 이용한다.

3.1.4 우물의 위치와 깊이는 설계도서에서 정한 바를 따른다.

3.1.5 침사지를 경유하여 배수할 경우에는 배수에 포함된 침전물이 가라앉은 후 가장 가까운 수로, 하천 또는 하수도, 관거 등에 방류하되, 사전에 당해 시설물 관리자의 허가를 받아야 한다.

3.1.6 배수설비는 용수량을 배수할 수 있는 능력을 가짐과 동시에 펌프 등이 정상적으로 가동하고 있는가 필히 확인하여야 한다. 또한 예측하지 못한 사태에 대비하는 대책을 강구하여 두어야 한다.

3.1.7 공사 전에 지하수위 저하에 따른 주변 지반의 침하 및 생태계에 미치는 영향을 검토하고 대책을 마련하여야 한다.

4-7 재하중공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약지반에 등분포 하중을 가하여 공용하중이나 구조물하중이 작용하기 전에 필요한 만큼의 침하가 발생하도록 유도하는 공법으로 지반의 전단파괴를 방지하기 위한 하중조절(단계성토)공법 · 경사완화공법 · 압성토공법 등과 포장 및 구조물 시공 후 잔류침하를 경감시키기 위하여 연약지반 상에 계획 쌓기 하중 이상의 쌓기를 실시하는 과재하중(surcharge)공법과 구조물 시공에 앞서 미리 쌓기를 실시하는 프리로딩(pre-loading)공법 등에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 단계흙쌓기계획서
(2) 침하관리계획서
(3) 안정관리계획서
(4) 계측계획서

2. 재 료

하중 재료는 흙, 대기압, 물, 콘크리트 등을 사용한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 과재 흙쌓기 재하공의 개시 및 방치, 제거 시기는 원지반의 압밀특성과 전단강도 특성을 고려하여 결정하여야 한다.

3.1.2 계약상대자는 과재 흙쌓기 재하를 할 때 흙쌓기의 1층 두께를 300 mm 미만으로 하며, 300 mm 이상으로 흙쌓기할 경우는 감독자의 승인을 받

아야 한다.

3.1.3 초기성토를 할 때에는 연약지반 상부에 직접적으로 흙쌓기 작업이 이루어져 쌓기체의 다짐도 확보가 어려우므로, 일정두께의 초기 흙쌓기 방법은 현장에서 시험시공(초기복토 또는 성토체 시공두께 변경)을 하여 결정하여야 한다.

3.1.4 과재 흙쌓기 높이는 활동에 대한 안정성 분석과 압밀해석 결과에 의하여 결정하며, 필요할 때 단계별로 수행한다. 단계별 흙쌓기를 적용할 때 다음 층의 재하는 이 시방서 4-1절의 3.4 확인지반조사를 수행하고 그 결과를 감독자에게 보고하여 감독자의 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.

3.1.5 빗물의 침투로 흙쌓기 재료의 함수비가 높아지면 흙쌓기 작업을 중단하여도 하중이 증가하여 활동파괴가 발생할 수 있으므로, 우기에는 흙쌓기 작업을 중단하고 빗물의 침투를 최소화하여야 한다.

3.1.6 과재 흙쌓기 재하공의 종료 시기는 계측 성과에 의하여 판단하여야 하며, 구조물 설치를 위하여 터파기 작업을 할 때에는 원지반을 이완 및 교란시키지 않도록 유의하여 시공하여야 한다.

3.1.7 흙쌓기 작업 중에는 항상 주변 지반의 융기와 쌓기 제체의 붕괴 등을 관찰하고, 그 기록을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.8 재하중공은 계측결과를 이용한 침하관리와 안정관리를 하여 안정적인 시공이 이루어지도록 하여야 한다.

4-8 EPS 블록 쌓기공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 양질의 성토재보다 중량이 작은 경량재를 이용하는 공사에 적용하며, 아래의 시방은 경량재를 이용하는 방법 중 고분자 계통의 경량제품인 발포 폴리스틸렌(EPS : expanded poly-styrene)을 성토재 대신 이용하여 하중을 경감시키는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M 3808 발포폴리스티렌 보온재

KS M ISO 844 발포플라스틱-경질 재료의 압축시험

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) EPS 블록 설치 단면도

(2) EPS 블록의 구조 계산서

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 EPS 성토공법의 주재료는 본체인 EPS 블록과 EPS 블록을 결합시키는 연결죔쇠로 구성된다.

2.1.2 EPS 블록의 품질기준은 발포 비율에 따라 표 4-8-1과 같이 구분한다. 다만, 도로 흙쌓기에 이용하는 EPS 블록의 압축강도는 100 kPa 이상이어야 하며, 특별히 정한 경우에는 설계도서에 따른다.

표 4-8-1 EPS 블록의 품질기준

구 분	단위중량 (kg/m^3)	한 블록 내의 밀도 편차(%)	흡 수 량 ($g/100cm^2$)	연소성	허용압축응력 (kPa)	압축강도 (kPa)
토목용 1호 (D-30)	30 이상	± 5 %	1 이하	연소시간 120초 이내 연소길이 60 mm 이하	90 이상	180 이상
토목용 2호 (D-25)	25 이상				70 이상	140 이상
토목용 3호 (D-20)	20 이상				50 이상	100 이상
토목용 4호 (D-16)	15 이상		1.5 이하		35 이상	70 이상
비 고	D : Density D-30, D-25, D-20, D-16은 밀도를 나타냄.				압축탄성한계 (탄성변형할 때)	5 % 변형할 때

2.1.3 품질기준에 대한 시험방법은 KS M 3808, KS M ISO 844, KS M ISO 9772에 따른다.

2.1.4 형상 및 치수는 각 제원에 대한 허용범위(1,800 mm × 90 mm × 600 mm 의 경우는 길이 1,800 mm ± 10 mm · 폭 900 mm ± 6 mm · 두께 600 mm ± 5 mm · 2,000 mm × 1,000 mm × 500 mm의 경우는 길이 2,000 mm ± 11 mm · 폭 1,000 mm ± 7 mm · 두께 500 mm ± 5 mm) 이내이어야 하며, 화재에 대비하여 난연재가 첨가되어야 한다.

2.1.5 모든 EPS 블록은 100 mm × 100 mm(또는 ϕ 100 mm) 또는 그 이상 규격의 스티커에 제품종류, 생산일자, 제조회사, 검수자, 화기주의를 삽입한다. 토목용 1호는 검정색, 토목용 2호는 파랑색, 토목용 3호는 붉은색, 토목용 4호는 노랑색 바탕의 스티커에 이상의 내용이 인식될 수 있게 기재하여 EPS 블록의 측면에 부착한다.

2.1.6 연결죔쇠의 재료기준은 표 4-8-2에 따른다.

표 4-8-2 연결죔쇠의 재료기준

종류	기호	아연부착량 (g/m^2)	항복점 (MPa)	인장강도 (MPa)
일반용	SGCC	Z 18 (180 이상)	205 이상	270 이상

3. 시 공

3.1 준비공

공사의 사전준비는 본 공사의 진행, 완성된 형상에 영향을 크게 미치므로 공사를 원활히 진행하기 위하여 공사측량, 시공기계, 자재준비, 가설비, 안전시설 등을 검토하여 공사 전에 철저한 준비를 하여야 한다.

3.2 굴착공

3.2.1 연약지반의 굴착

(1) 굴착할 때의 경사는 굴착깊이와 흙의 전단강도에 따라 다르며, 연직 또는 1 : 2 경사 범위 내에서 현지 상황에 맞추어 결정하여야 한다.

(2) 굴착부는 배수에 주의하고, 건조상태에서 작업하여야 한다. 또한, 비가 내릴 때에는 주변으로부터 빗물이 굴착부에 유입되지 않도록 대책을 세워야 한다.

(3) EPS 블록을 시공할 때에는 지하수, 강우, 유입수 등에 대하여 세부대책을 수립하여야 한다.

3.2.2 비탈면의 굴착

(1) 비탈면의 땅깎기와 EPS 블록의 경계부는 용수와 침투수의 배수를 고려하여 양질의 재료로 채움을 하고 다짐을 하여야 하며, 용수가 많은 경우에는 층따기면에 배수용 시트 등을 설치하여야 한다.

(2) 굴착면의 높이가 높을 경우에는 비탈면의 특성에 맞도록 굴착할 때 경사를 고려하여야 한다.

(3) EPS 블록을 암반 등에 붙이는 경우에는 EPS 블록과 암반 경계부가 잠식되어 슬라이딩이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(4) 굴착면이 연약한 경우에는 지오텍스타일 등을 병용하는 것이 좋으며, 매립지반 등 초연약지반에서는 표층 혼합처리공법 등의 병용도 필요하다.

3.3 배수공

3.3.1 지하수위의 상승을 막고 EPS 블록까지 수위가 상승하지 않도록 하여야 한다.

3.3.2 침투수 및 예측하지 못한 유입수는 신속히 배수처리를 하여야 한다.

3.3.3 신속한 배수를 위하여 EPS 블록과 토공의 접속부에 투수시트를 깔고, 설계도서에 따라 잡석을 포설한 후 다짐을 하여야 하며, 필요할 때에는 기초면에 투수시트를 설치하여 상부의 물을 원활히 배출하여야 한다.

3.4 EPS 블록의 저장

3.4.1 EPS 블록은 면적을 많이 차지하기 때문에 공사의 진행상황, 보관관리 체제 등을 고려하여 현장 저장량을 결정하여야 한다.

3.4.2 계약상대자는 EPS 블록을 저장할 때 다음 사항을 주의하여야 한다.

(1) EPS 블록은 화기에 취약하므로 특별히 화재예방 대책을 세운 후 저장하여야 한다.

(2) 바람에 의한 비산을 방지하기 위하여 그물 등으로 덮어야 한다.

(3) EPS 블록은 자외선에 의하여 열화, 변색되기 때문에 일주일 이상 태양광선에 노출이 예상될 경우에는 시트 등으로 덮어야 한다.

(4) EPS 블록의 저장은 평평한 장소에 빗물 등이 고이지 않도록 정리한 후 받침 위에 쌓아두어야 한다.

(5) EPS 블록은 유기용재에 약하므로 석유류 등을 근접시키지 않아야 한다.

(6) EPS 블록공사의 관계자 이외에는 출입을 금지하여야 한다.

3.5 EPS 블록 설치공

3.5.1 블록설치

(1) 현장 여건에 맞게 시공상세도면을 작성한 후 EPS 블록을 시공하여야 한다.

(2) EPS 블록의 설치는 블록 각 층마다 인력으로 시공하며, 전체 시공에 영향을 미치는 제1층(최하층)이 EPS 블록시공의 기준점이 되므로 설계도서에 따라 EPS 블록을 배치하여야 한다.

(3) EPS 블록의 상호 틈새는 20 mm, 단차는 10 mm 이내이어야 한다.

(4) 흙쌓기부와의 접속

① EPS 블록의 상부에 설치하는 콘크리트 슬래브는 EPS 블록의 단부에서 1 m ~ 2 m 정도 흙쌓기부에 연장하여 설치하여야 한다.

② EPS 블록과 흙쌓기부의 접속구간에 대해서는 부등침하를 방지하기 위하여 이 시방서 제2장 2-6절에 따라 철저히 다짐을 하여야 한다.

(5) 시공할 때의 유의 사항

① EPS 블록의 최하층 설치면(레벨링층)은 건조한 상태로 유지하여야 한다.

② 곡선부에서는 모래, 드라이 모르타르, 모르타르, 경량골재 등을 채워 조절하여야 한다.

③ EPS 블록의 틈새는 3층 이상 연속하여 겹치지 않도록 설치하여야 한다.

3.5.2 연결쐬쇠

(1) EPS 블록은 서로 엇갈리게 설치하고, 연결쐬쇠로 고정하여야 한다.

(2) 연결쐬쇠는 양면형과 단면형이 있는데, 양면형은 EPS 블록의 각 층간에,

단면형은 EPS 블록의 제일 윗면 또는 필요에 따라 EPS 블록의 측면에 설치하여야 한다.

(3) 연결죔쇠의 표준수량은 EPS 블록 1 m^3에 2개, EPS 블록 1 m^2 에 1개, 가공블록은 블록마다 1 개를 사용하여야 한다.

(4) 첫째 단(시공기준면 바로 위) 및 비탈면 절단부 등에는 필요에 따라 EPS 블록에 L형 핀을 박아 지반에 고정시킬 수 있다.

3.5.3 가공 및 절단

EPS 블록의 가공은 설계도서에 명시된 재료표에 따라 공장에서 가공하여야 한다. 다만, 현장에서 가공하는 경우에는 감독자의 승인을 받아 열선 와이어를 이용하여 가공할 수 있다.

3.6 콘크리트 슬래브공

3.6.1 콘크리트 슬래브는 강도 21 MPa 이상의 조강콘크리트를 100 mm ~ 150 mm 정도 두께로 포설하며, 내부에는 철근을 조립하거나 와이어메쉬를 사용하여야 한다.

3.6.2 EPS 블록쌓기공법은 상부에 콘크리트 슬래브를 타설하여 부력에 저항하도록 하여야 한다.

3.6.3 콘크리트 슬래브는 하중 분산층으로서 작용하며, 지반부와 일체화 등 구조상의 배려가 필요한 경우에는 응력분산 및 부력에 대하여 안전을 고려하여 슬래브 두께를 결정하여야 한다.

3.6.4 중간 콘크리트 슬래브는 EPS 블록의 4~6층마다 1군데를 설치한다. 다만, 앵커 등의 설치형태가 다른 경우에는 현장 여건에 맞게 변경할 수 있다.

3.6.5 땅깎기 · 흙쌓기부와 종 · 횡단방향의 접속부는 접속구간을 설정하여 노상, 노체에 대한 지지력의 연속성을 유지하기 위하여 접속부의 경사는 1 : 2 ~ 1 : 4 로 한다.

3.6.6 EPS 블록과 토공 연결부위 접속부의 콘크리트를 칠 때 상부와 하부의 원활한 배수를 위하여 상부의 물을 하부로 유출시킬 수 있는 배수 파이프(ϕ 75 mm)를 종 · 횡방향으로 1.5 m 마다 1군데씩 설치하여야 한다.

3.6.7 벽면공이 있는 경우 콘크리트 슬래브는 벽면공과 연결되어야 하며, 지반침하 등에 의하여 벽면공에 과다한 응력이 발생하지 않도록 슬라이드 폼(slide form) 등을 설치하여야 한다.

3.6.8 구조물 인접 설치시 콘크리트 슬래브를 구조물까지 연장 설치하여 슬래브 하부 EPS 블록으로 외부물질이 침투되지 않도록 하여야 한다.

3.7 벽면공

3.7.1 벽면공은 EPS 블록의 자립면을 보호하기 위하여 설치하는 보호벽을 말하며, 보호벽은 다음과 같은 목적이 달성될 수 있도록 시공하여야 한다.

(1) 태양 광선(자외선)에 의한 EPS 블록의 변색 방지

(2) 주변 화재로부터 연소 방지

(3) 충격 등에 의한 파손 방지

3.7.2 벽면공은 EPS 블록의 자립면에 발생하는 측압과 배면 및 원지반으로부터 토압에 대응하는 구조벽으로서 구조계산을 하여 시공하여야 한다.

3.8 비탈면 보호공

3.8.1 EPS 블록의 비탈면은 EPS 블록을 유해한 물질과 주변 화재로부터 보호하고 자외선을 차단할 목적으로 투수계수가 작은 재료를 이용하여 최소 500 mm 이상 복토 후 다짐하며, 비탈면 유실이 되지 않도록 시공 및 유지관리를 철저히 하여야 한다.

3.8.2 EPS 블록의 비탈면을 보호하기 위하여 식생용 씨앗을 뿌리고, 그 위에는 세굴 보호용 매트 등을 깔아 비탈면의 유실을 보호하여야 한다.

3.8.3 특히 유류 물질과 접촉할 우려가 있는 경우에는 폴리에틸렌(polyethylene) 시트를 이용하여 비탈면 처리를 하여야 한다.

3.8.4 연약지반 등에서 복토가 두꺼운 경우에는 EPS 블록과 복토 간의 부등침하로 인하여 상부에 균열이 발생할 수 있으므로 철저한 다짐에 의한 복토를 실시하여야 한다.

3.9 품질관리

3.9.1 형상 및 평탄성 관리

(1) 모든 EPS 블록면은 평면이며, 각각의 면에 대해서는 서로 직각이어야 한다. 또한 2 m 이상의 직선자로 측정하였을 때 평면으로부터 굴곡의 두께가 3 mm 이상 벗어나서는 안 된다.

(2) EPS 블록의 측정은 ± 2 mm 혹은 그 이하로 정확하게 측정하여야 하며, 각 치수의 폭과 길이는 중앙과 양끝 세 측점에서 측정한 값의 평균값으로 나타낸다.

(3) EPS 블록면의 평탄성은 ± 3 mm 이하로 정확하게 측정하여야 한다. 현장에서는 납품된 제품에 대하여 치수와 평탄성은 20 블록마다 평균 1블록에 측정하며, 한 현장에 대하여 최소 10 블록 이상 측정하여야 한다.

3.9.2 자재반입 검사

(1) 계약상대자는 재료의 시험성적서와 품질에 관련한 자료를 중심으로 자재반입 검사를 실시하여야 한다.

(2) 자재반입 검사는 EPS 블록을 현장에 반입하여 하차 전에 실시한다. 계약상대자는 2 m 이상의 줄자와 350 N 이상까지 측정할 수 있는 저울을 준비하여, 현장에서 20블록마다 1개씩 검사한 후 이를 기록하여야 한다.

(3) 계약상대자는 현장 측정결과를 검토하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 이 때 한 트럭마다 2 개 이상이 품질조건을 만족하지 못할 경우에는 해당 트럭에 적재된 자재는 반품시켜야 한다.

3.9.3 압축강도

(1) 도로 흙쌓기용 EPS 블록에 대한 압축강도는 표 4-8-1에 따르며, 압축강도시험은 KS M ISO 844(또는 KS F 2314 시험 방법)에 따른다.

(2) 모든 시험블록에 대한 압축강도의 평균값은 표 4-8-1에 나타난 설계강도 값 이상이어야 한다.

(3) 압축강도를 위한 시험빈도는 표 4-8-3에 따른다.

표 4-8-3 압축 강도 시험을 위한 최소 블록량

EPS 블록 시공량(m^3)	시 험 블 록	비 고
시공량 < 2,000	2	
2,000 ≤ 시공량 < 5,000	3	
5,000 ≤ 시공량 < 10,000	4	
10,000 이상	2,000 m^3마다 1블록	

(4) 시편 제작

① 시편 제작은 EPS 블록의 중앙부와 양단부에서 각각 3개의 시료(50 mm × 50 mm × 50 mm 또는 ϕ 50 mm × 100 mm)를 채취하며, 각 시료에는 현장명 · 블록번호 · 시편번호 · 시편제작일 등을 표기하여야 한다.

② 시편은 압축시험 전에 최대 60 ℃인 건조로 안에서 24시간 동안 건조하여야 한다.

③ 시편에 있어서 약간의 함수량은 일반적으로 압축강도에는 영향을 주지 않지만, 단위중량의 결정에는 영향을 준다. 따라서, 시편은 대기온도까지 식혀야 하며, 0.01 g의 정밀도를 갖는 저울로 측정하여야 한다. 밀도 계산을 위한 육면체 시편의 치수는 0.5 mm의 정확도로 측정하여야 한다.

(5) 시험방법

EPS 블록에 대한 압축강도는 1분마다 시편 높이의 약 10 %의 변형율을 갖는 일축 압축장비로 측정하며, 시험장비는 시편에 대하여 하중에 따른 변형 특성을 연속적으로 기록할 수 있어야 한다.

(6) 시험결과

① 계약상대자는 압축시험으로 부터 응력-변형율 곡선을 작성하여야 한다.

② 시험결과는 밀도, 난연성 여부도 함께 기록하여야 한다.

3.9.4 연소성

(1) 연소성에 대한 시험은 특별히 규정하지 않는 한 KS M ISO 9772에 따른다.

4-9 치환공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 흙쌓기 제체의 안정을 확보하고 침하량을 감소시키기 위하여 연약층의 일부 또는 전체를 양질의 토사로 치환하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.2 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

치환재료는 사전에 토질시험을 실시하여 설계요구사항을 충족시킬 수 있는 양질토를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 굴착치환공

3.1.1 연약층의 일부 또는 전부를 굴착 제거하여 양질토로 치환한다.

3.1.2 연약층의 두께가 3 m 이내인 경우에는 전체적으로 굴착 치환한다.

3.1.3 연약층의 두께가 3 m 이상인 경우에는 시공이 용이한 상층 일부를 제거하여 치환하고, 복합지반으로 안정처리를 하여 침하를 촉진한다.

3.1.4 필요할 때에는 상기 연약층 두께 3 m의 제한값은 감독자의 승인을 얻어 변경할 수 있다.

3.1.5 지하수위가 높은 지역에서 연약지반을 굴착할 때 유입수를 배수하게 되면 굴착 비탈면이 붕괴되기 쉽고, 배수로 설치 등에 따른 추가굴착이 수반되므로 다짐을 필요로 하지 않는 양질의 치환재를 사용할 경우에는 배수를 하지 않아야 한다.

3.1.6 굴착 비탈면의 붕괴를 막기 위하여 굴착의 진행에 따라 신속히 치환재료를 반입하여야 한다.

3.1.7 치환두께는 시공장비의 작업능력과 시공성에 따라 결정하며, 시공이 용이

한 상부층 일부만을 제거할 경우에는 복합지반의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.

3.2 강제치환공

3.2.1 강제치환공법은 흙쌓기의 자중에 의하여 연약층을 강제적으로 밀어 양질의 재료로 치환한다.

3.2.2 측방에 융기한 연약지반은 신속히 제거하여 다음 단계 강제치환에서 융기한 연약토가 수동저항력으로 작용하지 않아야 한다.

3.2.3 자중치환공법은 쌓기 자중에 의하여 연약토를 측방으로 밀어내어 양질의 재료로 치환하며, 흙쌓기는 도로 중앙부로부터 선행하여 외측으로 진행한다.

3.2.4 치환된 부분은 지반조사에 의하여 치환여부를 확인하여야 한다.

3.2.5 치환 깊이가 부족한 경우에 대하여 강제압출 등의 조치를 하여야 한다.

4-10 동다짐 및 동치환공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 무거운 추를 높은 곳으로부터 자유낙하 시켜 지반의 심층까지 다짐효과를 일으키는 동다짐(동압밀)공법과 지반의 강도를 증대시키기 위하여 쇄석 또는 모래자갈 등의 재료를 직접 타격함으로써 충격 에너지가 지반의 심층까지 다짐효과를 일으켜 지반의 강도를 증대시키는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 동다짐 계획서

(2) 안정관리 계획서

2. 재 료

2.1 동치환공

2.1.1 치환재료로는 모래자갈 또는 사석을 이용하며, 운반 및 이동시킬 때에는 이물질이 섞이지 않도록 철저히 품질관리를 실시하여야 한다.

3. 시 공

3.1 동다짐공

3.1.1 공법의 적용은 다짐에 의한 밀도증가, 지지력 증가 및 균일화, 잔류침하의 감소, 지진에 의한 액상화 방지, 침하촉진, 강제치환, 수중의 쇄석 마운드의 다짐 등에 이용한다.

3.1.2 동다짐공은 지중에 충격하중을 가하여 수평방향의 인장응력을 발생시킴으로써 수직방향의 균열과 간극수압이 소산되어 지반의 압축을 촉진한다.

3.1.3 동다짐에 의한 충격에너지를 각 낙하지점에 가하여야 하므로 다짐효과가

필요한 만큼의 낙하횟수를 결정하여 다짐을 하여야 한다.

3.1.4 불투수층이나 포화지반인 경우에는 타격할 때마다 심도에 따라 지반 내 간극수압이 증가하고, 액화상태에 도달하면 더 이상의 타격에너지를 가하는 것이 효과가 없으므로 주의하여 시공하여야 한다.

3.1.5 타격 간격은 1회 타격에너지와 개량에 필요한 총 소요에너지의 크기를 비교하여, 전체 시공면적에 필요한 에너지를 고르게 공급하도록 격자망을 짜서 타격하여야 한다.

3.1.6 개량대상지반의 특성에 적합한 동다짐 간격 및 1회 타격에너지(추 무게 및 낙하고)를 결정하기 위하여 시험시공을 실시하고 다짐효과를 확인하여야 하며. 시험시공할 때에 추의 중량(W)과 낙하고(H) 결정, 타격 간격(L), 타격 횟수(N), 시리즈 수(N), 정치기간, 마무리 탬핑을 시행하여야 한다.

3.1.7 최초에 심부를 다져서 개량하고, 순차적으로 상부개량을 실시하여 최종적으로 마무리 다짐으로 지표면을 다지도록 한다.

3.1.8 포화점성토와 세립분이 많은 포화사질토 등의 개량에서는 타격에 따른 과잉간극수압이 소산될 때까지 정치기간을 두어야 하며, 배수공법과 병용할 경우에는 정치기간을 짧게 할 수 있다.

3.1.9 시공할 때에는 인접지역의 진동 및 소음에 대한 환경영향 및 인접구조물의 안정성에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

3.1.10 지표면 부근에 연약 점성토가 존재하거나 지하수위가 높아 시공이 어려운 경우 또는 연약 점성지반이나 유기질 지반의 두께가 두껍게 존재하는 경우에 다짐 전 배수처리계획을 수립하여야 한다.

3.2 동치환공

3.2.1 시공 일반 사항은 상기 3.1항에 따르며, 기타 사항은 해당 공사시방서를 따른다.

4-11 진동다짐공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 느슨한 모래지반의 강도를 증진시키기 위하여 물을 압축 분사하여 지반을 굴착하고, 여기에 모래 · 자갈 등의 적합한 복합재를 연속적으로 투입하여 지중에 말뚝을 조성하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 굴착계획

(2) 재료투입계획

(3) 다짐계획

2. 재 료

투입재료는 모래, 자갈 등을 사용한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 말뚝의 배치와 크기는 물론 시공범위, 치환율, 투입량, 개량강도에 대해서는 설계도면이나 공사시방서에서 정한 바를 따라야 한다.

3.1.2 지반 융기 또는 침하에 대해서는 시공할 때나 시공이 끝난 다음에도 지반 높이를 측정하여야 한다.

3.1.3 분진, 소음, 수질오염 등은 관련 법 등에서 정한 기준을 따라야 한다.

3.1.4 시공할 때의 조사 및 시험의 항목, 방법, 수량 등에 대해서는 공사시방서에서 정한 바를 따르고, 개량효과 확인을 위한 시추조사의 위치설정은 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.5 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 승인을 받아 시행하도록 한다.

(1) 설계도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우

(2) 말뚝이 절단된 경우 또는 재료 투입량이 부족한 경우

(3) 말뚝의 위치가 허용범위를 초과한 경우

4-12 약액주입공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 지하수를 오염시키지 않는 약액을 지반에 투입시켜 지반의 투수계수를 감소시키거나 지반의 강도를 증진시키기 위하여 시행하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.2.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.2.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 약액주입 계획서

(2) 안정관리 계획서

2. 재 료

2.1 재료의 종류

2.1.1 물유리계 : 알칼리계, 비알칼리계, 특수실리카계, 기 · 액반응계

2.1.2 고분자계 : 크롬리그닌계, 아크릴아미드계, 우레아계, 우레탄계

2.1.3 약액주입재료는 지하수 오염 등 지반환경에 유해한 물질이 포함되지 않아야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 시험주입할 때에는 시험 주입 계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.2 현장주입시험은 약액주입을 할 때 미리 주입 계획 지반 또는 이와 동등한 지반에 설계대로 약액이 주입되었는지를 조사하여야 한다.

3.1.3 천공이 완료되면 원활한 주입작업이 이루어지도록 공 내의 슬라임 등을

맑은 물의 순환으로써 세척하되 맑은 물이 배출될 때까지 실시한다.

3.1.4 사용하는 물은 신선하고 깨끗하며, 점토 · 이토 · 알칼리 등 품질에 유해한 물질이 포함되지 않는 것이어야 한다.

3.1.5 주입량 및 주입압은 필히 자동기록 장비를 사용하여 관리를 하여야 한다.

3.1.6 약액주입 작업을 할 때에는 주입압력과 주입량을 연속하여 감시하고, 예상치 못한 변화가 생기는 경우 즉시 주입을 중지하고 그 원인을 조사하여 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.1.7 지하매설물에 근접하여 약액의 주입을 시공할 경우에는 약액이 해당 지하매설물에 유입되지 않도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.1.8 현장에서 약액의 보관은 비산, 누출, 동결, 도난, 화재 등에 대한 예방조치를 하여야 한다.

3.1.9 약액을 주입한 지반으로부터 발생한 잔토의 처리는 지하수 및 공공용수 등을 오염시키지 않도록 하여야 한다.

3.1.10 대수층 또는 동수지반에서는 지하수류에 의하여 약액이 희석되거나 유실되지 않도록 약액주입 설계를 할 때 주입 모델시험을 하여 지하수의 유속정도에 따라 겔 타임(gel time), 주입량, 주입속도, 농도, 주입률 등을 조정하여야 한다.

3.1.11 할렬주입으로 인하여 수압파쇄(hydro-fracturing), 지반융기 현상 등이 일어나지 않도록 주입압 · 약액농도 · 주입률 등을 검토하여야 하며, 반드시 현장에서 주입시험을 거쳐 약액주입을 하여야 한다.

3.1.12 주입은 대상지반의 토질 및 지하수의 특성에 따라 정량 주입보다는 정압주입을 하여야 한다.

3.1.13 투수계수가 커서 주입 폭이 두꺼울 때는 주입공의 간격을 줄이고, 주입렬을 증대시켜야 한다.

3.1.14 시공에 있어 수직성, 시공심도 등을 신중히 관리하여야 한다. 특히 기존 시설물 손상 방지에 만전을 기하여야 한다.

3.1.15 시공 도중 또는 시공 후 보일링, 융기 등의 발생여부에 대하여 수시로 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.1.16 시공 후 확인시험을 수행하여 주입에 의한 소기의 목적이 달성되었는지 여부를 확인하여야 한다.

3.1.17 확인은 보강지역을 일정하게 구획하여 보강대상 지역에 대하여 균등하게 확인될 수 있도록 실시하고, 다음의 방법을 참고하여 복합적으로 확인함으로써 주입재가 지반에 양호하게 분포되었는지 여부에 대하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

(1) 굴착 후 육안에 의한 확인
(2) 지반조사 및 시험을 통한 확인
(3) 물리탐사에 의한 비파괴 확인
(4) 주입상황이나 기록에 의한 간접 확인

4-13 표층혼합처리공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 지반이 매우 연약한 경우 지반의 고결화 및 강도 증가를 통한 장비의 시공성 및 지반의 안정성 향상을 목적으로 표층부에 첨가재를 투입하거나, 첨가재를 액체로 만들어 이를 지반에 고압 주입 또는 토사와 혼합시키는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로슬래그 시멘트
KS L 9501 공업용 석회
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험방법

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 시공계획서에는 다음의 내용이 포함되어야 한다.

(1) 준비
(2) 배합방법
(3) 다짐
(4) 양생
(5) 표토층 처리

1.3.3 혼합비율에 따른 실내배합시험을 수행하고, 다음 사항을 포함한 시험성적서를 추가로 제출하여야 한다.

(1) 사용재료의 기본물성
(2) 배합 또는 교반방법, 양생 조건
(3) 혼합비율에 따른 일축압축강도

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 혼합에 사용하는 토사는 현장에서 유용할 수 있는 흙을 사용할 수 있다.

2.1.2 첨가재료로서 시멘트, 석회 및 석고 등을 사용한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 모래의 함유량이 많으면 첨가재가 유효하지만, 유기물이 많은 흙의 경우에는 효과를 기대하기 힘들다.

3.1.2 석회계(생석회 등) 첨가재를 사용할 때는 발열 등에 의한 작업원의 안전을 확보하여야 한다.

3.2 시공

3.2.1 계약상대자 공사시작 전에 3종 이상의 혼합비율에 대하여 KS F 2405 또는 KS F 2422의 방법으로 강도시험을 실시하고, 최적배합비를 결정한 후 시공하여야 한다.

(1) 시료의 함수비

(2) 양생조건

(3) 시료의 강도

(4) 다짐

3.2.2 혼합은 대상토와 안정처리제와의 혼합흔적이 없고 안정처리제의 색이 눈에 띄지 않을 때까지 충분히 혼합시킨다.

3.2.3 다짐이 필요한 경우에는 다음에 따라야 한다.

(1) 한층 및 완성두께가 300 mm 이하가 되도록 고르게 깔고, 다짐을 실시하여야 한다.

(2) 다짐을 행하지 않을 때에는 안정처리토에 공동이 생기지 않도록 포설작업을 시행하여야 한다.

3.2.4 다짐, 포설작업 완료 후에는 일정의 강도가 얻어질 때까지 양생을 하여야 한다.

3.2.5 양생할 때에는 급격한 건조에 주의하고, 중하중의 통과를 가능한 허용하지 말아야 한다.

3.2.6 시공관리사항

(1) 혼합토사의 평균강도는 설계도서에서 정하는 기준강도 이상이어야 한다.

(2) 혼합 처리된 표층의 두께 확인을 위하여 지반의 표고를 측정, 관리한다.

4-14 심층혼합처리공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 심층부의 지반이 매우 연약한 경우 첨가재를 투입하여 원지반 토사와 혼합한 후 화학반응을 일으켜 지반의 고결화 및 강도 증가를 통하여 장비의 시공성을 향상시키고, 지반의 안정성을 양호하게 하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로슬래그 시멘트
KS L 9501 공업용 석회
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험방법

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.1 시공계획서에는 다음의 내용이 포함되어야 한다.

(1) 준비
(2) 배합방법
(3) 다짐
(4) 양생
(5) 표토층 처리

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 혼합처리공법에 사용되는 첨가재로서 시멘트 · 석회 등이 있으며, 기타 용액형 물유리계 · 복합형 물유리계 · 특수 실리카계에서 사용되는 첨가재(혼화재 등)는 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

2.1.2 시멘트

(1) 시멘트는 KS 규격품 또는 그 이상이어야 한다.

(2) KS L 5201 포틀랜드시멘트
(3) KS L 5210 고로슬래그시멘트

2.1.3 석회
(1) 석회는 KS 규격품 또는 그 이상이어야 한다.
① KS L 9501 공업용 석회

2.1.4 기타
(1) 기타 첨가재는 공사시방서에서 규정하는 바에 따른다.

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 모래의 함유량이 많으면 첨가재가 유효하지만, 유기물이 많은 흙의 경우에는 효과를 기대하기 힘들다.

3.1.2 석회계(생석회 등) 첨가재를 사용할 때는 발열 등에 의한 작업원의 안전을 확보하여야 한다.

3.1.3 경화재의 종류 및 배합계획에 대하여는 설계도서나 별도 규정에 의하되, 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.4 시공 전 차수효과 및 지반보강 효과를 확인하고 주입계획, 시공관리상 필요로 하는 자료를 구하기 위하여 시험주입을 실시하여야 한다.

3.1.5 타설 전 타설 위치, 교반축의 연직도를 확인을 하여야 한다.

3.1.6 주입 후 확인검사를 하여 보강효과를 측정하여 재시공 여부와 방법 등을 결정하고, 주입으로 인해서 주변 환경에 악영향을 미치지 않도록 적절한 대책을 강구하여야 한다.

3.1.7 슬라임의 운반처리는 폐기물 관리법 등 환경관련 법령에 따라 적법하게 처리하여야 한다.

3.1.8 다음의 경우에는 수정 및 보완대책을 수립하여 이를 감독자에게 보고하고 승인을 받아 시행하도록 한다.
(1) 설계도면 또는 공사시방서에서 정한 개량강도에 못 미치는 경우
(2) 시공이 중단되어 개량작업이 연속적으로 이루어지지 않은 경우

3.2 시공

3.2.1 계약상대자는 공사시작 전에 3종 이상의 혼합비율에 대하여 KS F 2405 또는 KS F 2422의 방법으로 강도시험을 실시하고 최적배합비를 결정한 후 시공하여야 한다.
(1) 시료의 함수비

(2) 실내배합시험(양생조건, 온도, W/B비, 첨가량 및 혼화재 양 등)
(3) 시료의 강도
(4) 착저심도
(5) 교반횟수(관입속도, 회전수 및 날개 단수 등으로 평가)

3.2.2 심층혼합처리를 위한 장비는 균일하게 혼합할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.

3.2.3 심층혼합처리 간격 · 배열은 설계도서에 따르며, 설치위치에는 사전에 표식을 하여 오차를 최소화 한다.

3.2.4 심층혼합처리공의 위치 오차는 200 mm 이내로 하며, 전면 혼합처리를 할 때에는 처리되는 구간이 200 mm 이상 중첩되게 시공한다.

3.2.5 시공 후에는 처리구간의 범위, 강도 확인을 위하여 처리구간 주변의 굴착 또는 코어를 시추하여 확인할 수 있다.

4-15 연약지반 계측관리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연약지반 공사에서 쌓기 제체와 구조물의 안정성 등에 관한 계측 및 계측결과의 관리에 적용하며, 준공 후 연약지반의 장기침하 및 구조물의 유지관리에 대한 계측기기 사용 및 자동계측시스템 구축에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 침하관리 계획서
(2) 안정관리 계획서
(3) 계측 계획서
(4) 계측기록 결과 및 분석 자료

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 계 측

3.1.1 계측일반

(1) 계측은 시공의 안전성을 확인하고 조기에 자료를 수집하여 설계 및 시공에 반영함으로써 경제적이고 안전한 시공이 될 수 있도록 실시하여야 한다.
(2) 계약상대자는 설계도면 및 공사시방서에 표기된 계측기기를 구비하고, 감독자의 입회하에 지반공학 분야 특급기술자 이상의 전문 기술자에 의하여 지정된 위치에 계측기기를 설치하여야 한다.
(3) 계약상대자는 계측기 설치 직후 추가하중이 작용하지 않은 상태에서 기기

별 특성과 절차에 따라 안정된 값의 초기 측정값을 획득하여, 이를 감독자에게 보고하고, 이 후 분석에 활용하여야 한다. 초기값이 정상적인 범위에 있지 않는 기기는 재설치하여야 한다.

(4) 계약상대자는 계측기기를 유지 관리하여 계측자료 수집에 차질이 없도록 하여야 하며, 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 전문기술자에 의뢰하여 실시하여야 한다.

(5) 설계내용과 계측성과의 분석 결과가 상이하여 설계변경이 필요한 경우에는 이를 감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

(6) 필요 구간에 대해서는 공사가 완료된 후에도 측정이 가능하도록 사전에 유지관리계측이 가능한 계측시스템을 구축하여 준공 후 관리주체에서 위험 및 급격한 변화가 발생되었을 때 신속하게 대처할 수 있도록 하여야 한다.

(7) 공사가 완료된 후에도 측정이 가능한 계측기기는 보존하여 유지관리를 할 때 활용할 수 있도록 하여야 한다. 계측기기는 횡단면 상의 중앙분리대, 길어깨 등 차량 주행이 빈번하지 않은 곳에 위치한 것을 선정하도록 하여야 한다.

(8) 계약상대자는 시공할 때의 계측뿐만 아니라 공사기간 중 모든 계측기록결과와 성과분석자료 등을 종합 정리하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(9) 계측분석을 할 때에는 측정치의 경향 또는 시간적 변화를 분석하여 안정한 토공 및 구조물이 축조되도록 하여야 한다.

3.1.2 계측항목

(1) 지표 및 지중침하 측정

(2) 쌓기 제체 하부 지반의 횡방향 변위 측정

(3) 지하수위 측정

(4) 간극수압 측정

(5) 토압 측정

(6) 지중 수평 변위 측정

(7) 구조물 경사 측정

3.1.3 계측빈도

계측의 간격과 빈도는 최소한 표 4-15-1을 표준으로 하고, 계측결과가 신속하게 시공관리에 반영될 수 있도록 계측요원은 현장에 상주 배치되어야 하며, 현장여건을 고려하여 감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다.

표 4-15-1 계측빈도와 기간

측 정 항 목	흙쌓는 도중, 흙쌓기 후 1개월까지	흙쌓기 후 1~3개월	흙쌓기 후 3개월 이후	준공 후
지반 침하량, 지중 횡변위량, 간극수압, 지하수위	2회/1주 이상	1회/1주	1회/2주	1회/3개월
기 타 항 목	계측목적에 따라 조절, 필요구간 실시간 자동계측			

비고) 항목별 계측기

① 지반 침하량 : 지표침하판, 층별침하계, 전단면침하계 등 연직변위 측정 계기
② 지중 횡변위량 : 수평변위계, 경사계, 변위말뚝 등 횡변위 측정 및 추정용 계기
③ 간극수압, 지하수위 : 간극수압계, 지하수위계, 스탠드파이프, 관측정 등 수위측정 계기
④ 토압 : 토압계, 변형률계, 하중계 등 압력 및 응력측정 계기

3.1.4 계측작업

계측기기는 계측의 목적과 정도, 측정기간, 예상변화량 등을 고려하여 현장조건에 가장 적절한 것을 선택하여야 한다.

(1) 지표침하판

지표침하판은 흙쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며 대상이 되는 지점의 전 침하량을 측정한다.

(2) 지중층별침하계

지중층별침하계는 지표침하판과 같이 흙쌓기의 속도관리 · 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며, 흙쌓기층이나 포장층에 서로 다른 층이 있을 경우 각각의 침하량을 측정할 수 있다. 특히, 연약층이 두꺼운 경우에는 심부 각 층의 침하량을 측정하여 심부의 지반거동을 파악한다.

(3) 지중수평변위계(경사계)

지중수평변위계는 흙쌓기의 속도관리, 지중의 측방 이동량을 확인하고, 흙쌓기 비탈면 하부지반의 수평변위를 측정한다. 과업의 중요도가 크지 않을 경우 감독자의 승인을 받아서 지중 수평변위 관측에 변위말뚝을 이용할 수도 있다.

(4) 토 압 계

토압계는 흙쌓기 하중에 의한 연직방향의 토압을 측정한다. EPS 블록 공법인 경우에는 EPS 블록의 슬래브에 작용하는 연직토압과 구조물 배면에 작용하는 수평토압의 크기를 검토하여 안전성을 점검한다.

(5) 간극수압계

간극수압계는 흙쌓기의 하중에 의한 간극수압의 증감을 측정한다. 간극수압의 증감의 측정결과로 연약지반의 처리효과와 침하상태 등을 확인한다.

(6) 지하수위계

지하수위계는 흙쌓기의 하중과 연직배수공에 의한 지하수위의 변화를 측정하며, 관 측정이나 스탠드 파이프 등의 지하수위의 변동사항을 측정하는데 이용한다.

3.1.5 계측관리

(1) 계측결과의 적용

계약상대자는 시공할 때 체계적으로 계측관리를 수행하여야 하며, 지반공학 분야 특급기술자 이상의 자격을 갖춘 사람의 분석결과에 따라 단계별 흙쌓기 높이를 조정하는 등 계측결과를 시공에 반영하여야 한다.

(2) 계측결과의 정리

계측결과는 시공할 때의 일상관리를 할 때 이용하거나 장래 공사계획에 반영할 수 있도록 정리하고, 그 기록을 보존하여야 한다.

(3) 계측결과의 보고

계측결과는 지체 없이 감독자에게 보고하여야 한다. 또한 현저히 큰 변위가 발생하는 경우나, 변위속도가 기준값 이상이거나 수렴하지 않는 경우에는 즉시 감독자에게 보고하여야 한다.

(4) 계측기기의 취급 및 설치

① 계측기기를 설치하거나 운반할 때에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급하여야 하며, 계측기기가 손상되었을 경우에는 감독자와 협의하여 원래 계측목적을 달성할 수 있도록 재설치 등 필요한 조치를 취하여야 하며, 손상의 원인이 기기의 불량 · 설치 오류 · 관리 소홀에 있을 때에는 제반 비용을 계약상대자가 부담하여야 한다.

② 계측기기는 그 목적을 달성할 수 있는 시기와 공정에 맞추어 설치하여야 한다. 침하, 간극수압, 지중수평변위를 측정하는 기기들은 특별한 사유가 없는 한 노체 흙쌓기 개시 이전에 설치되어야 한다.

③ 계약상대자는 계측기 설치 직후 추가하중이 작용하지 않은 상태에서 기기별 특성과 절차에 따라 안정된 값의 초기측정값을 획득하여, 이를 감독자에게 보고하고, 이후 분석에 활용하여야 한다. 초기값이 정상적인 범위에 있는 않는 기기는 재설치하여야 한다.

3.2 침하관리

3.2.1 계약상대자는 흙쌓기부 및 구조물의 하중에 의하여 발생되는 연약지반 각 층의 압밀진행 상황을 조사하여야 하며, 이들의 변위에 대하여 세심한 주의를 하여 침하관리를 하여야 한다.

3.2.2 계약상대자는 설계도서에 따라 지표침하판, 지중층별침하계, 간극수압계, 지하수위계 등을 매설한 후에 표 4-15-1의 빈도에 따라 측정을 하고, 성과를 분석하여야 한다.

3.2.3 계약상대자는 포장공의 시공, 선행재하 후 구조물 터파기, 단계별 흙쌓기의 압밀 후 작업개시 등 주요 작업시기에 대하여는 감독자에게 계측결과를 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.3 안정관리

3.3.1 계약상대자는 설계도서에 따라 지중수평변위계, 변위말뚝 등을 매설하여 계측 및 분석을 하고 침하관리용 계측 성과를 종합하여 안정분석을 실시하여야 한다. 흙쌓기의 단계별 존치기간 종료 여부는 계측성과와 확인지반조사 및 시험 성과에 따라 판단한다.

3.3.2 계약상대자는 계측성과 분석 이외에도 흙쌓기 주변의 측구, 연약지반의 표면, 수평변위말뚝, 흙쌓기 면과 비탈면 등의 균열 또는 변형 발생 여부에 대한 육안관찰을 정기 및 수시로 실시하여 연약지반의 활동파괴를 사전에 예방하여야 한다.

3.3.3 계측성과 분석 또는 육안관찰 결과, 연약지반의 활동파괴 가능성이 예측될 경우에는 이를 감독자에게 보고하고 신속하게 응급대책을 강구하여야 한다.

3.3.4 교대의 측방유동 등에 대한 계측기는 완공 후에도 보존하여 교량의 유지, 관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

제5장 배수공사

5-1 노면배수 ····· 275
5-2 배수관 및 암거 ····· 286
5-3 지하배수 ····· 323
5-4 비탈면 배수 ····· 328
5-5 시공할 때의 배수 ····· 332
5-6 지수공 ····· 335
5-7 기타 부대공 ····· 337

제 5 장 배수공사

5-1 노면배수

5-1-1 측구

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 측구용 콘크리트 소구조물인 L형 측구, U형 측구, V형 측구, 집수거 등 도로와 관련한 측구용 콘크리트 소구조물 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3552 철선
KS F 4005 콘크리트 및 철근콘크리트 L형
KS F 4010 철근 콘크리트 플룸 및 벤치플룸
KS F 4016 철근 콘크리트 U형

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 재료

현장 콘크리트 타설에 사용되는 재료는 이 시방서 15-3절, 15-10절에 따른다.

2.2 공장제품 콘크리트 측구

2.2.1 공장제품 콘크리트 측구는 KS F 4005, KS F 4010, KS F 4016의 규격에 합격한 것을 사용하여야 한다.

2.2.2 설계도서에 표기된 공장제품은 감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 터파기

3.1.1 터파기는 이 시방서 2-7절에 따른다.

3.1.2 배수구조물의 터파기 장소가 노상 또는 비탈면인 경우에는 요구되는 터파기 최소 단면으로 하며, 이미 완성된 부분이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.3 배수구조물의 터파기는 기계 터파기 및 인력 터파기를 할 수 있으며, 터파기는 소정의 깊이 및 경사에 맞게 시공하여야 한다.

3.2 기 초

3.2.1 설계도서 및 감독자가 지시한 기초 재료로서 이 시방서 2-9절에 따른다.

3.2.2 측구하부에 지하배수공을 설치할 경우에는 이 시방서 5-3절에 따른다.

3.3 거푸집

이 시방서 6-3-3절에 따른다.

3.4 콘크리트 타설

3.4.1 이 시방서 6-4절에 따르며, 특히 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 주의하여야 하며, 구조물이 일체가 되도록 시공하여야 한다.

3.4.2 배수시설의 기초바닥은 설계와 동일한 경사를 이루도록 하여야 한다.

3.4.3 거푸집 내의 콘크리트는 진동기를 사용하여 콘크리트 내에 공극이 발생하지 않도록 하여야 하며, 표면에 레이탄스가 발생하거나 재료분리가 생길 정도로 오랜시간 한 곳을 진동다짐을 해서는 안 된다.

3.4.4 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.4.5 집수거 및 맨홀의 몸체에서 뚜껑이 놓이는 부분은 요철이 없도록 평활하게 다듬어야 하며, 배수관의 접합부에는 별도의 규정이 없는 한 용적 배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 수밀하게 밀봉하여야 한다.

3.4.6 설계도서 및 감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있도록 16 mm 이상의 철근을 적정 길이로 300 mm 간격으로 설치하여야 한다.

3.4.7 유입구, 맨홀, 단부벽에 사용되는 관은 맨홀 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

3.5 콘크리트 양생

콘크리트 치기 후 손상이 가지 않도록 노출면은 양생용 부직포나 가마니 등을 적셔서 덮거나 살수하여 5일 이상 습윤상태로 보호하여야 하며, 14일 이상은 양생관리 하여야 한다. 단, 콘크리트 강도시험 결과 소요강도가 입증될 때에는 양생기간을 단축할 수도 있다.

3.6 되메우기 및 뒤채움

이 시방서 2-7절에 따른다.

3.7 L형 측구 시공

3.7.1 L형 측구 기초부는 본선의 다짐과 동일한 다짐을 실시하여 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.7.2 설계도서에 명시된 설치위치, 경사 등을 확인한 후에 시공을 하여야 한다.

3.7.3 집수면적에 대한 유량을 확인하여 종배수구(도수로)의 위치를 정하고, 특히 편경사 구간은 물이 차량이 주행하는 노면방향으로 흐르지 않도록 하여야 한다.

3.7.4 인력시공을 할 때에는 거푸집의 치수, 이음 및 견고한 상태 등을 확인하고, 특히 도로의 곡선부는 도로의 선형에 맞게 시공하여야 한다.

3.7.5 콘크리트를 타설할 때에는 수분의 손실을 막기 위하여 기초바닥에 표면이 마르지 않을 정도의 살수를 하거나 비닐을 깔아야 한다.

3.7.6 분리막으로의 비닐깔기는 300 mm 이상 겹치게 하고, 움직이지 않게 고정하여야 한다.

3.7.7 인력에 의한 콘크리트 타설작업은 팽창줄눈을 먼저 설치하고 1스판(span)씩 건너 띄어서 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.7.8 팽창줄눈에는 지수판을 설치하고, 줄눈의 간격은 20 m 이내로 하며, 팽창줄눈부의 전면에 대하여 밀폐 채움을 하여야 하고, 수축줄눈의 간격은 6 m, 폭은 6 mm, 깊이는 50 mm로 한다.

3.7.9 기초부와 벽체부의 팽창줄눈 위치는 일치하도록 하여야 한다.

3.7.10 L형 측구에 집수된 빗물은 땅깎기 · 흙쌓기경계부 배수시설, 집수정, 종 · 횡배수관 등을 통하여 배수되도록 하여야 한다.

3.7.11 기계 시공

(1) L형 측구의 선형 및 경사는 매우 중요하므로 높이 측정 안내선(sensor line)의 장력은 250 N 이상을 유지하도록 견고하게 고정시키며 설계된

경사에 적합하도록 설치하여야 한다.

(2) L형 측구의 거푸집 형상과 지반상태 및 높이 측정 안내선 등은 감독자의 검측을 받은 후 시공하여야 한다.

(3) 피막양생제는 표면에 물기가 사라진 직후 분무기로 고르게 살포하여야 한다.

(4) 작업 중단 또는 일일포설 종료 지점에는 시공줄눈을 설치하여야 한다.

(5) L형 측구 시점부는 흙쌓기 다이크를 따라 집수된 빗물이 L형 측구로 유입되지 않도록 배수계획을 세우고 시공하여야 한다.

(6) 수축줄눈의 간격은 6 m, 폭은 6 mm, 깊이는 50 mm로 한다.

(7) 수축줄눈은 주행방향의 직각방향 및 수직방향으로 자르고, 이물질을 깨끗이 청소한 후 건조하여야 한다.

(8) 팽창줄눈은 설계도서에 명기된 간격으로 설치하여야 한다.

(9) 줄눈부의 주입재는 홈 내면에 프라이머를 바른 다음 주입재에 기포가 생기지 않도록 잘 혼합하여 주입하여야 한다.

3.8 V형 측구 시공

3.8.1 기초바닥을 평활하게 하여 설계도서와 동일한 경사로 낮은 쪽에서부터 시공하여야 한다.

3.8.2 설계도서에 명시된 선형으로 시공하되, 종단선형이 변화되는 V형 측구 시공 구간은 타 공종에 영향이 없고 배수에 지장이 없는 범위 내에서 감독자의 지시에 따라 선형을 조정(곡선화 처리)할 수 있다.

3.8.3 설계도서 및 감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있는 철근을 일정한 간격으로 설치하여야 한다.

3.8.4 현장에 설치된 측구시설에 의하여 공유지와 사유지의 토지경계를 구분하게 되므로 도로의 절점이나 곡선부분은 인조점 등을 확인한 후 시공하여야 한다.

3.8.5 측구의 콘크리트 타설은 줄눈을 먼저 설치하고, 한 구간씩 건너 띄어서 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.8.6 측구 완성 후 되메우기를 할 때에는 표면수의 침투로 인하여 측구가 침하하지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.

3.9 U형 측구 시공

3.9.1 기초바닥을 평활하게 하여 설계도서와 동일한 경사로 낮은 쪽에서부터 시

공하여야 한다.

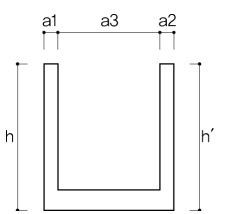
3.9.2 설계도서에 명시된 선형과 주변 배수계획을 확인한 후 시공하여야 한다.

3.9.3 집수정을 설치할 때에는 배수관의 유입구와 유출구 및 연결접속부 등을 설계도서에 표기된 계획고에 맞추어 정확한 경사가 유지되도록 하여야 한다.

3.9.4 집수받이를 설치할 때에는 설치위치 · 구조 · 치수가 적정하며, 측구 및 관로와의 연결 접속부 등이 설계도서에 적합한지 여부를 확인하여 설치하여야 한다.

3.10 콘크리트 측구의 규격관리

표 5-1-1 콘크리트 측구 규격관리 기준

항 목	규격치 (mm)	측 정 기 준	비 고
기준고	±30	· 시공연장 40 m 이상인 경우 : 40 m 마다 1군데 · 시공연장 40 m 이하인 경우 : 2군데	
폭 a3	−50		
높이 h, h′	−30		
연장 L	−200		

5-1-2 다이크 및 집수거

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 쌓기부 다이크 및 다이크를 통해 흐르는 물을 모아 흙쌓기부 종배수구(도수로)를 통해 노선 밖으로 배출하는 집수거를 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 골재

이 시방서 15-3-1절에 따른다.

2.2 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.3 배합기준

이 시방서 15-4절 표 15-4-2에 따른다.

2.4 줄눈재

이 시방서 15-7절에 따른다.

2.5 거푸집

기계타설장비에 부착된 승인된 강재거푸집을 원칙으로 하며, 예리한 곡선부나 지극히 짧은 구간은 감독자의 승인을 얻어 목재거푸집 등을 사용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 흙쌓기부 다이크

3.1.1 시공은 도로 선형, 미관 등을 고려하여 기계타설을 원칙으로 한다.

3.1.2 타설장비의 Track이 지나가는 자리는 요철이 없도록 본선과 같은 수준으로 다짐을 철저히 하여 다이크 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 한다.

3.1.3 다이크의 설치높이 및 선형의 정확성을 확보하기 위하여 높이측정 안내선(Sensor Line) 설치 전에 설계도서에 명시된 길어깨 포장의 두께 및 편경사를 고려한 시공상세도를 작성하고 이를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.4 Sensor Line을 설치할 때 처짐이 발생하지 않고 견고히 위치를 확보하도록 직선부는 10 m, 곡선부 5 m 마다 강재 스틱(stick)을 설치하고, 장력은 250 N 이상으로 유지하도록 견고하게 고정시키며, 설치 후 설계도에 명시된 설치위치, 선형 등의 확인 측량을 실시한다.

3.1.5 짧은 구간이나 불가피하게 인력으로 시공하는 부위는 선형 · 거푸집 치수 · 이음 · 고정상태 등에 대해 콘크리트 타설 전 감독자의 확인을 받고 타설하여야 하며, 특히 곡선부는 본선 선형에 맞게 시공하여야 한다.

3.1.6 피막양생제는 표면에 물기가 사라진 직후 분무기로 고르게 살포하여야 한다.

3.1.7 작업중단 또는 일일포설 종료지점에는 시공줄눈을 설치하여야 한다.

3.1.8 초기경화가 완료되면 수축균열 방지를 위하여 간격 6 m, 폭 6 mm, 깊이 50 mm로 수축줄눈을 설치하며, 수축줄눈은 콘크리트포장의 줄눈과 일치시키는 것을 원칙으로 한다.

3.1.9 양생 완료 후, 길어깨 포장을 시공하기 전에 다이크 후면 되메우기를 시행하여야 한다.

3.1.10 마무리면의 평탄성 검사
마무리면은 길이 3 m 의 직선자를 사용하여 측정할 때 최대로 들어간 곳(凹)의 깊이가 3 mm 이하이어야 한다.

3.1.11 길어깨를 포장할 때 아스팔트 유제가 다이크 노출면에 묻지 않도록 다이크 전면에 마스킹테이프나 비닐 등으로 사전 조치하여야 하며, 다짐장비에 의한 다이크 파손에 주의하여야 한다.

3.2 집수거(L-Type, T-Type)

3.2.1 집수거는 L-Type 및 T-Type 2종으로 구분하며, 일반 흙쌓기부 구간은 L-Type으로, 종단곡선 중 오목구간의 제일 낮은지점(양방향에서 물이

모이는 곳)은 T-Type으로 설치하고, 도면의 설치 예정위치와 현지 지형과의 일치 여부 및 적합성을 검토 후 위치를 결정한다.

3.2.2 집수거 콘크리트 설치

(1) 집수거와 접속하는 다이크의 면은 표면의 레이턴스를 제거하고 치핑하여 부착력을 높이도록 한다.

(2) 집수거 저판은 종배수구(도수로) 저판에 접속되게 미리 타설하고, 콘크리트가 경화되기 전에 벽체와의 연결을 위해 집수거 벽체 선형에 맞추어 철근(D16 mm)을 꽂아야 한다.

(3) 바닥판이 양생되면 벽체 거푸집을 설치하고, 거푸집은 콘크리트를 타설할 때 이동이나 변형되지 않도록 거푸집 받침 및 결속을 견고히 하여야 한다.

(4) 집수거 콘크리트 타설은 시공이음이 발생하지 않게 반드시 한번에 콘크리트를 타설하여 마무리한다.

(5) 신속한 배수를 위하여 직선구간의 집수거 앞부분의 길어깨 포장은 폭 1 m 정도를 표준 편경사보다 4 % 크게 시공한다. 곡선구간은 필요한 경우 감독자의 승인 또는 확인 후 시공한다.

5-1-3 우수받이 및 집수정 설치

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현장타설 콘크리트의 우수받이 및 집수정 구체와 뚜껑을 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 0201 용융아연도금 시험방법
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 스틸그레이팅

2.1.1 철강제품에 아연도금을 한 것으로서 다음과 같은 기준에 적합한 제품이라야 한다.

표 5-1-2 스틸그레이팅 재료 기준

항 목	시험규격	시험방법	기 준
아연 부착량	KS D 0201	4.1(직접법), 4.2(염화안티몬법)	550 g/㎡ 이상
황산동	KS D 0201	5.0(황산구리시험)	종말점에 달하지 않아야 함
밀착성	KS D 0201	6.1(육안), 6.5(해머시험)	균열, 박리, 부풀음 등 이상이 없을 것

2.1.2 L형측구 및 중분대 집수정에 설치하는 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑의 형상 및 치수는 명시된 도면에 따르며, 베어링 바(bearing bar)의 간격은 50 mm 이내야 한다.

2.1.3 L형측구 및 중분대 집수정용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 T = 20(후륜일축하중 80 kN)에 견딜 수 있는 제품이어야 한다.

표 5-1-3 스틸그레이팅의 종별 기준

종별	총중량 (t)	후륜일축하중 (kN)	충격을 고려한 하중 (kN)	차량접지면적 (A × B mm)
T = 20	20	80	112	200×500
T = 14	14	56	78.4	200×500
T = 6	6	24	33.6	200×240
T = 2	2	8	11.2	200×160

2.1.4 U형 측구(TYPE-1)용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 명시된 설계도서에 따르며, 베어링 바(bearing bar)의 간격은 50 mm 이내로 하여야 한다.

2.1.5 U형 측구용 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑은 134 N/판 이상이어야 한다.

2.2 콘크리트 및 철근

콘크리트 및 철근은 이 시방서 6-4, 6-5절의 해당요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 현장반입자재

제조업자는 현장반입자재에 대하여 감독자의 입회하에 다음과 같이 시험을 실시하고 시험성과를 제출하여야 한다.

2.3.1 스틸그레이팅(steel grating) 뚜껑 및 틀은 해로운 흠이 없고 명시된 도면에 따라 모양, 치수가 정확하고, 겉모양이 좋아야 하며, 품질시험대행기관의 자체시험성적서와 합치여부를 현장반입 제품에 대해 시험하여야 한다.

2.3.2 용융아연도금 시험방법은 KS D 0201에 따라 시행하고, 적용기준은 2.1.1과 같다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 계약상대자는 우수받이 및 집수정을 설치하기 전 기초 바닥면이 이 시방서 2-7절에 따라 명시된 도면에 적합한지 확인하여야 한다.

3.1.2 콘크리트 타설 전에 거푸집, 토압지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 시공준비

콘크리트 타설 전에 철근은 이 시방서 6-5절에 따라 명시된 도면대로 가공 조립되었는지를 확인하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 콘크리트 타설은 이 시방서 6-4절의 해당요건에 따라야 한다.

3.3.2 구체공

(1) 우수받이와 집수정은 정확한 치수와 수직 및 수평하게 거푸집을 설치하고 콘크리트를 타설하여야 하며, 집수정의 최상단은 노면 계획고 보다 5 mm ~ 10 mm 낮게 시공하여 배수가 원활히 이루어지도록 하여야 한다.

(2) 관과 구거에 맞게 슬래브를 절단해서 끼워야 한다.

(3) 크기, 형상 및 위치를 정확하게 하기 위해서는 다른 작업과 조정하여야 한다.

3.3.3 스틸그레이팅 설치

(1) 뚜껑 및 받침틀은 명시된 도면에 따라 움직이지 않도록 견고히 설치하여야 한다.

(2) 설치를 할 때 스틸그레이팅(steel grating)의 좌우 수평도, 받침틀의 계목부와, 그레이팅(grating) 계목부의 일치, 계목부의 단차, 종단경사 및 노면과의 평탄성이 유지되어야 한다.

3.3.4 구조물 되메우기는 이 시방서 2-7절에 따라야 하며, 콘크리트가 충분히 양생되기 전에는 되메우기를 시행하여서는 안 된다.

3.3.5 우수받이와 집수정에 접속되는 관은 구조물 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

5-2 배수관 및 암거

5-2-1 철근콘크리트 암거

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 통로 및 수로 등으로 사용되는 문형, 상형 및 아치형의 철근콘크리트 암거 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2444 확대 기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법

1.3 용어정리

1.3.1 "지수판"이라 함은 콘크리트 이음부에서 수밀을 위해 콘크리트 이음부에 묻는 동판, 스테인리스판, 인조 고무판 등으로써 수밀성과 내구성이 큰 재료로 만들며 신축에 적응하는 재료를 말한다.

1.3.2 "겹이음"이라 함은 철근을 겹쳐 이음하여 콘크리트의 부착을 좋게 함으로써 철근의 응력을 크게 하는 것을 말한다.

1.3.3 "폼타이"라 함은 타설 직후의 굳지 않은 콘크리트의 유체압에 의해서 거푸집 판이 벌어지지 않도록 잡아 매어두는 인장재를 말한다.

1.4 제 출 물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 동바리 및 비계 상세도와 전문기술자가 확인한 구조계산서(필요할 때)

(2) 시공규모, 위치, 경사 등 현지여건을 조사한 서류

2. 재 료

2.1 철근콘크리트

2.1.1 철근

이 시방서 15-10절의 각 규정에 따른다.

2.1.2 콘크리트

이 시방서 15-4절의 각 규정에 따른다.

2.2 이음재료

2.2.1 이음부 지수판

이 시방서 5-6절에 따른다.

2.2.2 이음부 채움 재료

이 시방서 15-7절에 따른다.

2.2.3 방수커버

아스팔트계, 고무계, 비닐(vinyl)계 등의 가공 재료로서 감독자의 승인 후 사용한다.

2.2.4 암거용 지수판

지수판의 종류 및 치수는 표 5-2-1의 값을, 지수판의 품질기준은 표 5-2-2의 값을 표준으로 한다.

표 5-2-1 암거용 지수판의 종류 및 치수

종 류	두 께 (mm)	폭 (mm)	적 용
A형	5 이상	200 이상	센터벨브 (Center Balb) 센터하프벨브 (Center half Balb)
B형	7 이상	300 이상	상 동

2.3 기초재

이 시방서 2-9절에 따른다.

2.4 말 뚝

암거의 기초로 말뚝을 사용할 경우는 이 시방서 6-2-2절 또는 6-2-3절에 따른다.

2.5 바닥고르기 콘크리트

이 시방서 15-4절에 따른다.

표 5-2-2 암거용 지수판의 품질기준

시 험 항 목			단위	시험기준
비중				1.4 이하
경도			HDA	65 이상
인장강도			MPa	11.8 이상
인장변형			%	250 이상
노화성			%	±5 이내
유연 온도			℃	-30 이하
내약품성	알칼리	인장강도 변화율	%	±20 이내
		인장변형 변화율	%	±20 이내
		무게 변화율	%	±5 이내
	식염수	인장강도 변화율	%	±10 이내
		인장변형 변화율	%	±10 이내
		무게 변화율	%	±2 이내

3. 시 공

3.1 터파기

터파기는 이 시방서 2-7절에 따른다.

3.2 기 초

3.2.1 기초재 부설 및 지지력 확인

기초재를 부설 후 허용지지력을 KS F 2444에 의거 확인하여야 하며, 지지력 확보가 곤란한 경우에는 이를 보강하여야 한다. 기초재로서 조약돌을 깔 때 조약돌 사이의 공극은 막자갈 또는 쇄석 등의 채움 재료로 충분히 메우고 소형 로울러 또는 램머 등으로 충분히 다져서 소정의 두께로 마무리하여야 한다. 기초 재료로서 막자갈 또는 모래를 깔 경우 소형 로울러, 램머 등으로 충분히 다져서 소정의 두께로 마무리 하여야 한다.

3.2.2 기초말뚝

기초말뚝을 사용할 경우에는 이 시방서 6-2-2절 또는 6-2-3절에 따른다.

3.2.3 바닥 고르기 콘크리트

기초바닥은 기초재를 포설한 후 바닥 고르기용 콘크리트로 기초바닥을 마무리하여야 한다.

3.3 동바리 및 거푸집 설치

3.3.1 이 시방서 6-3-3에 따른다.

3.3.2 거푸집 제거 후 폼타이 구멍은 통로암거인 경우 뒤채움부인 통로의 외부 구멍을 메우고, 수로암거인 경우 내·외부의 구멍을 모두 무수축 모르타르로 메워야 한다.

3.3.3 음각 문형거푸집을 사용할 경우에는 음각깊이 만큼 구조물의 철근 피복이 감소하므로 이를 보완할 수 있는 방안을 검토하여 거푸집을 설치하여야 한다.

3.4 철근 콘크리트

3.4.1 암거 본체의 철근콘크리트는 이 시방서 6-4절 및 6-5절에 따른다.

3.4.2 벽체 콘크리트 타설을 할 때에는 암거의 바닥 슬래브가 굳어진 후 시공하여야 하며, 바닥에 흩어진 톱밥이나 불순물을 깨끗이 제거하고 거칠게 만들어야 한다.

3.4.3 암거의 높이가 1.2 m 이하인 경우에는 측벽과 상부 슬래브의 콘크리트 타설을 동시에 하여야 한다.

3.4.4 암거의 높이가 1.2 m 이상인 경우에는 측벽 콘크리트가 경화한 후 상부 슬래브 콘크리트 타설을 할 수 있다. 이때에는 측벽 콘크리트와 상부슬래브 콘크리트와의 결합을 위해 맞물림 철근을 남겨두어야 하며, 측벽 콘크리트를 타설 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.4.5 암거가 사이폰(syphon) 구조일 경우에는 수밀 콘크리트로 시공하여야 한다.

3.4.6 날개벽은 가능하면 암거본체와 동시에 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.5 시공이음

3.5.1 암거이음부의 시공은 설계도서 및 감독자의 지시에 따라서 각별히 주의하여 시공하여야 한다.

3.5.2 시공이음은 누수 및 균열이 발생하지 않도록 설치하고, 지수판은 구체 단면에 수직으로 설치하여야 한다

3.5.3 시공이음부는 팽창줄눈의 역할을 수행할 수 있도록 적절한 간격으로 설치하여야 한다.

3.5.4 누수방지 및 미관을 고려하여 통로 및 수로암거 이음부의 내·외부를 실런트(sealant) 등의 밀폐재로 메워야 한다.

3.5.5 신축 및 시공줄눈 이음위치는 측벽에 직각으로 하되, 표피두께가 얇은 경

우에는 중앙분리대 위치 또는 차선표시 방향으로 한다.

3.6 동바리 및 거푸집 떼어 내기

이 시방서 6-3-3절에 따른다.

3.7 되메우기 및 뒤채움

3.7.1 이 시방서 2-7절에 따른다.

3.7.2 측벽과 상부슬래브가 소정의 양생이 완료되기 전에는 암거의 양벽을 뒤채움 하여서는 안 되며, 상부슬래브가 포장 마무리 면으로부터 3.5 m 이내에 있을 경우는 양질의 막자갈 또는 승인된 조립재료를 사용하여 암거 측벽부 뒤에 쐐기모양으로 층층이 펴 깔고 충분히 다져야 한다.

3.7.3 암거 뒤채움의 시공은 본체 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 하여야 한다. 다만, 현장여건상 한쪽이 반대쪽보다 높게 뒤채움을 하여야 할 때는 실내 시험결과 충분한 콘크리트 강도가 확보된 후에 시행할 수 있으나 감독자의 사전승인을 받아야 한다.

3.8 방수처리

3.8.1 암거 구체에 대한 방수처리는 설계도서에 따라 방수처리를 하여야 한다.

3.8.2 계약상대자는 암거 구체의 콘크리트 표면 상태에 대하여 감독자의 검측을 받은 후 방수작업을 하여야 한다.

3.8.3 방수처리 후 장기간 일광에 노출됨으로 인하여 방수재료가 방수기능을 발휘할 수 없을 때에는 계약상대자 부담으로 재시공하여야 한다.

3.9 날개벽 및 유입 · 유출구

3.9.1 암거의 날개벽 및 유입 · 유출구는 설계도서 및 감독자의 지시에 따라 시공하여야 하며, 특히 켄틸레버 형식의 날개벽인 경우에는 좌 · 우를 동시에 시공하고, 편심하중에 의한 암거의 경사 및 부등침하가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.2 날개벽은 암거 구체와 동시에 콘크리트 타설을 하여야 하며, 부득이한 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 분리시공을 할 수도 있다.

3.9.3 날개벽에는 배면의 배수를 위하여 배수공을 설치하여야 한다. 배수공의 높이는 날개벽의 비탈면 이하의 높이로 전면에 설치하여야 한다.

3.9.4 수로암거인 경우에 유출입부의 유속이 2.5 m/s를 초과할 때에는 수로보호공 및 감쇄공을 설치한다.

(1) 유입부
침식방지용 수로보호공 설치(바닥은 콘크리트로 T = 0.20 m 이상, L = 3D 이상)

(2) 유출부
2.5 m/s < V ≤ 4.0 m/s : 콘크리트바닥을 포함하여 배수구조물 높이의 3배 이상 설치
4.0 m/s < V ≤ 6.0 m/s : 배수구조물 높이의 3배 이상이 되도록 하고 감쇄공 설치
6.0 m/s < V : 침전조 설치(유지관리를 고려하여 가급적 지양하고, 부득이한 경우에만 설치)

3.9.5 수로암거의 유입 · 유출부가 콘크리트 측구로 연결된 구간은 차수벽을 설치하지 않는다.

3.9.6 수로암거/배수관의 유입 · 유출부가 토사 측구인 구간은 방수거 감쇄공 등을 설치하여 유실을 방지한다.

3.10 접속 보강슬래브

3.10.1 시공일반
흙쌓기의 두께가 얇은 암거인 경우에는 암거 구체의 접속부에 철근 콘크리트 슬래브(approach slab)를 보강하여 암거 구체와 흙쌓기의 접속부에 생기는 단차를 최소화하여야 하며, 시공은 이 시방서 10-1-1절 3.11에 따른다.

3.10.2 접속 보강슬래브의 구조
(1) 보강슬래브의 길이는 설계도서에 따른다.
(2) 보강슬래브의 폭은 차로폭 및 내 · 외측 양쪽 측대를 포함하는 폭으로 한다. 날개벽 등에 접할 경우에는 이음재를 넣어서 가장자리를 절단하여야 한다.
(3) 암거의 배면에는 보강슬래브의 받침대를 설치하여야 하며, 받침대에는 다웰바를 설치한다.
(4) 보강슬래브와 받침대, 암거의 측벽 등의 사이에는 이음재를 삽입하여야 한다.

3.10.3 접속 보강슬래브의 시공
(1) 보강슬래브를 설치하는 장소는 공사용 차량 등에 의한 자연다짐을 실시하여 뒤채움부의 다짐과 안정을 꾀한 후에 시공하여야 한다.
(2) 접속 보강슬래브의 기초바닥은 바닥고르기를 실시하고, 슬래브 경사와 동

일한 마무리를 하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설은 이 시방서 6-4절의 해당요건에 따른다.

3.11 기존 암거의 확장

3.11.1 기존암거 이음부의 깨기는 기존 시설물에 피해가 없도록 하여야 하며, 손상된 부분에 대하여는 계약상대자 부담으로 원상복구 하여야 한다.

3.11.2 기존 콘크리트 속에 묻힌 철근이 손상되지 않도록 기존 콘크리트 면을 수직으로 절단하여야 하며, 철근 주위의 콘크리트 잔재 등 이물질은 깨끗이 제거하여야 한다.

3.11.3 기존 철근과의 겹이음 길이를 확보하여야 하며, 부득이한 경우에는 용접 등으로 겹이음하여 보강하여야 한다.

3.11.4 콘크리트 이음면은 신·구 콘크리트의 부착이 잘 되도록 하여 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.11.5 이음부의 외벽에는 시트 방수지 등을 시공하여 누수가 되지 않도록 하여야 한다.

3.11.6 거푸집은 기존 콘크리트 면과 밀착하도록 하여 신·구 콘크리트 면에 단차가 발생하지 않도록 견고히 설치하여야 한다.

3.12 버팀보(strut)

문형암거의 버팀보 시공은 설계도서에 따라 암거 본체 시공 후 되메우기 및 뒤채움 시공 전에 실시하고, 과도한 응력이 작용되지 않도록 특히 주의하여야 한다.

3.13 신축이음

콘크리트 온도 신축이음은 설치암거의 규모에 따라 콘크리트 온도신축에 의한 균열을 방지할 수 있도록 적정한 간격으로 설치하여야 한다. 이때 이음재료는 이 시방서 5-2-1절 2.2에 따르고 시공은 5-2-1절 3.5에 따른다.

3.14 한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간

한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간에 위치한 암거는 기초지반의 지지력 차이로 인한 부등침하를 방지하여야 하며 이 시방서 2-9절에 따라 기초재를 부설하고, 허용지지력을 확인하여야 하며, 지지력 확보가 곤란한 경우에는 이를 보강하여야 한다.

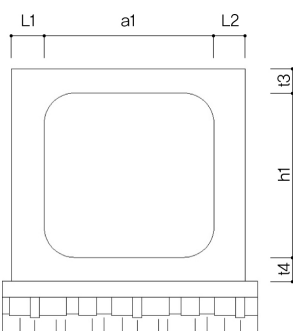
3.15 기존 암거의 폐쇄 및 철거

3.15.1 확장공사 등으로 인하여 내하력 부족으로 철거가 불가피한 경우는 암거 상단부를 절단하고 5종 콘크리트 또는 침하나 응력에 악영향을 주지 않는 채움 재료(예를 들어 콘크리트(f_{ck}=16 ㎫, ϕ40 mm))를 사용하여 폐쇄하거나 보강을 하여야 한다.

3.15.2 기존 암거를 철거할 때에는 이 시방서 2-3절의 규정에 따라 시행하여야 하며, 철거 시 발생하는 폐콘크리트는 유용을 원칙으로 하며, 현지 여건에 따라 조정하여야 한다.

3.16 콘크리트 암거의 규격관리

표 5-2-3 콘크리트 암거 규격관리 기준

항 목		규격치 (mm)	측 정 기 준	비 고
기 준 고		±30	양단 시공이음 군데마다	
두께 t1, t2, t3, t4		−20		
폭 a1		−30		
높 이 h1		±30		
길이	L < 20 m	−50		
	L > 20 m	−100		

5-2-2 배수관

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 설계도서 및 감독자가 지시한 선형, 경사 및 치수에 맞도록 도로공사에 관련된 모든 용도의 배수관 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3552 철선
KS F 4402 진동 및 전압 철근 콘크리트관
KS F 4403 원심력 철근 콘크리트관
KS F 4405 코어식 프리스트레스트 콘크리트관
KS F 4406 프리스트레스트 콘크리트 실린더관
KS D 3506 용융 아연 도금 강판 및 강대
KS D 3507 배관용 탄소 강관
KS D 3583 배관용 아크용접 탄소강강관

1.3 용어정리

1.3.1 "배터보드(batter board)"라 함은 굴착준비를 위하여 목재의 규준틀 말뚝에 못을 박아 댄 가로나무를 말하며, 구조물의 외형을 나타내는데도 사용된다.

1.3.2 "칼라(collar)"라 함은 흄관을 이을때 이음부에서 사용되는 둥글고 길이가 짧은 이음관을 말한다.

1.3.3 "스페이서(spacer)"라 함은 철근 또는 긴장재에 소정의 피복두께를 가지게 하거나 철근간격을 정확하게 유지시키기 위하여 쓰는 금속제, 플라스틱제, 콘크리트제, 모르타르제 등의 부품을 말한다.

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
시공규모, 위치, 경사 등 현지여건을 조사한 서류

2. 재 료

2.1 공장제작 콘크리트 배수관

2.1.1 공장제작 콘크리트 배수관은 KS F 4401, KS F 4402, KS F 4403, KS F 4405, KS F 4406 기준에 합격한 것이어야 한다.

2.1.2 모든 관에는 제조 공장명, 또는 그 약호, 제조 년월일, 공칭지름 및 관 길이를 명기하여야 한다.

2.2 현장제작 콘크리트관

2.2.1 현장제작 콘크리트관(RC관)에 사용되는 콘크리트는 이 시방서 15-1절, 15-3절 및 15-6절에 따른다.

2.2.2 현장제작 콘크리트관의 외압강도 기준은 표 5-2-4와 같다.

2.2.3 현장제작 콘크리트관에 사용하는 철선의 품질기준은 표 5-2-5와 같다.

표 5-2-4 현장 제작 콘크리트관의 외압강도 기준

구 분	호칭지름(mm)				비 고
	600	800	1,000	1,200	
균열강도 (kN/㎡)	29	35	41	45	
파괴강도 (kN/㎡)	59	71	82	94	

표 5-2-5 현장 제작 콘크리트관용 철선의 품질기준

구 분	규격 (mm)	인장강도 (kN/㎟)	선지름 허용차	시험방법
보통철선	6 9	5.3 이상 5.3 이상	±0.13	KS B 0802

2.3 파형강관

2.3.1 재질

(1) 파형강관은 KS D 3506에 의한 열연 용융아연도금 강판으로 만든다.

표 5-2-6 용융아연도금 강판의 요구조건

기호	화학성분		기계적 성질		
	P (%)	S (%)	항복점 (N/㎟)	인장강도 (N/㎟)	연신율 (%)
SGHC	–	–	205 이상	270 이상	–

(2) 용융아연도금을 한 강관의 아연부착량은 다음과 같다.

표 5-2-7 아연부착량 기준

아연 부착량의 종류	3점기준 최소 부착량(양면 기준, g/m²)
Z600	600

2.3.2 형상 및 치수(SCP 1RS)

(1) 형상

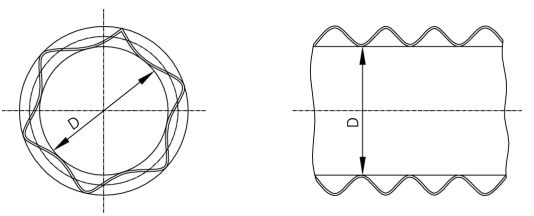


그림 5-2-1 SCP 1RS의 규격

(2) 단면치수 기호

표 5-2-8 SCP 1RS의 호칭별 판두께

기호	호칭지름 D (mm)	판두께(mm)				길이 L (mm)
		1.6	2.0	2.7	3.2	
SCP 1RS	400	○	○	–	–	4,000 부터 6,000 까지의 지정길이
	450	○	○	–	–	
	600	○	○	○	–	
	800	○	○	○	–	
	1,000	○	○	○	○	
	1,200	○	○	○	○	
	1,350	○	○	○	○	
	1,500	○	○	○	○	
	1,650	○	○	○	○	
	1,800	○	○	○	○	

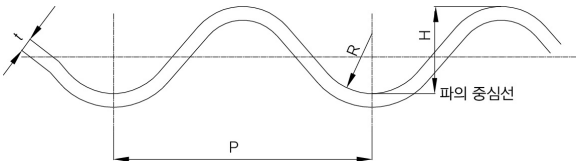


그림 5-2-2 SCP 1RS의 형상

표 5-2-9 SCP 1RS의 규격

기 호	치 수		
	파의 피치 P (mm)	파의 깊이 H (mm)	파의 굽힘반지름 R (mm)
SCP 1RS	68.0	13.0	17.5

(3) 치수 허용차 기호

표 5-2-10 SCP 1RS의 허용 오차

(단위: mm)

기 호	치수 허용차					
	파의 피치 P	파의 깊이 H	강관의 길이 L	호칭 지름 D	축방향 휨	커플링 밴드의 나비 W
SCP 1RS	±2.0	±2.0	지정길이의 +40 지정길이의 −10	1000 미만 ±10 1000 이상 ±1%	길이의 ±0.3% 이하	±5.0

(4) 커플링 밴드의 단면모양 및 치수

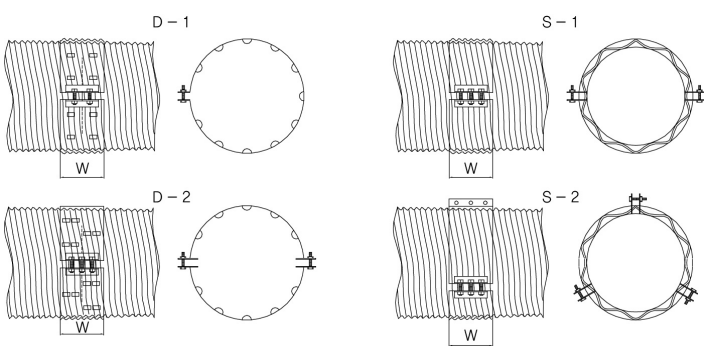


그림 5-2-3 커플링 밴드 형상

표 5-2-11 커플링 밴드 규격

기 호	호칭지름 D (mm)	D-1		D-2		S-1		S-2	
		판두께 t (mm)	너비 W (mm)	판두께 t (mm)	너비 W (mm)	판두께 t (mm)	너비 W (mm)	판두께 t (mm)	너비 W (mm)
SCP 1RS	300 400 450	1.6	270	–	–	1.6, 2.0	410	–	–
	600 800	1.6	270			1.6, 2.0, 2.7	410		
	1,000 1,200 1,350 1,500	–	–	2.0	410	1.6, 2.0, 2.7, 3.2	410		
	1,650 1,800	–	–	2.7	410			3.2	410

2.4 수지파형강관(평활형)

2.4.1 재질

수지파형강관의 원관재료는 KS D 3555(강관용 열간압연 탄소 강대) SPHT2 또는 이와 동등 이상의 것으로 한다.

2.4.2 피복재료

(1) 피복재료로 사용하는 폴리에틸렌은 KS D 3589(압출식 폴리에틸렌 피복강관)의 부속서 1에 따르며, 기타 재료의 경우 동등 이상의 재료이어야 한다.

(2) 분체 에폭시는 KS M 5250(에폭시 수지 분체 도료)에 따르며, 기타 재료의 경우 동등 이상의 재료이어야 한다.

(3) 접착제는 KS D 3589(압출식 폴리에틸렌 피복강관)의 부속서 2에 따른다.

2.4.3 이음재료

(1) 플랜지 결속밴드는 KS D 3698(냉간압연 스테인리스 강판 및 강대) STS304의 화학성분 및 기계적 성질에 따른다.

(2) 볼트는 KS B 0241(내식스테인리스 강제 나사부품의 기계적 성질)의 화학성분 및 기계적 성질에 따르며 종류 및 등급은 오스테나이트계 A2로 한다.

2.4.4 형상 및 치수

(1) 형상

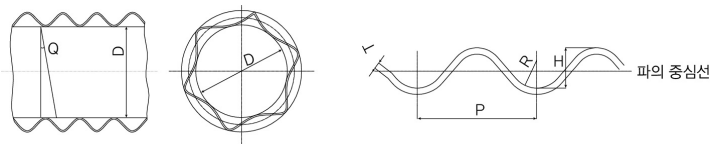


그림 5-2-4 수지파형강관의 단면 모양

표 5-2-12 수지파형강관의 기호별 호칭지름의 판 두께 및 허용차

(단위 : mm)

	호칭지름 (D)	판두께(T)				길이 (L)
		1.6 ±0.17	2.0 ±0.17	2.7 ±0.21	3.2 ±0.21	
1RS 평활형	300	○				지정된 길이 (1본 = 8 m)
	350	○				
	400	○				
	450	○				
	500	○				
	600	○	○			
	700	○	○			
	800		○			
	900		○			
	1000		○			
3RS 평활형	900		○			지정된 길이 (1본 = 8 m)
	1000		○			
	1100		○			
	1200		○			
	1350		○	○		
	1500			○		
	1650			○		
	1800			○	○	
	2000				○	
	2200				○	
	2400				○	
	2500				○	
	2600				○	
	2700				○	
	2800				○	
	2900				○	
	3000				○	

비고 : 판 두께는 폴리에틸렌 피복 전의 원판 두께를 표시한다.

(2) 치수 및 허용오차

표 5-2-13 관의 치수 및 허용차

(단위 : mm)

종류		기호	허용차			
			강관의 길이(L)	호칭지름	파의 피치(P)	파의깊이(H)
원형	1S형	1RS 평활형	지정길이의 +40 −10	1000 미만 ±10 1000 이상 ±1%	68.0±2.0	13.0±2.0
	3S형	3RS 평활형			76.0±2.0	25.0±2.0

※ 단 플랜지 부위는 일정두께의 플랜지가 융착되어 있으므로 D900 미만은 기준내경 −20 mm 이내, D900 이상은 기준내경 −30 mm 이내이다.

표 5-2-14 관의 두께별 관벽 두께(H1) 및 내표면 평활 수지의 두께(H2)

(단위 : mm)

종류	관의두께(t) / 호칭지름(D)	1.6	2.0	2.7	3.2
1RS 평활형	300~500	H1 : 4.23 이상 H2 : 1.5 이상			
	600~700	H1 : 4.23 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
	800~1000		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
3RS 평활형	900~1200		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상		
	1350		H1 : 4.73 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	
	1500~1650			H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	
	1800			H1 : 5.29 이상 H2 : 1.5 이상	H1 : 5.79 이상 H2 : 1.5 이상
	2200~3000				H1 : 5.79 이상 H2 : 1.5 이상

(3) 플랜지 결속밴드의 단면모양 및 치수

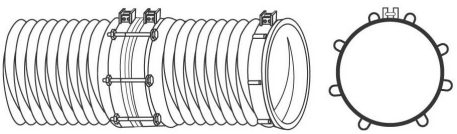


그림 5-2-5 플랜지 결속밴드의 단면모양

표 5-2-15 플랜지 결속밴드 치수 및 허용차

(단위 : mm)

종류	관지름	플랜지 결속밴드		종류	관지름	플랜지 결속밴드	
		두께	폭			두께	폭
1RS 평활형	300	2 ± 0.17	50 0 ~ +5	3RS 평활형	900	2 ± 0.17	50 0 ~ +5
	350				1000	3 ± 0.22	
	400				1100		
	450				1200		
	500				1350		
	600				1500		
	700				1650		
	800				1800		
	900				2000		
	1000	3 ± 0.22			2200		
	–	–	–		2400		
	–	–	–		2500		
					2600		
	–	–	–		2700		
	–	–	–		2800		
	–	–	–		2900		
	–	–	–		3000		

2.4.5 폴리에틸렌 피복 두께

수지파형강관에 피복하는 수지의 종류별 피복 두께 및 허용차는 다음과 같다.

(1) 파형강판과 폴리에틸렌의 중간층에 피복하는 에폭시의 두께는 30 ㎛ 이상이어야 한다.

(2) 수지파형강관에 융착된 수지의 최소피복 두께는 내면은 0.3 mm, 바깥면은 1 mm 이상 피복하여야 한다.

(3) 수지파형강관 내 · 외면의 럭심(lockseam) 부위에 덧씌우는 폴리에틸렌 피복의 최소 피복 두께는 0.5 mm 이상이어야 한다.

(4) 부위별 명칭은 그림 5-2-6 과 같고, 폴리에틸렌 피복 파형강관의 관벽 두께(H1) 및 내표면 평활 수지의 두께(H2)는 표 5-2-14 에 따른다.

(5) 수지파형강관의 이음자재인 플랜지 결속밴드의 단면모양은 그림 5-2-5 와 같고, 치수 및 허용차는 표 5-2-13 에 따른다. 다만, 주문자와 제조자의 협정에 따라 이것 이외의 치수도 사용할 수 있다.

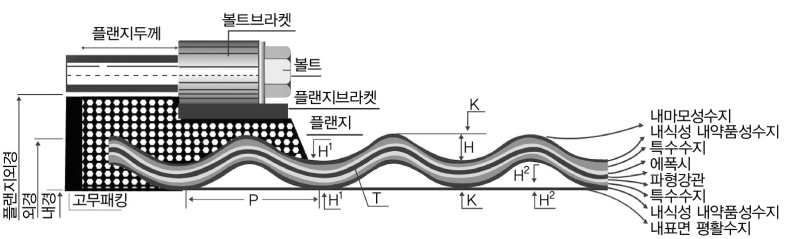


그림 5-2-6 수지파형강관 단면도(평활형)

2.4.6 시험방법

(1) 겉모양은 육안으로 검사한다.

(2) 치수의 측정은 같은 치수의 공시관 3개에 대하여 다음에 따른다.

① 피복 두께 : 피복 두께는 공시관의 양끝으로부터 약 200 mm 이상 떨어진 지점에서 원둘레 방향으로 직교하는 임의의 네 점에 대하여, 미후계 등을 사용하여 측정한다.

② 관 지름 및 길이 : 관의 지름 및 길이는 KS B 5209 또는 KS B 5246 에 규정하는 강제 줄자 또는 금속제 곧은 자 등을 사용하여 측정하고, 측정 정밀도는 1 mm 이상으로 한다.

③ 핀홀 시험 : 핀홀 시험은 KS D 3589에 따르며 시험은 기공 탐지기(홀리데이디텍터)를 사용하고, 접촉형일 때는 10,000 V ~ 12,000 V, 비접촉형일 때는 20,000 V ~ 40,000 V 의 전압을 걸어, 피복 강관 모

든 면에 대하여 핀홀의 유무를 조사한다.

④ 수압 시험 : 수압 시험은 관에 적절한 방법으로 내부에 상온의 물로 73.6 kPa의 압력을 가한 상태로 10분간 유지하였을 때 누설이나 그 밖의 결점유무를 조사한다.

⑤ 음극 박리 저항성 : 음극 박리 저항성시험은 KS D 3589의 부속서 4. 항에 따른다.

2.4.7 품질

(1) 겉모양 관의 내·외면은 마무리가 양호하고, 사용상 해로운 흠, 균열, 요철(凹凸), 이물질의 혼입 등이 없어야 한다. 또한 강관은 실용적으로 곧고, 그 양끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

(2) 끝단부 처리 PE 피복층 박리 및 부식방지를 위하여 관 끝단부는 관체에 피복한 것과 동일한 재질의 폴리에틸렌으로 피복하여 강판의 노출이 없어야 한다.

(3) 관의 성능은 2.4.6에 따라 시험하여, 표 5-2-16의 규정에 적합하여야 한다.

표 5-2-16 수지파형강관의 성능

항목	성능값	적용시험 항목
핀홀	불꽃발생이 없을 것	2.4.6
연결부 수압시험	누설 또는 그 밖의 결점이 없을 것	2.4.6
음극 박리 저항성	평균 박리 반지름 8 mm 이하 최대 박리 반지름 10 mm 이하	2.4.6

3. 시 공

3.1 시공할 때의 유의사항

3.1.1 터파기 바닥은 소정의 경사가 되게 하고 지반이 연약한 경우는 소정의 재료로 치환하거나 잡석깔기, 버림 콘크리트 타설 등 현장여건에 맞는 공법으로 침하에 대비하여야 하며, 바닥은 잘 다져 관 부설 후 부등침하가 생기지 않도록 한다.

3.1.2 배수관은 설계도서 또는 감독자가 지시한 경사에 정확히 맞도록 하여 하류 측 또는 낮은 쪽에서부터 설치하여야 한다.

3.1.3 관을 부설할 때 관과 기초, 각 관의 이음부가 밀착이 되도록 하고 서로 어긋나지 않도록 한다.

3.1.4 관부설이 완료되면 감독자가 부설상태를 확인한 후 되메우기를 시행하여야 한다.

3.1.5 되메우기 재료는 흙쌓기 재료와 동등한 것을 사용하여야 하며, 돌 등이 섞여 배수관에 집중하중을 받지 않도록 한다.

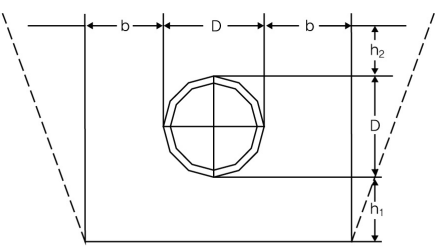
3.2 터파기

3.2.1 터파기는 이 시방서 2-7절에 따라 시행한다. 터파기 바닥 폭은 현장여건, 토질조건 및 관 종류에 따라 설계도면과 동일하게 시공한다.

3.2.2 터파기한 바닥면은 관을 충분히 지지할 수 있도록 하여야 하며, 기초지반이 연약한 경우에는 막자갈 또는 감독자가 승인한 재료로 치환하여야 하며, 지반면 위의 암반 등이 돌출해 있는 경우에는 브레이커 등을 이용하여 소정의 경사로 다듬어야 한다.

3.2.3 터파기 완료 후 감독자의 검측을 받기 전에는 후속작업을 시작해서는 안된다.

3.2.4 흙깎기 · 흙쌓기 지반을 터파기하여 파형강관을 매설할 경우에 설계도서에 따로 표기되지 않았을 때에는 그림 5-2-7 터파기 기준 폭에 따라야 한다.



b : 보통지반일 경우 25~30cm
연약지반일 경우 50cm

h_1 : 연약지반일 경우 연약정도에 따라 결정
h_2 : 30cm

그림 5-2-7 터파기 폭 기준

표 5-2-17 관경별 터파기폭

관경 (mm)	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
터파기폭 (mm)	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1700	1800	2000	2100	2200	2400	2500

3.3 기초

3.3.1 기초에 조약돌 또는 깬 조약돌을 쓰는 경우에는 조약돌 또는 깬 조약돌을 깔고 채움용 자갈 또는 깬 자갈을 채워야 한다.

3.3.2 기초에 막자갈을 쓰는 경우에는 소정의 형상 및 치수에 따라 막자갈을 깔아 다지고 관에 접하는 부분은 관 벽면의 형상에 맞도록 잘 다듬어야 한다.

3.3.3 콘크리트 기초의 경우는 소정의 조약돌(또는 깬 조약돌) 및 채움용 자갈(또는 깬 자갈)을 고르게 깔고 콘크리트 타설은 이 시방서 5-1절에 따라서 시공하여야 한다.

3.3.4 말뚝기초의 경우에는 설계도서에 표시된 말뚝을 감독자의 지시에 따라서 시공하고 콘크리트를 타설한다.

3.3.5 기초지반은 관을 충분히 지지할 수 있도록 단단하여야 하며, 연약한 경우 또는 부적합한 토질(이토, 오물 등)일 경우에는 감독자의 지시에 따라 양질의 입상재료 또는, 승인된 재료로 치환하여야 하며, 지반면 위의 암반 등이 돌출해 있는 경우에는 소정의 경사에 맞도록 다듬어야 한다.

3.3.6 파형강관은 가요성 관이므로 하중을 균일하게 분포시킬 수 있도록 하는 기초가 필요하다. 따라서 기초는 콘크리트로 시공해서는 안 되며, 가급적 양질의 기초재료(모래 또는 사질토)를 사용하여 다음 그림 5-2-8과 같이 균일하게 다져야 한다.

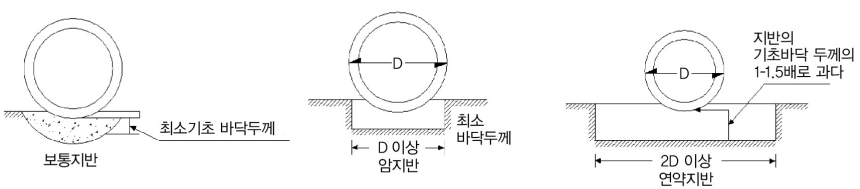


그림 5-2-8 지반에 따른 기초폭

표 5-2-18 지반에 따른 기초의 최소두께

두께 및 폭		기초의 최소두께(H)		
기초의 지질	관경	900 mm 이하	900~2,000 mm	2,000 mm 이상
보통지반		200 mm	300 mm	0.2 D
암지반		200 mm 단, 쌓기 높이가 5 m를 넘을 경우에는 그 높이 1 m에 대하여 40 mm씩 증가시킴		
연약지반		500 mm	0.4 D와 500 mm 중에서 큰 값	0.3 D (최대 1 m까지)

※ 연약지반은 치환을 원칙으로 하나 연약층이 깊은 경우에는 위의 표에서 제시된 값으로 한다.

3.3.7 바닥 재료의 선택은 흙 입자가 침투할 수 있는 이음부 간격의 크기에 대한 D_{35} 흙 입자의 크기의 비로 결정되며, 표 5-2-19와 같다.

표 5-2-19 바닥재료의 선택

진흙 찰흙	침 적 토			모 래		
	고운 것	중간	거친 것	고운 것	중간	거친 것
0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2.0

3.4 이동 및 설치(철근콘크리트 V.R관)

3.4.1 관의 접합은 관 종류에 따라 접합방법, 접합순서, 접합재료 등을 사전에 검토한 후 시공에 임하여야 한다.

3.4.2 기초면 위에 내려진 관은 인력이나 체인블럭으로 밀착시켜 접합한다.

3.4.3 관을 운반하여 내릴 때에는 크레인 등 기계를 사용, 주의하여 관에 급격한 충격을 피하고 소켓부위가 파손되지 않도록 평탄한 곳에 각재를 깔고 보관하여야 한다.

3.4.4 관을 소운반 할 때는 구름방지를 위해 로프로 확실히 고정하여 트럭으로 운반하여야 한다.

3.4.5 소켓(socket), 스피곳(spigot) 부위의 청소와 점검을 철저히 하고 관을 매어달아 내릴때는 와이어로프 2 본을 사용 관정에 매어서 내린다.

3.4.6 되메우기에 사용되는 토질은 모래 또는 양질의 흙을 사용하고 한 층의 두께는 관로 하부 200 mm, 상부는 300 mm 이하로 다짐하면서 되메우기 하여야 한다.

3.4.7 관 위에 불도자 등 건설장비를 직접 운행하여서는 안 된다.

3.5 현장제작 콘크리트관의 제작

3.5.1 제작장은 넓고 평활한 곳에서 콘크리트를 타설하여 밀실하게 다지고, 관 단면에 요철이 없도록 하여야 한다.

3.5.2 거푸집을 조기에 해체할 경우에는 자동온도기록계를 부착하여 증기양생을 하여야 한다.

3.5.3 철선은 설계도서에 따라 정확히 가공하여야 한다.

3.5.4 용접철망의 가공을 롤링장비(roller)로 할 경우에는 용접부가 손상이 되지 않도록 하고 용접부에 이상이 있으면 재조립하여야 한다.

3.5.5 철망의 고정과 피복유지를 위하여 단철망은 8개 이상, 복철망은 16개 이상의 스페이서를 설치하여 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.5.6 제작이 완료된 관은 검사 후에 관의 형식, 제작년월일, 공칭지름 등을 명기하여 야적하여야 한다.

3.6 관 부설

3.6.1 모든 관은 설계도서 또는 감독자가 지시한 경사에 정확히 맞도록 하류측 또는 낮은 쪽에서부터 설치하여야 한다. 이때 기초와 잘 밀착이 되도록 하고 관이 서로 어긋나지 않도록 주의하여야 한다.

3.6.2 관에 소켓이 붙어있는 경우에는 소켓을 관의 상류쪽 또는, 높은 곳으로 향하도록 설치한다. 소켓이 없는 관은 칼라접합(collar connection) 또는 플랜지접합으로 한다. 접합부는 감독자의 지시가 없는 한 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 틈 사이를 채워 수밀하게 시공하여야 한다.

3.6.3 되메우기 및 뒤채움을 시행하기 전에 관 설치의 적부, 침하의 유무, 손상 유무 등에 대하여 감독자의 검사를 받아야 하며, 이상이 있을 때에는 감독자의 지시에 따라 다시 설치하거나 교체하여야 한다.

3.6.4 이음모르타르를 시공하기 전에 모르타르를 시공할 관의 이음부는 깨끗이 청소 후 물로 충분히 적셔두어야 한다.

3.6.5 파형강관 시공부 기초지반에 잔류침하가 예상될 때는 설계도서 또는 감독자의 지시에 따라서 미리 예상 잔류침하량을 가산한 높이로 설치하여야 한다.

3.7 관의 이음

3.7.1 계약상대자는 관의 이음부에 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 틈 사이를 채워 수밀하게 시공하여야 한다.

3.7.2 관이음부의 내부는 모르타르로 메우고, 깨끗이 닦아내어 매끄럽게 마무리하여야 한다.

3.7.3 관의 이음부에는 시멘트 모르타르 대신에 감독자의 승인이 있는 경우 코오킹 콤파운드(caulking compound)나 사전 성형된 이음재(preformed joint) 등을 이음재로 사용할 수 있다.

3.7.4 관의 이음부의 부등침하가 예상되는 지점에서는 받침부 보강을 하여야 한다.

3.8 되메우기, 뒤채움 및 흙쌓기

3.8.1 관부설이 완료된 후 감독자가 깔기 상태를 검사하기 전에 되메우기 하거나 뒤채움을 시행해서는 안 된다.

3.8.2 관의 배열 및 안전상 이상이 있거나 손상된 곳이 발견될 경우에는 감독자의 지시에 따라 재배열하거나 교체하여야 한다.

3.8.3 파형강관은 가급적 양질의 토사로 되메우기를 하며, 되메우기 작업은 좌·우 동일한 높이를 유지하면서 한 층의 마무리 두께는 200 mm 이하로 하고 KS F 2312의 C, D 또는 E 다짐방법으로 구한 최대건조밀도 95 % 이상이 되도록 한다.

3.8.4 관의 하측부의 다지기는 특별히 유의하여 잘 다져야 한다.

3.8.5 기타 되메우기 및 뒤채움은 이 시방서 2-7절 3.8과 3.9에 따른다.

3.8.6 흙쌓기의 한층 두께는 200 mm 이하로 한다.

3.8.7 흙쌓기 및 뒤채움 재료는 입상재료로 한다.

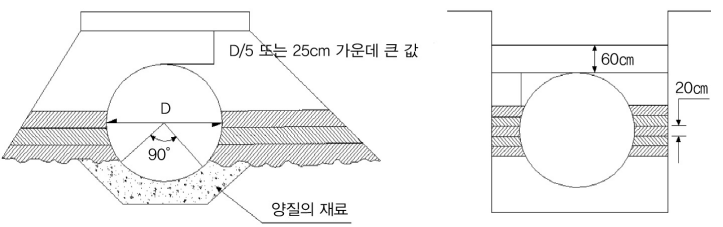


그림 5-2-9 흙쌓기와 뒤채움 기준

3.9 날개벽 및 유입·유출구

3.9.1 날개벽의 시공은 이 시방서 5-2-1절 3.9에 따른다.

3.9.2 유입·유출구는 용배수관 전후의 지형조건에 맞추어 자연스러운 수류의 유도가 가능한 구조로 설치하여야 하며, 적절한 세굴방지공을 설치하여야 한다.

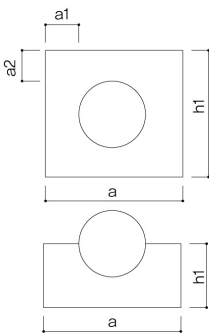
3.9.3 측구와 집수정 또는 배수관과 접하는 경우에는 별도의 규정이나 감독자의 지시가 없는 한 용적배합비가 1 : 2인 시멘트 모르타르로 수밀하게 시공하여야 한다.

3.9.4 배수관과 날개벽 이음부는 이음부를 청결하게 한 후 벽체를 타설하여야 한다.

3.9.5 배수관의 유입·유출부가 콘크리트 측구로 연결된 구간은 차수벽을 설치하지 않는다.

3.10 배수관 규격관리

표 5-2-20 배수관 규격관리 기준

항 목	규격치 (mm)	측 정 기 준	비 고
기준고	±30	· 시공연장 40 m 이상인 경우 : 40 m 마다 1군데 · 시공연장 40 m 이하인 경우 : 2군데	
폭 a	-50		
높이 h1	-30		
두께 a1, a2	-20		
연장 L	-200		

5-2-3 파형강판 암거

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 구조용 파형강판을 이용하여 통로암거, 수로암거, 소교량 및 가설구조물 등의 파형강판 암거 구조물 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS B 1016 기초볼트
KS D 0210 강의 매크로 조직시험 방법
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대
KS D 3590 파형 강관 및 파형 섹션
KS D 8308 용융아연도금
KS F 2122 평판재하시험
KS F 2312 흙의 다짐시험 방법

1.3 용어의 정의

1.3.1 "파형강판(corrugated multi plates)"이라 함은 일정 크기의 구조용 강판재를 정해진 규격의 주름모양으로 성형한 금속판을 말한다.

1.3.2 "파형강판구조물(soil-steel structures)"이라 함은 파형강판을 볼트로 연결하여 단면을 형성한 후 주변과 상부를 구조적 뒤채움재로 다짐하여 흙-구조물 상호작용으로부터 외부하중을 지지하는 구조물을 말한다.

1.3.3 "단면 폭(span, S)과 높이(rise, R)"라 함은 파형강판구조물 단면의 최대 폭과 높이 (단면 형상별 폭과 높이는 그림 5-2-17 참조)를 말한다.

1.3.4 "토피(soil cover)"라 함은 파형강판구조물 정점에서부터 지표면까지의 흙 채움부를 말한다.

1.3.5 "최소토피두께(minimum depth of soil cover)"라 함은 파형강판구조물의 안정적 거동을 확보하기 위한 최소높이의 토피고를 말한다.

1.3.6 "구조적 뒤채움(engineered backfill)"이라 함은 파형강판구조물의 안정성을 보장하도록 구조물 주변의 일정 범위에 양질의 흙, 또는 기타 채움재를 주어진 기준에 따라 다짐 흙쌓기하는 것을 말한다.

1.3.7 “베딩(bedding)”이라 함은 폐합 단면의 파형강판구조물과 기초 지반 사이에 쿠션 역할을 하는 양질의 다짐 토사층(베드)을 형성하는 것을 말한다.

1.3.8 “아칭(arching)”이라 함은 파형강판 구조물 주변 토체 간의 상대적 변위에 의해 구조물에 작용하는 압력이 상호 전이되는 현상을 말한다.

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 강판

2.1.1 파형강판 소재는 KS D 3590에 제시된 규격 또는 KS D 3503의 SS400, SS490 또는 이와 동등 이상의 것에 KS D 8308 2종 45에 따라 용융 아연 도금한 것을 사용하여야 하며, KS D 3506과 동등 이상의 것을 사용할 수도 있다. 단기간 동안 임시구조물로 사용하고자 할 경우에는 아연도금을 생략할 수 있다.

표 5-2-21 파형강판 원소재의 요구조건 (KS D 3503, KS D 3506)

재료 기호	화학적 성분					기계적 특성				
	C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	아연 부착량 (g/m^2)[2)]	항복 강도 (MPa)[3)]	인장 강도 (MPa)	연신율 (%)	
									t≤5	5<t≤16
SS400	–	–	–	≤0.050	≤0.050	≥900	≥245	≥400	≥21	≥17
SS490[1)]	–	–	–	≤0.050	≤0.050	≥900	≥285	≥490	≥19	≥15
SS540	≤0.300	–	≤1.600	≤0.040	≤0.040	≥900	≥400	≥540	≥16	≥13
SS590	≤0.300	–	≤1.600	≤0.040	≤0.040	≥900	≥450	≥590	≥14	≥11

주 1) ASTM A1018의 Grade40(항복강도 275 MPa 이상, 인장강도 380 MPa 이상) 사용 가능
2) 강판 양면 기준
3) 설계할 때 강도는 이 값을 적용함(별도 시험결과가 있을 경우는 시험값을 적용할 수 있음)

2.1.2 파형의 규격은 “표준형”, “대골형” 등으로 구분할 수 있으며, 두께별 단면특성 및 볼트 구멍의 배치는 제작사의 규격 및 설계도서를 따른다.

2.1.3 강판은 특별히 지정되지 않는 한 반드시 최종 형태로 성형하고, 볼트구멍을 펀칭한 후에 용융 아연도금하여야 하며, 도금 후에는 임의 절단하거나 형상을 변화시켜서는 안 된다.

2.2 볼트 및 기타

2.2.1 강판 조립에 사용하는 볼트, 너트는 표준 규격에서 정하는 제품을 사용하여야 하며, 콘크리트와 연결시키기 위한 앵커볼트, 베이스채널은 각각 볼트 및 강판의 재료 기준에 부합하여야 한다.

2.2.2 단기간 임시구조물로 사용할 경우 외에는 상기 금속 부속자재는 반드시 아연도금 되거나 녹슬지 않는 재료를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 기초 및 뒤채움

파형강판구조물은 강판과 주변 지반의 상호작용을 통해서 구조적 성능을 발휘한다. 따라서 구조물 기초부 및 뒤채움부의 재료 선정과 시공에는 많은 주의가 필요하다.

3.1.1 기초지반

(1) 강판 구조물이 놓일 기초지반은 구조물 및 뒤채움 하중을 포함한 전체 상부하중에 대하여 충분한 지지력을 가져야 하며, 과도한 침하를 유발해서는 안 된다. 따라서 원지반이 이러한 조건을 만족하지 못할 경우에는 필요한 범위만큼 양질의 채움재로 치환하거나 개량 또는 보강하여야 한다.

(2) 기초지반을 굴착하여 구조물을 설치할 경우는 굴착폭이 강판구조물 폭보다 3 m 이상 넓어야 하며, 강판 바닥면이 암반에 노출되어 있는 경우는 바닥면에서 300 mm 이상 깊이까지 양질의 자갈질 모래로 치환한다.

(3) 구조물이 설치되는 지반은 연약층과 암반이 교차하는 부분을 가급적 피하며, 불가피한 경우에는 연약층 구간에는 양질의 모래, 자갈을 잘 다져서 형성하고, 암반 구간은 굴착 후 모래자갈로 느슨하게 포설하여 전 구간에 걸쳐 상대적인 변위가 최소화되도록 한다.

(4) 상부토피 두께의 변화에 따른 구조물의 부등침하를 예상하여 구조물 바닥면에 일정량의 캠버를 둘 수 있다. 이 때 캠버의 양은 구조물 길이의 0.5 % 이내로 한다.

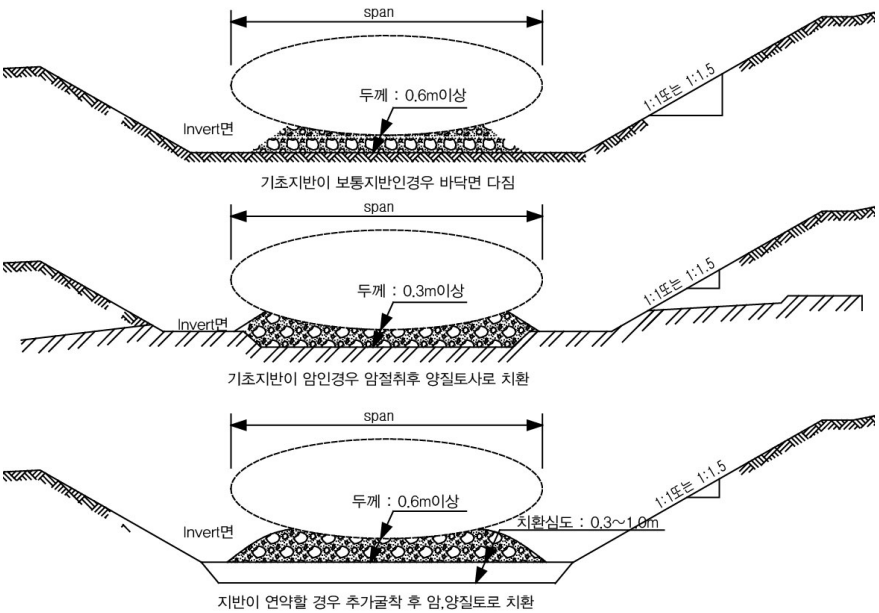


그림 5-2-10 기초지반 조건에 따른 처리방법 예

3.1.2 베딩

(1) 폐합단면 구조물을 적용할 경우는 기초지반과 구조물 바닥면 강판사이에 투수성이 좋고, 입도분포가 양호한 사질토를 이용하여 베딩(bedding)을 설치하여야 한다. 베딩재료의 최대치수는 강판 골 피치(pitch)의 1/2 ('표준형'강판 75 mm, '대골형'강판 190 mm)을 초과해서는 안 된다.

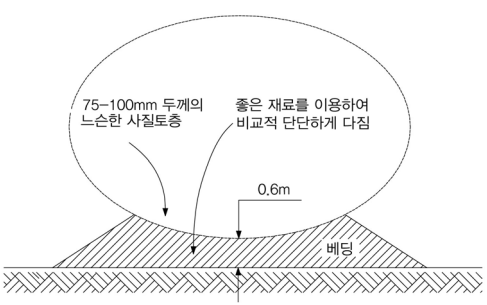


그림 5-2-11 베딩 시공

(2) 베딩의 두께는 구조물 중앙부에서 0.6 m 이상이 되도록 하며, 강판과 접하는 부분은 100 mm 정도 두께로 모래(직경 15 mm 이하)층을 느슨하게 조성하여 강판 골 사이가 흙으로 완전히 충진 될 수 있도록 한다.

(3) 구조물 형상에 따라 다르나, 하부 강판의 곡률반지름이 변하는 점 사이의 거리를 베딩의 폭으로 하며, 원형 구조물에서는 강판 측면 하부(헌치, haunch)의 다짐이 어렵지 않을 정도로 여유가 있는 부분까지 베딩을 형성하는 것이 좋다.

(4) 베딩을 시공할 때 다음의 사항에 대해 검토하여 충분한 지지력이 확보될 수 있도록 하여야 한다.

① 구조물의 위치가 설계상의 위치와 일치 여부

② 연약지반 및 암지반 등 지반상태 파악

③ 설계상의 지반 지지력 확보 여부

④ 파형강관 하부곡률의 형상에 유의한 베딩의 형성 상태

3.1.3 뒤채움

(1) 뒤채움은 압축성이 작은 입상질 재료를 이용하거나 입도분포가 양호한 재료를 이용하여 균등하게 다져야 하며, 구조물 주변에 균등한 토압이 발휘될 수 있도록 기초지반과 뒤채움 재료는 동일한 재료이거나 차이가 적은 재료를 사용하여야 한다.

(2) 시험다짐을 통해 기준 다짐도 관리가 가능하다고 판단될 경우에는 감독자와 지반공학분야 특급기술자의 확인을 거쳐 한층 다짐두께를 조정할 수 있다.

(3) 지중강판 구조물의 뒤채움 부위는 강판 구조물의 거동에 직접적인 영향을 주는 구조적 뒤채움부와 그 외곽의 일반적 뒤채움부로 구분한다.

(4) 흙쌓기부에 구조물을 설치할 경우(성토 후 터파기 경우를 포함) 구조적 뒤채움 영역은 그림 5-2-12와 같이 옆으로는 강판 벽체의 최측면으로부터 구조물 폭의 1/2이상, 위로는 강판 벽체 천단부로부터 최소토피두께(d_c) 이상이 확보되어야 한다.

(5) 원지반을 굴착하여 구조물을 설치할 경우 그림 5-2-13과 같이 강판 벽체의 최측면으로부터 1.5 m 이상 확보하여 굴착하여야 하며, 구조적 뒤채움 영역은 강판 벽체의 최측면으로부터 구조물 폭의 1/2이상, 위로는 최소토피두께(d_c) 이상의 범위를 구조적 뒤채움 영역으로 한다.

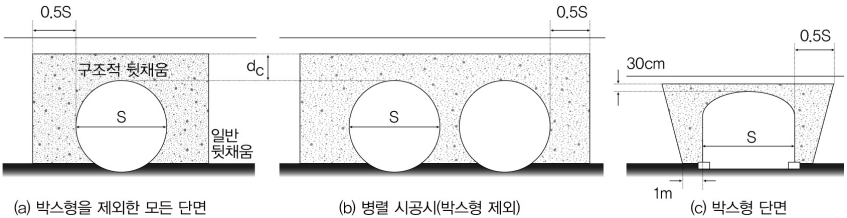


그림 5-2-12 흙쌓기부에 지중강판 구조물을 설치할 경우 구조적 뒤채움 영역

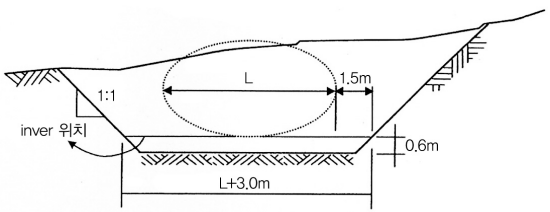


그림 5-2-13 기초지반을 굴착하여 설치하는 경우 구조적 뒤채움 영역

(6) 구조적 뒤채움 재료는 다진 후 압축성이 작고 내구성이 우수한 부순 돌, 자갈, 입도분포가 양호한 모래 등 감독자가 확인한 재료 또는 혼합물로서 표 5-2-22와 같이 노상재료 이상의 품질을 보유하여야 하며, 최대입경은 강판 골 깊이의 1/2(표준형 기준 : 직경 75 mm)을 초과해서는 안 된다. 표 5-2-22의 노상재료급을 사용하는 경우에는 동절기의 동상 가능성에 대비하여야 한다.

표 5-2-22 지중강판구조물의 구조적 뒤채움부 재료의 품질 기준

구 분 \ 등 급	보조기층재급(SB-1, SB-2)	노상재료급
200번체 통과량	10 % 이하	25 % 이하
소성지수(PI)	NP	10 % 이하
통일분류 기호	GW, SW, GP, SP	SM, SP

(7) 토피부가 비교적 얇거나, 하중 조건이 불리할 경우, 특히 다음 조건의 경우에는 표 5-2-23의 보조기층재급 또는 그 이상의 품질을 가진 채움재료를 사용하여야 한다.

① 토피두께가 최소토피 두께 이하일 때

② 구조물 단면 조건이 표 5-2-23에 해당할 경우

③ 지하수가 지표로 용출되는 지역
④ 구조물 하부지반이 매우 연약할 경우(지반개량을 할 때는 제외 가능)
⑤ 지표와 가까운 깊이에 피압 대수층이 존재하는 지역

표 5-2-23 보조기층재를 사용하여야하는 구조물의 단면조건

구 분	단면조건
표준형	단면 폭(span)이 10 m 이상일 경우
	낮은 아치형, 높은 아치형의 상부 곡률 반지름이 4.5 m 이상일 경우
대골형	단면 형태가 박스 브릿지인 경우
	대골형 강판을 사용하는 모든 경우

(8) 구조적 뒤채움재는 설계 도면상 제시된 등급 이상(노상재료급 이상)으로 최대입경은 강판 골 깊이의 1/2(직경 75 mm)을 초과하지 않는 재료를 사용하여야 하며, 강판 구조물에 직접 닿는 부분의 채움 재료는 15 mm 이내의 골재를 사용한다. 현장에 따라 토압의 저감을 위하여 강판주변 1 m 이내에 골재 포설을 하여야 한다.

(9) 일반 뒤채움재는 구조적 뒤채움재 외의 채움재료(골재 80 mm 이내)로 현장 주변의 재료를 설계에 맞게 적용할 수 있으며, 큰 암석을 피하고 불가피할 경우 구조적 뒤채움 범위 내에 있지 않게 한다.

(10) 구조적 뒤채움 영역에 일반 토사재료 대신 입상토, 물, 플라이애쉬, 시멘트 등으로 구성된 유동성 모르타르 혼합물과 안정 처리된 저강도재료(CLSM) 및 기타 특수재료를 사용할 수 있다.

(11) 기초가 없는 구조물 내부포장 하부의 토사 다짐 중 강판에 손상이 가지 않도록 강판 인접부는 소형다짐기를 사용하여 다지며, 중앙부는 일반 다짐장비를 사용하여 다짐한다. 단, 다짐작업이 여의치 않은 경우, 내부포장 하부 토사는 콘크리트로 대체할 수 있다.

(12) 구조적 뒤채움부의 시공은 이 시방서 2-7절 기준에 따르며, 이에 따라 1층 다짐 완료 후 두께가 200 mm 이하이어야 하며, 그 밀도는 KS F 2312의 'C', 'D', 또는 'E' 방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상이 되어야 한다.

(13) 시험다짐을 통해 기준 다짐도 관리가 가능하다고 판단될 경우에는 감독자와 지반공학분야 특급기술자의 확인을 거쳐 한층 다짐두께를 조정할 수 있다.

(14) 뒤채움부는 피토고가 3.5 m 이하인 경우에는 보조기층재료를 사용하고, 피토고가 3.5 m 이상인 경우에는 노상토를 사용할 수 있다.

(15) 뒤채움부 다짐 작업 중에는 강판 벽체로부터 0.6 m 이내에 다짐 장비를 제외한 중장비의 주행을 엄격히 통제하여야 한다. 측면 다짐을 할 때의 다짐장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부 다짐을 할 때에는 구조물 길이방향과 직각으로 주행시키도록 한다.

(16) 구조물 양측의 다짐높이 차이는 한층 다짐두께(200 mm) 이하이어야 하며, 편토압으로 인한 구조물의 변형이 발생될 때에는 편토압 하중을 제거하여 단면형상을 바로잡은 후 다시 다짐을 실시하도록 한다.

(17) 구조물의 뒤채움은 뒤채움재료를 포설하기 전 파형강판 구조물의 측면부에 200 mm마다 층 두께를 표시하여 층다짐 상태를 확인할 수 있도록 하며, 매 3층마다 다짐도 시험을 실시한다.

(18) 측면부의 뒤채움 다짐은 대형 롤러에 의한 것을 기본으로 하며, 부분적으로 대형 다짐장비의 작업이 곤란한 강판 벽체로부터 0.6 m 이내에는 소형다짐 장비를 사용하여 다짐하여야 한다.

(19) 기초가 없는 구조물의 헌치부 다짐은 충분한 다짐력을 확보하여야 하므로 헌치부의 다짐이 어려울 경우, 밀도가 높은 모래를 물다짐 또는 봉다짐을 하거나 경량 콘크리트를 헌치부 높이까지 타설하는 방법을 사용한다.

(20) 파형강판 구조물의 상부를 뒤채움할 때에는 천단부에서 설계상의 최소토피고 두께까지의 영역은 구조적 뒤채움으로 시공되어야 한다.

(21) 상부 다짐을 할 때 최소토피 두께가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않으며, 다짐 장비를 제외한 중장비의 통행을 금지하고 중량물의 야적을 해서는 안 된다.

3.1.4 토피부

(1) 강판 구조물 천단부(crown)에서 최소토피 두께까지의 영역은 구조적 뒤채움부에 준하여 시공한다.

(2) 토피부 다짐을 할 때 장비는 구조물의 축과 직각방향으로 주행시키고, 최소토피 두께가 확보되기 전에는 진동다짐을 하지 않는다.

(3) 최소토피두께가 확보되지 않은 상태에서는 다짐 장비를 제외한 중장비의 구조물 상부 통행을 금지하여야 하며, 중량물을 야적해서는 안 된다.

3.1.5 흙쌓기 · 땅깎기부와 접속부 뒤채움

(1) 뒤채움부와 접하는 흙쌓기 또는 땅깎기의 비탈면은 다짐두께에 맞추어 톱날형 또는 계단식 층따기를 하여 다짐을 하고 느슨한 부분은 시공 전에 제거하여야 한다.

(2) 분할 시공을 할 때에는 1차분과 2차분의 뒤채움구간에 특히 유의한다.

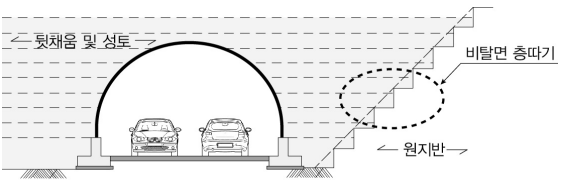


그림 5-2-14 흙쌓기 · 땅깎기부와 접속부 뒤채움

3.1.6 종단경사부의 뒤채움

(1) 기초가 없는 구조물의 흙쌓기부인 경우, 기초지반의 지지력을 필히 확보하여야 하며, 뒤채움은 그림 5-2-15의 개념도에 따라 실시하여 기초지반과 뒤채움 흙쌓기체가 일체화되도록 한다.

(2) 뒤채움은 가능한 한 최단기간에 완료하여 우천 등으로 인한 기초지반과 뒤채움 흙쌓기재료 간의 교란을 방지하여야 한다.

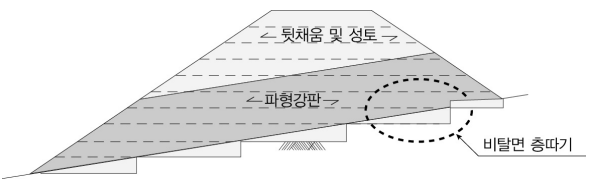


그림 5-2-15 종단경사가 있는 구조물의 뒤채움

3.1.7 다짐할 때의 장비운용

(1) 측면 다짐을 할 때 다짐장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부 다짐을 할 때에는 구조물 길이 방향과 직각으로 주행하여 다짐작업을 하여야 한다.

(2) 뒤채움 작업을 할 때 파형강판 구조물의 측면에 뒤채움 재료를 부설할 경우 구조물에서 2개 이상 떨어져서 작업하여 구조물에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.

3.2 개단면 구조물의 기초부

3.2.1 콘크리트 기초

개단면(아치형 단면) 구조물의 경우 강판 벽체를 지지할 수 있는 기초 콘크리트 구조물을 정확한 위치에 설치하여야 하며, 베이스채널 간격은 측량을 통해 확인하여야 한다.

3.2.2 강판과 기초의 연결

(1) 강판과 기초콘크리트는 베이스채널을 이용하여 연결한다.

(2) 베이스채널은 콘크리트 타설 전에 매설앵커와 함께 설치하며, 콘크리트를 먼저 타설한 경우에는 매입된 앵커로 고정시킨 앵글(anchored connection angle)을 사용하여야 한다.

(3) 채널은 강판과 직각으로 연결되도록 한다.

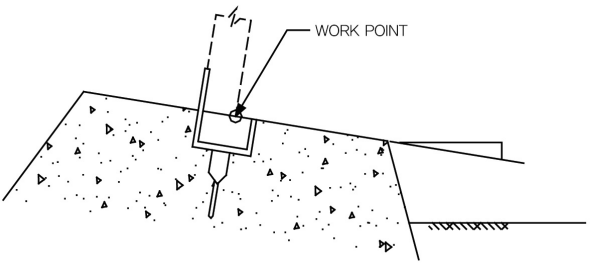


그림 5-2-16 베이스채널을 이용한 기초연결부

3.3 강판 조립 및 기타

3.3.1 자재의 검수 및 현장 준비

(1) 계약상대자는 감독자의 입회 아래 다음 사항들을 확인하여 적합한 자재에 한하여 현장에 반입한다. 이때, 아연도금된 강판재와 부속자재에 대해서는 KS D 0210의 중량법(직접법) 또는 염화안티몬법(간접법)에 따른 아연도금 부착량 시험성적서(공인시험기관 발급)를 첨부하여야하며, 현장에 반입할 때에는 도막게이지를 이용하여 도금두께를 확인하여야 한다.

① 강판의 두께와 수량

② 강판 단부 및 볼트 구멍 마감 상태

③ 강판 도금 상태 및 도금량

④ 볼트, 너트 등 부속품의 규격 부합 여부

(2) 구조물을 설치할 현장에서는 반입 자재의 보관 위치, 크레인 등 소요 장비의 작업위치, 뒤채움 작업 중 공사장비의 진출로 등을 사전에 정하여야 한다.

(3) 강판은 변형, 표면 손상이 발생하지 않도록 주의하여 운반 · 취급하여야 하며, 강판을 설치하는 중에도 무거운 물체나 단단한 물건으로 타격되지 않도록 하여야 한다.

(4) 손상된 강판과 아연도금이 벗겨진 강판은 교체하도록 한다.

3.3.2 강판 조립

(1) 강판 조립은 설치도면 또는 시공계획서에 따라 실시되어야 하며, 하류측(낮은 쪽)에서 상류측(높은 쪽)으로 진행하고, 필요할 경우에는 지지대 또는 강선을 이용하여 설계단면 형상이 유지되도록 한다.

(2) 현장에 반입되는 강판은 일반적으로 규격과 곡률이 모두 다르므로 조립을 할 때 반드시 설치도면에 따라 순서와 위치가 바뀌지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 강판을 서로 포갤 때는 빈틈을 최소화하여야 하며, 한 지점에서 4장 이상의 강판이 동시에 포개져서는 안 된다. 강판 연결부에는 개스킷이나 패킹을 사용할 수 있다.

(4) 곡률반지름이 변하는 위치 외에는 구조물 길이방향으로 이음부의 위치가 연속되지 않도록 조립하여야 한다.

(5) 볼트의 공칭 조임 토크는 200 N · m ~ 400 N · m로서 전체에 걸쳐 균등한 토크로 조립하여야 한다. 강판 조립이 완료된 후에는 감독자 입회 아래 길이방향 이음부와 원주방향 이음부에 대해 각각 볼트 전체수량의 3 %에 해당하는 수량을 무작위로 선정하여 토크게이지로 검사하여야 하며, 공칭토크 범위 밖의 볼트 수량이 검사 대상 수량의 10 % 이상일 경우는 전체 볼트를 대상으로 다시 조임을 실시하여야 한다.

3.4 단면 변화 측정

3.4.1 파형강판구조물은 ① 조립 직후, ② 뒤채움(토피부 포함) 도중, ③ 시공완료 직후에 단면의 형상 크기 변화를 측정하여야 한다. 또한, 현장 여건에 따라 계측시기를 감독자와 상의하여 현장계측을 실시할 수 있다.

3.4.2 조립이 끝나면 뒤채움을 시작하기 전에 단면 크기를 측정하여 설계 형상에서 5% 이상 벗어난 경우에는 볼트를 느슨히 풀어 형상을 맞춘 후 다시 조립하여야 한다.

3.4.3 뒤채움이 시작되면 토피부 시공을 마칠 때까지 각 층 다짐 직후에 구조물 내 단면 크기를 측정(상이한 위치의 3군데 이상 측정)하여 변형량을 파악하여야 한다. 시공 도중 및 완료 후 허용되는 변형량의 기준은 표 5-2-24와 같다. 단면 변형량이 이 기준을 초과할 경우에는 즉시 시공을 중지하고 원인을 규명하며, 보강대책을 강구하여 변형량을 기준 이내로 줄여야 한다.

표 5-2-24 시공 도중 · 직후의 구조물 변형량 허용 범위

분 류	허용하는 단면 변형량
표준형 강판을 적용할 때	그림 5-2-17에 정의된 구조물 높이(rise, R)의 5 % 이내
대골형 강판을 적용할 때	그림 5-2-17에 정의된 구조물 높이(rise, R)의 2 % 이내

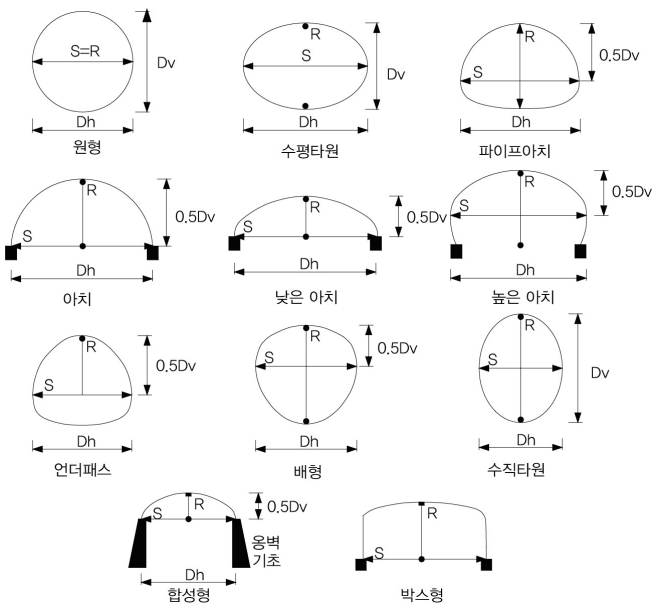


그림 5-2-17 파형강판구조물 적용단면 (S = 폭-span, R = 높이-rise)

3.5 기타 사항

3.5.1 강판 이음부 또는 볼트 구멍을 통해 물이 침투하는 것을 방지하기 위하여 강판 이음부를 대상으로 아스팔트 역청재료 도포 등 적절한 표면 방수 처리를 한다.

3.5.2 주변 수위가 높아 부력이 작용할 경우는 양압력에 대한 검토를 거쳐 필요할 때 구조물의 자중을 증대시키거나 앵커를 설치하는 등 대책을 마련하여야 한다.

3.5.3 강판 부재의 부식이나 손상이 염려되는 환경에서 구조물을 시공하여야 할 경우는 강판 두께를 늘리거나 보호막을 피복하는 등의 조치를 취하여야 한다.

3.5.4 강판구조물을 기존의 콘크리트 구조물 등 강성 거동체에 연결하여 시공하고자 할 때에는 구조물 접합부에 대한 응력검토를 통해 적절한 방식의 조인트를 설치하거나 보강하여야 한다.

3.5.5 합성형 구조물을 시공할 때 뒤채움 재료로서 SB-1(2)의 재료를 사용한다.

3.6 파형강판 단면보강

3.6.1 파형강판 지중구조물의 내하력을 증대시키기 위해 구조물을 보강할 수 있다.

3.6.2 보강재는 본체 구조물과 동일한 곡선반지름을 갖고 구조물 길이방향에 대해 규칙적인 간격으로 설치하여야 한다.

3.6.3 본체 구조물과 보강재 사이에 콘크리트를 충진할 경우 내하력을 위한 보강단면의 강성 산정은 비합성 단면으로 하여야 한다. 단, 합성단면으로 고려할 경우 별도의 검토가 필요하다.

5-3 지하배수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 지하배수관과 입상여과 재료를 사용한 관 부설 맹암거, 지하배수관유출구, 입상재료만을 사용한 맹암거 등의 지하배수시설 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2322 흙의 투수 시험 방법
KS M 3404 일반용 경질 염화비닐관
KS F 4409 원심력 유공 철근콘크리트관
KS K 0210 섬유제품의 혼용률 시험방법 - 섬유혼용율
KS K 0506 섬유제품 두께 측정방법
KS K 0520 직물의 인장강도 및 신도 시험 방법 : 그래브법
KS K 0530 직물의 봉합강도 시험방법
KS K 0706 직물의 내후도 시험 방법 : 웨더오 미터법
KS M 3006 플라스틱의 인장성 측정방법
KS M 3055 경질플라스틱의 아이조드 충격시험방법
ASTM D 2412 External Loading Properties of Plastic pipe by Parallel-plate Loading

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 여과재료

2.1.1 입상재료

(1) 입상재료는 투수성이 우수하고 입도 배합이 좋은 천연의 자갈, 혹은 입도조정을 한 자갈, 쇄석, 폐콘크리트 등을 사용하여야 하며, 입상재료의 입도배합은 다음 조건을 만족하는 것이어야 한다.

(여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건)

$$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노상토})} < 5$$

(여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건)

$$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{15}(\text{노상토})} > 5$$

단, D_{15}, D_{85}는 입경가적곡선에서 통과 백분율이 15 %, 85 %에 해당되는 입경을 말한다.

(2) 유공관의 주변재료

관부설 맹암거의 경우 유공관 주변의 여과재료는 $\frac{D_{85}(\text{여과재료})}{d} > 2$의 조건을 충족시켜야한다. 단, d는 유공관의 공경(mm) 또는 이음 간격(mm)을 말한다.

2.1.2 토목섬유

(1) 토목섬유는 충분한 투수성이 확보되고 흙입자의 유실을 최대한 방지할 수 있도록 적절한 구멍의 크기를 갖은 것이어야 한다. 여과재료로서 토목섬유는 다음 조건을 만족하는 것이어야 한다.

(여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건)

$$\frac{D_{cos}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노상토})} < 0.5 \sim 1.0$$

(여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건)

$$\frac{K_g(\text{여과재료})}{K_s(\text{노상토})} > 10 \sim 100$$

단, D_{eos}는 토목섬유의 유효구멍크기(시료의 95 % 통과입경으로 정함)이며 K_s와 K_g는 노상토와 토목섬유의 수직 투수계수(cm/s)를 말한다.

(2) 토목섬유(부직포)의 품질기준은 표 5-3-1과 같다.

2.1.3 기타재료

설계도서 또는 감독자의 지시가 있을 때에는 기타 여과재료를 사용할 수 있다.

표 5-3-1 배수용 토목섬유(부직포)의 품질기준

구 분	단위	품질기준	관련시험규격
재 질	-	PP, PET	
두 께	mm	1.8 이상	KS K 0506
인장강도 (Grab강도)	kg · f	45	KS K 0520
중 량	g/㎡	단섬유 300 이상 (장섬유 200 이상)	KS K 0514
신 도	%	50 이상	KS K 0520
투수계수	cm/s	$\alpha \times 10^{-1}(\alpha = 1 \sim 9)$	KS F 2322 준용
봉합강도	kg · f	인장강도 이상	KS K 0530
시험빈도	/1회	20,000 ㎡마다	

2.2 유공관

2.2.1 지하배수에 사용하는 유공관은 KS M 3404 또는 KS F 4409에 소정의 간격으로 구멍이 뚫린 것을 사용한다.

2.2.2 고밀도 폴리에틸렌 유공관을 사용할 경우의 품질기준은 표 5-3-2와 같다.

표 5-3-2 고밀도 폴리에틸렌 유공관의 품질 기준

구 분	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
재 질	-	고밀도 폴리에스틸렌(H.D.P.E)	-
규 격	mm	D+5(내경)/ 100,200,300+5(내경)	-
밀 도	g/㎤	0.94 이상	KS M 3016
인장강도	MPa	25 이상	KS M 3006
충격강도	J/㎠	1.2 이상	KS M 3055
Pipe stiffness	kN/㎡(KPa)	350 이상	ASTM D 2412
구멍의 크기	mm	5 이하	-
허용변형량	mm	10 이하	-

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 설계도서와 동일한 경사 및 치수에 맞도록 관부설 터파기를 시행하여야 하며, 터파기한 기초바닥은 다짐을 하여야 한다.

3.1.2 유공관은 구멍이 없는 유출구 부근의 마지막 3 m 부분을 제외하고는 구멍이 있는 부분이 아래로 가도록 부설한다. 관의 이음은 적당한 연결구나 띠를 사용하여 완전한 결합이음을 하여야 한다.

3.1.3 유공관은 종형(bell)의 단부가 상류 측에 위치하도록 부설하여야 하며, 물이 유입해 들어갈 수 있도록 적당한 재료로 싸 주거나, 규정된 대로 폐접합형으로 하여야 한다.

3.1.4 모든 관로의 상류측 단부는 흙의 유입을 방지할 수 있도록 마개로 막아야 한다.

3.1.5 유공관 부설에 관한 검사를 받은 후 입상재료를 규정된 치수까지 되메우기를 하여야 한다. 이때에는 유공관이나 폐접합부의 덮개가 움직이지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.6 도로의 종방향 맹암거는 유공관으로 하고, 암구간(리핑암, 발파암)에는 부직포를 설치하지 않는다.

3.1.7 맹암거의 배수를 집수정으로 받아 종배수관으로 처리할 때에는 집수정에 모인 물이 맹암거에 역류하지 않도록 집수정의 설치위치에 주의하여야 한다.

3.1.8 흙쌓기 비탈면에 용수가 있을 때에는 맹암거 설치 후 비탈면 보호시설을 하여야 한다.

3.1.9 도로의 횡방향으로 설치하는 맹암거는 유공관을 두지 않는 것으로 하며, 도로 중심선과 60°의 각도로 설치하여야 한다.

3.1.10 편경사가 있는 도로의 맹암거는 포장층 내로의 우수유입 방지를 위해 반드시 포장 시공 전에 완료하여야 한다.

3.2 유출구

3.2.1 지하배수 유출구는 설계도서나 감독자가 지시한 길이와 폭으로 터파기하여야 한다. 관의 단부가 단단히 결합되도록 적당한 방법을 사용하여 도랑 속에 설치하여야 한다.

3.2.2 관부설에 대해 감독자로부터 검사를 받은 후에 승인된 재료를 사용, 되메우기를 하여야 한다.

3.3 맹암거(blind drain)

3.3.1 맹암거는 설계도서에 지시된 폭과 깊이대로 터파기를 하여야 한다.

3.3.2 터파기 된 도랑 속에 입상재료를 도면에 표시한 깊이까지 채워야 한다.

3.4 수평배수공

3.4.1 계약상대자는 필요한 경우 내경 50 mm 이상의 원형 배수공을 설치하여야 한다.

3.4.2 현장에서 운반된 배수공은 부직포로 1겹 감아서 직사광선을 피하고, 이물질이 다발관 및 유공관 내부에 들어가지 않는 장소에 보관 한다.

3.4.3 수평배수공은 지정된 위치에 상향경사 5°로 배수관 길이보다 0.1 m 더 깊게 천공한다.

3.4.4 천공지름은 수평 배수공 지름보다 2.5 mm 이상 커야 한다.

3.4.5 수평배수공 유공관 시공에 대한 일반사항은 3.1 시공일반을 참조한다.

5-4 비탈면 배수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 측구용 콘크리트 소구조물인 산마루 측구 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3552 철선
KS F 4010 철근콘크리트 플룸 및 벤치 플룸
KS F 4019 철근 콘크리트 조립 흙막이

1.3 제 출 물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 재료

현장 콘크리트 타설에 사용되는 재료는 이 시방서 15-1절, 15-3절에 따른다.

2.2 공장제품 콘크리트 측구

2.2.1 공장제품 콘크리트 측구는 KS F 4010에 맞는 제품 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2.2 설계도서에 표시된 공장제품은 감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 터파기

3.1.1 터파기는 이 시방서 2-7절에 따른다.

3.1.2 배수구조물의 터파기 장소가 노상 또는 비탈면의 경우에는 터파기할 단면이 필요한 최소 단면으로 하여 이미 완성된 부분이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3.1.3 배수구조물의 터파기는 기계 터파기를 할 수 있으며, 터파기는 소정의 깊이 및 경사에 맞게 시공하여야 한다.

3.2 기 초

설계도서 및 감독자가 지시한 기초재료로서 이 시방서 2-9절에 따른다.

3.3 거푸집

이 시방서 6-3-3절에 따른다.

3.4 콘크리트 타설

3.4.1 이 시방서 6-4절에 따르며, 특히 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 주의하여야 하고, 구조물이 일체가 되도록 시공하여야 한다.

3.4.2 배수시설의 기초바닥은 설계와 동일한 경사를 이루도록 하여야 한다.

3.4.3 거푸집 내의 콘크리트는 진동기를 사용하여 콘크리트 내에 공극이 발생하지 않도록 하여야 하며, 표면에 레이턴스가 발생하거나 재료분리가 생길 정도로 오랜시간 한 곳에 진동다짐을 해서는 안 된다.

3.4.4 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 충분히 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.4.5 설계도서 및 감독자의 지시가 있어 바닥과 벽을 분리 시공할 때에는 접속부에 다웰(dowel) 역할을 할 수 있도록 16 mm 이상의 철근을 적정길이로 300 mm 간격으로 설치하여야 한다.

3.5 콘크리트 양생

콘크리트는 14일 이상 양생하여야 하며, 콘크리트 강도시험 결과 소요강도 이상일 경우에는 양생기간을 단축할 수도 있다.

3.6 되메우기 및 뒤채움

이 시방서 2-7절에 따른다.

3.7 산마루 측구 시공

3.7.1 비탈면으로 부터 표면수가 유입되는 것을 차단하기 위하여 땅깎기부의 비탈면 정상 끝단에서 일정하게 벗어난 지점에 산마루 측구를 설치하며, 현장조사 결과에 따라 지형상 필요한 곳에 설치하도록 하여야 한다.

3.7.2 표면수는 비탈면을 따라 설치한 산마루 측구를 통하여 배수되도록 하여야 한다.

3.7.3 측구 완성 후 되메우기를 할 때에는 표면수가 자연스럽게 유입되도록 측구 상단보다 낮지 않도록 하여야하며, 표면수의 침투로 인하여 산마루 측구가 침하되거나 이동되지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.

3.8 종배수구(도수로)

3.8.1 쌓기부 종배수구(도수로)

(1) 종배수구(도수로)는 현장 타설 또는 프리캐스트로 시공한다.

(2) 종배수구(도수로)는 쌓기 완성 비탈면보다 낮게 하여 콘크리트 벽면으로 우수가 침투되지 않아야 한다.

(3) 종배수구(도수로) 터파기 후 다짐을 철저히 한다.

(4) 비탈면 경사 32° 이상 및 유속 3 m/s 이상 되는 곳은 끝 문턱(end sill), 조약돌부설(rip rap pad) 집수거 또는 충격 수직블록을 설치, 급류 충격에 의한 주위 시설물의 피해가 없도록 한다.

(5) 쌓기부가 1:1 이상인 급한 경사는 사류가 발생되고 특히 소단부에서는 도수(hydraulic-jump)가 발생하여 종배수구(도수로) 밖으로 물이 튀어 법면이 세굴되게 되므로 덮개를 설치하여야 한다.

3.8.2 깎기부 종배수구(도수로)

(1) 깎기부 종배수구(도수로)의 위치는 계곡부 표면수량이 많은 곳에 설치한다.

(2) 종배수구(도수로)의 높이는 깎기 비탈면 보다 깊게 한다.

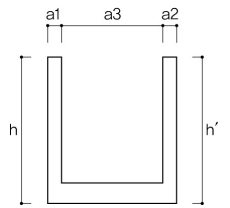
(3) 암을 굴착할 때에는 여굴발생이나 암 절리가 생기지 않도록 한다.

(4) 소단에 종배수구(도수로)를 두는 곳은 소단경사를 내측으로 두어 소단물이 법면으로 흐르지 않도록 한다.

(5) 사류가 발생되고 특히 소단부에서는 도수(hydraulic-jump)가 발생하여 종배수구(도수로) 밖으로 물이 튀어 법면이 세굴되게 되므로 덮개를 설치하여야 한다.

3.9 콘크리트 측구의 규격관리

표 5-4-1 콘크리트 측구 규격관리 기준

항 목	규격치 (mm)	측 정 기 준	비 고
기준고	±30	· 시공연장 40 m 이상인 경우 : 40 m 마다 1군데 · 시공연장 40 m 이하인 경우 : 2군데	
폭 a3	−50		
높이 h, h′	−30		
연장 L	−20		

5-5 시공할 때의 배수

5-5-1 흙쌓기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 흙쌓기 작업 중에 실시하는 가시설물의 공사에 적용한다.

1.2 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 차 수

3.1.1 흙쌓기 작업 중 계약상대자는 항상 배수에 유의하여 표면에 물이 고이지 않도록 하여야 하며, 흙쌓기 내부로 유입하는 외부 유입수에 대해서는 배수처리를 하여야 한다.

3.1.2 일일 작업을 종료하였을 때 또는 작업을 중단하는 경우에는 흙쌓기 다짐면을 4 % 이상의 횡단 기울기로 평탄하게 마무리하고 다짐을 하여 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

3.1.3 비가 멎은 후 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 비가 오기 전에 미리 폴리에틸렌 등으로 시공면을 덮어서 빗물의 침입을 막아야 한다.

3.1.4 땅깎기부의 용수 또는 강우에 의하여 유출되는 표면수는 흙쌓기 비탈면을 세굴 또는 붕괴시킬 우려가 있으므로 흙쌓기 가장자리에 가배수시설을 설치하고, 외부로 유출시키기에 적당한 장소 또는 설계도서에 명시된 흙쌓기부 종배수구(도수로) 지점에 가마니 또는 마대, 비닐 등으로 임시 종배수구(도수로)를 만들어 유출하여야 한다.

5-5-2 물막이

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 기초 터파기 공사를 할 때 실시하는 가시설물의 공사에 적용한다.

1.2 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 차 수

3.1.1 계약상대자는 터파기 작업 중 대수층을 만나면 물막이를 설치하여야 한다. 널말뚝은 기초바닥보다 1 m 이상 깊게 박아야 하며, 물이 새지 않도록 조치하여야 한다.

3.1.2 물막이의 내부치수는 거푸집의 설치와 검측에 필요한 여유폭이 있어야 한다.

3.1.3 계약상대자는 물막이 공사로 인하여 급격한 수위의 상승과 아직 굳지 않는 콘크리트의 손상, 세굴로 기초를 약화시키는 일이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

3.1.4 하부구조에는 지지목 등의 목재가 콘크리트 속에 남아있지 않도록 하여야 한다.

5-5-3 물푸기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 물막이 내의 물푸기 작업에 적용한다.

1.2 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

물푸기 작업에 대하여는 시공계획서를 제출하여 감독자의 확인을 득한 후 시공하여야 한다.

3.1.1 물막이 내의 물푸기 작업은 콘크리트 재료가 손실되지 않도록 시행하여야 한다.

3.1.2 물푸기 작업은 콘크리트 타설 중은 물론이고, 타설 후 최소 24시간 동안은 계속 물푸기를 하여야 한다.

3.1.3 콘크리트 거푸집의 적당한 지점에 웅덩이를 만들어 물푸기 작업을 하여야 한다.

5-6 지수공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 설계도서 및 감독자의 지시에 따라 구조물 이음부에 설치하는 PVC 지수판, 수팽창 지수판 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS M 3805 폴리염화비닐 지수판

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 PVC 지수판

KS M 3805 또는 감독자의 지시에 따른다.

2.2 수팽창성 지수판

설계도서 또는 감독자의 지시에 따른다.

3. 시 공

3.1 PVC 지수판

3.1.1 지수판은 설계도서에 명시된 위치에 비틀림이나 구부러짐이 없도록 설치하여야 하며, 지수판의 접합은 PVC 용접기 또는 감독자가 승인한 방법으로 누수가 되지 않도록 하여야 한다.

3.1.2 지수판이 콘크리트에 묻힐 때는 표면에 기름, 그리스, 건조한 모르타르 등의 이물질이 묻지 않도록 하여야 하며, 지수판의 모든 부분은 치밀하게 콘크리트로 채워져 단단히 유지되도록 하여야 한다.

3.1.3 PVC 지수판은 제작자의 접합 지침을 따를 수 있으며, 접합부가 원재료 인장강도의 60 % 이상을 가질 수 있도록 연결하여야 한다.

3.2 수팽창 지수판

3.2.1 수팽창 지수판은 콘크리트 양생 후 시공하게 되므로 시공면은 청결하고 건조된 상태로 유지되어야 하며, 부착되는 콘크리트 면은 요철이 없도록 하여야 한다.

3.2.2 접속부에서 이음 또는 지수재의 교차는 틈이 없도록 하여 50 mm 이상 교차시켜야 한다.

5-7 기타 부대공

5-7-1 연석

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 아스팔트 콘크리트 연석, 프리캐스트 콘크리트 연석, 현장치기 콘크리트 연석 및 돌 연석 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.
KS F 4006 콘크리트 경계블럭

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 이 절의 공사 계획에 맞추어 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 프리캐스트 콘크리트 연석

2.1.1 설계도서에 표시된 길이, 형상 및 규격에 일치되도록 하여 포틀랜드 시멘트 콘크리트로 제작된 것이어야 한다.

2.1.2 공장제작 프리캐스트 콘크리트 연석의 품질기준은 표 5-7-1과 같다.

표 5-7-1 프리캐스트 콘크리트 연석의 품질기준

구 분	L=600 mm	L=1,000 mm	비 고
파괴하중(kgf)	1,600 이상	1,000 이상	
흡 수 율(%)	5 이내		
시 험 방 법	KS F 4006		

2.1.3 재료는 모두 이 시방서 10-1절 규정에 따른다.

2.1.4 기초재 : 프리캐스트 콘크리트 연석에는 바닥고르기용 콘크리트를 사용한다.

2.1.5 이음 모르타르는 1 : 2, 바닥 모르타르는 1 : 3으로 용적배합(시멘트 : 잔골재)된 시멘트 모르타르를 사용한다.

2.2 현장치기 콘크리트 연석

2.2.1 재료는 모두 이 시방서 10-1절에 따른다.

2.2.2 잔골재의 입도범위는 이 시방서 15-3-1절에 따른다.

2.2.3 굵은골재의 입도범위는 이 시방서 15-3-1절에 따른다.

2.2.4 배합의 기준은 다음과 같다.

(1) 설계 휨 강도 (f_{28}) : 3 MPa

(2) 칠 때의 콘크리트 슬럼프 : 50 mm 이하

(3) 골재의 최대치수 : 25 mm(기계 시공할 때 19 mm)

(4) 굳지 않은 콘크리트 공기량 : 4.5±1 %

2.2.5 줄눈재

이 시방서 15-7절에 따른다.

2.2.6 거푸집

승인된 강재거푸집을 원칙으로 하며, 예리한 곡선부나 지극히 짧은 구간은 감독자의 승인을 얻어 목재 등을 사용할 수 있다.

2.3 아스팔트 콘크리트 연석

2.3.1 골재

아스팔트 연석에 사용하는 골재는 이 시방서 15-3절에 규정하는 재료로서 표 5-7-2의 입도 범위를 표준으로 한다.

표 5-7-2 재료의 입도범위

체 규 격	4.75 mm	2.36 mm	600 ㎛	300 ㎛	150 ㎛	75 ㎛
통과중량 백분율(%)	70~100	55~100	30~70	20~55	7~35	4~20

2.3.2 역청재료

(1) 역청재료

아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물에 사용하는 역청재료는 이 시방서 15-2절에 따른다.

(2) 택코트

택코트에 사용하는 역청재료는 이 시방서 15-2절에 따른다.

2.3.3 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물

(1) 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물은 이 시방서 8-3절 또는 9-5절에 따른다.

(2) 아스팔트 콘크리트 연석 혼합물의 배합표준은 표 5-7-3과 같으나 필요에 따라 감독자의 지시에 따라 변경할 수 있다.

표 5-7-3 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물 배합기준

종 류	골 재	석 분	아스팔트
배합율(%)	93	7	8

2.4 돌 연석

2.4.1 돌 연석으로 사용한 석재는 공인된 석회석, 사암, 화강암 재질로서 계약에 규정된 재료이거나 만일 규정되어 있지 않으면 3가지 종류 중 한 종류만 공사에 사용하여야 한다.

2.4.2 직선부 돌 연석은 돌 연석의 표면에 드릴구멍이 없어야 하며, 윗면은 6 mm 이상의 요철이 없는 표면이어야 한다. 앞면은 계약에 규정된 실제 평면을 유지하여야 하고, 뒷면은 수평으로 25 mm 연직으로 75 mm 이상의 요철이 있어서도 안 되며, 밑면은 위에 기술한 표면의 요철보다 25 mm 이상의 요철이 없어야 한다. 앞뒤의 모서리 선은 선형이 유지되도록 곧고 설계에 맞도록 되어야 한다. 돌 연석의 옆면은 평평한 직사각형이어야 하며, 인접된 돌 연석과 돌 연석사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 13.1 mm 이상을 초과할 수 없다. 마지막 부분에 설치되는 돌 연석은 끝단으로부터 100 mm 이상 파쇄되지 않도록 하거나 별도 길이의 형상이어야 한다.

2.4.3 곡선부 돌 연석은 다음 사항을 제외하고는 상기 직선부 형상의 조건과 같다. 곡선부 돌 연석의 처리 허용 요철량은 뒷면이 13 mm이고, 다른 노출면이 25 mm이며, 노출되지 않은 면에 있어서는 75 mm 이하이어야 한다.

2.4.4 인접된 돌 연석사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 20 mm 이상을 초과할 수 없다.

3. 시 공

3.1 프리캐스트 콘크리트 연석

3.1.1 연석 블럭은 설치 전에 깨끗이 청소하여야 하고, 운반이나 취급 도중 손상된 것을 사용해서는 안 된다.

3.1.2 바닥 모르타르는 고르게 편 후, 소정의 선형과 높이가 맞도록 설치하여야 한다. 블록 이음부의 폭은 설계도서에 정한 치수대로 하고, 이음부에는 1 : 2 용적배합의 시멘트 모르타르를 채워서 마무리 한다.

3.1.3 줄눈 모르타르 및 바닥 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 되메울 흙을 반입해서는 안 된다. 되메우기 개시시간은 감독자의 지시에 따르고, 소정의 다짐도를 얻을 때까지 충분히 다져야 한다.

3.2 현장치기 콘크리트 연석

3.2.1 터파기

(1) 터파기를 하여야 할 경우에는 연석 마무리 면이 소정의 경사 및 높이에 맞도록 하기 위해 설계도에 표시한 일정한 깊이와 폭으로 터파기를 하여야 하며, 규정된 기초재를 깔고 잘 다져서 평활하게 하여야 한다.

(2) 연석이 놓여 질 기초가 보조기층 또는 기층면 위인 경우에는 설계도서에 표시된 종 · 횡단 형상대로 다듬고, 이 시방서 다짐도로 다져야 한다.

3.2.2 거푸집

이 시방서 6-3-3절에 따른다.

3.2.3 콘크리트 치기

(1) 현장치기 콘크리트 연석에 사용하는 모든 재료는 이 시방서 10장의 규정에 따라 계량 및 비비기를 실시한다.

(2) 콘크리트를 치기 전에 보조기층 또는 기층 표면은 소량의 물을 살포하여 습윤상태가 되도록 하여야 한다. 한 층의 치기깊이가 100 mm를 넘지 않도록 하며, 수평층으로 콘크리트를 쳐야 하고, 공극이 발생하지 않도록 진동기 또는 승인된 기계를 사용하여 압밀시켜야 한다.

3.2.4 기계시공

현장치기 콘크리트 연석은 감독자의 승인이 있는 경우 자주식 기계(self-propelled machine)를 사용하여 시공할 수도 있다. 이 때 기계에 균일하고 연속적으로 콘크리트를 공급시키도록 주의하여야 하며, 성형 후 변형을 일으키지 않고 소정의 단면을 유지시킬 수 있어야 하며, 매끄러운 표면이 이루어져야 한다. 표면에 추가로 손질을 하여야 할 때는 기계시공이 끝난 즉시 실시하여야 한다.

3.2.5 줄눈

(1) 팽창줄눈

① 팽창줄눈은 맞댄 줄눈 구조로 하고, 설치위치는 설계도서 및 감독자의 지시에 따르며, 연석선에 직각 및 수직으로 절단하여 설치하고, 줄눈 폭은 설계도서에 표시 한 대로 정확하게 시공하여야 한다.

② 줄눈 채움재(줄눈 판)은 연석 콘크리트를 칠 때 시공하고, 마무리 작업 중에 손상을 받지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

(2) 수축줄눈

① 수축줄눈은 6 m 간격을 원칙으로 하며, 설계도서에 표시된 소정의 치수로 정확히 시공하되, 콘크리트 포장에 연하여 설치하는 연석의 줄눈은 콘크리트 포장의 줄눈과 일치시켜야 한다.

② 수축줄눈은 감독자의 승인을 얻은 콘크리트 커터로 시공하며, 별도 지시가 없는 한 줄눈 폭은 6 mm로 한다.

③ 줄눈을 끊을 때는 이미 만들어진 연석 표면에 손상을 주는 일이 없도록 주의하여야 한다. 수축줄눈에는 줄눈 재료를 채울 필요는 없다.

3.2.6 마무리면

콘크리트 연석의 마무리면 높이에 대한 허용시공오차 범위는 ±15 mm 이며, 길이 3 m 직선자로 측정하였을 때 최대로 들어간 곳(凹)의 깊이가 3 mm 이상이 되어서는 안 된다.

3.2.7 양생 및 보호

현장치기 콘크리트 연석은 이 시방서 10-1-2절 3.16에 규정한 방법을 사용하여 양생하여야 한다. 습윤양생 할 때는 양생기간을 3일로 할 수 있으며, 양생기간 중 연석이 손상을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.2.8 되메우기 및 뒤채움

소정의 양생이 완료된 후 굴착된 부분이 남아 있는 경우에는 승인된 재료를 사용하여 한 층의 두께가 200 mm를 넘지 않도록 채우고 잘 다져야 한다.

3.3 아스팔트 콘크리트 연석

3.3.1 기초의 준비

(1) 아스팔트 콘크리트 연석을 설치하려고 하는 기초가 이미 양생되었거나, 오래된 시멘트 콘크리트 기층이거나, 아스팔트 안정처리 기층 또는 아스팔트 콘크리트 기층면 위인 경우에는 기초면을 압축 공기 등으로 불어내어 깨끗이 청소하여야 한다.

(2) 표면이 잘 건조되면 연석을 설치하기 직전에 이 시방서 9장에 규정된 재료 및 방식으로 택코트를 실시하여야 한다. 이 때 연석이 접하는 부분바깥으로 택코트 재료가 살포되지 않도록 주의하여야 한다.

3.3.2 깔기

(1) 아스팔트 콘크리트 연석은 감독자의 승인을 받은 기계로 시공하여야 한다.

기계는 설계도서에 표시된 소정의 형상이 얻어질 수 있도록 제작되고 조절이 가능한 것이어야 한다.

(2) 깔기를 할 때 혼합물의 온도는 작업 및 기상조건에 따라 규정된 온도에서 ±10 ℃를 초과할 수 없다. 기계에서 배출되는 혼합물은 재료의 분리가 일어나지 않도록 하고, 적당한 다짐도와 표면형상이 되어야 한다.

(3) 기계가 포장면 가장자리를 따라 작동하는 동안 적당히 지지시켜야 하고, 사전에 실을 당기거나 필선을 그어 선형이 정확히 유지되어야 한다.

(4) 완성된 아스팔트 콘크리트 연석이 심하게 균열이 갔거나, 휘었거나, 만족한 다짐도를 얻지 못했을 때나 혹은 소정의 선형과 경사 및 횡단면에 일치하지 않는 경우에는 제거하고 재시공하여야 한다.

3.3.3 이음

(1) 아스팔트 콘크리트 연석은 가급적 빈번한 이음을 피하여야 한다.

(2) 혼합물 깔기가 장기간 중단되었을 때는 연석의 끝 부분을 수직으로 절단하여 다음 작업을 시작하기 전에 절단된 표면에 가열된 아스팔트를 얇게 칠하여 연속적인 접합상태가 되도록 하여야 한다.

3.3.4 양생 및 보호

완성된 아스팔트 콘크리트 연석은 치기 후 적어도 12시간 동안은 손상을 받지 않도록 적당한 방법을 사용하여 보호하여야 한다.

3.4 돌 연석

3.4.1 기초의 준비

돌 연석의 기초를 위한 재료로 단단하고 평평한 표면으로 다져야 하며, 연약하고 적합하지 못한 재료는 제거하고 양질의 재료로 치환하여야 한다.

3.4.2 설치

돌 연석은 앞면 모서리가 요구되는 선과 높이에 일치되도록 설치되어야 하며, 연석 밑의 모든 공간은 기초에 요구되는 재료로 채우고 다져야 한다.

3.4.3 줄눈

(1) 돌 연석의 줄눈간격은 설계도서에 정한 치수대로 정밀하게 시공되어야 하고, 줄눈은 용적배합비 1 : 2(시멘트 : 모래)의 줄눈 모르타르를 채워서 마무리 하여야 하며, 줄눈 채움재와 돌 연석 사이의 공간은 동일 배합의 모르타르로 채워져야 한다.

(2) 연석이 시멘트 콘크리트 포장과 접촉되어 시공될 때 연석의 줄눈은 포장

의 팽창줄눈과 동일선상이어야 하며, 두께는 포장줄눈과 같은 두께의 팽창줄눈 채움재를 채워야 한다.

3.4.4 되메우기

줄눈 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 연석의 되메움 흙을 반입하여서는 안 되며, 되메우기의 개시 시기도 감독자의 지시에 의한다.

5-7-2 맨홀 및 뚜껑설치

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 현장치기 콘크리트의 맨홀 구체 및 뚜껑을 설치하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3527 철근콘크리트용 재생봉강
KS D 3706 스테인레스 강봉
KS D 6021 상하수도, 전기, 통신용 맨홀 뚜껑 및 틀
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 시공규모, 위치, 시공상세도 등 현지 여건을 조사한 서류

2. 재 료

2.1 맨홀뚜껑 및 사다리

2.1.1 회주철 뚜껑은 KS D 6021의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 하며, 뚜껑의 중량, 치수 및 겉모양은 명시된 도면과 같다.

2.1.2 칼라 맨홀 뚜껑의 시험은 품질검사전문기관에서 제조업자의 제품자료에 따라서 실시하여야 한다.

2.1.3 스테인레스 강봉은 KS D 3706의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 계약상대자는 맨홀을 설치하기 전 기초 바닥면이 잘 밀착되도록 하여야 한다.

3.1.2 콘크리트 치기 전에 거푸집, 토압 지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 시공준비

3.2.1 콘크리트 치기 전에 철근은 이 시방서 6-5절에 따라 명시된 설계 도면대로 가공 조립되었는지를 확인하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 콘크리트 치기는 이 시방서 6-4절에 따라야 한다.

3.3.2 맨홀 구체 시공

(1) 기초 바닥면에 콘크리트를 치고 표면을 수평하게 쇠흙손 마무리를 하여야 한다.

(2) 맨홀의 거푸집은 정확한 치수와 표고에 맞추어 수직 및 수평으로 설치하고 콘크리트를 쳐야한다.

(3) 관과 구거에 맞게 슬리브를 절단해서 끼워야 한다.

(4) 상단부의 바닥은 유출관의 경사에 맞추어 그라우트를 채우고 쇠흙손으로 매끈하게 곡면으로 마무리하여야 한다.

(5) 크기, 형상 및 위치를 정확하게 하기 위해서는 다른 작업과 조정하여야 한다.

3.3.3 뚜껑과 뚜껑틀은 정확한 표고에 맞추고 기울어지지 않고 수평하게 고정시켜야 한다.

3.3.4 발 디딤쇠의 설치는 명시된 설계도서를 따라야 하며, 아연을 도금한 이형철근 또는 스테인레스 강봉을 사용하여야 한다.

3.3.5 구조물 되메우기는 이 시방서 2-7절에 따라야 하며, 콘크리트가 충분히 양생되기 전에는 되메우기를 시행해서는 안 된다.

3.3.6 맨홀에 접속되는 관은 맨홀 내부로 튀어나오지 않도록 하여야 한다.

3.4 시공허용오차

3.4.1 맨홀의 시공허용오차는 이 시방서 6-4절, 6-5절에 따라 실시하여야 한다.

3.5 현장 품질관리

3.5.1 콘크리트의 시험은 이 시방서 6-4절에 따른다.

3.5.2 철근의 시험은 이 시방서 6-5절에 따른다.

3.5.3 계약상대자는 시험이 완료된 자재라도 현장에서 감독자가 재시험을 요구할 때에는 이에 응하여야 한다.

5-7-3 수문, 통문 및 통관

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 국토교통부 제정『하천공사 표준시방서』등의 제 규정과 관련하여 계약상대자가 하천공사의 수문, 통문 및 통관 공사를 할 때 적용한다.

1.2 용어의 정의

1.2.1 "수문"이라 하면 호안이나 제방의 일부에 설치하는 구조물 중 단면이 크고 제방을 분단하여 상부가 개방된 구조물을 말한다.

1.2.2 "통문"이라 하면 호안이나 제방의 일부에 설치하는 구조물 중 통수단면이 작고 직사각형의 암거형식으로 제방에 묻히는 구조물을 말한다.

1.2.3 "통관"이라 하면 호안이나 제방의 일부에 설치하는 구조물 중 통수단면이 작고 원형단면형식으로 제방에 묻히는 구조물을 말한다.

1.3 관련 시방서

1.3.1 이 시방서에 별도로 규정되지 않은 사항은 하천공사 표준시방서(국토교통부)의 규정에 따른다.

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 시공계획서에는 현장 여건의 정밀분석 검토서, 장비 및 인력동원계획, 안전방재계획, 하천유량변화에 대한 대책 등이 포함되어야 한다.

1.5 일반요건

1.5.1 이 시방서에 기재되어 있지 않은 사항은 하천공사 표준시방서(국토교통부) 제9장을 따른다.

1.5.2 이미 설치된 제방의 개착, 가체절공, 가수로 등의 시공시기, 시공순서 및 구조에 대해서는 설계도서에 별도의 지정이 없는 한 시공계획서에 기재하여야 한다.

1.5.3 가체절은 제방기능을 유지할 수 있도록 고려하여야 하고, 갑작스런 호우 · 홍수 등에 대해서도 충분히 안전, 견고한 것으로 하여야 한다.

1.5.4 가수로를 설정할 경우에는 내수 배제를 위하여 충분한 하적과 그 유출에 견딜 수 있는 구조로 하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 공사 시행 중에는 소음, 진동, 먼지, 하천 오탁, 도로의 훼손 등에 의한 환경오염이 최소가 되도록 필요한 대책을 수립 · 시행하여야 한다.

3.1.2 굴삭 완료 후 감독자의 확인을 받아야 하며, 기초 하면의 토질이 부적합한 경우에는 그 처리에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

3.1.3 가체절을 설치한 후에는 공사장소를 양호한 배수상태로 유지하여야 한다. 또한, 기초부분에 예기치 못한 용수가 있을 경우에는 그 조치에 대하여 감독자의 지시를 받아야 한다.

3.1.3 수문, 통문 및 통관의 시공에 있어서 널말뚝공의 접합이 손상되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

3.1.5 콘크리트 타설 종료 후 콘크리트 밑면의 토사가 유출되지 않도록 방지시설을 하여야 한다.

3.1.6 구조물이 완성된 후 되메우기를 시행할 때에는 별도의 규정이 없는 한 양쪽이 대칭을 이루도록 되메워야 한다.

3.2 가설공사

3.2.1 이 공사를 시행하기 위하여 필요한 준비공사인 공사용 도로 · 동력설비 · 가교 또는 접안설비 · 가물막이 · 배수공 · 흙막이공 등의 가설공사에 대하여 충분한 조사와 면밀한 계획을 수립하여야 하고, 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 이 공사의 시공에 앞서 특수한 경우를 제외하고는 확실하고 안전한 시공을 위하여 가물막이공을 하여야 한다.

3.3 도장

3.3.1 문짝, 가이드 프레임 등의 부재는 녹방지를 위하여 도장을 하여야 한다.

3.3.2 수문은 비몰수부와 몰수부와 미말부로 나누어 도장하되, 비몰수부는 강교

도장에 준하여야 한다.

3.3.3 도장완료 후 몰수까지의 양생기간에 대해서는 충분히 고려하여야 한다.

3.4 게이트 및 개폐장치 설치

3.4.1 게이트는 설치 중 처짐이 발생하지 않도록 견고한 지보공을 사용하여 설치하여야 한다.

3.4.2 철재 게이트의 제작은 강교에 준하여야 한다.

제6장 구조물공사

6-1 구조물공사 일반 ····· 353
6-2 기초공사 ····· 357
6-3 가시설공사 ····· 395
6-4 콘크리트공사 ····· 524
6-5 철근공사 ····· 612
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사 ····· 626
6-7 강구조물공사 ····· 647
6-8 교량가설공사 ····· 762
6-9 교량부대시설공사 ····· 828

제 6 장 구조물공사

6-1 구조물공사 일반

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로공사 중 교량, 암거, 옹벽 등의 구조물 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-2-1 얕은기초
6-2-2 기성말뚝
6-4 콘크리트공사
6-5 철근공사

1.3 제출물

1.3.1 사전 준비

(1) 계약상대자는 공사 착수 전에 다음 사항을 준비하여 감독자에게 제출하여야 한다.

① 설계도서 검토 의견서
② 시공계획서(시공단계별 계측계획서 포함)
③ 품질관리계획서
④ 공정관리계획서
⑤ 안전관리계획서
⑥ 자재 · 장비관리계획서
⑦ 하도급 회사 선정계획서
⑧ 관련도로 또는 하천의 장래확장 계획 및 관련기관의 시공허가서
⑨ 인원 조직 기구표
⑩ 지하매설물 처리계획서
⑪ 환경관리계획서
⑫ 시공상세도
⑬ 가시설 구조계산서

(2) 사전 준비서류를 반드시 제출한 후 공사에 착수하여야 한다.

1.3.2 지반조사 계획서

계약상대자는 구조물 시공에 필요한 지반조사 계획을 세워 감독자의 승인을 받은 후 지반조사를 실시하여야 한다.

1.3.3 시공계획서

계약상대자는 작업시작 전 최소한 7일 전에 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시공에 임하여야 한다.

1.3.4 공사기록

교량의 시공에 관한 공사기록은 아래 사항들을 포함하여 기록하여야 한다.

(1) 공사명, 공사개소, 사업주체, 계약상대자, 시행공정
(2) 완성된 교량의 제원, 배치도, 구조도, 지반의 개요
(3) 가설장비의 배치와 능력, 시공방법, 기계기구
(4) 각종 조사 · 시험성과 · 시공단계별 관리기준값 및 계측데이타
(5) 환경대책 및 안전대책
(6) 시공 중에 발생한 특수상황과 그 대책
(7) 각 공정의 시공기록

1.3.5 준공할 때의 제출물

(1) 교량대장

교량대장을 교량별로 작성하여 시공 중 구조물 보수 이력현황, 신축이음장치 및 교량받침의 유격간격의 상태와 현재 온도, 계측시설이 있는 경우 이에 대한 표시 및 계측결과를 기록한 교량대장을 제출하여야 한다.

(2) 구조물 준공도

시공 중 제출된 현장 시공 상세도면을 기초로 하여 준공도를 작성 제출하여야 한다.

1.4 품질보증

1.4.1 시공관리기술자

(1) 계약상대자는 구조물의 종류 및 형식에 따라 기술상의 지도 및 총괄을 위하여 전문지식과 시공경험이 있는 시공관리기술자를 두어야 한다.
(2) 시공에 관하여 시공관리기술자가 실시하는 주된 항목은 다음과 같다.
① 시공계획서의 작성과 수정 보완
② 시공의 감독과 지도
③ 시공기록의 작성
④ 지반조사, 품질시험 실시 등

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

(1) 공사 착수 전에 설계도서와의 일치 여부 및 확인 방법 등의 계획을 미리 세워야 한다.

(2) 작업 전에 기계, 기구 등의 점검을 철저히 하여야 한다.

(3) 작업장 내 지장물 제거 및 작업 지반의 보강 등으로 작업환경을 정리하여야 한다.

(4) 작업원 또는 외부인의 작업장 내로의 추락을 방지하기 위하여 외부인의 작업장 내로의 진입을 통제하는 시설의 설치와 추락방지시설을 설치하여야 한다

(5) 부득이 화약류를 사용할 경우에는 기초 본체, 인접 구조물, 주변지반 등에 악영향을 미치지 않게 소규모로 한정 발파하여야 하며, 진동속도의 허용기준은 이 시방서 제2장 표 2-4-2에 따른다.

3.2 세굴방지 대책

(1) 구조물이 유심부에 놓일 경우에는 설계도서에 명시되어 있지 않더라도 세굴방지대책을 수립하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(2) 유량, 유속 등은 검토할 때 가정값과 실제 발생값이 다를 수 있으므로 공사기간 중 지속적인 관찰이 필요하며, 이상이 발견되었을 때에는 적절한 조치를 하여야 한다.

3.3 기존 구조물의 근접시공

(1) 기존 구조물에 근접하여 구조물을 설치하는 경우 기존 기초에 영향을 주지 않도록 검토하여 감독자의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

(2) 계약상대자는 기존 구조물의 근접 시공 전에 기존 구조물의 변위를 측정하고, 시공 중 변위가 생기는지 여부를 지속적으로 관찰하여 변위가 발견되었을 때에는 대책을 강구하고 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 근접 시공의 영향이 있을 것으로 판단되는 경우에는 설계도서에 별도의 조치가 없더라도 지반강도 개량이나 기존 구조물을 보강하는 등 대책을 수립하여 감독자의 승인을 받고 시행하여야 한다.

3.4 준공준비

3.4.1 사전준비

계약상대자는 공사 종료 후 준공검사를 신청하기 전에 다음 사항을 준비하여 준공검사를 감독자에게 요청하여야 한다.

(1) 구조물의 노출 철선, 이물질 등을 완전 제거하고 주변을 깨끗이 정리하여야 하며, 손상된 공공시설물 및 사유물은 원상으로 복구하여야 한다.

(2) 교량대장과 구조물 준공도 및 구조계산서 등 공사 중 수정, 변경 내용이 반영된 준공도서를 작성하여 준비하여야 한다.

3.4.2 준공검사

준공준비 완료 확인 즉시 감독자는 발주자에 준공검사를 의뢰하여야 한다.

3.5 교통개방

(1) 콘크리트 구조물은 콘크리트 타설 후 28일 이후에 교통을 개방하여야 한다.

(2) 특별한 경우 28일 이전에도 교통을 개방할 수 있으나 이때는 통과차량 중량을 고려한 전문기술자의 구조검토 확인을 거쳐 감독자의 승인을 받아야 한다.

6-2 기초공사

6-2-1 얕은기초

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교각, 교대, 옹벽 등의 구조물에서 확대기초 형식으로 지지층에 직접 지지되는 기초공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
2-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움
6-1 구조물공사 일반

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.3 시험 및 검사 계획서

필요한 각종 시험과 검사에 대한 계획서를 공사착수 전에 제출하여야 한다.

1.4.2 기초시공보고서

이 시방서 6-1절의 1.3에 따라 공사 내용을 기록하고 기초터파기 깊이, 기초지반의 지층특성, 기초터파기면의 정리상태 등을 포함한 기초시공보고서를 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공준비

3.1.1 공사착수 전 조사 및 확인사항

(1) 지하 매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 사전에 조사하여 처리계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 필요에 따라 지반조사를 하고, 설계된 기초공법이 지반조건 및 현장조건에 적합한지의 여부를 재확인하여야 한다.

3.1.2 기존 시설물의 처리

(1) 기초 시공을 실시하기 전에 모든 지중시설물의 위치와 깊이를 현장에서 확인하고, 지중시설물 근처에서는 주의하여 굴착하여야 한다.

(2) 설계도서에 명시되지 않은 사용 중인 지중시설물이 발견되면 즉시 감독자와 지중시설물의 관리청에 통보하여야 하며, 적법한 절차에 의하여 이설하여야 한다.

3.1.3 경사지반의 기초

(1) 경사지반에 얕은기초가 시공되는 경우 실제 지지지반의 경사도를 고려하여 기초단면의 변경이 예상될 경우에는 해당 기술사, 박사 또는 특급기술자의 검토서를 첨부하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(2) 경사지반에 기초가 시공되는 경우 부등침하 및 기초이동 등이 생기지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

3.2 토공작업

3.2.1 기초터파기 및 바닥면 마무리

(1) 설계도서에 명시된 폭과 기울기, 깊이에 적합하도록 기초 터파기를 하여야 한다.

(2) 기초 계획고를 초과하여 터파기를 한 경우에는 감독자와 협의하여 기초바닥 계획고까지 콘크리트를 되메우거나, 구조 검토 후 기초 근입심도를 조정하여 시공하여야 한다. 이때 추가되는 제반 비용은 계약상대자가 부담한다.

(3) 설계도서에 표시된 지반상태와 터파기에 의하여 노출된 지반상태가 상이할 경우 지반조사 및 분석성과와 대책을 감독자에게 보고하여야 하고, 감독자의 승인을 받아 기초의 크기와 계획고 등을 변경할 수 있다.

(4) 기초 터파기 후 용수, 우수 등의 유입으로 지반의 이완, 변형 및 연약화가 우려되는 경우 이 시방서 2-7절 3.6 또는 3.7에 따라 물막이 또는 물푸기 작업 및 지반 이완 대비조치를 하여야 한다.

(5) 기초 터파기 경사면은 토질조건과 지하수의 상태 등에 따라 비탈면 안전에 필요한 경사를 유지하여야 하고, 필요한 경우 가설 흙막이를 설치하여야 한다.

(6) 기초바닥면 마무리 표면이 1 : 4 이상의 비탈면일 경우에는 계단식 또는 톱니식으로 마무리하여야 한다.

(7) 기초터파기 작업 중 발파작업을 시행할 경우에는 주변 및 기초지반을 교란시키지 않는 방법으로 시공하여야 한다.

(8) 바닥면이 암반일 경우에는 돌 부스러기 등 이물질을 완전히 제거하여야 하고, 토사일 경우에는 적절한 다짐장비로 다짐을 하여야 한다.

3.2.2 비탈면 안전

경사가 급한 위치에 놓이는 교대의 기초터파기에 있어서는 시공 중이거나 교량 구조 완성 후의 비탈면 안전에 대한 검토를 시행하여야 한다.

3.2.3 되메우기 또는 뒤채움

(1) 구조물 시공 후 기초 터파기 부분의 되메우기 또는 뒤채움은 이 시방서 2-7절 3.8과 3.9항의 되메우기와 뒤채움의 해당 사항을 준수하여야 한다.

3.3 현장품질관리

(1) 기초바닥면의 실제조건과 지반조사 자료를 비교 검토하고 감독자의 검사를 받아야 한다.

(2) 지지층의 안전성은 평판재하시험(KS F 2444) 결과에 기초의 크기 효과(size effect)를 고려하여 확인하여야 한다.

(3) 지지층 검사가 끝나면 즉시 빈배합(lean) 콘크리트를 타설할 수 있도록 준비하여야 한다.

6-2-2 기성말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 및 교량 기초로 사용하는 기성말뚝에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-2-1 얕은기초
6-2-5 말뚝재하시험
15-9 말뚝
15-10 철근콘크리트용 봉강

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS B 0896 강용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KSCIEC 60245-6 정격전압 450/750 V 이하 고무절연 케이블 제6부 : 아크용접용 케이블
KS C 9602 교류아크 용접기
KS C 9607 용접봉 호울더
KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
KS D 3508 피복아크 용접봉 심선재
KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
KS F 4301 원심력철근콘크리트 말뚝
KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝
KS F 4602 강관 말뚝
KS F 4603 H형강 말뚝
KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

1.4 용어의 정의

(1) 지내력 (stability of soil about reaction and settlement) : 말뚝기초에서 하중인 말뚝반력 또는 직접기초에서 작용하는 압력인 지반반력에 의해 발생하는 지반의 내적 하중(지지력)과 변형(침하)

(2) 지지력 (maximum soil reaction) : 말뚝반력(말뚝기초) 또는 지반반력(직접기초)에 의해 발생하는 지반의 하중 또는 응력크기

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.5.2 말뚝재하 시험보고서

시험 계획에 따라 말뚝 재하 시험보고서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 말 뚝

2.1.1 강재말뚝

(1) 강재말뚝은 이 시방서 15-9절과 KS F 4602 및 KS F 4603의 규정을 따른다.

(2) 철근은 이 시방서 15-10절에 따른다.

(3) 재생말뚝의 경우 재생되는 이음부분의 길이가 5.0 m 이상이어야 하며, 비파괴용접검사는 U.T로서 1이음마다 1회(전 주변장) 실시하여야 한다.

2.1.2 철근콘크리트 말뚝

(1) PSC 말뚝은 KS F 4303의 규정을 따른다.

(2) PHC 말뚝은 KS F 4306의 규정을 따른다.

2.2 장 비

2.2.1 말뚝박기 장비

(1) 말뚝박기 장비는 말뚝에 손상을 주는 것이어서는 안 되며, 작업 실시 전 사용말뚝, 지반조사 자료 및 항타장비에 대한 자료와 함께 파동이론 분석(wave equation analysis of pile driving) 결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 감독자는 관입깊이에 따른 예상지지력, 최종관입량, 항타응력의 크기 등 파동이론 분석결과를 토대로 항타장비에 대한 사용승인 여부를 판단하여

야 한다.

(3) 파동이론 분석결과 항타응력이 다음 표 6-2-1의 허용응력을 초과하는 경우 항타장비의 교체 또는 개조, 시공방법의 변경방안 등을 검토하여야 한다.

표 6-2-1 말뚝을 항타할 때의 허용응력

구 분	PSC 또는 PHC 말뚝	강재말뚝
허용압축응력	$0.6f_{ck}$	$0.9f_y$
허용인장응력	$0.25\sqrt{f_{ck}}+f_{pe}$	$0.9f_y$

f_y : 강말뚝의 항복응력 (MPa)

f_{ck} : 콘크리트의 압축강도 (MPa)

f_{pe} : 유효 프리스트레스(effective prestress) (MPa)

2.2.2 해 머

(1) 해머는 증기해머, 공기해머, 유압해머 및 디젤해머를 사용하여야 한다. 다만, 감독자의 확인을 받은 경우에는 낙하식 해머도 사용할 수 있다.

(2) 폐쇄식 램(ram)을 가진 디젤해머는 규격 용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 측정할 수 있는 계기를 부착하여야 한다.

(3) 디젤해머 중 단동 디젤해머에는 말뚝을 타입하는 동안 항상 시공 기술자가 해머 스트로크를 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

(4) 복동 디젤해머에는 측정값를 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발 해머 압력 게이지를 갖추어야 한다.

2.2.3 해머쿠션

(1) 중력해머를 제외한 모든 타격말뚝 타입장비는 해머나 말뚝의 손상방지와 균일한 타입거동보장을 위하여 소요두께의 해머쿠션 재료를 장착하여야 한다.

(2) 해머쿠션은 타입 하는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작되어야 한다. 단, 목재, 와이어로프, 석면해머쿠션을 사용해서는 안 된다.

(3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.

(4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 말뚝타입이 완료된 후, 매 100 시간마다 점검하여야 한다. 또한 해머쿠션은 국부손상이 발생하거나 두께가 25 % 이상 감소되기 전에 교체하여야 한다.

2.2.4 말뚝쿠션

두께 50 mm 이상 합판 또는 이와 동등한 성능을 갖는 재료로 하여야 한다. 만약, 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 1/2 보다 더 압축되거나 연소되기 시작하면 새로운 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

2.2.5 리드(lead)

(1) 타입하는 동안 말뚝과 해머를 적절한 위치에 지탱하는 말뚝드라이브 리드를 사용하여야 한다.

(2) 리드는 각 타격에 대하여 집중타격을 보장하기 위하여 해머와 말뚝의 정렬을 유지하면서도 해머의 움직임이 자유로울 수 있는 방법으로 제작되어야 한다.

(3) 리드는 종동장치를 사용하지 않도록 필요한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝에서도 정렬될 수 있도록 하여야 한다.

2.2.6 항타보조말뚝

(1) 말뚝박기에는 가능한 한 보조말뚝의 사용을 피하여야 한다. 다만, 해머가 말뚝머리를 직접 때리기 곤란한 경우에는 감독자의 확인을 받아 보조말뚝을 사용할 수 있다.

(2) 이때에는 말뚝 10개 중 1개씩은 긴 것을 사용하여 지내력을 결정할 수 있는 시험말뚝으로 직접 박아야 한다.

2.3 부속재료

(1) 피복아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복아크 용접봉은 KS D 7004의 해당사항에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 용접용 케이블은 KSCIEC 60245-6, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 홀더는 KS C 9607에 따른다.

2.4 품질관리

2.4.1 시 험

(1) H형강 말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.

(2) 강관에 대한 시험은 KS F 4602에 따른다.

(3) PS콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307에 따른다.

(4) 원심력 철근콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따른다.

(5) 용접용 재료는 KS D 3508에 따른다.

2.5 기성말뚝 용접부 품질관리 기준

2.5.1 기성말뚝의 용접부 품질관리기준

기성말뚝의 용접부 현장품질관리기준은 표 6-2-2와 같다.

표 6-2-2 기성말뚝 용접부 품질관리기준

검사방법	검사빈도
U.T	5 이음마다 1이음(전 주변장) 이상

주) 검사방법은 U.T를 표준으로 하며 현장여건에 따라 감독자의 승인을 거쳐 검증 가능한 다른 방법을 적용할 수 있다.

* U.T : 초음파탐상시험(ultrasonic flow dedecting Test)

3. 시 공

3.1 시공조건 확인 및 공법선정

3.1.1 현장 주변여건 확인

(1) 시공현장의 주변에 말뚝항타로 인한 지반진동이나 소음 등으로 민원발생 가능성을 조사하여야 한다.

(2) 민원발생 가능성이 있는 경우 진동 및 소음저감대책을 수립하거나 저진동 및 저소음 말뚝공법을 적용하여야 한다.

3.1.2 현장지반조건 확인

(1) 계약상대자는 시공현장의 주변여건상 항타공법을 적용할 수 있는 경우에는 말뚝이 소정의 지내력을 확보할 수 있는 지지층까지 항타관입될 수 있는지 검토하여야 한다.

(2) 계약상대자는 시공현장의 지반조건상 중간조밀층 하부에 하중지지에 적합한 지층이 존재하지만 항타공법으로 중간조밀층을 관통하지 못할 것으로 판단되면 선굴착 또는 내부굴착말뚝 공법을 검토하여야 한다.

(3) 계약상대자는 시공현장의 지반조건상 기성말뚝을 조밀하게 시공되어 말뚝의 휨이나 솟아오름이 예상되면 매입말뚝공법으로 변경하는 것을 검토하여야 한다.

3.1.3 말뚝공법선정

(1) 현장 주변여건 및 지반조건상 지반진동이나 소음 등으로 인한 문제가 없는 경우에는 항타공법을 적용한다.

(2) 현장 주변여건 및 지반조건상 항타공법을 적용할 수 없을 때에는 제반여건을 감안하여 다음과 같은 매입말뚝공법 또는 기타 적합한 공법을 선정하여야 한다.

① 선굴착 후 최종항타공법(preboring driving method)

② 시멘트밀크공법(SIP 공법 등)
③ 내부굴착 후 최종항타공법(PRD, DRA 공법 등)
④ 제트그라우팅에 의한 선단확근공법(SIG, RJP공법 등)
⑤ 기타 저진동 · 저소음 공법

3.2 시공준비

3.2.1 사전조사 및 준비작업

(1) 지하매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 착공 전에 조사하여야 한다.
(2) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 선정된 말뚝공법의 현장 지반조건에 대한 적합성 여부를 재확인하여야 한다.
(3) 작업 중 시공장비가 기울어질 위험이 있는 지점에서는 미리 동바리를 만드는 등 시공장비가 설치될 지면을 사전 정지 및 개량하여야 한다.
(4) 바지선에서 타입하는 경우에는 바지선이 흔들리지 않도록 정치하고 파일을 항타하여야 한다.
(5) 말뚝이 설치되는 위치의 흙쌓기재는 양질의 토사를 사용하고, 암이나 점성토를 피하여야 한다.
(6) 경사지반에 기초가 시공되는 경우 부등침하 및 기초이동 등이 생기지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

3.2.2 기존 지중 시설물의 처리

이 시방서 6-2-1절 3.1.2에 따른다.

3.2.3 장비의 점검정비

말뚝박기장비(항타기), 해머, 보조기계, 기타 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급 설명서에 따라 다음과 같은 정비 점검을 실시하여야 한다.

(1) 시공에 사용되는 장비는 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 착공 전에 점검정비를 하여야 한다.
(2) 항타기는 말뚝을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향을 정확하게 유지하고, 작업 중 해로운 진동 · 이동 · 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 한다. 필요할 때에는 고정용 줄을 설치하여야 한다.
(3) 낙하해머, 디젤해머, 유압해머에 의한 항타기에는 해머의 낙하높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을 수 있도록 하여야 한다.
(4) 오거로 지반을 선굴착하는 경우에는 굴착저항을 기록할 수 있는 자동기록장치(전류계, RPM 등)를 장착하여 작동하여야 한다.

3.3 시험말뚝

(1) 시험말뚝박기를 실시하는 목적은 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건의 부합여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시간경과 효과(set-up)를 고려한 말뚝의 지내력 확인 등이다.

(2) 시험말뚝 박기를 실시할 때는 항타작업 전반의 적합성 여부를 확인하기 위하여 항타를 할 때 동재하시험을 실시하여야 한다.

(3) 항타할 때 동재하시험의 세부내용은 6-2-5절 규정을 적용한다.

(4) 시험말뚝은 기초마다 적절한 위치를 선정하여 설계상의 말뚝길이보다 1.0 m ~ 2.0 m 긴 것을 사용하여야 한다. 또한 지지층이 극단적으로 변화하는 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 기초 1기마다 다수의 시험말뚝을 시공할 수 있다.

(5) 시험말뚝의 시공결과 말뚝의 관입깊이가 단단한 점성토나 조밀한 사질토에서는 3.0 m 이상, 그리고 연약한 점성토나 느슨한 사질토에서는 6.0 m 이상일 경우 길이 · 두께 · 말뚝 본수 · 시공방법 등의 결과서를 감독자에게 제출하여야 한다

(6) 시험말뚝 시공결과 (5)의 말뚝관입길이기준에 부적합하여 기초형식을 변경할 때에는 전문기술자의 변경 검토서를 감독자에 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.4 항타 말뚝시공

3.4.1 선 굴착

선 굴착이 필요한 경우에는 3.5.1항에 준하여 시공하여야 한다.

3.4.2 말뚝 세우기

(1) 시공장비는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.

(2) 말뚝을 인입할 때 리더와 와이어의 각도는 30° 이하로 유지되어야 하며, 인입 중 항타기를 선회해서는 안 된다. 특히, 말뚝을 매단 상태에서 주행을 하여서는 안 된다.

(3) 계약상대자는 말뚝 축방향을 설계도서에서 규정한 각도로 세우고, 감독자로부터 말뚝 축에 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.

3.4.3 말뚝박기

(1) 말뚝머리는 감독자의 확인을 받은 말뚝쿠션재료를 써서 해머타격에 의한 손상이 발생되지 않도록 보호되어야 한다.

(2) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공장비, 주변사항 등을 종합적으로 고려하여 결정되어야 한다.

(3) 말뚝을 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.
(4) 말뚝박기로 인하여 이미 시공된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생되지 않도록 관리하여야 한다.
(5) 말뚝박기 작업 중에 해머와 말뚝이 동일 중심축을 유지하도록 하여야 한다.
(6) 박기 도중 저항력이 급격히 감소할 경우에는 항타를 중지하고 말뚝의 파손에 의한 감소인지 또는 지반상태에 의한 감소인지를 조사하여야 한다.
(7) 1개의 말뚝박기는 도중에 정지함이 없이 연속하여서 박아야 한다. 다만, 장비의 고장, 작업시간의 제한, 기타 원인에 의하여 연속 타입이 어려울 경우에는 정지 후 재타입을 수행하도록 하여야 한다. 재타입을 할 때 추가관입이 불가능하게 되는 경우 인접말뚝의 관입깊이, 해머용량 등을 고려하여 추가 말뚝박기 등의 후속 조치를 결정하여야 한다. 또한 기계설비의 보수를 신속히 행할 수 있도록 미리 부품 등을 준비하여 두어야 한다.
(8) 인접한 말뚝박기 또는 기타 이유로 5 mm 이상 솟아오른 말뚝이 발생하면 솟아오름의 원인을 정밀 조사하여 대책을 강구하여야 한다. 말뚝 솟아오름은 지지력 저하와 말뚝재료의 손상을 유발할 수 있으므로 말뚝 솟아오름이 발생하면 재항타 동재하시험을 실시하여 지지력 변화 및 말뚝재료 손상여부를 확인하여야 한다.
(9) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단되어야 하며, 절단할 때 손상된 말뚝은 대체되거나 보수되어야 한다.
(10) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에 나타난 목표 깊이에 미달되는 말뚝이 발생된 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝박기 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
(11) 말뚝박기로 인하여 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고에 맞추어 정리되어야 한다.
(12) 강관말뚝 또는 콘크리트말뚝을 소요깊이까지 박은 후 말뚝 중공부를 비출 수 있는 조명장치로 내부검사를 하여야 한다. 이 때 말뚝 중공부에 지하수가 차오르는 경우에는 지하수를 양수한 후 검사를 실시하여야 한다. 말뚝관입 깊이에 따라 조명장치만으로 내부 검사 실시가 곤란할 경우에는 CCTV, 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과 강도를 저하시킬만한 손상이 발견되면 계약상대자의 부담으로 이를 보완하여야 한다.
(13) 손상된 강관말뚝을 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치하여야 하며, 이때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0 m 까지 절단한 다음, 감독자의 승인을 받은

재료로 강관 내부를 채우고, 주변 구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.

(14) PSC · PHC 말뚝

① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 박리 또는 파열 등이 일어나지 않도록 적절한 말뚝쿠션재로 보호하여야 한다.

② 콘크리트 보호층을 둔 경우에는 박기를 완료한 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.4.4 말뚝 절단

(1) 말뚝을 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며, 절단을 할 때 손상된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.

(2) 말뚝머리를 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하여야 한다.

(3) 말뚝 절단은 말뚝머리에 도입된 긴장력이 손실되지 않은 방법으로 하여야 한다, 특별한 경우 긴장력이 손실에 대한 보강방법을 기술사, 박사 또는 특급기술사의 확인을 거쳐 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.4.5 말뚝 이음

가능한 한 긴 말뚝을 사용하여 한 번에 소요깊이까지 말뚝을 박아야 하며, 부득이 한 경우에는 설계도서 및 다음 사항을 준수하여 말뚝이음을 하여야 한다.

(1) 강관말뚝의 이음은 콘크리트 타설 전에 하여야 한다.

(2) PSC · PHC · 강관 · H형강 말뚝의 현장이음은 이음 철구를 이용한 반자동 아크 용접으로 하여야 한다.

(3) 이음부의 허용오차는 강관말뚝의 경우 KS F 4602, PHC말뚝의 경우 KS F 7001에 따른다.

(4) 반자동 용접 이상의 방법으로 이음을 하고, 용접이 완료된 후 감독자가 임의로 지정한 이음부에 대하여 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 실시하여 품질시험 성과표를 감독자에게 제출하여야 한다.

(5) 용접이음부의 검사빈도는 이 절 2.5.1의 해당 규정을 따르는 것으로 하되, 이음부 검사 결과 불합격이 발생된 경우에는 다른 말뚝의 모든 용접이음부에 대하여 계약상대자 부담으로 검사를 실시하여 결함 유무를 확인하여야 한다.

3.4.6 말뚝박기 종료

(1) 말뚝박기에 앞서 항타장비의 성능 확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝재료의 건전도 판정, 말뚝의 지내력 확인 등을 위하여 설계에 따라 재하시험을 실시하여야 하며, 설계도서에 명시되지 있지 않은 경우 표 6-2-3의 빈도를 참조하여 기성말뚝에 대하여 동재하시험을 실시하여야 한다.

표 6-2-3 기성말뚝의 시공 중 동재하시험 (end of initial driving, EOID 방법) 실시빈도

구 분	시험빈도	시험말뚝 위치
구조물별 말뚝 본수 1~80 본까지	2	푸팅 내부의 대각선상이나 감독자가 지정하는 위치
구조물별 말뚝 본수 81~160 본까지	3	
구조물별 말뚝 본수 161 본 이상	4	

주) EOID방법 : 말뚝타격 초기부터 동재하시험을 동시에 수행하는 방식이며, 시공관리 목적에 이용

(2) 동재하시험 결과를 토대로 파동방정식 분석을 재수행하여 현장여건에 적합한 말뚝 시공관리기준을 수립하고, 이를 본 말뚝을 항타할 때의 시공관리기준으로 적용하여야 한다.

(3) 항타 공식에 의한 지지력의 계산
항타 공식에 의한 지지력은 재하시험에 의한 지지력과는 근본적으로 다르므로, 현장여건상 재하시험을 수행하지 못하고 시공관리를 하여야 할 경우에만 적용하도록 하며, 시공 후 반드시 그 결과를 확인하여야 한다.

(4) 목표 깊이까지 도달하여도 지지층에 기복이 있어 말뚝의 설계지내력이 얻어지지 않거나 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.5 매입 말뚝시공

3.5.1 선굴착 후 최종항타공법(프리보링 타격공법)

(1) 현장조건에 맞는 심도까지 천공장비를 사용하여 굴착한다. 이 때 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100 mm 이상이어야 한다.

(2) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 우려가 있으므로 샤클(shackle)을 이용하여 굴착공 중심에서 연직방향으로 말뚝을 천천히 침설시키고 최종 경타하여야 한다.

(3) 항타 완료된 말뚝은 3.4절의 항타말뚝과 동일한 방법으로 동재하시험을 실시하여 말뚝의 지내력을 파악하여야 한다.

(4) 말뚝을 박은 후 생기는 말뚝 주변 공간은 말뚝의 수평저항력과 주면마찰력을 확보하기 위하여 표준일축압축강도 490 kPa 이상의 주면고정액으로 확대기초 저면(설계지반면)까지 충진하여야 한다.

(5) 주면고쟁액의 주입량은 일수현상 등의 지반조건을 고려하여 감독자가 시험시공을 통하여 결정하여야 한다. 시험시공이 불가능한 경우에는 말뚝 주면공간의 2~3배 정도로 주입량을 산정하여 확대기초 저면까지 2~3회

에 걸쳐 주입한다.

(6) 주면고정액과 선단근고액의 양생 후 시편 제원은 지름 50 mm, 높이 250 mm ~ 300 mm의 원주형이어야 한다. 이 시편 하단에서 100 mm를 제거한 높이 100 mm를 이용하여 표준일축압축강도를 측정하여야 한다.

3.5.2 내부굴착 후 최종항타공법

{DRA(double rod augur), PRD(percussion rotary drill) 공법 등}

(1) 지하수에 의하여 굴착공이 함몰되거나, 인접 지역에 주요한 구조물이 있어 지반변형을 억제하고자 할 경우에는 케이싱을 사용하여야 한다.

(2) (1)의 조건에서 지름 100 mm ~ 150 mm 이내의 자갈이 지반에 존재할 경우에는 오거를 사용하고, 그 이상일 경우에는 퍼쿠션 커트(percussion cut)를 사용하여야 한다.

(3) 말뚝을 박은 후 발생되는 말뚝 주변 공간의 충전은 3.5.1 (4)항과 같이 실시한다.

(4) 말뚝선단처리방법은 항타말뚝과 같이 실시한다.

(5) 주면고정액의 강도시험은 이 절의 3.5.1에 준하여 실시하여야 한다.

3.5.3 제트 그라우팅에 의한 선단확근공법

{SIG (super injection grouting), RJP(rodin jet pil) 공법 등}

(1) 취약지반(석회암 공동, 석탄질층, 연약지반, 자갈층 등) 위에 말뚝을 안치시킬 때 사용한다.

(2) 항타말뚝이나 매입말뚝으로 설계도서에 규정된 길이만큼 말뚝을 설치한다. 이때 매입말뚝은 항타를 하지 않기 때문에 말뚝선단보강밴드를 부착하지 않는다.

(3) 말뚝내부로 선천공하여 설계도서에 규정된 깊이만큼을 그라우팅하고, 말뚝선단을 폐색시키기 위하여 말뚝 안쪽지름의 4배 이상을 그라우팅을 실시하여야 한다.

(4) 설계도서에 언급된 그라우팅 확산 범위는 시추로 확인하고, 회수된 공시체에 대하여 설계할 때 제시된 목표 개량강도와 비교하여야 한다.

(5) 말뚝선단처리방식은 적합한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험에 의하거나, 시추조사에 의한 일축압축강도를 조사하여야 한다. 확인 시추공은 주입액으로 충전하여야 한다.

(6) 일축압축시험에 사용한 시추 코아는 크기와 형상에 대한 보정을 실시하여 현장품질관리를 하여야 한다.

(7) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1항에 준하여 실시하여야 한다.

3.5.4 시멘트밀크공법 {SIP(soil-cement injected precast pile) 공법}

(1) 주요장비는 오거천공장비, 시멘트밀크 믹스플랜트, 그라우팅 펌프, 잔토

처리용 셔블(shovel)이나 백호우 등이며, 현장여건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

(2) 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100 mm 이상이어야 한다.

(3) 스크류 오거 굴착에 의한 공벽유지가 되지 않을 경우에는 공벽안정액(벤토나이트)을 사용하여야 한다.

(4) 믹스플랜트는 오거로 굴착할 때의 공벽안정액, 주면고정액, 선단근고액을 각각 혼합할 수 있어야 한다.

(5) 선단근고액은 물-결합재비(W/B)가 70 % 또는 200 MPa, 표준일축압축강도는 KS F 7001에 따라 20 N/㎟(20,000 kPa) 이상이어야 하며, 주면고정액은 표준일축압축강도가 490 kPa 이상이어야 한다. 그리고 감독자의 승인에 의하여 오거를 굴착할 때 공벽안정액은 주면고정액과 동일하게 사용할 수 있다.

(6) 지지층의 굴착 깊이는 1.5 m 이상을 표준으로 하고, 지지층 속의 말뚝근입깊이는 1.0 m 이상이어야 한다.

(7) 오거헤드의 분사압력은 980 kPa 이상이어야 한다.

(8) 선단근고액은 공저에서 4 d(d : 말뚝안쪽지름)+1 m를 주입하고, 주면고정액은 기초저면까지 주입한다. 그리고 말뚝침설 후 주면고정액의 상면 변화를 관찰하여 액면이 침강하면 상면이 유지될 때까지 보충하여야 한다.

(9) 굴착공 공저의 슬라임의 두께는 500 mm 이내 이어야 한다. 이 이상일 경우에는 재굴착하여 선단근고액을 재주입하여야 한다.

(10) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 뿐만 아니라 심한 수류를 일으켜 공벽손상이나 주입액이 교반되기 때문에 샤클(shackle)을 이용하여 말뚝을 천천히 침설하여야 한다. 이때 말뚝의 관입깊이를 측정하여야 한다.

(11) 말뚝의 자중만으로 소정의 심도까지 침설시킬 수 없을 때에는 말뚝침설 보조수단인 압입법과 경타법을 사용한다. 압입법은 오거굴착장비의 자중을 이용하며, 경타는 두께 100 mm 이상의 말뚝쿠션재(합판)를 사용하여야 한다. 그리고 경타는 여러 가지 해머를 이용할 수 있으나, 일반적으로 낙하해머를 사용하여 해머높이 500 mm 이하에서 실시한다.

(12) 아랫말뚝의 말뚝머리를 지상으로 약 1.5 m 노출시킨 상태에서 윗말뚝을 가설하고, 말뚝이음부를 용접한다.

(13) 시공할 때에는 말뚝재하시험을 할 수 없기 때문에 양질의 지지층에 말뚝을 안치하는 것이 매우 중요하다. 따라서 시험시공을 할 때 지질주상도, 자동기록용 전류계의 전류값, 배토를 종합적으로 검토하여 오거굴착관리

기준 즉, 공벽안정액 사용여부, 오거굴착깊이, 말뚝관입깊이, 지지층의 전류값 등을 마련하여 본 말뚝을 시공하여야 한다.

(14) 말뚝의 지내력 확인은 적정한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험에 의하거나, 시추조사에 의한 일축압축강도로 확인하여야 한다. 확인 시추공은 선단근고액으로 충전하여야 한다.

(15) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1항에 준하여 실시하여야 한다.

(16) 모든 말뚝은 스크류 오거의 굴착심도, 슬라임 양, 최종심도, 오거 상하작동 회수와 길이, 경타할 때의 타격수와 해머 낙하높이, 시공 소요시간, 지지층 부근에서 전류계 눈금, 굴착액 주입량, 근고액 주입량 등이 포함된 시공기록지를 작성하여야 한다.

3.6 말뚝머리 마감 및 보강

(1) 말뚝을 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며, 절단을 할 때 손상된 부분을 깨끗이 정리하여야 한다.

(2) 말뚝머리를 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하여야 한다.

(3) 말뚝절단은 말뚝머리에 도입된 긴장력이 손실되지 않은 방법으로 말뚝을 절단하여야 한다, 특별한 경우 긴장력이 손실에 대한 보강방법을 기술사, 박사 또는 특급기술사의 확인을 거쳐 감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 가능한 한 평활하게 절단하고, 철근이나 강관을 부착할 때는 확실하게 시공하여야 한다.

(5) 말뚝머리 하중크기에 만족하는 보강철근의 수는 구조계산으로 결정하여야 하고, 보강철근은 대칭으로 배근한다.

(6) 말뚝머리 내부의 콘크리트 속채움은 시공이음부가 생기지 않도록 확대기초 콘크리트 타설을 할 때 같이 하여야 한다.

3.7 시공기록

(1) 말뚝시공 장비의 종류와 등급, 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등의 시공기록을 제출하여야 한다.

(2) 작업일별 기록 외에 말뚝박기 시공 전체 개개의 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 시공기록을 작성한 후 제출하여야 한다.

(3) 말뚝의 시공기록을 이 시방서 제1장 총칙(서식)의 “별지 제33호 서식”에 따라 작성하여야 한다.

3.8 시공 허용오차

말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내로 하고, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 D/4(D는 말뚝바깥지름)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

3.9 현장품질관리

(1) 계약상대자는 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 감독자에게 보고하고, 그 지시를 받아야 한다.
  ① 소정의 위치까지 타입(또는 매설)되지 않을 때
  ② 소정의 지내력을 얻을 수 없을 때
  ③ 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우

(2) 계약상대자는 이음부의 시험을 KS D 0272에 따라 실시하고, 그 결과를 제출하여 확인을 받은 후 후속공정을 추진하여야 한다.

(3) 설계에 반영된 경우 또는 지층의 변화가 심하여 완성된 말뚝의 지내력을 확인할 필요가 있을 경우 설계도서 및 이 시방서 6-2-5절에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

3.10 손상된 말뚝

(1) 말뚝시공에 사용하는 공법이 말뚝의 균열, 파손 기타 변형을 일으킬 만한 과도하고 불필요한 힘을 발휘하여서는 안 된다.

(2) 말뚝의 위치조정을 위하여 과도한 힘을 가한다고 판단되면 감독자의 지시에 따라 즉시 중단토록 한다.

(3) 말뚝내부의 결함이나 부적당한 박기 방법으로 인하여 손상된 말뚝과 설계도서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝은 감독자의 승인을 얻은 후 계약상대자의 부담으로 아래와 같은 방법 등으로 수정하여야 한다.
  ① 이미 시공한 말뚝은 뽑아내고, 새 것을 다시 시공한다.
  ② 손상된 말뚝 옆에 제2의 말뚝을 시공한다.
  ③ 말뚝을 이어내거나 기초를 확대시킨다.

3.11 도 장

지표면이나 수면 위로 노출되는 강재말뚝의 표면은 설계도서에서 제시하는 방법으로 방식처리하여 부식을 막아야 한다. 이때의 도장범위는 저수위나 지표면의 2 m 아래쪽에서부터 노출되는 상부까지 하여야 한다.

6-2-3 현장 타설 콘크리트말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 기초로 사용하는 현장타설 콘크리트말뚝공사에 관한 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-2-2 기성말뚝
6-2-5 말뚝재하시험
6-4-1 일반 콘크리트
6-4-6 수중 콘크리트
15-4 시멘트 콘크리트
15-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 4602 강관말뚝

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 재료

재료의 저장, 계량, 배합, 콘크리트 타설 및 양생 등은 6-4-1절, 15-4절 및 6-4-6절 규정에 따라야 한다.

2.2 철 근

철근은 15-10절의 규정에 부합되는 것이어야 한다.

2.3 영구 케이싱

강관은 KS F 4602에 합치하고 명시된 지름과 두께를 가진 것이어야 한다. 강판재와 용접은 각각 구조용 강재공 및 용접공의 해당사항에 합치하여야 한다. 영구 케이싱의 제작을 위한 용접은 완전 홈 용접이어야 한다.

2.4 장 비

(1) 현장타설 콘크리트말뚝의 굴착장비는 토사 및 암반의 지반조건과 현장여건을 고려하여 장비(RCD, benoto, earth drill 등)를 선정하여야 한다.

(2) 현장타설 콘크리트 말뚝의 케이싱용 강관말뚝을 타입하는 경우 장비는 6-2-2절의 말뚝박기 장비 규정에 준한다.

3. 시 공

3.1 준 비

(1) 작업장은 기계의 조립 · 시공 · 기자재 하치장 등에 필요한 면적을 확보하여야 하며, 기계의 이동 · 콘크리트 운반차 등의 진입에 지장이 없도록 장내 진입로 및 지반을 정비하여야 한다.

(2) 굴착토의 반출, 안정액 처리설비, 급배수 및 전기설비 등에 대한 적합한 사전검토를 수행하여야 한다.

3.2 케이싱 및 기계설치

(1) 설계도서상의 말뚝중심과 굴착중심이 일치되도록 수직으로 정확히 설치하여야 한다.

(2) 굴착을 할 때 정확히 연직이 유지되도록 수준기로 수시로 확인하여야 하며, 특히 케이싱 튜브의 연직성은 굴착 초기 5 m ~ 6 m를 삽입할 때 결정되므로 유의하여야 한다.

(3) 케이싱용 강관말뚝의 설치 및 이음은 6-2-2절 규정에 따라야 하며, 강관 선단부의 변형이 발생하지 않도록 주의하여 계획된 지반까지 도달시켜야 한다.

(4) 토사부를 굴착할 때 케이싱의 압입 및 굴착은 케이싱 압입이 선행되어야 하며, 굴착은 케이싱 압입깊이 이내에서 실시하여야 한다.

(5) 굴착을 위하여 기계 및 파이프를 설치하고 확인 가능한 장소에서는 굴착에 앞서 다음 사항을 점검하여야 한다.

① 스탠드 파이프의 매입깊이

② 스탠드 파이프의 연직도

③ 스탠드 파이프의 직경

④ 안정액을 공 내 수위보다 2 m 높게 넣고 시간에 따라 공 내 수위를 측정, 선단에서의 유출여부를 확인한다.

3.3 굴 착

(1) 굴착은 항상 연직을 유지하여야 한다.

(2) 지질에 적합한 속도로 굴착하여야 한다.

(3) 소정의 깊이까지 정확하게 굴착하여야 한다.

(4) 인접한 구조물이나 이미 시공이 완료된 말뚝에 나쁜 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.

(5) 굴착지반 중 선단부에 대한 지반조건을 확인하여야 한다. 이를 위하여 기초판 1개소 마다 최소 1개소 이상의 말뚝에 대하여 굴착 하부에서 시료를 채취하고 시험을 통하여 선단부 암반의 강도를 확인하여야 한다.

3.4 공벽의 붕괴방지

(1) 굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 공 전체에 케이싱을 박고 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 뽑아내는 케이싱 박기공 현장말뚝이나, 공속에 이수를 넣어 수압에 의하여 공벽을 보호하고, 지표면 근처에는 케이싱을 박는 슬러리공법 등으로 공벽의 붕괴를 방지하도록 한다.

3.5 철근콘크리트공사

3.5.1 철근의 조립 및 설치

(1) 철근 조립은 설계도서에 따라 시행되어야 하고 띠철근과 주철근의 연결부위는 결속선으로 결속하거나 용접하여야 하며, 보강철근을 설치하여 철근이 수평이나 수직방향으로 변형이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(2) 공 내벽과 일정간격을 유지시켜 줄 수 있는 간격재(spacer)를 3 m ~ 5 m 간격으로 견고하게 설치하여야 한다.

(3) 말뚝의 심도가 설계와 다를 경우 철근길이와 말뚝길이를 일치시킬 수 있도록 도면을 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 설치하여야 한다.

(4) 조립된 철근은 감독자의 점검을 받은 후 공 내에 삽입하여야 한다.

3.5.2 콘크리트의 타설

(1) 말뚝의 근입깊이는 시추결과와 굴착장비로부터 배토된 시료를 확인하여 굴착깊이를 결정하여야 한다.

(2) 공벽이 유지되지 않을 경우 케이싱을 설치하여야 한다.

(3) 굴착 후 공기압축기와 펌프 등을 사용하여 말뚝선단의 슬라임을 깨끗이 제거하여야 한다.

(4) 슬라임 제거작업은 파이프를 통하여 맑은 물이 나올 때까지 실시하고, 슬라임 제거 종료시기는 감독자의 확인을 받아야 한다.

(5) 콘크리트 타설 직전에 에어리프트, 에어블로우 등을 통하여 침전물을 제거·부양하고, 콘크리트를 타설할 때에는 콘크리트 운반계획을 수립하여 연속타설이 되도록 하여야 한다.

(6) 콘크리트를 타설하는 도중 트레미의 삽입깊이가 너무 작으면 콘크리트가 분출하여 분리되므로 콘크리트를 타설하는 도중에는 콘크리트 속의 트레미 삽입깊이는 2 m 이상으로 하여야 한다. 타설완료 직전에 콘크리트 면을 확인하기 쉬운 경우에는 삽입깊이를 2 m 이하로 할 수 있다.

(7) 케이싱의 과도한 인발로 인한 공벽 붕괴에 주의하여야 하며, 인발이 늦어져 케이싱이 인발되지 않는 상황이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(8) 콘크리트를 타설할 때 철근망이 떠오르거나, 케이싱을 인발할 때 철근망이 같이 따라 올라오지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 수중콘크리트를 타설할 때 초기의 재료분리 방지를 위하여 트레미와 선단부분에 캡 또는 플랜지 등을 삽입하여야 한다.

3.6 현장타설 콘크리트말뚝 건전도 검사

3.6.1 일반사항

(1) 적용범위

현장타설 콘크리트말뚝에 대하여 말뚝의 성능을 저하시킬 수 있는 결함의 존재 여부를 파악하는 건전도 검사로 공대공 초음파 검층(Cross-hole Sonic Logging)을 실시할 경우에 대하여 적용한다.

(2) 제출물

① 공대공 초음파 검층 계획서

② 공대공 초음파 검층 결과보고서

3.6.2 재료

(1) 검층용 튜브 (시험관)

검층용 튜브의 내경은 30 mm ~ 50 mm로 하며, 재질은 강관 또는 이와 동등한 재질의 강도를 가져야 한다.

(2) 검층장비

검층장비는 장비 반입 전 감독자의 승인을 받아야 한다. 장비의 정확도 등 성능을 검증하기 위하여 필요할 때 감독자가 선정한 임의의 말뚝에 대하여 검사를 실시하고 감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 검층장비의 구성은 다음과 동일하거나 또는 그 이상의 기능을 발휘할 수 있어야 한다.

① 초음파 발신 및 수신 센서

② 케이블과 케이블 인입 및 인발 장치

③ 검층용 튜브 내에서 발신 및 수신센서의 위치를 측정할 수 있는 장치

④ 발신 · 수신센서의 제어와 신호의 획득, 기록 및 저장이 가능한 장치

3.6.3 검층용 튜브 설치

(1) 검층용 튜브의 내부는 녹 발생 · 막힘 등의 손상이 없어야 하며, 연결 부위는 커플링에 의한 나사연결 방식으로 완전히 방수되어야 한다.

(2) 검층용 튜브는 철근망 내에 표 6-2-4에 해당하는 수량을 결속하며, 전체 말뚝에 대하여 매설하여야 한다.

표 6-2-4 원형말뚝의 크기와 검층용 튜브의 수

원형말뚝의 직경 (D) (m)	검층용 튜브의 개수	비 고
D ≤ 0.6	2 이상	
0.6 < D ≤ 1.2	3 이상	
1.2 < D ≤ 1.5	4 이상	
1.5 < D ≤ 2.0	5 이상	
2.0 < D ≤ 2.5	7 이상	
2.5 < D	8 이상	

(3) 검층용 튜브의 하단부는 철근망 하부면과 가능한 한 일치시키되, 말뚝선단부의 지반조건을 고려하여 철근망을 근입할 때 튜브가 휘어지거나 튜브의 하단부가 파열하지 않도록 50 mm ~ 100 mm 정도 짧게 설치할 수 있다.

(4) 검층용 튜브와 튜브의 간격은 일정한 거리를 유지하여야 하며, 가급적 서로 평행을 이루도록 하여야 한다.

(5) 검층용 튜브의 상단부는 검사가 용이하도록 현장타설 콘크리트 말뚝의 완성 마무리면 이상으로 돌출되도록 하여야 한다.

(6) 검층용 튜브의 양단부(상 · 하부)는 이물질이 유입되지 않도록 방수마개를

하여야 하며, 시공 중에도 손상되지 않도록 주의하여야 한다. 감독자가 검층 대상으로 선정한 말뚝에서 검층용 튜브의 막힘 또는 손상이 발생한 경우, 계약상대자는 검층이 가능하도록 조치하여야 한다.

(7) 콘크리트 타설이 완료되면, 계약상대자는 즉시 검층용 튜브에 깨끗한 물을 채운다.

3.6.4 검층 대상 말뚝수량 및 시기

(1) 공대공 초음파 검층을 실시할 현장타설 콘크리트 말뚝의 수량은 다음 표 6-2-5의 기준을 따른다. 감독자는 설계 및 시공 자료를 검토하여 검층 대상 말뚝을 지정한다.

표 6-2-5 공대공 초음파 검층 실시 말뚝의 수량

평균말뚝길이(m)	수량(%)	비 고
30 미만	20	빈도 : 교각기초(footing)[1]마다 말뚝수량에 대한 백분율 {단, 교각기초(footing)마다 최소 1개소 이상}
30 이상	30	

주 1) 상·하행선이 분리된 교각기초의 경우는 각각 별도의 교각기초로 간주하여 수량을 결정하며, 단일말뚝교각(pile bent)의 경우에는 말뚝별로 검층을 실시한다.

(2) 공대공 초음파 검층은 콘크리트를 타설하고 7일 이상 경과한 후 검층을 실시하여야 한다.

3.6.5 검층방법

(1) 검층용 튜브의 막힘 여부 및 선단 깊이를 측정하여 경로별로 검층 심도를 확인한다. 튜브 간 선단 위치의 차이가 심할 경우 선단부에 대하여 별도의 검층을 실시한다.

(2) 말뚝의 선단부로부터 발신센서와 수신센서를 말뚝길이방향과 직교하는 동일 평면상에 놓이도록 동시에 끌어올리면서 연속적으로 측정한다.

(3) 말뚝에 설치된 검층용 튜브의 개수별로 조합 가능한 모든 경로에 대하여 측정을 실시하고, 경로별로 발·수신센서의 위치를 세로축으로 초음파 도달 시간을 가로축으로 하여 50 mm 이하의 깊이 간격으로 수신센서가 감지한 초음파 신호를 기록 및 저장한다.

(4) 검층이 끝난 후 검층용 튜브는 감독자의 검사에 대한 판정이 있을 때까지 이물질이 들어가지 않도록 보호덮개를 하여야 한다.

3.6.6 공대공 초음파 검층 결과 보고서

(1) 결과 보고서는 다음을 포함하여야 한다.

① 검층 일자 및 콘크리트 타설 일로부터 경과 일수

② 사용 장비의 종류 및 특성, 기타 특이 사항

③ 콘크리트 배합 강도, 지하수 조건, 수중 불분리계 종류 및 량
④ 튜브 내 물의 상태, 튜브의 상태 등을 포함한 전반적인 검층조건
⑤ 말뚝별 검층용 튜브의 선단 위치 및 검층 기준 깊이가 표기된 검층용 튜브 단면도
⑥ 수신센서가 감지한 초음파 신호와 이를 통하여 계산된 초음파 최초 도달시간, 에너지 강도 및 초음파 전파 속도에 대한 깊이별 프로파일
⑦ 표 6-2-6에 따른 깊이별, 경로별 등급분류표, 이 때 B, C, D 등급 구간이 존재하는 경우 초음파 신호 기록에 해당 구간 및 등급 표시
⑧ 결함 분석을 통한 검사자의 의견

표 6-2-6 공대공 초음파 검층 등급 기준

등급	판정기준	비 고
A (양호)	– 초음파 주시곡선의 신호 왜곡[1]이 거의 없음 – 속도저감률 10 % 미만	$R_d\ (\%) = (1-\frac{T_0}{T}) \times 100$ R_d : 결함부 속도저감률 T : 결함부 초음파 최초 도달시간 T_0 : 결함부와 인접한 무결함부 초음파 최초 도달시간
B (결함의심)	– 초음파 주시곡선의 신호 왜곡이 다소 발견 – 속도저감률 10 % 이상, 20 % 미만	
C (불량)	– 초음파 주시곡선의 신호 왜곡 정도가 심함 – 속도저감률 20 % 이상	
D (중대결함)	– 초음파 신호가 감지되지 않음 – 전파시간이 초음파 전파속도 1,500 m/s에 근접	

주 1) "초음파 주시곡선의 신호 왜곡"이라 함은 도달시간의 감소, 찌그러짐, 불연속 등과 개별 초음파 파형(waveform)의 비정상적 변화 및 초음파 신호 강도(에너지)의 급감, 소멸 등을 포함.

(2) 결과 보고서는 말뚝별로 검층이 이루어진 날로부터 업무일 기준 3일 이내에 제출한다.

3.6.7 건전도 판정

(1) 상기 3.6.6의 결과 보고서에서 'B, C, D' 등급에 해당하는 결과가 없을 경우, 계약상대자는 결과 보고서를 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 검층용 튜브에 대하여 내부의 물을 완전히 제거하고, 말뚝 콘크리트의 설계강도 이상의 무수축 재료로 그라우팅(grouting)을 실시한다.

(2) 상기 3.6.6의 결과 보고서에서 'B, C, D' 등급이 발생한 경우에 계약상대자는 결과 보고서와 상세한 시공 기록을 감독자에게 제출한다. 감독자는 해당 말뚝의 설계를 고려한 기술적 판단에 의하여 상기 (1)항의 후속 작업 또는 추가 검토 여부를 결정한다. 이 때, 결함의 규모 파악을 위한 정밀조사, 결함부 확인을 위한 시추 및 시추 시료에 대한 시험이 필요한 경

우에는 계약상대자가 전액 부담하며, 시추할 때에는 감독자가 입회하도록 한다.

(3) 추가 검토는 말뚝의 건전도 검사, 지반공학 및 구조공학 전문가에 의하여 이루어지며, 결함의 보강 여부, 보강방법 및 보강 결과 확인 방법을 결정한다.

3.6.8 결함의 보강

(1) 계약상대자는 추가 검토 결과에 따라 보강 및 보강 결과 확인 계획을 수립하여 감독자의 승인을 받은 후 보강 공사 및 보강 결과 확인을 위한 시험을 실시한다.

(2) 계약상대자는 상기 (1)항의 결과를 감독자에게 보고서로 제출한다.

(3) 결함의 보강 및 보강 여부의 확인을 위한 제반 비용은 계약상대자가 부담하며, 추후 시공하는 말뚝에서 동일한 결함 요인이 반복되지 않도록 하여야 한다.

3.7 현장타설 콘크리트말뚝 압축재하시험

현장타설 콘크리트말뚝에 대한 압축재하시험은 6-2-5절 규정에 따른다.

3.8 현장타설 콘크리트말뚝의 재하시험 방법 및 빈도

(1) 현장타설 콘크리트말뚝의 재하시험 방법은 정재하시험을 하는 것으로 하되, 양방향재하시험, 동재하시험 방법을 적용할 수 있다.

(2) 재하시험의 빈도는 구조물의 중요성, 지반조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 설계도서에 명시되지 않은 경우에는 일반국도의 상·하행선에 관계없이 다음과 같이 실시한다.

표 6-2-7 현장타설말뚝의 정재하시험 또는 양방향재하시험의 빈도

구조물별 기초의 수[1)]	시험빈도	시험말뚝위치
1기 ~ 7기	1	감독자가 지정하는 위치
8기 ~ 15기	2	
16기 ~ 25기	3	
26기 이상	4	

주 1) 구조물별 기초의 수는 상·하행 구분 없이 상·하행선 중 기초(footing)수가 많은 행선의 기초(footing)수를 기준으로 함.

6-2-4 케이슨기초

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 케이슨 기초와 뉴메틱 케이슨 기초공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
15-4 시멘트 콘크리트
15-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS D 3503 일반 구조용 압연 강재

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

콘크리트는 이 시방서 15-4절에 따른다.

2.2 철근

철근은 이 시방서 15-10절에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공의 주요 기계 및 설비

(1) 시공에 필요한 장비는 시공 규모와 현장 여건에 따라 다르지만 콘크리트 타설장비, 운반설비, 작업대, 양생설비, 안전설비, 동력과 조명 및 급수설

비, 굴착 및 침설설비, 송기설비, 의장설비 등을 완비하여야 한다.

(2) 공사 중에는 항상 점검과 보수를 실시하여 안전시공에 유의하여야 한다.

3.2 날 끝(shoe) 설치

(1) 케이슨의 날 끝은 설계도서 및 시공계획서에 따라 정밀하게 시공하여야 한다.

(2) 날 끝은 공장제작을 하여야 하며, 현장에서 제작할 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

(3) 날 끝이 놓이게 될 지반은 사전에 측량을 실시하고, 굴착이나 고르기 등을 완료한 후 감독자의 검측을 받아야 한다.

3.3 케이슨 거치

케이슨의 거치는 본체, 거푸집, 동바리 등의 중량을 지지할 수 있고, 초기의 침설이 안전하게 이루어질 수 있는 지반에서 실시하여야 한다.

3.4 케이슨의 침하

3.4.1 시공계획

(1) 시공에 필요한 가교, 축도, 물막이 등의 가시설물에 대하여는 착공 전 시공계획을 세워 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 침하방법에 대하여는 미리 침하-하중 관계도를 작성하여 감독자에게 보고하여야 한다.

3.4.2 침하 일반

(1) 수평이동이 되거나 경사지지 않도록 재하 하중이나 자중에 의하여 서서히 침하시켜야 한다. 또한 필요한 경우에는 제트공법을 병용할 수 있다.

(2) 발파 및 기타 특수공법을 사용하여 침하시킬 경우에는 감독자의 확인을 받아야 하며, 안전대책에 대하여 적합한 배려를 하여야 한다.

(3) 침하 중 극심한 편심 및 경사가 발생한 경우에는 속히 그 원인을 조사하여 감독자에게 보고하고, 그 대책을 협의한 후 시공하여야 한다.

(4) 침하 도중, 유해가스의 발생이나 산소결핍에 의한 재해를 막기 위하여 항상 가스검사를 실시하고, 유해가스 발생 및 산소결핍의 우려가 있는 경우에는 환기 등 기타 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(5) 침하 도중, 굴착토사와 토질주상도를 비교하면서 지질을 확인하여야 한다. 설계깊이에 도달하였을 때에는 감독자의 입회하에 지지층을 확인하여야 한다.

(6) 설계깊이에 도달하기 전, 침하가 곤란하게 된 경우에는 그 원인을 조사하여 감독자에게 보고하고 그 대책을 협의하여야 한다. 침하가 급격히 진행되었거나 설계깊이 이상으로 침하한 경우에도 같은 조치를 취하여야 한다.

3.4.3 우물통 기초의 침하

(1) 우물통 기초의 침하작업 중, 필요한 경우에는 잠수부를 동원하여 받침의 밑깎기를 할 수도 있다.

(2) 침하가 곤란한 경우라도 과도한 밑깎기를 하여서는 안 된다.

3.4.4 뉴매틱 케이슨의 침하

(1) 자중에 의한 침하작업 중 침하가 곤란한 경우에는 여굴을 제거하거나, 감압침하를 실시하여서는 안 된다.

(2) 설계깊이에 도달하였을 때는 지반의 지내력 시험(기초지반 평판재하시험을 준용)을 실시하여야 한다.

3.5 속채움

(1) 속채움 모래 또는 속채움 콘크리트의 시공은 설계도서에 표시되었거나 감독자가 지시하는 바에 따라 시행하여야 한다.

(2) 속채움 재료는 침하되지 않도록 깔기 높이, 속도를 일반 쌓기나 콘크리트 타설 요령에 따라 채워 넣어야 한다.

3.6 굴착토의 처리

굴착토는 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 하고 잔토는 감독자의 지시에 따라 처리하여야 한다.

3.7 바닥 슬래브

(1) 저면 슬래브는 수중에서 시공하여야 한다.

(2) 수중 콘크리트는 그 상면이 수평이 되도록 유지하면서 소정의 높이에 이를 때까지 연속해서 타설하여야 한다.

(3) 수중 콘크리트는 재료의 분리를 막기 위하여 트레미를 사용하여야 하며, 내리거나 올릴 때에 천천히 작동시켜 주의 깊게 시공하여야 한다.

(4) 수중 콘크리트 타설은 정수상태에서 시공되도록 하여야 한다.

(5) 저면 슬래브 콘크리트 친 후에는 케이슨 내의 담수를 배수시켜서는 안 된다. 단, 부력을 검토하여 안정성이 확인되었을 때에는 배수할 수 있다.

6-2-5 말뚝재하시험

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 말뚝재하시험에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
15-9 말뚝
15-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2591 말뚝의 동적재하 시험 방법

1.4 용어의 정의

(1) 지내력 (stability of soil about reaction and settlement) : 말뚝기초에서 하중인 말뚝반력 또는 직접기초에서 작용하는 압력인 지반반력에 의하여 발생하는 지반의 내적 하중(지지력)과 변형(침하)

(2) 지지력 (maximum soil reaction) : 말뚝반력(말뚝기초) 또는 지반반력(직접기초)에 의하여 발생하는 지반의 하중 또는 응력크기

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 재하시험 일정표
(2) 재하시험 방법 및 관련규정
(3) 재하시험 장비의 종류 및 규격(정재하시험의 경우 구조계산서 첨부)
(4) 교정검사 성적서
(5) 재하장치 설치도(평면도, 입면도등)
(6) 재하시험 실적표

1.5.2 말뚝재하 시험보고서

재하시험 완료 후에는 말뚝재하 시험보고서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 말 뚝

2.1.1 말뚝

(1) 말뚝은 이 시방서 15-9절의 해당사항에 따른다.

(2) 철근은 이 시방서 15-10절의 해당사항에 따른다.

2.2 장 비

2.2.1 정재하시험 장치, 재하하중 및 시험기기

(1) 재하장치는 계획된 최대시험하중 이상을 안전하게 재하할 수 있는 것이어야 하며, 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 재하하중은 설계하중의 2배 이상이어야 하며, 감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 말뚝재하시험을 할 때 반력말뚝을 사용할 경우에는 인발저항력에 대하여 검토한 후 그 결과를 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

(4) 재하하중 측정에는 전자식 하중계 또는 유압계를 사용하여야 한다.

(5) 재하시험에 사용되는 전자식 하중계(또는 유압잭), 변위계 및 유압계는 공인교정기관의 검증을 받은 것이어야 하며, 검증 유효기간(1년)이 경과되지 않은 것이어야 한다.

2.2.2 동재하시험장치 및 시험수행자료

(1) 동재하시험에는 항타분석기 또는 이와 동등한 성능을 가진 장비를 사용하여야 하며, 부수장비로는 변형률계, 가속도계 및 연결케이블 등이 있다. 이들 장비는 동재하시험 전문기술자에 의하여 제공되어야 하며 KS F 2591: 말뚝의 동재하시험 방법의 요구조건에 부합되는 것이어야 한다.

(2) 동재하시험은 소정의 동재하시험 교육을 이수하고 파동이론에 대한 전문지식을 갖춘 전문기술자에 의하여 수행되어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 현장조건이 재하시험을 위한 발판 및 하중을 지지할 수 있는지 확인하여야 한다.

(2) 시험장비를 위한 안정된 작업표고를 설정하여야 한다.

(3) 시험위치에 대하여 정밀한 지반조사를 실시하여야 한다.

3.2 축방향 정적 압축재하시험

(1) 반력말뚝을 이용하여 재하시험을 하는 경우 설계도서에 지정된 위치나 본 말뚝에 실시하여도 된다. 단, 본 말뚝에서는 설계하중의 2.0배까지 재하하는 것으로 한다.

① 시험말뚝은 연직으로 설치하여야 한다.

② 반력말뚝은 인발하중에 저항하도록 필요할 때 보강하여야 한다.

(2) 손상을 입지 않은 상태로 재하시험에 합격한 시험말뚝은 본 말뚝으로 활용할 수 있다. 말뚝재하시험에 사용된 반력말뚝은 손상을 입지 않고, 3 mm 이상 상향 이동되지 않았다면 본 말뚝으로 활용할 수 있다.

(3) 손상된 시험말뚝과 반력말뚝은 뽑아내어 제거하거나 기초 하단에서 1.0 m 아래부분까지 절단하여 제거하여야 한다. 제거된 구멍에는 콘크리트나 모르타르로 채워야 한다.

(4) 말뚝재하시험장치, 하중재하 및 변위량 측정, 표준측정절차 등은 감독자가 확인한 것이어야 하며, 재하시험 절차는 다음과 같다. 다만, 시험종류에 따라 감독자와 협의하여 시험절차를 변경할 수 있다.

① 기성말뚝의 정재하시험은 말뚝을 타입한 후 30일 이상 경과한 후에 실시하여야 한다. 다만, 현장여건에 따라 감독자가 승인한 경우에는 30일이 경과하지 않은 경우라도 정재하시험을 실시할 수 있다.

② 현장타설말뚝이 소정의 양생과정을 거친 후에 정재하시험을 실시하여야 한다.

③ 하중은 개별말뚝에 대한 설계하중의 25 %, 50 %, 75 %, 100 %, 125 %, 150 %, 175 %, 200 %가 되도록 최소 8단계로 증대하여 재하한다.

④ 각 단계별 하중재하 후 시간마다로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 미만이 되면 다음 단계의 하중을 증대시킨다. 만약 하중재하 후, 2시간이 경과하여도 시간마다 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 이상이 되면 해당 단계에서 말뚝이 안정되지 못한 것으로 간주하고 다음 단계의 하중을 증대시킨다.

⑤ 최대시험하중이 200 %에 도달하기 이전이라도 급격한 파괴현상이 발생되거나 말뚝 지름의 10 %에 해당하는 총 침하량이 발생하면 말뚝의 재하시험을 중단할 수 있다.

⑥ 최대시험하중 200 %에 도달하여도 말뚝의 극한지지력이 확인되지 않는 경우 200 %의 하중을 장시간 유지하면서 침하량을 측정하여야 한다. 200 % 하중재하 후, 시간마다 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 미만이 되면 12시간 동안 하중을 유지한 후 재하시험을 종료하여야 한다. 200 % 하중재하 후 12시간이 경과하여도 시간마다로 환산한 말뚝의 침

하율이 0.25 mm/h 이상이 되면 24시간 동안 하중을 유지하도록 한 후, 하중을 제거하여야 한다.

⑦ 최대시험하중 재하 후에는 말뚝설계하중의 25 % 씩 1시간 간격을 두고 하중을 제거하여야 한다.

(5) 본 말뚝이 되는 반력말뚝은 소요지지력의 70 % 보다 큰 인발하중을 받지 않게 하여야 한다.

(6) 시험말뚝의 지내력 검토는 다음과 같다.

① 말뚝 재하하중(P)은 설계하중 또는 말뚝반력(P_N max)보다 최소 2배 이상을 재하하여야 한다. 즉,

$$P \geq 2 \times P_N \max$$

② 재하시험에서 얻은 하중–침하 곡선에서 설계하중 또는 말뚝반력 (P_N max)에 해당하는 침하량(S_{PN}max)은 허용연직 침하량(S_{all})보다 작아야 한다. 즉,

$$S_{PN} \max \leq S_{all}$$

여기서, S_{PN}max : 설계하중 또는 말뚝반력에 해당하는 침하량

S_{all} : 상부구조물의 교대 및 교각의 지점침하량을 말하며, 상 · 하부 구조물의 형식에 따라 달라지는 허용연직 침하량을 말한다. 만약 이 값을 설계도서에서 알 수 없는 경우에는 10 mm를 사용한다.

(7) 감독자는 시험말뚝 또는 다른 말뚝의 거동에 특이성 및 변태를 나타내거나 지내력에 의문을 갖게 하는 경우에는 설계도서 및 특별조항에 명시되어 있지 않더라도 계약상대자에게 추가 재하시험을 요구할 수 있다.

(8) 재하시험이 완료되면 계약상대자는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 즉시, 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 감독자에게 제출하여야 한다.

(9) 재하시험이 완료되면 공사에 필요한 시공관리기준(최종관입량 등)을 결정하여야 한다.

3.3 동재하시험

(1) 동재하시험 말뚝으로 지정된 시험말뚝에 대하여는 박는 도중에 동재하시험(EOID, end of initial driving)을 실시하여야 한다.

(2) 말뚝은 재하시험을 위한 지주를 세우기 전에 각 말뚝의 파동속도를 측정하고, 필요한 기구를 부착할 수 있도록 준비하여야 한다. 파동속도를 측정할 때 말뚝은 수평위치에 두고 다른 말뚝과 접촉되지 않게 하여야 한다.

(3) 말뚝이 지주에 세워진 후 시험기구를 부착시키기 위하여 말뚝에 접근할

수 있어야 하며, 말뚝이 지주에 위치하고 있는 동안에 말뚝머리까지 올라갈 수 있도록 최소 1.2 m × 1.2 m의 발판을 갖추어야 한다.

(4) 동재하시험기구를 모든 상황에서 보호할 수 있도록 보관실을 갖추어야 하며, 보관실의 마루는 최소 2.5 m × 2.5 m, 지붕높이는 최소 2.1 m 이어야 한다. 보관실의 내부온도는 8 ℃ 이상이어야 한다.

(5) 말뚝은 동재하시험기구가 극한지지력에 도달되었다고 지시하는 깊이까지 박아야 한다. 말뚝에 작용하는 응력은 결정된 값이 허용값를 초과하지 않도록 동재하시험기구로 말뚝박기 중에 감시하여야 하며, 필요한 경우에는 응력을 허용값 이하로 유지하기 위하여 쿠션을 추가하거나 해머의 에너지 출력을 감소시켜서 말뚝에 전달되는 타격에너지를 감소시켜야 한다. 동재하시험기구의 측정이 축방향타격이 아니라고 전문기술자와 감독자가 지시하는 경우에는 즉시, 말뚝박기시설을 다시 정돈하여야 한다.

(6) 엷은 층으로 형성된 지반조건이거나 포화된 조밀한 상태의 세립모래 지반조건일 경우에는 지지력감소현상(relaxation)이 발생할 수 있으므로 시험말뚝 박기가 완료된 시점으로부터 일정한 시간이 경과한 후에 항타할 때 동재하시험(EOID, End Of Initial Driving)이 실시된 동일말뚝들에 대하여 재항타 동재하시험(Restrike)을 실시하여야 한다.

(7) 재항타 동재하시험을 할 때의 항타기준은 초기항타 종료 때와 동일한 낙하고로 50타의 타격 또는 말뚝의 추가 관입깊이가 75 mm 에 도달할 때까지 중 먼저 발생하는 쪽으로 하되 재항타 결과 추가 관입깊이가 10회의 타격을 가할 때까지 3 mm 미만인 경우 즉시 항타를 종료하여야 한다.

(8) 동재하시험이 완료되면 계약상대자는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 감독자에게 제출하여야 한다.

(9) 동재하시험이 완료되면 공사에 필요한 시공관리기준(최종관입량, 램 낙하높이 등)을 결정하여야 한다.

3.4 수평재하시험

수평재하 시험방법은 ASTM D 3966에 의거 시행하는 것을 기준으로 하나, 이밖에 cyclic loading, surge loading, reciprocal loading등의 방법이 있으므로 충분히 검토 후 적절한 방법을 선택하여 시행하여야 하며, 시험횟수는 감독자의 지시에 따른다. 단, 수평재하시험의 결과는 실제 조건과 맞게 해석한 후 결과물로 제출되어야 한다.

3.5 항타말뚝 시공관리기준 작성방법

3.5.1 일반적인 방법

(1) 동재하시험 전에 시험말뚝에 가속도계와 변형률계를 부착하여야 한다.

(2) 램 낙하높이를 변화시키면서 말뚝의 관입깊이에 따라 항타응력, 지지력, 최종 관입량, 항타장비의 적정성, 해머쿠션과 말뚝쿠션의 적정성, 말뚝이음부의 건전도, 편타분석 등을 조사하여야 한다.

(3) (2)의 결과를 이용하여 본 말뚝의 항타 시공관리기준 즉, 램 낙하높이와 최종 관입량을 결정하여 본 말뚝을 시공하여야 한다.

3.5.2 간편법

(1) 항타장비가 원활하게 작동할 수 있는 램 낙하높이를 결정한다.

(2) 3개 이상의 최종관입량 즉, 10 mm, 5 mm, 2 mm에서 시험말뚝에 가속도계와 변형율계를 부착하여 동재하시험(EOID end of initial driving)을 수행한다.

(3) 이 관입량에 대하여 동재하시험 결과에서 추정한 허용지지력을 작도한다.

(4) 본 말뚝의 항타 시공관리에 필요한 최종 관입량의 범위는 상시의 설계하중 또는 말뚝반력에 해당하는 최대 관입량에서 허용항타응력을 만족하는 최소 관입량까지로 한다.

(5) 매입말뚝의 동재하시험은 본마다 1회 정도 수행하므로 최종관입량의 범위를 얻지 못 할 수도 있다. 이러한 경우 2~3본의 말뚝에서 최종관입량을 달리하여 최종관입량의 범위를 산정하는 것이 좋다.

3.6 현장품질관리

(1) 시험방법과 결과를 관찰, 기록하기 위하여 독립적인 검사기관을 선정, 의뢰할 수 있다.

(2) 기록에는 사용된 시험장비, 검증 및 기록방법, 시험결과, 말뚝박기 방법에 대한 건의 및 수정 등을 포함하여야 한다.

(3) 시험한 말뚝의 실제치수와 위치, 시험으로 인한 이동 또는 비틀림 등을 정확하게 기록하여야 한다.

(4) 공사 중, 확인 재하시험은 공사 초기에 실시하며, 설계에 사용한 지내력과 말뚝시공의 적합성을 확인하여야 한다.

6-2-6 평판재하시험

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 구조물 기초 지반의 지내력을 측정하는 평판재하시험에 적용한다.

(2) 이 시험방법은 근입깊이와 정하여진 하중 재하판에 대하여 현장하중 조건하에서 흙의 지내력을 평가하는데 사용된다. 흙의 지내력은 단순한 흙의 강도매개변수에 영향을 받는 것이 아니라 하중의 크기와 분포, 제원, 그리고 재하판의 기하학적 형상과 근입깊이(또는 시험높이)에 의존한다. 이 지내력은 지반조사와 기초설계에 사용할 수 있다. 기초설계에 사용하기 위해서는 지반종류에 따른 기초의 크기 효과(scale effect)를 반드시 적용하여야 한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력시험방법

2. 재 료

2.1 재하대 또는 반력보

계산한 소요 총 하중을 작용하는데 필요한 크기와 강도를 가진 재하대 또는 반력보이거나, 예상되는 총 하중반력을 견딜 수 있는 설비이어야 한다.

2.2 유압 또는 기계적인 잭 설비

잭의 용량은 440 kN 이상 또는 특정 지반조건에서는 최대예상하중을 가하는데 충분하여야 하며, 유압잭의 작용하중을 측정하는 장치로는 압력계(pressure gauge), 전자 로드셀(electronic load cell), 또는 프루빙링(proving ring) 등이 사용된다. 하중계(force-measuring devices)는 하중을 ±2% 정밀도로 측정할 수 있는 것이어야 하고, 시험 전에 영점보정을 실시하여야 한다.

2.3 재하판

(1) 재하판의 두께 25 mm 이상, 지정된 최소와 최대 지름을 포함하는 지름 305 mm ~ 762 mm인 3개의 강제 원판 또는 등치 면적의 사각 철판을 사용한다. 대안으로, 언급한 3개 크기의 작은 콘크리트 재하판 또는 보다 큰 재하판은 현장에서 제작할 수 있다. 이 같은 재하판은 적어도 재하판 폭의 2/3의 근입깊이를 가져야 한다.

(2) 실물크기의 재하판을 사용하지 않을 경우, 작은 재하판의 하중-침하 곡선에 크기 효과를 고려하여 실물 크기의 하중-침하 곡선을 예측하여야 한다.

2.4 침하량 측정 장치

침하량 측정은 다이얼 게이지와 같은 장치를 이용하며, 이는 적어도 0.25 mm의 정밀도까지 측정할 수 있는 것이어야 한다.

2.5 기타 장치

재하기둥, 강재쐐기, 그리고 시험위치(test pits)과 재하장치를 준비하는데 필요한 기구이다.

3. 시 공

3.1 시험준비

3.1.1 시험지역 선정

지내력 시험을 위한 대표적 시험지역 선정은 보링에 의한 지반조사결과와 구조물의 설계조건에 의거하여 실시한다. 다른 규정 사항이 없는 한, 재하시험은 해당 기초와 같은 깊이, 해당 기초와 같은 조건 아래에서 실시한다.

3.1.2 시험위치

최소한 3개소에 시험을 하여야 하며, 시험 위치 사이의 거리는 시험에 사용하는 최대 재하판 지름의 5배 이상이어야 한다. 작용하중이 불교란 지반 위에 안치된 재하판의 전면적에 걸쳐 전달되도록 재하판이나 기초가 안치되는 지표면은 조심스럽게 정리 및 수평작업을 하여야 한다. 재하 전에 시험 위치 및 지역의 흙의 함수량 변화를 방지하여야 한다. 다만, 수리 구조물의 경우와 같이 장차 흙이 젖을 것이 예상되는 경우에는 시험지역 내의 흙을 최대 재하판 지름의 2배 이상의 깊이까지 미리 포화시켜야 한다.

3.1.3 재하대

재하대 지지대는 될 수 있는 한 시험 장소에서 적어도 2.4 m 이상 떨어진 곳에서 설치하여야 한다. 시험에 필요한 총 하중은 시험이 시작되기 전에 현장에 준비되어 있어야 한다.

3.1.4 고정하중

강제철판, 재하기둥, 잭 등 모든 기구는 하중을 재하하기 전에 무게를 달아서 고정하중으로 기록하여야 한다.

3.1.5 변위계 측정보

재하면적의 중심에서 적어도 2.4 m 이상 떨어진 곳에 침하 측정 게이지 부착용 보를 독립적으로 설치하여야 한다.

3.2 시험방법

3.2.1 하중증가

95 kPa 이 넘지 않거나 또는 시험지역의 예상 지내력의 1/10이 넘지 않는 하중으로 나누고 누계적으로 동일 하중을 지반에 가한다. 각 하중을 정확하게 측정하고, 모든 하중을 충격, 요동 또는 편심 없이 정적 하중으로 흙에 전달되도록 가한다.

3.2.2 재하 시간간격

각 하중 증분량을 가한 후, 적어도 15분 이상의 지정된 시간간격 동안 누적하중을 유지시켜야 한다. 또한 작용하중에 침하가 멎거나 침하 비율이 균일하게 될 때까지 하중을 유지하도록 보다 더 긴 시간간격을 적용할 수 있다. 이렇게 지정된 시간간격은 일련의 모든 시험에서 각 하중증가에 계속 적용하여야 한다.

3.2.3 침하측정

정밀도 0.25 mm 이상의 다이얼게이지 또는 기타 장치로 침하량을 측정하며, 모든 침하량을 연속적으로 기록한다. 침하량 측정은 될 수 있는 한 하중 증가 바로 전과 후, 그리고 하중이 일정하게 유지되는 동안 6회 이상 침하량 측정을 할 수 있도록 동일 시간 간격으로 실시한다.

3.2.4 시험종료

최대하중에 도달할 때까지 또는 하중증분과 침하증분의 비율이 최소가 되거나 일정한 크기가 될 때까지 각 시험을 지속한다. 뚜렷한 파괴하중을 얻지 못할 경우에는 총 침하량이 적어도 재하판 지름의 10 %가 될 때까지 시험을 계속하여야 한다. 최종 하중증가에 대한 관측을 완료한 후 최종 하중의 1/3 크기로 3단계로 나누어 하중을 제거한다. 그리고 변형이

정지될 때까지, 아니면 적어도 하중의 시간간격 이상의 시간 동안 탄성침하량(rebound deflection)을 지속적으로 기록한다.

3.3 시험기록

규정된 모든 시간, 하중, 각 시험의 침하 자료 외에 다음과 같은 시험에 관련된 제반 사항을 기록한다.

(1) 일 자
(2) 인 원
(3) 기상 조건
(4) 하중증분의 시간에 해당하는 대기온도
(5) 특기 기상

6-3 가시설공사

6-3-1 축도 및 가도

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 공사목적물 축조를 위하여 수중 또는 육상부에서 흙을 쌓는 작업의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 제출물

1.2.1 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 계약상대자는 축도 및 가도 설치계획을 작성하여 관련기관 및 하천(항만) 관리자 등의 승인을 받은 후 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 유수에 접하는 가도 및 축도의 외측면 피복공은 유속 또는 파랑에 대하여 안전하도록 시공하여야 한다.

(3) 가도 및 축도는 특별한 사유가 없는 한 공사완료 이전에 원상 복구하여야 하며, 추후 민원발생 및 관계법령에 저촉되지 않도록 조치하여야 한다.

(4) 흙쌓기 또는 원상 복구를 할 때 지하수와 해수, 토양 등을 오염시키지 않아야 한다.

(5) 대형작업선 운항로에는 유도표지를 설치하여 해상에서의 안전사고를 방지하여야 한다.

6-3-2 가설물막이

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 수중 또는 유수에 접하는 구조물 기초 및 교량건설공사 등의 시공을 위한 임시 물막이 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

(1) KS D 3858 냉간 성형 강널 말뚝

(2) KS F 4604 열간압연강 널말뚝

1.3 용어의 정의

강널말뚝(steel sheet pile) : 흙막이 및 물막이공사에서 토압 및 수압에 저항하고, 차수 목적으로 수직으로 박아 설치한 맞물림 강재 널말뚝을 말한다.

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 공종별 시공계획서

(2) 시공상세도면(구조계산서 포함)

(3) 지반조사보고서

(4) 시공자재의 시험성적서 또는 품질인증서류

1.4.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

(1) 강널말뚝은 KS D 3858의 SPC 450A 또는 KS F 4604의 SY295에 적합한 제품으로 전 길이에 맞물림 장치가 되어 있고, 강널말뚝 머리에는

당김줄의 연결 또는 빼내기에 대비한 구멍이 있는 제품이어야 한다.

(2) 재사용 강재 및 존치기간이 2년 이상으로 긴 부재에 대해서는 장기허용응력을 적용하여야 한다.

(3) 차수 재료는 차수효과 검증을 위한 차수시험을 실시하여야 하며, 공사기간 중 모든 환경조건하에서 성능을 유지하여야 한다.

(4) 주입재의 성분은 지반과 지하수를 오염시키는 유해한 성분이 없어야 한다.

(5) 이 절에서 규정한 재료 이외의 재료는 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용목적에 적합한 제품을 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 계약상대자는 현장의 지형, 지반조사, 기상 및 유속 등의 현장조건을 면밀히 파악한 후 시공하여야 한다.

(2) 가설물막이 공사는 태풍 및 홍수에 대한 별도의 대책을 강구하지 않은 경우 가능한 한 갈수기에 시공하여야 한다.

(3) 가설물막이의 높이는 홍수빈도의 확률에 근거한 계획홍수량 및 최고수위를 고려하여 결정하여야 한다.

(4) 가설물막이는 외부 충격에 의한 변형에 취약하므로 파랑 및 선박 등의 충격에 대한 충격방지 대책을 수립하여야 한다.

(5) 가설물막이의 전면은 필요할 때 유수에 의한 세굴을 방지하는 공법을 강구하여야 한다.

(6) 가설물막이는 영구 구조체의 공법 및 필요한 장비의 유무를 고려한 공법을 선정하여야 한다.

(7) 중소하천에서는 하천 폭 반정도 크기의 가설물막이를 하여 2회로 나누어서 시공하여야 하며, 큰 하천일 경우에는 양안으로부터 시작하여 중앙 유심부로 시공하고 하천상황, 공사규모, 공정 등에 따라 2회 이상으로 나누어서 가설물막이를 설치하여야 한다.

(8) 가설물막이 내의 터파기 및 물푸기는 단계적으로 하여 단계마다 침투수량을 확인하여야 하고 가설물막이의 거동을 측정, 가시설의 이상 유무를 확인하여야 한다.

(9) 가설물막이 내에는 집수정을 설치하여 적합한 용량의 펌프에 의하여 배수를 하거나 보일링 등에 의하여 지반이 부풀어 오를 염려가 있을 때에는 지하수위저하공법 등을 적용하여야 한다.

(10) 터파기를 할 때 계획된 굴착선보다 더 깊게 굴착할 경우 가설물막이의

변형이 발생될 수 있으므로 유의하여야 하며, 가설물막이 내부에 여유 공간이 있을 경우 가설물막이 내부의 하단부는 땅깎기를 하지 않거나, 경사지게 땅깎기하여야 한다.

(11) 가설물막이 공사 주변 구조물에 피해가 예상된 경우 주변 구조물의 기초 및 구조물 하부 지반을 조사하고, 균열 · 변위 및 변형의 진행 여부와 하중의 증감 상황을 확인할 수 있도록 인접 구조물에 대한 계측을 실시하여야 한다.

(12) 가설물막이는 공사완료 후 감독자의 승인을 받아 철거 및 원상복구 하여야 한다.

3.2 차수

3.2.1 차수효과 검증을 위한 차수시험을 실시하되, 여러 가지 방법 중(목측 관찰, 강도 확인, 약액 침투 등) 가장 확실한 방법으로 차수효과를 확인할 수 있어야 하여야 한다. 아울러 물푸기 작업을 할 때 작업원의 안전에 각별히 유의하여야 한다.

3.3 터파기

3.3.1 가물막이 내의 터파기 및 물푸기는 단계적으로 하여 단계마다 침투수량을 확인하여야 하고, 가물막이의 거동을 측정하여 가시설의 이상 유무를 확인하여야 한다.

3.4 시공 기준

3.4.1 흙가마니 및 흙쌓기 가설물막이

(1) 흙가마니 및 흙쌓기 가설물막이는 수위가 3 m 이하인 소규모 가설물막이에 적용하여야 한다.

(2) 흙가마니(마대, 비닐주머니)만을 쌓는 경우에는 누수방지를 위하여 방수성능을 지닌 시트를 사용하여 시공하여야 한다.

(3) 흙가마니(마대, 비닐주머니)를 엇갈리게 쌓아 유수에 충분히 저항할 수 있도록 하여야 한다.

3.4.2 강널말뚝 가설물막이

(1) 강널말뚝의 시공에 있어서는 널말뚝의 이음부가 이탈되지 않도록 주의하여 박아야 한다.

(2) 이중 강널말뚝 가설물막이는 일반적으로 속채움 토사를 충전할 때까지는 불안정하므로 주의하여야 하며, 널말뚝 타이로드(tie-rod)에 편심하중이

작용되지 않도록 시공하여야 한다.

(3) 이중 강널말뚝의 속채움 토사는 설계조건에 맞는 토사를 사용하여야 하며, 하천바닥의 묽은 이토질 토사 등은 미리 제거한 뒤에 속채움을 하여야 한다.

(4) 이중 강널말뚝 가설물막이를 전용하는 경우에는 타이로드의 부속품 특히 링핀 주위의 와셔, 플레이트 및 너트류의 약 절반정도는 사용이 불가능하게 되며, 조임볼트는 절단되므로 교체에 대비하여 예비품을 준비하여야 한다.

3.4.3 셀 구조물 등의 중력식 가설물막이

각각의 독립된 셀의 이음부 시공에 유의하여야 하며, 셀 구조물은 내·외부의 충격 및 채움재의 압력에 의한 터짐 및 찢어짐이 발생되지 않는 견고한 구조이어야 한다.

3.5 원상 복구

(1) 설치된 가시설에 대하여 공사완료 이전에 원상 복구하여야 하며, 추후 민원발생 및 관계법령에 저촉되지 않도록 하여야 한다.

(2) 수중부에 설치되는 시설의 적정성 점검을 위하여 필요할 때 수중촬영 및 기타 부속자재에 대한 확인시험을 실시한 후 감독자에게 그 결과를 제출하여야 한다.

3.6 계측 및 안전관리

(1) 가설물막이가 장기간 설치되거나 깊은 수심에 설치될 경우 계측계획을 수립하여 실시하여야 한다.

(2) 계측항목 및 빈도는 공사시방서에서 정하며, 전담 계측요원을 선정하여 계측관리를 하여야 한다.

(3) 감독자는 사고발생을 대비한 안전대책을 수립하여야 하며, 사고예방을 위한 점검 및 교육을 실시하여야 한다.

(4) 계약상대자는 흙막이 벽체의 변형 및 누수가 발생된 경우 즉시 감독자에게 보고하여야 하며, 감독자는 가설물막이 내부의 근로자의 철수 및 복구 등의 적합한 조치를 실시하여야 한다.

6-3-3 동바리와 거푸집

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 현장 타설 콘크리트를 위한 거푸집 및 동바리와 비계의 설계, 재료공급, 제작, 설치 및 해체공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판

KS F 8006 강제틀 합판 거푸집 패널

KS F 8021 조립형 비계 및 동바리 부재

KS F 8022 강관틀 동바리용 부재

1.3.3 관련 시방서 등

(1) 가설공사 표준시방서 제3장 거푸집 및 동바리

(2) 콘크리트 교량가설용 동바리 설치지침(국토교통부)

(3) 재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침(한국산업안전보건공단)

(4) 도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙 해설(국토교통부)

(5) 도로교설계기준(국토교통부)

(6) 콘크리트 표준시방서 제4장 거푸집 및 동바리

1.4 거푸집

1.4.1 공통사항

(1) 콘크리트 보강철근, 매설품목, 슬리브 및 덕트 등을 여러 작업반에서 적절히 설치할 수 있도록 거푸집 설치와 콘크리트 타설 중간에 충분한 시간을 두어야 한다.

(2) 거푸집은 형상 및 위치를 정확하게 유지하여야 한다.

(3) 거푸집은 쉽게 조립할 수 있고 안전하게 떼어낼 수 있게 하여야 하며, 거푸집 판 또는 패널의 이음은 부재축에 직각 또는 평행으로 하고, 모르타르가 새어 나오지 않는 구조로 하여야 한다.

(4) 특히 지정하지 않는 경우라도 콘크리트의 모서리에 모따기가 될 수 있는 구조이어야 한다.

(5) 필요한 경우에는 거푸집의 청소, 검사 및 콘크리트 타설에 편리하도록 적당한 위치에 임시 개구부를 만들어야 한다.

(6) 중요한 구조물의 거푸집에 대해서는 구조계산을 근거로 시공상세도면을 작성하여야 한다.

1.4.2 거푸집 표면재료

명시된 허용오차 내에서 최종적인 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 하며 다음에 따른다.

(1) 노출부분의 콘크리트 : 콘크리트 마무리공에 기술된 요건에 따라 편평하고, 재료분리가 없는 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 한다.

(2) 감춰진 부분의 콘크리트 : 재료분리나 결함이 없는 콘크리트 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 한다.

1.4.3 특수단면 : 개구부, 벽단, 함몰부, 키 홈, 우묵한 곳, 몰딩, 면이 거친 띠, 모서리 띠, 가로막음, 자막대기, 받침벽, 정착물, 매설될 품목 및 기타 장치를 갖추어야 한다. 재료를 선택하고 명시된 마감작업을 해낼 수 있는 시공방법을 갖추어야 한다.

1.4.4 해체장치 : 콘크리트 표면 및 인접한 재료에 충격과 진동, 손상을 주지 않고 쉽게 떼어낼 수 있도록 거푸집을 설치하여야 한다.

1.4.5 거푸집 표면에 대한 허용오차

이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

(1) 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

① 공사개요

② 시공관리체제(실명제)

③ 세부공정표(자재, 인력 및 장비계획을 포함한다)

④ 사용재료 및 시공결과의 품질

⑤ 공정단계별 시공법 및 양생계획
⑥ 품질관리계획 : 품질관리조직, 관리목표 및 실시방법, 목표에 미달되었을 때의 조치방안 등
⑦ 안전관리계획 및 환경관리계획
⑧ 교통소통 및 환경오염방지 대책
⑨ 타공사, 관계기관, 주변 거주민 및 계약공사의 타 공종과의 협의한 결과 조정이 이루어지지 않은 사항
⑩ 적합한 시공을 위하여 설계도서의 조정 및 변경이 필요한 사항
⑪ 기타 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침 각 절에 명시되어 있는 사항

(2) 제출시기 : 공사 착수 28일 전까지(감독자의 승인기간 : 접수일로부터 7일간)

1.5.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.5.3 시공상세도면

(1) 계약상대자는 시공 상세도면을 토목구조기술사의 구조해석결과에 근거하여 작성하고 토목구조기술사의 확인을 받아야 하며, 부위별 재료명과 시공 또는 설치 방법, 마감상태 및 작성자를 명확히 표현하여야 하고, 정확한 치수 · 축적 · 도면제목 · 관련 도면번호 등의 식별정보를 명시하여야 한다.

(2) 감독자가 승인했다고 하여 계약상대자의 책임이 면제되는 것은 아니다.

(3) 제출시기 : 공사 착수 14일 전까지(감독자의 승인기간 : 접수일로부터 7일간)

1.5.4 공급원 승인요청

(1) 공급원 승인요청 서류는 품질문서에 따라 제출서류를 준비하여야 한다. 다만, 제품의 선정을 위하여 필요하지 않은 사항에 대하여는 감독자와 협의하여 생략할 수 있다.

(2) 설계도서 및 현장여건이 제품설치 등에 적합하지 않을 경우에는 자재의 설치 등을 위하여 필요한 설계도서 및 현장여건의 조정 요구사항을 제출하여야 한다.

(3) 2.1 (2)항의 시험 등급을 받은 동바리를 사용할 때에는 공급원 승인 요청일로부터 6개월 이내 시험실시한 성적서를 제출하여야 한다.

(4) 제출시기 : 공사 착수 14일 전까지(감독자의 승인기간 : 접수일로부터 7일간)

(5) 산업표준화법에 의한 한국산업표준 표시제품(KS 표시제품)에 대하여는 자재사용을 보고하고 사용할 수 있다.

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 보관

거푸집 패널이 변형되지 않도록 보관하여야 한다. 콘크리트에 영향을 미칠 수 있는 손상이나 오염되지 않게 거푸집 패널을 보호하여야 한다.

1.6.2 취급

거푸집 관의 손상이나 휨을 방지하도록 기구를 사용하여 거푸집의 패널을 올려야 한다.

1.7 동바리의 사용 제한

경사재가 없는 조립형 동바리와 강관틀 동바리는 수평변위가 억제되지 않으므로 시공할 때 안전사고 방지를 위하여 콘크리트 교량 가설용 동바리로서의 사용을 제한한다.

1.8 동바리 설치 제한

(1) 조립형 동바리 및 강관틀 동바리의 설치높이는 시공성과 안전성을 고려하여 10 m 이내이어야 한다.

(2) 조립형 동바리 및 강관틀 동바리는 15 m 이내의 지간을 갖는 교량의 가설공사를 할 때 적용하며, 15 m를 초과하는 경우에는 발주청의 승인을 받아야 한다. 단, 박스형 거더교의 경우에는 이 제한을 적용하지 않는다.

1.9 설계 조건 확인

(1) 콘크리트 교량 가설용 동바리는 콘크리트를 타설할 때 발생되는 수직 및 수평하중에 대하여 안전하도록 설계되어야 한다.

(2) 콘크리트 교량 가설용 동바리 설계는 '도로교설계기준(2010, 국토교통부)'에서 정한 허용응력 설계법을 따라야 한다.

(3) 조립형 동바리와 강관틀 동바리는 수평재 및 경사재를 반드시 설치하여 예상되는 수평하중을 이들 부재가 지지하도록 한다.

(4) 동바리 설계는 시공 중과 완성 후의 침하와 변형을 고려하며, 이 때 예상되는 전체 침하량은 가설기초의 침하와 동바리 자체의 변형을 포함하여야 한다.

(5) 조립형 동바리의 수직재 간 간격은 0.9 m 이상 1.2 m 이하이어야 하며, 0.9 m 이하의 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(6) 강관틀 동바리의 수직재 간 간격은 KS F 8022 규정을 따른다.

(7) 조립형 동바리 및 강관틀 동바리의 상하 수평재 간 설치간격에 대한 수직재 간 설치간격의 비는 0.5/1~1/1 의 범위 이내이어야 한다.

(8) 경사진 교량의 가설용 동바리로서 조립형 동바리 혹은 강관틀 동바리를 사용하는 경우에는 다음의 편경사 및 평면곡선반지름에 대한 조건을 만족하여야 한다. 종단경사의 경우에는 제한을 두지 않는다.

① 편경사는 6 % 이내이어야 한다.

② 평면곡선반지름은 국토교통부 제정 '도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙 해설'의 '5-1-2 평면곡선반지름'에서 최대 편경사 6 % 일 때의 설계속도에 대응하는 최소곡선반지름 규정을 만족하여야 한다.

1.10 설계 하중

동바리를 설계할 때 수직하중, 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등을 고려하여야 하며, 콘크리트 표준시방서(2007, 국토해양부) 제5장 1.7의 규정에 따라 다음과 같이 적용한다.

1.10.1 수직하중

(1) 고정하중(DL) : 타설되는 콘크리트 중량

보통 콘크리트 단위중량 = 24 kN/m³

거푸집 하중 = 최소 0.4 kN/m²

특수 거푸집의 경우에는 실제의 중량 적용

(2) 활하중(LL) : 구조물의 연직 방향으로 투영시킨 단위 수평 면적마다 최소 2.5 kN/m² 이상이어야 하며, 진동식 타설 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우에는 3.75 kN/m² 의 활하중을 고려하여야 한다. 다만, 슬래브 두께가 0.5 m 이상인 경우 3.5 kN/m², 1 m 이상인 경우 5.0 kN/m² 을 적용한다.

(3) 상기의 고정하중과 활하중을 합한 수직하중은 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m² 이상, 진동식 타설 장비를 이용한 경우에는 최소 6.25 kN/m² 이상을 고려하여야 한다.

(4) 조립형 동바리와 강관틀 동바리의 경우에 (1), (2), (3) 항의 각 수직하중을 고려한 연직설계하중은 슬래브 콘크리트 바닥 단위면적마다 30 kN/m² 이내이어야 하며, 이를 초과하는 경우에 대한 적용은 발주청의 승인을 받아야 한다.

1.10.2 수평하중

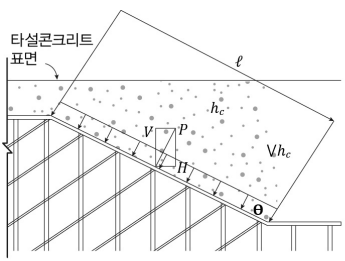
(1) 수평하중(HL) : 콘크리트 교량 상부구조 콘크리트 타설 중에 발생할 수 있는 수평하중은 아래에 규정한 두 값 중 큰 값으로 한다.

① 설계 고정하중의 2 % 이상에 해당하는 값 또는

② 동바리 상단의 수평 방향 단위 길이마다 1.5 kN/m

(2) 횡경사에 의한 수평하중 : 한 번에 타설하는 상부 바닥판의 종단경사 또는 횡경사에 의하여 굳지 않은 콘크리트의 유체 압력이 발생하는 경우에는 그림 6-3-1에 주어진 식에 따라 수평력을 계산하고 (1)의 수평하중에 추가하여 고려한다.

(3) 풍하중(WL), 유수압(FL), 콘크리트 비대칭 타설 시의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 크레인 등의 장비하중, 외부진동다짐에 의한 영향 하중 등과 같이 가설 작업 중 특수하게 발생하는 수평하중(HL)의 영향은 별도로 고려하여야 한다.



수평력 : $H = w_c h_c \forall h_c / \ell$

w_c: 굳지 않은 콘크리트 단위중량으로 여기서는 25kN/m³을 취한다.
h_c : 굳지 않은 콘크리트 평균수두
$\forall h_c$: 횡방향 또는 종방향구배에 의한 높이차
ℓ : 횡방향 길이

그림 6-3-1 교량 상부구조의 횡방향 또는 종방향 경사에 의한 수평력 H

1.10.3 하중 조합

위 1.10.1의 수직하중과 1.10.2의 수평하중은 동시에 고려하여야 하는 하중이며, 수평하중 중에서 1.10.2의 (1) 항과 (2) 항에 규정된 하중만을 고려하는 경우에는 허용응력을 증가시키지 않으며, (1), (2) 항과 (3) 항에 규정된 하중을 동시에 고려하는 경우에는 허용응력을 표 6-3-1과 같이 증가시킬 수 있다. 표 6-3-1에서 하중조합 3의 경우는 일반적으로 고려할 필요가 없으나, 대형교량으로서 동바리의 존치기간이 길고, 그 지역에 특별히 지진에 대한 영향이 예상되는 경우에는 토목구조기술사의 판단에 따라 적용할 수 있다.

표 6-3-1 하중조합과 허용응력 증가계수

	하중조합	허용응력증가계수
1	DL + LL + HL	1.00
2	DL + LL + HL + WL + FL	1.25
3	DL + LL + HL + EQ + FL	1.50

1.11 허용응력

(1) 조립형 동바리와 강관틀 동바리를 구성하는 각 부재의 허용하중은 가설기자재 성능검정 규격품의 성능하중 또는 품질검사전문기관의 성능시험 측정강도에 2.5의 안전율을 고려한 값과 도로교설계기준(2010, 국토해양부) 3.13.3 항에 제시된 규정에 따라 산정된 값 중 작은 값으로 하여야 한다.

(2) 강재 동바리에 적용되는 대구경 원형강관의 허용응력은 도로교설계기준(2010, 국토해양부) 강교편 3.13.3 항에 제시된 규정을 따르며, 형강 또는 플래이트 거더의 허용응력은 도로교설계기준(2010, 국토해양부) 강교편 3.3절에 제시된 규정을 따른다.

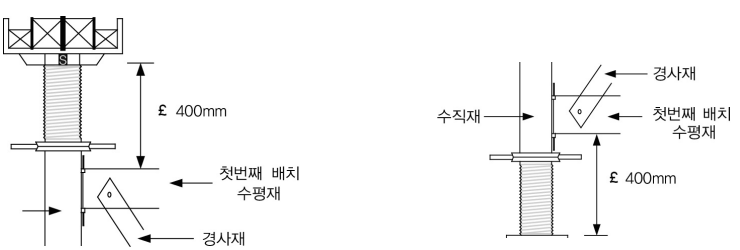
(3) 혼합형 동바리의 허용하중의 크기 또는 허용응력의 크기는 사용된 각 동바리 형식에 따라 1.7.1항과 1.7.2항의 규정을 적용하여 정한다.

(4) 동바리는 재사용이 많기 때문에 허용응력을 증가시키지 않는다. 다만, 풍하중 등을 고려할 경우에는 표 6-3-1과 같이 허용응력을 증가시킬 수 있다.

(5) 성능시험에 사용된 조립형 동바리와 강관틀 동바리의 규격과 현장에 반입된 부재의 규격 및 형태가 동일한 지 철저히 확인하여야 한다.

(6) 동바리를 구성하는 각 부재는 재사용에 따라 강도 저하가 예상되므로 검정유효기간 및 보존상태를 필히 확인하여 사용하여야 한다.

(7) 동바리 본체의 상단과 하단의 경계조건에 의한 수직재 좌굴하중의 감소를 방지하기 위하여 수직재 최상단 및 최하단으로부터 400 mm 이내에 첫번째 수평재가 설치되어야 한다. (그림 6-3-2 참조)



(a) 최상단부 수평재 배치 (b) 최하단부 수평재 배치

그림 6-3-2 수직재 최상단 및 최하단 수평재 배치 상세도

(8) 조립형 동바리 및 강관틀 동바리가 수직재 상단 및 하단으로부터 각 2.4 m 이내의 위치에서 좌굴이 충분히 방지되지 않은 경우에는 3차원 좌굴해석을 수행하여 좌굴하중을 계산하고 안전율 2.5를 적용하여 허용 좌굴하중을 계산하여야 하며, 이 값을 성능하중으로부터 계산한 허용 성능하중과 비교하여 부재의 허용하중을 결정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 판재

(1) 널판 : 콘크리트와 접촉하는 면에는 판재의 매끈한 면을 사용하여야 하며, 은촉이음을 사용하여야 한다.

(2) 구성용 각재 : 구조용 목재

2.1.2 합판

(1) 거푸집용 합판 : KS F 3110 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 두께 : 휨이 발생하지 않고 매끈한 표면을 유지할 수 있는 두께로 12 mm 이상이어야 한다.

(3) 반복 사용으로 거푸집의 표면이 훼손되거나 열화되어 감독자가 교체를 요구하는 경우 계약상대자는 즉시 교체하여야 한다.

2.1.3 강재 거푸집

KS F 8006 또는 동등 이상의 제품이어야 하고, 패널 면처리를 위한 칠이 되어 있지 않은 강판으로 변형의 우려가 없는 충분한 두께를 가져야 한다. 독점적인 특허를 받았거나 제작된 강재 거푸집은 패널 조립, 보강 및 설치 부대품을 포함한다.

2.1.4 와플 슬래브 거푸집

명시된 치수로 매끈한 표면을 갖는 2 방향보를 시공하기 위한 강이나 보강한 플라스틱 돔 거푸집이다.

2.1.5 둥근 기둥 거푸집

명시된 치수로 매끈한 표면을 갖고 이음이 없거나 하나의 수직이음을 갖는 둥근 기둥을 시공하기 위한 강재기둥 거푸집이다.

2.2 장비

2.2.1 일반사항

(1) 기계의 설치, 조립, 해체는 담당책임자의 지시에 따라서 행한다.

(2) 기계는 전도, 침하의 위험이 없는 장소에 설치한다.

(3) 기계 주위에는 울타리, 덮개 등을 설치하여 관계자 이외에는 출입을 금지한다.
(4) 기계를 비, 이슬 등을 맞혀서는 안 된다.
(5) 기계에는 정해져 있는 능력을 명시하여야 한다.
(6) 기계의 운전은 자격을 가진 자 중 지명되어진 자가 하여야 하며, 운전자명을 명시하여야 한다.
(7) 기계의 운전, 정지에는 일정한 신호를 정하여서 관계 작업자에게 주지시켜야 한다.
(8) 기계의 설치장소 주변은 항상 정리, 정돈하여 비상시에도 용이하게 작업할 수 있도록 한다.
(9) 안전장치가 작동하지 않은 상태에서 운전해서는 안 된다.
(10) 운전 중 이상 음향, 진동 등을 감지한 경우에는 정지시키고 검사한다.
(11) 비상시에는 반드시 운전을 정지하고 안전을 확인한 후에 대피한다.
(12) 운전자가 교체될 경우에는 기계의 상태, 기타 인계사항을 명확하게 전달한다.
(13) 기계의 청소 · 주유 · 검사 등을 할 때는 운전을 정지하고, 기동장치에 잠금장치를 하여 작업 중에 시동되지 않도록 한다. 또한 '운전정지'라고 명시하여 둔다.

2.3 부속재료

2.3.1 노출 콘크리트를 위한 거푸집 라이너

명시된 설계, 형태 및 표면 구성을 갖는 마무리된 콘크리트를 만들기 위하여 열간 성형 · 압출 또는 주조된 섬유보강 플라스틱 · FRP · ABS 합성플라스틱 · PVC 합성플라스틱 또는 이와 비슷한 재료로 제작된 것으로 자연스럽게 거푸집으로부터 분리되는 표면을 갖는 거푸집 라이너이며, 일회용 또는 반복용으로 적절히 제작할 수 있다.

2.3.2 누수방지재료

(1) 편평하고 방수 및 비흡수성의 표면과 이음매를 형성할 수 있어야 하며, 거푸집 재료 및 콘크리트 성분과 조화되는 것이어야 한다.
(2) 이음매에 설치하는 개스킷 재료와 봉합재료 거푸집 가장자리를 밀봉해서 성형된 콘크리트 면에 재료분리나 결함이 나타나지 않게 하여야한다.
① 봉합 혼화물 : 실리콘 또는 폴리우레탄 봉합제
② 테이프 : 이음매 부분이 노출되지 않도록 방수접착 처리된 폴리우레탄 플라스틱의 거푸집 필름테이프

2.3.3 거푸집 박리제

(1) 비(非)실리콘계의 거푸집 박리제로 모든 형태의 거푸집에 사용할 수 있는 제품이어야 하며, 콘크리트 표면에 붙거나 얼룩을 만들거나 나쁜 영향을 주어서도 안 된다.

(2) 접합과 부착이 필요한 콘크리트 표면의 처리를 약하게 해서는 안 되며, 물 · 증기 및 양생제로 양생할 때 표면이 축축하게 적셔지는 것을 방해해서는 안 된다.

2.3.4 거푸집 긴결봉

(1) 콘크리트를 깨뜨리지 않고 제거할 수 있는 선단이나 선단 긴결재를 가진 봉형으로 필요한 철근피복두께 만큼의 깊이를 갖는 구멍을 남겨야 한다.

(2) 거푸집 타이는 선단이나 긴결재가 제거되고 남겨진 구멍이 경화된 콘크리트 표면과 평면되게 채워질 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 지름 32 mm, 깊이 38 mm의 제거할 수 있는 콘이 있고, 콘크리트 색상과 같게 모르타르로 만든 구멍마개는 6 mm 들어가서 에폭시 접착제로 부착된다.

2.3.5 삽입재

스테인레스 강이나 용접된 스테인레스 강으로 콘크리트에 대한 정착재와 볼트, 쐐기, 고리 등의 연결재가 갖추어 있어야 한다.

2.3.6 정착공

석판의 정착을 위한 두께가 0.8 mm인 스테인레스 강의 긴 홈을 가진 정착재

2.3.7 모따기 띠(chamfer strips)

깨끗하고 결이 곧은 나무로 만든 20 mm × 20 mm 삼각형 띠 또는 압출한 비닐제품

2.3.8 기타 이음매 띠(strips)

이음매를 처리하기 위하여 나무, 금속 또는 플라스틱으로 만든 띠

2.4 재사용 동바리의 품질규정

(1) 재사용 동바리는 현장에서 1회 이상 사용하였거나 또는 사용하지 않은 새 제품이라도 오랜 기간 현장 보관으로 강도의 저하 우려가 있는 동바리를 말한다.

(2) 재사용되는 동바리는 부재의 변형, 손상, 녹슬음 등의 정도에 따라 사용등급, 시험등급 그리고 폐기등급으로 구분한다. 사용등급은 성능시험 없이 재사용할 수 있는 동바리, 시험등급은 성능시험 결과에 따라 사용 여

부를 판단하여야하는 동바리, 그리고 폐기등급은 재사용하지 못하고 폐기 처분할 동바리를 말한다.

(3) 재사용되는 동바리는 다음과 같이 사용등급, 시험등급 그리고 폐기등급으로 구분하며, 상세 내용은 2011년 한국산업안전보건공단에서 제시한 '재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침(C-25-2011)'을 참조할 수 있다.

① 수리정비가 필요 없이 성능검사 가능등급(A급) : 변형 · 손상 · 부식 등이 거의 없거나 미세하여 수리나 정비가 필요 없이 성능검사가 가능한 경우

② 수리 또는 정비 후 성능검사 가능등급(B급) : 변형 · 손상 · 부식 등이 약간 있거나 보통으로서 수리 또는 정비를 거쳐야만 성능검사가 가능한 경우

③ 폐기 등급(C급) : 중요한 구조부분의 변형 · 손상 · 부식 등이 현저하여 정비 및 보수가 어려운 경우

(4) 사용등급을 받은 조립형 동바리와 강관틀 동바리의 경우 초기 성능값을 동바리 설계를 할 때 적용하며, 시험등급을 받은 경우에는 성능시험 결과를 동바리 설계를 할 때 적용한다.

(5) 재사용되는 조립형 동바리와 강관틀 동바리는 동바리 부재에 손상이 있지만 약간의 교정 또는 부품의 교체가 가능한 경우에는 재사용이 가능하다.

3. 시 공

3.1 시공 일반

3.1.1 콘크리트 교량용 동바리 시공상의 안전성을 확보하기 위하여 감독자는 다음의 사항을 주기적으로 점검하여야 한다.

(1) 콘크리트 타설 전 기 설치된 동바리의 안전성 검토 및 승인을 철저히 한다.

(2) 가설구조물의 중요성과 안전에 대한 교육을 실시한다.

(3) 동바리를 구성하는 자재에 요구되는 성능확보를 위하여 자재 검수와 승인을 철저히 한다.

3.2 거푸집 설치

(1) 승인된 시공 상세도면에 따라 거푸집 설치작업을 수행하여야 하며, 명시된 설계에 따라 허용오차 내에서 마무리된 콘크리트 표면을 만들어야 한다.

(2) 이음매와 접합부는 모르타르가 새지 않게 봉합하여야 한다. 제작자의 설치 지침서에 따라 누수방지 재료를 설치하여야 하며, 맞댄 거푸집 패널사

이의 매끈한 연속성을 유지하여야 하고, 콘크리트 타설 작업에 의한 변위를 지탱할 수 있어야 한다.

(3) 키 홈, 긴 홈 및 우묵한 곳을 만들기 위하여 나무 삽입재를 설치하여야 하며, 나무 삽입재는 부풀지 않고 제거하기 쉬워야 한다.

(4) 거푸집을 깨끗하고, 비틀림과 꺾임이 없게 유지하여야 한다.

(5) 비틀림이나 변위를 방지하도록 버팀재로 버텨야 하며, 콘크리트 모르타르의 유실을 방지할 수 있도록 거푸집에 밀착시켜 설치하여야 한다.

(6) 버팀대나 두르는 띠로 이음매를 지지하여야 한다.

(7) 거푸집은 콘크리트에 손상을 주지 않고 쉽게 떼어낼 수 있도록 조립하여야 한다.

(8) 굳지 않은 콘크리트의 무게와 압력 및 시공 하중으로 인한 처짐을 보정하기 위하여 필요한 경우 거푸집에 솟음을 두어야 한다.

(9) 굳지 않은 콘크리트의 무게와 압력 및 시공 하중이 과다할 것이 우려되는 경우 거푸집의 안전성을 검토하여야 한다.

3.3 매설재 및 개구부

도관, 관 슬리브, 설비 박스, 벽속에 묻힌 구체, 배수구, 금속 긴결봉, 삽입재, 못질 띠, 블록킹, 접지 및 정착물 또는 다른 공사의 부착에 필요한 긴결장치 등과 매설재는 콘크리트를 타설 전에 명시된 대로 정확한 위치에 고정시켜야 한다.

3.4 거푸집 박리제

(1) 철근을 설치하기 전에 거푸집 접촉면에 승인된 거푸집 박리제를 도포하여야 한다. 과다한 거푸집 박리제가 거푸집 안에 쌓이거나 철근 및 매설재와 같이 콘크리트와 접합되어야 하는 면에 직접 접촉되게 해서는 안 된다. 관련 지침에 따라 거푸집 박리제를 발라야 한다.

(2) 강재 거푸집은 얼룩이 없는 녹 방지 거푸집 박리제를 바르거나 녹슬지 않게 보호하여야 한다. 녹이 슨 강재표면을 콘크리트와 접촉하는 거푸집으로 사용해서는 안 된다.

(3) 박리제는 제거될 볼트 및 긴결봉(rod)에도 발라야 한다.

3.5 거푸집의 떼어내기

(1) 거푸집은 콘크리트 표면을 손상하거나 파손하지 않으며, 콘크리트 부재에 과재하중을 주지 않고 거푸집을 변형시키지 않는 방법으로 해체하여야 하

며, 공기압력이나 기타 승인된 방법을 사용하여야 한다. 콘크리트에서 지렛대로 들어 올려서는 안 되며, 못은 평면에 맞추어 잘라내야 하고, 표면은 깨끗하고 흠이 없게 유지하여야 한다.

(2) 거푸집은 구조적인 조건에 따라서 적어도 다음 표 6-3-2, 6-3-3에 명시된 압축강도가 되기까지는 제자리에 두어야 한다.

표 6-3-2 콘크리트의 압축강도를 시험할 경우

부 재	콘크리트 압축강도 (f_{cu})
기초, 보 옆, 기둥, 벽 등의 측면	5.0 MPa 이상
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	설계기준강도 × 2/3 ($f_{cu} \geq 2/3\ f_{ck}$) 다만, 14.0 MPa 이상

표 6-3-3 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우
-기초, 보 옆, 기둥 및 벽의 측면-

시멘트 종류 / 평균기온	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드시멘트, 고로슬래그시멘트(특급), 포틀랜드포졸란시멘트(A종), 플라이애시시멘트(A종)	고로슬래그시멘트, 포틀랜드포졸란시멘트(B종), 플라이애시시멘트(B종)
20 ℃ 이상	2일	4일	5일
20 ℃ 미만 10 ℃ 이상	3일	6일	8일

(3) 프리스트레스트 콘크리트 부재의 밑 거푸집은 보가 받침에 의하여 지지되기 전에 떼어내서는 안 된다.

(4) 갈아내기를 하여야 할 장식용 구조물의 수직면에 설치한 거푸집은 표면마무리 작업을 쉽게 하기 위하여 콘크리트에 손상을 입히지 않을 만큼 경화하면 제거할 수 있다.

(5) 조강시멘트를 사용한 경우 또는 강도 시험결과에 따라 하중에 견딜만한 충분한 강도를 얻을 수 있는 경우에는 감독자의 확인을 받아 제거 시기를 단축할 수 있다.

(6) 마무리 작업

① 계약상대자는 거푸집을 제거한 즉시 거푸집 이음매에 생긴 돌출부를 제거하여야 하며, 구멍이 있는 경우에는 구체에 사용했던 콘크리트와 같은 배합비의 모르타르로 메워야 한다. 이때 메움 부위는 주변 콘크리트 색

상과 일치하여야 한다.

② 모르타르 주입대신 에폭시 그라우팅이나 모르타르에 에폭시 본드를 배합하여 사용할 경우에는 감독자의 확인을 받아야 한다.

③ 구조물의 강도에 영향을 미치거나 철근의 수명에 해를 끼칠만한 정도의 큰 구멍이 생겼을 경우, 영향권 내의 콘크리트를 제거하고 다시 시공하여야 한다.

④ 매끈하게 마무리를 할 수 없거나 수정이 불가능한 부분은 제거하여야 한다.

3.6 거푸집 현장품질관리

(1) 콘크리트를 타설 전에 설치된 거푸집의 선과 수평, 매설된 삽입재와 블록아웃(block out) 등이 정확한지 점검하여야 한다. 매설된 배관과 도관이 장애물에 의하여 방해를 받고 있는지 확인하여야 한다. 콘크리트 부재의 치수와 위치가 적절하고 거푸집의 안정성이 확보되도록 교정 또는 조정하여야 한다.

(2) 콘크리트를 치는 동안, 거푸집 작업 및 관련된 동바리에 변위가 발생하지 않도록 하며, 이음매를 통한 시멘트 모르타르의 유실을 방지하고, 완성된 구조물이 설계도면에 명시된 허용오차 내에 있도록 보장하기 위하여 품질관리를 하여야 한다.

(3) 거푸집을 해체할 때 구조물의 형태가 설계도면이나 감독자가 승인한 시공상세도와 일치하는지 확인하여야 한다.

3.7 이동의 검사

콘크리트를 치는 동안 거푸집의 이동을 검사하기 위하여 감독자가 승인한 추선, 자동표시기 및 측량기기 등의 기법을 사용하여야 한다.

3.8 거푸집의 재사용

(1) 거푸집을 다시 사용할 때는 거푸집 표면을 청소하고 보수하여야 한다. 조각나고, 낡고, 갈라지거나 기타 손상을 입은 거푸집 표면 재료는 다시 사용할 수 없으며, 현장 밖으로 반출하여야 한다. 새로이 거푸집 작업을 할 때는 명시된 대로 거푸집 박리제를 다시 도포하여야 한다.

(2) 이음매는 어긋남이 없도록 정렬해서 고정시켜야 한다. 감독자의 승인을 받은 경우가 아니면 노출된 콘크리트 표면에는 땜질한 거푸집을 사용해서는 안 된다. 거푸집에 난 구멍과 결함을 땜질하기 위해서는 콘크리트에 얼룩을 주지 않는 재료와 방법을 사용하여야 한다.

3.9 동바리 조립

3.9.1 시공조건 확인

(1) 거푸집 지보공을 조립할 때에는 작업책임자를 선임하여야 한다.

(2) 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침이 개정되거나 대체 지침이 제정되면 그 지침에 따른다.

(3) 거푸집의 운반, 설치작업에 필요한 작업장 내 통로 및 비계가 충분한가를 확인하여야 한다.

(4) 계약상대자는 거푸집 지보공 및 거푸집을 조립할 때에 “콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침(국토교통부)”에 의해 구조계산과 조립도를 작성한다. 이 경우 지보공 및 거푸집에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

(5) 거푸집 지보공은 콘크리트 표준시방서(제5장 1.7.3 거푸집 및 동바리 계산) 및 가설공사 표준시방서 (제3장 1.5 설계하중)에 제시된 설계하중을 충분히 지지할 수 있어야 하며, 지보공 기초의 연직력과 구조물 경사에 따른 수평력에 대한 지지력을 확인하여야 한다.

(6) 깔목의 사용, 콘크리트의 타설, 말뚝박기 등 지주의 침하를 방지하기 위한 조치를 하고 또 각부가 활동하지 않는 방법을 취하여야 한다.

(7) 강재와 강재와의 접속부 및 교차부는 볼트, 클램프 등의 전용철물을 사용하여 단단히 연결하여야 한다.

(8) 받침기둥은 수직으로 세우고 또한 아래 위층의 받침기둥은 같은 수직선 위에 세운다.

(9) 개구부 상부에 지주를 설치하는 때에는 상부하중을 견딜 수 있는 견고한 받침대를 설치한다.

(10) 지주의 고정 등 지주의 미끄럼을 방지하기 위한 조치를 취하여야 한다.

(11) 철선 사용은 피하여야 한다.

(12) 지주의 이음은 맞댄이음 또는 장부이음으로 하고, 동질의 재료를 사용한다.

(13) 거푸집이 곡면을 이루고 있는 경우에는 버팀대의 부착 등 콘크리트를 칠 때 거푸집이 부상하지 않도록 조치를 취한다.

(14) 작업장소에 관계자 이외의 출입을 금지하여야 한다.

(15) 악천후 때에는 작업을 중지한다.

3.9.2 기초지반 확인

(1) 지보공 기초의 연직력과 구조물 경사에 따른 수평력에 대하여 미끄러짐 및 전도가 발생되지 않도록 검토하여야 한다.

(2) 지반지지력시험을 통하여 수집된 자료에 근거하여 하부기초부에 대한 지반지지력을 검토한다.

(3) 기초지반 하부에 지중구조물이 있는 경우에는 변형이 되지 않는 흄관, 강관 등을 사용하고 뒷채움 등을 통하여 시공관리를 철저히 하여야 한다.

(4) 동바리의 침하를 방지하기 위하여 기초지반 위에 두께 100 mm 이상의 콘크리트 슬래브를 타설하고, 콘크리트 표면에 두께 45 mm 이상의 받침목이나 전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치한 후 수직재 하단이 놓이도록 한다.

(5) 연약지반이 존재하는 경우에는 말뚝박기를 하여 동바리의 침하를 방지하기 위한 대책을 강구하여야 한다.

3.9.3 시공기준

(1) 목재동바리

① 높이 2 m 이내마다 수평연결재를 설치하고, 수평연결재의 변위를 방지하여야 한다.

② 목재를 이어서 사용할 때에는 2본 이상의 덧댐목을 사용하여 그 상단을 보 또는 멍에에 고정시켜야 한다.

③ 철선 사용을 가급적 피하여야 한다.

(2) 강관동바리(파이프 서포트 제외)

① 거푸집이 곡면일 경우에는 버팀대의 부착 등 당해 거푸집의 변형을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

② 지주의 침하를 방지하고 상 · 하부가 활동하지 않도록 견고하게 하여야 한다.

③ 강재와 강재의 접속부 및 교차부는 볼트, 클램프 등의 철물로 견고하게 연결하여야 한다.

④ 강관 지주는 3본 이상 연결하여 사용하지 않도록 하며, 높이 2 m 이내마다 가새와 수평연결재를 2개 방향으로 설치하고, 수평연결재의 변위가 일어나지 않도록 이음 부분은 견고하게 연결하여 좌굴을 방지하여야 한다.

⑤ 지주 하부의 받침판 또는 받침목은 2단 이상 삽입하지 않도록 하고 작업인원의 보행에 지장이 없으며, 이탈되지 않도록 고정시켜야 한다.

(3) 파이프 서포트

① 파이프 서포트는 단독 버팀대이므로 편심 등에 주의하여 연결재를 사용하여 그 변위를 억제한다.

② 파이프 서포트는 일반적으로 하중이 작은 경우에 사용된다.

③ 파이프 서포트 버팀대의 조립상 주의점은 다음과 같다.

가. 파이프 서포트로 받는 하중 강도에 맞추어 서포트를 배치하고, 편심을 받지 않도록 한다. 재하 하중이 경사져 있는 경우는 특히 이음 및 브

레이싱을 보강한다.

나. 브레이싱은 이음과 같은 면 내에서 양단 및 4 스팬마다 설치한다. 브레이싱의 양단은 서포트 각부 및 정부의 가장자리에 가까운 부분에서 긴결한다. 긴결하는데 어닐링(annealing) 와이어를 사용해서는 안 된다.

다. 이음의 양단의 수평력을 갖도록 콘크리트 벽이 있을 때는 이음을 콘크리트 벽에 맞붙여 조립하고, 브레이싱을 생략하여도 된다.

라. 세워 넣는 서포트의 상부는 완전히 고정시켜야 한다. 서포트 위의 고정은 나사 2개를 박아 넣어 받침판과 멍에를 고정한다.

마. 삽입 핀은 반드시 정규의 것을 사용하고, 그 곳에 있는 환강을 사용해서는 안 된다.

(4) 강관틀 동바리

① 숙련된 작업자가 조립한다.

② 강관틀과 강관틀 사이에 교차 가새를 설치한다.

③ 최상층 및 5개층 이내마다 거푸집 지보공의 측면과 틀면의 방향 및 교차 가새의 방향에서 5개틀 이내마다 수평연결재를 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

④ 최상층 및 5개층 이내마다 또는 거푸집 지보공의 틀면의 방향에서 양단 및 5개틀 이내마다의 장소에 교차 가새의 방향으로 띠장틀을 설치한다.

⑤ 높이 2 m 이내마다 수평연결재를 직각 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

⑥ 조립작업 전에 부재의 흠이나 변형, 부재의 조인트부, 가새 교차부의 체결 철물상태를 점검한다.

⑦ 바닥과 접하는 다리부분은 잭베이스를 이용하고, 깔판 · 깔목 등에 견고하게 고정시킨다.

⑧ 첫 단을 조립한 후에는 반드시 수준기로 높이의 수평상태를 확인하고, 잭베이스로 수평을 조절한 후 다음 작업에 들어간다.

⑨ 틀조의 최상부 및 중간부분의 필요한 곳에 발판을 설치한다.

⑩ 틀비계를 지주로 사용한 경우에는 상단의 강재에 단관을 부착시켜 이것을 보 또는 작은 보에 고정시켜야 한다.

(5) 조립강기둥

① 보 또는 멍에를 상단에 올려놓을 때에는 상단에 강재의 단관을 붙여 이것을 보 또는 멍에에 고정시킨다.

② 높이 4 m를 초과할 때에는 높이 4 m 이내마다 수평연결재를 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

③ 부재의 조인트부를 확실하게 연결한다.

④ 무거운 하중을 받는 경우가 많으므로 설치할 때 각부가 침하되지 않도록 콘크리트 위나 또는 견고한 지반 위에 세운다.
⑤ 세운 후 다리부분이 부상하지 않도록 잘 조절한다.
⑥ 버팀대 특히 잭에 편심하중, 수평하중이 작용하지 않도록 한다.
⑦ 이음은 기둥의 이음마다 직각 두 방향으로 취하여 고정한다.
⑧ 동바리 보, 받침 보 및 버팀대는 서로 유효하게 연결하여 동바리 보를 전장에 걸쳐 연속물로 하고, 그 양단을 교대 · 교각에 맞붙여 조립한다.

(6) 시스템 동바리
① 시스템 동바리는 교량가시설도 및 토목구조기술사가 검토한 구조계산서를 참조하여 작성한 시공상세도에 따라 설치하여야 하며, 동바리를 구성하는 자재에 요구되는 성능확보를 위하여 자재 검수와 승인을 철저히 한다.
② 수직재와 수평 연결재는 직교되게 설치하고 체결 후 흔들림이 없어야 한다.
③ 가새는 수평 연결재 및 수직재에 핀 또는 클램프 등의 결합방법에 의하여 견고하게 결합되어 이탈되지 않도록 설치하여야 한다.
④ 높이 2 m 이내마다 가새와 수평연결재를 2개 방향으로 설치하여 수평연결재의 변위를 방지하고 동바리 자체로 수평하중이 전달되지 않도록 하여야 한다.
⑤ 동바리 높이가 12 m를 초과할 때에는 수직재의 수평변위가 발생되지 않도록 수평 연결재 및 가새보강, 성토 등을 통한 높이 조정, 강재동바리 적용 등을 검토하여야 한다.
⑥ 초기 설치때는 잭 스크류를 조절하여 수평을 확보하여 수직재의 편심에 의한 구조적 손실을 방지하여야 한다.
⑦ U헤드 잭에 얹히는 장선, 멍에재는 편심이 생기지 않도록 중심선에 놓여야 하며 쐐기 등으로 고정하고 편심에 의한 응력을 고려한 안정성 검토를 실시하여야 한다.
⑧ 잭베이스의 전체길이는 600 mm 이내, 수직재와 물림부의 겹침은 200 mm 이상으로 설치하여야 한다.
⑨ 수직재를 설치할 때에는 수평 연결재와 수평 연결재 사이에 수직재의 연결부위가 2군데 이상이 되지 않도록 설치하여야 한다.
⑩ 시스템 동바리 최하부에 설치하는 수직재는 잭베이스의 너트와 밀착되게 설치하여야 한다.
⑪ 시스템 동바리 상부의 U헤드의 폭은 멍에재 2개가 들어갈 수 있는 넓이 이상이 되어야 하며 쐐기 등을 사용하여 멍에재와 U헤드를 밀착시켜 멍

에재와 U헤드와의 유격이 없어야 한다.

⑫ 콘크리트 타설 면이 기울어져 장선과 멍에가 완전한 밀착이 어려울 경우, 쐐기 등을 사용하여 장선과 멍에를 완전히 밀착시키고 못 등을 사용하여 고정을 하여야 한다.

⑬ 연결핀을 사용하여 수직재를 견고하게 조립하고 연결부위에 꺾어짐이 발생하지 않도록 하여야 한다.

⑭ 지보공 기초의 연직력과 구조물 경사에 따른 수평력에 대하여 미끄러짐 및 전도가 발생되지 않도록 검토하여야 한다.

⑭ 잭베이스를 설치할 때에는 잭 베이스 하부에 이물질이나 돌출부위가 없도록 바닥면을 정리하여야 한다.

⑮ U헤드와 강관연결부의 흔들림 방지를 위하여 추가브레이싱을 설치하여야 한다.

⑯ 바닥이 경사진 곳에 설치할 경우에는 목재쐐기 등을 이용하여 동바리 바닥이 수평이 되도록 하고 서로 고정하여야 한다.

⑰ 부재와 부재와의 접속부 및 이음부에는 연결핀 등 전용철물을 사용하여 견고하게 연결하여야 한다.

⑱ 설치 완료 후에는 감독자의 확인을 받은 다음 콘크리트를 타설 하여야 하며, 콘크리트를 타설할 때에는 동바리 이상 징후 관측을 위하여 점검자를 배치하여야 한다.

⑲ 가새는 수평하중을 지반 또는 구조물에 안전하게 전달할 수 있도록 설치하여야 한다.

⑳ 가새는 단일부재를 60° 이내로 사용하여야 한다.

㉑ 단일부재의 가새사용이 불가능할 경우 다음과 같이 이음하여야 한다. 이음가새의 각도는 같아야 하며, 겹이음 가새 간 이격 순간격 100 mm 이내, 가새의 이음위치는 엇갈리게 설치하여야 한다.

㉒ 가새는 바닥에서 동바리 상단부까지 설치하며, 가새를 동바리 밑 둥과 결속하는 경우에는 바닥에서 동바리와 가새재의 교차점까지의 거리가 300 mm 이내로 하며, 해당 동바리는 바닥에 고정시켜 상승력에 저항할 수 있도록 하여야 한다.

㉓ 수밀성 구조체에는 매립형 긴결재를 사용하여야 한다.

㉔ 해체된 자재를 정리 정돈 할 때에는 가능한 한 같은 규격별로 정리하고, 운반작업을 할 때에도 가능한 한 같은 규격별로 묶어 운반토록 하며, 작업을 할 때 부재의 변형이 생기지 않도록 주의하여야 한다.

㉕ 근로자는 당해 작업에 적합한 개인보호구(안전모, 안전대, 안전화, 안전장갑 등)를 착용하여야 하며, 비상시 대피요령 등을 숙지하여야 한다.

㉗ 지반지지력시험을 통하여 수집된 자료에 근거하여 하부기초부에 대한 지반지지력을 검토한다.
㉘ 기초지반 하부에 지중구조물이 있는 경우에는 변형이 되지 않는 흄관, 강관 등을 사용하고, 뒷채움 등을 통하여 시공관리를 철저히 하여야 한다.
㉙ 동바리의 침하를 방지하기 위하여 기초지반 위에 두께 100 mm 이상의 콘크리트 슬래브를 타설하고, 콘크리트 표면에 두께 45 mm 이상의 받침목이나 전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치한 후 수직재 하단이 놓이도록 한다.
㉚ 연약지반이 존재하는 경우에는 말뚝박기를 하여 동바리의 침하를 방지하기 위한 대책을 강구하여야 한다.
㉛ 옆경사가 6 %를 넘을 경우 사용을 금지한다
㉜ 길이가 15 m를 초과하는 경우 발주자의 승인을 받은 후 사용한다

(7) 강재보 지주
① 보의 양단을 지지물에 고정시켜 보의 미끄러짐 및 탈락을 방지한다.
② 보와 보 사이에 수평연결재를 설치함으로써 보가 옆으로 넘어지는 것을 방지한다.
③ 조립 전에 파손, 변형 등의 유무를 점검하여 불량품을 점검한다.
④ 강재보는 설치하기 전에 미리 조립하여 지간을 결정한 후 소정의 높이에서 조립도에 의하여 조립한다.
⑤ 강재보는 상당한 중량이므로 취급할 때 주의하여야 한다.
⑥ 강재보의 지주에는 큰 하중이 작용하므로 지주 다리부분의 침하에 주의한다.
⑦ 강재보는 정하여진 지점 이외의 곳을 지점으로 이용해서는 안 된다.
⑧ 조립 후에는 책임자의 입회아래 세밀하게 점검한다.
⑨ 거더는 그 상면에 직접 거푸집을 깔아도 된다. 다만 작업하중을 고려하고 자중에 견딜 수 있도록 한다.
⑩ 버팀대의 상하에 설치하는 받침형은 집중 하중에 대해서 보강재를 장치하고, 국부좌굴이 생기지 않도록 한다.
⑪ 버팀대 군의 안전을 확보하기 위하여 이음재는 철거 후 스크랩 처리되는 것이 많으므로 긴결 방법을 고려하여 둘 필요가 있다.
⑫ 버팀대가 높은 경우는 복수의 절단재를 커버 플레이트로 연결하여 1개의 버팀대로 하지만, 이음부에 휨을 일으키는 것이 있다. 그 경우는 라이너(liner)를 삽입하여 기둥의 수직성을 확보한다.
⑬ 버팀재에 잭을 사용하는 경우가 있지만, 잭 부는 구조상 약점이 되므로 높이 조정에만 사용한다.

3.10 교량가설용 동바리

콘크리트 교량가설용 동바리의 구조는 상부 하중을 동바리와 연결하는 상부 연결부, 연결부 하중을 하부기초로 전달하는 동바리 본체, 동바리 본체를 지지하는 하부기초부로 구성된다.

3.10.1 동바리의 시공상세

(1) 동바리 본체는 수직하중뿐만 아니라 수평하중에 대해서도 안전성이 확보되어야 하며, 반드시 경사재를 설치하여 수평 방향 변위가 충분히 억제되도록 하여야 한다.

(2) 수직재와 수평재는 직각으로 교차되게 설치하고, 경사재는 수평재 또는 수직재에 연결핀을 사용하여 유격 혹은 이탈이 발생하지 않도록 견고하게 결합한다.

(3) 최하부와 최상부의 수평재는 각각 하부지점과 U-헤드 하단으로부터 400 mm 이내에 설치한다.

(4) 최하단 수직재를 설치할 때에는 받침재의 나선을 조절하여 수평을 확보하고, 수직재 하단의 편심 혹은 경사로 인한 편심의 발생을 방지하여야 한다.

(5) 연결핀을 이용하는 경우에는 연결핀이 연결부위에서 꺾어짐이 발생하지 않도록 한다.

(6) 파이프 받침의 높이조절용 전용 핀을 사용하고, 철근이나 기타 철물의 사용을 금지한다.

(7) 수직재의 수직도에 대한 오차는 높이의 1/1000 이하, 수평재의 수평오차는 13 mm 이하 범위 내에 있도록 시공하여야 한다.

(8) 받침철물은 이물질이나 돌출부가 없도록 바닥면을 정리한 후에 설치한다.

(9) 바닥이 경사진 곳에 설치할 경우에는 목재쐐기 등을 사용하여 받침철물의 바닥면이 수평이 되도록 하고 서로 고정되도록 하여야 한다.

(10) 받침철물의 전체길이는 600 mm 이내, 수직재와 물림부의 겹침은 200 mm 이상으로 설치하여야 한다. (그림 6-3-3, 6-3-4 참조)

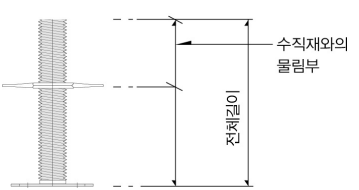


그림 6-3-3 받침철물의 허용 길이

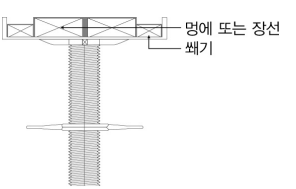


그림 6-3-4 동바리의 상부 U-헤드

3.10.2 상부연결부 시공 상세

(1) 동바리 상부에 U-헤드를 사용하는 경우에는 U-헤드에 설치된 멍에재의 유격이나 이탈이 없어야 하며, 편심발생을 방지하여야 한다.

(2) 콘크리트 타설 면이 경사진 경우와 같이 장선과 멍에가 완전하게 밀착이 되지 않는 경우에는 쐐기 등을 사용하여 장선과 멍에를 밀착시키고 못 등으로 고정하여 미끄러짐을 방지한다.

(3) 멍에는 이음이 없는 단일 부재를 사용하며, 2줄과 1줄을 병행하여 사용할 수 없다. 다만, 단일부재를 사용할 때 부득이 이음을 필요로 하는 경우에는 이음부에 대한 별도의 검증시험을 수행하여 원부재와 동일한 강성을 확보하여야 하며, 이음부에 대한 구조검토를 별도로 실시하여 주주의 간격을 조정하여 동바리의 안전성을 확보하여야 한다.

3.10.3 하부 기초부 시공상세

(1) 지반지지력시험을 통하여 수집된 자료에 근거하여 하부 기초부에 대한 지반지지력을 검토한다.

(2) 수평하중으로 인하여 수직재의 하단부가 이동하는 것을 방지하기 위하여 못박기 혹은 받침목 등을 이용하는 고정장치를 설치한다.

(3) 기초지반 하부에 지중구조물이 있는 경우에는 변형이 되지 않는 흄관, 강관 등을 사용하고 뒤채움 등을 통하여 시공관리를 철저히 하여야 한다.

(4) 동바리의 침하를 방지하기 위하여 기초지반 위에 두께 100 mm 이상 콘크리트 슬래브를 타설하고, 콘크리트 표면에 두께 45 mm 이상의 받침목이나 전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치한 후 수직재 하단이 놓이도록 한다.

(5) 하부 콘크리트 슬래브의 폭 방향 단부는 최외단 수직재로부터 0.6 m 이상의 여유거리를 확보하여야 한다.

(6) 동절기에는 기초가 시공되지 않도록 시공 관리하여야 하며, 불가피하게 동절기를 넘겨야 할 경우에는 동결심도 아래로 수직재 기초부가 형성되도록 한다.

(7) 지반의 해동으로 지반침하가 예상되는 해빙기에는 해빙의 영향을 받은 지반을 치환하거나 이에 상응하는 조치를 취한 후에 하부 기초부를 시공한다.

(8) 연약지반이 존재하는 경우에는 말뚝박기를 하여 동바리의 침하를 방지하기 위한 대책을 강구하여야 한다.

(9) 확대기초에서의 정적 하중에 대한 흙의 지지력 시험방법(KS F 2444, 평판재하시험)을 적용하여 지반 지지력을 산정하며, 이 때 지지력은 항복강

도의 1/2과 극한 강도의 1/3 가운데 작은 값을 취한다.

(10) 토질에 따라 재하폭 및 기초폭에 따른 침하량이 차이가 있으므로 실제 침하량이 허용 침하량 이내인 지를 확인하고 또한, 부등침하의 발생여부를 검토한다.

(11) 허용 침하량에 의한 지지력의 1/3과 평판재하시험에 의한 허용 지지력을 비교하여 작은 값을 허용 지지력으로 취할 수 있다.

(12) 평판재하시험의 경우 재하판 지름의 2배까지만 영향이 미침으로 지하수위 등에 유의하고, 특히 지반하부에 배수관 등이 있을 경우에는 강성 보강 등 별도의 대책을 강구한다.

(13) 말뚝의 경우에는 해머하중과 침하량에 의하여 지지력을 산정한다.

3.11 시공안전 사항

3.11.1 계약상대자 점검사항

(1) 구조검토를 거친 시공상세도면에 근거하여 동바리를 설치하며, 설치를 마친 후에는 수평재, 수직재, 연결부의 각 설치상태를 점검하여야 한다.

(2) 동바리 부재의 반복 사용으로 인한 부재의 변형여부를 확인하고, 부재의 이음부에 대한 검사 및 관리를 철저히 하여야 한다.

(3) 계약상대자는 당해 작업에 적합한 안전모, 안전대, 안전화, 안전장갑 등의 개인보호장비를 착용하여야 한다.

(4) 동바리의 설치완료 후에는 감독자의 검사와 승인을 받아 콘크리트를 타설하며, 콘크리트를 타설할 때에는 동바리의 이상 징후 관측을 목적으로 감시자를 배치하고, 이상이 발견되면 작업을 중지하고 작업자를 대피시킨다.

(5) 구조를 검토할 때 적용된 콘크리트 타설순서 및 타설량을 준수하여 콘크리트를 타설한다.

(6) 콘크리트는 특별한 경우를 제외하고 다음 타설 순서도에 따라 타설한다.

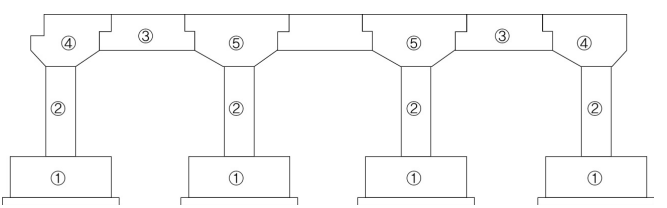


그림 6-3-5 콘크리트 교량의 콘크리트 타설 순서도

(7) 기계화 시공(deck finisher) 및 슬래브 단면 형상(steel box girder, PSC box girder, 빔 girder 등)을 고려하여 타설순서를 결정하며, 감독자의 승인을 받은 후 타설한다.

(8) 슬래브를 타설할 때 편심하중이 발생하지 않도록 전 부분에 고르게 타설하고, 작업성 및 슬럼프 저하를 방지하기 위하여 데크피니셔 전방에 약 3 m 정도의 여유분이 타설되어 있는 상태로 진행되도록 한다.

(9) 해체된 자재의 정리 및 운반작업을 할 때에도 가능한 한 같은 규격별로 묶어 정리하고 운반토록 하며, 부재의 변형이 생기지 않도록 주의한다.

(10) 거푸집 존치기간은 가설공사 표준시방서 제3장 3.9.2의 규정을 따른다.

3.11.2 감독자 점검사항

(1) 시공 전 거푸집과 동바리 조립 및 해체에 관련한 시공계획과 함께 시공상세도면(구조검토서 포함)을 제출받아 검토하고 승인여부를 결정한다.

(2) 구조검토를 할 때에는 동바리계가 수직하중과 수평하중 및 굳지 않은 콘크리트의 측압으로 인한 휨, 전단, 비틀림, 침하, 좌굴거동에 대하여 동바리계가 적합한 강성을 확보하고 있는 지를 검토하여야 한다.

(3) 구조검토를 할 때에는 구조해석을 할 때 적용된 연결부와 지점부의 경계조건이 현장 실정에 적합한 지의 여부를 검토하여야 한다.

(4) 감독자는 거푸집 및 동바리에 대한 설치요령서 및 품질 시험성적서를 계약상대자로부터 제출받아 검토하고 승인여부를 결정한다.

(5) 계약상대자로 하여금 조립도를 작성하게 하고, 조립도에 따라 조립이 진행되는 지를 검사한다.

(6) 동바리의 조립도 경우에는 수직재, 수평재, 경사재, U-헤드, 받침철물, 연결핀, 접합부 등 동바리를 구성하는 각 요소의 종류와 규격 치수 그리고 배치 관계가 정확하게 명시되어 있는 지를 확인한다.

(7) 콘크리트를 타설할 때에는 콘크리트 타설 안전작업계획과 안전작업수칙을 준수하여야 한다.

(8) 거푸집 및 동바리계의 존치기간이 준수되는 지의 여부를 검사하며, 콘크리트를 타설할 때 편심 작용이 생기지 않게 분리 및 분산하여 타설하도록 한다.

6-3-4 가설흙막이공

1. 일반사항

1.1 적용범위

구조물 기초나 지하구조물에 대한 터파기를 안전하게 시공하기 위하여 설치하는 흙막이공법 중 H형강과 목재 흙막이를 사용한 흙막이 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-2 공사관리
1-2-4 공무행정 및 제출물
1-3 자재관리
1-4 품질관리
2-3 구조물 및 지장물 제거
2-7 구조물 기초터파기, 되메우기 및 뒤채움
6-1 교량공사 일반
6-2-1 얕은 기초
6-2-2 기성말뚝
6-4-1 일반 콘크리트
6-4-12 조적 및 주입용 모르타르

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS B 0885 수동 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS D 3505 PC 강봉
KS D 3515 용접 구조용 압연 강재

KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
KS D 7006 고장력 강용 피복아크 용접봉
KS D 7017 용접 철망
KS F 2311 현장에서 모래 치환법에 의한 흙의 단위 중량 시험 방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
KS F 2405 콘크리트 압축 강도 시험 방법
KS F 2413 휨 강도 시험한 공시체로 콘크리트 압축 강도를 시험하는 방법
KS F 2414 콘크리트의 블리딩 시험 방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
KS F 2426 주입 모르타르 압축 강도 시험 방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험 방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험 방법
KS F 2801 콘크리트 원주공시체를 성형하기 위한 몰드
KS F 4603 H형강 말뚝
KS F 4604 열간압연강 널말뚝
KS F 8024 흙막이 판
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3.3 관련시방서 및 기준
(1) 구조물기초설계기준
(2) 건설공사 시공과 관련한 지하매설물 안전관리 요령

1.3.4 관련법규
(1) 건설기술진흥법 제55조
(2) 건설기술진흥법 시행규칙 제6조 2
(3) 도로법(도로점용규칙)

1.4 용어의 정의

(1) 강널말뚝(steel sheet pile) : 흙막이 공사에서 토압에 저항하고, 차수 목적으로 수직으로 박아 설치한 맞물림 강재 널말뚝
(2) 까치발 : 버팀보에 작용하는 하중을 띠장에 분산시킬 목적으로 띠장에 연결되는 버팀보의 단부에 사용하는 경사 버팀보
(3) 띠장(wale) : 흙막이벽에 작용하는 토압에 의한 휨모멘트와 전단력에 저항하도록 설치하는 휨부재로서, 강재 널말뚝에 가해지는 토압을 버팀보에 전달하기 위하여 벽면에 직접 수평으로 부착하는 부재

(4) 록볼트(rock bolt) : 암반 중에 정착하여 지반을 일체화 또는 보강하는 목적으로 사용하는 볼트 모양의 부재

(5) 버팀보(strut or raker) : 흙막이벽에 작용하는 수평력을 지지하기 위하여 경사 또는 수평으로 설치하는 부재

(6) 소단(berm) : 비탈면의 안정성을 높이기 위하여 비탈면 중간에 설치된 수평면

(7) C.I.P(Cast In Placed Pile) : 천공완료 후 철근망을 삽입하고 콘크리트를 타설하여 현장타설말뚝을 형성하는 주열식 벽체

(8) 쏘일 네일(soil nail) : 벽체 형성을 위하여 지반에 삽입하고 그라우팅하여 지지하는 철근

(9) 쏘일 시멘트 벽체(soil cement wall) : 굴착한 구멍 및 원지반에 시멘트계 경화재를 오거 등으로 혼합, 교반시키고 그 속에 응력을 부담하는 응력분담재를 삽입하여 조성된 주열식 벽체

(10) 슬라임(slime) : 보링 · 현장타설 말뚝 · 지하연속벽 등의 시공을 위한 지반을 굴착할 때 생기는 미세한 굴착 찌꺼기로서, 지상으로 배출되지 않고 굴착저면 부근에 남아 있다가 굴착 중지와 동시에 곧바로 침전된 것과 순환수 혹은 공내수 중에 떠 있던 미립자가 굴착 중지 후 시간이 경과함에 따라 서서히 굴착 저면부에 침전한 것

(11) 안내벽(guide wall) : 지하연속벽을 시공할 때 굴착작업에 앞서 굴착구 양측에 설치하는 콘크리트 가설벽으로서, 굴착입구 지반의 붕괴를 방지하고 굴착기계와 철근망 근입의 정확한 위치 유도를 목적으로 설치

(12) 안정액(slurry) : 액성한계 이상의 수분을 함유한 흙을 대상으로 공벽을 굴착할 경우 공벽의 붕괴 방지를 목적으로 사용하는 현탁액으로 벤토나이트(bentonite)를 사용한다.

(13) 엄지말뚝(soldier pile) : 굴착 경계면을 따라 수직으로 설치되는 강제 말뚝으로서 흙막이판과 더불어 흙막이벽을 이루며, 배면의 토압 및 수압을 직접 지지하는 수직 휨부재

(14) 지반 앵커(ground anchor) : 선단부를 양질지반에 정착시키고, 이를 반력으로 하여 흙막이벽 등의 구조물을 지지하기 위한 구조체로서 그라우팅으로 조성되는 앵커체, 인장부, 앵커머리로 구성된다. 어스 앵커(earth anchor)라고도 하며, 영구앵커와 가설(임시)앵커로 구분

(15) 지하연속벽(diaphram wall) : 벤토나이트 안정액을 사용하여 지반을 굴착하고 철근망을 삽입한 후 콘크리트를 타설하여 지중에 시공된 철근 콘크리트 연속벽체

(16) 흙막이 : 지반을 굴착할 때 붕괴 및 인접지반의 침하 등을 방지하기 위하여 설치하는 구조물

(17) 흙막이판 : 일명 토류판(土留板)이라고 하며, 배면의 측압을 직접 지지하여 주는 휨 부재

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(매설물, 가공물, 도로구조물, 연도건물, 지반, 노면교통 등)을 고려한 공종별 시공계획서와 시공상세도면을 준비한다.

(2) 공종별 시공계획서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.

① 상세한 위치, 사용기계 및 공정, 지장물 처리 방법 등

② 토질조건, 흙막이구조, 굴착규모, 굴착방법, 지하매설물의 유무, 본 구조의 시공법, 인접구조물 등과의 관련을 고려하여 공정의 각 단계에서 필요한 안정성이 확보될 수 있는 흙막이 구조물 시공계획

③ 연암 등의 암반지역과 같이 흙막이벽 대신 굴착면이 노출되는 경우에는 굴착면의 안정성을 확보할 수 있는 시공계획

④ 널말뚝, 엄지말뚝, 흙막이 앵커, 띠장, 버팀보 등의 부재 재질, 배치, 치수, 설치시기, 시공순서, 시공법, 장비계획, 지장물 철거계획, 가배수로 및 안전시설 설치계획 등

⑤ 설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 전문기술자가 작성하고, 감독자가 인정하는 자격을 갖춘 기술자가 서명, 날인한 수정도면 · 계산서 · 검토서 · 시방서 등을 포함하는 설계검토 보고서

⑥ 계측계획

⑦ 흙막이 공사 중 또는 완료 후 구조물의 부상현상에 대한 배수처리 및 부상방지대책

⑧ 흙막이 공사에 의한 공사구간의 교통 처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리계획

⑨ 기타 감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 사항

(3) 시공상세도면에는 다음 내용이 포함되어야 한다.

① 흙막이공의 설치위치 및 인접시설물과의 공간관계

② 지장물도

③ 가설구조물도

④ 구조계산서
⑤ 계측관리도
⑥ 시공순서도
⑦ 강재의 용접, 볼트이용, 지지방식(앵커, 버팀보) 등의 상세도

(4) 시공상세도면의 내용에 대하여 감독자가 인정하는 자격을 갖춘 기술자가 작성하여 서명, 날인하여야 한다.

1.5.2 시험성적서 및 보고서

공사의 종류와 사용재료에 따라 필요한 다음과 같은 시험성적서 및 보고서를 제출한다.

(1) PC강선 품질시험성적서
(2) 그라우팅 배합설계 보고서
(3) 그라우팅 시험주입 보고서
(4) 긴장시험 보고서
(5) 약액주입 관리 및 결과 확인보고서
(6) 계측관리 보고서
(7) 강재 및 시멘트 시험성적서

1.5.3 작업환경조사 보고서

공사의 종류와 사용재료에 따라 필요한 다음과 같은 작업환경조사를 하여 보고서를 제출한다.

(1) 지하매설물과 인접 구조물의 종류, 위치 및 구조
(2) 천공 및 주입작업이 인접구조물, 통행인 등에 미치는 영향의 유무 검토
(3) 작업장소 및 넓이
(4) 장비의 반입, 반출에 대한 조건
(5) 공사용수
(6) 공사용 동력원
(7) 배수의 장소 및 조건
(8) 기타 허가사항 처리

1.5.4 지반조사보고서

지반조사보고서에는 다음 내용이 포함되어야 한다.

(1) 주상도
(2) 흙의 함수비, 단위중량 및 입도분포
(3) 투수계수
(4) 흙의 전단강도, 암반의 절리 및 강도특성
(5) 수평지반반력계수(Kh)

1.5.5 지반 앵커 긴장 계획서

지반 앵커의 긴장 전에 다음 사항에 대한 계획서를 제출하여야 한다.

(1) 긴장할 앵커의 결정 및 긴장순서

(2) 긴장력

(3) 신장량의 계산에 의한 예측

(4) 시험 앵커의 선정

1.5.6 품질인증 서류

한국산업표준(KS) 제품이 아닌 일반제품을 사용할 때는 사용자재에 대하여 사용 전에 제품자료와 납품자의 제품시방서 및 설치지침서, 품질보증서 등의 품질시험 성적서를 제출하여야 한다.

1.5.7 견본

감독자는 앵커헤드, 쐐기, 강선, 지압판, 패커 등의 흙막이 공사에 사용되는 재료의 구조 및 특성을 파악할 수 있는 견본품 제출을 요구할 수 있다.

1.5.8 현장 동원 및 철수 계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 1-2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.5.9 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.6 지반조사

계약상대자는 구조물 시공에 필요한 경우 감독자의 승인을 받은 후 지반조사를 실시하여야 한다.

1.7 기존 구조물의 근접 시공

이 시방서 6-1절 3.3의 해당사항에 따른다.

1.8 타 공정과의 협력작업

계약상대자는 흙막이 공사 구간에 인접한 관로작업, 구조물 설치작업, 도로작업 및 부대시설물 설치작업 등과 흙막이 작업이 서로 지장이 되지 않도록 공사 착수 전에 조정하여야 한다.

1.9 설계하중

1.9.1 일반사항

(1) 가설흙막이공은 여러 가지 시공조건을 고려하여 설계하여야 한다.

(2) 가설흙막이공 설계 및 시공에 적용되는 고정하중, 활하중, 충격하중 등은 도로교설계기준을 따른다.

(3) 토압 및 수압은 흙막이벽의 종류, 지반조건, 현장조건 등을 종합적으로 평가하여 적용하여야 한다.

(4) 흙막이벽에 작용하는 토압은 굴착할 때와 해체할 때에는 굴착 단계별 토압을 적용하고, 굴착과 지지구조가 완료된 경우에는 경험토압을 사용하여야 한다.

(5) 가설흙막이공의 설계에 적용하는 토압은 굴착 단계별 토압과 경험토압을 비교하여 안전측인 토압을 적용하여야 한다.

1.9.2 굴착 단계별 토압

굴착과 해체할 때의 단계별 토압과 근입깊이 결정에 적용하는 흙막이벽 외측에 작용하는 주동토압(p_a)과 굴착저면의 수동토압(p_p)은 다음 식을 적용할 수 있다.

$$p_a = \{\gamma h_o + \gamma'(h - h_o) + q\}K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$p_p = \{\gamma h_o + \gamma'(h - h_o) + q\}K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

$$p_w = \gamma_w(h - h_o)$$

여기서, p_a : 지표면에서 h 깊이에서의 주동토압($\mathrm{kN/m^2}$)

p_p : 지표면에서 h 깊이에서의 수동토압($\mathrm{kN/m^2}$)

p_w : 수압($\mathrm{kN/m^2}$)

γ : 흙의 습윤 단위중량($\mathrm{kN/m^3}$)

γ' : 흙의 수중 단위중량($\mathrm{kN/m^3}$)

γ_w : 물의 단위중량($\mathrm{kN/m^3}$)

h : 지표면에서 임의점까지의 깊이(m)

h_o : 지표면에서 지하수위면까지의 깊이(m)

ϕ : 흙의 내부마찰각($^\circ$)

$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$: 주동토압계수

$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$: 수동토압계수

q : 지표면 상의 상재하중(kN/m^2)

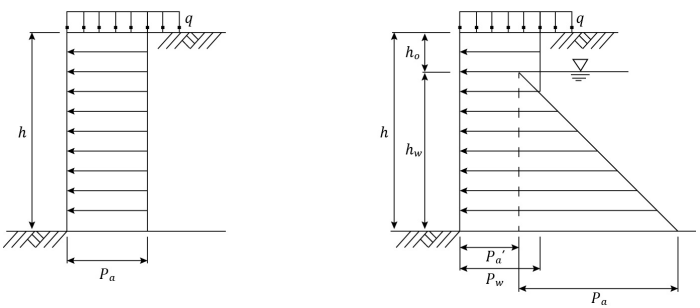
c : 흙의 점착력(kN/m^2)

다만, 지반과 흙막이벽 사이의 마찰은 coulomb 토압식을 사용하여 고려할 수 있다.

1.9.3 경험토압

단계별 굴착과 지지구조 설치가 완료된 후 흙막이벽에 작용하는 토압은 기술자의 판단에 따라야 하지만, 일반적으로 가설흙막이벽체와 같은 연성벽체에 적용되는 대표적인 토압은 다음과 같은 경험토압으로부터 정할 수 있다.

(1) 사질토 지반



$p_a = 0.65K_a(\gamma \cdot h + q)$

(a) 배수성 흙막이에 작용하는 토압

$p_a' = 0.65K_a(\gamma' \cdot h + q)$

$p_w = h_w \cdot \gamma_w = (h - h_o) \cdot \gamma_w$

(b) 차수성 흙막이에 작용하는 토압

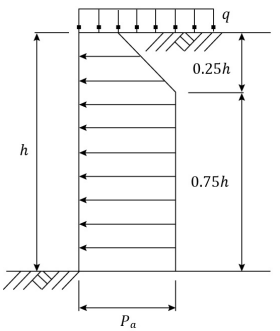
여기서, γ_w : 물의 단위중량 (kN/m^3)

h_w : 지하수면의 높이 (m)

그림 6-3-6 사질토 지반의 토압

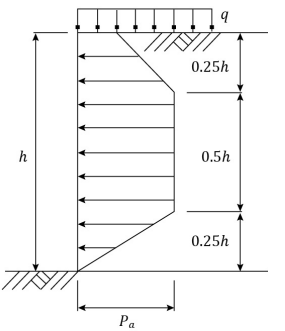
(2) 점성토 지반

지반의 굳기 정도에 따라 다음과 같이 구분하여 정할 수 있다.



$p_a = K_a(\gamma \cdot h + q)$

(a) $K_a \geq 0.4$인 경우



$p_a' = 0.2 \sim 0.4(\gamma \cdot h + q)$

(b) $K_a < 0.4$인 경우

여기서, $K_a = 1 - m\dfrac{4c}{\gamma h}$: 토압계수

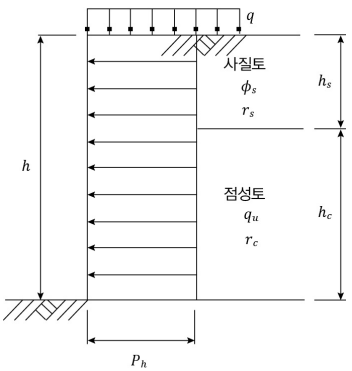
m : 보정계수 (보통 $m=1$을 사용하며, 연약한 정규압밀점토 지반을 굴착할 때 $m = 0.4F_{sb}$을 사용

F_{sb} : 굴착 바닥면의 안전율 $(1 \leq F_{sb} \leq 1.5)$

그림 6-3-7 점성토 지반의 토압

(3) 복합지반

상부 층이 모래지반, 하부 층이 점토지반으로 구성된 복합지반의 토압분포는 등가점착력으로 환산하여, 다음과 같이 정할 수 있다.



$$p_h = K_a(\gamma \cdot h + q)$$

여기서, $K_a = 1 - m\frac{4c_{av}}{\gamma_m h}$: 주동토압계수

$\gamma_m = \frac{1}{h} \cdot [\gamma_s \cdot h_s + \gamma_c \cdot h_c]$: 지반의 평균 단위중량

γ_s : 사질토의 습윤 단위중량(kN/m^3)

h_s : 사질토층 두께(m)

γ_s : 점토의 습윤 단위중량(kN/m^3)

h_s : 점토층 두께(m)

$$c_{av} = \frac{1}{2h} \cdot [\gamma_s h_s^2 K_s \tan\phi_s + (h - h_s) n q_u]$$

$K_s = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$: 사질토 주동토압계수

n : 점토의 진행성 파괴계수(0~1, 평균 0.75)

c_{av} : 점토의 등가점착력(kN/m^2)

q_u : 점토의 일축압축강도(kN/m^2)

그림 6-3-8 복합지반의 토압

1.9.4 수압

(1) 수압의 크기는 흙막이벽의 차수성 여부와 벽체가 불투수층에 도달한 정도에 따라 달리 적용하여야 한다.

(2) 균질 토사지반에서 벽체가 불투수층에 도달하지 않은 경우에는 유선망 이론으로 각 위치별 압력수두를 구하여 적용한다.

(3) 완전 차수성 흙막이벽이 불투수층지반에 이상적으로 시공되어 침투현상이 일어나지 않는 경우에는 수동측의 정수압을 제외한 수압을 적용한다. 다만, 차수성벽체로서 누수 발생에 따른 수압의 감소가 발생하는 경우에는 감소된 수압을 평가하여 적용할 수 있다.

(4) 비차수성 흙막이벽은 지반조건과 벽체조건을 고려하여 유선망 해석이나 수치해석법에 의하여 정량적으로 구한다.

1.10 설계

1.10.1 일반사항

(1) 가설흙막이의 설계는 허용응력설계법에 따른다. 다만, 지하연속벽 공법일 경우는 강도설계법을 적용할 수 있다.

(2) 흙막이는 굴착에 따른 수평변위나 침하로 인한 영향을 검토하여 설계하여야 한다.

(3) 흙막이는 굴착 및 시공단계를 고려하여 가장 불리한 경우에 대하여 설계하여야 한다. 특히, 노면복공 시행구간에서는 노면복공에 의한 축력을 조합하여 검토한다.

(4) 흙막이 및 지반 전체를 포함한 구조체의 외적 안정성과 내적 안정성이 반드시 검토되어야 하며, 안정성에 적용하는 안전율은 이 장 1.10.3에 따른다.

(5) 인접구조물의 간이 안정해석은 배면지반 침하에 대한 안전과 부등침하에 따른 각변위를 검토하여 판정하며, 변위한계는 공사시방서를 따른다.

(6) 흙막이 공사로 지반이완이나 주변건물에 피해가 예상될 경우에는 그라우팅이나 언더피닝 공법 등으로 보강조치를 하여야 한다.

(7) 히빙과 파이핑에 대한 검토를 실시하고, 특히, 인접하여 중요구조물이 있거나, 투수계수가 서로 다른 복합지반과 비등방성 지반에 적용하는 경우에는 수치해석을 통한 정밀해석을 하여야 한다.

1.10.2 허용응력

(1) 강재와 같이 비교적 재사용이 많은 부재에 대해서는 장기허용응력을 적용하여야 한다.

(2) 규격품이나 성능이 확인된 제품 이외의 것을 사용하는 경우에는 공인시험기관의 시험값을 기초로 한 허용하중값을 적용한다.

1.10.3 안전율

가설흙막이에 적용하는 앵커 및 기타 시설의 안정성 검토에 적용하는 안전율은 최소한 표 6-3-4의 값 이상이어야 한다.

표 6-3-4 가설흙막이의 안전율

조 건		안전율		비고
지반의 지지력		2.0		극한지지력에 대하여
활 동		1.5		활동력에 대하여
전 도		2.0		저항모멘트와 전도모멘트의 비
비탈면 안정		1.2		-
근입깊이		1.2		수동 및 주동토압에 의한 모멘트 비
굴착저부의 안정	보일링	2.0		사질토
	히빙	1.5		점성토
지반앵커	사용기간 2년 미만	토사	2.0	인발저항에 대한 안전율
		암반	1.5	
	사용기간 2년 이상	2.5		

1.10.4 인접지반 침하량 검토

(1) 흙막이를 설계할 때 또는 시공할 때에는 굴착에 따른 주변지반의 침하 및 수평이동 변위량을 추정하고 이에 따른 인접구조물의 영향에 대하여 검토하여야 한다.

(2) 흙막이 벽체의 변위에 따른 주변지반의 침하는 흙막이 변위로부터 주변지반 침하를 추정하는 방법과 버팀구조와 주변지반을 일체로 하여 해석하는 방법이 있으며, 인접구조물에 영향이 있을 것으로 추정되는 경우에는 정확한 수치해석을 하여야 한다.

(3) 점성토 지반인 경우에는 압밀침하량을 별도로 검토하여야 한다.

(4) 굴착에 따른 지하수위 하강에 의하여 지반침하와 토사유출이 예상되는 경우에는 이에 따른 지반침하에 대하여 검토하여야 한다.

1.11 흙막이벽 설계

(1) 엄지말뚝 및 강널말뚝의 해석은 버팀보 위치를 탄성지점으로 하는 연속보로 계산하거나 탄소성법과 같은 수치해석을 적용할 수 있다.

(2) 말뚝의 근입깊이는 굴착완료 후 또는 최하단 버팀보 설치 위치를 중심으로 수동토압에 의한 저항모멘트와 주동토압에 의한 활동모멘트 비, 보일링 및 히빙에 대한 안정성 등을 검토하여야 한다.

(3) 강널말뚝에 작용하는 주동토압과 수동토압 분포 폭은 강널말뚝 전 폭으로 하고, 말뚝하부의 고정조건에 따라 토압계산법을 달리 적용하여야 한다.

(4) 엄지말뚝에 작용하는 토압 분포 폭은 기술자의 판단에 따르되, 표 6-3-5의 값을 따를 수 있다.

(5) 흙막이벽을 설치할 때 부득이 물분사 공법(water jet)으로 타입하는 경우에는 벽체 하단 2m 정도는 물분사 공법을 적용해서는 안되므로 근입부의 차수 및 안정성 대책을 마련하여야 한다.

표 6-3-5 엄지말뚝에 작용하는 토압의 작용 폭

지반상태	사질토	50 ≥ N > 30	30 ≥ N > 10	N ≤10
	점성토	N > 8	8 ≥ N > 4	N ≤4
수동토압		플랜지 폭의 3배	플랜지 폭의 2배	플랜지 폭
주동토압	굴착면상부	엄지말뚝의 간격		
	굴착면하부	플랜지 폭		

다만, 수동토압의 작용 폭은 말뚝간격 이하임.

(6) 엄지말뚝 배면 흙이 배수 등의 원인으로 침하할 우려가 있을 때는 부마찰력을 엄지말뚝의 축하중에 가산하여 검토한다.

(7) 지반 앵커의 연직분력을 축방향력에 고려할 경우는 지반 앵커의 수평분력 및 버팀보 반력에 의한 마찰력을 허용지지력에 고려한다.

(8) 엄지말뚝에 의하여 지지되는 흙막이판은 토압에 의한 등분포하중이 양쪽 말뚝의 지지위치를 지점으로 하는 단순보로 가정하여 설계한다.

(9) 흙막이판은 휨과 전단에 대하여 설계한다.

(10) 코너부에 사보강재를 이용할 경우에는 수평분력에 의한 축방향력에 대하여 검토하여야 한다.

1.12 띠장, 버팀보, 중간말뚝 설계

1.12.1 띠장

(1) 띠장에 발생한 하중을 버팀보나 지반 앵커에 균등하게 전달시킬 수 있도록 충분한 강성을 갖추어야 한다.

(2) 띠장은 단순보로 설계한다. 다만, 양호한 이음구조로 휨모멘트 및 전단력이 충분히 전달되는 경우에는 연속보로 계산할 수 있다.

(3) 띠장의 지점간격은 순간격을 적용하며, 까치발에 따라 다음과 같이 구분하여 적용한다.

① 까치발이 없거나, 각도가 45°를 초과하는 경우에는 버팀보의 설치간격을 적용한다.

② 각도가 45° 이내인 까치발을 설치한 경우에는 까치발에 의한 구속을 고려하여 적용한다.

(4) 버팀보의 위치에서 띠장의 횡변위를 구하고 그 변위가 버팀보 축력에 미치는 영향을 검토하여야 한다.

(5) 띠장의 처짐은 순간격의 1/300 이하이어야 한다.

(6) 버팀보 또는 지반 앵커와의 접합부는 보강재를 설치하여야 한다.

(7) 지반 앵커에 연결되는 띠장은 앵커로 인한 연직분력을 고려하여야 하며, 미끄럼에 대하여 검토하여야 한다.

(8) 굴착면의 가로와 세로의 차가 매우 클 경우, 단변 띠장은 축력에 대한 검토를 추가하여야 한다.

(9) 사보강재를 설치할 경우의 띠장 설계는 버팀보 반력에 의한 휨모멘트와 사보강재로부터 전달되는 축력을 동시에 받는 구조로 보고 안정성을 검토하여야 한다.

1.12.2 버팀보

(1) 버팀보는 띠장에서부터 전달되는 하중, 고정하중, 상재하중 및 온도의 영향을 고려하여 휨압축부재로 설계한다.

(2) 버팀보는 흙막이벽의 변위를 억제하고 띠장과 흙막이벽의 밀착을 위하여 초기 지압력을 도입하는 경우에는 추가되는 축력의 크기를 반영하여야 한다.

(3) 좌굴은 강축방향과 약축방향에 대하여 검토하며, 각 방향 좌굴길이는 다음에 따른다.

① 강축 좌굴길이는 엄지말뚝 또는 중간말뚝 중심간 거리로 한다.

② 약축 좌굴길이는 강축방향 좌굴길이 또는 직각이음재(수평이음재 및 수직이음재) 중심간 거리의 1.5배를 적용한다.

③ 유효한 까치발이 있을 경우에는 강축은 전체 길이를, 약축은 까치발 시작점의 1/2 위치까지를 유효 좌굴 길이로 적용할 수 있다.

(4) 세장비는 100 이하로 하고, 현장의 공사여건상 부득이하게 좌굴에 대하여 효과적으로 구속시킬 수 없는 경우라도 120을 초과할 수 없다.

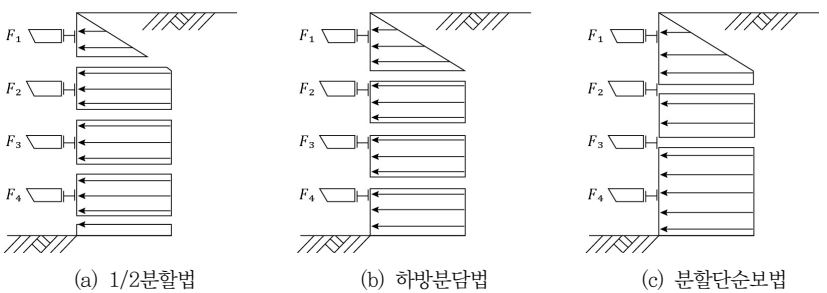
(5) 버팀보는 가설구조물 전체의 강성을 확보할 수 있도록 일정간격으로 인접 버팀보와 수평가새를 설치하며, 가새의 설치는 좌굴 해석에 따라 위치 및 부재규격을 결정하여야 한다.

(6) 굴착 폭이 넓은 곳, 최상단 버팀보, 지질이 연약한 곳에 설치되는 버팀보는 편토압에 대하여 검토하여야 한다.

(7) 레이커(raker)는 기초에 대한 검토와 띠장과의 연결부에서 상향력에 대한 검토를 하여야 한다.

(8) 레이커의 길이는 6m를 초과하지 않는 것이 좋으며, 받침기초체(kicker block)가 완성될 때까지는 흙막이 벽체의 변위가 허용범위 내에 있는지를 검토하여 버팀지지 구조의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.

(9) 버팀보에 작용하는 축력은 띠장의 반력으로 구하고, 간이식으로는 그림 6-3-9 와 같이 1/2 분할법, 하방분담법, 분할 단순보법 등으로 사용할 수 있다.



(a) 1/2분할법 (b) 하방분담법 (c) 분할단순보법

그림 6-3-9 버팀보의 축력 산정법

1.12.3 중간말뚝

(1) 중간말뚝은 버팀보의 좌굴 방지에 유효한 단면이어야 한다.

(2) 버팀보의 자중 이외에 활하중, 주형보 또는 매설물 등에서 전달되는 하중을 지지하는 중간말뚝의 경우에는 수직하중에 대하여 검토하여야 한다.

(3) 중간말뚝의 종방향 강성을 증가시키기 위하여 중간말뚝에 사재 등의 보강부재를 조립시킨 경우에는 하중분배를 고려할 수 있다. 다만, 트러스 형태의 보강이 없는 중간말뚝은 단독으로 수직하중을 지지하는 것으로 한다.

(4) 중간말뚝은 지지력에 대한 검토를 하고 인발력이 발생하는 경우에는 이에 대해서도 검토하여야 한다.

1.12.4 까치발

(1) 까치발의 접합부는 활동에 대하여 충분한 내력이 있는 구조이어야 한다.

(2) 까치발의 각도는 45° 이내의 각도로 하여, 축력을 받는 압축재로 설계한다.

(3) 까치발에 작용하는 축력은 띠장으로부터 전달되는 반력으로 하되 설치각도를 감안하여 산출한다.

1.13 지반 앵커 설계

(1) 지반 앵커는 구조물의 규모, 형상, 지반조건 및 환경조건에 적합한 것을 선정하고 설계하중에 대해서 인발저항력을 갖도록 설계하여야 한다.

(2) 앵커의 직경은 프리스트레스와 긴장력을 고려하여 결정하여야 한다.

(3) 자유장은 가상활동면의 길이에 1.5 m 또는 굴착깊이의 1/5을 더한 값 중 큰 값을 적용하고, 이 길이는 최소 4.5 m 이상으로 한다.

(4) 앵커 정착장 중심으로부터 지표면까지의 깊이는 최소 4.5 m 이상으로 한다.

(5) 좌대 및 지압판은 설계 정착력에 대하여 충분한 강도를 갖고 유해한 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

(6) 띠장의 설계는 이 장 1.8.1에 따른다.

1.13.1 앵커의 설계 긴장력(Ti)

$$T_i = \frac{R \times a}{\cos\theta}$$

여기서, R : 단위길이마다 지점반력(kN/m)

a : 지반앵커의 수평 설치 간격(m)

θ : 지반앵커 설치 각도

1.13.2 정착부 설계

(1) 지반 앵커는 양호한 지반에 정착하는 것으로 하고, 그 길이 및 배치는 토질 조건, 시공조건, 환경조건, 지하매설물의 유무, 흙막이벽의 응력, 변위 및 구조계의 안정성을 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 정착장은 예상활동파괴선 밖에 위치되도록 하며, 최소 4.5 m 이상으로 하여야 한다. 또한 설계도서에 명시된 토질정수를 반드시 확인하여 설계깊이 이상으로 시공하여야 한다.

(3) 10 m 이상인 앵커의 정착장은 진행성 파괴(progressive failure)에 대한 검토를 하여야 한다.

1.13.3 정착길이

정착길이는 앵커체와 지반과의 주면마찰저항과 앵커체와 PC강재 사이의 부착력을 고려하여 다음 (1), (2)항을 모두 만족하는 길이로 한다.

(1) 앵커체와 지반과의 주면마찰저항에 의한 길이(l_b)

$$l_b = \frac{T_i \times F_s}{\pi \times D \times \tau_a}$$

여기서, T_i : 앵커체의 설계축력(kN)

F_s : 안전율(이 시방 1.10.3의 표 6-3-5 적용)

D : 앵커체의 직경(천공직경을 적용할 수 있다.)

τ_a : 앵커체와 지반 사이의 전단저항력(kN/m^2)
(다만, 간이적으로 표 6-3-6을 참조하여 정할 수 있다.)

표 6-3-6 앵커체와 주변 지반 사이의 전단저항력($\tau\alpha$)

지반의 종류			마찰저항(kN/m^2)
암 반	경 암		1000 ~ 2500
	연 암		600 ~ 1500
	풍화암		400 ~ 1000
자 갈	N값	10	100 ~ 200
		20	170 ~ 250
		30	250 ~ 350
		40	350 ~ 450
		50	450 ~ 700
모 래	N값	10	100 ~140
		20	180 ~ 220
		30	230 ~ 270
		40	290 ~ 350
		50	300 ~ 400
점성토			100c

다만, 위 표는 가압형 앵커일 경우로서 무가압형 그라우팅이거나 토피가 얕은 경우에는 시험 시공을 실시하여 결정한다.

(2) 앵커체와 PC강재 사이의 부착력에 의한 길이

$$l_b = \frac{T_i}{n \times \pi \times d_s \times f_a}$$

여기서, T_i : 지반 앵커의 설계축력(kN)

n : 앵커의 PC강선 가닥수

d_s : 앵커의 직경(m)

f_a : 허용부착응력(표 6-3-7 참조)

표 6-3-7 강재와 콘크리트 사이의 허용부착응력

인장재의 종류 \ 주입재의 설계기준강도 (MPa)		15	18	24	30	40이상
가설 앵커	PC 강봉, PC 강선 PC 강연선 다중 PC 강연선	0.8	1	1.2	1.35	1.5
	이형 PC 강봉	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
영구앵커	PC 강봉, PC 강선 PC 강연선 다중 PC 강연선	–	–	0.8	0.9	1
	이형 PC 강봉			1.6	1.8	2.0

1.13.4 앵커의 PC강선의 사용가닥 수

$$n = \frac{T}{P_a}$$

여기서, T: 앵커의 설계 인장력

P_a: PC강재 1개의 허용인장력(표 6-3-8 값 중에서 작은 값 사용)

표 6-3-8 앵커의 허용인장력

지반의 종류		사용 기간	인장재 극한하중 (f_{p_u})에 대하여	인장재 항복하중 (f_{p_y})에 대하여
임시 앵커		2년 미만	0.65 f_{p_u}	0.80 f_{p_y}
영구앵커	상시	2년 이상	0.60 f_{p_u}	0.70 f_{p_y}
	지진시	2년 이상	0.75 f_{p_u}	0.90 f_{p_y}

f_{p_u} : 앵커강재의 극한강도(kN/m^2), f_{p_y} : 앵커강재의 항복강도(kN/m^2)

1.13.5 시공 긴장력(jacking force)

지반 앵커의 시공 긴장력은 지반조건, 흙막이벽의 규모, 설치기간, 시공법, 지반상태에 따라 앵커체와 지반사이의 크리프(creep) 변형에 의한 긴장력 감소 등을 고려하며, 설계 인장력 이외에 정착장치와 릴렉세이션(relaxation)에 의한 프리스트레스의 감소를 고려하여 다음과 같이 산정한다.

$$\text{시공긴장력 } (F_j) = T + \delta P_p + \delta P_r)$$

여기서, T : 설계 인장력

δP_p : 정착장치에 의한 프리스트레스 감소량

$$\delta P_p = \delta\sigma_p \times A$$

$$\delta\sigma_p = E_p \times \frac{\Delta l}{L}$$

여기서, $E_p = 2.0 \times 10^5$ MPa

$\Delta l = 3mm \sim 6mm$(3.0 mm를 표준으로 함)

γ_k : 릴렉세이션 비율(PC강선=5 %, PC강봉=3.0 %를 표준으로 함)

f_r : 초기긴장력(항복하중의 80 %를 표준으로 함)

2. 재 료

2.1 일반사항

(1) 가설흙막이는 흙막이가 소정의 형상을 유지하고 제 기능을 발휘할 수 있는 재료로 선정하여야 한다.

(2) 가설흙막이에 사용하는 재료는 부식, 변형, 균열이 없는 구조용 재료를 사용하여야 한다.

(3) 가설흙막이에 사용하는 자재는 구조, 성능, 외관 및 사용상 문제가 없다면 재사용품을 사용할 수 있다.

(4) 이 절에서 규정한 재료 이외의 재료 및 구조 등은 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용목적에 적합한 성능을 가진 제품을 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2 엄지말뚝

(1) 엄지말뚝, 버팀보, 띠장 및 가새 등에 사용되는 강재는 KS D 3503의 SS400, KS D 3515의 SM400에 적합하여야 한다.

(2) H형강 엄지말뚝은 KS F 4603에 적합한 제품으로, 설계도면에 명시된 흙막이판을 걸치는데 필요한 치수를 가진 것이어야 한다.

(3) 흙막이판은 KS F 8024에 적합하여야 한다.

(4) 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006에 적합한 것으로 E4301 알루미나이트계, E4316 저수소계를 사용하여야 한다.

(5) 볼트 및 너트는 KS B 1002 및 KS B 1012의 A등급에 적합한 강제 볼트 및 너트이어야 한다.

2.3 강널말뚝

(1) 강널말뚝은 KS F 4604의 SY30에 적합한 것으로서, 전 길이에 맞물림 장치가 되어 있고, 강널말뚝 머리에는 당김줄의 연결 또는 빼내기에 대비한 구멍이 있는 제품이어야 한다.

(2) 강널말뚝의 형상에 따라 U형, 직선형, 조합형 및 강관 널말뚝 등이 있고, 강널말뚝의 표준규격은 KS F 4604에 적합하여야 한다.

(3) 강널말뚝의 종류, 형상, 치수 및 재질과 모재의 재료 분석, 강도시험에 대하여는 강널말뚝 납품자가 행한 시험 성적표로 확인이 가능하다.

(4) 제작하는 강널말뚝의 형상, 치수 및 사용하는 강재의 재질은 공사시방서에 따른다.

(5) 강널말뚝, 조합 강널말뚝 및 이형 강널말뚝은 현장에서 가공 및 제작하여야 하고, 강널말뚝을 현장에서 이을 때 그 위치는 공사시방서에 의하며, 방법은 감독자와 협의하여 정한다.

(6) 목적하는 차수정도에 따라 강널말뚝의 맞물림 부위에 팽창성 지수재를 사용할 수 있다.

2.4 지반 앵커, 타이로드

2.4.1 앵커재

(1) PC강선 및 PC강연선은 KS D 7002의 SWPC1, SWPC7B 및 KS D 3505에 적합하여야 하고, 그 규격은 설계도서에 따른다.

(2) 앵커 헤드의 제작 및 정밀도는 공인된 제품이거나 이와 동등 이상의 제품으로 한다.

(3) 쐐기는 앵커용 PC강선 및 PC강연선의 긴장으로 파손되거나 미끄러지지 않고, 장기간 그 기능이 확보되는 제품이어야 한다.

(4) 좌대는 KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3515의 SM400에 적합하여야 하며, 도면에 명시된 규격, 각도 및 치수로 제작되어야 한다.

(5) 긴장용 잭(jack)은 중앙공(center hall) 타입의 복동식으로 자동물림장치(self griping assembly)와 잭체어(jack chair)가 부착되어 있어야 한다.

(6) 패커는 주입재 공급관에 연결하는데 적합하고, 기계 또는 다른 승인된 수단으로 팽창시킬 수 있게 구성된 팽창 단관과 주입이 완료된 후에 구멍을 차단하는 밸브를 갖추고 있는 것이어야 한다. 또한 팽창되었을 때 어느 위치에서도 1 MPa까지의 압력에 누수 없이 견딜 수 있도록 천공한 구멍을 밀봉할 수 있어야 한다.

(7) 타이로드는 작용 효과 · 시공성 등을 고려하여 선정하며, 원형 또는 각형의 구조용 봉강이나 강선을 사용하여야 하며, 영구적으로 설치되는 부분에 강선을 사용하여서는 안된다.
(8) 자유장에 피복하는 호스는 합성수지(H.D.P.E.) 호스를 사용한다.
(9) 제거식 앵커를 사용할 수 있다.

2.4.2 주입재

(1) 주입재의 압축강도는 7일 강도가 17 MPa 이상, 28일 강도는 25 MPa 이상이어야 한다.
(2) 시멘트, 물, 팽창제의 배합은 현장 토질조건 및 시험에 따라 정하며 감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 조강시멘트를 사용할 경우에는 설계강도 이상의 배합비를 확인하여야 한다.
(4) 혼화재는 PC강재를 손상하지 않는 것으로, 염소 · 황산염 · 질산염의 유해물질이 0.1 % 이상 포함되지 않아야 한다.
(5) 그라우트의 블리딩률은 3시간 후 최대 2 %, 24시간 후 최대 3 % 이하이어야 한다.
(6) 배합비를 균일하게 유지할 수 있도록 2조씩 믹서를 사용하여야 한다.
(7) 펌프는 소요배합비의 주입재를 압송할 수 있는 제품을 사용하여야 한다.
(8) 그라우트 호스는 최대 1 MPa의 압력에 견딜 수 있는 합성수지(H.D.P.E.) 호스 제품으로, 내경 12 mm, 외경 17 mm 이상이어야 한다.

2.5 지반 그라우팅

2.5.1 일반사항

(1) 이 시방은 그라우팅 공법에 의한 차수 및 지반보강공법에 적용하는 것으로서, 시공할 때 이 시방서 이외의 것은 각 공법들의 공사시방서 및 관련 법규 등에서 정하는 것을 따른다.
(2) 지층조건을 검토하고 시공 전에 공종별 시공계획서를 작성하며 감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 공종별 시공계획서에는 다음 사항을 포함하여야 한다.
① 공사명, 시공장소, 발주청, 설계자 및 시공회사 등을 기록한 공사개요
② 공사목적, 시공배치도, 시공직경, 시공길이, 사용재료 및 사용량 등
③ 공기, 토질 조건, 시공 난이성, 휴일, 계절과 날씨에 따른 공사의 관계를 고려한 공정표
④ 사용하는 기계기구의 명칭, 형식, 형상, 치수, 성능, 수량 등을 기록한 주요 기계 기구 일람표

⑤ 공사명, 조사장소, 조사기간, 지하수위, 심도, 토층두께, 색조관찰 및 N값, 각종 토질시험 결과 값이 기입된 토질주상도

⑥ 시공관리요령은 상세한 설명과 시공순서도에 의하여 시공과정을 설명하여야 한다.

⑦ 작업체계, 안전 및 위생 등의 관리조직

⑧ 상기 이외에 감독자와 협의된 사항

(4) 본 시공에 앞서 현장의 토질특성을 조사하고, 공사 착수 전에 작성한 주입계획의 적정성 여부와 당해 공사에 대한 최적의 효과를 기대할 수 있는 주입량을 결정하기 위하여 현장에서 시험시공을 하여야 한다.

(5) 시험시공에서는 소정의 강도 및 투수계수가 확보되는지 확인하고 주입방식(표준배합비, 주입률 등)이 적합한지를 검증하며, 보완할 사항을 점검한 후 이를 본 시공에 반영하여야 한다. 본 공사의 일부 구간에 시험시공을 한 경우에는 본 주입의 일부로서 이용할 수 있다.

(6) 시험결과에 따라 성과가 기대될 수 없는 경우에는 계획을 재검토하고 시험시공을 하여야 한다.

(7) 계약상대자는 주입목적을 이해하고, 그 대상지반의 상태를 파악한 후 시행하여야 한다. 제반의 안전규정 및 안전법규가 준수될 수 있도록 관리하여야 한다.

(8) 인접시설물은 침하되지 않도록 하여야 하며, 필요할 때 하부를 경사 그라우팅으로 충분히 채워야 한다.

(9) 기계의 설치는 현장조건 및 작업여건을 고려하여 안전을 유지하도록 하고 적정한 배치를 하여야 한다.

(10) 공사지점의 위치, 표고, 기준점 및 중심선의 설정에 필요한 측량을 하고 필요한 지점은 유실되지 않도록 나무말뚝 등을 이용하여 인조점을 설치하여 공사를 완료할 때까지 보존하여야 한다.

(11) 측량 지점이 시설물에 의하여 공사 수행이 어려울 경우에는 시공에 영향이 없는 지점과 방향으로 재측량하여 감독자의 승인을 받아 시공하여야 한다.

(12) 연직성, 시공심도 등은 계측기를 이용하여 설계도면과 일치하도록 관리하여야 한다.

(13) 그라우팅 설비는 주변에 영향을 주지 않는 장소를 선정하고, 사용 재료와 세정수가 유출되지 않도록 설치하여야 한다. 또한, 설치가 완료되면 시운전을 하여 연결 상태, 각 장비의 가동상태, 급수 및 유류 상태 등을 확인 점검하여 안전도 및 시공에 필요한 제반 사항을 확인하여야 한다.

(14) 플랜트 설치 후 주입호스, 장비가동용 동력선 등은 위험성을 내포하고 있으므로 작업인원 이외의 출입을 제한하여야 한다.

(15) 고압 또는 초고압호스 파손으로 인명피해를 줄 우려가 있으므로 주의하여야 한다.

(16) 설비에 연결하는 전력선의 접지봉은 1 m 이상 지하에 매설하여야 한다.

(17) 현장에서 슬라임을 저류할 피트(pit)가 있는 경우에는 슬라임을 12시간 이상 저류시켜 고결한 후 반출하며, 피트 용지가 없는 경우에는 샌드펌프(sand pump)를 투입할 수 있는 탱크(tank)를 설치하여야 한다.

(18) 약액주입공법(L.W, S.G.R공법 등)은 정압주입을 하여야 하며, 정압주입으로 할 경우의 주입률은 지층조건에 따라 표 6-3-9를 참조하여 시공을 할 수 있으며, 이때 반드시 시험시공을 실시하여 주입효과를 확인한 후 설계조건에 합당한지 검토한 후 본 시공을 시행한다. 다만, 매립지 · 유기질토 등 특수지반에서는 반드시 현장주입시험 결과에 의하여 주입률을 결정하여야 한다.

표 6-3-9 지반 조건에 따른 추정 주입률

지반 종류	SPT-N값	간극률 (n, %)	충전율 (α, %)	주입율 (λ, %)
점 성 토	0~4	65~75	35~45	주입율(λ) $\lambda = n \times \alpha(1+\beta)$ 여기서, n : 간극률 α : 충전율 β : 손실률 (5 % ~ 10 %)
	4~8	50~70	25~35	
	8~15	40~60	15~25	
사 질 토	0~10	46~50	60~90	
	10~30	40~48	55~80	
	30 이상	30~40	55~70	
사력토 (모래 · 자갈)	10~30	40~60	60~85	
	30~50	28~40	60~85	
	50 이상	22~30	55~65	
풍화암	-	18~22	50~80	

(19) 차수용으로 적용된 그라우팅 공법은 지하수의 유입을 방지하기 위하여 보강 후 지반의 투수계수는 $k \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/sec를 확보하여야 한다.

2.5.2 시험시공

(1) 시험시공의 규모는 가능한 크게 하는 것이 바람직하고, 본 공사의 일부구간을 이용하여 수행하여야 한다.

(2) 시험시공에서는 사전에 현장의 토질특성 파악과 주입효과를 확인하기 위하여 표 6-3-10과 같은 방법을 복수로 하여 확인한다.

표 6-3-10 주입효과 확인법

구분 \ 항목		방 법	참고사항
육안 확인법	굴착으로 확인	굴착한 시험체 확인	굴착 가능한 경우로서 역학적 실험이 가능
	색소 판별법	미리 주입재에 색조를 혼입시켜 굴착 눈으로 확인	
투수성 확인법	현장투수시험	현장투수시험에 의한 투수계수를 구함	
	실내투수시험	샘플링한 시료에 의한 실내투수시험을 행함	자료 채집이 곤란 투수시험이 곤란
강도 확인법	표준관입시험	N값 측정	N값 30 이상의 사질토나 연약한 점성토에서는 신뢰성이 부족
	프레셔미터시험	프레셔미터를 이용 횡방향 지반반력계수 측정	비교적 고가
	실내강도시험	샘플링하여 일축, 삼축압축강도시험	비교적 정확
	정적관입시험	콘 삽입, 스웨덴 샘플러 등의 정적관입시험을 실시	심도가 얕고, 비교적 강도가 약할 경우 이외에는 적용이 곤란
물리탐사 및 화학적 분석법	전기비저항탐사	지중의 비저항의 차이를 측정	그라우트의 비저항이 물에 가까울시 적용이 곤란
	γ선 밀도 탐사법	γ선을 이용하여 주입전후의 밀도를 계측	그라우트의 밀도가 물에 섞여 변화하지 않을 때 적용이 곤란
	중성자 수분계	중성자의 흡수력 차에 의하여 효과를 조사	그라우트에 붕소를 혼입해야 함
	화학 분석	가스크로매트그래픽법 등에 의하여 정성 분석을 함	

2.5.3 그라우팅 작업을 할 때의 주의사항

(1) 주입재료는 소정의 보관시설을 구비한 곳에서 보관하며, 주입량의 당일 사용량, 잔량을 명확히 기록하여야 한다.

(2) 주입기계는 연속주입작업을 할 수 있게 점검정비를 철저히 하며, 주입을 종료할 때에는 청소를 깨끗이 실시하여야 한다.

(3) 주입은 해당 지층에 균일하고 치밀하게 주입되어야 하며, 주입 부위의 지반 변형으로 주변 지형이나 시설물에 변위가 없도록 수시로 점검하면서 시행한다.

(4) 그라우팅은 적합한 경험을 가진 자격 기술자가 시행하도록 하며, 장비의 제원과 성능을 확인 후 시행하도록 한다.

(5) 그라우팅의 시행간격은 장비의 성능에 따라 결정하도록 한다.

(6) 그라우팅재 배합은 공사시방서에 따르며, 조강제나 급결제 또는 혼화제를 사용하는 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

(7) 주입작업을 할 때 교반장소와 주입장소가 상당히 떨어져 있을 경우 양자간의 연결을 위하여 간단한 통신설비를 하여 두는 것이 좋다.

(8) 그라우팅 시공에 있어서는 환경위생보전의 입장에서 소음, 진동, 교통장애, 누수 및 잔토처리 등에 대하여 관련법규에 적합한 대책을 강구한다.

2.5.4 그라우팅 장비 및 재료

(1) J.S.P(Jumbo Special Pile) 장비 및 재료

① 펌프는 20 MPa 이상의 토출압력과 토출량 60 ℓ /min 이상인 것을 사용하여야 한다.

② 젯팅 머신(jetting machine)은 저속 회전으로 자동 상승 작동기가 부착된 것을 사용하여야 한다.

③ 발전기(generator)는 220 V, 150 kWh 이상의 것을 사용하여야 한다.

④ 콤프레셔(compressor)는 10.3 m^3/min(365CFM), 100 Psi 이상의 것을 사용하여야 한다.

⑤ 시멘트 믹서(cement mixer)는 1 m^3 이상의 것을 사용하여야 한다.

⑥ 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하며, 현장조건에 따라 조기강도의 실현 등을 위하여 혼화제(급결제, 팽창제)를 사용할 수 있다.

⑦ 시멘트와 물의 배합은 중량 배합비로 1:1을 맞추어야 한다.

(2) L.W(Labiless Wasser glass) 공법 주입재

① 규정된 약액을 배합비에 맞추어 혼합하여 주입목적에 맞는 혼합액이 만들어지는가를 확인하여야 한다.

② 규산소다(물유리)는 비중이 1.38 이상인 3호를 사용하여야 한다.

③ 물은 청정수를 사용하여야 하며, 주입할 때 약액의 온도는 가능한 한 20 ℃를 유지하여야 한다.

④ 염분 함량인 2 % 이상인 지하수 또는 해수와 접촉이 예상되는 지역은 벤토나이트의 성능이 저하될 수 있으므로 염수용 벤토나이트를 사용하여야 한다.

⑤ 주입재의 배합은 표 6-3-11을 표준으로 하되 배합을 할 때 겔타임은 통상 60초~120초가 확보되어야 하며, 현장에서 시험시공 후 재조정할 수 있다.

표 6-3-11 주입재의 배합기준(㎥마다)

실(seal)재(㎥마다)			L.W (0.5 ㎥마다)				
시멘트 (kg)	벤토나이트 (kg)	물 (ℓ)	A액		B액		
			규산소다(ℓ)	물(ℓ)	시멘트(kg)	벤토나이트(kg)	물(ℓ)
200	62.5	910	315	185	250	22	428

(3) S.G.R(Space Grouting Rocket)공법 주입재

① S.G.R 공법에 사용되는 현탁액형 주입재는 표 6-3-12과 같으며 겔타임은 급결형은 6초~12초, 완결형은 60초~90초가 확보되어야 한다.

표 6-3-12 주입재료

규산소다	S.G.R-7,8호	S.G.R-9,10호	시멘트	물
3호(비중 1.38이상)	급결형	완결형	보통포틀랜트 시멘트	청정수

② 주입재는 주입장치(rocket system)가 작동하는데 지장이 없도록 적합한 분말도를 갖추어야 한다.

③ 주입재의 배합은 표 6-3-13를 표준으로 하며, 현장에서 시험시공 후 재조정할 수 있다.

표 6-3-13 주입재의 배합기준

A액 (200 ℓ 마다)		B액 (200 ℓ 마다)					
		B_1액 (급결형)			B_2액 (완결형)		
규산소다 (ℓ)	물 (ℓ)	S.G.R-7,8호 (kg)	시멘트 (kg)	물 (ℓ)	S.G.R-9,10호 (kg)	시멘트 (kg)	물 (ℓ)
100	100	24	60	168	23	60	169

3. 시 공

3.1 일반사항

(1) 흙막이공의 시공은 설계도에 따르며, 명시된 시공 및 되메우기 순서에 따라 단계적인 설치와 해체가 될 수 있어야 한다.

(2) 흙막이 공사를 진행할 때 불가피하게 설계도면과 다르게 시공하여야 할 경우에는 공사를 중단하고 대체 방안을 강구한 이후에 시공하여야 한다.

(3) 지하수 유출, 지반의 이완 및 침하, 각종 부재의 변형 및 좌굴, 긴결부의 풀림 등을 수시로 점검하고, 이상이 있을 경우 즉시 보강하며, 그에 따른 안정성을 추가로 검토하여야 한다.

(4) 굴착시기가 늦어져 주변여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영하여 재설계하여야 하며, 감독자의 승인을 받은 후 굴착작업을 하여야 한다. 특히, 굴착 설계도서 납품일에서 6개월 이상 경과된 경우에는 주변상황을 반드시 재검토하여야 한다.

(5) 굴토를 할 때에는 안전한 단계굴착 높이를 정하여 각 단계별로 굴착 후 즉시 띠장, 버팀보, 지반 앵커, 쏘일 네일링 등으로 흙막이의 안정성을 확보한 후 다음 단계의 굴착을 시행하여야 한다. 버팀보 등이 설치되기 이전의 굴착면은 지반특성을 고려하여 적합한 폭의 소단을 두어 안정성을 확보하여야 한다.

(6) 작용하는 측압을 무시할 수 있는 암반구간의 경우에도 록볼트와 숏크리트 등으로 변형을 방지하여 안전을 확보하여야 한다.

(7) 흙막이 공사 완료 이후에는 주변에 배수시설을 갖추어 흙막이 공사장 내로 지표수가 유입되지 않도록 하여야 한다.

(8) 흙막이벽 주변에 계획 이상의 하중이 적재되지 않도록 하여야 한다.

(9) 콘크리트 타설 후 7일 이상 양생이 되지 않은 콘크리트로부터 30 m 내에서 말뚝을 박지 않아야 한다.

(10) 소음 및 진동이 허용값 이내이어야 한다.

3.2 시공준비

3.2.1 사전조사 및 준비검사

(1) 계약상대자는 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(매설물, 가공물, 도로구조물, 연도건물, 지반, 노면교통 등)을 고려한 흙막이벽 시공계획서를 작성하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 설계를 하였을 때 주변 현황을 충분히 반영했을지라도 굴착시기가 현저히 늦어져 굴착작업을 할 때 주변 여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영

하여 재설계를 실시하고, 감독자의 승인을 받은 후 굴착작업에 임하여야 한다.(굴착 설계도서 납품일에서 6개월 이상 경과되었을 때에는 필히 주변상황 재검토)

(3) 시공계획서는 상세한 위치, 사용기계, 공정, 지장물 처리 방법 등을 기재하여야 한다.

(4) 설계도서에 의한 시공이 곤란할 경우에는 해당 부분의 시공상세도 및 구조계산서를 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(5) 시공기계가 작업 중에 기울어짐 등의 위험이 예상되는 지점에서는 사전에 동바리를 설치하거나 시공기계가 설치될 지면에 대한 개량작업 등을 하여야 한다.

3.2.2 지하수 조사

굴착 전 지하수의 위치를 재조사하여야 한다.

3.2.3 주위 건물 및 기타 시설물의 조사

(1) 굴착 전에 주위 건물과 지상 위에 설치된 시설물에 대하여 철저히 조사하여 균열상태 · 균열의 크기 · 시설물의 상태 · 시설물의 안전도 등 굴착 전의 상태를 정확히 기록하고, 굴착 후 변동사항을 비교할 수 있도록 기록대장을 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 보존하여야 한다.

(2) 흙막이공사 주변의 건물에 피해가 예상되면 주변건물의 기초와 건물 밑의 지질을 조사하여 안전여부를 검토하고, 흙막이 공사로 인한 지반의 이완이 우려되고 지하수위의 저하로 지반침하가 우려되면 그라우팅공법 등 적절한 공법으로 건물의 균열이나 침하가 일어나지 않도록 보강조치를 하여야 한다.

3.2.4 지하수 차수대책

굴착작업을 할 때 지하수에 대한 차수공법이 필요하다고 판단될 경우 감독자의 승인을 받아 차수공법을 시공하고, 부분적인 누수가 발생할 경우에는 보완계획서를 감독자에게 제출하여 확인을 받아 조속히 보완공사를 실시하여야 한다.

3.2.5 흙막이 공사에 따른 배수 대책

흙막이 공사완료 후 구조물 공사 중에 발생할 수 있는 구조물 떠오름에 대하여 관찰하고, 시설물 주위에 배수시설을 설치하여 지하수 또는 지표수가 흙막이 공사장 내부로 유입되지 않도록 하여야 한다.

3.2.6 지중시설물의 보호

(1) 지중시설물의 보호 및 복구는 계약상대자의 책임 하에 시공하여야 하며, 필요에 따라 시설물관리자의 입회를 받아야 한다.

(2) 현장에는 전담요원을 두고 항상 점검 · 보수를 하여야 한다. 특히 관류의 이음 · 곡관 · 분기관 · 단관부 · 개폐부 및 맨홀의 부속품 · 밸브 등의 취약부위는 중점적으로 점검하고, 보호공의 보수 · 보강에 유의하여야 한다.

(3) 만일 지중매설물에 이상이 발생하였을 때에는 즉시 관리자에게 연락하고 조속히 보수하거나 관리자의 조치에 적극 협조하여야 한다.

(4) 특히 가스관, 수도관, 하수도관 등의 사고에서 2차 재해의 우려가 있는 경우에는 계약상대자는 조속히 교통의 차단, 통행자와 연도 주거자의 대피유도, 부근의 화기엄금 등 필요한 조치를 강구함과 동시에 감독자와 관리자, 경찰서, 소방서 등의 관계자 및 관계기관에 연락하여야 한다.

3.2.7 지중시설물의 철거

(1) 지중시설물 및 장애물은 2-3절에 따라 철거되어야 한다.

(2) 터파기 전에 공사와 간섭되는 지중시설물이 발견되고 설계도서에 명시되어 있지 않은 경우 시정할 수 있도록 즉시 감독자에게 통지하여야 한다.

3.2.8 교통처리 계획

계약상대자는 공사 착수 전에 토류벽 공사에 의한 공사구간의 교통처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등을 작성하여 감독자에게 사전확인을 받아야 하며, 감독자는 교통처리상 필요하다고 인정되는 제반 임시조치를 계약상대자에게 요구할 수 있다.

3.2.9 피해보상 및 복구

흙막이 가시설로 인한 주변의 피해사항은 계약상대자가 피해자와 협의하여 피해보상 및 복구를 하여야한다. 또한 계약상대자는 주변상황을 흙막이공사 착수 전 상태로 복구하여야 한다.

3.2.10 시공 중 안전대책

시공 중 안전대책을 수립하여 안전에 만전을 기하여야 하며, 필요한 장소에 교통안전표지판 등을 설치하고, 교통정리원 상주 등의 대책을 실시하여야 한다.

3.2.11 민원 대책

인근 주민에게 본 공사 내용을 주지시키고 협조를 얻은 후에 착공에 임하여야 한다.

3.2.12 경미한 제반사항

기타 설계도서에 명기하지 않은 경미한 제반사항에 대하여는 감독자의 지시를 따른다.

3.2.13 근접시공

현장 지반요건이 풍화암 이상의 암층일 경우, 주위의 인접건물에 피해가 예상될 경우에는 강말뚝의 직접 항타를 피하여야 한다.

3.3 시공기준

(1) 기초터파기는 2-7절의 해당사항에 따른다.

(2) 콘크리트 타설은 6-4-1의 해당사항에 따라야 한다.

3.4 줄파기

(1) 도로 측에 접한 구간은 항타를 하기 전, 천공위치에 따라 줄파기를 하여 지하매설물의 유무를 확인하여야 한다.

(2) 지하매설물이 있을 때에는 관계기관과 협의 후, 그 시설과 기능에 손상이 없도록 보호공을 설치하여야 한다.

(3) 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고, 보행자의 안전을 위하여 보도 경계선에 가설 울타리를 설치하여야 한다.

3.5 널말뚝 공법

3.5.1 공통사항

(1) 널말뚝은 연직으로 단단한 지지층 또는 도면에 명시된 깊이까지 박고, 각 말뚝은 열을 이룬 벽의 전장에 걸쳐서 연속적인 차수벽을 형성하도록 전 길이에 걸쳐 인접 말뚝과 맞물리게 하여야 한다.

(2) 지하수 유출로 인근건물이나 시설물에 피해가 우려되어 차수성을 증가시켜야 할 경우에는 연결부에 지수재를 사용하여 누수를 방지하여야 한다.

(3) 사질토 지반의 경우에 사수식을 병행하더라도 최종 1 m ~ 2 m는 직접 항타하여 박아야 한다.

(4) 널말뚝 배면에는 토사를 충분히 충전하여야 한다.

3.5.2 강널말뚝 공법

(1) 일반사항

① 강널말뚝용 안내 말뚝 및 안내 링의 설치는 사전 시공 측량에 의하여 널말뚝 배열과 일치하도록 한다.

② 띠장 및 버팀보(strut)는 설치위치까지 굴착이 진행되었을 경우에 조속히 설치하여야 하며, 그 이하의 양수작업은 설치가 완료된 다음 시행하여야 한다.

③ 가설재는 천재지변이 발생되었을 때 예기치 못한 좌굴 및 편심 등으로 안전사고가 발생되므로 홍수 기간에는 시설공사를 중단하여야 한다.

④ 가설재의 규격변화 및 설치 불량으로 인한 편심 및 국부하중의 집중으로 인한 응력미달 부분에는 조속한 보강을 한다.

⑤ 안내 링에는 작업 중 강널말뚝을 지지할 수 있는 버팀재 및 보강재를 일정한 간격으로 설치하여야 한다.

⑥ 양수작업을 급격하게 하지 않아야 하며, 내외 수위의 변동량 및 벽체의 거동을 상세히 하여 안정성을 검토하여야 한다.

(2) 강널말뚝의 운반 및 보관

① 강널말뚝을 싣고 내릴 때에는 크레인을 사용하여 충격 및 변형이 생기지 않게 취급하여야 한다. 매달기는 강널말뚝의 2지점을 로프로 묶어서 취급하되 묶는 지점은 말뚝 양단에서 ℓ /5되는 점을 택하여야 한다.

② 강널말뚝의 적치는 지반 지지력이 충분하고 표면이 평탄한 장소가 적당하며, 침하가 예상되는 곳은 지반을 개량하여 침하 현상을 방지한 후 적치하여야 한다. 적치 높이는 2 m 이하로 하되 1층의 단수는 5매 이하로 하여 받침목으로 괴어야 한다. 이 때 받침목은 100 mm 각목으로 하며, 각목의 간격은 4 m 이내로 한다.

(3) 강널말뚝 시공기계

① 일반사항

가. 말뚝 박기용 장비는 설계도서에 표시된 말뚝보다 최소한 3 m 더 긴 것을 박을 수 있는 것이어야 한다.

나. 일반적인 말뚝 박기는 낙하식 해머 또는 바이브로 해머로 하여야 한다.

② 해머

가. 해머는 암반항타 공법에 적합한 록해머를 사용하여야 한다.

나. 해머는 강널말뚝 무게의 2~3배로 하고, 낙하높이는 1 m ~ 2 m로 한다.

③ 물분사 공법(water jet)

가. 말뚝박기를 쉽게 하기 위하여 물분사 공법과 병행하여야 한다.

나. 분사구의 갯수와 압력은 말뚝 주변의 물질을 충분히 침식시킬 수 있어야 한다.

다. 분사구가 막히거나 작동이 안 될 경우에는 즉시 보수 또는 보강하여야 한다.

(4) 항타준비

① 법선

가. 널말뚝을 정확히 시공하기 위해서는 법선을 확정한 후 다음 작업을 진행하여야 한다.

나. 법선은 설계도서를 기준으로 정확한 위치를 측정하여 기준점을 설치하고, 항타 진행과 병행, 수시로 검측하여 시공위치를 보정하여야 한다.

② 안내보(guide beam)

육 · 해상을 불문하고 미리 안내보를 설치하여 정확한 타입 위치에 강널말뚝을 시공할 수 있도록 하여야 한다.

③ 말뚝 세우기

말뚝 세우기에 앞서 말뚝 매기를 완전히 행하고 상향 속도를 10 m/min 정도로 권양하여야 하며, 세우기가 완료된 때의 말뚝의 수직에 대한 허용오차는 0이 되어야 한다.

(5) 강널말뚝 부대공

① 시험항타

가. 강널말뚝의 타입 가부는 N값에 의하여 판정되나 지반 조건에 따라서는 N값에 의해서 적중되지 않는 경우가 많기 때문에 시항타를 선행하여 제반 조건을 결정하는 것이 좋다.

나. 시항타를 행하여 강널말뚝의 사양, 타입공법 및 장비규격 등을 검토하여야 하며, 본 설계도서와 상이할 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 설계변경을 하여야 한다.

② 안내보

가. 안내보는 정확한 타입과 시공할 때의 안정을 확보하기 위하여 타입 법선에 평행하게 H형강의 보조버팀보 및 보조말뚝을 설치하여 강널말뚝의 세우기 및 타입을 용이하게 하는데 그 목적이 있다.

나. 시공법선에 따라 보조말뚝을 2열로 박고 (10 m 간격) 보조말뚝 내측에 보조 버팀보를 설치한다. 이 때 보조 버팀보의 내측 간격은 강널말뚝을 꽉 물린 상태보다 20 mm ~ 50 mm의 여유를 주도록 한다.

다. 또한, 안내보의 설치 높이는 강널말뚝의 타입을 완료했을 때 햄머가 안내보에 닿지 않도록 강널말뚝의 타입 목표 높이보다 300 mm ~ 500 mm 정도 낮게 설치하여야 한다.

③ 세우기

가. 세우기는 먼저 타입한 강널말뚝에 다음 강널말뚝의 이음부를 맞추고 자립될 수 있는 깊이까지 내려주는 작업을 말한다. 이 때 자중만으로 소정의 깊이까지 관입되지 않으면 해머로 가볍게 타격하여 시행한다.

나. 강널말뚝의 세우기 작업에서는 절대로 비껴 당기거나 이음부가 비뚤어지지 않도록 주의하여야 한다. 따라서, 최초에 타입한 강널말뚝은 이후의 항타 기준이 되므로 법선 방향과 직각 방향의 2방향으로 위치와 경사를 정확히 유지하도록 세우기를 시행 한다.

다. 강널말뚝과 보조 버팀보와의 사이에 틈에 생기면 간격재(spacer)를 끼워 강널말뚝의 타입방향이 어긋나지 않도록 조정하여야 한다.

라. 강널말뚝의 매기 및 세우기부터 타입할 때까지는 제반 안전 사항을 고려하여 취급을 신중히 하여야 하며, 특히 충돌 및 흔들림이 없도록 하여야 한다.

④ 강널말뚝의 타입 가능깊이

강널말뚝을 타입할 때에는 타격력이 강널말뚝의 타입저항보다 커야 한다. 그러나 타격력이 강널말뚝의 두부를 훼손하거나 장주좌굴 허용하중을 초과하게 되면 곤란함으로 시공 전에 검토되어야 한다.

⑤ 강널말뚝의 이음부

강널말뚝의 이음부는 차수성 측면에서 간격이 없이 완전하게 시공된 상태에서는 이상적이지만, 타입을 고려하여 다소의 여유틈을 갖도록 제작되므로 이러한 이음부에서 누수가 되지 않도록 세심한 주의를 요한다.

(6) 강널말뚝을 타입할 때의 문제점과 대책

강널말뚝 타입 중에 경사, 맞물림 관입, 회전, 두부파괴 및 이음부 이탈 등의 현상이 발생하면 타입을 중지하고, 그 원인을 규명하여 적절한 대책을 수립하여야 한다.

① 경사

타입 중인 강널말뚝이 경사지게 되면 이음부는 마찰 저항이 크게 되므로 다음 말뚝의 타입에 큰 지장을 초래하게 된다. 따라서 다음과 같은 방법으로 경사를 즉시 수정하여야 한다.

가. 강널말뚝의 두부는 와이어로프를 이용하여 경사반대 방향으로 당겨준다.

나. 강널말뚝을 사전에 연결관 측이 짧아지게 하단부를 경사지게 절단하여 연결부의 지반관입 저항을 적게 하여 경사를 수정한다.

다. 단독타입의 경우를 병행타입(병풍박기)으로 바꾸어 시공한다.

라. 강널말뚝의 두부를 경사지게 타격하면서 시공한다.

마. 연결부에서의 마찰 저항률을 감소시키기 위하여 연결부에 윤활유를 바르고 틈새에 흙이 끼이지 않도록 선단부 내에 슈를 장착한다.

바. 이형 강널말뚝을 제작하여 사용하여야 한다.

② 맞물림 관입

가. 강널말뚝이 경사진 경우에는 경사보정을 하여 이음부의 마찰저항을 감소시킨다.

나. 지반이 연약한 경우에는 강널말뚝을 계획고보다 약간 높은 위치에서 타격을 중지하여 맞물림 관입량 만큼의 여유를 둔 다음, 마지막에 전체적으로 재타격하여 위치를 맞춘다.

다. 맞물림 관입이 일어날 강널말뚝을 인접 강널말뚝에 용접이나 볼트로 묶는다.

라. 크레인의 로프를 맞물림 관입이 일어나는 강널말뚝에 걸고 타입한다.

마. 이상과 같은 방법으로 맞물림 관입을 방지하더라도 실제로 맞물림 관입 현상이 발생되면 진동해머로 인발한 후 재시공하여야 한다.

③ 회전

강널말뚝의 회전을 방지하기 위한 대책으로는 안내보와 강널말뚝 사이의 간격을 적당히 유지하여야 하고, 육상에서 타결할 때에는 간격재를 삽입하는 것이 유리하다. 그러나 해상에서 타격할 때에는 해저면보다 높은 안내보 지지말뚝의 길이와 해저면 이하의 연약층 심도까지의 길이만큼 안내보의 억제력이 저하되므로 안내보에 따라서는 회전을 방지하기 곤란한 경우가 있다. 그러므로 세워 내릴 때 법선 방향과 법선 직각방향의 2방향에서 정확하게 관측하여 회전을 일으키지 않도록 작업을 관리하여야 한다. 또한 시공 후에 단계적으로 회전이 생기는 경우에는 즉시 인발하고 재시공하여야 한다.

④ 시공연장의 늘어짐과 줄어짐

이음부에는 약간의 공간이 있기 때문에 세우기 및 타입 상황에 따라 시공연장이 늘어나거나 줄어들게 된다. 이 때는 법선 방향으로 밀던가 당기던가 하면서 조정하되 20매 ~ 30매 마다 늘어짐 및 줄어짐 양을 검토하면서 시공하여야 한다.

(7) 버팀공

띠장, 버팀보, 잭 등의 버팀공의 시공계획, 설치, 철거 및 점검사항은 이 장 3.9에 따른다.

(8) 용접 및 절단

① 일반 사항

가. 용접 방법은 아크용접으로 하고, 용접의 순서는 시공 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 용접은 정확하게 하고, 용접에 의한 잔류응력 · 변형 등은 되도록 적게 하여야 한다.

다. 용접봉은 피복재가 벗겨짐, 벌어짐, 오염, 습기 등 용접에 유해로운 결함이 있는 것을 사용하여서는 안 된다.

라. 직류아크 용접기를 사용할 때에는 극성에 관하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

마. 용접기, 전선 등에 의한 감전사고에 유의하여야 한다.

바. 교류아크 용접기는 소요 규격에 적합한 전격 방지장치를 부설하지 않으면 안 된다.

사. 용접이음은 용접부의 구조, 판, 두께 및 용접법 등에 따라 신중하게 선정하여야 한다.

② 용접준비

가. 용접하는 재편의 표면은 용접하기 전에 깨끗이 하여야 한다. 특히 용접면 및 그 인접부분은 물, 녹, 도료, 슬래그 및 먼지 등이 균열의 원인이 되므로 잘 제거하여야 한다.

나. 용접할 때에는 적당한 조립표, 도구, 가붙임 등으로 재편상호의 위치를 정확하게 유지하여야 한다. 이때 재편에 지나친 구속을 주는 것을 피하여야 한다.

다. 맞이음 용접은 재편 단부의 밑 간격을 정확하게 유지하도록 주의하고, 현저한 오차가 없도록 하여야 한다.

라. 겹이음 용접은 재편의 밀착에 주의하고, 심한 틈이 생기지 않도록 하여야 한다.

마. 조립 도구를 부재에 용접할 때에는 용접부분을 될 수 있는대로 적게 하고, 제거할 때에는 이것을 떼어 낸 뒤 평활하게 하여야 한다.

바. 재편 단부의 가공은 수동가스 절단 후 그라인더 등에 의한 다듬기를 하거나 또는 자동가스 절단에 의한 것으로 한다.

사. 가붙임은 될 수 있으면 최소 한도로 줄이고, 본 용접의 일부가 되는 가붙임은 특히 결함이 없는 용접이어야 한다. 균열이 발생한 가붙임 부분에 본 용접을 할 때에는 밑까지 떼어낸 뒤 용접하여야 한다.

③ 용접작업

가. 용접은 하향용접을 하여야 한다. 하향용접 이외의 자세로 할 때에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 다층 용접은 각 층에 잘 녹아 들어가도록 완전히 하고, 균열, 슬래그가 말려 들어가는 등의 결함이 생기지 않도록 특히 주의하여야 한다.

다. 쇠붙이를 대는 모서리에서 끝나는 겹이음 용접은 모서리를 돌아서 연속하여 용접하여야 한다.

라. 각 층의 표면은 다음 층을 시공하기 전에 슬래그 등을 깨끗이 제거하여야 한다.

마. 용접할 때에는 잘 녹아들어 가도록 용접전류 및 용접속도를 조정하고, 결함이 없도록 용접하여야 한다. 용접 개시점에 녹아 들어가는 것이 부족하거나, 슬래그가 말려들어가거나, 크레이터(crater)의 고르지 않은 형상과 균열에는 특히 주의하여야 한다.

바. 용접부에 균열, 기포, 슬래그, 말려들어가기, 오버랩(over lap), 언더커트(under cut), 부정한 파면 및 크레이터, 목두께 및 치수의 과부족 등의 해로운 결함이 생겼을 때에는 다시 손질하여야 한다.

사. 용착금속에 균열이 생겼을 때에는 용착금속을 전 길이에 걸쳐 모재가 상하지 않도록 조심스럽게 깎아내어서 다시 용접하여야 한다.

아. 용접에 의하여 현저한 변형이 생겼을 때에는 감독자의 지시에 따라서 다시 교정하여야 한다.

(9) 굴착과 부대공

① 굴착

가. 시공 전 인접지역의 각종 지하 매설물을 조사하여 확인하고 보강대책을 수립한 후 시트파일 타입작업을 선행하여 착공하도록 한다.

나. 굴토는 띠장과 버팀보(또는 앵커)설치위치에서 최소 500 mm의 작업공간을 두어 단별로 굴토하며, 굴토 즉시 띠장 및 버팀보(또는 앵커)를 설치하도록 하고 굴토 도중 과대한 토류의 변형이나 주위 지반의 침하 등 사고가 우려될 경우에는 즉시 굴토 작업을 중단하고, 계약상대자와 감독자는 공법 변경 등 적절한 조치를 취한다.

다. 인접지반 시설물의 피해가 없도록 항시 현장 관리를 시행하며, 인접시설물의 안전이 우려될 경우 감독자 승인을 받아 타 공법을 강구한 후 시공하여야 한다.

② 잔토처리

가. 사토장의 위치 및 사토처리 방법은 해당 관리청과 협의하여 승인을 받은 후 시행하도록 한다.

나. 잔토 운반 중 낙토, 낙석으로 인한 공로상의 피해가 없도록 하며, 도시 교통의 피해를 극소화하도록 제반 조치를 강구하도록 한다.

다. 잔토 운반로를 현장 조건에 맞추어 계획하되, 잔토 운반 차량의 하중이나 진동에 직접 영향을 받는 지하 매설물의 유무를 확인하고 이를 보호조치 하여야 한다.

라. 사토 운반 차량의 진동, 소음의 공해를 극소화하도록 조치하고, 인근 주민의 협조와 동의를 얻도록 한다.

마. 도로상에서 작업할 때는 보행자 및 교통 장애를 유발하지 않도록 교통정리원을 주재시키며, 작업장 내 표지판 및 교통안내판을 설치하여 안전사고가 발생되지 않도록 하여야 한다.

③ 되메우기

가. 구조물 공사 완료 후 되메우기를 시행할 때 토사 다짐을 철저히 하되, 되메우기 층의 두께는 300 mm 미만으로 충분히 다진 후 다음 층을 진행하도록 한다.

나. 되메우기 토사의 선정은 양질의 입도를 가진 토사로서, 최적 함수비가 되도록 살수하면서 충분히 다지도록 하여 소정의 다짐도가 되도록 한다.

다. 다짐공은 다짐 가능한 구간을 래머로 다지고, 부득이한 경우는 봉다짐을 시행하도록 한다.

④ 배수

가. 터파기 작업장 내에는 배수를 하여야 한다.

나. 굴착 중 공사장 외로 배출되는 물이 동시에 유출되지 않도록 침사조를 통과시켜 하수도로 방출하여야 한다.

다. 굴착이 완료될 무렵에는 필요에 따라 토관을 부설하고, 그 주변을 잔돌 · 자갈 등으로 메우며, 그 하부에 집수정을 설치하여 배수한다.

라. 집수정을 폐지할 때는 잡석 · 콘크리트 등으로 메우고, 그라우팅하여 지하수의 유동을 방지하여야 한다.

3.5.3 나무널말뚝 공법

(1) 나무널말뚝의 깊이는 4 m 이내이어야 한다.

(2) 나무널말뚝은 가지런히 줄을 맞추어 연직으로 박는다.

(3) 나무널말뚝은 이어서 사용하지 않는다.

(4) 나무널말뚝의 끝부분은 경사로 깎아서 박으며, 박을 때 널말뚝이 죄여서 틈이 생기지 않도록 시공한다.

(5) 나무널말뚝을 박아 넣을 때에는 나무널말뚝의 머리를 철물로 보강한다.

3.6 (엄지말뚝 + 흙막이판)공법

3.6.1 공통사항

(1) 엄지말뚝의 간격은 1 m ~ 2 m 범위로 하고, 근입 깊이 및 직경 등은 설계도서에서 명시된 대로 시행하여야 한다.

(2) 인접건물에 피해가 예상되는 곳에서는 건물경계선으로부터 적정한 작업공간을 확보하여야 하며, 현장여건상 적정한 작업공간 확보가 어려울 경우에는 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

(3) 천공 또는 항타 위치에 지장물이 있을 경우 이를 제거하거나 안정성을 확보한 후, 감독자 또는 그 시설의 관리자에게 통지하여야 한다. 또한, 작업 중에는 수시로 지반의 안정성을 확인하여야 한다.

(4) 현장 지반조건이 풍화암 이상의 암반층으로 인접건물에 피해를 줄 우려가 있을 경우 말뚝의 직접 항타를 피하고 천공을 하여야 한다.

(5) 도심지에서 드롭해머에 의한 항타를 삼가하여야 하며, 부득이한 경우에는 견고한 캡으로 말뚝머리를 보호하여야 한다.

(6) 강판을 재단하여 제작하는 말뚝은 공장제작을 하여야 한다.

(7) 플랜지 전면에 일정간격으로 심도를 표시하여 근입 정도를 지표면에서 확인할 수 있도록 한다.

(8) 지하수가 유출될 때에는 흙막이판의 배면에 부직포를 대고, 지반이 약할 경우에는 쏘일 시멘트로 뒷채움 할 수 있다.

3.6.2 엄지말뚝

(1) 엄지말뚝의 연직도는 공사시방서에 따르며, 근입 깊이의 1/100~1/200 이내가 되도록 한다.

(2) 말뚝의 이음은 이음위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 하여야 한다.

(3) 항타장비는 말뚝의 종류, 중량, 근입깊이, 타입본 수, 토질, 주위환경 등을 고려하여 현장 여건에 적합한 안전하고 경제적인 장비를 선택하여야 한다.

(4) 말뚝의 항타는 연속적으로 타입하되, 소정의 심도까지 반드시 근입하여야 한다. 토사인 경우 굴착저면 아래로 최소한 2 m 이상 근입하여야 한다.

(5) 천공면 상단부의 붕괴가 우려되는 경우에는 케이싱 등을 설치하여 천공면을 보호하여야 한다.

(6) 말뚝보다 천공경이 클 경우에는 타입하는 말뚝에 좌굴이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(7) 엄지말뚝을 매입공법으로 설치하는 경우, 엄지말뚝 주위를 모래나 쏘일 시멘트로 빈틈없이 충전시킨다.

(8) 천공작업 후 즉시 말뚝을 관입하고, 슬라임 하부 최소 1 m까지는 정착되도록 항타하여 소요깊이까지 도달하도록 하여야 한다.

3.6.3 흙막이판

(1) 흙막이판은 굴착 후 신속히 설치하며, 인접 흙막이판 사이에 틈새가 발생하지 않도록 한다.

(2) 흙막이판은 엄지말뚝 내부로 40 mm 이상 걸침길이를 확보하고 끼워 넣는다.

(3) 흙막이판은 배면지반과 밀착 시공되어야 하며, 간격이 있거나 배면지반이 느슨할 경우 양질의 토사로 채운 후 다짐을 하거나 쏘일 시멘트로 채워야 한다.

(4) 흙막이판은 사전에 설치하거나 굴착 즉시 설치하여 배면지반의 과도한 변형이나 토사유실을 방지하여야 한다.

(5) 흙막이판 하단은 지정된 굴착면보다 깊게 근입하여야 한다.

(6) 굴착면과 흙막이판 사이의 뒷채움 토사의 유실이 우려되는 경우에는 배수재료를 사용하여 유실을 막아야 한다.

3.7 그라우팅

3.7.1 J.S.P(Jumbo Special Pile)공법

(1) 일반사항

시공은 이 장 2.8.1을 준수하면서 시행한다.

(2) 천공 및 주입

① 천공 및 주입의 지층별 제원은 표 6-3-14를 기준으로 실시한다.

표 6-3-14 지층별 제원

구 분	점토층		모래층			자갈층	호박돌층
	N=0~2	N=3~5	N=0~4	N=5~15	N=16~30		
유효직경(m)	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8
롯드인발속도 (분/m)	7	8	7	8	9	9	9
단위분사량 (ℓ/분)	60	60	60	60	60	60	60
분사량(ℓ/m)	462	528	462	528	594	594	594
시멘트량(kg)	351	401	351	401	451	451	451
물(ℓ)	351	401	351	401	451	451	451
굴착공 간격(m)	0.8~0.9	0.6~0.7	1.0~1.1	0.8~0.9	0.6~0.7	0.6~0.7	0.6~0.7

② 공삭공에 사용하는 공사용수는 청수 또는 이수에 관계없이 압력이 4 MPa 이하이어야 한다.

③ J.S.P공은 작업 전에 로드(rod)의 회전수 및 양관속도를 지반의 특성에 따라 맞춘 다음 굴진 용수를 시멘트 밀크로 바꾸어 토출압을 서서히 20 MPa까지 높인 후, 0.6 MPa ~ 0.7 MPa 압력의 공기를 병행 공급하면서 작업을 시작한다.

④ 로드의 분해 및 조립할 때에는 시멘트 밀크 주입을 중지하여야 한다.

⑤ 시멘트 밀크의 분사량은 (60±5) ℓ /min를 기준으로 한다.

⑥ 고압분사할 때 토출압은 (20±1) MPa로 한다.

3.7.2 L.W(Labiless Wasser glass)공법

(1) 일반사항

시공은 이 장 2.5.1을 준수하면서 시행한다.

(2) 천공 및 주입

① 천공 직경은 ϕ100 mm, 주입방법은 1.5 shot 방법으로 실시하여야 한다.

② 멘젯튜브(ϕ40 mm)를 300 mm ~ 500 mm 간격으로 구멍(ϕ7.5 mm)을 뚫어 고무슬리브로 감고 케이싱 속에 삽입한다.

③ 케이싱과 멘젯튜브 사이의 공간을 실(seal)재로 채운 후 24시간 이상 경과 후에, 굴진용 케이싱을 인발한다.

④ 주입관의 상하에는 패커가 부착되어 있어야 한다.

⑤ 주입관을 멘젯튜브 속으로 삽입하여 굴삭공의 저면까지 넣고 일정 간격으로 상향으로 올리면서 그라우팅재를 주입하며, 주입압력은 0.3 MPa ~ 2 MPa 정도로 하고, 주입 토출량은 (8~16) ℓ /min범위로 하되 원지반을 교란시켜서는 안 된다.

⑥ 주입이 완료되면 패커 장치만 회수하고 멘젯튜브는 그대로 둔 후 다음 공으로 이동한다.

3.7.3 S.G.R(Space Grouting Rocket)공법

(1) 일반사항

시공은 이 장 2.5.1을 준수하면서 시행한다.

(2) 천공 및 주입

① 소정의 심도까지 천공(ϕ40.2 mm)한 후, 천공 선단부에 부착한 주입장치(rocket system)에 의한 유도공간(space)을 형성한 후 1단계씩 상승하면서 주입한다.

② 주입방법은 2.0 shot 방법으로 실시하여야 한다.

③ 급결 그라우트재와 완결 그라우트재의 주입비율은 5 : 5를 기준으로 하고, 지층 조건에 따라 5 : 5~3 : 7로 조정할 수 있다.

④ 보다 이론에 합치시킨 복합 주입방법이 되도록 순결성 그라우트재를 대상지반에 균일하게 주입하고, 계속하여 완결성 그라우트재를 주입하여야 한다

⑤ 주입순서는 평면상의 격번공(1,3,5,7,9..., 2,4,6,8,10...)의 순으로 하며, 개량범위에 대해서 아래쪽에서 위쪽으로 상향식 인발 주입으로 하고, 주입 1단계는 500 mm를 주입하여야 한다.

⑥ 주입압은 저압(0.3 MPa ~ 0.5 MPa)으로 하여야 하고, 원지반을 교란시키지 않아야 한다.

⑦ 주입 중에 이물질이 끼여 주입장치가 작동하지 않을 때에는 주입효과를 확실하게 하기 위하여 재천공하여 다시 주입하여야 한다.

3.8 띠장, 버팀보, 중간말뚝

3.8.1 공통사항

(1) 띠장, 버팀보는 설계도 및 공종별 시공계획서를 따라 각 단계마다 소정의 깊이까지 굴착 후, 신속히 설치하고 과굴착을 하여서는 안된다.

(2) 띠장, 버팀보의 설치간격은 설계도서에 명시한 값 이내로 하며 지장물의 유무, 구조물의 타설 계획, 재료 및 장비 투입 공간확보 관계를 고려하여 설치간격을 결정하여야 한다. 부득이 설계도서에 명시된 설치간격을 초과하는 경우에는 별도의 보강대책을 수립하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 띠장, 버팀보는 굴착된 공간 내에서 콘크리트 타설, 장비의 진 · 출입, 배수작업 등을 고려하여 설치하여야 한다.

(4) 띠장, 버팀보는 이동이 없도록 설치하여야 하며, 접합부와 이음부는 느슨하거나 강도 부족이 없도록 한다.

(5) 띠장, 버팀보 및 기타 부재의 조립에 앞서 재질, 단면손상여부, 재료의 구부러짐, 단면치수의 정도 등을 점검하여 계획서에 적합한가를 확인한다.

(6) 철근콘크리트 부재는 타설 후 소요강도가 발휘되기 전에 하중이 가하여지지 않도록 한다.

(7) 구조용 부재 사이의 접합부와 지점의 회전, 좌굴 방지가 필요한 곳에는 보강용 강판재, 앵글 또는 가새를 설치하여야 한다.

(8) 굴착할 때부터 해체할 때까지 부재가 느슨한 상태로 풀어져 있는가를 수시로 점검하여야 하며, 버팀보를 설치한 후에는 매 공정마다 계측관리 및 일상점검을 통하여 안전여부를 판단하고 검사 성과를 공사완료 때까지 기록 · 보관하여야 한다.

(9) 띠장, 버팀보 및 중간말뚝 위치에 발생하는 본 구조물의 슬래브 개구부는 보강하여야 한다.

3.8.2 띠장(wale)

(1) 띠장은 흙막이벽의 하중을 버팀보 또는 지반 앵커에 균등하게 전달할 수 있도록 흙막이벽과 띠장 사이를 밀착되도록 하며, 간격이 있는 경우에는 모르타르 등으로 충전하거나 철판을 용접한다.

(2) 띠장은 전 구간에 걸쳐 연속재로 연결되어야 하며, 기타의 경우에는 설계도서에 준하여 시공하여야 한다.

(3) 띠장과 버팀보 혹은 지반 앵커와의 접합부분은 국부좌굴에 대하여 안전하도록 철재를 덧대어 보강한다.

(4) 띠장의 연결보강은 도면에 명시된 대로 정확하게 시행하고 띠장의 끝부분

이 캔틸레버로 되어 있는 경우에는 강재로 보강하여야 한다.

(5) 띠장에 지반 앵커를 연결하는 경우에는 2중 띠장이어야 하고, 고임쐐기로 지반 앵커의 천공각도와 맞추어야 한다.

(6) 띠장은 굴착진행에 따라 일반토사에서 굴착면까지의 최대높이가 500 mm 이내가 되도록 설치하고 연약지반인 경우에는 반드시 정확한 해석을 실시한 후 결정한다.

(7) 우각부의 띠장은 경사버팀보에 의한 밀림방지를 할 수 있는 구조로 설치되어야 한다.

3.8.3 버팀보(strut)

(1) 버팀보는 흙막이벽의 하중에 의하여 좌굴되지 않도록 적정한 단면과 강성을 가져야 하며, 각 단계별 굴착에 따라 흙막이벽과 주변 지반의 변형이 생기지 않도록 시공하여야 한다.

(2) 띠장과의 접합부는 부재축이 일치되고 수평이 유지되도록 설치하며, 수평오차가 ±30 mm 이내에 있어야 한다.

(3) 버팀보와 중간말뚝이 교차되는 부분과 버팀보를 두 개 묶어서 사용할 경우에는 버팀보의 좌굴방지를 위한 U형 볼트나 형강 등으로 결속시켜야 한다.

(4) 버팀보에 장비나 자재 등을 적재하지 않아야 한다. 설계도서에 표시되지 않은 지장물 등을 지지하는 경우에는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아야 한다.

(5) 배치된 버팀보 부재의 좌굴 검토는 물론 전체구도가 좌굴에 대하여 안정되도록 가새(bracing)를 설치하여야 한다.

(6) 버팀보 수평가새의 설치간격은 다음을 기준으로 하며, 정밀해석에 의할 경우는 별도로 적용할 수 있다.

① 버팀보 설치간격이 2.5 m 이내인 경우 : 버팀보 10개 이내마다

② 버팀보 설치간격이 2.5 m를 초과하는 경우 : 버팀보 9개 이내마다

(7) 버팀보의 길이가 길어서 온도변화의 영향을 받을 우려가 있거나 흙막이의 변위를 조절할 필요가 있는 경우에는 유압잭 등으로 선행하중을 가한 후 설치하거나 버팀보, 중간말뚝, 가새 등을 일체로 연결한 트러스 구조로 만들어야 한다.

(8) 가압용 잭을 사용하는 경우에는 다음 사항에 유의한다.

① 온도변화에 따른 신축을 고려한다.

② 잭의 가압은 소정의 압력으로 시행하되, 정해진 압력의 0.2배 정도의 하중을 단계적으로 가하고, 가압 중에는 부재의 변형유무를 검사하면서 시행하여야 한다.

③ 모서리 보강이나 버팀보를 정확한 위치에 설치하여 뒤틀려지거나 이탈되지 않도록 하여야 한다.

④ 소정의 부재를 설치한 후에는 다음 공정의 시행 중에 발생할 수 있는 부재의 풀림 및 변형을 검사하여 그 안전여부를 판단하고, 검사결과를 공사완료 때까지 기록 · 보관하여야 한다.

⑤ 스크류잭을 사용하는 경우에는 용량에 적합한 것을 사용하여야 한다.

⑥ 스크류잭을 설치한 후에는 나사부에 여유를 두어 온도변화에 따른 축력 변화에 대비하도록 하여야 한다.

⑦ 유압잭을 사용하는 경우 버팀보와 받침보의 연결은 반드시 U-볼트를 사용하여 시공하고 잭 박스(jack box)를 설치하여 보강하여야 한다.

(9) 최상단에 설치되는 버팀보는 편토압의 우려가 있으므로 단절되지 않고 반대편 흙막이벽까지 연장되어야 한다.

(10) 수평면과 경사로 설치되는 버팀보는 이미 설치되어 있는 연결버팀보에 무리한 하중이 작용하지 않는 방법으로 시공하여야 하며, 수평면에 대해 60° 이내가 되도록 하여야 한다.

(11) 받침, 기둥, 수평버팀보 등이 떠오르지 않게 하중 또는 인장재를 설치하고, 수평버팀보는 중앙부가 약간 처지게(경사 1/100~1/200) 설치하여야 한다.

3.8.4 중간말뚝(post pile)

(1) 버팀보가 긴 경우에는 중간말뚝과 수평보강재를 설치하여 좌굴을 방지하여야 한다.

(2) 중간말뚝의 배치는 버팀보의 교차부마다 설치하여야 하며, 그렇지 않을 경우 그 안정성을 확인하여야 한다.

(3) 수평력에 대비하여 가새를 설치하여야 한다.

(4) 흙막이용 버팀보로 병용하는 중간말뚝에는 수평력에 대하여 가새를 반드시 설치하여야 하며, 구조검토를 통하여 그 안정성을 확인하여야 한다.

3.8.5 까치발

(1) 까치발은 버팀보의 수평간격을 넓게 하거나, 모서리 띠장의 버팀 또는 띠장을 보강할 목적으로 쓰인다.

(2) 까치발의 각도가 45°를 초과하는 경우에는 유효하지 않은 것으로 본다.

(3) 까치발을 버팀보에 설치하는 경우에는 좌우대칭으로 하여 버팀보에 편심하중에 의한 휨모멘트가 생기지 않도록 하여야 한다.

(4) 까치발을 설치하는 띠장은 수평분력에 대하여 밀리지 않도록 보강하여야 한다.

3.8.6 잭

특별한 언급이 없는 경우에는 일반 스크류 잭을 사용하고, 벽체 변위가 클 것으로 예상되거나 프리스트레스를 가할 필요가 있을 경우에는 유압식 잭을 사용하는 것이 효과적이다.

3.9 지반 앵커

3.9.1 공통사항

(1) 이 절은 지하 구조물의 흙막이를 지반과의 마찰력으로 지지하는 앵커에 관한 규정으로서, PC강선, 강연선 및 PC강봉을 사용하여 프리스트레스를 가한 앵커에 국한한다.

(2) 지반 앵커는 설계도서에 따라 시공하며, 그 구체적인 시공순서 및 방법 등에 대해서는 현장의 상황, 특히 지질조건을 검토하여 그에 가장 적합하게 조정하여 시공하여야 한다.

(3) 유기질 실트나 점토 등 강도가 매우 적은 지반에서는 앵커를 설치하여서는 안 된다. 다만, 지반보강을 선행한 후 재천공 하거나 특수 앵커를 시험시공하여 그 효과를 확인하는 경우에는 예외로 할 수 있다.

(4) 지반 앵커의 정착장 선단이 인접 토지경계를 넘지 않도록 한다. 부득이하게 인접대지를 침범할 경우에는 토지소유주의 동의를 얻어야 하며, 지반앵커가 주변건물의 기초 등에 미치는 영향을 검토하고, 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

(5) 전반적인 거동상태를 장기적으로 점검, 관측 및 계측을 하여야 하며, 필요에 따라서는 재긴장 및 앵커 증설 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

(6) 연약지반에 굴착하는 경우에는 앵커설치 전에 중앙부의 과굴착을 하여서는 안 된다.

(7) 앵커공은 지하수가 과다하게 배출되지 않도록 차수조치를 하여야 한다.

(8) 일반적으로 임시 앵커와 매입식 앵커를 사용하나 필요할 때에는 영구 앵커와 제거식 앵커를 시공할 수 있다.

3.9.2 천공

(1) 천공경과 천공깊이는 설계도서를 따른다.

(2) 천공깊이는 소요 천공깊이보다 최소한 500 mm 이상 깊게 하여 천공면으로부터 교란된 이물질이 가라앉아 소요 천공깊이에 지장이 없도록 하여야 한다.

(3) 천공직경은 '앵커체 지름 + 20 mm'를 표준으로 한다. 토사의 붕괴가 우려되는 구간에는 케이싱을 삽입하여 천공내부의 토사교란 및 무너짐을 방

지하여야 한다.

(4) 천공법은 지반조건에 따라 지반을 교란시키거나 공 내의 토질이 이완되지 않는 방법을 선택하여야 한다.

(5) 천공 중에는 토층, 천공길이, 천공경, 각도, 천공시간의 확인, 토질조사보고서의 주상도와 비교하여 천공과정의 신뢰도를 확인한 후 시공하여야 한다.

(6) 천공각도는 설계도서에 명시된 각도로서 두부에서 정착부까지 직선을 유지하여야 한다.

(7) 천공 후 지하수가 용출될 경우에는 고압 그라우팅으로 프리그라우팅한 후 재천공하여 지하수의 용출을 방지하여야 한다.

(8) 천공작업 중, 지하수위의 위치변화, 천공속도, 공 내 세척시간, 용수, 지반상황 등을 기록하여 보관하여야 한다.

(9) 앵커가 후면의 기존건물 하부를 통과할 경우 앵커의 정착부는 최소한 기초면 하부 3 m 이하의 심도를 통과하여야 하며, 앵커의 정착부는 인접앵커의 정착부와 떨어지도록 배치하여야 한다.

3.9.3 앵커 제작 및 설치

(1) 앵커의 제작은 시험천공으로 현장지반조건과 설계지반조건을 확인한 후에 하여야 한다.

(2) 강선의 절단은 용접기를 사용하지 않으며, 설계길이(자유장+정착장)에 긴장 및 정착을 위한 여유장(1 m)을 고려하여야 한다.

(3) 정착장 부위는 각 강선과 그라우팅 호스를 간격재와 클램프를 이용하여 도면에 명시된 대로 조립한다.

(4) 패커와 분리되는 자유장 피복호스는 클램프로 압착시킨 후 에폭시 시멘트로 밀폐시켜야 한다.

(5) 강선을 옥외에 방치할 경우에는 지면에서 일정간격을 띄워서 보관하고 오염이나 부식 방지를 위한 조치를 취하여야 한다.

(6) 앵커체는 천공구멍의 중앙에 위치하도록 하여 천공완료 후 즉시 삽입하고, 공벽의 붕괴우려가 있을 경우에는 케이싱을 뽑지 않은 상태에서 삽입한다.

(7) 소요길이까지 삽입 후, 지지대를 설치하여 앵커체를 공 내에 부유시켜야 한다.

(8) 이미 조립된 강선은 휘거나 변형되지 않게 주의하고, 삽입할 때 천공구멍에 손상이 가지 않도록 하면서 삽입하여야 한다.

(9) 공에서 누수가 있을 경우에는 공 입구를 부직포로 막아 토사유출을 방지하여야 한다.

(10) 제거식 앵커인 경우, 앵커 해체용 강선은 앵커 긴장용 강선과 구분되는 색상의 것을 사용하거나 혹은 표식을 실시하여 제거할 때 식별이 가능하도록 하여야 한다.

3.9.4 그라우팅

(1) 현장제작 앵커는 자유장과 정착장으로 분리되는 지점에 패커를 밀실하게 설치하여야 한다.

(2) 주입작업에 앞서 시험주입을 실시하여야 하며, 주입압력, 겔타임(gel time), 주변지반에 대한 영향 및 손실량 등을 파악한 이후에 시공하여야 한다.

(3) 그라우팅은 천공구멍의 끝 부분부터 시작하여 공 내부의 공기와 지하수가 바깥으로 유출될 수 있도록 하여야 한다.

(4) 주입 전에는 주입재의 강도, 재료의 구성 상태, 주입량에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다. 주입할 때에는 패커 바깥으로 주입재가 누출되지 않고 원지반이 파괴되지 않도록 적정한 주입압력을 유지하여야 한다.

(5) 그라우팅의 배합, 수량 및 압력 등을 기록하여 보존하여야 한다.

(6) 그라우트의 물-결합재비(W/B)는 일반적으로 W/B=45 % ~ 50 %를 사용하며, W/B를 50 % 이상으로 할 경우 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

(7) 그라우트 압축강도는 7일 강도가 17 MPa 이상, 28일 강도는 25 MPa 이상 되어야 한다.

(8) 그라우트를 주입할 때에는 내부의 슬라임 용수를 완전히 제거하고, 정착부에서 그라우팅할 때 압력은 0.51 MPa ~ 1 MPa로 하여야 한다.

(9) 혼합된 그라우트는 혼합 후 30분 이내에 시공할 수 있도록 한다.

(10) 가설구조물이 앵커인 경우에는 자유장 부분의 PC강선이 부식되는 것을 방지하기 위하여 프리스트레스를 가한 후에 실시하는 2차 주입을 하지 않아도 된다.

(11) 그라우트 주입에 사용하는 장비는 다음에 적합하여야 한다.

① 믹서는 2조식으로써 혼합과 주입을 각각 별도로 할 수 있어야 하고, 그라우트가 끝날 때까지 연속적으로 주입할 수 있어야 하며, 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.

② 펌프는 규정된 물-결합재비로 혼합된 시멘트 페이스트를 원활하게 압송할 수 있어야 하며, 평균 주입압력 0.4 MPa, 최대 주입압력 2 MPa를 줄 수 있으며, 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.

③ 급수계량기는 주입재 혼합에 사용된 수량을 2 ℓ /㎥까지 측정할 수 있는 계량기이어야 한다.

④ 주입공 연결부에 설치하는 차단밸브는 주입이 완료된 후에도 주입재가 응결할 때까지 요구된 압력을 유지할 수 있어야 한다.

⑤ 컴프레서는 0.6 MPa 이상의 압력으로 압축공기를 장비의 각 부분에 송기할 수 있어야 한다.

(12) 그라우팅 품질시험은 작업개시 전에 1회 이상하여야 하며, 시험항목과 시험방법은 다음과 같다.

① 블리딩 시험은 KS F 2414에 따른다.

② 블리딩 및 팽창률 시험은 KS F 2433에 따른다.

③ 압축강도 시험은 KS F 2426에 따른다.

④ 컨시스턴시 시험은 KS F 2432에 따른다.

3.9.5 양생

그라우팅이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생 기간이 필요하다. 이 기간 내에는 앵커에 인장 또는 충격을 가하는 일이 없도록 하여야 한다. 그러나 급결재를 사용한 경우 소요강도의 80 %에 도달하면(약 1일) 다음 단계의 작업을 실시한다. 필요할 때 감수제를 사용할 수 있다.

3.9.6 긴장 및 정착

(1) 최초로 설치되는 앵커와 지층이 변화된 부위에서는 인장시험 또는 확인시험으로 안정성을 확인한 이후에 긴장하여야 하며, 사용 중에는 정확도를 검사하여 실시하여야 한다.

(2) 한 개의 앵커에 있는 개개의 강선을 개개의 긴장기로 동시에 긴장하여야 하며, 강선을 각각 긴장하여서는 안 된다.

(3) PC강선의 긴장 시기는 그라우트를 완료하고 설계도면에 명시된 강도를 확인한 후에 실시하며, 그라우팅 후 지반에 따라 1일 ~ 3일 이전에 긴장하여서는 안 된다.

(4) 앵커머리의 면과 PC강선은 수직을 유지하여 편심에 의한 강선 파단이 없도록 하여야 한다.

(5) 긴장할 때는 긴장력에 따른 신장량을 소정의 양식에 의하여 기록한 후 감독자에게 제출하여야 한다.

(6) 긴장할 때는 띠장의 손상 발생 여부와 배면지반의 이완여부 및 주변 앵커상태를 관찰하여야 한다.

(7) 긴장력의 측정에 사용하는 계기는 공인시험기관에서 검 · 교정을 받은 장비이어야 한다.

(8) 정착은 적합한 긴장용 잭을 사용하여 인장재의 공칭파단하중 이상의 정착내력을 발휘할 수 있는 쐐기정착방식 또는 너트정착방식을 사용하여야 한다.

(9) 정착시킨 후의 앵커는 정착부의 상태 · 벽체의 변형 등을 관찰하여야 하며, 계측 도면에 지정된 앵커는 흙막이를 해체할 때까지 긴장력을 계측하여야 한다.

(10) 점성토 지반이나 느슨한 사질토 지반에서는 흙막이 앵커의 긴장력이 감소되는 것에 대비하여 재긴장할 수 있는 여유길이를 남겨두어야 한다.

(11) 정착부의 해체는 공사시방서에 따르며, 급격히 긴장력을 푸는 것을 피하여야 한다.

3.9.7 현장시험

시공과 설계의 신뢰성을 확인하기 위하여 현장 인발시험 및 크리프시험을 실시할 필요가 있다.

(1) 시험일반

① 인발시험은 지반에 대한 앵커의 극한 인발력을 판정하기 위하여 실시한다. 이 시험의 목적은 앵커체의 설계에 사용한 토질상수 등의 가정이 타당한지 아닌지를 확인하기 위한 경우 또는 극한 인발력을 미리 알아둘 필요가 있는 경우 등에 실시한다.

② 인장시험은 실제로 사용되는 앵커에 있어서 설계 앵커력의 1.2배의 하중을 계획 최대시험하중으로 하고, 설계에 대한 앵커의 안정성을 확인하기 위하여 앵커공사 착수 전에 협의하여 시험천공 및 시험앵커 수(앵커 총 공수의 1 % ~ 3 %)를 결정하여 반드시 실시한다.

③ 확인시험은 실제로 사용되는 앵커가 설계 앵커력에 대해서 안전여부를 확인하기 위하여 인장시험을 실시한 이외의 앵커에 대하여 실시한다.

④ 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등을 충분히 조사한 후 설계 조건에 따라 천공하며, 주변 시설물에 위해를 야기하지 않도록 천공 장비의 선택에 유의하여야 한다. (주변 시설물 직하에 에어식 천공기를 사용할 때에는 직접적인 위해 요인이 된다.)

(2) 시험

① 인발시험 및 인장시험은 측정 항목, 재하 하중, 앵커 두부 변위량, 반력장치의 변위량, 시간의 변화에 따라 실시한다.

② 인발시험 앵커의 최저 수량은 앵커의 내용 및 기간에 따라 다르며, 계획 앵커의 배치 형상, 타설 지반의 타입이 다를 때마다 적용된다.

③ 인발시험의 최대시험하중은 안전대책상의 이유에서 인장재의 항복강도(P_y)의 95 % 혹은 인장강도(P_u)의 80 % 중 작은 쪽의 값을 한도로 하고, 경우에 따라 비례한계강도(P_p)를 상한으로 한다.

④ 인발시험은 콘크리트 타설 후, 주입재의 압축강도가 설계기준강도를 상회한 시점에서 실시한다.

3.9.8 앵커 해체와 인장재(P.C strand)의 제거

앵커의 기능이 완료되면 일반 앵커는 용접기를 이용하여 강선을 절단한 후 띠장을 해체하며, 제거식 앵커인 경우에는 다음과 같이 강선을 제거를 한다.

(1) 구조물 완료 후 흙막이판 해체 시점에서 앵커 해체용 인장재를 소형 유압 인장기를 이용하여 적절한 인장력(50 kN ~ 90 kN)으로 인장 제거한다.

(2) 앵커 해체용 인장재는 앵커 긴장용 인장재와 구분되도록 피복의 색(적색)을 달리하고 있다. 이때 앵커 해체용 인장재가 제거용 앵커헤드로부터 해체되면 앵커 긴장용 인장재들은 자동적으로 결속콘(wedge cone)으로부터 결속이 해제된다. 따라서 앵커 긴장용 인장재를 작은 힘으로도 제거, 발출할 수 있게 된다.

(3) 앵커 해체용 인장재가 해체된 것을 확인한 후 앵커 긴장용 인장재들을 제거, 발출 및 정리함으로써 앵커 해체를 완료하게 된다.

3.10 타이로드

(1) 모든 타이로드에는 턴버클을 부착하여 길이 조절을 할 수 있게 하고, 부지와 토지경계를 넘지 않아야 한다.

(2) 타이로드로 지지할 수 있는 흙파기 깊이는 6 m 이내이어야 한다.

(3) 타이로드를 지하수면 아래에 설치하는 경우에는 방청조치를 하여야 한다.

(4) 타이로드는 지지능력과 부지조건에 따라 앵커판, 경사말뚝, 강널말뚝 또는 기존 구조체에 정착시킬 수 있다. 다만, 이러한 정착부재들은 안정된 지반에 위치하여야 한다.

(5) 설치된 타이로드는 설계도면에 명시된 시험하중까지 가하여야 하며, 하중의 5 % 이상 손실되지 않아야 한다.

(6) 앵커판은 부지조건과 지지능력에 따라 단일 또는 연속으로 설치할 수 있으며, 성토 지반에 설치하여서는 안 된다.

(7) 앵커판이 위치한 수동영역은 벽체 배면의 주동영역을 침해하지 않는 위치에 있어야 한다.

(8) 앵커판 높이가 지표면에서 앵커판 하단까지 깊이의 1/2보다 크면, 이 앵커는 앵커판 하단 깊이에서 주동토압을 발생시키는 것으로 보고 주동토압을 고려하여야 한다.

3.11 계측관리

3.11.1 공통사항

(1) 변위발생이 우려되는 시설물과 흙막이공에 대한 정기적인 계측관리를 시행하고, 그 결과를 감독자에게 서면으로 보고한 후 보관하여야 한다.

(2) 계측결과 지반변위 속도 및 흙막이벽 부재 응력이 갑자기 증가하는 경우에는 계측빈도를 증가시키고, 감독자와 협의하여 대책을 수립한다.

(3) 흙막이가 설치되어 있는 기간 중에는 전담 계측요원을 선정하여 계측관리를 하여야 한다.

(4) 굴착에 따른 인접지반의 영향범위는 주변현황, 토질 및 지하수위 등의 조사결과와 흙막이 구조물의 형식에 따라 공사시방서에서 정하며, 달리 명시된 것이 없는 경우에는 표 6-3-15에 따른다.

표 6-3-15 굴착에 따른 인접지반의 영향거리

지반구분	수평영향거리
사질토	굴착깊이의 2배
점성토	굴착깊이의 4배
암 반	굴착깊이의 1배(불연속면이 있을 경우에는 2배)

(5) 굴착깊이가 20 m 이상인 대규모 흙막이공의 계측관리는 선행굴착할 때 측정한 실측값을 활용하여 다음 굴착단계의 안전성을 예측하여 공사를 진행할 수 있는 예측관리기법(역해석기법)을 적용하여야 한다.

3.11.2 계측항목

(1) 횡방향 변위량

굴착 깊이별로 경사각의 변화, 균열 진행상태, 변위속도 등의 횡방향 변위량을 계측한다.

(2) 지표 및 지중 침하량

지반굴착 및 지하수위저하에 의한 인접지반의 지표 및 지중 침하량을 측정한다.

(3) 지하수위와 간극수압의 변화량

흙막이 벽체 및 인접지반의 굴착 및 그라우팅 등으로 인한 지하수위와 간극수압의 변화량을 측정한다.

(4) 인접구조물의 균열 및 변위

굴착의 영향을 받는 인접구조물의 경사각, 균열 진행상태 및 변위속도를 측정한다.

(5) 구조체의 변형률과 작용하중
지지구조체인 버팀보, 흙막이 앵커, 복공구간의 H형강, 엄지말뚝 및 띠장 등에 부착하여 변형률과 하중을 측정하여 부재에 작용하는 응력이나 휨모멘트를 구한다.

(6) 수직파일 및 지하연속벽의 응력

(7) 흙막이벽 배면의 토압
흙막이벽 배면의 토압을 측정하며, 설계할 때에 적용한 토압과 비교한다.

(8) 소음과 진동
중장비 가동 및 발파작업 등으로 인한 주변건물의 소음과 진동 영향을 측정한다.

3.11.3 계측빈도
계측계측빈도는 계측의 중요성 목적 공사의 진척정도, 계측방법 및 공사 중 발생하는 변위량의 크기 및 증가속도, 주변현황, 토질 및 지하수위 등의 조사결과와 흙막이 구조물의 형식에 따라 계측관리계획서에서 정하며, 계측빈도는 명시된 다음 값 이상으로 작성한다.

(1) 굴착기간 동안은 각 항목별로 1주 2회 이상 측정하며, 굴착 완료 후에는 1주 1회 이상 측정하여야 한다.

(2) 계측 도중 흙막이벽이나 주변구조물에 이상이 예상되거나 측정값이 갑작스럽게 변동하면 계측빈도를 증가시켜야 한다.

(3) 해체 및 철거 전후에는 계측을 통하여 변위 발생상태를 확인하여야 한다.

3.11.4 계측위치 선정

(1) 지반조건이 충분히 파악되어 있고, 구조물의 전체를 대표할 수 있는 곳.

(2) 중요구조물 등 지반에 특수한 조건이 있어서 공사에 따른 영향이 예상되는 곳.

(3) 교통량이 많은 곳. 다만, 교통 흐름의 장해가 되지 않는 곳.

(4) 지하수가 많고, 수위의 변화가 심한 곳.

(5) 시공에 따른 계측기의 훼손이 적은 곳.

3.11.5 계측자료 수집 및 분석

(1) 기본 계측순서에 따라 측정하고 설치목적에 맞는 정밀도로 하여야 한다.

(2) 이전의 계측결과를 참고하여 현재 측정값의 이상 유무를 현장에서 검사하며 계측하여야 한다.

(3) 각종 계측결과는 시공관리에 이용되고 후속 공사계획에 반영될 수 있도록 기록을 정리하여 보존하여야 한다.

(4) 구조물의 변화를 주의 깊게 관찰하고 공사 내용 및 주변상황, 굴착상태, 버팀구조 상황, 기상조건 등을 기록하여 결과를 분석할 때 이들을 고려할

수 있도록 하여야 한다.

(5) 시공 전에 반드시 초기값을 얻어야 하고, 측정이 완료되면 결과분석을 통하여 측정값의 경향을 파악하고, 이상이 발견되면 재측정하여야 한다.

(6) 측정값과 예측값의 차이가 많으면 그 원인을 규명하고, 공법 및 공정의 안정성과 적합성을 재검토한다.

(7) 최종분석은 경험과 전문지식을 가진 기술자가 종합적으로 분석 평가하여야 한다.

3.11.6 계측결과의 활용

(1) 지표면의 침하정도와 지하굴착에 의한 흙막이벽 배면 지반의 수평변위를 계측하여 주변 구조물에 대한 피해 가능성과 흙막이벽의 안정성을 검토한다.

(2) 띠장, 버팀보 및 엄지말뚝에 발생하는 응력을 계측하여 흙막이 구조의 안정성을 검토한다.

(3) 계측된 지하수위를 초기 지하수위와 비교하여 과다 지하수 유출여부와 측압의 변동사항을 검토한다.

(4) 인접구조물에 유해한 영향이 예상되는 경우에는 사전에 기존 균열 발생사항을 건축주와 상세히 조사한 후 균열측정기를 설치하여 흙막이 공사로 인한 균열의 증가 여부를 판정한다.

(5) 계측결과로부터 역해석을 실시하여 잔여 공사 기간 동안의 안전여부를 예측하고, 필요할 때에는 이 결과를 설계변경 자료로 이용한다.

3.11.7 유의사항

(1) 계측기를 지중에 매설할 경우 지하 매설물 유무 및 설치할 때의 안전 문제를 고려하여야 한다.

(2) 각종 계측기기의 설치 및 초기화 작업은 굴착하기 전 또는 부재의 변형이 발생되기 전에 완료하여야 한다.

(3) 계측오류 또는 시공 중의 기기 파손 등으로 인한 축적된 자료 손실에 유의하여야 한다.

3.12 해체 및 철거

3.12.1 공통사항

(1) 해체 및 철거는 사전에 수립된 해체순서를 준수하며, 구조체 전체의 안정성을 무너뜨리지 않는 방법으로 하며, 시공하기에 앞서 시공순서 · 방법 · 사용기계 · 공정 등에 대하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 해체 및 철거는 지반침하와 본 공사에 지장이 없고 주변의 구조물 및 설

비시설 등에 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(3) 흙막이 구조물의 철거는 본체 구조물의 콘크리트 강도가 소정의 강도에 도달한 이후에 시행하여야 한다.

(4) 해체 및 철거 전후에는 계측을 통하여 변위발생 상태를 확인하여야 한다.

(5) 철거할 때에는 단계별로 안전한 해체높이를 정하여 1단계 되메우기 후 지반 앵커 · 버팀보 · 띠장 등을 해체하고, 다음 단계의 되메우기와 해체작업을 번갈아 진행한다.

(6) 흙막이와 축조물과의 사이의 공간은 통나무 등으로 받치고 띠장을 해체하기 이전에 되메우기 한다.

3.12.2 매몰

(1) 철거할 경우 본체 구조물 또는 주변건물 등에 위해를 끼칠 우려가 있을 경우에는 철거 대신에 매몰하여야 한다.

(2) 매몰현황도를 작성하여 매몰구역을 관리하는 관리주체에게 제출하여야 한다.

(3) 매몰되는 말뚝은 차후의 유지관리를 위하여 지표면에서 2 m 이하 하단까지 절단하여야 한다.

3.12.3 말뚝빼기

(1) 말뚝빼기는 다음 사항을 고려하여야 한다.

① 말뚝의 매몰

② 강재의 청소, 수리 및 반납

③ 인접매설물 및 가공선의 보호

④ 각종 지하시설물 및 지하매설물 이설 복구

(2) 뺀 강말뚝은 조속히 정리하여야 한다.

(3) 말뚝과 맞물린 부재가 있는 경우에는 주변 지반과 구조물에 손상을 주지 않고 뽑아낼 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

(4) 엄지말뚝은 최상단까지 되메우기 및 해체작업이 완료된 후에 철거하여야 한다.

(5) 인발된 말뚝으로 인하여 발생된 공극은 공동이 남지 않도록 모르타르 또는 모래로 충전하여야 한다.

(6) 해체가 곤란하거나 구조체에 유해한 영향을 미칠 우려가 있는 중간말뚝, 버팀보, 띠장 등은 구조체에 지장이 없는 위치에서 절단한다.

3.12.4 되메우기

(1) 되메우기는 설계도면과 공사시방서에 따른다.

(2) 되메우기 공간이 1 m 이내로서 다짐이 곤란할 경우에는 사질토를 사용

하여 물다짐을 하거나 쏘일 시멘트(soil cement)를 사용하여야 한다.

(3) 되메우기에 사용하는 흙은 공사시방서에 따르며, 달리 명시가 없는 경우에는 다음에 따른다.

① 최대치수 : 100 mm
② No.4체 통과량 : 25 % ~ 100 %
③ No.200체 통과량 : 15 % 이하
④ 소성지수 : 10 % 이하
⑤ 수침 CBR(%) : 10 % 이상

(4) 되메우기는 전체가 균일한 다짐이 되도록 하여야 한다.

(5) 되메우기 각 층은 다짐 종료 후 감독자의 검사를 받은 후 다음 층을 시공하여야 한다.

(6) 면적이 좁고 층고가 낮아 로울러에 의한 다짐이 곤란한 장소에서는 래머나 진동식 다짐장비, 기타 감독자의 승인을 받은 다짐 장비를 사용할 수 있다.

(7) 다짐 장비를 사용할 경우에는 다짐에 의한 충격이 주변 구조물과 흙막이 벽체에 직접 전달되지 않도록 하여야 한다.

(8) 다짐할 때의 함수비는 KS F 2312에 의한 최적함수비 부근과 다짐곡선의 90 % 밀도에 대응하는 습윤 측 함수비 사이로 한다. 특히 우수나 지하수 유입에 따라 되메우기 흙의 함수비가 허용값을 초과하지 않도록 배수로 및 집수정 등의 배수처리를 하여야 한다.

(9) 버팀보(strut) 사이를 다짐하는 경우에는 다짐에 의한 충격이나 편토압의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

(10) 버팀보 상부에서 다져지는 흙의 영향을 받게 되는 버팀보 하부와 흙막이 벽체가 접한 부분의 다짐에 유의하여야 하며, 다짐이 충분히 되지 않을 경우에는 쏘일 시멘트 등으로 보강하여야 한다.

(11) 다짐도 검사는 다음에 따른다.

① 다짐도 검사는 층마다 3개소에 대하여 감독자가 지정하는 지점에서 하여야 하며, 층마다 시험 위치가 중복되지 않도록 하여야 한다.
② 상대 다짐도가 표준다짐의 90 % 이상이 되도록 다짐관리를 하여야 한다.
③ 되메우기의 다짐도에 미달하는 경우에는 함수비를 조절하여 재다짐하거나 감독자의 지시에 따라 지반을 치환하고 다져야 한다.
④ 다짐도 검사는 KS F 2311의 모래 치환법(sand cone method)을 적용하거나 방사능 밀도 측정기에 의한 방법으로 할 수 있다.

6-3-5 슬립 폼

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 잭(jack)에 의하여 수직으로 인양되는 수직 슬립폼의 시공에 대하여 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-4-1 일반콘크리트
15-4 시멘트 콘크리트
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업표준(KS)

KS B 1002 6각볼트
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각볼트 6각너트 · 평와셔의 세트
KS B 1012 6각너트
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
KS D 3530 일반 구조용 경량 형강
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면
(1) 요크(yoke)의 설치상세 및 구조검토서
(2) 잭(jack)의 허용 용량

2. 재 료

2.1 거푸집 및 동바리

6-3-3절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 강판 및 형강

(1) 강판은 KS D 3503, KS D 3515에 적합하여야 한다.
(2) 강재 및 형강은 KS D 3530, KS D 3566, KS D 3568에 적합하여야 한다.
(3) 볼트 및 너트는 KS B 1002, KS B 1010, KS B 1012에 적합하여야 한다.
(4) 잭(jack), 잭로드(jack rod) 및 로드(rod) 등의 재료는 시스템 제공자의 지침에 따르며, 필요한 강도와 성능을 확보한 것이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 계약상대자는 온도변화 및 기상조건에 따른 슬립폼의 상승속도 조절, 콘크리트 색상의 변화, 균열발생 등의 문제점에 대한 대책을 수립하여야 한다.
(2) 슬립폼의 상·하 작업대 간의 안전한 연결 통로를 계획하여야 하며, 작업통로는 장비 및 근로자의 원활한 작업동선을 고려하여야 한다.
(3) 계약상대자는 고소에서 진행되는 슬립폼 공사의 특성을 고려하여 시공 중에 예상되는 추락, 낙하 등의 안전사고에 대비한 필요한 모든 안전시설을 설치하여야 한다.
(4) 슬립폼을 인양하는 잭은 슬립폼의 자중 및 시공하중 등을 고려하여 필요한 용량 및 대수를 배치하여야 한다.
(5) 요크(yoke)는 콘크리트 측압 및 거푸집 하중, 거푸집 작업을 위한 작업대, 마감작업을 위한 작업 발판, 작업으로 인한 충격하중 등을 모두 부담할 수 있어야 하며, 철근과 매설물, 개구부 등을 고려하여 적절한 간격으로 설계하여야 한다.
(6) 거푸집에 작용하는 측압은 타설속도가 느린 슬립폼의 특성을 반영하여야 하며, 외부로 노출되는 거푸집은 풍하중을 고려하여야 한다.

(7) 슬립폼의 작업 발판에 작용하는 활하중은 바닥면적마다 다음의 값 이상으로 하여야 한다.

① 상부 작업용 바닥판

· 바닥판재, 판재를 지지하는 1차 부재 : 3.75 kN/㎡

· 트러스나 보와 같은 2차 부재 : 2.5 kN/㎡

② 하부 마감용 비계 및 작업 발판 : 1.25 kN/㎡

(8) 계약상대자는 슬립폼의 정밀시공 및 품질관리에 필요한 계측항목을 설정하여 슬립폼의 공정 및 시공관리에 적용하여야 한다.

(9) 계약상대자는 유압 장치, 전기설비, 콘크리트의 수화열, 슬립폼의 수직 및 수평 측량 및 콘크리트 타설 전·후의 주의사항 등의 점검사항에 대한 세부항목 및 검사주기를 계획하여야 한다.

(10) 계약상대자는 고소에서 진행되는 슬립폼 해체의 안전대책 및 해체계획을 슬립폼의 구간별로 상세히 수립하여야 한다.

3.2 시공 기준

(1) 슬립폼은 숙련된 기술자에 의하여 시공되어야 한다.

(2) 거푸집널은 방수처리를 하여 타설할 때에 배합수가 흡수되지 않도록 하여야 하며, 거푸집널의 높이는 최소 1 m 이상이어야 한다.

(3) 판재나 합판과 같은 목재를 사용할 경우에는 목재 결의 방향과 슬립폼의 진행방향이 동일하도록 하여야 한다.

(4) 인양(jacking system)은 전체 거푸집이 동시에 이동될 수 있도록 하여야 한다.

(5) 슬립폼의 인양속도는 탈형 후의 콘크리트가 부담하는 전 하중을 고려하여 콘크리트가 발휘하여야 하는 압축강도, 품질, 시공조건 등을 고려하여 결정하여야 한다.

(6) 잭로드(jack rod)는 잭의 용량 및 로드(rod) 자체의 좌굴을 고려하여 직경을 결정하여야 한다.

(7) 슬립폼은 허용오차 범위 이상의 변형이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(8) 슬립폼은 콘크리트를 타설하기 이전에 뒤틀림을 방지하기 위하여 가새를 설치하여야 하고 수평을 유지하여야 한다.

(9) 슬립폼(특히, 내부거푸집)은 높이 1.2 m를 기준으로 했을 때 상부가 하부보다 3 mm ~ 12 mm 좁은 형태의 기울기가 되도록 하며, 설계된 두께의 검사는 경화된 콘크리트가 거푸집 내에 남아 있는 당시의 표고에서 측정한다.

(10) 슬립폼의 작업 발판은 거푸집과 동시에 이동이 가능하도록 거푸집에 직접 연결하여야 하며, 슬립폼 내·외부의 하부에는 달비계 등으로 작업 발판을 만들어 마감작업과 검사가 가능하도록 한다.
(11) 슬립폼은 인양을 시작하기 전에 거푸집의 경사도와 수직도를 검사하여야 하며, 시공 중에는 최소 4시간 이내마다 실시하여야 한다.
(12) 슬립폼의 해체는 감독자의 감독 하에 해체하여야 하며, 해체작업을 하는 동안 슬립폼 내부에는 허가된 근로자만이 있어야 한다.
(13) 슬립폼의 대형부재는 상부에서 해체하고 소형부재는 지상에서 해체하는 것이 바람직하며, 부득이하게 소형부재를 상부에서 해체할 경우에는 낙하물재해 방지시설의 설치 후에 실시하여야 한다.
(14) 슬립폼의 해체는 신호체계에 따라 안전하게 실시하여야 한다.

3.3 시공할 때 주의 사항

(1) 콘크리트는 24시간 연속타설을 하므로 배치 플랜트 조종원·애지테이터·트럭 등에 야간작업조를 구성하여야 하며, 비상 전력시설(예비발전기)을 준비하여야 한다.
(2) 고공 작업을 할 때에는 피뢰침을 반드시 설치하여 낙뢰에 대비하여야 하며, 1일 2회 이상 측량을 하여 뒤틀림과 편심을 조정하여야 한다.
(3) 거푸집을 상승시킬 때 콘크리트와의 마찰을 줄이고 콘크리트 표면의 원만한 성형을 위하여 잔골재의 조립률(F.M)을 3.2 이하로 관리하며, 폼 셔터(form shutter)의 철판은 가공성 및 성형성을 고려하여 1 mm ~ 1.2 mm 정도를 사용하는 것이 좋다.
(4) 요크의 간격은 2 m 정도로 하며, 모서리 부위에는 추가하여 배치한다.
(5) 10개~20개의 버팀대에 의지하여 거푸집이 상승하는 만큼 동시에 일정량을 정확하게 상승하여야 하나 잭(jack)별 미세한 차이가 있어 구조물의 위치 이동 또는 뒤틀림이 발생하므로 연속적인 측량 및 조정이 필요하다.
(6) 직사각형 구조물의 경우 콘크리트 측압에 의하여 긴 변이 회전하므로 이에 대하여 세심한 대책이 필요하다.
(7) 슬립 폼(slip form)을 시공할 때에는 비중계법, 급결촉진법 등으로 강도를 2시간 이내에 조기 평가할 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
(8) 수밀한 콘크리트를 만들기 위하여 다짐봉을 구조에 맞도록 제작하여 전면을 고르게 다지고, 특히 접촉부위는 정밀하게 다짐을 실시하여야 하며, 콘크리트를 타설할 때 작업중단으로 인하여 구조체에 시공이음이 생겨서는 안 되므로 콘크리트 공급에 철저를 기하여야 한다.

(9) 강우로 인하여 콘크리트 타설에 영향이 없도록 천막을 준비하여야 하며, 콘크리트가 완전히 경화되기 전 거푸집 인상과 동시에 면처리를 실행하여야 한다.

(10) 슬립 폼 공법의 최대 장점인 시공속도를 높이기 위해서는 낮은 슬럼프가 좋으나 콘크리트 타설 후의 표면상태나 시공성 등을 감안하여 감독자의 확인을 받아 고유동화제를 사용할 수도 있다.

(11) 슬립 폼을 시공할 때에는 바람의 영향을 고려하여 안전에 유의하여야 하며, 일반적으로 순간 풍속이 10 m/sec 이상이거나 돌풍이 예상될 때에는 작업을 중지하고 전체 시스템을 별도의 고정철물(앵커)을 사용하여 구조물에 결속하여야 한다.

3.4 시공 허용오차

(1) 거푸집 표면에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

6-3-6 클라이밍 폼

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 클라이밍 폼으로 시공하는 구조물 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-4-1 일반 콘크리트
15-4 시멘트 콘크리트
15-12 구조용 강재

1.3 제출물

1.3.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.3 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 클라이밍 폼 제작 및 설치 시공상세도
(2) 클라이밍 폼 구조계산서

2. 재 료

2.1 클라이밍 폼 강재 및 목재

강재는 15-12절의 해당사항을 준수하여야 하며, 목재는 구조계산에 따른 소요 두께 및 강도를 가져야 한다.

2.2 콘크리트

15-4절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 클라이밍 폼은 전용 횟수를 고려하여 필요한 강성과 강도를 확보하여야 하며, 층마다 사이클에 적합한 양중 방법을 고려하여야 한다.

(2) 클라이밍 폼의 설계는 이 시방서에 규정한 설계하중 외에 작업 발판별 시공하중, 양중에 의한 추가응력을 고려하여야 한다.

(3) 클라이밍 폼을 지지하는 앵커는 고정하중, 활하중, 풍하중 등의 모든 하중에 대한 안전성을 확보하여야 한다.

(4) 클라이밍 폼을 지지하는 앵커가 정착되는 슬래브 또는 보 등의 영구 구조체의 응력 및 안전성을 검토하여야 한다.

(5) 크레인을 사용하여 클라이밍 폼을 인양할 경우에는 최대 인양하중 및 크레인의 양중능력을 고려하여 적용하여야 한다.

(6) 계약상대자는 근로자가 현장에 도달할 수 있는 별도의 수직 리프트를 설치하여야 하며, 리프트의 고장 및 응급사항에 대비한 계단 · 사다리 등의 비상통로를 고려하여야 한다.

(7) 작업 발판에는 추락 재해 방지시설 및 낙하물재해 방지시설을 설치하여야 하며, 중량의 자재 및 공구를 적재하지 않도록 하여야 한다.

(8) 거푸집 긴결재, 앵커 및 철골 결합을 위한 플레이트의 위치가 상호 간섭되지 않도록 유의하여야 한다.

(9) 자동 상승 클라이밍 폼(self climbing form) 시스템의 중요부분 및 구동장치는 고장이 발생하였을 때 즉시 간편하게 교체할 수 있는 구조이어야 하며, 구동장치의 상승능력을 초과하지 않도록 시스템을 고려하여야 한다.

(10) 클라이밍 폼에 사용되는 모든 구조용 자재는 콘크리트 압력, 형틀 전체의 자중 및 제반작업 하중에 의한 휨 및 좌굴에 견딜 수 있도록 필요한 강도와 두께를 가져야 한다.

(11) 클라이밍 폼 제작 및 설치는 사전에 구조적 안전성 검토를 확실히 하여 조립 및 해체를 할 때 문제점이 발생하지 않아야 하며, 클라이밍 폼 제작 및 설치 시공상세도면을 제출하여 감독자의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

(12) 클라이밍 폼은 모르타르 등의 손실을 방지할 수 있어야 하며, 콘크리트와 접촉되는 면에서 거푸집 탈착이 잘 되어야 한다.

(13) 철근조립에 필요한 공간을 확보하여야 하며, 굳지 않은 콘크리트에 하중을 가하지 않는 구조를 갖추어야 한다.

3.2 시공기준

(1) 계약상대자는 클라이밍 폼을 시공할 때 시스템 공급자가 제시한 설치 및 해체방법과 안전수칙을 준수하여야 한다.

(2) 계약상대자는 시공 전 근로자에 대하여 시스템에 대한 적합한 교육을 실시하여야 하며, 구동장치는 훈련된 지정 기술자가 운용하여야 한다.

(3) 클라이밍 폼을 양중할 때에는 바람의 영향을 고려하여 안전에 유의하여야 하며, 일반적으로 순간풍속이 10 m/sec 이상이거나 돌풍이 예상될 때에는 작업을 중지하고 전체 시스템을 별도의 고정철물(앵커)을 사용하여 구조물에 결속하여야 한다.

(4) 계약상대자는 거푸집 긴결재(form tie), 앵커 등의 위치와 클라이밍 폼의 수직도 및 레벨 등에 대한 측량 결과를 감독자가 승인한 후에 콘크리트를 타설하여야 한다.

(5) 가이드 레일을 따라서 양중되는 클라이밍 폼은 양중 도중 하부 방향으로 낙하하지 않도록 레일에 안전장치(stopper)를 구비하여야 한다.

(6) 계약상대자는 클라이밍 폼의 인양 및 상승 작업 전에 다음 사항을 확인하여야 한다.

① 콘크리트 압축강도에 대한 상부 앵커의 강도

② 거푸집 긴결재 및 앵커의 해체

③ 지정된 인원을 제외한 근로자의 철수

④ 간섭 또는 방해되는 요인

(7) 클라이밍 폼은 소정의 위치에 도달되는 즉시 앵커에 견고히 결속하여야 한다.

(8) 계약상대자는 적합한 주기를 선정하여 클라이밍 폼의 재사용 후에 각 부재의 변형 및 체결강도 등에 대한 검사를 실시하여야 한다.

3.3 시공할 때 주의 사항

(1) 배근 및 클라이밍 폼의 설치와 이동, 이에 따른 자재의 운반 및 야적 등은 이들 하중을 받는 콘크리트가 유해한 영향을 받지 않는 콘크리트 재령에 도달하였을 때 시작한다.

(2) 클라이밍 폼의 상단을 이동 설치할 때에는 앵커 주위의 콘크리트 강도가 11.0 MPa 이상 도달하였을 때 클라이밍 폼을 상단에 이동 거치시킨다. 콘크리트가 소정의 강도에 도달할 때까지 앵커에 어떠한 하중도 작용되지 않도록 하여야한다.

(3) 클라이밍 폼 상단 이동을 위한 앵커 등의 매입 철물은 콘크리트를 부어 넣을 때 이동하지 않도록 클라이밍 폼 합판에 견고하게 부착한다.

(4) 콘크리트 타설 후 매회 박리제를 도포한다.
(5) 폼워크(formwork) 시스템을 구성하는 각종 자재는 용접에 의한 절단, 고온의 영향, 물리적인 손상 또는 취급 부주의에 의한 손상, 부식이 있어서는 안 된다.
(6) 작업대(working platform)상의 판재는 구조적으로 합당한 각재로 작업발판을 만들고 안전 난간대는 필히 설치하여야 한다.
(7) 고공 작업을 할 때에는 피뢰침을 반드시 설치하여 낙뢰에 대비하여야 하며, 매 세그먼트(segment) 마다 측량을 하여 뒤틀림과 편심을 조정하여야 한다.
(8) 거푸집을 상승시킬 때에는 미세한 차이가 있어 구조물의 위치 이동 또는 뒤틀림이 발생하지 않도록 연속적인 측량 및 조정이 필요하다.
(9) 직사각형 구조물의 경우 콘크리트 측압에 의하여 긴 변이 회전하므로 이에 대하여 세심한 대책이 필요하다.
(10) 수밀한 콘크리트를 만들기 위하여 다짐봉을 구조에 맞도록 제작하여 전면을 고르게 다지고, 특히 접촉부위는 정밀하게 다짐을 실시하여야 한다.
(11) 강우로 인하여 콘크리트 타설에 영향이 없도록 천막을 준비하여야 한다.
(12) 작업자는 클라이밍 폼 위에서는 안전벨트를 착용하고, 안전벨트와 연결된 줄을 정착판 머리에 고정 확보하여야 한다.
(13) 크레인(crane)으로 폼을 상부로 이동시킬 때에는 작업자는 이동되는 클라이밍 폼 외부에 있어야 한다.
(14) 클라이밍 폼을 상부로 이동시킬 때에는 클라이밍 폼 하단부에 작업자가 있어서는 안 된다.
(15) 클라이밍 폼을 상부로 이동시킬 때에는 각종 공구 및 파쇄물의 낙하를 방지할 수 있도록 안전망을 설치한다.
(16) 작업대 상에 적합한 사다리를 설치하여 작업 인원의 안전한 통로를 확보하여야 한다.
(17) 클라이밍 폼을 시공할 때에는 바람의 영향을 고려하여 안전에 유의하여야 하며, 일반적으로 순간 풍속이 10 m/sec 이상이거나 돌풍이 예상될 때에는 작업을 중지하고 전체 시스템을 별도의 고정철물(앵커)을 사용하여 구조물에 결속하여야 한다.

3.4 시공허용오차

거푸집 표면에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

6-3-7 비계

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 도로공사에 사용되는 일반적인 비계의 시공에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 4302 구상 흑연 주철물
KS F 8002 강관비계용 부재
KS F 8003 강관틀비계용 부재 및 부속철물
KS F 8011 이동식 강관 비계용 부재
KS F 8012 작업 발판
KS F 8013 조임 철물
KS F 8014 받침 철물
KS F 8015 강제 브래킷
KS F 8021 조립형 비계 및 동바리 부재

1.2.3 관련규격 및 시방서

방호장치 의무안전인증고시 및 자율안전기준고시(고용노동부고시)

1.3 용어의 정의

(1) 발끝막이판(toeboard) : 근로자의 발이 미끄러짐이나 작업을 할 때 발생하는 잔재 · 공구 등이 떨어지는 것을 방지하기 위하여 작업 발판이나 통로의 가장자리에 설치하는 판재
(2) 달기체인 : 바닥에서부터 외부비계 설치가 곤란한 높은 곳에 작업공간을 확보하기 위한 달비계를 설치하기 위한 체인형식의 금속제 인장부재
(3) 달기틀 : 달비계의 작업 발판을 지지하는 부재
(4) 말비계 : 주로 건축물의 천장과 벽면의 실내 내장 마무리 등을 위하여 바닥에서 일정높이의 발판을 설치하여 사용하는 비계

(5) 발바퀴(caster) : 이동식비계의 기둥재 밑둥에 조립하여 수평으로 이동이 가능하도록 하기 위하여 사용하는 바퀴
(6) 벽 연결재 : 강관, 클램프, 앵커 및 벽 연결용 철물 등의 부재를 사용하여 비계와 영구 구조체 사이를 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 대하여 안전하도록 설치하는 버팀대
(7) 비계 : 공사용 통로나 작업용 발판을 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물
(8) 선반 브래킷 : 구조물의 돌출부위 등으로 인하여 작업공간을 별도로 설치하여야 할 필요가 있을 때 또는 외줄비계의 경우 비계 기둥에 부착하여 작업 발판을 설치할 목적으로 사용되는 브래킷 형식의 부재
(9) 클램프 : 비계용 강관 또는 동바리 등을 조립, 설치하기 위하여 강관과 강관, 강관과 형강의 체결에 사용되는 조임 철물

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 비계의 조립 · 해체계획
(2) 지반의 침하방지 조치계획
(3) 과적재 하중에 대한 안전대책
(4) 안전시설 설치계획
(5) 로프의 결속방법, 별도의 구명줄 설치계획

1.4.2 시공상세도면

(1) 계약상대자는 시공 전에 시공도면을 제출하여 감독자에게 승인을 받아야 한다.
(2) 시공상세도면에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
① 관련된 상세를 포함한 비계 설치방법
② 사용재료에 대한 품질인증서류 또는 시험성적서
③ 비계의 해체를 위한 방법 및 일정
④ 비계, 결속재료 등의 시공상세도면
⑤ 구조계산서
(3) 다음 사항에 해당하는 경우에는 감독자가 인정하는 자격을 갖춘 기술자의 구조계산서를 제출하여야 한다.
① 높이가 31 m를 초과하는 비계

② 중량물(활하중 3.5 kN/㎡ 이상)을 취급하는 비계
③ 양중설비, 콘크리트 타설장비 및 낙하물 방지망 등의 안전시설을 설치하는 비계

1.4.3 안전관리계획서
이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.4 품질 및 환경관리계획서
(1) 비계는 납품자의 제품자료 및 설치요령서, 품질시험 성적서를 제출하여야 한다.
(2) 공사할 때 발생하는 소음, 진동 등 자연훼손이 예상될 경우에는 이에 대한 보호시설과 건설 폐기물 처리 등의 환경보호 시설계획을 수립하여 제출하여야 한다.

1.5 설계하중

1.5.1 일반사항
비계 및 작업 발판의 설계 및 시공할 때에는 수직하중, 풍하중, 수평하중 및 특수하중 등에 대하여 검토하여야 한다.

1.5.2 수직하중
(1) 비계의 수직하중에는 비계 및 작업 발판의 고정하중과 활하중이 있다.
(2) 활하중에는 근로자와 근로자가 사용하는 자재, 공구 등을 포함하며 다음과 같이 구분하여 적용한다.
① 통로의 역할을 하는 비계와 가벼운 공구만을 필요로 하는 경작업에 대해서는 바닥면적에 대하여 1.25 kN/㎡ 이상이어야 한다.
② 공사용 자재의 적재를 필요로 하는 중작업에 대해서는 바닥면적에 대하여 2.5 kN/㎡ 이상이어야 한다.
③ 돌 붙임 공사 등과 같이 자재가 무거운 작업인 경우에는 자재의 중량을 참고로 하여 단위면적마다 작용하는 활하중을 적용하여야 하며 최소 3.5 kN/㎡ 이상이어야 한다.

1.5.3 풍하중
(1) 이 장에서 규정하지 않은 풍하중에 대해서는 이 시방서 3장 1.5.4에 따른다.
(2) 세장한 부재들로 이루어져 충실률이 낮고 보호망이나 패널 등을 붙여서 사용하는 가설구조물의 풍력계수(C_f)는 충실률에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$C_f = (0.11 + 0.09\gamma + 0.945 C_0 \cdot R) \cdot F \qquad (1)$$

여기서, C_f : 가설구조물의 풍력계수
γ : 보호망, 네트 등의 풍력저감계수
C_0 : 가설구조물 기본풍력계수
R : 가설구조물의 형상보정계수
F : 비계위치에 대한 보정계수

(3) 보호망 등이 설치된 경우에 적용하는 풍력저감계수(γ)는 보호망 등으로 인한 충실률(ϕ)에 따라 다음의 식을 적용한다.
① 쌍줄비계에서 후면비계에 적용하는 풍력저감계수 : $\gamma = 1-\phi$
② 쌍줄비계의 전면이나, 외줄비계에 적용하는 풍력저감계수 : $\gamma = 0$

(4) 가설구조물의 기본풍력계수(C_0)는 충실률(ϕ)에 따라 다음의 표를 적용한다.

표 6-3-16 가설구조물의 기본풍력계수(C_0)

ϕ	C_0
0.1 미만	0.1
0.3	0.5
0.5	1.2
0.7	1.6
1.0	2.0

주 1) ϕ : 충실률 (유효수압면적/외곽 전면적)
2) 사이값은 직선보간법을 적용한다

(5) 가설구조물의 형상보정계수(R)는 망 또는 시트, 패널의 폭(l), 패널의 높이(h), 지면에서 패널상부까지의 높이(H)에 따른 형상보정계수(R)는 다음과 같이 구분하여 적용한다. 다만, (l/h) 또는 ($2H/l$)가 1.5 이하인 경우에는 $R=0.6$을 적용하며, (l/h) 또는 ($2H/l$)가 59 이상인 경우에는 $R=1.0$을 적용한다.

① 망이나 패널이 지면과 공간을 두고 설치되는 경우

$$R = 0.5813 + 0.013(l/h) - 0.0001(l/h)^2 \qquad (2)$$

여기서, l : 망 또는 패널의 길이
h : 망 또는 패널의 높이

② 망이나 패널이 지면에 붙어서 설치되는 경우

$$R = 0.5813 + 0.013(2H/l) - 0.0001(2H/l)^2 \qquad (3)$$

여기서, l : 망 또는 패널의 지면에서 상부까지의 높이

h : 망 또는 패널의 폭

(6) 비계의 지지방법에 의한 보정계수(F)는 비계의 설치방법과 충실률에 따라 다음 표를 적용한다.

표 6-3-17 비계 위치에 대한 보정계수(F)

비계의 종류	풍력방향	적용부분	보정계수(F)
독립적으로 지지되는 비계	정압, 부압	전 부분	$F=1.0$
구조물에 지지되는 비계	정압	상부 2개층	$F=1.0$
		기타 부분	$F=1+0.31\phi$
	부압	개구부 인접부 및 돌출부	$F=-1.0$
		우각부에서 2스팬이내	$F=-1+0.23\phi$
		기타부분	$F=-1+0.38\phi$

주) 여기서, ϕ는 충실률

1.5.4 수평하중

비계의 수평 연결재나 가새, 벽 연결재의 안전성 검토는 풍하중과 수직하중의 5 %에 해당하는 수평하중 가운데 큰 값의 하중이 부재에 작용하는 것으로 한다.

1.5.5 특수하중

비계에 선반 브래킷, 양중설비, 콘크리트 타설장비 및 낙하물 방지망 등 안전시설의 특수한 설비를 설치한 경우에는 그 영향을 고려하여야 한다.

1.6 설계

(1) 비계 및 작업 발판의 설계는 허용응력설계법에 따른다.

(2) 강제 또는 알루미늄제 등과 같이 비교적 재사용이 많은 부재에 대해서는 장기허용응력을 적용하여야 한다. 다만, 풍하중과 조합되는 경우에 대해서는 단기허용응력을 적용한다.

(3) 규격품이나 성능이 확인된 제품을 제외한 비계 및 작업 발판은 공인시험기관의 성능시험 값을 기초로 한 허용하중 값을 적용한다.

(4) 비계, 작업 발판, 통로 및 부속품의 안전율은 4 이상이어야 한다.

(5) 와이어로프 및 강선의 안전율은 10 이상이어야 한다.

(6) 전도에 대한 안전성 검토할 때의 안전율은 2 이상이어야 한다.

(7) 비계 및 작업 발판의 설계는 시공할 때의 수직하중, 풍하중, 수평하중, 특수하중 등의 하중에 대하여 검토하여야 한다.
(8) 비계 및 작업 발판은 설계 및 시공 등을 고려하여 적정한 형식과 재료를 선택하고, 작용되는 하중을 안전하게 기초에 전달하도록 하여야 한다.
(9) 비계 및 작업 발판은 조립·해체가 편리한 구조로서, 이음부나 교차부에서 하중을 안전하게 전달할 수 있는 것이어야 한다.
(10) 비계에 간이 크레인, 콘크리트 타설장비 등을 설치하는 경우는 운반하중으로 인한 전도 모멘트에 대하여 안전하도록 하여야 한다.
(11) 달비계 고정을 위하여 건물에 설치하는 타이백(tieback)의 강도는 달기로프와 동등 이상의 강도를 가진 것이어야 하며, 직접적인 고정수단이 아닌 2차적인 고정수단으로 사용되어야 한다.
(12) 작업 발판은 부재 하부에서 작용하는 풍하중에 대하여 안전하도록 하여야 한다.
(13) 중량물을 작업 발판 등에 놓아두는 경우와 같이 특수한 용도일 때는 각각의 경우에 따라 강도 계산을 하여 안전하도록 하여야 한다.

2. 재 료

2.1 사전 준비

(1) 비계 및 작업 발판에 사용하는 강재는 구조용 강재를 사용하여야 한다.
(2) 변형, 부식 또는 심하게 손상된 것은 사용하지 않아야 한다.
(3) 비계 및 작업 발판에 사용되는 재료의 선정은 공사계약조건에 따르며, 구조, 성능, 외관 및 사용상 문제가 없다면 재사용품을 사용할 수 있다.
(4) 각 부재는 방청효과가 있는 도장 및 도금을 한 것이어야 한다.
(5) 특수한 부속철물을 사용할 때에는 그 부위에 발생하는 응력에 충분히 견딜 수 있는 것을 사용하여야 한다.
(6) 이 절에서 규정한 재료 이외의 재료는 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용목적에 적합한 제품을 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2 강관비계

(1) 강관비계는 KS F 8002 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.
(2) 클램프는 KS F 8013 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.
(3) 강관비계에 사용되는 받침 철물은 KS F 8014 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

2.3 강관틀비계

(1) 강관틀비계는 KS F 8003 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 강관틀비계에 사용되는 받침 철물은 KS F 8014 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

2.4 시스템비계

시스템비계는 KS F 8021 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

2.5 이동식비계

(1) 이동식비계는 KS F 8011 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 비계의 이동을 위하여 사용하는 발바퀴는 KS F 8011 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(3) 이동식비계의 전도방지를 위하여 사용되는 지지대(outrigger)는 KS F 8011 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

2.6 기타 비계

2.6.1 달비계

(1) 달기체인과 달기틀은 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

(2) 재사용하는 달기체인은 다음에 해당되는 것을 사용하지 않아야 한다.

① 체인의 길이가 제조되었을 때보다 5 % 이상 늘어난 것.

② 링 단면의 직경이 10 % 이상 감소한 것.

③ 균열이 있는 것.

(3) 달기로프는 다음에 해당되는 것을 사용하지 않아야 한다.

① 가닥이 절단된 것.

② 심하게 손상 또는 부식된 것.

(4) 와이어로프는 다음에 해당되는 것을 사용하지 않아야 한다.

① 와이어로프 한 가닥에서 소선이 10 % 이상 절단된 것.

② 지름이 공칭지름의 7 % 이상 감소된 것.

③ 변형이 심하거나 부식된 것.

④ 꼬인 것.

2.6.2 말비계

(1) 말비계의 각 부재는 구조용 강제나 알루미늄 합금제 등을 사용하여야 한다.

(2) 말비계에는 벌어짐을 방지하는 장치와 기둥재의 밑둥에 미끄럼 방지장치가 있어야 한다.

(3) 말비계에 사용되는 작업 발판은 KS F 8012 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

2.6.3 브래킷비계

(1) 벽용 브래킷은 KS F 8015 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

(2) 선반 브래킷은 KS F 8015 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

(3) 비계 기둥과 연결되는 부분에 이탈방지기능이 있는 것이어야 한다.

(4) 비계용 강관은 KS F 8002 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

2.7 벽 연결재

(1) 벽 연결용 강관은 KS F 8002 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 클램프는 KS F 8013 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(3) 앵커는 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용별 허용하중이 표시된 제품을 사용하여야 한다.

(4) 벽 연결용 철물은 KS F 8003 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 비계 조립 및 해체작업을 하는 근로자는 산업안전보건법 제47조 및 유해 · 위험작업의 취업 제한에 관한 규칙에 의하여 기능습득교육을 받은 자 또는 동등 이상의 자격을 갖춘 자이어야 한다.

(2) 비계 및 작업 발판은 공종별 시공계획서 및 시공상세도면에 따라 시공하여야 한다.

(3) 비계 조립 전에 구조 · 강도 · 기능 · 재료 등에 결함이 없는지 면밀히 검토하여야 하며, 시공상세도면에 따라 설치하여야 한다.

(4) 비계 및 작업 발판은 공사의 종류, 규모, 장소 등에 따라 적합한 재료 및 방법으로 견고하게 설치하고 유지관리에 주의하여야 한다.
(5) 작업발판, 통로 및 계단에는 근로자가 안전하게 통행할 수 있도록 75럭스 이상의 채광 또는 조명시설을 하거나, 근로자로 하여금 휴대용 조명기구를 사용하도록 하여야 한다.
(6) 설계할 때에 고려된 경우를 제외하고, 사용 중이거나 작업 중일 때에는 비계를 수평으로 이동하거나 변경하지 않아야 한다.
(7) 가설전선에 근접하여 비계를 설치하는 때에는 가설전선을 이설하거나 가설전선에 절연용 방호구를 장착하는 등 가설전선과의 접촉을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
(8) 해빙될 때 발생될 수 있는 문제점에 대한 대책을 수립하여 감독자의 승인을 받지 않는 한, 동결지반 위에는 비계를 설치하지 않아야 한다.
(9) 작업상 부득이하게 일부의 부재를 제거할 때에는 제거한 상태의 비계성능이 현저하게 저하되지 않는 것을 사전에 확인하여야 하며, 작업을 종료한 후에는 반드시 원상복구를 하여야 한다.
(10) 작업 발판에는 최대 적재하중을 정하고 이를 초과하여 적재하지 않아야 하며, 최대 적재하중을 근로자에게 알려야 한다.
(11) 비계 해체작업은 감독자의 승인을 받은 후 감독자의 지휘 하에 작업하여야 한다.
(12) 해체 시기 · 범위 및 절차를 근로자에게 교육하여야 한다.
(13) 해체작업 구역 내에는 당해 작업에 종사하는 근로자 및 관련자 이외에는 출입을 금지시켜야 한다.
(14) 비 · 눈 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 날씨가 몹시 나쁠 때에는 해체작업을 중지하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 지반은 비계가 설치되어 있는 동안에 전체 비계 구조물을 지지할 수 있어야 한다.
(2) 콘크리트, 강재 표면 및 단단한 아스팔트 등과 같은 지반은 깔목을 설치하지 않은 상태에서 받침 철물만을 사용하여 지지할 수 있다.
(3) 연약지반은 비계 기둥이 침하되지 않도록 다지고 두께 45 mm 이상의 깔목을 소요 폭 이상으로 설치하거나 콘크리트를 타설한다.
(4) 비계 기둥 3개 이상을 밑둥잡이로 연결하여야 한다. 다만, 받침 철물을 바닥에 고정하였을 때에는 밑둥잡이를 생략할 수 있다.

(5) 경사진 지반의 경우에는 피벗형 받침 철물을 사용하여 수평을 유지하도록 지지하여야 한다.

3.3 강관비계

3.3.1 비계 기둥

(1) 비계 기둥은 이동이나 흔들림을 방지하기 위하여 수평재, 가새 등으로 안전하고 단단하게 고정되어야 한다.

(2) 비계 기둥의 바닥은 작용한 하중을 안전하게 기초에 전달할 수 있도록 깔목 또는 받침 철물을 사용하거나 견고한 기초 위에 놓여져야 한다.

(3) 비계 기둥의 간격은 띠장 방향으로 1.8 m 이내, 장선방향으로 1.5 m 이내이어야 하며, 시공 여건을 고려하여 별도의 설계가 요구되는 경우에는 안전성을 검토한 후 설치할 수 있다.

(4) 기둥 높이가 31 m를 초과하면 기둥의 최고부에서 하단 쪽으로 31 m 높이까지는 강관 1개로 기둥을 설치하고, 31 m 이하의 부분은 좌굴을 고려하여 강관 2개를 묶어 기둥을 설치하여야 한다.

(5) 비계 기둥 1개에 작용하는 하중은 7 kN 이내이어야 한다.

(6) 비계 기둥과 구조물 사이의 간격은 별도로 설계된 경우를 제외하고는 추락방지를 위하여 300 mm 이내이어야 한다.

3.3.2 띠장

(1) 띠장의 수직간격은 1.5 m 이하로 한다. 다만, 지상으로부터 첫 번째 띠장은 통행을 위하여 강관의 좌굴이 발생되지 않는 한도 내에서 2 m 이내로 설치할 수 있다.

(2) 띠장을 연속해서 설치할 경우에는 겹침이음으로 하며, 겹침이음을 하는 띠장 간의 이격거리는 순간격이 100 mm 이내가 되도록 하여 교차되는 비계 기둥에 클램프로 결속한다.

(3) 띠장의 이음위치는 각각의 띠장끼리 최소 300 mm 이상 엇갈리게 한다.

3.3.3 장선

(1) 장선은 비계 기둥과 띠장의 교차부에서는 비계 기둥에 결속하며, 그 중간 부분에서는 띠장에 결속하여야 한다.

(2) 작업 발판을 맞댐 형식으로 깔 경우, 장선은 작업 발판의 내민 부분이 100 mm ~ 200 mm의 범위가 되도록 간격을 정하여 설치하여야 한다.

(3) 장선은 띠장으로부터 50 mm 이상 돌출하여 설치한다. 또한 바깥쪽 돌출 부분은 수직 보호망 등의 설치를 고려하여 일정한 길이가 되도록 한다.

3.3.4 가새

(1) 대각으로 설치하는 가새는 비계의 외면으로 수평면에 대하여 40° ~ 60° 방향으로 설치하며, 기둥 또는 띠장에 결속한다. 가새의 배치간격은 약 15 m 마다 교차하는 것으로 한다.

(2) 가새와 비계 기둥과의 교차부는 회전형 클램프로 결속한다.

(3) 수평가새는 벽 연결철물을 부착한 높이에 각 스팬(span)마다 설치하여 보강한다.

3.3.5 벽 연결

(1) 벽 연결재의 배치간격은 벽 연결재의 성능과 작용하중을 고려한 구조설계에 따르며, 수직방향 5 m 이하, 수평방향 5 m 이하로 설치하여야 한다.

(2) 벽 연결 위치는 기둥과 띠장의 결합 부근으로 하며, 벽면과 직각이 되도록 설치하고, 비계의 최상단과 가장자리 끝에도 벽 연결재를 설치하여야 한다.

3.4 강관틀비계

3.4.1 주틀

(1) 전체 높이가 20 m를 초과하는 경우 또는 중량작업을 하는 경우에는 주틀의 간격을 1.8 m 이하로 하여야 한다.

(2) 주틀의 간격이 1.8 m일 경우에는 주틀 사이의 하중한도를 4 kN으로 하고, 주틀의 간격이 1.8 m 이내일 경우에는 그 역비율로 하중한도를 증가할 수 있다.

(3) 연결용 통로, 출입구 및 개구부 등에서 내력상 충분히 안전한 경우에는 주틀의 높이 및 간격을 전술한 규정보다 크게 할 수 있다.

(4) 주틀의 기둥재 바닥은 작용한 하중을 안전하게 기초에 전달할 수 있도록 받침 철물을 사용하거나 견고한 기초 위에 놓여져야 한다. 다만, 주틀의 바닥에 고저 차가 있을 경우에는 조절형 받침 철물을 사용하여 각 주틀을 수평과 수직으로 유지하여야 한다.

(5) 주틀의 최상부와 다섯단 이내마다 띠장틀 또는 수평재를 설치하여야 한다.

(6) 비계의 모서리 부분에서는 주틀 상호간을 비계용 강관과 클램프로 견고히 결속하고 주틀의 개구부에는 난간을 설치하여야 한다.

3.4.2 교차가새

(1) 교차가새는 각 단, 각 스팬마다 설치하고, 결속 부분은 진동 등으로 탈락하지 않도록 이탈방지를 하여야 한다.

(2) 작업상 부득이하게 일부의 교차가새를 제거할 때에는 그 사이에 수평재 또는 띠장틀을 설치하고 벽 연결재가 설치되어 있는 단은 해체하지 않아야 한다.

3.4.3 벽 연결

벽 연결재의 배치간격은 벽 연결재의 성능과 작용하중을 고려한 구조설계에 따르며, 수직방향 6 m 이하, 수평방향 8 m 이하로 설치하여야 한다.

3.5 시스템비계

3.5.1 수직재

(1) 수직재와 수평재는 직교되게 설치하여야 하며, 체결 후 흔들림이 없어야 한다.

(2) 수직재를 연약지반에 설치할 경우에는 수직하중에 견딜 수 있도록 지반을 다지고, 두께 45 mm 이상의 깔목을 소요 폭 이상으로 설치하거나 콘크리트, 강재표면 및 단단한 아스팔트 등으로 침하 방지 조치를 하여야 한다.

(3) 시스템비계 최하부에 설치하는 수직재는 받침 철물의 조절너트와 밀착되도록 설치하여야 하며, 수직과 수평을 유지하여야 한다. 수직재와 받침 철물의 연결부의 겹침길이는 받침 철물 전체길이의 3분의 1 이상이 되도록 하여야 한다.

(4) 수직재와 수직재의 연결부위에는 연결핀을 사용하여 부재가 서로 이탈되지 않도록 하여야 한다.

3.5.2 수평재

(1) 수평재는 수직재에 연결핀 등의 결합방법에 의하여 결합되어 이탈되지 않도록 하여야 한다.

(2) 안전 난간의 용도로 사용되는 수평재의 설치높이는 작업 발판면으로부터 0.9 m 이상이어야 하며, 수평재상부와 작업 발판면 사이에 중간수평재를 순간격 600 mm 이내마다 설치하여야 한다.

3.5.3 가새

(1) 대각으로 설치하는 가새는 비계의 외면으로 수평면에 대하여 40° ~ 60° 방향으로 설치하며 수평재 및 수직재에 결속한다.

(2) 가새의 설치간격은 시공 여건을 고려하여 구조 검토를 실시한 후에 설치하여야 한다.

3.5.4 벽 연결

벽 연결재의 배치간격은 벽 연결재의 성능과 작용하중을 고려한 구조설계에 따른다.

3.6 이동식비계

(1) 비계의 높이는 밑면 최소폭의 4배 이하이어야 한다.

(2) 3단 이상을 설치할 때에는 주틀의 기둥재에 전도방지용 지지대를 설치하거나 주틀의 일부를 구조물에 고정하여 흔들림과 전도를 방지하여야 한다.

(3) 작업이 이루어지는 상단에는 안전 난간과 걸침띠를 설치하며, 부재의 이음부, 교차부는 사용 중 쉽게 탈락하지 않도록 결합하여야 한다.

(4) 작업상 부득이하거나 승강을 위하여 안전 난간을 분리할 때에는 작업 후 즉시 재설치하여야 한다.

(5) 발바퀴에는 제동장치를 반드시 갖추어야 하고, 이동할 때를 제외하고는 항상 작동시켜 두어야 한다.

(6) 경사면에서 사용할 경우에는 각종 잭을 이용하여 주틀을 수직으로 세워 작업바닥의 수평이 유지되도록 하여야 한다.

(7) 작업바닥 위에서 별도의 받침대나 사다리를 사용하지 않아야 한다.

(8) 낙하물의 위험이 있는 경우에는 유효한 천장을 설치한다.

3.7 벽 연결재

(1) 벽 연결재는 비계가 풍하중 및 수평하중에 의하여 영구 구조체의 내 · 외측 움직임을 방지하기 위하여 설치하는 부재로서, 간격은 벽 연결재의 성능과 작용하중에 의하여 결정하여야 한다.

(2) 벽 연결재는 수직재와 수평재의 교차부에서 비계면에 대하여 직각이 되도록 하여 수직재에 설치한다.

(3) 벽 연결재는 전체를 한 번에 풀지 않고, 부분적으로 순서에 맞게 풀어야 한다. 특히, 거푸집을 조립할 때에는 1개 층씩 필요한 부분만 풀고, 작업을 완료한 이후에 즉시 재설치한다.

(4) 띠장에 부착된 벽 연결재는 비계 기둥으로부터 300 mm 이내에 부착하여야 한다.

(5) 벽 연결재로 사용되는 앵커는 비계 구조체가 해체될 때까지 남겨두어야 하며, 앵커를 설치하는 근로자는 납품자의 지침에 따라 시공하여야 한다.

(6) 벽 연결재의 배치는 보호망의 설치 유무와 벽 연결재의 종류를 고려하여야 한다. 특히, 보호망이 설치된 비계의 경우에는 풍하중에 대한 벽 연결재 배치에 대하여 주의하여야 한다.

(7) 벽 연결재는 결속에 필요한 요구조건과 영구 구조체면의 특성을 고려하여 다음사항에 적합한 것을 선정하여 사용하여야 한다.

① 박스형 벽 연결재(box ties) : 건물의 기둥과 같은 부재에 강관과 클램프를 사용하여 사각형 형태로 결속하는 방식
② 립형 벽 연결재(lip ties) : 박스형 벽 연결재 설치가 불가능한 경우 건물 전면의 형상과 조건에 따라 강관과 클램프를 갈고리 형태로 조립하여 건물에 결속하는 방식
③ 관통형 벽 연결재(through ties) : 건물 개구부 내부의 바닥 및 천정에 지지되도록 설치된 강관 또는 강제 파이프 서포트에 개구부를 가로지는 강관을 클램프로 결속하는 방식
④ 창틀용 벽 연결재(reveal ties) : 건물 전면에 앵커를 설치할 수 없는 경우, 건물 구조물의 성능을 확인 할 수 없는 경우 또는 창틀 등의 개구부에 강관과 클램프로 벽 연결을 할 수 없는 경우에 사용하는 방식으로 마주보는 창틀면에 강관, 쐐기 또는 잭 등을 사용하여 지지한 후에 비계 구조물에 결속하는 방식

3.8 기타 비계

3.8.1 달비계

(1) 와이어로프, 달기체인, 달기강선 또는 달기로프는 한쪽 끝을 비계의 보 등에 다른 쪽 끝을 영구 구조체에 각각 부착시켜야 한다.
(2) 체인을 이용한 달비계의 체인, 띠장 및 장선의 간격은 1.5 m 이내로 하며, 작업 발판과 철골보와의 거리는 500 mm 이상을 유지하여야 한다.
(3) 비계를 달아매는 체인은 보와 띠장을 고리형으로 체결하여야 한다. 체인이 짧을 경우에는 달대각의 최대각도가 45° 이하가 되도록 하여야 한다.
(4) 체인을 이용한 달비계의 외부로 돌출 되는 띠장과 장선의 길이는 1 m 정도로 하여 끝을 맞추되, 그 끝에는 미끄럼막이를 설치하여야 한다.
(5) 달기틀의 설치간격은 1.8 m 이하로 하며, 철골보에 확실하게 체결하여야 한다.
(6) 작업바닥의 테두리 부분에 낙하물 방지를 위한 걸침띠와 추락 방지를 위한 안전 난간을 설치하여야 한다. 다만, 안전 난간의 설치가 곤란하거나 작업 필요상 임의로 난간을 해체하여야 하는 경우에는 망을 치거나 안전대를 사용하여야 한다.
(7) 안전 난간이 설치된 외부 면과 외부로 돌출된 부분에는 추락 방호망을 설치하여야 한다.
(8) 비계의 보, 작업 발판에 버팀을 설치하는 등으로 인한 동요 또는 이탈을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

(9) 작업바닥 위에서 받침대나 사다리를 사용하지 않아야 한다.
(10) 달비계에 자재를 적재하지 않아야 한다.
(11) 비계를 승강시킬 때 작업 발판의 수평이 유지되도록 하여야 한다.
(12) 와이어로프를 설치할 경우에는 와이어로프용 부속철물을 사용하여야 하며, 와이어로프는 수리하여 사용하지 않아야 한다.
(13) 와이어로프의 일단은 권상기에 확실히 감겨져 있어야 하며, 권상기에는 제동장치를 설치하여야 한다.
(14) 와이어로프의 변동 각이 90° 보다 작은 권상기의 지름은 와이어로프 지름의 10배 이상이어야 하며, 변동 각이 90° 이상인 경우에는 15배 이상이어야 한다.
(15) 달기틀에 설치된 작업 발판과 보조재 등을 매달고 이동할 경우에는 낙하하지 않도록 고정시켜야 한다.

3.8.2 말비계
(1) 말비계의 설치높이는 2 m 이하이어야 한다.
(2) 말비계는 수평을 유지하여 한쪽으로 기울지 않도록 하여야 한다.
(3) 말비계는 벌어짐을 방지할 수 있는 구조이어야 하며, 이동되지 않도록 견고히 고정하여야 한다.
(4) 말비계용 사다리는 기둥재와 수평면과의 각도는 75° 이하, 기둥재와 받침대와의 각도는 85° 이하가 되도록 설치한다.
(5) 계단실에서는 보조지지대나 수평연결 등을 하여 말비계가 전도되지 않도록 하여야 한다.
(6) 말비계에 사용되는 작업 발판의 전체 폭은 400 mm 이상, 길이는 600 mm 이상으로 한다.
(7) 작업 발판의 돌출길이는 100 mm ~ 200 mm 정도로 하며, 돌출된 장소에서는 작업을 하지 않아야 한다.
(8) 작업 발판 위에서 받침대나 사다리를 사용하지 않아야 한다.

3.8.3 브래킷비계
(1) 벽용 브래킷 설치간격은 수평방향 1.8 m 이하로 한다.
(2) 선반 브래킷을 사용할 경우에는 비계 기둥과 띠장의 교차부에 설치하여야 한다.
(3) 브래킷이 설치된 이후에는 앵커볼트, 지지마찰판 등의 조임 상태 등을 검사하여야 한다.
(4) 선반 브래킷을 설치한 층에는 수평가새 등으로 옆 흔들림이 방지될 수 있도록 보강하여야 한다.

(5) 브래킷 고정에 사용된 앵커는 브래킷 철거 후에 제거하고, 필요할 때에는 그 구멍을 메워야 한다.

3.9 안전 난간

(1) 추락의 위험이 있는 곳에는 높이가 0.9 m 이상, 1.2 m 이하인 안전 난간을 설치하고, 중간난간대는 상부난간대와 바닥면의 중간에 설치하여야 한다. 다만, 전체 높이가 2 m 미만일 경우에는 안전 난간을 설치하지 않을 수 있다.
(2) 안전 난간의 설치가 곤란한 곳에서는 추락 방호망을 설치하여야 한다.
(3) 안전 난간은 예상되는 수평하중 및 충격하중에 대하여 저항할 수 있도록 설치하여야 한다.
(4) 안전 난간과 작업 발판 사이에는 재료, 기구 또는 공구 등이 떨어지는 것을 방지할 수 있도록 걸침띠를 설치하여야 한다.

3.10 해체 및 철거

(1) 해체 및 철거는 시공의 역순으로 진행하여야 한다.
(2) 해체 착수 전에 비계에 결함이 발생했을 경우에는 정상적인 상태로 복구한 후에 해체하여야 한다. 특히, 벽 연결재와 가새는 반드시 확인하여야 한다.
(3) 해체는 규칙적이고 계획적으로 진행되어야 하며, 수평부재부터 차례로 해체하여야 한다.
(4) 해체 및 철거할 때에는 도괴, 낙하, 추락 등의 방지를 위한 조치를 취하여야 한다.
(5) 모든 분리된 부재와 연결재는 비계로부터 떨어뜨리지 말고 내려야 하며, 아직 분해되지 않은 비계부분은 안정성이 유지되도록 작업하여야 한다.
(6) 해체된 부재들은 비계 위에 적재해서는 안 되며, 해체된 부재들은 지정된 위치에 보관하여야 한다.
(7) 벽 연결재는 가능하면 나중에 해체한다. 특히 안전시설이 설치되어 있는 비계에서는 벽 연결재 등의 해체에 주의하여야 하며, 필요에 따라서는 보조장치를 한 후에 해체한다.
(8) 비계를 해체할 경우에는 다음 사항에 주의하여야 한다.
① 모든 벽 연결재를 한 번에 제거하지 말 것.
② 모든 가새를 먼저 제거하지 말 것.
③ 모든 중간매개체와 발판 끝의 장선을 제거하지 말 것.
④ 모든 중간 난간대를 한 번에 제거하지 말 것.

(9) 해체된 비계 부재를 취급하거나 보조장치를 설치할 경우에는 건물의 마감에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.

(10) 비계 기둥의 이음부에서 비계 기둥, 띠장 등을 해체할 경우에는 이음위치와 해체순서를 확인한다.

3.11 현장 품질관리

3.11.1 일반사항

비계에서의 작업을 개시하기 전에 검사표를 사용하여 검사하고, 불량 혹은 이상이 발견되었을 경우에는 즉시 보수 및 교체하여야 한다.

3.11.2 정기 검사

(1) 비계 기둥의 좌굴 여부 및 수직도를 확인한다.

(2) 비계 각 부분의 접속부, 교차부 결합 상태 및 클램프의 조임 상태를 확인한다.

(3) 비계에 설치된 각종 망의 결합 상태를 확인한다.

(4) 작업 발판에 최대 적재하중을 초과하는지 여부를 확인한다.

(5) 안전 난간 및 작업 발판의 탈락 여부를 확인한다.

3.11.3 조립 전 · 후의 검사

(1) 재료가 규격에 적합한지를 확인한다.

(2) 재료에 녹, 변형 또는 손상 등에 의한 결함이 없는지를 확인한다.

(3) 비계의 설치가 시공상세도면에 따라 적합하게 되었는지를 검사한다.

(4) 비계의 기초는 침하를 일으키지 않도록 조치하였는지를 확인한다.

(5) 비계 재료의 결합 상태 및 조임 상태를 확인한다.

(6) 비계는 거푸집과 접촉되어 시공되었는지를 확인한다.

3.11.4 악천후 때의 검사

(1) 악천후 전의 검사

① 강풍 주의보가 나온 경우는 즉시 벽 연결재나 버팀목 등의 상황을 점검하고, 필요에 따라 비계의 기울어짐 · 무너짐 · 재료의 흩어짐을 방지하는 조치를 한다.

② 비계에 설치된 추락 방호망, 수직 보호망 및 작업 발판 등은 해체하거나 풍하중에 대하여 안전하도록 보강한다.

③ 벽 연결재나 비계의 구성부재가 소정의 위치에 확실하게 설치되어 있는지를 확인하고, 필요에 따라 버팀목 등으로 보강한다.

(2) 악천후 후의 검사

① 비계 위에 떨어져 있는 자재나 공구 등의 유무를 확인한다.

② 전선 등이 걸려 있는지를 확인한다.

③ 작업 발판 등이 날리거나 어긋나 있는지를 확인한다.
④ 비계 기둥이 놓여진 밑면에 미끄러짐이나 미끄러짐의 우려가 있는지를 확인한다.
⑤ 벽 연결재나 클램프 등이 이완되거나 어긋남이 없는지를 확인한다.
⑥ 안전 난간 등의 탈락 유무를 확인한다.
⑦ 비계 기둥이 침하되었는지를 확인한다.
⑧ 각 부재들의 손상, 설치 및 결함 상태를 확인한다.

6-3-8 작업 발판 및 통로

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 도로공사 현장에서 근로자의 작업과 이동을 위하여 사용되는 작업 발판과 통로로 사용되는 계단, 경사로 및 사다리의 시공에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS F 8012 작업 발판

1.2.3 관련법규 및 시방서

방호장치 의무안전인증고시 및 자율안전기준고시(고용노동부고시)

1.3 제출물

1.3.1 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

(1) 작업 발판, 작업계단, 경사로는 KS F 8012 또는 방호장치 의무안전인증 기준에 적합하여야 한다.

(2) 가설공사용 목재 사다리의 재질은 건조하고, 옹이 · 갈라짐 · 홈 등의 결함이 없는 곧은 것이어야 한다.

(3) 가설공사용 강재 사다리는 다음 항에 적합한 것을 사용한다.

① 수직재와 발받침대는 횡좌굴을 일으키지 않도록 필요한 강도를 가진 것으로 하여야 한다.

② 발판은 미끄러짐 방지장치가 있어야 한다.

③ 접이식 사다리는 각도고정용 전용철물이 있어야 한다.

④ 연장 사다리는 길이를 고정시킬 수 있는 잠금쇠와 브래킷이 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 작업 발판

(1) 작업 발판은 비계의 장선 등에 견고히 고정하여야 한다.

(2) 작업 발판의 전체 폭은 400 mm 이상이어야 하고, 재료를 저장할 때는 폭이 최소한 600 mm 이상이어야 한다. 최대 폭은 1.5 m 이내로 한다.

(3) 작업 발판은 이탈되거나 탈락하지 않도록 2개 이상의 지지물에 고정되어야 한다. 지지물은 하중에 의하여 파괴될 우려가 없는 것이어야 한다.

(4) 작업 발판을 붙여서 사용할 경우에는 발판 사이의 틈 간격이 발판의 너비를 넓히기 위한 선반브래킷이 사용된 경우를 제외하고 30 mm 이내이어야 한다.

(5) 작업 발판을 겹쳐서 사용할 경우에는 단 차이가 15 mm 이하이어야 한다. 연결은 장선 위에서 하고, 각각의 발판이 장선으로부터 최소 200 mm 이상 돌출되도록 설치하여야 한다.

(6) 중량작업을 하는 작업 발판에는 최대적재하중을 표시한 표지판을 비계에 부착하고, 그 적재하중을 초과하지 않도록 하여야 한다.

(7) 작업 발판은 작업이나 이동할 때의 추락, 전도, 미끄러짐 등으로 인한 재해를 예방할 수 있는 구조로 시공되어야 한다.

(8) 작업 발판 위에는 통행에 유해한 돌출된 못, 철선 등이 없어야 한다.

(9) 작업 발판 위에는 통로를 따라 양측에 걸침띠를 설치하여야 한다. 걸침띠의 높이는 바닥에서 100 mm 이상이어야 하며, 비계 기둥 안쪽에 놓여져야 한다.

(10) 작업 발판에는 재료, 공구 등의 낙하에 대비할 수 있는 적절한 안전시설을 설치하여야 한다.

3.2 작업 계단

(1) 계단의 지지대는 비계 등에 견고하게 고정되어야 한다.

(2) 계단의 단 너비는 350 mm 이상이어야 하며, 디딤판의 간격은 동일하게 하여야 한다.

(3) 높이 7 m 이내마다와 계단의 꺾임 부분에는 계단참을 설치하여야 한다.

(4) 디딤판은 항상 건조상태를 유지하고 미끄럼 방지효과가 있는 것이어야 하며, 물건을 적재하거나 방치하지 않아야 한다.

(5) 계단의 끝단과 만나는 통로나 작업 발판에는 2 m 이내의 높이에 장애물이 없어야 한다.

3.3 경사로

(1) 경사로 지지기둥은 3 m 이내마다 설치하여야 한다.
(2) 경사로 폭은 0.6 m 이상이어야 하며, 인접 발판 간의 틈새는 30 mm 이내가 되도록 설치하여야 한다.
(3) 경사로 보는 비계 기둥 또는 장선에 클램프로 연결한다.
(4) 발판을 지지하는 장선은 1.8 m 이하의 간격으로 발판에 3점 이상 지지하도록 하여 경사로 보에 연결한다.
(5) 발판의 끝단 돌출길이는 장선으로부터 200 mm 이내가 되도록 한다.
(6) 발판은 장선에 2곳 이상 고정하고, 이음은 겹치지 않게 맞대어야 한다.
(7) 경사각은 30° 이하이어야 하며, 미끄럼막이를 일정한 간격으로 설치하여야 한다. 미끄럼막이로 목재를 사용하는 경우의 간격은 표 6-3-18에 따른다.

표 6-3-18 미끄럼막이 간격

경사각	미끄럼막이 간격	경사각	미끄럼막이 간격
30°	300 mm	22°	400 mm
29°	330 mm	19°	430 mm
27°	350 mm	17°	450 mm
24°	370 mm	14°	470 mm

(8) 경사각이 15° 미만이고 발판에 미끄럼 방지장치가 있는 경우에는 미끄럼막이를 설치하지 않을 수 있다.
(9) 높이 7 m 이내마다와 경사로의 꺾임 부분에는 계단참을 설치하여야 한다.
(10) 계단참과 경사로의 이음부는 단차가 없도록 한다.
(11) 경사로의 끝단과 만나는 통로나 작업 발판에는 2 m 이내의 높이에 장애물이 없어야 하며, 작업장과 통하는 통로에는 자재를 적재하지 않아야 한다.
(12) 경사로 위에는 통행에 유해한 돌출된 못, 철선 등이 없어야 한다.

3.4 사다리

(1) 계단의 간격은 동일하게 설치하여야 한다.
(2) 발판과 벽의 사이는 밀착되지 않게 적당한 간격을 유지하여야 한다.
(3) 벽돌 등과 같이 부서지기 쉬운 재료를 받침대로 사용하지 않아야 한다.
(4) 사다리를 작업 발판의 지지대로 사용하지 않아야 한다.
(5) 사다리의 전도방지를 위한 조치를 하여야 한다.

(6) 사용이 불가능한 사다리는 작업장 외로 반출시켜야 한다.
(7) 사다리 바닥은 미끄러짐이 없도록 하여야 한다.
(8) 사다리는 작업이나 이동할 때의 추락으로 인한 재해를 예방할 수 있는 구조로 시공되어야 한다.
(9) 고정 사다리는 다음 항에 적합하여야 한다.
① 고정 사다리의 기울기는 수평면으로부터 75° 이하로 하여야 한다. 70° 이상으로 사용할 때는 높이 4 m 이상부터는 반드시 작업자 등받이 부착 사다리를 사용한다.
② 사다리 폭은 300 mm 이상이어야 하며, 발 받침대 간격은 250 mm ~ 350 mm 이내로 하여야 한다.
③ 벽면 상부로부터 0.6 m 이상의 여장길이가 있어야 한다.
④ 옥외용 사다리는 철재를 사용하여야 하며, 높이가 9 m를 초과하는 사다리에는 9 m 마다 계단참을 두어야 한다.
⑤ 사다리 전면의 사방 0.75 m 이내에는 장애물이 없어야 한다.
(10) 이동용 사다리는 다음 항에 적합하여야 한다.
① 이동용 사다리의 길이는 6 m 이내이어야 한다.
② 이동용 사다리의 기울기는 수평면으로부터 75° 이하가 되어야 한다.
③ 사다리 폭은 300 mm 이상이어야 하며, 발 받침대 간격은 250 mm ~ 350 mm 이내로 하여야 한다.
④ 벽면 상부로부터 0.6 m 이상의 여장길이가 있어야 한다.
⑤ 접이식 사다리를 사용할 경우에는 각도고정용 전용철물로 각도가 유지되도록 하여야 한다.
⑥ 이동용 사다리는 이어서 사용하지 않아야 한다.
(11) 연장 사다리는 다음 항에 적합하여야 한다.
① 총 길이는 15 m 이내이어야 한다.
② 잠금쇠와 브래킷을 이용하여 길이를 고정시킨 후에 사용하여야 한다.
③ 도르래 및 로프는 필요한 강도를 가진 것이어야 한다.
(12) 기계 사다리에는 추락방지용 보호손잡이 및 발판이 구비되어야 한다.

6-3-9 추락재해 방지시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 건설현장 등의 고소작업 장소에서 추락으로 인한 근로자에 위험을 끼칠 우려가 있는 장소에 설치하는 추락재해 방지시설의 시공에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS F 8002 강관비계용 부재
KS F 8011 이동식 강관 비계용 부재
KS F 8013 조임 철물
KS F 8017 안전 난간 기둥
KS F 8018 엘리베이터 개구부용 난간틀
KS F 8019 리프트 승강구 안전문
KS F 8082 추락 방호망

1.2.3 관련규격 및 시방서

방호장치 의무안전인증고시 및 자율안전기준고시(고용노동부고시)

1.3 용어의 정의

(1) 낙하물 방지망 : 작업도중 자재, 공구 등의 낙하로 인한 피해를 방지하기 위하여 개구부 및 비계 외부에 수평방향으로 설치하는 망

(2) 방호 선반 : 상부에서 작업도중 자재나 공구 등의 낙하로 인한 재해를 방지하기 위하여 개구부 및 비계 외부에 설치하는 낙하물 방지망 대신 설치하는 금속 판재

(3) 수직 보호망 : 비계 등의 가설구조물 외측면에 수직으로 설치하여 작업장소에서 볼트나 공구 등이 비계의 외부로 낙하하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 망 형태의 안전시설

(4) 안전 난간지주 : 추락의 우려가 있는 장소에 임시로 설치하는 난간대를 고정하기 위하여 설치하는 기둥재
(5) 추락 방호망 : 건설공사의 고소장소에서 추락으로 인한 근로자의 위험 방지를 목적으로 수평하게 설치하는 그물모양의 망

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 안전시설 각 단위 공정별 안전시공 절차 및 주의사항
(2) 안전시설 조립 · 해체

1.4.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

(1) 관련된 상세를 포함한 안전시설 설치방법
(2) 구조계산서
(3) 사용재료에 대한 공인시험기관의 품질인증서류 또는 시험성적서
(4) 안전시설의 해체를 위한 방법 및 일정

2. 재 료

2.1 사전 준비

(1) 안전시설의 재료는 변형, 부식 또는 심하게 손상된 것을 사용하지 않아야 한다.
(2) 강재는 방청효과가 있는 도장 및 도금을 한 것이어야 한다.
(3) 건설공사용 망은 다음 사항에 유의하여 보관하여야 한다.
① 건조한 장소에 보관할 것.
② 자외선을 차단할 것.
③ 열기가 있는 곳에 가까이 보관하지 말 것.
④ 산, 알카리, 솔벤트 및 기름 등에 접촉될 가능성이 있는 장소에 보관하지 말 것.
(4) 안전시설에 사용되는 재료의 선정은 공사시방서에 따르며, 구조 · 성능 · 외관 및 사용상에 문제가 없다면 재사용할 수 있다. 다만, 망 종류에 대해서는 재사용할 수 없다.

(5) 이 절에서 규정한 재료 이외의 재료는 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용목적에 적합한 성능을 가진 제품을 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2 추락 방호망

(1) 추락 방호망은 KS F 8082 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 추락 방호망을 지지하는 각 지지부는 다음 식 이상의 인장력에 저항할 수 있어야 한다. 다만, 그 값은 6 kN 이상이어야 한다.

$$P = 2.0S$$

여기서, P : 지지부에서 생기는 인장력(kN)

S : 지지점 간격(m)

2.3 안전 난간

(1) 안전 난간지주는 KS F 8017 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 이동식비계용 난간틀은 KS F 8011 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(3) 난간대로 쓰이는 비계용 강관은 KS F 8002 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

(4) 난간지주와 난간대의 접합에 사용되는 클램프는 KS F 8013 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(5) 걸침띠의 높이는 바닥에서 100 mm 이상이어야 한다.

2.4 개구부 수평보호덮개

(1) 개구부 수평보호덮개는 상부판과 스토퍼로 구성된다.

(2) 개구부 수평보호덮개로 사용되는 목재의 재질은 옹이, 갈라짐, 홈 등 결함이 없는 곧은 것이어야 한다.

(3) 상부판으로 사용되는 합판은 두께가 10 mm 이상이어야 하며, 스토퍼로 사용되는 목재의 경우에는 단면이 45 mm × 45 mm 이상이어야 한다.

(4) 강재를 사용하여 개구부 수평보호덮개를 제작할 경우 표 6-3-19의 규격과 동등 이상의 기계적 성질을 갖는 것을 사용하며, 스토퍼로 형강을 사용할 수 있다.

표 6-3-19 수평보호덮개용 강재의 재질

강재 종류	재 료	상부판	스토퍼
철근	KS D 3504	D10 이상의 격자모양	D10 이상
형강	KS D 3503	40 mm × 40 mm × 5 mm	40 mm × 40 mm × 5 mm

2.5 리프트 승강구 안전문

리프트 승강구 안전문은 KS F 8019 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

2.6 엘리베이터 개구부용 난간틀

(1) 엘리베이터 개구부용 난간틀은 KS F 8018 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

(2) 난간틀에 사용되는 걸침띠의 높이는 바닥에서 100 mm 이상이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 높이가 2 m 이상인 작업 발판의 끝이나 개구부로서 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 추락재해 방지시설을 하거나 필요한 강도를 가진 구조의 덮개를 설치하여야 한다.

(2) 추락재해 방지시설은 작업용 기구 및 공사용 자재 등의 지지재로 사용되지 않아야 한다.

(3) 작업으로 인하여 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 경우에는 낙하물 방지망 또는 방호 선반 등을 설치하여야 한다.

(4) 낙하물재해 방지시설은 바람, 진동 및 충격 등으로 탈락하지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

(5) 재료의 반입 등으로 안전시설을 제거하는 경우에는 사전에 감독자의 승인을 받은 후 감독자의 입회하에 안전시설을 제거하고 작업 종료 후 즉시 복원하여야 한다.

(6) 높이가 2 m 이상인 작업 장소와 지하층 개구부 주변은 적정한 조도를 확보하여야 한다.

(7) 위험표지판을 설치하여야 하며, 어두운 장소에서도 식별이 가능하도록 표시하여야 한다.

(8) 조립 및 해체 시기 · 범위 및 절차를 근로자에게 교육하여야 한다.

(9) 작업 구역 내에는 당해 작업에 종사하는 근로자 및 관련자 이외의 출입을 금지시켜야 한다.
(10) 비나 눈 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 날씨가 몹시 나쁠 때에는 조립 및 해체작업을 중지하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 안전시설을 시공할 때에는 감독자의 승인을 받은 후 감독자의 지휘 하에 작업하여야 한다.
(2) 근로자는 반드시 안전모, 안전대 등의 보호구를 착용한 후에 작업하여야 한다.
(3) 안전시설은 공종별 시공계획서 및 시공상세도면에 따라 시공하여야 한다.
(4) 안전시설 시공 전에 구조, 강도, 기능 및 재료 등에 결함이 없는지 면밀히 검토하여야 하며, 조립도에 따라 설치한다.
(5) 시공과 감독에 편리하고 안전하도록 공사의 종류, 규모 및 장소 등에 따라 적합한 재료 및 방법으로 견고하게 설치하고 유지관리 하여야 한다.
(6) 설계를 할 때에 고려된 경우를 제외하고 사용 중이거나 작업 중일 때에는 안전시설을 이동하거나 변경하지 않아야 한다.
(7) 가설전선에 근접하여 안전시설을 설치하는 때에는 가설전선을 이설하거나 가설전선에 절연용 방호구를 장착하는 등 가설전선과의 접촉을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
(8) 작업상 부득이하게 일부의 부재를 제거할 때에는 안전시설의 성능이 현저하게 저하되지 않는 것을 사전에 확인하여야 하며, 작업을 종료한 후에는 반드시 원상복구를 하여야 한다.

3.3 안전방망

3.3.1 시공

(1) 설치높이는 작업면으로부터 안전방망의 설치지점까지의 수직거리(H)를 말하며 10 m를 초과해서는 안 된다.
특히, 작업면이 지붕 위 또는 경사진 부분 같은 곳은 가능한 작업면과 가까운 곳에 설치하여야 한다.
(2) 설치 형태는 수평으로 설치하고 안전방망의 중앙부 처짐(S)은 안전방망의 짧은 변 길이(N)의 12 % ~ 18 %가 되어야 한다.
(3) 안전방망의 길이 및 나비가 3 m를 넘는 것은 3 m 이내마다 같은 간격으로 테두리로프와 지지점을 달기로프로 결속하여야 한다.

(4) (3)에도 불구하고 내민보 형상의 지지대를 사용하여 안전방망을 설치하는 경우에는 지지대(A)간의 수평 간격(L)을 제조자가 제시하는 간격 이내로 하여야 한다. 또한 안전방망의 짧은 변 길이(N)가 되는 내민 길이(B)는 3미터 이상이 되어야 한다.

(5) 작업자가 안전방망에 추락시 안전방망의 늘어짐에 의해 바닥면 또는 돌출물에 충돌하지 않도록 설치하여야 하고 안전방망 위에는 돌출부나 지지파이프, 철선 등과 같은 걸림대가 없도록 하여야 한다.

(6) 안전방망과 이를 지지하는 구조체 사이의 간격은 300 mm 이하이어야 한다.

(7) 안전방망의 이음은 0.75 m 이상의 겹침을 두어 망과 망 사이에 틈이 없도록 하여야 한다.

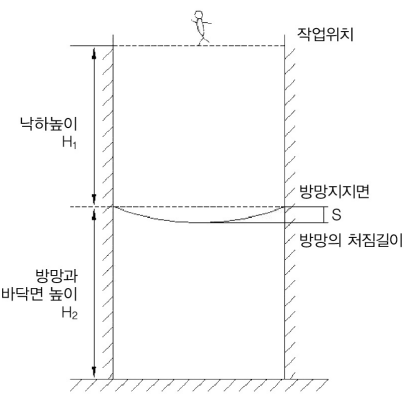
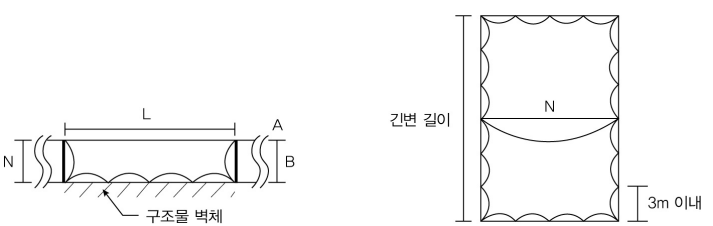


그림 6-3-8 안전방망의 설치 방법



(a) 구조물 외부설치 (b) 구조물 내부설치

그림 6-3-9 구조물 외부 및 내부에 설치한 안전방망

3.3.2 현장 품질관리

(1) 최초 설치된 안전방망의 성능에 영향을 미치는 사고가 발생한 후에는 성능확인 검사를 하여야 한다.

(2) 안전방망에 장비, 도구 및 건설 폐기물 등이 떨어졌을 경우에는 즉시 제거하여 성능을 유지하도록 하여야 한다.

(3) 안전방망의 검사는 설치 후 1년 이내에 최초로 하고, 그 이후로 6개월 이내마다 1회씩 정기적으로 검사하여야 한다. 다만, 감독자가 필요하다고 인정한 경우에는 망사에 대한 인장강도 시험을 하며, 강도 손실이 초기 인장강도의 30 % 이상인 경우에는 폐기하여야 한다.

(4) 인체 또는 인체 상당의 낙하물에 의한 충격을 받은 안전방망은 사용하지 않아야 하며, 즉시 교체하여야 한다.

(5) 안전방망은 자외선, 기름, 유해가스가 없는 건조한 곳에서 보관하여야 한다.

(6) 안전방망은 열기와 가까운 곳에 보관하지 않아야 한다.

3.4 안전 난간

(1) 근로자가 추락할 우려가 있는 경우 지면으로부터 2 m 이상 높이의 작업발판, 경사로에는 난간을 설치하여야 한다.

(2) 비계에 설치하는 난간은 비계 기둥의 안쪽에 설치하여야 한다.

(3) 난간의 각 부재는 탈락, 미끄러짐 등이 발생하지 않도록 견고하게 설치하고, 상부난간대가 회전하지 않도록 한다.

(4) 상부난간대는 바닥면, 발판 또는 통로의 표면으로부터 0.9 m 이상, 1.2 m 이하의 높이를 유지하여야 한다.

(5) 중간난간대는 순간격이 600 mm 이내로 설치하여야 한다.

(6) 난간대의 아래에는 바닥면 위로 걸침띠를 설치하여야 한다.

(7) 상부난간대와 중간난간대는 난간길이 전체를 통하여 바닥면과 평행을 유지하여야 한다.

(8) 난간지주의 설치간격은 수평거리 2 m를 초과하지 않는 범위에서 상부난간대와 중간난간대를 견고하게 떠받칠 수 있도록 적정 간격을 유지하여야 한다.

(9) 난간을 안전대의 로프, 지지로프, 서포트, 벽 연결, 비계판 등의 지지점 또는 자재운반용 걸이로서 사용하지 않아야 한다.

(10) 난간에 자재 등을 기대두거나 난간대를 밟고 승강하지 않아야 한다.

(11) 안전 난간에는 근로자의 작업복이 걸려 찢어지거나 상해를 방지하기 위하여 안전 난간 단부에 캡핑(capping)처리를 하여야 한다.

(12) 상부난간대와 중간난간대로 철제 밴딩이나 플라스틱 밴딩을 사용해서는 안 된다.

3.5 개구부 수평보호덮개

(1) 차도 및 운송로 등에 위치한 수평보호덮개는 해당 현장에서 가장 큰 운송수단의 2배 하중을 견딜 수 있도록 설치하여야 한다.
(2) 수평보호덮개는 근로자, 장비 등의 2배 무게를 견딜 수 있도록 설치하여야 한다.
(3) 수평보호덮개는 바람, 장비 및 근로자에 의하여 이탈되지 않도록 설치하여야 한다.
(4) 개구부 단변 크기가 200 mm 이상인 곳에는 수평보호덮개를 설치하여야 한다.
(5) 상부판은 개구부를 덮었을 경우 개구부에 밀착된 스토퍼로부터 100 mm 이상이 본 구조체에 걸쳐져 있어야 한다.
(6) 철근을 사용하는 경우에는 철근간격을 100 mm 이하의 격자모양으로 한다.
(7) 스토퍼는 개구부에 2면 이상을 밀착시켜 미끄러지지 않도록 하여야 한다.
(8) 위험표지판을 설치하는 경우에는 어두운 곳에서도 눈에 띌 수 있는 형광페인트 등을 사용하여 표시한다.
(9) 자재 등을 개구부에 덮어놓거나, 자재 등으로 개구부가 가려지지 않도록 하여야 한다.
(10) 개구부 주변은 정리정돈을 철저히 하여야 하며, 주변에서 작업할 때에는 안전대를 착용하여야 한다.

3.6 리프트 승강구 안전문

(1) 출입구 바닥은 평평하게 하여야 한다.
(2) 리프트 승강구 안전문 측면에는 안전 난간 및 위험표지판을 설치하여야 한다.
(3) 여닫이문일 경우에는 여닫이 방향을 내측으로 하여야 한다.
(4) 리프트 승강구 안전문의 기둥은 구조체에 견고하게 고정시켜야 한다.

3.7 엘리베이터 개구부용 난간틀

(1) 난간대는 2단 이상으로 설치하여야 하며, 난간틀의 아래에는 100 mm 이상의 걸침띠를 설치하여야 한다.
(2) 상부난간대는 바닥면, 발판 또는 통로의 표면으로부터 0.9 m 이상, 1.2 m 이하의 높이를 유지하여야 한다.

(3) 중간난간대는 순간격이 450 mm 이내로 설치하여야 한다.
(4) 엘리베이터 개구부용 난간틀에는 위험표지판을 설치하여야 한다.
(5) 난간틀에 자재 등을 기대어 두지 않아야 한다.

3.8 현장 품질관리

(1) 안전시설재는 불량 혹은 이상이 발견되었을 경우에는 즉시 보수 또는 교체하여야 한다.
(2) 안전시설재는 설치 후 다음 사항에 대하여 정기적인 검사를 실시하여야 하며, 특히 악천후 전 · 후에 이상이 없는지 반드시 검사를 실시하여야 한다.
① 망 재료 및 로프의 파손 및 노화 여부
② 긴결재 및 연결 철물의 손상 및 부식 상태
③ 긴결부, 접속부 및 설치부의 상태
④ 비계 등에 부착된 상태
⑤ 강풍에 대한 대책

6-3-10 낙하물재해 방지시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 절은 도로공사를 함에 있어 낙하물에 의하여 근로자, 통행인 및 통행차량 등에 위험을 끼칠 우려가 있는 장소에 설치하는 낙하물재해 방지시설의 시공에 대하여 적용한다.

(2) 낙하물재해 방지시설은 추락재해 방지시설과 구분되며, 낙하물 방지망 · 방호 선반 · 수직 보호망 등이 있다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS F 8016 방호 선반

KS F 8081 수직 보호망

KS F 8083 낙하물 방지망

1.2.3 관련규격 및 시방서

방호장치 의무안전인증고시 및 자율안전기준고시(고용노동부고시)

1.3 용어의 정의

(1) 낙하물 방지망 : 작업도중 자재, 공구 등의 낙하로 인한 피해를 방지하기 위하여 개구부 및 비계 외부에 수평방향으로 설치하는 망

(2) 방호 선반 : 상부에서 작업도중 자재나 공구 등의 낙하로 인한 재해를 방지하기 위하여 개구부 및 비계 외부에 설치하는 낙하물 방지망 대신 설치하는 금속 판재

(3) 수직 보호망 : 비계 등의 가설구조물 외측면에 수직으로 설치하여, 작업장소에서 볼트나 공구 등이 비계의 외부로 낙하하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 망 형태의 안전시설

(4) 안전 난간지주 : 추락의 우려가 있는 장소에 임시로 설치하는 난간대를 고정하기 위하여 설치하는 기둥재

(5) 추락 방호망 : 건설공사의 고소장소에서 추락으로 인한 근로자의 위험 방지를 목적으로 수평하게 설치하는 그물모양의 망

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 안전시설 각 단위 공정별 안전시공 절차 및 주의사항

(2) 안전시설 조립 · 해체

1.4.2 안전관리계획서

이 시방서 총칙 1-5 안전관리에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 안전관리계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

(1) 관련된 상세를 포함한 안전시설 설치방법

(2) 구조계산서

(3) 사용재료에 대한 공인시험기관의 품질인증서류 또는 시험성적서

(4) 안전시설의 해체를 위한 방법 및 일정

2. 재 료

2.1 사전 준비

(1) 안전시설의 재료는 변형, 부식 또는 심하게 손상된 것을 사용하지 않아야 한다.

(2) 강재는 방청효과가 있는 도장 및 도금을 한 것이어야 한다.

(3) 건설공사용 망은 다음 사항에 유의하여 보관하여야 한다.

① 건조한 장소에 보관할 것.

② 자외선을 차단할 것.

③ 열기가 있는 곳에 가까이 보관하지 말 것.

④ 산, 알카리, 솔벤트 및 기름 등에 접촉될 가능성이 있는 장소에 보관하지 말 것.

(4) 안전시설에 사용되는 재료의 선정은 공사시방서에 따르며, 구조, 성능, 외관 및 사용상에 문제가 없다면 재사용할 수 있다. 다만, 망 종류는 재사용할 수 없다.

(5) 이 절에서 규정한 재료 이외의 재료는 공인시험기관의 성능시험 등에 의하여 사용목적에 적합한 성능을 가진 제품을 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2 낙하물 방지망

(1) 낙하물 방지망은 KS F 8083에 적합하여야 한다.

(2) 낙하물 방지망에 사용되는 강관은 KS F 8002 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

2.3 방호 선반

방호 선반은 KS F 8016 또는 방호장치 자율안전기준에 적합하여야 한다.

2.4 수직 보호망

(1) 수직 보호망은 KS F 8081 또는 방호장치 의무안전인증기준에 적합하여야 한다.

(2) 수직 보호망은 다음에 해당되는 것을 사용하지 않아야 한다.

① 수직 보호망의 망 또는 금속고리 부분이 파손된 것.

② 보수가 불가능한 것.

(3) 긴결재는 사용기간 동안 바람과 같이 반복되는 외력에도 풀리지 않아야 하고, 긴결재로 플라스틱재를 사용할 경우는 동절기에도 끊어지거나 파손되지 않아야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 높이가 2 m 이상인 작업 발판의 끝이나 개구부로서, 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 추락재해 방지시설을 하거나 필요한 강도를 가진 구조의 덮개를 설치하여야 한다.

(2) 추락재해 방지시설은 작업용 기구 및 공사용 자재 등의 지지재로 사용되지 않아야 한다.

(3) 작업으로 인하여 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 경우에는 낙하물 방지망 또는 방호 선반 등을 설치하여야 한다.

(4) 낙하물재해 방지시설은 바람, 진동 및 충격 등으로 탈락하지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

(5) 재료의 반입 등으로 안전시설을 제거하는 경우에는 사전에 감독자의 승인을 받은 후 감독자 입회하에 안전시설을 제거하고 작업 종료 후 즉시 복원하여야 한다.

(6) 높이가 2 m 이상인 작업 장소와 지하층 개구부 주변은 적정한 조도를 확보하여야 한다.

(7) 위험표지판을 설치하여야 하며, 어두운 장소에서도 식별이 가능하도록 표시하여야 한다.
(8) 조립 및 해체 시기 · 범위 및 절차를 근로자에게 교육하여야 한다.
(9) 작업 구역 내에는 당해 작업에 종사하는 근로자 및 관련자 이외의 출입을 금지시켜야 한다.
(10) 비나 눈 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 날씨가 몹시 나쁠 때에는 조립 및 해체작업을 중지하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 안전시설을 시공할 때에는 감독자의 승인을 받은 후 감독자의 지휘 하에 작업하여야 한다.
(2) 근로자는 반드시 안전모, 안전대 등의 보호구를 착용한 후에 작업하여야 한다.
(3) 안전시설은 공종별 시공계획서 및 시공상세도면에 따라 시공하여야 한다.
(4) 안전시설 시공 전에 구조, 강도, 기능 및 재료 등에 결함이 없는지 면밀히 검토하여야 하며, 조립도에 따라 설치한다.
(5) 시공과 감독에 편리하고 안전하도록 공사의 종류, 규모 및 장소 등에 따라 적합한 재료 및 방법으로 견고하게 설치하고 유지관리하여야 한다.
(6) 설계할 때에 고려된 경우를 제외하고, 사용 중이거나 작업 중일 때에는 안전시설을 이동하거나 변경하지 않아야 한다.
(7) 가설전선에 근접하여 안전시설을 설치하는 때에는 가설전선을 이설하거나 가설전선에 절연용 방호구를 장착하는 등 가설전선과의 접촉을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
(8) 작업상 부득이하게 일부의 부재를 제거할 때에는 안전시설의 성능이 현저하게 저하되지 않는 것을 사전에 확인하여야 하며, 작업을 종료한 후에는 반드시 원상복구를 하여야 한다.

3.3 낙하물 방지망

3.3.1 시공기준

(1) 낙하물 방지망의 내민길이는 비계 또는 구조체의 외측에서 수평거리 2 m 이상으로 하고, 수평면과의 경사각도는 20° ~ 30° 정도로 설치하여야 한다.
(2) 낙하물 방지망의 설치높이는 10 m 이내마다 설치하여야 한다.
(3) 낙하물 방지망과 비계 또는 구조체와의 간격은 250 mm 이하이어야 한다.

(4) 벽체와 비계 사이는 망 등을 설치하여 폐쇄한다. 외부공사를 위하여 벽과의 사이를 완전히 폐쇄하기 어려운 경우에는 낙하물 방지망 하부에 걸침띠를 설치하고, 벽과의 간격을 250 mm 이하로 한다.

(5) 낙하물 방지망의 이음은 150 mm 이상의 겹침을 두어 망과 망 사이에 틈이 없도록 하여야 한다.

3.3.2 현장 품질관리

(1) 낙하물 방지망은 설치 후 3개월 이내마다 정기적으로 검사를 실시하여야 한다. 다만, 감독자가 필요하다고 인정한 경우에는 망에 대한 인장강도 시험을 하며, 강도손실이 초기 인장강도의 30 % 이상인 경우에는 폐기하여야 한다.

(2) 망 주위에서 용접작업을 할 경우에는 용접불꽃이 튀지 않도록 하여야 한다.

(3) 망에 적재되어 있는 낙하물 등은 즉시 제거하고, 망은 항상 깨끗이 유지관리 하여야 한다.

3.4 방호 선반

(1) 근로자, 보행자 및 차량 등의 통행이 빈번한 곳의 첫 단은 낙하물 방지망 대신에 방호 선반을 설치하여야 한다.

(2) 방호 선반은 틈새가 없어야 하며, 풍압, 진동 및 충격 등으로 탈락되지 않도록 모든 지지재에 견고하게 설치하여야 하며, 기존도로 횡단부 등 콘크리트를 타설할 때의 하부 누수로 인하여 주행차량의 사고 위험이 높은 곳은 별도로 물의 흐름을 유도한다.

(3) 방호 선반의 설치 높이는 지상으로부터 8 m 이내이어야 한다.

(4) 방호 선반의 내민길이는 구조체의 최외측에서 수평거리 2 m 이상으로 하고, 수평면과의 경사각도는 20° ~ 30° 정도로 설치한다. 다만, 낙하물이 외부로 튕겨 나가는 것을 방지할 수 있도록 방호 선반의 끝단에 수평면으로부터 높이 0.6 m 이상의 방호벽을 설치하는 경우에는 수평으로 설치할 수 있다.

(5) 방호 선반의 하중 및 낙하물에 의하여 비계 또는 구조체가 전도되지 않도록 벽 연결재 등을 사용하여 충분히 보강하여야 하며, 비계에 설치된 방호 선반 지지재의 연결부분에도 벽 연결재 등을 사용하여 충분히 보강하여야 한다.

3.5 수직 보호망

3.5.1 시공 기준

(1) 수직 보호망을 구조체에 고정할 경우에는 350 mm 이하의 간격으로 긴결하여야 한다.
(2) 수직 보호망의 지지재는 수평간격 1.8 m 이하로 설치하여야 한다.
(3) 수직 보호망을 부착한 후에 강풍이 예상될 때에는 벽 연결재 등으로 보강하거나 작업이 중지되는 부분은 일부를 해체하여야 한다.
(4) 수직 보호망의 설치나 이음은 수직 보호망의 금속고리구멍이나 테두리 부분에서 하여야 하며, 모든 금속고리구멍에 대하여 쉽게 빠지지 않는 구조로 하여야 한다.
(5) 수직 보호망을 설치하여야 할 단부나 모서리 등에는 그 치수에 맞는 수직 보호망을 이용하여 틈이 없도록 설치하여야 한다.
(6) 수직 보호망과 같이 통기성이 작은 망은 예상 최대 풍압력과 비계의 내력 관계를 충분히 고려하여야 한다.

3.5.2 현장 품질관리

(1) 수직 보호망이 사용되는 기간에는 다음 항에 따라 검사하고, 필요할 때에는 교체하여야 한다.
① 수직 보호망은 설치 후 3개월 이내마다 정기적으로 검사한다. 이 때, 망에 마모가 진행되거나, 손상된 경우에는 즉시 교체 또는 보수·보강을 하여야 한다.
② 연결재의 상태는 1개월 마다 정기적으로 검사하여야 한다.
③ 악천후 때는 수직 보호망, 지지재 등의 이상 유무를 검사하여야 한다.
④ 수직 보호망 근처에서 용접작업을 할 경우는 용접불꽃 또는 용단파편에 의한 망의 손상이 없는지 검사한다.
⑤ 재료의 반입 등으로 수직 보호망을 제거하는 경우에는 작업종료 후 즉시 복원하여야 한다.

(2) 수직 보호망의 보관은 다음 각 항에 적합하여야 한다.
① 통풍이 잘되는 건조한 장소에 보관한다.
② 사용기간, 사용횟수 등의 사용이력을 쉽게 확인할 수 있도록 보관한다.
③ 부착된 이물질 등을 제거한다.
④ 용접불꽃 등으로 망이 손상된 부분은 동등 이상의 성능이 있는 망을 이용하여 보수한다.

6-4 콘크리트공사

6-4-1 일반 콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량, 암거 및 기타 각종 구조물 콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-4 품질관리
6-3-3 동바리와 거푸집
6-4-13 줄눈 및 지수판
6-5 철근공사
15-1 시멘트
15-3 골재
15-4 시멘트 콘크리트
15-5 레디믹스트 콘크리트
15-6 혼화재료

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취 방법
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험방법 (질량방법)
KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험 방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험방법
KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법

KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스탄시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 2455 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은골재량의 변화율(차) 시험 방법
KS F 2456 급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법
KS F 2501 골재의 시료 채취 방법
KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험 방법
KS F 2509 잔 골재의 표면수 시험 방법
KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험 방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔 입자 (0.08 mm) 체를 통과하는) 시험 방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리 양의 시험 방법
KS F 2513 골재에 포함된 경량편 시험 방법
KS F 2515 골재 중의 염화물 함유량 시험 방법
KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험 방법
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제
KS F 2543 콘크리트용 동 슬래그 골재
KS F 2544 콘크리트용 고로 슬래그 골재
KS F 2545 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(화학적 방법)
KS F 2546 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(모르타르 봉 방법)
KS F 2550 골재의 함수율 및 표면 수율 시험 방법
KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제
KS F 2561 철근 콘크리트용 방청제
KS F 2562 콘크리트용 팽창재
KS F 2563 콘크리트용 고로 슬래그 미분말
KS F 2567 콘크리트용 실리카 퓸
KS F 2573 콘크리트용 순환골재
KS F 2594 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험 방법
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

KS F 8008 가경식 믹서
KS F 8009 강제 혼합 믹서
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
KS L 5211 포틀랜드 플라이 애시 시멘트
KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트
KS L 5405 플라이 애시
KCI-AD10 콘크리트용 유동화제 품질규준
KCI-SC102 숏크리트용 급결제 품질 규격

1.3.2 관련 시방서
콘크리트 표준시방서 제2장 일반 콘크리트

1.3.3 관련법규
(1) 건설기술진흥법 제55조 (건설공사의 품질관리)
(2) 레디믹스트콘크리트 현장배치 플랜트 설치 및 관리에 관한 지침 제4조

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서
이 시방서 1-2-4절 1.3에 따라 이 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 현장 동원 및 철수계획서
계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4.3 검사 및 시험계획서
계약상대자는 콘크리트 공사를 시작하기에 앞서 검사 및 시험계획서를 1-4의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.4 레디믹스트콘크리트 현장배치플랜트
(1) 현장배치플랜트 설치 상세도면은 다음 사항을 위주로 작성한다.
① 배치플랜트 설치 위치도
② 배치플랜트 설치 평면도
③ 차량 진출입로
④ 적치장(쇄석 등)
⑤ 안전시설설치 계획도
(2) 현장배치플랜트 설치 전 제출물
① 레디믹스트콘크리트 생산을 시작하기 전에 현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침 제4조에 따라 관계기관의 인 · 허가를 받고, 현장배치플랜

트 설치 전에 허가 사본을 감독자에게 제출하여야 한다.

② 계약상대자는 소음 · 진동의 발생예측량 및 현장 주변여건에 대한 안전계획서를 작성하여야 한다. 계획서에는 안전대책, 환경대책, 진출입로계획, 적치장계획이 포함되어야 한다.

③ 콘크리트 생산으로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 비산 먼지, 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원이 예상되는 경우에는 적절한 대책을 수립하여야 한다.

④ 계약상대자는 주변환경을 파악하여 현황도에 표기(1/600 혹은 1/1,200)하여 현장 사무실에 비치하고, 감독자가 요구할 때에는 언제든지 제출하여야 한다.

1.4.5 제품자료

(1) 계약상대자는 레디믹스트콘크리트 제조업자로 하여금 레디믹스트콘크리트의 생산 가능 규격, 현장까지의 운반시간, 배출시간, 콘크리트의 제조능력, 운반차의 수, 공장의 제조설비, 품질관리상태 등을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 계약상대자는 혼화재료 제조업자로 하여금 혼화재료의 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등을 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

1.4.6 재료반입전표

(1) 지구 외 골재원에서 반입되는 골재는 반입되는 즉시 재료반입전표를 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 재료반입전표에는 채취 장소에 대한 지명 · 지번과 종류, 수량 등이 기재되어야 하고, 반입차종별로 제출하여야 한다.

1.4.7 시공상세도면

콘크리트 타설 순서, 이음 위치, 양생 방법 등을 명시한 시공상세도면을 제출하여야 한다.

1.4.8 시공계획서 상세

계약상대자는 작업 시작 전 최소한 7일 이전에 운반, 타설 등에 관하여 다음 각 호의 사항에 관한 시공계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 전 공정 중 콘크리트 작업의 공정

(2) 1일에 타설할 콘크리트량에 맞추어 운반, 타설 방법 등의 설비 및 인원배치

(3) 운반로, 운반경로

(4) 콘크리트 타설 구획, 타설 순서

(5) 콘크리트의 비비기에서 타설까지의 소요시간
(6) 시공이음의 위치, 시공이음의 처치방법
(7) 콜드조인트가 발생되었을 때의 처리계획
(8) 급격한 기상변화에 따른 시공계획
(9) 한중이나 서중일 때의 타설계획
(10) 진동기의 찔러넣는 간격, 깊이 및 한 장소마다 진동시간
(11) 양생방법 및 기간
(12) 강우 · 강설대책
(13) 유해한 진동 · 충격방지대책
(14) 중량물의 적재 방지 대책

1.4.9 레디믹스트콘크리트를 운반할 때의 제출물
(1) 계약상대자는 제조업자로 하여금 콘크리트를 현장에 운반할 때마다 매차량 단위로 반드시 감독자에게 레디믹스트콘크리트 납품서를 제출하여야 한다.
(2) 계약상대자는 감독자가 요구할 때에는 배치(batch) 전산기록을 수시로 점검할 수 있도록 하여야 한다.
(3) 계약상대자는 감독자가 요구할 때에는 배합설계, 콘크리트에 함유된 염화물 함유량 등의 계산에 기초가 되는 배합보고서를 제출하여야 한다.

1.4.10 구조물 부위별 사용 콘크리트 종류 기록서
계약상대자는 현장에 사용되는 콘크리트에 대하여 구조물 부위별 사용 콘크리트 종류 기록서를 작성하여야 한다.

1.4.11 콘크리트 압축강도 시험성과표
계약상대자는 압축강도 시험을 실시한 후 즉시 압축강도 시험성과표를 작성하여야 한다.

1.5 품질보증

1.5.1 레디믹스트콘크리트 제조업자 자격
공사의 요건 및 이 시방서의 요건을 만족시키고 KS F 4009의 규정에 따라 레디믹스트콘크리트를 제조할 수 있는 자로서, 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식 · 경험이 있는 기술자가 상주하며, 감독자가 승인하는 자이어야 한다.

1.5.2 공시체 현황판
계약상대자는 공사 중에 실시하는 콘크리트 압축강도시험의 적정성을 관리하기 위하여 공시체 현황판을 실험실에 비치하여야 한다.

1.5.3 콜드조인트

콘크리트의 콜드조인트는 예정된 시공이음으로 적절하게 처리하여야 한다.

1.5.4 거푸집의 거동 감시

콘크리트 타설 중 압력으로 인한 거푸집과 매설물의 이동 또는 어긋남을 발견할 수 있도록 수시로 관찰하여야 한다.

1.5.5 균열조사

거푸집 제거와 동시에 균열조사 및 면조사를 하여 그 기록을 감독자에게 제출하여야 하며, 균열이 발생되었을 때에는 구조물이 완성될 때까지 균열을 계속 추적하고 그 결과를 감독자에게 보고하여야 한다.

1.6 운반 및 저장

1.6.1 시멘트

시멘트의 포장, 운반 및 저장은 15-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6.2 골재

골재의 저장은 15-3절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6.3 혼화재료

혼화재료의 저장은 15-6절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트

콘크리트의 설계기준강도, 슬럼프 및 굵은골재의 최대치수는 명시된 설계도서에 따르고, 기타 필요한 사항에 대하여는 감독자의 지시에 따라야 한다.

2.1.2 시멘트

15-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.3 골재

15-3절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.4 물

15-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.5 혼화재료

15-6절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.6 거푸집

6-3-3절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.7 지수판

6-4-13절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.8 콘크리트 양생용 피막형성제

KS F 2540 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2 장비

2.2.1 배치플랜트

15-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.2 믹서

15-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.3 운반차

15-5절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.4 버킷

버킷의 구조는 콘크리트를 투입하거나, 배출할 때 재료분리를 일으키지 않으며 버킷에서 콘크리트 배출이 용이한 것이어야 한다.

2.2.5 콘크리트 펌프

(1) 콘크리트 펌프의 기종은 콘크리트의 종류, 품질, 관의 지름을 포함한 배관조건, 타설장소, 1회의 타설량, 타설속도 등을 고려하여 선정하여야 한다.

(2) 압송조건은 콘크리트가 관내에 막히는 일이 없도록 정하여야 한다.

2.2.6 트레미 관(tremie pipe)

(1) 트레미 관을 사용할 경우 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 트레미 관은 수밀성이 있으며, 콘크리트가 자유롭게 낙하될 수 있도록 적합한 크기를 가져야 한다.

2.2.7 콘크리트 플레이서

콘크리트 플레이서를 사용할 경우 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.8 벨트컨베이어

벨트컨베이어를 사용할 경우 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 벨트컨베이어를 적당한 위치에 배치하고, 벨트컨베이어의 끝부분에는 조절판 및 깔때기를 설치하여 재료분리를 방지하여야 한다.

2.2.9 슈트

(1) 슈트를 사용하는 경우에는 원칙적으로 연직슈트를 사용하여야 한다. 연직슈트에는 깔때기 등을 설치하여 재료분리가 적게 일어나도록 하여야 한다.

(2) 경사슈트에 의하여 운반된 콘크리트는 재료분리를 일으키기 쉽기 때문에 될 수 있는 대로 사용하지 않아야 한다.

(3) 경사슈트를 사용할 경우 슈트의 경사는 콘크리트 재료가 분리되지 않을 정도의 것이어야 하며, 일반적으로 경사는 수평 2에 대하여 연직 1정도가 적합하다.

(4) 슈트를 사용할 때에는 감독자가 확인한 후 사용하여야 한다.

2.2.10 진동기

(1) 콘크리트 봉형 진동기는 KS F 8004, 콘크리트 거푸집 진동기는 KS F 8005 또는 이와 동등한 성능 이상의 제품이어야 한다.

(2) 콘크리트의 다지기, 특히 된 반죽 콘크리트의 다지기에는 내부진동기를 사용하여야 한다.

(3) 콘크리트 진동기의 형식, 크기, 숫자는 부재 단면의 두께와 면적, 한 번에 운반되는 콘크리트의 양, 굵은골재의 최대치수, 잔골재율, 콘크리트 반죽질기 등을 고려하여 확보하여야 한다.

2.3 배합

2.3.1 배합설계

콘크리트 표준시방서 제2장 2.4 배합에 따라야 한다.

2.3.2 배합강도

(1) 구조물에 사용된 콘크리트의 압축강도가 설계기준압축강도보다 작아지지 않도록 현장 콘크리트의 품질변동을 고려하여 콘크리트의 배합강도는 설계도서를 따르며, 설계도서에 명시되어 있지 않는 경우에는 2.3.2(2)항을 따라 정하여야 한다.

(2) 배합강도는 설계기준압축강도가 35 MPa 이하인 경우 식 (1)과 식 (2)로 계산된 두 값 중 큰 값으로 정하며, 또한 설계기준압축강도가 35 MPa를 초과하는 경우는 식 (3)과 식 (4)로 계산된 두 값 중 큰 값으로 정한다.

$f_{ck} \leq 35\,\mathrm{MPa}$인 경우,

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \quad (1)$$

$$f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s \quad (2)$$

$f_{ck} > 35\,\mathrm{MPa}$인 경우,

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \quad (3)$$

$$f_{cr} = 0.9f_{ck} + 2.33s \quad (4)$$

여기서, s ; 압축강도의 표준편차 (MPa)

(3) 콘크리트 압축강도의 표준편차는 실제 사용한 콘크리트의 30회 이상의 시험실적으로부터 결정하여야 한다. 그러나 압축강도의 시험횟수가 29회 이하이고 15회 이상인 경우는 그것으로 계산한 표준편차에 표 6-4-1의 보정계수를 곱한 값을 표준편차로 사용할 수 있다.

(4) 콘크리트 압축강도의 표준편차를 알지 못할 때, 또는 압축강도의 시험 횟수가 14회 이하인 경우, 콘크리트의 배합강도는 표 6-4-2와 같이 정한다.

표 6-4-1 시험 횟수가 29회 이하일 때 표준편차의 보정계수

시험 횟수	표준 편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.0

주) 위 표에 명시되지 않는 시험 횟수에 대해서는 직선 보간한다.

표 6-4-2 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우의 배합강도

설계 기준강도 f_{ck} (MPa)	배합 강도 f_{ck} (MPa)
21 미만	f_{ck} + 7
21 이상 35 이하	f_{ck} + 8.5
35 초과	$1.1f_{ck}$ + 5

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 계량장치

각 재료의 계량장치는 공사 개시 전 및 공사 중에 정기적으로 점검하여 조정하여야 한다. 계량오차는 1회 계량분에 대하여 표 6-4-3의 값 이하이어야 한다.

표 6-4-3 재료에 따른 허용 오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 허용 오차(%)
물, 시멘트	질량	±1
혼화재[주)]	질량	±2
골재	질량 또는 부피	±3
혼화제 용액	질량 또는 부피	±3

주) 고로슬래그 미분말의 계량오차의 최대치는 1 %로 한다.

2.4.2 혼합기와 운송믹서

혼합기는 혼합작업을 수행하기 전에 드럼의 회전수를 기록하기 위한 자동계측기를 갖추어야 한다. 각 운송믹서(transmixer)는 물탱크 또는 물의 양을 정확히 계측할 수 있는 수량측정장치를 갖추어야 한다.

2.4.3 비비기

(1) 재료를 믹서에 넣는 순서는 믹서의 형식, 비비기 시간, 골재의 종류 및 입도, 단위수량, 단위결합재량, 혼화재의 종류 등에 따라 다르므로 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고로 하여 결정한다.

(2) 비비기 시간은 시험에 의하여 정하여야 한다. 비비기 시간은 믹서 안에 재료를 투입한 후 가경식 믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제식 믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 한다.

(3) 비비기는 미리 정해둔 비비기 시간의 3배 이상 계속해서는 안 된다.

(4) 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서에 모르타르를 부착시켜야 한다.

(5) 비벼놓아 굳기 시작한 콘크리트는 되비벼서 사용해서는 안 된다.

(6) 믹서 안의 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 다음재료를 투입해서는 안 된다.

(7) 믹서는 사용 전 · 후에 깨끗이 청소하여야 한다.

2.4.4 자재허용오차

콘크리트 배치 플랜트의 계량기 눈금, 자동계량장치는 15-4 시멘트 콘크리트의 해당사항에 따라야 한다.

2.5 자재 품질관리

2.5.1 점검 및 시험

(1) 한 배치와 다음 배치의 콘크리트를 치는 시간 간격을 통제하여야 하며, 어떠한 경우에도 30분을 초과하여서는 안 된다.

(2) 계약상대자는 콘크리트 배치 플랜트를 공사개시 전 1회 그리고 필요할 때마다 계량기의 눈금점검, 자동계량장치를 점검하여야 한다.

(3) 물은 필요할 때마다 수질검사를 실시하여야 한다.

(4) 배합설계는 재료가 다른 각 배합마다 시멘트 품질시험을 포함하여 실시하여야 한다.

(5) 콘크리트 시험은 콘크리트 표준시방서 제2장 2.6 자재품질관리의 규정을 따른다.

2.5.2 검사

(1) 계약상대자는 시료 채취 및 검사에 필요한 모든 시설을 제공하여야 한다.

(2) 점검일람표 작성을 위하여 감독자가 요구하는 경우 감독자가 선정한 위치에서 사용할 재료의 종류별로 3개의 시료를 제공하여야 한다.
(3) 최초검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과, 품질기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 사전 검토

(1) 계약상대자는 작업시작 전 구조물 설치 도면을 검토하여 도면의 이상 유무를 체크하고 이상이 있을 때에는 즉시 감독자에게 보고하여야 한다.
(2) 콘크리트 타설 전에 거푸집, 토압 지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 감독자의 승인을 받아야 한다. 감독자가 공급한 타설 기록부를 기입해서 서명하고, 감독자도 타설을 시작하기 전에 기록부에 서명한다.

3.1.2 사전 제출

계약상대자는 레디믹스트콘크리트 제조업자와 콘크리트의 운반 및 반입에 관하여 미리 다음 사항을 반드시 협의하여야 하며, 그 결과를 시공 전에 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 실제 반입 시간과 반입 예정 시간과의 간격이 커서 콘크리트 타설에 지장을 줄 경우의 조치
(2) 날씨 및 기타 원인으로 콘크리트의 반입예정 일시를 변경할 경우의 조치
(3) 공사현장의 사정으로 인하여 운반차의 하역을 현저하게 지연시킬 경우의 조치
(4) 운반차의 필요한 투입대수 확보와 콘크리트 타설 중 운반차의 고장에 대비한 추가투입 방안 조치

3.1.3 균열 검토

구조물 시공 전 콘크리트 균열에 대한 균열제어계획을 수립하여 감독자에게 제출하고 이를 이행하여야 하며, 거푸집 제거와 동시에 구조물 부위별 균열조사 및 면조사를 하여 그 기록을 감독자에게 제출하여야 한다. 또한 균열이 발생되었을 경우에는 균열의 발전여부 등을 계속 추적하여야 하며, 이에 대한 보수 · 보강 대책을 강구하여 이행하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 콘크리트 타설 전 24시간 내에 콘크리트의 반입 및 타설 일정을 통지하고, 타설 전날의 오후 3시 전까지는 감독자에게 알려야 한다.

(2) 콘크리트의 타설은 시공계획서에 따라야 한다. 콘크리트 타설이 상황의 변화 등에 의하여 부득이 시공계획서를 따르지 못하는 경우에는 타설에 앞서서 48시간 내에 특별한 상황을 감독자에게 통지하여야 한다.
(3) 콘크리트를 타설하기 전에 운반장치, 타설설비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트 속에 이물질이 혼입되는 것을 방지하여야 한다.
(4) 직접기초와 슬래브의 흙바닥 면이나 지지면은 콘크리트 타설 바로 전에 습윤상태가 유지되어야 하며, 포화되거나 진흙탕이 되어서는 안 된다.
(5) 콘크리트를 타설하기 전에 운반 및 타설설비 등이 시공계획에 적합하게 일치하는 가를 확인하여야 한다.

3.3 운반

(1) 콘크리트는 중앙배치플랜트에서 트럭믹서나 트럭 애지테이터로 현장까지 운송하여야 한다.
(2) 콘크리트는 물-결합재비, 슬럼프, 공기량 및 균일성 등 명시된 물성을 저하시키지 않고, 타설지점에 효율적으로 반입될 수 있는 방법으로 현장까지 운송하여야 한다.
(3) 콘크리트를 소운반해서 타설할 때에는 재료분리가 일어나지 않는 방법으로 하여야 한다.
(4) 콘크리트는 신속하게 운반하여 즉시 타설하고, 이 시방의 3.6항에 따라 다져야 한다.
(5) 비비기로부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 외기온도가 25 ℃를 넘었을 때는 1.5시간, 외기온도가 25 ℃ 이하일 때는 2시간을 넘어서는 안 된다.
(6) 운반전표에는 플랜트에서의 출발시간 및 현장 도착시간을 나타내어야 하며, 현장 도착시간을 현장관리자가 기재하여야 한다.
(7) 운반할 때에는 콘크리트의 재료분리가 가능한 한 적게 일어나도록 하여야 하며, 현장에서 부리기 전에 고속으로 혼합하여 균질한 상태로 타설하여야 한다.
(8) 플랜트를 떠난 후 트럭믹서나 트럭 애지테이터에 추가로 물을 주입해서는 안 된다.
(9) 부분적으로 굳어진 콘크리트를 운반하여서는 안 된다.

3.4 콘크리트 타설

(1) 콘크리트 타설은 시공계획서에 따라 타설하여야 한다.
(2) 레디믹스트콘크리트를 사용하여 타설작업을 할 때에는 계약상대자는 레디믹스트콘크리트 생산업자와 지속적으로 연락을 유지하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설장비는 콜드 죠인트가 생기지 않고, 재료의 분리나 손실이 없이 콘크리트가 부려지는 타설속도를 낼 수 있는 필요한 용량을 가진 것이어야 한다.
(4) 콘크리트 타설은 승인된 치수와 형상을 가진 부재가 완성될 때까지 연속 작업으로 실시하여야 한다.
(5) 콘크리트의 1층 다짐높이는 다짐능력 등을 고려하여 결정하여야 하고, 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 30분에 1.5 m 정도 이하로 하여야 한다.
(6) 콘크리트는 재조작이나 흘리는 것을 피할 수 있도록 최종 수평위치에서 되도록 가깝게 부려야 한다.
(7) 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 변형 및 손상되지 않도록 콘크리트를 마구 떨어뜨려서는 안 되고, 1.5 m 이상 떨어뜨려서도 안 된다. 콘크리트는 소성체의 표면이 거의 수평하게 유지되도록 부려야 한다.
(8) 콘크리트의 타설 중 표면에 블리딩 수가 있는 경우에는 이것을 제거하고 콘크리트 타설을 하여야 한다.
(9) 슬래브 또는 보의 콘크리트가 벽 또는 기둥의 콘크리트와 연속하여 있는 경우에는 침하균열을 방지하기 위하여 벽 또는 기둥의 콘크리트 침하를 1시간~2시간 기다린 후 슬래브 또는 보의 콘크리트를 타설하여야 한다. 또한, 돌출부분을 갖는 구조물의 경우에도 같은 방법으로 시공하여야 한다.
(10) 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우 상층의 콘크리트 타설은 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 행하고, 상층과 하층이 일체가 될 수 있도록 진동봉을 하층 콘크리트까지 찔러 넣어 다짐하여야 한다.
(11) 친 콘크리트는 거푸집 안에서 횡방향으로 이동시켜서는 안 된다.
(12) 거푸집에 낸 개구부, 트레미관 또는 재료분리나 이미 타설한 콘크리트의 표면위의 거푸집이나 철근에 굳은 콘크리트가 붙지 않게 콘크리트를 칠 수 있는 다른 승인된 장치를 사용하여야 하며, 이러한 장치는 콘크리트가 수직으로 떨어지도록 설치하여야 한다.
(13) 치는 부재의 두께가 0.5 m 이상일 때는 특히 침하균열이 발생되지 않도록 타설속도를 저감시켜야 하며, 타설종료 후 표면조사를 하여 균열이 발생할 경우 즉시 탬핑하여 균열을 제거하여야 한다.
(14) 받침위치 부근, PS 강재 정착부 부근, 지간 중앙단면의 부재하연, 연속보 지점단면의 부재상연 등 구조상으로 중요한 곳이나 철근 혹은 덕트의 배치가 복잡하기 때문에 콘크리트 타설하기가 곤란한 곳은 밀실한 콘크리트가 되도록 주의 깊게 타설하여야 한다.

3.5 펌핑장비에 의한 타설

(1) 콘크리트는 최대 슬럼프가 유지되고, 예정된 장소에 대해서 공사감독자가 승인하는 경우, 펌핑장비로 타설할 수 있다.

(2) 펌핑장비는 재료분리없이 반입지점에서 연속적인 콘크리트의 흐름이 보장되는 크기와 설비를 갖추어야 한다.

(3) 호스의 단부에서 콘크리트는 1.5 m 내의 자유낙하고를 갖게 하여야 하며, 펌프의 호스는 철근이 당초의 위치에서 이동되지 않도록 말굽이나 유사한 장치 위에 지지하여야 한다.

(4) 콘크리트는 적절한 펌핑이 될 수 있도록 감독자의 승인을 얻어 유동화제를 첨가할 수 있다.

(5) 콘크리트 펌프카의 원활한 펌핑을 위하여 최초에 사용된 모르타르는 구조물 콘크리트 타설에 사용되어서는 안 된다.

3.6 다지기

(1) 콘크리트는 타설 중에 기계적인 진동으로 조밀하게 다져야 한다. 콘크리트 다지기에는 내부진동기를 사용하여야 하나, 얇은 벽 등 내부진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기 사용이 가능하다.

(2) 진동은 숙련된 작업원이 체계적인 방법으로 실시하여야 한다.

(3) 진동기는 콘크리트를 타설한 전면적에서 일정한 간격으로 수직하게 찔러 넣었다가 뽑아내어야 하며, 찔러넣기의 간격은 찔러넣기 영향권이 겹칠 수 있어야 한다.

(4) 콘크리트 진동기의 형식 · 크기 · 숫자는 부재단면의 두께와 면적, 한 번에 운반되는 콘크리트의 양, 굵은골재의 최대치수, 잔골재율, 콘크리트 반죽질기 등을 고려하여 확보하여야 한다.

(5) 장시간의 다짐으로 인한 재료분리가 발생되지 않도록 하여야 한다.

(6) 진동다짐을 할 때에는 진동기를 아래층의 콘크리트 속에 100 mm 정도 찔러 넣어야 한다.

(7) 진동다짐은 벌집, 공기와 돌주머니, 줄무늬, 콜드죠인트 및 육안으로 나타나는 층선 등이 없고, 조직과 외관이 균일한 콘크리트가 되게 실시하여야 한다.

(8) 수직면과 처진대로의 마무리가 요구되는 미장콘크리트에서는 보기 좋지 않은 공극, 벌집, 기타 표면 결함이 없어지도록 거푸집 표면에 모르타르가 모이게 할 수 있는 추가 진동과 밀어넣기를 하여야 한다.

(9) 내부 진동기는 연직으로 찔러 넣으며, 그 간격은 진동이 유효하다고 인정되는 범위의 지름 이하의 일정한 간격으로 한다. 삽입간격은 일반적으로 0.5 m 이하로 하며, 1군데마다 진동시간은 다짐할 때 시멘트페이스트가 표면 상부

로 약간 부상하기까지로 한다.

(10) 콘크리트 진동에 대한 추가절차는 다음과 같다.

① 진동기 찔러넣기 간격을 줄이고 찔러넣기 시간을 늘린다.

② 진동기가 철근과 거푸집에 닿지 않게 하면서 거푸집 표면에 가깝게 찔러 넣는다.

③ 거푸집 표면에서 진동에 보충해서 밀어넣기를 한다.

④ 거푸집의 진동은 밀어넣기 할 위치에 대한 감독자의 승인이 있을 경우에만 하여야 한다.

3.7 시공이음

(1) 설계도서에 정해져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜져야 한다.

(2) 설계도서에 정해져 있지 않은 이음을 설치한 경우에는 구조물의 강도, 내구성 및 외관을 해치지 않도록 위치, 방향 및 시공방법을 시공계획서 및 시공상세도에 명기하여 감독자의 사전승인을 받아야 한다.

(3) 시공이음은 압축력이 작용하는 방향에 직각으로 설치하여야 하며, 전단력이 최소가 되는 지점에 설치하여야 한다.

(4) 부득이하게 전단력이 큰 위치에서 이어치는 경우에는 시공이음에 장부 또는 홈을 두거나 적절한 강재를 배치하여 보강하여야 한다.

(5) 시공이음은 직선이고 경우에 따라 구조물과 정확하게 수직하고 수평한 배치를 갖게 하여야 한다.

(6) 콘크리트 타설 작업을 할 때 시공이음면은 모래 뿜기 또는 쇠솔로 레이턴스와 느슨한 골재를 제거하고, 깨끗한 물로 고압 살수한 다음, 모르타르에 의한 콘크리트의 결합이 보장되도록 하여야 한다.

(7) 날개벽이나 미적 감각을 살려야 하는 구조물의 표면에는 시공이음이 생기지 않도록 특별히 주의하여야 한다.

(8) 구조적으로 일체가 되도록 하기 위해서는 이음면에 부배합의 모르타르나 양질의 접합제 등을 발라 이음을 튼튼하게 할 수 있는 조치를 하여야 한다.

(9) 이음면에 모르타르나 접합제를 사용하지 않는 경우에는 타설 시작 전 살수를 하여야 한다.

(10) 수축에 대한 시간여유를 주기 위해서는 12시간 내에는 시공이음의 굳은 쪽에 콘크리트를 쳐서는 안 된다.

(11) 역방향 타설 콘크리트를 시공할 때에는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체가 되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공방법을 선정하여야 한다.

(12) 철근은 시공이음을 가로질러서 연속되어야 한다.

(13) 콘크리트를 계속해서 타설 전에 거푸집을 다시 조이고, 콘크리트표면은 적셔야 한다.

3.8 신축이음

신축이음의 설치구조 및 간격은 승인된 설계도서에 따른다.

3.9 수축이음

수축이음의 설치구조 및 간격은 승인된 설계도서에 따른다.

3.10 양생 및 보호

3.10.1 일반사항

(1) 콘크리트를 친 후 경화에 필요한 온도·습도조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 습윤양생을 하고, 강도가 완전히 발휘될 때까지 충격이나 기타 응력이 발생되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 양생방법과 이에 소요되는 자재와 장비는 사전에 감독자의 승인을 얻어야 한다.

(3) 양생기간 동안 하중·충격을 가하거나 기타 압력이 발생되는 일이 없도록 콘크리트를 보호하여야 한다.

(4) 습윤양생이 곤란할 경우 감독자의 승인을 받아 피막양생을 할 수 있다.

3.10.2 습윤양생

(1) 콘크리트는 친 후 경화될 때 까지 양생기간동안 직사광선이나 바람에 의하여 수분이 증발하지 않도록 한다.

(2) 콘크리트를 타설한 후 노출면이 마르지 않도록 수분의 증발에 따라 살수를 하여 습윤상태로 보호하여야 한다. 습윤상태로 보호하는 기간은 표 6-4-4를 표준으로 한다.

(3) 거푸집판이 건조할 염려가 있을 때에는 살수하여야 한다.

(4) 막양생을 할 경우에는 필요한 양의 막양생제를 적절한 시기에 균일하게 살포하여야 한다.

표 6-4-4 습윤양생기간의 표준

일평균기온	보통포틀랜드 시멘트	고로슬래그시멘트 플라이애시시멘트 B종	조강포틀랜드 시멘트
15 ℃ 이상	5일	7일	3일
10 ℃ 이상	7일	9일	4일
5 ℃ 이상	9일	12일	5일

3.10.3 온도제어 양생

(1) 경화가 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을 유지하여 저온, 고온, 및 급격한 온도변화 등에 콘크리트가 유해한 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

(2) 기온이 현저하게 높을 경우나, 콘크리트 내 · 외부의 큰 온도차가 예상되는 경우 또는 부재의 크기가 크고 내부의 온도상승이 큰 경우에는 온도응력에 의한 균열이 발생하지 않도록 파이프쿨링, 프리쿨링, 표면보온 또는 이들 방법을 병용하여 콘크리트의 온도나 온도차를 제어하여야 한다.

(3) 온도제어양생을 실시할 경우에는 콘크리트의 종류 및 형상, 치수를 고려하여 온도제어방법 및 양생일수를 적절하게 정하여야 한다.

3.10.4 촉진양생

(1) 증기양생을 실시하는 경우에는 콘크리트를 친 후 3시간 이상 경과한 후에 가열을 시작하여야 하고, 양생실의 온도상승은 1시간당 15 ℃ 이하를 표준으로 한다. 또 양생실의 온도는 65 ℃를 넘지 않아야 한다.

(2) 기타 촉진 양생을 실시할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 온도의 상승속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정하여야 한다.

3.10.5 기타

(1) 타설 직후의 콘크리트를 뜨거운 햇빛, 건조한 바람, 비, 손상으로부터 또는 더러워지지 않게 보호하여야 한다.

(2) 떠오른 표면수가 흩어지고 마무리 작업이 시작된 후에는 금방 친 슬래브에 분무를 하여야 하고, 마무리 작업이 완료될 때까지는 언제라도 슬래브가 건조하게 되지 않게 하여야 한다.

(3) 모서리는 차량통행이나 사용으로 손상을 받지 않도록 보호하여야 한다.

(4) 콘크리트가 양생기간 중 무거운 장비의 이동이나 콘크리트가 하중응력, 하중충격 또는 과도한 진동을 받아서 야기되는 기계적이고 물리적인 응력을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.11 표면마무리

3.11.1 굳지 않은 콘크리트 표면의 마무리

(1) 상단 표면은 나무 흙손으로 두드려 모르타르가 표면에 떠오르게 한 다음 요철이 없도록 고르기를 하여야 하며, 그 표면을 젖은 솔로 약하게 문질러야 한다.

(2) 마무리 작업후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지 일어나는 균열은 다짐(tamping) 또는 재마무리에 의하여 제거하여야 한다.

(3) 교량의 콘크리트 슬래브나 포장층의 표면은 데크피니셔(deck finisher) 등으로 마무리를 하여야 한다. 다만, 감독자의 승인이 있을 때에는 설계도서에 표시된 요철을 만들 수 있는 형판을 사용하여 마무리 할 수도 있다.

(4) 기계마무리를 할 수 없을 때에는 감독자의 승인을 얻어 인력으로 마무리 할 수도 있다. 이 때에는 설계도서에 표시된 기울기에 적합하도록 흙손으로 고르고, 직선 각재로 두드린 후 마대 등으로 표면 및 거친면 마무리를 하여야 한다.

3.11.2 굳은 콘크리트 표면의 마무리

(1) 콘크리트의 표면은 거푸집을 제거한 후 즉시 마무리 하여야 한다.

(2) 거푸집을 지지하는데 사용했던 철선이나 기타 금속장치는 콘크리트 표면에 돌출되지 않도록 절단하여야 한다.

(3) 거푸집의 이음 때문에 생긴 불규칙한 면은 갈아내어야 한다.

(4) 콘크리트 표면에 생긴 작은 구멍에는 구체에 사용했던 콘크리트와 같은 배합비의 모르타르를 채우고, 비교적 큰 구멍에는 주변의 느슨한 재료를 제거한 다음 물로 완전히 포화시킨 후 구멍 내부의 표면에 얇은 시멘트막을 만든 다음 모르타르를 채워야한다.

(5) 구조물의 강도에 현저한 영향을 미칠 수 있는 결함 부분은 일부나 전부를 제거하여 재시공하여야 한다.

3.12 균열 및 시공허용오차

3.12.1 허용균열폭

(1) 허용균열폭은 구조물의 사용목적, 내구성, 환경조건, 부재의 조건 등을 고려하여 정하여야 한다.

(2) 철근콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위하여 허용되는 균열폭은 다음 표 6-4-5의 범위 이내이어야 한다. 다만, 표 6-4-5에 적용될 수 있는 피복두께는 100 mm 이하를 표준으로 하여야 한다.

표 6-4-5 철근콘크리트 구조물의 허용균열폭(mm)

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철 근	0.4 mm와 0.006 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.005 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.004 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.0035 c_c 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2 mm와 0.005 c_c 중 큰 값	0.2 mm와 0.004 c_c 중 큰 값	–	–

주) 여기서, c_c는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

(2) 물을 저장하는 수조 등과 같은 수처리 구조물의 허용균열폭은 다음 표 6-4-6의 범위 이내이어야 한다.

표 6-4-6 수처리 구조물의 허용균열폭(mm)

	휨 인장 균열	전단면 인장 균열
오염되지 않은 물[1]	0.25	0.20
오염된 액체[2]	0.20	0.15

1) 음용수(상수도) 시설물
2) 오염이 매우 심한 경우 발주자와 협의하여 결정

3.12.2 치수의 허용오차

(1) 거푸집을 사용한 콘크리트의 면이 거칠게 마무리 되었을 경우, 구멍 및 기타 결함이 있는 부위는 보수를 하여야 하며, 6 mm 이상의 돌기물은 제거되어야 한다.

(2) 수직오차

① 높이가 300 mm 미만인 경우
선, 면 그리고 모서리 : 25 mm 이하

② 높이가 300 mm 이상인 경우
가. 선, 면 그리고 모서리 : 높이의 1/1,000 이하, 다만 최대 150 mm 이하
나. 노출 모서리 기둥, 컨트롤 조인트 홈 : 높이의 1/2,000 이하, 다만 최대 75 mm 이하

(3) 수평오차

① 부재(슬래브밑, 천장, 보밑 그리고 모서리) : 25 mm 이하
② 슬래브 중앙부에 300 mm 이하의 개구부가 생기는 경우 또는 가장자리에 큰 개구부가 있는 경우 : 13 mm 이하
③ 쇠톱 자름, 조인트 그리고 슬래브에서 매설물로 인하여 약화된 면 : 19 mm 이하

(4) 콘크리트 슬래브 바탕 마감의 허용오차

① 슬래브 상부면
가. 지반면에 접한 슬래브 : 19 mm 이하
나. 동바리를 제거하지 않은 기준 층 슬래브 : 19 mm 이하
② 동바리를 제거하지 않은 부재 : 19 mm 이하

(5) 부재 단면 치수의 허용오차

① 기둥, 보, 교각, 벽체(두께만 적용) 그리고 슬래브(두께만 적용) 등의 부재
가. 단면치수가 300 mm 미만 : +9 mm, −6 mm

나. 단면치수가 300 mm ~ 900 mm 이하 : +13 mm, −9 mm
다. 단면치수가 900 mm 이상 : +25 mm

(6) 기타 허용오차

① 계단

가. 계단의 높이 : 3 mm 이하
나. 계단의 넓이 : 6 mm 이하

② 홈

가. 폭이 50 mm 이하인 경우 : 3 mm
나. 폭이 50 mm ~ 300 mm 이하인 경우 : 3 mm

③ 콘크리트면 또는 선의 기울기는 3.0 m당 다음의 허용오차 범위 이내이어야 한다.

가. 노출 모서리 기둥의 수직선, 노출 콘크리트에 있는 컨트롤 조인트의 홈 : 6 mm
나. 기타의 경우 : 9 mm

(7) 부재를 관통하는 개구부

① 개구부의 크기 : +25 mm, −6 mm
② 개구부의 중심선 위치

3.13 현장 품질관리

3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사

(1) 콘크리트의 혼합물 품질 검사

① 콘크리트의 받아들이기 품질 검사는 콘크리트를 타설하기 전에 표 6-4-7에 따라 실시한다.

② 워커빌리티의 검사는 굵은골재 최대치수 및 슬럼프의 설정치 만족 여부를 확인하고, 외관 관찰을 통하여 재료분리 저항성을 확인한다.

③ 강도검사는 콘크리트의 배합검사를 실시하는 것을 표준으로 한다. 배합검사를 실시하지 않은 경우에는 표 6-4-8에 따라 압축강도시험에 의하여 검사를 실시한다. 이 검사에서 불합격된 경우에는 구조물에 대한 콘크리트의 강도검사를 실시하여야 한다.

④ 내구성 검사는 공기량, 염화물 이온량을 측정하는 것으로 한다. 내구성으로부터 정한 물-결합재비에 대해서는 배합검사를 실시한다. 물-결합재비에 대해서는 강도시험에 의하여 확인하는 것도 가능하다.

⑤ 검사결과 불합격으로 판정된 경우에는 이 콘크리트를 사용하여서는 안 된다.

표 6-4-7 콘크리트의 받아들이기 품질 검사

항 목		시험 · 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
굳지 않은 콘크리트의 상태		외관 관찰	콘크리트 타설 개시 및 타설 중 수시로 함.	워커빌리티가 좋고, 품질이 균질하며 안정할 것
슬럼프		KS F 2402의 방법	압축강도 시험용 공시체 채취할 때 및 타설 중에 품질변화가 인정될 때	30 mm 이상 80 mm 미만 : 허용오차 ±15 mm 80 mm 이상 180 mm 이하 : 허용오차 ±25 mm
공기량		KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		허용오차 : ±1.5 %
온 도		온도 측정		정하여진 조건에 적합할 것
단위용적질량		KS F 2409의 방법		정하여진 조건에 적합할 것
염화물량		KS F 4009 부속서 1의 방법	바다모래를 사용할 경우 2회/일, 그 밖의 경우 1회/주	0.3 kg/m³ 이하를 표준으로 함.
배합	단위수량	굳지 않은 콘크리트의 단위수량시험으로부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용치 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 단위수량의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
	단위결합재량	결합재의 계량치	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
	물-결합재비	굳지 않은 콘크리트의 단위수량과 시멘트의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용치 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 콘크리트 재료의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 전 배치	허용치 내에 있을 것
	기타 콘크리트 재료의 단위량	콘크리트 재료의 계량치	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
펌퍼빌리티		펌프에 걸리는 최대 압송 부하의 확인	펌프 압송할 때	콘크리트 펌프의 최대 이론 토출압력에 대한 최대압송부하의 비율이 80 % 이하

(2) 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사

① 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사를 하는 경우에는 표 6-4-8에 의한다.

② 압축강도에 의한 콘크리트의 품질관리는 일반적인 경우 조기재령에 있어서의 압축강도에 의하여 실시한다. 이 경우, 시험체는 구조물에 사용되는 콘크리트를 대표할 수 있도록 채취되어야 한다.

③ 검사를 실시한 결과, 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판정되었을 경우에는 감독자의 지시에 따라 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취하는 동시에, 구조물에 치고 있는 콘크리트가 소요의 목적을 달성할 수 있는지를 전문기술자가 확인하고, 보완방안을 강구하여 감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

표 6-4-8 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기 및 횟수	판정기준	
				$f_{ck} \leq 35$ MPa	$f_{ck} > 35$ MPa
설계기준 강도로부터 배합을 정한 경우	압축강도 (일반적인 경우 재령 28일)	KS F 2405의 방법	1회/일, 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 150 ㎥마다 1회, 배합이 변경될 때마다[1]	① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준압축강도 이상 ② 1회 시험값이 (설계기준압축강도- 3.5 MPa) 이상	① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준압축강도 이상 ② 1회 시험값이 설계기준압축강도의 90% 이상
그 밖의 경우				압축강도의 평균치가 소요의 물-결합재비에 대응하는 압축강도 이상일 것.	

주 1) 1회의 시험값은 시험체 3개의 공시체 압축강도 시험값의 평균값임

3.13.2 콘크리트 시공 검사

(1) 콘크리트의 운반 검사는 표 6-4-9에 따른다.

(2) 콘크리트의 타설 검사는 표 6-4-10에 따른다.

(3) 콘크리트의 양생 검사는 표 6-4-11에 따른다.

(4) 검사를 실시한 결과, 시공을 시작할 때의 운반·타설 혹은 양생이 적절하지 않다고 판단된 경우는 설비, 인원의 배치, 방법을 개선하는 등 소요의 목적을 달성할 수 있도록 적절한 조치를 취하여야 한다. 콘크리트 타설이 완료되어 있는 경우는 구조물의 콘크리트가 소요의 목적을 달성하고 있는지 여부를 확인하여 필요에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

표 6-4-9 콘크리트의 운반 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
운반설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 타설 전 및 운반 중	시공계획서와 일치할 것
운반방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
운반량	양의 확인		소정의 양일 것
운반시간	출하 및 도착 시간의 확인		3.3 운반에 적합할 것

표 6-4-10 콘크리트의 타설 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
타설설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 타설 전 및 타설 중	시공계획서와 일치할 것
타설방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
타설량	타설 개소의 형상치수로부터 양의 확인		소정의 양일 것

표 6-4-11 콘크리트의 양생 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
양생설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 양생 중	시공계획서와 일치할 것
양생방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
양생기간	일수, 시간의 확인		정하여진 조건에 적합할 것

3.13.3 구조물의 검사 및 시험

(1) 일반사항

① 콘크리트 구조물을 완성한 후 표면의 상태가 양호한가, 구조물의 위치 · 형상 · 치수 등이 허용오차 이내로 만들어졌는가, 구조물 중의 콘크리트의 품질이 소요의 품질인가, 구조물의 각 부위가 소요의 기능을 발휘할 수 있도록 만들어져 있는가 등에 관한 검사를 실시하여야 한다.

② 검사결과 불합격이 되었을 경우 또는 비파괴검사 등의 결과로부터 상세검사의 필요성이 생긴 경우의 조치에 대해서는 감독자의 지시에 따라야 한다.

(2) 표면상태의 검사

① 표면상태의 검사는 표 6-4-12에 의한다.

② 검사결과 이상이 확인된 경우에는 한국콘크리트학회에서 제정한 「콘크리트구조물의 보수 · 보강 요령」을 참고로 감독자의 지시에 따라 보수를 실시하여야 한다.

표 6-4-12 콘크리트의 표면상태의 검사

항 목	검사방법	판정기준
노출면의 상태	외관 관찰	평탄하고 곰보, 자욱, 기포 등에 의한 결함, 철근피복 부족의 징후 등이 없으며, 외관이 정상일 것
균 열	스케일에 의한 관찰	균열폭은 콘크리트 구조설계기준 「4.2 균열」의 규정에 따르되, 구조물의 성능, 내구성, 미관 등 그의 사용목적을 손상시키지 않는 허용치의 범위 내에 있어야 함.
시공이음	외관 및 스케일에 의한 관찰	신구콘크리트의 일체성이 확보되어 있다고 판단되는 것

(3) 콘크리트 부재의 위치 및 형상치수의 검사

① 콘크리트 부재의 위치 및 형상치수의 검사는 그 구조물의 특성에 적합한 별도의 규준을 정하여 실시하여야 한다.

② 검사결과, 이상이 확인된 경우에는 감독자의 지시에 따라 콘크리트를 깎아 내거나 덧붙이기 또는 재시공 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

(4) 철근피복 검사

① 표면상태의 검사에 의하여 철근피복이 부족한 조짐이 있는 경우에는 비파괴시험방법 등에 의해 철근피복 조사를 실시하여 소정의 철근피복이 확보되어 있는지를 검사하여야 한다.

② 검사결과 불합격된 경우에는 감독자의 지시에 따라 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(5) 구조물 중의 콘크리트 품질의 검사

① 콘크리트의 받아들이기 검사 또는 시공 검사에서 불합격된 경우 또는 이들 검사가 확실히 실시되지 않은 경우에는 구조물 중의 콘크리트 품질 검사를 실시하여야 한다.

② 구조물 중의 콘크리트의 품질 검사는 「3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사」에 의하여 실시하는 것으로 한다.

③ 구조물 중의 콘크리트 품질을 검사할 때 필요할 경우에는 비파괴시험(비파괴시험법에 의한 콘크리트 강도평가 요령, 한국콘크리트학회)에 의한

검사를 실시하여야 한다.

④ 비파괴 시험결과를 종합적으로 판단한 결과, 구조물의 성능이 부족하다고 판단되는 경우에는 감독자의 지시에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

(6) 현장에서 양생한 공시체의 제작, 시험 및 강도 결과

① 감독자는 실제의 구조물에서 콘크리트의 보호와 양생이 적절한지를 검토하기 위하여 현장에서 양생된 공시체 강도의 시험을 요구할 수 있다.

② 현장에서 양생되는 공시체는 KS F 2403에 따라 현장과 같은 조건하에서 양생하여야 한다.

③ 현장에서 양생되는 공시체는 시험실에서 양생되는 공시체와 똑같은 시간에 동일한 시료를 사용하여 만들어야 한다.

④ 설계기준강도(f_{ck})의 결정을 위하여 지정된 시험 재령 일에 실시한 현장 양생된 공시체 강도가 동일조건의 시험실에서 양생된 공시체 강도의 85 %보다 작을 때는 콘크리트의 양생과 보호절차를 개선하여야 한다. 만일 현장 양생된 것의 강도가 설계기준강도보다 3.5 MPa를 더 초과하면 85 %의 한계조항은 무시할 수 있다.

(7) 시험결과 콘크리트의 강도가 작게 나오는 경우

① 시험실에서 양생된 공시체 개개의 압축시험 결과가 표 6-4-8 「압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사」의 규정을 만족하지 못하거나 또는 현장에서 양생된 공시체의 시험 결과에서 결점이 나타나면 구조물의 하중 지지 내력을 검토하여야 하며, 적절한 조치를 취하여야 한다.

② 콘크리트의 압축강도 시험 결과 규정을 만족하지 못할 경우 시료의 적절성 및 시험기기나 시험방법의 적절성을 검토하여 부적절한 경우를 제외하고 평가한다.

③ ②의 결과 강도가 부족하다고 판단되면 관리재령의 연장을 검토한다.

④ ②의 결과 강도가 부족하다고 판단되고 관리재령의 연장도 불가능할 때에는 「3.13.3 (5) 구조물 중의 콘크리트 품질 검사」에 따라 비파괴 시험을 실시한다. 비파괴 시험 결과에서도 불합격될 경우 문제된 부분에서 코어를 채취하여 KS F 2422에 따라 코어의 압축강도의 시험을 실시하여야 한다. 코어 강도의 시험 결과는 평균값이 설계기준강도(f_{ck})의 85 %를 초과하고 각각의 값이 75 %를 초과하면 적합한 것으로 판정한다.

⑤ ④의 시험 결과 부분적인 결함이라면 해당부분을 보강하거나 재시공하며, 전체적인 결함이라면 「3.13.3 (6) 현장에서 양생한 공시체의 제작, 시험 및 강도 결과」에 따라 재하시험을 실시하여 구조계산을 재검토하여

가능한 사용할 수 있는 방안을 검토하며, 구조물의 적절한 보강으로 성능을 확보한다.

(8) 재하시험에 의한 구조물의 성능 시험

① 공사 중에 콘크리트가 동해를 받았다고 생각되는 경우, 공사 중 현장에서 확인한 콘크리트 압축강도 시험결과로부터 판단하여 강도에 문제가 있다고 판단되는 경우, 그 밖의 공사 중 구조물의 안전에 어떠한 근거 있는 의심이 생긴 경우 등으로서 감독자가 필요하다고 인정하는 경우에는 재하시험을 실시한다.

② 구조물의 성능을 재하시험에 의하여 확인할 경우 재하시험 방법은 그 목적에 적합하도록 정하여야 한다. 이 경우 재하방법, 하중크기 등은 구조물에 위험한 영향을 주지 않도록 정한다.

③ 재하 도중 및 재하 완료 후 구조물의 처짐, 변형률 등이 설계에 있어서 고려한 값에 대하여 이상이 있는지를 확인하여야 한다.

④ 재하시험 방법, 재하기준, 허용기준, 허용 내구력에 대한 규정 등 재하시험에 관련된 사항에 대해서는 「콘크리트 구조설계기준」을 준용한다.

⑤ 시험결과, 구조물의 내하력, 내구성 등에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 감독자의 지시에 따라 구조물을 보강하는 등의 적절한 조치를 취하여야 한다.

6-4-2 한중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 한중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 일평균기온이 4 ℃ 이하가 예상될 경우 한중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

(3) 한중콘크리트의 시공방법은 기온이 0 ℃ ~ 4 ℃에서는 간단한 주의와 보온으로 시공하고, -3 ℃ ~ 0 ℃에서는 물 또는 물과 골재를 가열할 필요가 있는 동시에 어느 정도의 보온이 필요하다.

(4) 일평균 기온이 0 ℃ 이하가 예상될 경우 (3)의 규정에 따라 시공하고, 일평균기온이 -3 ℃ 이하가 예상될 경우 가급적 콘크리트 타설을 하지 말아야 하며, 부득이 한 경우 한중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.3 관련 시방서

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 일반사항

(1) 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 재료를 가열할 경우에는 물 또는 골재를 가열하여야 하며, 시멘트는 어떠한 경우에도 가열해서는 안 된다.

(3) 콘크리트의 동결온도를 낮추기 위하여 소금이나 기타의 약품을 사용하여서는 안 된다.

2.1.2 골재

(1) 골재는 동결되어 있거나, 빙설이 혼입되어 있는 것을 그대로 사용할 수 없다.

(2) 골재의 가열은 균등하여야 하며, 한 부위에 집중된 온도가 100 ℃를 초과하지 않도록 부분 과열을 피하고, 골재를 배치에 넣을 때에 평균온도는 65 ℃를 초과하지 않아야 한다.

2.1.3 혼화제

고성능 감수제, 고성능 AE감수제, 방동 · 내한제 등의 특수혼화제를 사용할 경우에는 품질을 확인하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

(1) 배합은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 한중콘크리트에는 공기연행 콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 한다. KS F 2560의 AE제, AE감수제 및 고성능 AE감수제 등을 사용하면 미세한 기포를 콘크리트 속에 연행시킴에 따라 소요의 워커빌리티를 얻는데 필요한 단위수량을 줄일 수 있으며, 콘크리트 중의 물의 동결에 의한 해를 작게 할 수 있다.

(3) 단위수량은 초기 동해를 작게 하기 위하여 소요의 워커빌리티를 유지할 수 있는 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

(1) 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 비빈 직후 콘크리트의 온도는 기상조건, 운반시간 등의 영향을 고려하여

칠 때 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 하여야 한다.

(3) 가열한 재료를 믹서에 투입하는 순서는 시멘트가 급결하지 않도록 먼저 뜨거운 물과 굵은골재, 다음에 잔골재를 넣어서 믹서 안의 재료 온도가 40 ℃ 이하가 되고 나서 시멘트를 넣어야 한다.

(4) 콘크리트의 타설계획을 세울 때에는 가열설비의 능력을 고려하여야 하며, 콘크리트를 비빈 직후의 온도가 각 배치마다 변동이 작아지도록 관리하여야 한다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 시공기준

이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.1.1 운반 및 타설

(1) 콘크리트의 운반 및 타설 전에 관로의 보온, 타설 전의 온수에 의한 예열, 타설을 종료할 때의 청소 등을 철저히 하여 작업의 중단을 피하여야 하며, 비벼서 타설까지의 시간을 가능한 짧게 하여 열량의 손실을 줄이도록 하여야 한다.

(2) 타설할 때의 콘크리트 온도는 구조물의 단면치수, 기상조건 등을 고려하여 다음 표 6-4-13의 범위에서 정한다.

표 6-4-13 콘크리트 타설 및 관리할 때의 추천온도

단계	주변온도	단면 크기, 최소치수 기준(mm)			
		< 300 mm	300~900 mm	900~1800 mm	> 1800 mm
타설 및 관리시의 최소 콘크리트 온도					
1	-	13 ℃	10 ℃	7 ℃	5 ℃
주변온도를 고려한 배합시의 최소 콘크리트 온도*					
2	-1 ℃ 초과	16 ℃	13 ℃	10 ℃	7 ℃
3	-18 ℃ ~ -1 ℃	18 ℃	16 ℃	13 ℃	10 ℃
4	-18 ℃ 미만	21 ℃	18 ℃	16 ℃	13 ℃
보온천막을 제거한 후 처음 24시간 동안의 최대허용 온도강하					
5	-	28 ℃	22 ℃	17 ℃	11 ℃

(3) 콘크리트를 칠 때에는 철근이나 거푸집 등에 빙설이 부착되어 있어서는 안 된다.

(4) 시공이음부에 구콘크리트가 동결되어 있는 경우에는 표면을 치핑하여 동결된 부분을 완전히 제거한 다음 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.1.2 양생

(1) 양생방법 및 양생기간은 6-4-1절에 따르는 외에 외기온도, 배합, 구조물의 종류 및 크기 등을 고려하여 정하여야 한다.

(2) 콘크리트는 타설 후 초기에 동결하지 않도록 잘 보호하고, 특히 바람을 차단해 주어야 한다.

(3) 콘크리트에 열을 가할 경우에는 콘크리트가 급격히 건조하거나 국부적으로 가열되거나 하지 않도록 하여야 한다.

(4) 콘크리트는 시공 중에 예상되는 하중에 대하여 필요한 강도가 얻어질 때까지 양생하여야 한다.

(5) 보온양생 또는 급열양생을 끝마친 후에는 콘크리트의 온도를 급격히 저하시켜서는 안 된다.

(6) 심한 기상작용을 받는 콘크리트는 표 6-4-14의 압축강도가 얻어질 때까지 콘크리트의 온도를 5 ℃ 이상으로 유지하여야 하며, 특히 2일간은 0 ℃ 이상이 되도록 유지하여야 한다.

표 6-4-14 심한 기상작용을 받는 콘크리트 양생을 종료할 때의 소요 압축강도의 표준

단면 / 구조물의 노출	압축강도(MPa)		
	얇은 경우	보통 경우	두꺼운 경우
(1) 계속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	15	12	10
(2) 보통의 노출상태에 있고 (1)에 속하지 않는 부분	5	5	5

3.1.3 거푸집 및 동바리

(1) 거푸집은 보온성이 좋은 것을 사용하여야 한다.

(2) 동바리의 기초는 지반의 동상이나 동결된 지반의 융해에 의하여 변위를 일으키지 않도록 하여야 한다.

(3) 거푸집 떼어내기는 콘크리트의 온도를 갑자기 저하시키지 않도록 하여야 한다.

3.2 현장 품질관리 및 검사

(1) 한중 콘크리트의 품질검사는 6-4-1절 3.13.2 콘크리트 시공 검사 외에 표 6-4-15에 따른다.

(2) 양생을 끝낼 시기, 거푸집 및 동바리를 떼어낼 시기에 대하여는 현장의 콘크리트와 가급적 동일한 상태에서 양생한 공시체의 강도시험에 의하거나 콘크리트의 온도기록에 의한 적산온도로부터 추정한 강도에 의하여 정한다.

(3) 물-결합재비를 적산온도 방식에 의하여 정한 경우, 사용한 콘크리트의 품질관리 또는 품질검사를 위한 압축강도시험의 재령은 다음 식으로부터 정한다. 다만, 시험체의 양생은 (20±3) ℃인 수중양생으로 한다.

$$Z_{20} = \frac{M}{30}(\text{일})$$

여기서, Z_{20} : 압축강도 시험을 실시할 재령(일)

M : 배합을 정하기 위하여 사용한 적산온도의 값(℃ · Day)

① 구조체 콘크리트의 압축강도 검사는 현장 봉함양생으로 실시한다.

② 양생기간 중에는 콘크리트의 온도, 보온된 공간의 온도 및 기온을 자기 기록온도계로 기록한다. 단, 콘크리트가 동결할 위험성이 적은 경우에는 그 주위의 기온만을 기록하여 양생관리를 할 수 있다.

표 6-4-15 한중콘크리트의 검사

항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 횟수	판정 기준
외기온도	온도측정	공사 시작 전 및 공사 중	일평균 기온 4 ℃ 이하
타설할 때 온도			5 ℃~20 ℃ 이내 및 계획된 온도의 범위 내, 계획하는 온도의 범위는 3.1.1 운반 및 타설에 적합할 것
양생 중의 콘크리트 온도 혹은 보온양생된 공간의 온도			계획된 온도 범위 내, 계획할 온도 범위는 3.1.2 양생에 적합할 것

6-4-3 서중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 서중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 서중콘크리트를 시공하여야 할 시기를 일률적으로 적용하기는 곤란하나, 콘크리트를 칠 때의 기온이 30 ℃를 초과하거나 또는 일평균기온이 25 ℃ 이상이 예상될 경우 사용하여야 한다.

(3) 일평균기온이 25 ℃ 이상이 예상될 경우 가급적 콘크리트 타설을 하지 말아야 하며, 부득이 한 경우 서중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

6-4-5 매스콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.3 관련 시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제2장 일반콘크리트

(2) 대한토목학회 규준 유동화 콘크리트 시공지침 동 해설

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 하며, 골재온도가 콘크리트의 온도에 미치는 영향이 크므로(보통골재 온도 ±2 ℃ 에 대하여 콘크리트 온도 ±1 ℃ 의 변화) 장시간 뙤약볕에 방치했던 골재를 그대로 사용하면 콘크리트의 온도가 40 ℃ 이상으로 상승할 수 있으므로 가능한 한 낮은 온도의 혼합수를 사용하는 것이 효과적이다. (보통 물의 온도 ±4 ℃에 대하여 콘크리트의 온도 ±1 ℃의 변화)

(2) 감수제 및 AE감수제는 KS F 2560에 적합한 지연형의 제품이어야 한다.

(3) 유동화제는 콘크리트학회 규준 KCI-AD101(콘크리트용 유동화제 품질규격)에서 정한 지연형의 제품 품질 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

(1) 배합은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 콘크리트의 배합은 소요의 강도 및 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 단위수량 및 단위결합재량을 될 수 있는 대로 적게 하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

(1) 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 비빈 직후 콘크리트의 온도는 기상조건, 운반시간 등의 영향을 고려하여 칠 때 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 하여야 한다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 시공기준

이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.1.1 운반

콘크리트를 운반할 때에는 운반 도중 콘크리트가 건조되거나 가열되는 일이 적은 장치 및 방법을 사용하여야 한다.

(1) 덤프트럭 등을 사용하여 운반할 경우에는 콘크리트 표면을 덮어서 직사일광이나 바람으로부터 보호하여야 한다.
(2) 펌프로 수송할 경우에는 수송관을 젖은 천 또는 냉각수가 흐르는 이중관을 사용하여 콘크리트의 품질변화를 감소시킨다.
(3) 레디믹스트콘크리트를 사용하는 경우에는 애지테이터(agitator) 트럭을 뙤약볕에 장시간 대기시키는 일이 없도록 사전에 배차계획까지 고려하여 시공계획을 세워야 한다.

3.1.2 타설

(1) 콘크리트를 타설하기 전에는 지반, 거푸집 등 콘크리트로부터 물을 흡수할 우려가 있는 부분을 습윤상태로 유지하여야 한다.
(2) 거푸집, 철근 등이 직사일광을 받아서 고온이 될 우려가 있는 경우에는 살수, 덮개 등의 적절한 조치를 하여야 한다.
(3) 콘크리트 타설은 가능한 한 빨리 마무리하여야 하며, 비벼서 타설을 시작할 때까지의 시간은 1시간 이내에 쳐 넣어야 하며, 대책을 강구했을 때라도 1.5 시간을 초과해서는 안 된다.
(4) 타설할 때의 콘크리트 온도는 35 ℃ 이하이어야 한다.
(5) 콘크리트 타설은 콜드조인트가 생기지 않도록 실시하여야 한다.
(6) 대량의 콘크리트를 칠 경우에는 타설구획이나 순서를 계획하는 것 외에 1회의 타설량을 제한하거나 지연제를 사용하는 등의 조치를 취하여야 한다.

3.1.3 양생

(1) 서중에 친 콘크리트 표면은 직사일광이나 바람에 의한 표면건조로 균열이 발생되기 쉬우므로, 콘크리트를 친 후 적어도 24시간 동안은 노출면이 건조하는 일이 없도록 습윤상태로 유지하여야 하며, 양생은 적어도 5일 이상 실시하여야 한다.
(2) 목재거푸집의 경우처럼 표면건조가 일어날 염려가 있는 경우에는 거푸집까지 습윤상태로 유지하여야 하며, 거푸집을 떼어낸 후에도 양생기간 동안은 노출면을 습윤상태로 유지하여야 한다.
(3) 콘크리트를 친 후 콘크리트의 경화가 진행되어 있지 않은 시점에서 갑작스러운 건조에 의하여 균열이 발생되었을 경우에는 즉시 재진동이나 탬핑을 실시하여 이것을 없애야 한다.
(4) 막양생을 실시할 경우에는 콘크리트 표준시방서 제2장 3.5.2절에 따르며, 가능한 한 직사광선에 의한 열흡수가 적은 것을 사용하여야 한다.

3.2 현장 품질관리 및 검사

서중콘크리트의 품질검사는 6-4-1절의 「3.13.2 콘크리트 시공검사」외에 표 6-4-16에 따르는 것으로 한다.

표 6-4-16 서중콘크리트의 품질검사

항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 회수	판단기준
외기 온도	온도측정	공사시작 전 및 공사 중	일평균기온 25 ℃ 이상인 경우
타설할 때 온도		공사 중	35 ℃ 이하 및 계획한 온도의 범위 내, 계획하는 온도 범위는 「3.1.3 타설」에 적합할 것. 매스콘크리트의 경우는 6-4-5절 「3. 시공」에 준할 것
운반 시간	시간의 확인	공사시작 전 및 공사 중	비비기로부터 타설 종료까지의 시간은 1.5시간 이내 및 계획한 시간 이내일 것

6-4-4 팽창콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 수축보상용 콘크리트 및 화학적 프리스트레스용 콘크리트를 대상으로 하는 팽창콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준

KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법

KS F 2562 콘크리트용 팽창재

1.3.3 관련 시방서

1.3.4 관련법규

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

(1) 운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 팽창재는 습기의 침투를 막을 수 있는 사일로 또는 창고에 시멘트 등 다른 재료와 혼합되지 않도록 구분하여 저장하여야 한다.

(3) 포대팽창재는 지상 300 mm 이상의 마루 위에 쌓아 운반이나 검사에 편리하도록 배치하여 저장하여야 한다.

(4) 포대팽창재는 15포대 이상 쌓아서는 안 된다.

(5) 포대팽창재는 사용 직전에 포대를 여는 것을 원칙으로 하며, 저장 중에 포대가 파손된 것을 사용해서는 안 된다.

(6) 저장기간이 길어진 경우에는 시험을 실시하여 소요의 품질을 갖고 있는지를 확인한 후 사용하여야 한다.
(7) 팽창재의 운반 또는 저장 중에 직접 비에 맞지 않도록 한다.
(8) 벌크(bulk) 상태의 팽창재 및 팽창재와 시멘트를 미리 혼합한 것은 양호한 밀폐상태에 있는 사일로(silo) 등에 저장하여 다른 재료와 혼합되지 않도록 하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.
(2) 팽창재, 표면활성제 및 플라이애시 이외의 혼화재료를 사용하는 경우에는 시험 또는 신뢰할 수 있는 자료에 의하여 콘크리트가 소요품질을 확보할 수 있는 재료를 선정하여야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

(1) 팽창콘크리트의 배합은 소요강도, 내구성, 수밀성 및 워커빌리티를 만족하도록 정함과 동시에 건조수축보상에 의한 균열감소 혹은 화학적 프리스트레스 도입에 의한 인장 또는 휨내력의 증대, 충전 모르타르 및 콘크리트 등 그 목적에 따라 필요한 팽창성능을 갖도록 정하여야 한다.
(2) 콘크리트의 단위수량 및 슬럼프는 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 되도록 작은 값으로 정하여야 한다.
(3) 팽창콘크리트의 배합을 결정하기 전에 반드시 시험비빔을 하여 슬럼프, 단위용적중량, 압축강도 등의 시험을 하는 외에 필요할 때에는 표 6-4-17에 따라 팽창률을 확인하여야 한다.
(4) 화학적 프리스트레스용 콘크리트의 단위결합재량은 단위팽창재를 제외한 값으로서 보통콘크리트의 경우 260 kg/m³ 이상, 경량콘크리트인 경우 300 kg/m³ 이상으로 한다.

2.4 계량 및 비비기

계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.5 자재품질관리

자재품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

(1) 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절에 따라야 한다.

(2) 내 · 외부 온도차에 의한 온도균열의 우려가 있으므로 팽창콘크리트에 급격한 살수를 해서는 안 된다.

(3) 콘크리트 거푸집의 존치기간은 콘크리트 강도의 확보와 팽창률 확보를 위하여 수화반응에 필요한 수분의 건조를 방지하기 위하여 평균기온 20 ℃ 미만인 경우에는 5일 이상, 20 ℃ 이상인 경우에는 3일 이상을 원칙으로 한다. 단 슬래브, 보의 밑면, 아치 하부의 거푸집 널은 원칙적으로 동바리를 해체한 후 해체한다. 단, 압축강도 시험을 할 경우 설계기준 강도의 2/3 이상 값에 도달한 것이 확인될 경우 해체할 수 있다. 그러나 이때의 콘크리트 압축강도는 14 MPa 이상이어야 한다.

(4) 소요의 품질을 갖는 팽창콘크리트를 경제적으로 제조하기 위해서는 콘크리트의 재료, 기계설비 및 작업 등을 관리하여야 한다.

(5) 팽창콘크리트의 품질은 원칙적으로 팽창률 및 압축강도의 시험값에 의하여 확인하여야 한다.

(6) 검사결과 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판단되는 경우는 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취함과 동시에 미리 친 콘크리트가 소기의 목적을 달성할 수 있는지 여부를 확인하여 필요에 따라 적당한 조치를 강구하여야 한다.

3.2 품질관리 및 검사

팽창콘크리트의 품질검사는 표 6-4-17과 6-4-1절 3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사에 따른다.

표 6-4-17 팽창률 및 압축강도의 품질검사

<table>
<tr><th>항목</th><th>시험 · 검사 방법</th><th>시기 · 회수</th><th colspan="2">판단기준</th></tr>
<tr><td>팽창률</td><td>KS F 2562 참고1의 A 방법</td><td>구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 정한다.
(재령7일 표준)</td><td colspan="2">· 수축보상용 콘크리트 경우
:150×10^{-6} 이상, 250×10^{-6} 이하
· 화학적 프리스트레스용 콘크리트 경우
:200×10^{-6} 이상, 700×10^{-6} 이하
· 공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레스용 콘크리트 경우
: 200×10^{-6} 이상, $1{,}000\times10^{-6}$ 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">강도</td><td rowspan="3">· 수축보상용 콘크리트인 경우
: KS F 2405의 방법
· 화학적 프리스트레스용 콘크리트인 경우
: KS F 2562 참고2의 방법</td><td rowspan="3">1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 150 ㎥마다 1회, 배합이 변경될 때마다
(재령 28일 표준)</td><td>f_{ck} ≤ 35 MPa</td><td>f_{ck} > 35 MPa</td></tr>
<tr><td>① 연속 3회 시험 값의 평균이 설계 기준압축강도 이상
② 1회 시험값이 (설계기준압축강도–3.5 MPa) 이상</td><td>① 연속 3회 시험 값의 평균이 설계 기준압축강도 이상
② 1회 시험값이 설계기준압축강도의 90 % 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">압축강도의 평균치가 소요의 물–결합재비에 대응하는 압축강도 이상일 것.</td></tr>
</table>

6-4-5 매스콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 매스콘크리트 구조물에서 시멘트의 수화열에 의한 온도 균열 및 온도 응력을 비롯하여 매스콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 매스콘크리트로 다루어야 하는 구조물의 부재치수는 구조형식, 사용재료, 시공조건에 따라 각각 달라서 일률적으로 정하기 어렵지만, 대체적인 표준으로서 넓이가 넓은 슬래브에서는 두께 0.8 m 이상, 하단이 구속된 벽에서는 두께 0.5 m 이상으로 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 관련 시방서

1.4 제출물

(1) 제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 하며 다음 사항을 추가하여야 한다.

① 사용재료의 온도관리 방법
② 콘크리트의 단열온도상승 시험 결과
② 블록분할과 이음위치도
③ 사용재료 및 콘크리트의 냉각장치 설치도
④ 수축이음의 설치위치와 간격을 표시한 전개도
⑤ 온도균열의 제어계획서
⑥ 제품 자료

(2) 계획서에는 사용하는 시멘트의 종류, 혼화재료, 골재 등을 포함한 재료 및 배합의 적절한 선정, 블록분할과 이음위치, 콘크리트 타설 시간간격의 선정, 거푸집의 재료와 구조, 콘크리트의 냉각, 양생방법의 선정, 온도철근의 배치 등 시공 전반에 걸친 검토가 포함되어야 한다.

1.5 온도균열의 제어

(1) 매스콘크리트를 시공할 때에는 구조물에 필요한 기능 및 품질을 손상시키지 않도록 온도균열을 제어하여야 하며, 이를 위하여 콘크리트의 품질 및 시공방법의 선정, 온도철근의 배치 등의 적절한 조치를 취하여야 한다.

(2) 매스콘크리트의 설계 및 시공상의 유의사항은 온도균열의 제어이기 때문에 건설되는 구조물의 용도, 필요한 기능 및 품질에 대응하도록 균열발생 방지대책을 수립하거나 균열의 폭, 간격, 발생위치에 대한 제어를 실시하여야 한다.

(3) 매스콘크리트를 시공할 때에는 시멘트, 혼화재료, 골재 등의 재료 및 배합의 적절한 선정, 블록분할과 이음위치, 콘크리트 타설의 시간간격의 선정, 거푸집 재료 및 종류와 구조, 콘크리트의 냉각 및 양생방법의 선정 등을 검토하여야 한다.

(4) 구조물을 설계할 때에 신축이음이나 수축이음을 계획하여 균열 발생을 제어할 수도 있으며, 이 때 구조물의 기능을 고려하여 위치 및 구조를 정하고 필요에 따라서 배근, 지수판, 충전재를 설계한다. 특히, 외부구속을 많이 받는 벽체 구조물의 경우에는 수축이음을 설치하여 균열발생 위치를 제어하는 것이 효과적이므로 이를 검토하여야 한다.

(5) 그 밖의 균열방지 및 제어방법으로서는 콘크리트의 선행 냉각, 관로식 냉각 등에 의한 온도저하 또는 제어방법, 팽창콘크리트의 사용에 의한 균열방지방법 또는 온도철근의 배치에 의한 방법 등이 있는데, 그 효과와 경제성을 종합적으로 판단하여야 한다.

1.6 온도균열지수에 의한 평가

(1) 매스콘크리트의 온도균열 발생에 대한 검토는 온도균열지수에 의하여 평가하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 정밀한 해석방법에 의한 온도균열지수는 임의 재령에서의 콘크리트 인장강도와 수화열에 의한 온도응력의 비로서 구한다.

$$\text{온도균열 지수 } I_{cr}(t) = \frac{f_{sp}(t)}{f_t(t)}$$

여기서, $f_t(t)$: 재령 t일에서의 수화열에 의하여 생긴 부재 내부의 온도응력 최대값 (MPa)

$f_{sp}(t)$: 재령 t일에서의 콘크리트의 쪼갬인장강도로서, 재령 및 양생온도를 고려하여 구함 (MPa)

(3) 온도균열지수의 산정에 필요한 임의 재령에서의 온도응력 해석은 유한요소법 등과 같은 정밀한 방법을 사용할 수 있다.

(4) 온도균열지수는 구조물의 중요도, 기능, 환경조건 등에 대응할 수 있도록 선정하여야 하며, 철근이 배치된 일반적인 구조물의 표준적인 온도균열지수의 값은 다음과 같다.

① 균열발생을 방지하여야 할 경우 : 1.5 이상
② 균열발생을 제한할 경우 : 1.2 이상 1.5 미만
③ 유해한 균열 발생을 제한할 경우 : 0.7 이상 1.2 미만

1.7 온도균열폭의 제어

(1) 기존의 실적으로부터 온도응력 및 온도균열 발생이 문제가 되지 않는다고 판단되는 경우나 온도응력으로부터 계산한 온도균열지수가 1.5 이상이면 별도의 온도균열제어 대책을 수립하지 않을 수 있다.

(2) 구조물의 내구성에 손상을 줄 수 있는 큰 폭의 유해한 온도균열을 철근에 의하여 제어할 경우에는, 먼저 기존에 배치된 철근으로 균열폭이 제어되는지 검토하고 철근량이 부족할 경우 추가의 온도철근을 배치하여야 한다.

1.8 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 매스콘크리트의 재료 및 배합을 결정할 때에는 설계기준강도와 소정의 워커빌리티를 만족하는 범위 내에서 콘크리트의 온도상승이 최소가 되도록 하여야 한다.

(3) 콘크리트의 발열량은 대체적으로 단위결합재량에 비례하므로 소요의 품질을 만족시키는 범위 내에서 단위결합재량이 적어지는 배합을 선정하여야 한다.

(4) 매스콘크리트에서는 중용열포틀랜드시멘트, 고로시멘트, 플라이애시시멘트 등의 저발열시멘트를 사용하여야 한다. 이들 저발열시멘트는 장기재령의 강도 증진이 크므로 장기재령(예 91일)에서의 강도를 설계기준강도로 할 수 있다.

(5) 포틀랜드시멘트에 고로슬래그 분말, 플라이애시 등을 혼합한 저발열시멘

트의 경우에는 소정의 실험을 하여 그 특성을 확인하여야 하며, 고로시멘트는 칠 때에 콘크리트 온도가 높을 경우 발열상태가 변동할 경우도 있으므로 발열성상을 확인하여야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

매스콘크리트의 시공은 콘크리트 구조물이 소요의 품질과 기능을 만족할 수 있도록 사전에 시멘트의 수화열에 의한 온도응력 및 온도균열에 대한 필요한 검토를 한 후에 시공계획을 수립하여 이것에 따라 실시하여야 한다.

3.2 수축이음

(1) 벽체구조물의 경우 온도균열을 제어하기 위해서는 구조물의 길이방향에 일정 간격으로 수축이음을 두어 그 부분에 균열이 집중되도록 하고, 나머지 부분에서는 균열이 발생하지 않도록 하여 균열이 발생한 위치에 대한 사후 조치를 쉽게 할 수 있다. 계획된 위치에서 균열발생을 확실히 유도하기 위해서 수축이음의 단면감소율을 35 % 이상으로 하여야 한다.

(2) 수축이음의 위치는 구조물의 내력에 영향을 미치지 않는 곳에 설치하며, 필요한 간격은 구조물의 치수 · 철근량 · 타설온도 · 타설방법 등에 의하여 큰 영향을 받으므로 이들을 고려하여 정하여야 한다. 균열 유발부는 누수 및 철근의 부식 등이 일어날 가능성이 높으므로 시공 전에 이에 대한 대책을 세울 필요가 있으며, 설치 후에도 적당한 보수를 하여야 한다.

3.3 블록분할 및 이음

(1) 매스콘크리트의 타설 구획의 크기와 이음의 위치 및 구조는 온도균열 제어를 하기 위한 방열조건, 구속조건과 공사용 배치플랜트의 능력이나 1회 콘크리트 타설 가능량 등 시공할 때의 여러 조건을 종합적으로 판단하여 결정하여야 한다.

(2) 시공이음에 있어 수평이음은 먼저 타설된 콘크리트 표면의 레이턴스를 제거한 후 시공하며, 연직이음은 구조물의 기능을 손상하지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

3.4 콘크리트 타설 시간간격

(1) 매스콘크리트 타설 시간간격은 균열제어의 관점으로부터 구조물의 형상과 구속조건에 따라서 적절히 정하여야 한다.

(2) 온도변화에 의한 응력은 신·구 콘크리트의 유효탄성계수 및 온도 차이가 클수록 커지므로 신·구 콘크리트의 타설시간 간격을 지나치게 길게 하는 일은 피하여야 한다.

(3) 매스콘크리트를 몇 개의 블록으로 나누어 타설할 경우, 타설시간 간격을 너무 짧게 하면 앞서 타설한 콘크리트 블록이 새로 타설한 콘크리트 블록의 온도에 영향을 주고, 결국 콘크리트 전체의 온도가 높아져서 균열 발생 가능성이 커질 우려가 있으므로 이를 고려하여 타설 계획을 수립하여야 한다.

3.5 거푸집

(1) 매스콘크리트의 거푸집은 온도균열을 제어하기 위한 콘크리트의 온도관리를 고려하여 그 재료 및 구조를 선정하여야 한다.

(2) 온도상승을 작게 하는 데는 방열성이 높은 거푸집이 좋으나, 타설이 끝난 뒤에 큰 폭으로 기온의 저하가 예상될 경우 또는 겨울철에 콘크리트 내부와 표면부의 온도차가 커지는 경우에는 보온성이 좋은 거푸집을 사용하여야 한다.

(3) 보온성이 양호한 거푸집을 쓸 경우에는 보통 거푸집의 존치기간보다 길게 하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 거푸집을 떼어낸 후 콘크리트 표면의 급랭을 방지하기 위하여 양생포 등으로 콘크리트 표면을 소정의 기간 동안 보온하여 주어야 한다.

3.6 콘크리트의 타설온도

(1) 매스콘크리트의 타설온도는 온도균열을 제어하기 위한 관점에서 가능한 낮게 하여야 한다.

(2) 매스콘크리트 타설온도를 낮추는 방법으로 물, 골재 등의 재료를 미리 냉각시키는 선행 냉각 방법이 있으며, 여기에는 냉수나 얼음을 따로 혹은 조합해서 사용하는 방법, 냉각한 골재를 사용하는 방법, 액체질소를 사용하는 방법 등이 있다.

3.7 양생할 때의 온도제어

(1) 매스콘크리트의 양생은 콘크리트의 온도변화를 제어할 수 있는 방법으로 실시하여야 하며, 콘크리트의 표면 온도가 가능한 천천히 외기의 온도와 같아지게 하기 위하여 필요에 따라 콘크리트 표면의 보온 및 보호조치 등을 강구하여야 한다.

(2) 매스콘크리트 타설 후의 콘크리트 온도제어 대책으로 관로식 냉각도 효과적이지만 소정의 효과를 거둘 수 있도록 파이프의 재질, 지름, 간격, 길이, 냉각수의 온도, 순환 속도 및 통수기간 등을 검토한 후 적용하여야 한다.

(3) 파이프 쿨링 방법 적용시 다음 사항을 유의하여야 한다.

① 냉각관을 앵커 철선 등에 의하여 콘크리트 윗면에 고정하여 설치하고, 타설 · 다짐작업 중에 헐거워지지 않도록 주의하여야한다.

② 타설 전후에는 통수검사를 실시하여야 한다. 통수작업의 관리 및 냉각효과의 확인을 위하여 파이프 입구 및 출구의 수온과 통수량을 측정한다.

③ 균일한 냉각 효과를 거두기 위하여서 냉각관의 수직 간격과 수평 간격을 가급적 동일하게 한다.

④ 냉각관의 수직 간격은 시공성을 고려하여 콘크리트의 타설 두께에 따라 변화시킨다. Pumping Plant의 크기는 냉각관, Loop 수와 타설계획에 의하여 결정한다.

⑤ 냉각에 사용되는 물은 정제된 깨끗한 것을 사용하여야 하고, 침전량을 줄이고 곡선부에서 막힘을 방지하기 위하여 하루에 한 번씩 흐름방향을 바꾸어야 한다. 물이 공급되고, 되돌아오는 위치의 파이프는 목표로 하는 수온을 얻기 위하여 단열을 실시하여야 한다.

3.8 운반, 타설 및 양생

(1) 매스콘크리트를 시공할 때에는 사전에 검토한 온도균열 제어대책의 효과가 얻어지고, 대량의 콘크리트를 연속적으로 시공하기 위한 모든 조건이 만족될 수 있도록 운반 · 타설 · 양생 등에 대하여 적절한 조치를 취하여야 한다.

(2) 넓은 면적에 걸쳐 콘크리트를 칠 경우에는 콜드조인트가 생기지 않도록 시공구간의 면적, 콘크리트의 공급능력, 이어치기의 허용시간 등을 고려하여 시공순서를 정하여야 한다. 특히, 기온이 높을 경우에는 콜드조인트가 생기기 쉬우므로 응결지연제의 사용, 타설블록 크기의 감소 등의 대책을 고려하여야 한다.

(3) 매스콘크리트에서는 콘크리트를 친 후에 침하균열이 발생하는 경우도 있으므로, 경화가 진행되지 않은 시점에서 침하균열이 발생하였다면 즉시 재진동 다짐 등을 실시하여야 한다.

3.9 현장품질관리

3.9.1 온도관리

(1) 매스콘크리트의 시공관리에서는 일반콘크리트에서의 품질관리 외에 온도제어를 목적으로 콘크리트를 친 직후부터 외기온도와 거의 같게 될 때까지 온도관리를 실시하여야 한다.

(2) 측정 결과 콘크리트를 친 후의 콘크리트 각 부분의 온도상태가 예측한 것보다 크게 다를 때에는 계속 시공하여야 하는 콘크리트에 대하여 양생방법, 타설 시간간격 등의 대책을 재검토하여 예측한 상태로 되돌리기 위한 검토서를 제출하여야 한다.

3.9.2 검사

콘크리트 구조물을 완성한 후, 구조물의 균열검사를 하여 해로운 균열이 발견된 경우에는 이에 대한 조치를 하여야 한다.

6-4-6 수중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 일반 수중콘크리트, 수중불분리성콘크리트, 현장타설 콘크리트말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 수중콘크리트를 사용하는 구조물에는 해양 등 수면 하의 비교적 넓은 면적에 콘크리트를 쳐서 만드는 구조물과 현장타설 말뚝 또는 지하연속벽과 같이 비교적 좁은 곳에 사용되는 콘크리트구조물 등이 있다.

(3) 수중콘크리트에 프리플레이스트콘크리트를 쓸 경우에는 콘크리트 표준시방서 제19장에 따라야 한다.

1.2 관련 시방절

1-4-1 시공계획서
6-4-1 일반 콘크리트
6-5 철근공사

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 관련 시방서

콘크리트표준시방서 제19장 프리플레이스트콘크리트
한국콘크리트학회 규준 KCI- AD102 (콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규격)
한국콘크리트학회 KCI-CT103(수중불분리성 콘크리트의 슬럼프플로우)

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2594 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험 방법

1.4 제출물

(1) 현장 동원 및 철수 계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 검사 및 시험계획서
계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 1-4-1절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

(3) 시공상세도면
시공상세도면은 시공순서도, 환경오염방지 가시설물도(오탁방지막 등)를 추가하여 작성하여야 한다.

(4) 제품자료
제품자료는 혼화재료의 성분·특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용 지침서, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

(5) 안정액 처리
현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용한 안정액을 잘못 처리할 때에는 현장 주변의 하수관 등을 막히게 하든지 주변의 도로를 더럽힐 수 있으므로 안정액의 처리계획을 사전에 제출하여야 한다. 처리계획에는 공사에 관계된 배수기준, 환경기준과 침전탱크, 진공차 등의 처리시설이 포함되어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 콘크리트는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

(2) 철근은 6-5절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.2 혼화재료

(1) 수중불분리성 혼화제의 품질은 한국콘크리트학회 KCI-AD102 (콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규격)에 적합한 것이어야 한다.

(2) 수중불분리성 콘크리트에 사용되는 감수제, AE감수제, 고성능감수제 또는 이 이외의 혼화제는 품질이 확인된 것으로서, 수중불분리성 혼화제와 병용하여 나쁜 영향을 미치지 않는 것이어야 한다.

2.3 장비

장비는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.4 배합

2.4.1 배합강도

(1) 수중콘크리트의 배합은 설정된 소정의 강도, 수중분리저항성, 유동성 및 내구성 등의 성능을 만족하도록 시험에 의하여 정하여야 한다.

(2) 일반적인 수중콘크리트는 수중시공을 할 때의 강도가 표준공시체 강도의 0.6배 ~ 0.8배가 되도록 배합강도를 설정하여야 한다.

(3) 수중불분리성 콘크리트는 한국콘크리트학회 KCI-CT103(수중불분리성 콘크리트의 슬럼프 플로우)에 따라서 제작한 수중제작공시체의 재령 28일 압축강도를 배합강도로 설정한다.

(4) 현장타설 콘크리트 말뚝 및 지하연속벽 콘크리트는 수중시공을 할 때의 강도가 대기 중 시공할 때 강도의 0.8배, 안정액 중 시공할 때의 강도가 대기 중 시공할 때 강도의 0.7배로 하여 배합강도를 설정한다.

2.4.2 일반적인 수중콘크리트

(1) 슬럼프는 표 6-4-18을 표준으로 한다.

표 6-4-18 수중콘크리트의 슬럼프 표준

시공방법	일반 수중콘크리트	현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트
트레미	130 mm ~ 180 mm	180 mm ~ 210 mm
콘크리트 펌프	130 mm ~ 180 mm	-
밑열림상자, 밑열림포대	100 mm ~ 150 mm	-

(2) 물-결합재비는 50 % 이하를 표준으로 한다.

(3) 단위결합재량은 370 kg/m³ 이상을 표준으로 한다.

2.4.3 수중불분리성 콘크리트

(1) 수중불분리성 콘크리트의 배합은 콘크리트가 소정의 수중 불분리성, 강도, 유동성 및 내구성을 가지도록 배합설계에 의하여 정하여야 한다.

(2) 수중불분리성 콘크리트의 유동성은 그 시공조건에 따라 표 6-4-19에 나타낸 슬럼프 플로로 설정한다. 슬럼프 플로 시험은 KS F 2594의 규격에 따른다.

표 6-4-19 수중불분리성콘크리트의 슬럼프 플로

시 공 조 건	슬럼프 플로의 범위(mm)
급경사면의 장석(1 : 1.5~1 : 2)의 고결, 비탈면의 엷은 슬래브(1: 8 정도까지)의 시공 등에서 유동성을 작게 하고 싶은 경우	350 ~ 400
단순한 형상의 부분에 타설하는 경우	400 ~ 500
일반적인 경우, 표준적인 철근콘크리트 구조물에 타설하는 경우	450 ~ 550
복잡한 형상의 부분에 타설하는 경우 특별히 양호한 유동성이 요구되는 경우	550 ~ 600

(3) 수중불분리성콘크리트의 배합강도는 설계기준강도 및 콘크리트의 품질변동을 고려하여 정하여야 한다.
(4) 굵은골재의 최대치수는 40 mm 이하를 표준으로 하고 부재최소치수의 1/5 및 철근의 최소 순간격의 1/2을 넘어서는 안 된다.
(5) 공기량은 4 % 이하를 표준으로 한다.

2.4.4 현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트
(1) 굵은골재의 최대치수는 철근 순간격의 1/2 이하 또는 25 mm 이하를 표준으로 한다.
(2) 슬럼프값은 180 mm ~ 210 mm를 표준으로 한다.
(3) 물-결합재비는 55 % 이하를 표준으로 한다.
(4) 단위결합재량은 350 kg/m³ 이상으로 한다.

2.5 비비기

(1) 수중불분리성 콘크리트의 비비기는 제조설비가 갖추어진 플랜트에서 물을 투입하기 전에 건식으로 20초 ~ 30초를 비빈 후 전 재료를 투입하여 비비기를 하여야 한다.
(2) 믹서는 강제식을 사용하여야 한다.
(3) 수중불분리성 콘크리트는 일반 콘크리트에 비하여 믹서에 걸리는 부하가 크기 때문에 소요 품질의 콘크리트를 얻기 위하여 1회 비비기 양은 믹서의 공칭용량의 80 % 이하이어야 한다.
(4) 비비기 시간은 시험에 의하여 콘크리트 소요의 품질을 확인하여 정하여야 하며, 강제식 믹서의 경우 비비기 시간은 90초 ~ 180초를 표준으로 한다.

2.6 품질관리

2.6.1 일반 수중 콘크리트의 품질관리
(1) 배합강도는 KS F 2405에 따라서 제작한 수중 제작 공시체의 재령 28일에 있어서의 압축강도를 기준으로 설정한다.
(2) 유동성은 KS F 2402를 따른다.

2.6.2 수중불분리성 콘크리트의 품질관리
(1) 배합강도는 KCI-CT103에 따라서 제작한 수중 제작 공시체의 재령 28일에 있어서의 압축강도를 기준으로 설정한다.
(2) 수중불분리성은 KCI-AD102를 따른다.
(3) 유동성은 슬럼프 플로우로 표시한다. 슬럼프 플로우 시험은 KCI-CT103을 따른다.

3. 시 공

3.1 일반

(1) 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

(2) 수중콘크리트는 그 성질을 고려하여 재료, 배합, 타설 및 시공기계 등에 특히 주의하여 재료분리가 될 수 있는 대로 적게 되도록 시공하여야 한다.

3.2 일반 수중콘크리트의 타설

3.2.1 콘크리트 타설의 원칙

(1) 콘크리트는 정수 중에서 타설하여야 한다.

(2) 콘크리트를 수중에 낙하시켜서는 안 된다.

(3) 콘크리트 면은 가능한 한 수평하게 유지하면서 소정의 높이 또는 수면상에 이를 때까지 연속해서 타설하여야 한다.

(4) 레이턴스의 발생을 되도록 적게 하기 위하여 치는 중에 가능한 콘크리트가 흐트러지지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 콘크리트가 경화될 때까지 물의 유동을 막아야 한다.

(6) 한 구획의 콘크리트 타설을 완료한 후 레이턴스를 완전히 제거하지 않고 연속하여 쳐서는 안 된다.

(7) 콘크리트는 트레미나 콘크리트 펌프를 사용해서 치는 것을 원칙으로 한다. 그러나, 감독자가 승인한 경우에는 밑열림 상자나 밑열림 포대를 사용할 수 있다.

3.2.2 트레미에 의한 타설

(1) 트레미는 수밀성을 가지며 콘크리트가 자유롭게 낙하될 수 있도록 적합한 크기를 가져야 하며, 수심에 따른 안지름은 다음과 같다. 또한 트레미의 안지름은 굵은골재 최대치수의 8배 이상이 필요하다.

① 수심 3 m 이내에서 250 mm

② 수심 3 m ~ 5 m에서는 300 mm

③ 수심 5 m 이상에서는 300 mm ~ 500 mm

(2) 트레미 1개로 칠 수 있는 면적은 30 ㎡ 이하로 하여야 한다.

(3) 트레미는 콘크리트를 치는 동안 그 하반부가 항상 콘크리트로 채워져 있어야 하며, 트레미 하단을 친 콘크리트면 보다 300 mm ~ 400 mm 아래로 유지하여야 한다.

(4) 트레미는 콘크리트를 치는 동안 수평이동 시켜서는 안 된다.

(5) 트레미의 취급은 각 단계에서의 상태를 미리 상세히 검토하여 치는 동안

의 콘크리트에 대하여 좋지 않은 상태가 일어나지 않도록 예방조치를 강구하여야 하다.

(6) 특수한 트레미를 사용할 경우에는 그 적합성을 확인하고, 사용방법을 검토하여야 한다.

3.2.3 콘크리트 펌프에 의한 타설

(1) 콘크리트 펌프의 배관은 수밀하여야 한다.

(2) 콘크리트의 치는 방법은 트레미에 준하여야 하며, 펌프의 안지름은 굵은 골재 최대치수의 3배 ~ 4 배에 해당하는 100 mm ~ 150 mm 를 사용하고, 수송관 1 개로 쳐지는 면적은 5 ㎡ 이하로 하여야 한다.

3.2.4 밑열림 상자 및 밑열림 포대에 의한 타설

(1) 밑열림 상자 및 밑열림 포대는 그 바닥이 콘크리트를 치는 면 위에 도달해서 콘크리트를 쏟아 부을 때 쉽게 열릴 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 콘크리트를 치는데 있어서는 밑열림 상자 및 밑열림 포대를 조용히 수중에 내려 콘크리트를 쏟은 후, 콘크리트 면으로부터 상당한 거리가 떨어질 때까지 천천히 끌어 올려야 한다.

3.3 수중불분리성 콘크리트의 타설

(1) 타설은 정수 중에서 수중낙하높이 0.5 m 이하로 하는 것을 표준으로 한다. 여기서 정수 중이란 0.05 m/s 정도 이하를 의미한다.

(2) 타설은 콘크리트 펌프 또는 트레미를 사용하는 것을 원칙으로 하고 수중불분리성 콘크리트의 품질을 저하시키지 않도록 하여야 한다.

(3) 콘크리트는 타설 후 경화할 때까지 유수, 파도 등에 씻겨져서 표면이 세굴되지 않도록 보호하여야 한다.

3.4 현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트

3.4.1 철근망태 설치

(1) 철근망태는 보관, 운반, 설치할 때 유해한 변형이 생기지 않도록 견고하게 제작하여야 한다.

(2) 철근의 피복두께는 100 mm 이상으로 하여야 한다.

(3) 간격재는 명시된 도면에서와 같은 피복두께가 확보되도록 적정한 형상, 배치가 되도록 한다.

(4) 철근망태를 설치할 때 굴착 종료 후 될 수 있는 대로 빠른 시기에 실시하고 그 위치와 연직도를 정확히 유지하여 공벽에 접촉되지 않도록 하여야 한다.

3.4.2 타설

(1) 콘크리트의 타설에 앞서 진흙을 확실히 제거하여야 한다.

(2) 콘크리트는 트레미를 써서 연속하여 치는 것을 원칙으로 하며, 콘크리트를 치는 중에 콘크리트 속으로 트레미의 삽입깊이는 2 m 이상 이어야 한다.

(3) 콘크리트는 명시된 도면보다 500 mm 이상의 높이로 치고, 경화한 후 이것을 제거하여야 한다.

(4) 사용한 안정액은 환경오염을 유발하지 않도록 처리되어야 한다.

(5) 콘크리트의 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 먼저 타설하는 부분의 경우 4 m/h ~ 9 m/h, 나중에 타설하는 부분의 경우 8 m/h ~ 10 m/h로 실시하여야 한다.

3.5 현장품질관리 및 검사

(1) 일반 수중 콘크리트의 품질검사는 표 6-4-20에 따른다.

표 6-4-20 일반 수중콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 회수	판단기준
배 합	압축강도	KS F 2405의 방법	· 받아들이기 시점 · 1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20 ㎡ ~ 150 ㎥ 마다 1회	수중시공할 때의 할증을 고려한 설계기준강도를 바탕으로 6-4-1절 2.3 배합에 준함.
수중분리 저항성	물-결합재비	배합시험에 의함.	〃	규정치 이하, 규정치가 없는 경우는 50 % 이하
	단위결합재량	배합시험에 의함.	〃	규정치 이상 규정치가 없는 경우는 370 kg/㎥ 이하
유동성	슬럼프	KS F 2402의 방법	〃	시공계획서의 값, 트레미, 콘크리트 펌프의 경우 130 mm ~ 180 mm

(2) 수중불분리성 콘크리트의 품질관리는 표 6-4-21에 따른다.

표 6-4-21 수중불분리성콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 회수	판단기준
배 합	수중제작 공시체 압축강도	KCI-CT102 및 KCI-AD102의 방법	· 받아들이기 시점 · 1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 ㎥ 마다 1회	6-4-1절 2.3 배합에 준함.
	굵은골재의 최재치수	배합시험에 의함.	〃	· 40 mm 이하 · 부재최소치수의 1/5 및 철근의 최소 순간격의 1/2를 초과하지 않을 것
수중 분리 저항성	수중분리도	KCI-AD102의 방법	〃	규정치 이상 규정치가 없는 경우는 현탁물질량은 50 mg/ℓ 이하, pH는 12.0 이하
	수중기중 강도비	KCI-AD102의 방법	〃	일반적인 경우 0.7 이상, 철근콘크리트의 경우는 0.8 이상
유동성	슬럼프 플로	KCI-CT103의 방법	〃	규정치 ±30 mm

(3) 현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중 콘크리트의 검사는 표 6-4-22에 따른다.

표 6-4-22 현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 회수	판단기준
배 합	압축강도	KS F 2405의 방법	· 받아들이기 시점 · 1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 ㎥ 마다 1회	수중시공할 때의 할증을 고려한 설계기준강도를 바탕으로 6-4-1절 2.3 배합에 준함.
	굵은골재의 최재치수	배합시험에 의함.	〃	· 25 mm 이하 · 철근의 최소순간격의 1/2를 초과하지 않을 것
수중 분리 저항성	물-결합재비	배합시험에 의함.	〃	규정치 이하, 규정치가 없는 경우는 55 % 이하
	단위결합재량	배합시험에 의함.	〃	규정치 이상, 규정치가 없는 경우는 350 kg/㎥ 이상
유동성	슬럼프	KS F 2402 또는 KCI-CT103의 방법	〃	시공계획서의 값, 지시가 없는 경우의 슬럼프는 180 mm ~ 210 mm, 슬럼프 플로의 규정치 ±30 mm

6-4-7 해양콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 해양콘크리트 구조물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 해양콘크리트 구조물은 해면 아래에 있게 되어 해수의 작용을 받는 구조물뿐만 아니라, 육상이나 해면상에 건설되어 파랑이나 해수 물보라, 조풍의 작용을 받는 구조물에 사용되는 콘크리트를 말한다.

(3) 해양콘크리트 구조물의 시공을 수중콘크리트로 시공할 경우에는 이 절의 규정하는 것 외에 6-4-6절에 따라야 한다.

1.2 관련 시방절

1-4 품질관리

6-4-1 일반 콘크리트

6-4-6 수중 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 관련 시방서

1.4 제출물

1.4.1 현장 동원 및 철수 계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4.2 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 제1장 1-4 품질관리의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

시공상세도면은 다음 사항을 추가하여 작성하여야 한다.

(1) 환경오염방지 가시설물도(오탁방지막 등)

(2) 프리캐스트 부재 설치 순서도

(3) 프리캐스트 부재 설치방법

1.4.4 제품자료

제품자료는 혼화재료의 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용 지침서, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.5 환경조사

해양콘크리트구조물 시공 전에 조풍, 파랑, 조류 등의 환경조건과 선박의 항행이나 주변의 어장에 미치는 영향, 야간이나 악천후 때에 항행선박으로부터 받는 장해 등을 미리 검토한 대책보고서를 작성하여야 한다.

1.4.6 프리캐스트 부재 운반(또는 예항) 계획서

프리캐스트 부재를 시공할 때에는 부재를 설치 장소까지 안전하게 운반 또는 예항할 수 있도록 운반(또는 예항) 계획서를 작성하여야 한다. 계획서에는 기상조건, 해상조건, 해상교통의 상황과 긴급한 상황에서의 대피방법, 대피장소가 포함되어야 한다.

1.5 환경요구 사항

1.5.1 해양에서 현장타설 콘크리트 시공을 할 때에는 환경오염을 방지하기 위해서 해수의 오탁이 일어나지 않는 공법을 제시하여야 한다.

1.5.2 오탁수가 시공할 때 발생된다면 오탁수 처리방법을 제시하여야 하며, 처리된 물의 버릴 장소 및 버릴 방법이 포함되어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 재료는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

(2) 시멘트는 해수의 작용에 대하여 내구적이어야 하므로 고로슬래그시멘트, 플라이애시시멘트 등 혼합시멘트계 및 중용열포틀랜드시멘트 등을 사용할 수 있다. 이들 혼합계시멘트는 내해수성 이외에도 장기재령의 강도가 크고, 수화열이 적은 이점이 있어 해양콘크리트에 적합하지만 초기강도가 작은 결점이 있어 초기 습윤양생에 주의하여야 한다.

(3) 해양콘크리트에는 시멘트콘크리트 이외 시멘트와 폴리머를 사용한 폴리머시멘트콘크리트와 결합재를 폴리머만 사용한 수지콘크리트 또는 시멘트콘크리트의 공극 속에 합성수지를 함침 시킨 폴리머 함침 콘크리트 등이 사용된다.

(4) 혼화재료 중 고로슬래그 미분말이나 플라이애시를 적당량 시멘트와 치환함으로써 수밀하고 해수의 화학작용에 대한 내구성이 큰 콘크리트를 만들 수 있으나, 이들 혼화재의 사용효과는 혼화재의 종류, 분말도 및 혼합률

에 따라 크게 상이하므로 사용할 때에는 실험 등을 거쳐 품질을 확인한 후 사용방법을 정하여야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 물-결합재비

(1) 해양콘크리트구조물에서는 내구성으로부터 정하는 물-결합재비의 최대값은 표 6-4-23 의 값을 표준으로 한다.

표 6-4-23 내구성으로 정하여진 공기연행 콘크리트의 최대 물-결합재비(%)

시공조건 / 환경구분	일반 현장시공의 경우	공장제품 또는 재료의 선정 및 시공에서 공장제품과 동등 이상의 품질이 보증될 때
해 중	50	50
해상 대기중[1)]	45	50
물보라 지역[2)]	40	45

주 1) 해상 대기 중이란 물보라의 위쪽에서 항상 조풍을 받으며 파도의 물보라를 가끔 받는 열악한 환경을 말함.

2) 물보라 지역은 평균 간조 면에서 파고의 범위에 있으므로 조석의 간만, 파랑의 물보라에 의한 건습의 반복작용을 받는 내구성 면에서 가장 열악한 환경이기 때문에 콘크리트 속의 강재부식, 동해, 화학적 침식 등의 손상을 받을 가능성이 큼.

(2) 공기연행 콘크리트로 타설한 무근콘크리트를 내구성으로부터 정한 최대 물-결합재비는 표 6-4-23의 값에 10 % 정도 더한 값으로 할 수 있다.

(3) 해수 또는 조수간만의 영향을 받으며 콘크리트를 타설하여야 하는 시공조건이 나쁜 경우는 일반적으로 현장시공의 경우 최대 물-결합재비의 값을 표의 값에 5 % 정도 작게 하여야 한다.

2.3.2 단위결합재량

(1) 구조물의 규모, 중요성, 환경조건 등을 고려하여 내구성을 확보할 수 있도록 표 6-4-24의 값 이상으로 하여야 한다.

표 6-4-24 내구성으로 정하여지는 최소 단위결합재량 (kg/㎥)

굵은골재의 최대치수 / 환경구분	20(mm)	25(mm)	40(mm)
물보라 지역 및 해상 대기 중	340	330	300
해중	310	300	280

(2) 단위결합재량이 너무 많으면 얇은 단면과 두꺼운 단면에 있어서 각각 건조수축과 수화열에 의한 온도응력으로 인하여 콘크리트의 균열 발생 가능성이 커지므로 주의하여야 한다.

2.3.4 공기량

공기연행 콘크리트의 공기량은 표 6-4-25의 값을 표준으로 하여야 한다.

표 6-4-25 콘크리트의 공기량의 표준값(%)

환 경 조 건		굵은골재의 최대치수(mm)		
		20	25	40
동결융해 작용을 받을 염려가 있는 경우	물보라	6	6	5.5
	해상 대기중	5	4.5	4.5
동결융해를 받을 염려가 없는 경우[1]		4	4	4

주 1) 동결 융해작용을 받을 염려가 없는 지역은 항상 해중에 있는 구조물로서 기온이 0 ℃ 이하 되는 일이 거의 없는 경우를 말함.

3. 시 공

3.1 시공준비

해양콘크리트구조물 시공 전에 환경조건, 항해선박으로부터 받는 장해 등을 미리 검토하여 대책을 세워야 한다.

3.2 시공기준

(1) 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 해양콘크리트구조물을 시공할 때에는 해역 오염, 생태계에 악영향 등을 미치지 않도록 환경보전에 주의하여야 한다.

(3) 시공이음은 될 수 있는 대로 피하여야 하며, 특히 최고조위로부터 600 mm, 최저조위로부터 아래로 600 mm 사이의 감조부분에는 시공이음이 생기지 않도록 세부 공정계획에 포함되어야 한다.

(4) 시공이음을 피할 수 없는 경우에는 이음은 6-4-1절에 따라야 하며, 내구성에 결점이 되지 않도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.

(5) 콘크리트는 재령이 5일이 되기까지는 해수에 씻기지 않도록 보호하여야 한다.

(6) 강재와 거푸집판과의 간격은 소정의 피복두께를 확보하도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

(7) 마모, 충격 등의 작용을 받는 부분은 적당한 재료로 콘크리트 표면을 보호하거나 철근의 피복두께 또는 단면을 증가시켜야 한다.

(8) 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치

① 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 있어서는 소요의 정밀도를 얻을 수 있도록 시공방법, 설치방법 등은 세부 공정계획서 및 시공도에 따라야 한다.

② 프리캐스트 콘크리트 부재의 연결방법 또는 다른 재료 부재와의 연결방법에 대해서는 소요의 내수성 및 내염성을 가진 접합방법을 사용하고, 소요의 내하력 및 내구성을 갖도록 하여야 한다.

3.3 품질관리 및 검사

3.3.1 품질관리 및 검사는 6-4-6절 3.5 품질관리 및 검사에 따른다.

6-4-8 유동화콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 유동화콘크리트를 사용하는 콘크리트 구조물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법

KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험방법 (질량방법)

KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험 방법

KS F 2449 굳지 않은 콘크리트의 용적에 의한 공기량 시험방법

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.3 관련 시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제7장 유동화콘크리트

(2) 한국콘크리트학회 KCI-AD101 콘크리트 유동화제 품질규준

(3) 대한토목학회 규준 유동화 콘크리트 시공지침 및 동 해설

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 유동화제는 유동화 콘크리트의 품질기준에 대한 영향을 고려하여 선정하여야 한다.

(3) 혼화제는 KS F 2560에 적합하고, 또한 유동화제와 병용할 경우에 유동화콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

(1) 베이스 콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 적당한 워커빌리티를 가지며, 품질의 변동이 적어지도록 콘크리트의 배합 및 유동화제의 첨가량을 정하여야 한다.

(2) 베이스 콘크리트는 공기연행 콘크리트로 하며, 그 배합 및 유동화제의 첨가량은 유동화후의 콘크리트가 워커빌리티, 강도, 내구성 및 수밀성 이외에도 강재를 보호하는 성능을 갖도록 실시하여야 한다.

(3) 슬럼프

① 유동화콘크리트의 슬럼프는 작업에 적절한 범위로서, 210 mm 이하로 할 수 있다. 그러나 재료분리, 기타 콘크리트에 나쁜 영향이 없는 것을 나타내는 신뢰할 수 있는 자료, 실적 또는 실험자료가 있으면 그 값을 초과하는 것도 가능하다.

② 슬럼프의 증가량은 100 mm 이하로 하며, 50 mm ~ 80 mm를 표준으로 한다. 그러나 (1)과 같이 신뢰할 수 있는 자료, 실적 또는 실험자료 등이 있으면 감독자의 승인을 얻어 슬럼프 증가량을 100 mm 이상으로 할 수 있다.

③ 베이스콘크리트의 슬럼프는 콘크리트의 유동화에 지장이 없는 범위이어야 한다.

(4) 배합 표시방법

① 배합의 표시방법은 일반적으로 표 6-4-26에 의하는 것으로 한다.

표 6-4-26 배합의 표시방법

굵은 골재의 최대치수 (mm)	슬럼프[1] (mm)		공기량[1] (%)		물-결합재비 W/B (%)	잔골재율 s/a (%)	단위량 (kg/m³)						
											혼화재료		
	베이스 콘크리트	유동화 콘크리트	베이스 콘크리트	유동화 콘크리트			W	C	S	G	혼화재	혼화제[2]	유동화제[2]

주 1) 슬럼프 및 공기량은 유동화 전후의 것으로 한다.
2) 혼화제 및 유동화제의 사용량은 mℓ/m³ 또는 g/m³으로 나타내고 희석시키지 않거나, 녹이지 않은 것을 표시하는 것으로 한다. 또한 유동화제의 용적은 콘크리트를 비비는 용적계산에서 무시하는 것으로 한다.

② 시방배합은 잔골재가 5 mm 체를 전부 통과하고 굵은골재는 5 mm 체에 전부 남는 것으로 하며, 모두 표면건조포화상태에 있는 것으로 한다.

③ 시방배합을 현장배합으로 고치는 경우에는 골재의 함수상태, 5 mm 체에 남는 잔골재의 양, 5 mm 체를 통과하는 굵은골재 및 혼화제의 희석수량 등을 고려하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

(1) 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 콘크리트의 유동화는 다음 중 한 가지 방법에 의한다.

① 콘크리트 플랜트에서 운반한 콘크리트에 공사현장에서 유동화제를 첨가하여 균일하게 될 때까지 혼합하여 유동화한다.

② 콘크리트 플랜트에서 트럭애지테이터에 유동화제를 첨가하여 저속으로 휘저으면서 운반하고, 공사현장 도착 후에 고속으로 휘저어 유동화 한다.

(3) 유동화된 콘크리트를 다시 유동화 할 수 없다.

2.5 자재품질관리

자재품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 작업준비

(1) 유동화콘크리트를 시공할 때에는 유동화 후 소요의 품질이 얻어지도록 사전에 베이스콘크리트(base concrete)의 재료, 배합, 유동화 방법, 품질관리 등에 대하여 검토하여야 한다.

(2) 계약상대자는 유동화콘크리트를 사용 전에 유동화 시기, 첨가량, 휘젖기 시간, 유동화 장소, 소음대책, 관리방법 등에 대하여 검토하여야 한다.

3.2 시공기준

유동화콘크리트의 시공기준은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.3 현장품질관리 및 검사

(1) 유동화콘크리트 시험 및 검사는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 베이스콘크리트 및 유동화콘크리트의 슬럼프 및 공기량 시험은 50 ㎥ 마다 1회씩 실시하여야 한다.

(3) 유동화콘크리트의 시공에서 특히 필요한 품질검사는 표 6-4-27에 따른다.

표 6-4-27 유동화 콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험 · 검사 방법	시기 · 회수	판단기준
유동화제	밀도 고형분, IR	시험성적표에 의한 균일성 확인 (승인할 때/반입할 때)	승인 및 반입 또는 생산로트 별	최초 제출한 제조사 시험성적서의 관리기준 및 KCI-AD101에 적합할 것
	KCI-AD101의 품질항목	KCI-AD101의 방법	승인 또는 반입 후 6개월 경과되었을 때	
베이스 콘크리트	슬럼프	KS F 2402의 방법	50 ㎥ 마다 1회의 빈도를 표준으로 한다. 타설 애초는 빈도를 높인다.	계획한 범위 내에 있을 것. 2.3 배합에 적합할 것
	공기량	KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		정하여진 조건에 적합할 것
유동화 콘크리트	슬럼프	KS F 2402의 방법		계획한 범위 내에 있을 것. 2.3 배합에 적합할 것
	공기량	KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		정하여진 조건에 적합할 것

6-4-9 섬유보강콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 섬유보강콘크리트 공사의 일반적 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2564 콘크리트용 강섬유

KS F 2566 강섬유보강 콘크리트의 휨인성 시험방법

1.3.3 관련 시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제10장 섬유보강콘크리트

(2) 한국콘크리트 학회 KCI SF 102 강섬유보강 콘크리트의 강섬유 혼입률 시험방법

(3) 한국콘크리트 학회 KCI SF 103 강섬유보강 숏크리트의 강섬유 혼입률 시험방법

(4) 한국콘크리트 학회 KCI SF 104 강섬유보강 콘크리트의 휨강도 및 휨인성 시험방법

(5) 한국콘크리트 학회 KCI SF 105 강섬유보강 콘크리트의 압축강도 및 압축인성 시험방법

2. 재 료

2.1 사용섬유

(1) 현재 시멘트계 복합재료용 섬유로서는 강섬유, 유리섬유, 탄소섬유 등의 무기계섬유와 아라미드 섬유, 폴리프로필렌섬유, 비닐론섬유, 나일론 등의 유기계섬유로 분류된다. 이들 섬유는 사용목적에 따라 차이가 있으나 일반적으로 섬유와 시멘트 결합재 사이의 부착성이 양호하고, 섬유의 인장강도가 크며, 내구성, 내열성 및 내후성이 우수하여야 한다.

(2) 강섬유는 KS F 2564의 규준에 적합한 것이어야 한다.
(3) (1) 이외의 강섬유를 사용하는 경우에는 그 품질을 확인하여 사용방법을 검토하여야 한다.

2.2 배합

(1) 섬유보강콘크리트의 배합은 소요의 품질을 만족하는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 정하여야 한다.
(2) 섬유의 형상, 치수 및 혼입률은 섬유보강콘크리트의 소요 압축강도, 휨강도 및 인성을 고려하여 정하여야 한다.
(3) 배합의 표시는 6-4-1절의 해당 절에 의하며, 이외의 섬유의 형상, 치수 및 섬유혼입률을 명시하도록 한다.

3. 시 공

3.1 비비기

(1) 섬유보강콘크리트는 소요의 품질이 얻어질 수 있도록 비벼야 한다.
(2) 믹서는 강제식 믹서를 사용할 수 있다.
(3) 섬유를 믹서에 투입할 때에는 섬유를 콘크리트 속에 균일하게 분산시킬 수 있는 방법으로 하여야 한다.
(4) 비비기 시간은 시험에 의하여 정하는 것으로 한다.

3.2 재료의 품질관리 및 검사

(1) 강섬유의 품질관리 및 검사는 표 6-4-28에 따른다.

표 6-4-28 강섬유의 관리 및 검사

종 류	항 목	시험 · 검사방법	시기 · 횟수	판정기준
강섬유	품 질	KS F 2564	공사착수 전, 공사 중 및 종류가 변했을 때	KS F 2564

(2) 강섬유 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

3.3 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질관리 및 검사

(1) 강섬유 혼입률에 대한 품질관리 및 검사는 표 6-4-29에 따른다.

표 6-4-29 강섬유혼입률에 대한 관리 및 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 · 횟수	판정기준
강섬유혼입률	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF 102)	강도용 시험체 채취 때 및 품질변화를 보였을 때	허용차(%) ±0.5
강섬유혼입률 (숏크리트)	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF 103)	강도용 시험체 채취 때 및 품질변화를 보였을 때	허용차(%) ±0.5

(2) 강섬유 혼입률 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

3.4 경화콘크리트의 품질관리 및 검사

(1) 휨강도 및 인성에 대한 품질관리 및 검사는 표 6-4-30에 따른다.

표 6-4-30 휨강도 및 인성에 대한 품질관리 및 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 · 횟수	판정기준
휨강성 및 휨인성계수	KS F 2566	강도용 시험체 채취 때 및 품질변화를 보였을 때	설계할 때에 고려된 휨인성계수값에 미달할 확률이 5 % 이하일 것
압축인성	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF105)	강도용 시험체 채취 때 및 품질변화를 보였을 때	설계할 때에 고려된 압축인성값에 미달할 확률이 5 % 이하일 것

(2) 휨강도 및 인성 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

6-4-10 고강도콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 장은 고강도콘크리트의 재료 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

(2) 이 장에서는 공장제품 등과 같은 특수 양생방법인 증기양생이나 오토클래이브양생 등에 의하여 얻어지는 고강도콘크리트에 적용하지 않는다.

1.2 일반사항

(1) 일반적인 구조물에 쓰이는 고강도콘크리트의 강도는 표준양생을 한 콘크리트 공시체의 소요기준재령의 강도를 표준으로 한다.

(2) 고강도콘크리트의 설계기준강도는 일반적으로 40 MPa 이상으로 하며, 고강도경량콘크리트는 27 MPa 이상으로 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법
KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험 방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔 입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험 방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리 양의 시험 방법
KS F 2515 골재 중의 염화물 함유량 시험방법
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS L 5201 포틀랜드시멘트
KCI-CT103 수중불분리성 콘크리트의 슬럼프 플로 시험 방법

1.4 제출물

6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 시멘트

(1) 시멘트는 KS L 5201에 적합한 것이어야 한다.

(2) 위 (1) 이외의 시멘트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용방법을 검토하여야 한다.

2.2 혼화재료

(1) 화학혼화제는 고강도콘크리트를 제조하는데 적절한 것인가를 시험배합을 거쳐 확인한 후 사용하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트에 사용되는 플라이애시, 실리카 퓸, 고로슬래그 미분말 등의 혼화재는 시험배합을 거쳐 확인한 후 사용하여야 한다.

2.3 잔골재

(1) 잔골재는 깨끗하고 강하며 내구적인 것으로서 적당한 입도를 가지며, 먼지 · 진흙 · 유기불순물 · 염분 등의 유해물질을 함유해서는 안 된다. 잔골재는 일반적으로 표 6-4-31의 기준을 만족하여야 한다.

표 6-4-31 골재의 품질

항목 / 종류	절대건조밀도 (kg/m^3)	흡수율 (%)	실적률 (%)	점토량 (%)	0.08mm 체통과량 (%)	유기불순물	염화물 이온량 (%)	안정성 (%)	팽창률[1] (%)
굵은 골재	2,500 이상	2.0 이하	59 이상	0.25 이하	1.0 이하	–	–	12 이하	0.1 미만
잔골재	2,500 이상	3.0 이하	–	1.0 이하	2.0 이하	표준색 이하	0.02 이하	10 이하	0.1 미만

주 1) 팽창률은 알칼리 골재반응시험(ASTM C 1260)에 따른 팽창률을 말한다.

(2) 잔골재는 대소의 입자가 알맞게 혼입되어 있는 것으로 그 입도는 잔골재의 표준입도 범위를 따른다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

(3) 고강도콘크리트에 사용되는 부순모래는 KS F 2527에 적합한 것이어야 한다.

2.4 굵은골재

(1) 굵은골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 알맞는 입도를 갖고 얇은 석편 · 유기불순물 · 염분 등의 유해량을 함유해서는 안 되며, 표 6-4-31의 기준을 만족하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트에 사용하는 굵은골재는 콘크리트 강도 및 워커빌리티 등에 미치는 영향이 크므로 선정에 세심한 주의를 하여야 한다.

(3) 고강도콘크리트에 사용되는 굵은골재의 입도분포는 굵고, 가는 골재 알이 골고루 섞이어 공극률을 줄임으로써 시멘트페이스트가 최소가 되도록 하는 것이 좋으며, 그 입도는 제2장의 표 2.4의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

(4) 굵은골재의 점토량 시험은 KS F 2512, 골재씻기 시험은(0.08 mm 체 통과량)은 KS F 2511, 유기불순물 시험은 KS F 2510, 염화물함유량 시험은 KS F 2515, 골재의 안정성 시험은 KS F 2507에 따른다.

(5) 고강도콘크리트에 사용되는 굵은골재의 최대치수는 40 mm 이하로서 가능한 한 25 mm 이하로 하며, 철근 최소 수평 순간격의 3/4, 그리고 부재 최소치수의 1/5 이내의 것을 사용하도록 한다. 단, 콘크리트를 공극 없이 밀실하게 타설할 수 있는 반죽질기나 다짐방법을 사용할 경우에는 감독자의 판단에 따라 적용하지 않을 수도 있다.

2.5 배합

(1) 고강도콘크리트의 배합강도는 6-4-2절 2.3의 규정에 의하여 정한다.

(2) 물-결합재비의 결정은 다음 사항에 따른다.

① 고강도콘크리트의 물-결합재비는 소요의 강도와 내구성을 고려하여 정한다.

② 실제로 사용하는 콘크리트와 거의 동일한 재료를 사용하여 소요 슬럼프 값 또는 슬럼프 플로우, 소요 공기량이 얻어지는 콘크리트에 관하여 물-결합재비와 콘크리트 강도의 관계식을 시험 배합하여 구한다.

③ 물-결합재비는 일반적으로 45 % 이하로 한다.

④ 배합강도에 상응하는 물-결합재비는 시험에 의한 관계식을 이용하여 결정하며, 이 경우 관계식의 신뢰성을 고려하여 안전한 쪽으로 물-결합재비를 결정할 수 있다.

(3) 단위결합재량은 소요의 워커빌리티 및 강도를 얻을 수 있는 범위 내에서 가능한 한 적게 되도록 시험에 의하여 정하여야 한다.

(4) 단위수량은 소요의 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 가능한 한 작게 하여야 한다.

(5) 잔골재율은 소요의 워커빌리티를 얻도록 시험에 의하여 결정하여야 하며, 가능한 한 작게 하도록 한다.

(6) 고성능감수제의 단위량은 소요강도 및 작업에 적합한 워커빌리티를 얻도록 시험에 의해서 결정하여야 한다.

(7) 슬럼프는 작업이 가능한 범위 내에서 되도록 작게 하며, 유동화 콘크리트로 할 경우 슬럼프 플로의 목표치는 설계기준강도 40 MPa 이상, 60 MPa 이하의 경우 구조물의 작업 조건에 따라 500 mm, 600 mm, 700 mm로 구분하여 정하며, 그 이상의 고강도콘크리트의 경우 감독자의 지시에 따른다.
(8) 기상의 변화가 심하거나 동결융해에 대한 대책이 필요한 경우를 제외하고는 공기연행제를 사용하지 않아야 한다.

2.6 비비기

(1) 비비기는 성능이 우수한 믹서로 비빈다.
(2) 믹서에 재료를 투입하는 순서는 감독자의 지시에 따른다. 재료는 제조된 콘크리트의 물성이 사용하고자 하는 구조물에 가장 적합하도록 투입순서를 정한다.
(3) 비비기 시간은 시험에 의해서 정하여야 한다.

2.7 거푸집 및 동바리

(1) 고강도콘크리트용 거푸집 및 동바리는 높은 측압과 유동성 증가에 대하여 소정의 강도와 강성을 가지는 동시에 완성된 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보될 수 있도록 세심한 설계 및 시공을 하여야 한다.
(2) 동바리는 작용하중을 안전하게 기초에 전달할 수 있는 형식의 것을 사용하여야 한다.
(3) 거푸집 및 동바리는 콘크리트를 타설하기 전과 타설하는 도중에 감독자의 검사를 받아야 한다.
(4) 고강도콘크리트용 거푸집은 콘크리트가 자중 및 시공할 때 가해지는 하중에 견딜 만한 강도를 가질 때까지 해체해서는 안 되며, 높은 수화열로 인한 균열발생 가능성이 크므로 제거시기에 신중하여야 한다.
(5) 거푸집 판이 건조할 우려가 있을 때에는 살수를 하여야 한다.
(6) 특수거푸집과 동바리를 사용할 경우는 설계도서에 따른다.

2.8 자재 품질관리

(1) 고강도콘크리트의 받아들이기 검사는 표 6-4-32에 따른다.

표 6-4-32 고강도콘크리트의 받아들이기 검사

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
배합	압축강도	KS F 2405의 방법	· 받아들이기 시점 · 1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20 m^3~150 m^3마다 1회	6-4절 표 6-4-8에 준함
유동성	슬럼프 또는 슬럼프 플로	KS F 2402의 방법 또는 KCI-CT103의 방법	상동	· 슬럼프 : 설정치 ±2 5 mm (180 mm 이하의 경우) 설정치 ± 15 mm (180 mm를 초과하는 경우) · 슬럼프플로 : 설정치 ± 50 mm

3. 시 공

3.1 운반

(1) 콘크리트는 재료의 분리 및 슬럼프 값의 손실이 적은 방법으로 신속하게 운반하여야 한다.

(2) 운반시간 및 거리가 긴 경우에 사용하는 운반차는 트럭믹서, 트럭애지테이터 혹은 건비빔 믹서로 하여야 하며, 고성능감수제 등을 추가로 투여하는 등의 조치를 하여야 한다.

(3) 콘크리트 운반차량은 운반지연으로 인한 급격한 슬럼프 값 저하 가능성에 대비하여 고성능 감수제 투여장치 등의 보조 장치를 준비하여야 한다.

(4) 버킷의 구조는 콘크리트를 투입하거나 배출할 때 재료 분리를 일으키지 않으며 버킷에서의 콘크리트 배출이 용이한 것이어야 한다.

(5) 콘크리트 펌프를 사용할 경우 펌프의 기종, 수송관의 직경, 압송속도 등에 관한 사항을 감독자의 지시에 따른다.

3.2 타설 및 양생

3.2.1 타설

(1) 타설 순서는 구조물의 형상, 콘크리트의 공급 상태, 거푸집 등의 변형을 고려하여 결정하여야 한다. 기둥 및 벽체 콘크리트와 보 및 슬래브 콘크리트를 일체로 하여 타설할 경우에는 보 아래에서 타설을 중지한 다음, 기둥과 벽에 타설한 콘크리트가 침하한 후 보, 슬래브의 콘크리트를 타설하여야 한다.

(2) 타설 전에 철근, 거푸집, 기타에 관해서는 시공상세도에 따라 시공되는지 여부와 타설 설비 및 장치가 제대로 되어 있는가를 확인하고, 거푸집 내에 이물질이 없는가를 확인하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 낙하고는 콘크리트 재료 분리가 일어나지 않는 범위 내에서 감독자의 지시에 따른다.

(4) 콘크리트는 운반 후 신속하게 타설하여야 한다. 타설할 때에는 받침 또는 투입구를 설치하며, 타설 간격은 콘크리트 면이 거의 수평을 이루는 때로 정한다.

(5) 다짐에 사용되는 다짐기의 기종은 고강도 콘크리트의 높은 점성 등을 고려하여 선정하여야 하며, 다짐시간과 다짐방법을 사전에 검토하여야 한다.

(6) 수직부재에 타설하는 콘크리트의 강도와 수평부재에 타설하는 콘크리트 강도의 차가 1.4배 이상일 경우에는 수직부재에 타설한 고강도콘크리트는 수직-수평부재의 접합면으로부터 수평부재 쪽으로 안전한 내민 길이를 확보하도록 하여야 한다. 그러나 수직부재와 수평부재의 접합부에 기계적인 보강을 통하여 안전성 확보를 입증할 경우 내민 길이를 확보하지 않아도 된다.

3.2.2 양생

(1) 고강도콘크리트는 초기강도발현이 중요하므로 콘크리트를 타설한 후 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하여야 하며, 진동·충격 등의 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트는 낮은 물-결합재비를 가지므로 습윤양생을 철저히 실시하여야 하며, 부득이한 경우 현장봉함양생 등을 실시할 수 있다.

(3) 콘크리트를 타설한 후 경화할 때까지 직사광선이나 바람에 의하여 수분이 증발하지 않도록 하여야 한다.

(4) 부재 두께가 0.8 m 이상인 경우의 양생은 6-4-5 매스콘크리트에 따른다.

6-4-11 고성능콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현장타설 고성능콘크리트를 사용하는 일체형(노출) 바닥판 공사의 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반콘크리트
10-1-2 시멘트 콘크리트 포장

1.3 참조표준

KS F 2563 콘크리트용 고로슬래그 미분말
KS L 5405 플라이애시

1.4 제출물

6-4-1절 1.4에 따른다.

1.5 품질보증

6-4-1절 1.5에 따른다.

1.6 운반 및 저장

6-4-1절 1.6에 따른다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 시멘트, 골재 등의 품질기준은 6-4-1절에 따른다.
(2) 결합재는 3성분계(시멘트 : 고로슬래그미분말 : 플라이애시 = 6 : 3 : 1, 중량비)를 사용하여야 하며, 고로슬래그미분말 및 플라이애시 품질기준은 각각 KS F 2563 3종 및 KS L 5405 2종의 규격을 만족하여야 한다.

2.2 장비

장비에 관한 사항은 6-4-1절에 따른다.

2.3 배합

고성능콘크리트의 배합기준은 표 6-4-33과 같다.

표 6-4-33 고성능콘크리트의 배합기준

설계기준강도 (MPa)	굵은골재최대치수 (mm)	최대 물/결합재비 (W/B)	표준공기량 (%)	슬럼프 (mm)
f_{28} = 30	25	40	6.5 ± 1.5	130 ± 25

2.4 계량 및 비비기

계량 및 비비기에 관한 사항은 6-4-1에 따른다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리에 관한 사항은 6-4-1에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공기준

이 절에서 언급하지 않는 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

3.1.1 타설

(1) 타설할 때 수분증발량이 0.5 kg/m^2/h 이상으로 예상되는 경우에는 바람을 차단하거나 분무 시스템을 사용하여 수분증발량을 낮추거나 낮에 콘크리트를 타설하지 않아야 한다.

$$E = 5[(T_c + 18)^{2.5} - r(T_a + 18)^{2.5}](V + 4) \times 10^{-6}$$

E = 증발속도(kg/m^2/h)
T_c = 콘크리트(물표면) 온도(℃)
T_a = 대기온도(℃) : 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정
r = 상대습도(%)/100 : 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정
V = 풍속(km/h) : 콘크리트 면에서 0.5m 높이

(2) 타설 시점에서 콘크리트의 온도는 21 ℃ ± 11 ℃ 범위에 있어야 한다. 비가 오거나, 기온이 7 ℃ 이하이거나 양생할 때에 7 ℃ 이하로 내려갈 가능성이 있는 경우에는 포설하지 않아야 한다.

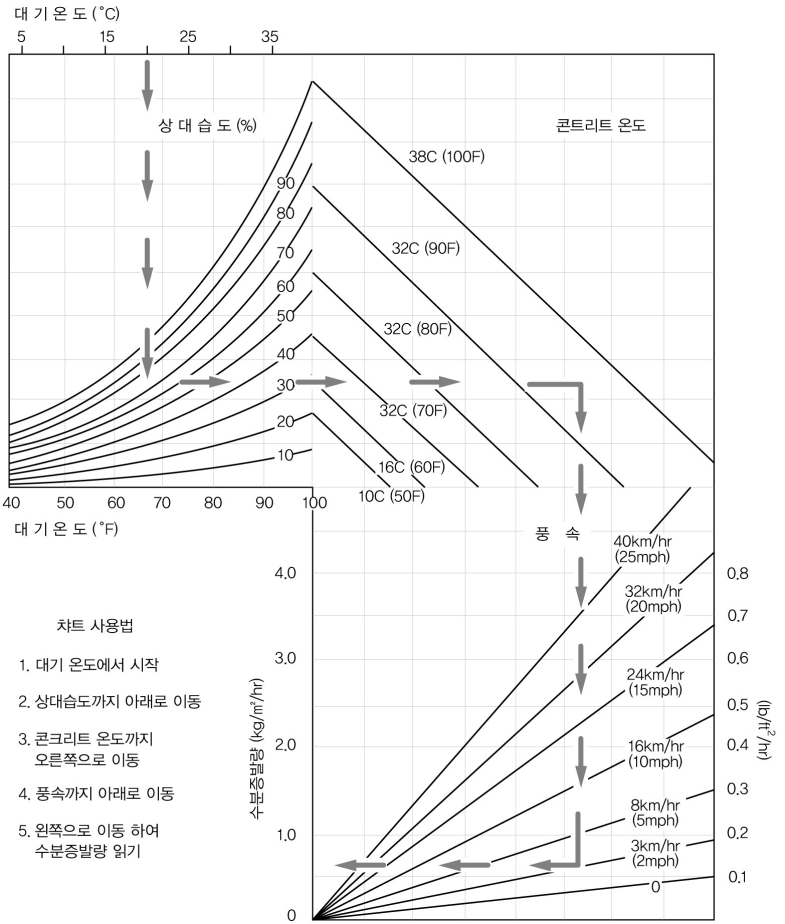


그림 6-4-1 특정 환경조건에 따른 수분증발률

3.1.2 레일 받침대 및 레일설치

(1) 레일 받침대는 마무리 면이 도면에 나타난 종단과 횡단면에 일치하도록 실제 시공에 맞게 정확히 설치되어야 한다.

(2) 레일은 데크피니셔가 교면 전체를 마무리할 수 있도록 이동량을 고려하여 신축이음부 후면까지 연장 설치하여야 한다.

(3) 레일 받침대는 콘크리트를 타설하는 동안 발생할 수 있는 거푸집, 동바리, 구조적인 지지부재의 처짐을 적절히 고려하여 설치되고 수정되어야 한다.

(4) 받침대의 중심간격은 600 mm 이하이어야 한다.

(5) 레일은 소요의 평탄성을 확보하는데 매우 중요한 영향을 미치므로 사전에 측량을 통하여 확인하여야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

(6) 도로면이 캔틸레버부에 위치하는 경우에 레일 받침대는 캔틸레버부의 거푸집 위에 설치되어야 한다. 거푸집은 아웃트리거(out rigger) 또는 다른 승인된 방법을 사용하여 하중을 지지하도록 설계되어야 한다.

(7) 콘크리트를 타설하기 직전에 교량 전체에 걸쳐서 테크피니셔를 시험운용하여야 한다. 이러한 시험운용은 장비가 마무리 위치에 적합하도록 하기 위해서이다. 이러한 시험 운용할 때에 처짐을 검토하여 지지 레일의 높이를 적절히 조정하고 철근의 피복두께를 측정하며, 철근 및 거푸집의 상태를 점검하여야 한다. 필요로 하는 모든 교정은 콘크리트를 타설하기 전에 실시되어야 한다.

3.1.3 평탄마무리

바닥판의 평탄마무리를 위하여 사용되거나 제안되는 특수방법과 장비는 타설 전 사전회의 때 논의되어야 하며, 감독자에게 사용 승인을 받아야 한다. 바닥판의 마무리는 고성능 콘크리트 바닥판 상면이 소요의 다짐도와 평탄성 등을 만족시킬 수 있도록 아래의 조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

(1) 기계 마무리가 불가능한 부위를 제외한 모든 교면은 전체적으로 데크피니셔에 의한 기계 마무리가 되어야 한다.

(2) 데크피니셔는 자체 동력으로 전 · 후방 이동이 가능하여야 한다.

(3) 데크피니셔는 배면에서의 콘크리트 표면 마무리가 고르게 펴지도록 스크리드(screed) 전면을 위로 올릴 수 있어야 한다.

(4) 데크피니셔는 2개 이상의 회전 롤러와 오거(auger), 1,500 VPM ~ 2,000 VPM의 진동팬(vibrating pan)이 장착되어 있어야 한다.

(5) 데크피니셔는 실제 시공되는 바닥판에 맞게 조정된 상태를 유지하여야 한다. 기준을 벗어난 장비는 적절한 수정을 하여야 하며, 감독자에 의하여 승인을 받을 때까지 사용하여서는 안 된다.

(6) 면을 마무리하는 동안 테크피니셔의 용량에 맞는 필요한 양의 콘크리트가 항상 제공되어야 한다.

(7) 균질한 교량 바닥판을 시공하기 위해서 콘크리트가 타설되고, 펴지고, 다짐이 된 후에, 표면은 즉시 데크피니셔의 통과에 의해서 마무리되어야 한다. 데크피니셔는 앞쪽의 콘크리트를 처리하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다.

(8) 마무리 작업을 하는 동안 콘크리트 표면에 대해서 과도한 작업이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 인력 마무리가 허용되는 구간도 데크피니셔에 의하여 만들어지는 것과 같은 콘크리트 표면의 품질을 확보할 수 있도록 하는 방법으로 실시되어야 한다. 마무리 흙손의 폭은 250 mm 이상이어야 하며, 콘크리트와 접촉하는 흙손의 면은 강재이어야 한다.

(10) 장비의 고장 또는 운반상의 문제로 인해서 타설이 지연되는 경우에는 현장에 있는 모든 콘크리트는 젖은 양생포, 양생 담요, 비닐을 가지고 표면을 덮어서 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생할 경우에는 칸막이(bulkhead)를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.

(11) 마무리된 콘크리트는 밀실하고 균질하여야 하며, 표면은 균일한 평탄성을 확보하여야 한다. 교면 처리에 앞서, 마무리 콘크리트 면은 감독자에 의하여 승인된 직선자를 사용하여 계약상대자와 감독자에 의하여 조사가 이루어져야 한다. 직선자는 3 m 이상이어야 한다. 콘크리트가 아직 소성상태인 동안에 표면이 낮은 부위는 진행되고 있는 타설과 같은 등급의 콘크리트로 채워져야 한다. 종 · 횡방향으로 3 m에서 5 mm보다 큰 표면의 불균일성은 감독자에 의하여 허용될 수 있는 방법으로 수정되어야 한다.

3.1.4 거친 면 마무리

(1) 평탄 마무리가 끝나고 표면에 성형성이 유지된 후에 10-1-2절의 3.14.4에 따라 거친 면 마무리를 하거나 양생 후에 3.1.6에 따라서 쏘컷 그루빙을 실시하여야 한다.

(2) 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 감독자의 지시에 따라 홈의 깊이 및 간격을 조정할 수 있다.

3.1.5 양생

바닥판 콘크리트를 타설하기 전의 회의에서 계약상대자는 의도된 양생 방법을 감독자에게 알려야 한다. 콘크리트의 양생은 고성능 콘크리트 바닥판의 균열억제와 내구성 확보를 위하여 아래의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 콘크리트 바닥판 상면에 발생되는 균열을 최소화하기 위해서 콘크리트 타설 후 마무리 및 표면처리 후에 양생제 살포 또는 비닐 양생 후에 젖은 양생포를 덮어서 14일 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다.

(2) 피막양생제는 유성제품으로 사용량은 1.5 ℓ /m^2(원액 농도 0.105 kg/m^2)이상으로 한다. 양생제는 전면적에 고르게 살포되어야 하며, 양생제가 살포되지 않는 부분이 있어서는 안 된다.

(3) 이러한 양생작업은 표면 처리(타이닝) 완료 후로부터 5분, 마무리 작업으로부터 30분 이내에 이루어져야 한다. 이때, 마무리 면과 표면에 손상이 발생되지 않도록 주의하여야 한다. 그러나 어떤 상황 하에서도 규정된 시

간을 초과할 정도로 양생이 지연되어서는 안 된다.

(4) 양생포는 최소한 양생부위보다 300 mm 이상 연장하여 덮어야 한다. 양생포는 전체 면을 완전히 적셔야 하고 ,양생포가 마르지 않도록 양생포 위에서 지속적으로 살수가 이루어져야 하며, 과도한 물은 배수될 수 있어야 한다. 이러한 작업은 양생포 설치 후 10분경에 시작하도록 한다.

(5) 7일 동안 양생한 후에 쏘컷 그루빙, 보도의 설치, 연석, 난간 등을 설치하기 위해서 단기간 동안 제한된 부분에 대해서 양생포를 벗겨 낼 수 있다. 이러한 작업을 위해서 양생포를 걷어내는 부위는 작업에 의하여 영향을 받는 인접 부위로 제한되어야 한다. 이러한 작업을 위하여 노출되는 모든 콘크리트 면은 습윤포화상태를 유지하여야 한다. 영향을 받는 부위에서의 작업이 완료된 직후에 모든 양생포는 양생을 위하여 다시 설치되어야 한다.

3.1.6 쏘컷(saw cut) 그루빙

콘크리트 바닥판 마무리 직후에 타이닝을 실시하지 않고 일정 기간 동안 콘크리트를 양생한 후에 쏘컷팅에 의한 그루빙을 실시하여 차량이 통과하는 표면의 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용한다. 여러 개의 원형 날을 가진 쏘컷 장비를 사용하여야 한다. 작업을 완료하기 위하여 원형 날이 하나인 것이 요구되는 경우에는 사용을 허용할 수 있다. 사용되는 장비는 사용 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

(1) 쏘컷 그루빙은 규정된 양생기간이 경과하거나 또는 시방서에서 허용하는 기간 보다 빠른 시일에 시행할 수 있다.

(2) 쏘컷 그루빙은 종방향 그루빙이 권장되며, 현장여건에 따라 횡방향 그루빙을 실시할 수 있다.

(3) 그루빙은 직사각형 형상으로 한번에 실시하여야 한다.

(4) 종방향 그루빙을 실시하는 경우에는 도로의 중심선에 평행하여야 하며, 폭, 깊이 및 중심간격은 다음과 같아야 한다.

표 6-4-34 종방향 그루빙 규격

폭	깊이	중심간격
3 mm(±0.5 mm)	4 mm(±2.0 mm)	19 mm(±2.0 mm)

(5) 횡방향 그루빙을 실시하는 경우에는 도로의 중심선에 수직이어야 하며, 폭, 깊이 및 중심간격은 다음과 같아야 한다.

표 6-4-35 횡방향 그루빙 규격

폭	깊이	중심간격
3 mm(±0.5 mm)	4 mm(±2.0 mm)	20 mm ~ 30 mm

(6) 그루빙이 실시된 면 위에 다시 그루빙을 실시하여서는 안 된다. 어떠한 컷팅날도 이미 그루빙한 곳에 도입되지 않아야 한다.

(7) 그루빙을 하는 동안 수시로 최소 그루빙 깊이가 확보되는 지를 확인하여야 한다. 최소 그루빙 깊이를 만족하지 못하는 경우에는 그루빙 작업을 멈추고 최소깊이를 달성하기 위한 조치를 취하여야 한다.

(8) 신축이음장치 설치 후 또는 기존의 신축이음에 근접해서 시행하는 그루빙 작업은 신축이음장치가 손상되지 않는 방법으로 시행하여야 한다.

(9) 그루빙 작업으로 인하여 발생되는 슬러리 또는 파편은 쌓이지 않도록 계속해서 제거하여야 한다. 슬러리는 교면에서 경화되지 않아야 하며, 슬러리 또는 파편을 구조물, 도로, 배수 장치 또는 비탈면에 버려서는 안 된다.

3.1.7 방수

고성능 콘크리트의 염화물에 대한 초기 박리저항성을 증진시키기 위해서 침투식 방수를 실시하여야 하며, 사용되는 방수재의 품질기준은 KS F 4930의 규격을 만족하되 통기성이 있는 제품으로 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 침투깊이는 4 mm 이상의 경우 현장에서 제작한 시험체 또는 현장에서 타설된 코어 3군데 이상을 채취하여 침투깊이를 확인한다.

(2) 연행공기를 갖지 않는 콘크리트 시편에 침투식 방수를 실시한 후에 ASTM C 672의 규정에 따라서 100회 반복 후의 등급이 0~1등급인 제품을 사용한다.

3.2 현장 품질 관리검사

이 절에서 언급하지 않는 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

3.2.1 균열관리

바닥판 50 m^2에서 어느 위치의 균열폭이 0.25 mm를 초과하고, 균열의 길이가 15 m 이상인 균열밀도의 경우에는 균열부를 깨끗하게 청소한 후에 0.1 mm 이상의 모든 균열은 압력주입법 또는 중력주입법에 의하여 에폭시가 완전히 채워지도록 하여야 한다.

3.2.2 상부 피복두께 관리

(1) 최소설계피복두께를 90 mm 이상으로 한다.

(2) 시공허용오차는 −20 mm, +40 mm로 한다.

(3) 바닥판 콘크리트 타설 전에 마무리 면에서의 피복두께를 검측하고, 시공 후 비파괴 장비를 이용하여 피복두께를 조사한다.

3.2.3 평탄성 관리

(1) 도로면은 통행방향에 횡방향으로 설치한 3 m 길이의 직선자로부터 5 mm 이상 변하지 않아야 한다.

(2) 교면의 평탄성은 PrI 160 mm/km, IRI 2.0 m/km 이하이어야 한다.

6-4-12 조적 및 주입용 모르타르

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 조적공사의 줄눈이나 공장제품 이음매의 채움재로 사용되는 모르타르 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-4 품질관리
6-4-1 일반 콘크리트
15-3 골재

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 2440 콘크리트 조적재의 시료채취 및 시험 방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5204 백색 포틀랜드 시멘트
KS L 5219 메이슨리 시멘트
KS L 5220 건조시멘트 모르타르
KS L 9007 미장용 소석회

1.3.3 관련 시방서 및 규준

(1) 토목공사 일반 표준시방서 04341 모르타르 및 그라우트
(2) 콘크리트 표준시방서 제2장 일반 콘크리트

1.4 제출물

(1) 설계배합 : KS L 5220의 배합비나 재료의 시방이 적용될 수 있는지 요구된 환경조건 및 혼합재의 제한 등을 명시하여야 한다.
(2) 시료 : 모르타르의 색상과 그 범위를 예시하는 2개의 시료를 제출하여야 한다.

(3) 보고서 : 모르타르 또는 그라우트의 규격요건, 재료요건, 시험결과보고서 등을 제출하여야 한다.
(4) 제조업체의 확인서 : 제품이 해당사항을 합치한다는 확인서를 제출하여야 한다.
(5) 공장혼합 모르타르 : 제작자의 작업지침 등을 제출하여야 한다.

1.5 품질보증

(1) 1-4의 해당규정의 요건에 따라야 한다.
(2) 관련 문서의 복사본 1부를 현장에 비치하여야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

(1) 제품은 재료 및 기기의 해당사항에 따라 현장에 반입, 보관, 보호 및 조작하여야 한다.
(2) 포장된 재료는 깨끗하고 건조하여야 하며, 습기, 결빙, 및 이물에 대해서 보호하여야 한다.

1.7 환경요구사항

재료와 대기의 온도는 조적작업의 시작 전 또는 작업 중 5 ℃ 이상 그리고 완료 후 48시간동안 10 ℃ 이상이어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 시멘트는 KS L 5201, 백색 포틀랜드 시멘트는 KS L 5204, 메이슨리 시멘트는 KS L 5219, 건조시멘트 모르타르는 KS L 5220 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(2) 잔골재는 15-3절에 따른다.
(3) 물은 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유해서는 안 된다.

2.2 부속재료

(1) 혼화재료는 6-4-1절의 해당사항에 따른다.
(2) 소석회는 KS L 9007 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 배합

2.3.1 모르타르의 배합 및 비비기

(1) 모르타르는 KS L 5220 조적용 모르타르 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 현장 비비기 모르타르

① 관이음에 채움 모르타르는 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 2로 혼합하고, 적정한 양의 물을 넣어 소성질의 모르타르를 만들어야 한다.

② 돌쌓기 등 조적용 모르타르는 부피비로 10 %의 소석회를 첨가한 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 2로 혼합한 것이며, 줄눈채움 모르타르는 시멘트와 모래를 부피비 1: 1로 혼합하여야 한다.

(3) 모르타르는 즉시 사용할 수량만큼의 재료를 적정하게 혼합하여야 하며, 응결이 시작된 후에 다시 비벼서 사용해서는 안 된다.

(4) 비비기를 시작하기 전에 모래를 고르게 적셔두어야 한다.

(5) 모르타르의 색상과 혼화재료는 제조업체의 지시에 따라 첨가하고, 혼합물의 색상이 균일하게 되도록 비벼야 한다.

(6) 모르타르의 결빙점을 낮추는 방동제를 사용해서는 안 된다.

(7) 모래의 물이 증발해서 없어지면 비비기 2시간 전에 다시 적셔야 한다.

(8) 모르타르는 25 ℃ 이상의 온도에서 비빈 후 60분 내, 25 ℃ 이하의 온도에서는 90분 내에 사용하여야 한다.

2.3.2 주입용 모르타르의 배합 및 비비기

(1) 주입용 모르타르의 28일 압축강도는 20 MPa 이상이어야 하며, 유동성은 KS F 2432에 준하여 구하는 유하시간에 의하여 설정하며, 유하시간의 범위는 미리 실험에 의하여 정한다.

(2) 주입용 모르타르의 물-결합재비(W/B)는 40 % ~ 50 % 범위 내에 있어야 한다.

(3) 주입용 모르타르는 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 3으로 혼합하여 적정한 양의 물을 넣어 적당한 반죽질기의 그라우트를 만들어야 한다.

(4) 주입용 모르타르 즉시 사용할 수량만큼의 재료를 적정하게 혼합하여야 하며, 응결이 시작된 후에 다시 비벼서 사용해서는 안 된다.

(5) 혼화재료는 제조업자의 지침에 따라 첨가하고 혼합물이 균일하게 되도록 비벼야 하다.

2.4 자재 품질관리

2.4.1 시험

표 6-4-36 자재 시험 방법

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	품질기준
그라우팅	컨시스턴시	KS F 2432	· 작업개시 전 1회 · 필요할 때	유하시간은 실험에 의하여 정함
	블리딩률 및 팽창률	KS F 2433		· 블리딩률 : 3 % 이하 · 팽창률 : 5 % ~ 10 % (시험 시작 후 3시간의 값)
	압 축 강 도	KS F 2426		20 MPa

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

그라우트 할 공간은 감독자에게 미리 검사를 요청하여야 한다.

3.2 작업준비

(1) 기존 콘크리트의 표면에는 접착제를 도포하여야 한다.

(2) 크게 뚫린 구멍은 벽돌이나 블록으로 막고, 젖은 그라우트의 압력에 지탱하도록 석축의 벽면을 버팀대로 지지하여야 한다.

3.3 시공기준

(1) 모르타르의 주입은 조적의 중앙부와 공동 속의 공극을 메울 수 있도록 하여야 한다.

(2) 모르타르의 주입은 1회에 400 mm 이상의 높이로 해서는 안 되며, 남은 모르타르는 그라우트 공간에서 제거하여야 한다.

(3) 모르타르의 주입 중 철근의 이동은 방지하여야 한다.

3.4 현장품질관리

(1) 현장검사와 시험은 6-4-1절의 해당사항에 따라 수행하여야 한다.

(2) 건조모르타르는 KS L 5220의 해당사항에 따라 시험, 평가하여야 한다.

(3) 그라우트는 KS F 2426 및 2433의 시험 방법에 따라 소요의 품질을 만족하여야 한다.

(4) 조적재의 시험은 KS F 2440의 해당사항에 따라야 한다.

(5) 모르타르의 종류와 재료는 달리 명시된 것이 없으면 감독자의 지시에 따라야 한다.

6-4-13 줄눈 및 지수판

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트의 줄눈 및 지수판 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-3 자재관리
1-4 품질관리
6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS M 3805 연질 염화비닐 수지 지수판

1.4 제출물

1.4.1 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 1-4의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.2 제품자료

지수판 제조업자는 제품자료를 KS M 3805에 따라 지수판의 성분 · 특성 · 치수 · 인장강도 · 신장율 · 노화성 · 무게변화율 · 유연성 · 내약품성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 시험방법, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.3 견본

계약상대자는 크기가 300 mm 의 지수판 견본품과 현장 접합한 지수판의 시제품을 작성하여야 하며, 비용은 계약상대자가 부담한다.

1.5 운반, 보관, 취급

(1) 지수판은 재료의 주위에 공기가 자유롭게 유통할 수 있도록 저장하여야 한다.

(2) 지수판은 저장 중이거나 콘크리트에 부분적으로 묻혀있을 때 48시간 이상 직사광선을 받지 않게 하여야 한다.

1.6 타 공정과의 협력작업

계약상대자는 콘크리트 타설작업, 철근작업과 줄눈 및 지수판 작업이 서로 지장을 주지 않도록 공사 착수 전에 조정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 연질 염화비닐 수지 지수판은 KS M 3805 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 고무지수판의 재료는 천연고무, 적합한 합성고무 또는 천연 및 적합한 합성고무의 혼성재이어야 한다.

(3) 수팽창 지수판은 제조업체가 제출한 견본 및 제품자료에 따른다.

(4) 지수판은 재질이 치밀하고 균질하게 될 수 있는 공정으로 제조된 것이어야 하며, 구멍과 다른 불순물이 없어야 한다.

2.2 조립 허용오차

2.2.1 수로암거(BOX)용 지수판의 품질기준

(1) 1/2 압축되었을 때 압축응력도 : 0.5 이상 9.0 MPa 이하

(2) 복원률 (%) : 65 이상

(3) 1/2 압축되었을 때 돌출량 : 10 이하

2.3 자재 품질관리

2.3.1 시험

표 6-4-37 수지 및 지수판 자재 시험

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도
연질 염화비닐 수지 지수판	KS M 3805에 규정된 시험종목	KS M 3805	· 제조회사마다 · 제품규격마다
연질 염화비닐 수지를 제외한 지수판	제조업체가 제출한 제품자료에 의한 종목	제품자료에 의한 시험	· 제조회사마다 · 제품규격마다

3. 시 공

3.1 시공기준

3.1.1 설치

(1) 계약상대자는 명시된 도면에 따라 지수판을 설치하여야 한다.

(2) 지수판은 콘크리트 속에 묻힌 부분의 이음매 양측에서 같게 설치하여야 한다.

(3) 지수판의 현장 접합은 가능한 한 적게 하여야 한다.

(4) 지수판을 현장에서 접합할 때에는 접합 작업자의 능력, 기후, 계절, 작업환경 등을 고려하여야 한다.

(5) PVC지수판의 접합은 PVC용접기 또는 감독자가 승인한 방법으로 누수가 되지 않도록 실시하여야 한다.

(6) 현장에서 지수판을 가공해서는 안 된다.

(7) 거푸집에 지수판을 설치할 때에는 지수판이 좌우로 균등하게 들어가도록 하여야 하며, 지수판에는 일절 못을 치지 말아야 한다.

(8) 지수판을 거푸집에 설치한 뒤 철근을 사용하여 일정한 간격을 유지하고, 늘어짐이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(9) 지수판은 제자리에 정확하게 설치하고 콘크리트 타설 중 적절하게 지지해서 묻히거나 이동되지 않게 단단히 고정시켜야 한다.

(10) 정하여진 위치에 지수판을 설치한 뒤 콘크리트를 타설할 때까지 지수판에 손상을 주지 않도록 적절한 보호를 하여야 한다.

(11) 지수판은 가능한 가장 긴 길이로 설치하여야 하며, 접합을 해서 이음의 전 길이에 걸쳐 연속적인 수밀봉합이 되게 하여야 한다.

(12) 지수판이 수평으로 설치되어 있을 때에는 지수판의 아래측에도 콘크리트가 잘 채워지도록 콘크리트를 지수판의 높이까지 타설한 시점에서 일시 중지하고, 필요한 만큼 콘크리트를 다짐과 동시에 지수판 아래쪽의 물과 공기가 배출되도록 하여야 한다.

(13) 지수판이 수직으로 설치되어 있을 때에는 타설한 콘크리트가 지수판의 양측에서 차이가 생기지 않도록 균등하게 콘크리트를 타설하고, 규정대로 진동기로 다져야 한다.

(14) 지수판이 콘크리트에 묻힐 때는 표면에 기름 · 그리스 · 건조한 모르타르 등의 이물질이 묻지 않도록 하여야 하며, 지수판의 모든 부분은 치밀하게 콘크리트로 채워져 단단히 유지되어야 한다.

(15) 수팽창 지수판은 콘크리트 양생 후 시공하게 되므로 시공면은 청결하고 건조된 상태로 유지되어야 하고, 부착되는 콘크리트 면은 요철이 없도록

하여야 한다.

3.1.2 접합

(1) PVC 지수판은 제작자의 지침에 따라 온도조절이 된 전열과 용접재료를 써서 용접하여야 한다.

(2) 접합부는 접합하지 않은 재료의 인장강도의 60 % 이상의 인장강도를 가지고 지수판과 방울이 연속성을 유지하여야 한다.

3.2 현장품질관리

(1) 지수판과 이음매는 검사해서 설치 착오, 거품, 부적합한 부착, 투수성, 균열, 어긋남 및 물의 침입으로 지수판의 효과가 훼손될 수 있는 다른 결함이 있는지 확인하여야 한다.

(2) 손상 또는 결함이 있거나 또는 잘못 설치된 지수판은 제작자의 지침에 따라 보수하거나 대체하여야 한다.

6-5 철근공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 철근 콘크리트 구조물의 강도, 내구성 및 시공성에 중대한 영향을 미치는 철근의 공급, 가공, 이음 및 조립의 일반적인 시공에 적용한다.

(2) 이 시방은 D 51 이하의 이형철근, 지름 18 mm 이하의 용접철망에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2 공사계획 및 관리
1-3 자재관리
1-4 품질관리
6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조표준

1.3.1 한국산업표준(KS)

KS B 0802	금속재료 인장시험 방법
KS B 0804	금속재료 굽힘 시험
KS B 0814	금속재료의 인장 크리프 시험 방법
KS B 0833	강의 맞대기 용접 이음-인장 시험 방법
KS B 0845	강 용접 이음부의 방사선 투과시험 방법
KS B 0896	강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KS C 9602	교류 아크 용접기
KS C 9607	용접봉 홀더
KS D 0244	철근콘크리트용 봉강의 가스 압접 이음의 검사방법
KS D 0249	기계식 이음의 검사방법
KS D 0273	철근콘크리트용 이형봉강 가스압접부의 초음파 탐상시험 방법 및 판정기준
KS D 3504	철근콘크리트용 봉강
KS D 3508	피복아크 용접봉 심선재
KS D 3517	기계구조용 탄소 강관
KS D 3527	철근 콘크리트용 재생 봉강
KS D 3552	철선

KS D 3613 철근콘크리트용 아연도금 봉강
KS D 3629 에폭시 피복철근
KS D 3752 기계구조용 탄소 강재
KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
KS D 7006 고장력 강용 피복아크 용접봉
KS D 7017 용접철망
KS M 6070 분체 도료
KS T 2561 철근콘크리트용 방청제

1.3.2 관련 시방서
(1) 콘크리트 구조설계기준 제5장 철근상세, 제8장 정착 및 이음
(2) 콘크리트 표준시방서 제3장 철근작업
(3) 도로교 설계기준 4.3.3

1.4 제출물

1.4.1 검사 및 시험계획서
(1) 계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 1-2-4절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.
(2) 용접공과 압접공에 대해서는 자격증명서를 제출하여야 한다.

1.4.2 시공계획서 및 상세도면
(1) 모든 철근에 대한 무게를 기재한 철근 목록, 가공상세도, 수량표 및 설치작업 계획서와 상세자료 등을 제출하여야 한다.
(2) 철근에 대한 설명, 상세, 치수, 배근, 조립 및 위치를 명시하고, 철근의 개수 · 치수 등을 표시, 겹이음과 겹대기, 지지물 및 부대품, 그리고 가공 및 설치에 필요한 사항을 명시하여야 한다.
(3) 앵커볼트 수량표와 위치, 앵커, 현수재, 삽입재, 배관, 슬리브 및 철근과 간섭될 수 있는 콘크리트에 매설되는 품목에 대한 계약도면을 검토하여야 한다.
(4) 콘크리트 구조설계기준 제5장 및 제8장의 요건에 따라 철근의 상세가공도를 작성하고, 목록에는 각 철근의 무게, 치수별 총 무게 및 전체 철근의 총 무게를 명시하여야 한다. 무게의 계산은 KS D 3504 또는 KS D 3527에 명시된 공칭무게를 기준하여야 한다.
(5) 계약상대자는 철근 이음방법에 대한 계획서 및 설명서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4.3 제품자료
제작자의 제품자료와 자체 생산자료 및 철근 부대품에 대한 설치지침서를 제출하여야 한다.

1.4.4 시료

(1) 시료는 1-3에 따라야 한다.

(2) 시료는 공급된 재료를 대표하는 것이어야 하며, 이들 시료는 감독자가 임의로 발취한 추가시료와 함께 요건에 합치하는지 시험할 수 있다. 감독자가 하는 추가 시편발취와 시험은 감독자가 적합하다고 생각하는 어느 곳에서도 할 수 있다.

(3) 도금 또는 에폭시 도막철근이 명시된 경우는 현장에 반입된 각 치수와 반입로트에서 길이가 500 mm 이상 ~ 600 mm 이내인 철근 시료를 2개씩 채취해서 제출하여야 한다.

(4) 시료가 시방요건을 충족하지 못한 경우 그 회의 반입분을 모두 거부할 수 있다.

1.4.5 품질 자료 확인서

(1) 현장에 반입된 매회 운반분의 철근에 대해서 철근의 등급과 물리, 화학적 물성이 KS B 0802, KS B 0804, KS B 0814를 포함한 해당 KS규격에 합치한다는 것을 증명하는 품질보증자료를 제출하여야 한다.

(2) 아연도금 철근은 KS D3613의 요건에 합치한다는 확인서를 제시하여야 한다.

(3) 에폭시 도막 철근에서 철근은 KS D 3504, 분체도료는 KS M 6070의 요건에 합치한다는 확인서를 제시하여야 한다.

1.5 운반, 보관, 취급

(1) 철근은 같은 치수와 길이의 것을 묶음으로 운반하여야 하며, 단단히 묶고, 노출된 위치에 제조공장, 용융 또는 가열번호와 철근의 등급과 치수를 명시한 플라스틱 꼬리표를 달아 구별하여야 한다.

(2) 철근을 현장에 운반해서 직접 땅에 닿지 않도록 적절한 보관시설에 저장하거나 덮어야 하며, 습기, 먼지, 기름 또는 콘크리트와 부착을 저해할 수 있는 기타 사유로 철근이 손상되지 않게 하여야 한다.

(3) 아연도금 철근과 에폭시 도막철근은 도막이 손상되지 않도록 조작, 보관하여야 한다.

(4) 철근은 재질별, 규격별로 보관하는 것이 좋으며, 묶음이 풀어진 후에도 철근은 구별하여 두어야 한다.

1.6 타공정과의 협력작업

콘크리트 타설작업, 거푸집 및 동바리 작업, 지수판 설치작업과 철근가공조립작업이 서로 지장을 주지 않도록 공사 착수 전에 조정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 철근 및 용접철망

(1) 철근 및 용접 철망은 깨끗하여야 하며, 들뜬 녹 등의 유해한 부식 · 더러움 · 흠 · 변형 등이 없는 것이어야 한다.
(2) 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(3) 아연도금 철근은 KS D 3613 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(4) 에폭시로 도막한 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 철근에 KS M 6070의 분체도료를 입힌 것으로서, 도막 후 초록색의 색상이 나와야 한다.
(5) 철근콘크리트용 재생 봉강은 KS D 3527에 적합한 것이어야 하며, 시험을 통하여 품질이 확인된 제품을 사용하여야 한다.
(6) 용접철망은 KS D 7017 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(7) 강선 및 나선 철근 : KS 규격에 적합한 것이어야 한다.
(8) 압접강선망-보통강선 : KS 규격에 적합한 것이어야 하며, 강선의 치수와 망눈 간격은 명시된 것에 따라야 한다.
(9) 압접강선망-이형강선 : KS 규격에 적합한 것이어야 하며, 강선의 치수와 망눈 간격은 명시된 것에 따라야 한다.
(10) 철근매트-보통철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 적합한 보통철근 또는 강봉을 사용하고, 부재의 치수와 간격은 명시된 것에 따르고, 교차점에서 용접하여야 한다.
(11) 철근매트-이형철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 합치하는 이형철근을 사용하고, 부재의 치수와 간격은 명시된 것에 따르고, 교차점에서 용접 또는 접합하여야 한다.

2.2 장비

교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접봉 홀더는 KS C 9607 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 부속재료

(1) 결속선은 KS D 3552에 합치하여야 하거나 동등 이상의 제품으로서, 지름 0.9 mm(#20번선)이상 되는 풀림(annealing) 철선이어야 한다. 노출콘크리트의 마무리 면에 근접한 경우에는 연질의 스테인레스 강선을 사용하여야 하며, 도금한 철근에는 아연도금한 아연도철선을 사용하여야 한다.
(2) 피복아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복아크 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) 간격재(spacer)는 본체 콘크리트와 동등 이상의 강도와 품질을 가진 콘크리트재 혹은 모르타르재, 강재를 사용하여야 한다. 필요에 따라 플라스틱재를 사용할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) 에폭시 도막철근에 사용되는 부대품(철근 고임대 및 간격재, 현수재, 체어, 결속선 등)은 KS M 6070에 적합하도록 나일론, 에폭시 또는 플라스틱으로 도장된 것이어야 한다.

2.4 조립

2.4.1 공통사항

(1) 철근은 계약도면과 승인된 시공도면에 명시된 모양과 치수에 합치하도록 재질을 해치지 않는 방법으로 가공하여야 한다.

(2) 철근은 상온에서 가공하여야 하며, 할 수 없이 철근을 가열하여 가공하는 경우 그 작업방법에 관하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 특정한 상세가 명시되어 있지 않은 경우에는 콘크리트 구조설계기준 제5장 및 제8장, 콘크리트 표준시방서 제3장의 해당사항에 따라야 한다.

(4) 한번 구부린 철근은 이를 다시 펴거나 구부려서는 안 된다.

2.4.2 절단 및 굽힘

(1) 절단과 굽힘 작업은 사용에 적합하고 설비를 갖춘 장소에서 하여야 한다.

(2) 철근은 반드시 절단기를 사용하여 절단하여야 하며, 상온에서 굽혀야 하고, 굽히거나 펴기 위하여 철근을 가열해서는 안 된다.

(3) 모든 철근의 굽힘 상세도와 수량표에 따라 표찰을 달고 적절하게 묶어야 한다.

(4) 철근가공조립도에 철근의 구부리는 내면 반지름이 표시되어 있지 않을 때에는 180° 표준 갈고리와 90° 표준 갈고리의 최소 내면 반지름이 표 6-5-1에 규정된 최소반지름 이상이 되도록 철근을 구부려야 한다.

표 6-5-1 180° 표준갈고리와 90° 표준갈고리의 최소 내면 반지름

철근의 지름	최소 반지름
D 10 ~ D 25	3 d_b
D 29 ~ D 35	4 d_b
D 38 이상	5 d_b

주) d_b : 철근의 공칭지름

2.4.3 용접

(1) 철근의 용접이 명시되어 있고 승인 받은 경우에는 명시된 규격과 방법에 합치되도록 철근의 준비와 용접이 이루어져야 한다.

(2) 달리 명시되었거나 승인된 경우가 아니면 전기아크 방법으로 완전 침투된 맞대기 용접을 사용하여야 한다.

(3) 맞대기 용접의 강도는 철근의 항복강도 이상이어야 하며, 다른 치수의 철근을 용접한 경우에는 지름이 작은 철근 항복강도의 125 % 이상이어야 한다.

(4) 용접 전에 철근에 묻은 기름, 먼지, 기타 이물질을 청소하고 화염으로 건조시켜야 한다.

(5) 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된 대로 보수하여야 한다.

2.4.4 손상된 피복의 보수

아연도금 철근은 도금 전에 냉각하고 절단해서 굽히기를 하여야 한다. 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된 대로 보수하여야 한다.

2.5 조립허용오차

(1) 절단길이 : ±25 mm

(2) 트러스 철근의 깊이 : −13 mm, +0 mm

(3) 스터럽, 결속선, 나선철근의 전체길이 : ±13 mm

(4) 굽힘 : ±25 mm

(5) 가공오차가 도면에 명시되어 있지 않거나 위에서 명시되지 않은 경우에는 감독자의 결정에 따라야 한다.

2.6 자재 품질관리

(1) 현장에 반입된 철근은 선정된 품질을 만족하고 있다는 사실을 시공하기에 앞서 검사하여야 한다.

(2) 철근의 품질검사는 입하할 때마다 아래 표 6-5-2에 따라 실시한다.

표 6-5-2 철근 품질 검사

종 별	항 목	시험 및 검사방법	판정기준
철근콘크리트용 봉강	KS D 3504 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3504의 방법	KS D 3504에 적합할 것
철근콘크리트용 재생봉강	KS D 3527 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3527의 방법	KS D 3527에 적합할 것
에폭시 피복철근	KS D 3629 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3629의 방법	KS D 3629에 적합할 것
철근콘크리트용 아연도금봉강	KS D 3613 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3613의 방법	KS D 3613에 적합할 것

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

(1) 콘크리트를 치게 될 표면은 깨끗하고, 철근 설치에 적합한 상태인지 확인하여야 한다.

(2) 콘크리트에 매설된 품목, 삽입재, 슬리브 및 블록아웃 등이 필요한 자리에 설치되어 있는지 확인하여야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 공통사항

(1) 철근은 계약도면, 승인 받은 시공상세도 그리고 콘크리트 표준시방서 제3장의 해당사항에 따라 설치하여야 한다.

(2) 철근과 콘크리트의 부착을 저해할 수 있는 각종 이물질은 제거하여야 한다.

(3) 철근은 정확하게 설치하여야 하고, 콘크리트를 타설하기 전에 감독자의 검사를 받아야 한다. 그리고 작업원의 체중과 콘크리트타설로 이동되지 않도록 견고하게 고정시켜야 한다.

(4) 설계도서대로의 배근이 곤란할 경우 수정 현장 시공상세도를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(5) 철근 조립 후 콘크리트 타설까지 장시간 경과가 예상될 경우 철근 부식 방지를 위한 별도 조치를 하여야한다.

3.2.2 철근지지물

(1) 철근 고임대(bar support) 및 간격재(spacer) 등의 재질 및 배치 등은 명시된 도면에 따른다. 도면에 정한 바가 없을 경우에는 표 6-5-3 철근 고임대 및 간격재의 종류, 수량, 배치의 표준에 따른다.

표 6-5-3 철근 고임대 및 간격재의 종류, 수량, 배치의 표준

부 위	종 류	수량 또는 배치
기 초	강재, 콘크리트	- 2 개/㎡
지 중 보	강재, 콘크리트	- 간격은 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
벽, 지하 외벽	강재, 콘크리트	- 상단보 밑에서 0.5 m - 중단은 1.5 m 이내 - 횡간격 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
기 둥	강재, 콘크리트	- 상단은 보 밑 0.5 m 이내 - 중단은 주각과 상단의 중간 - 기둥 폭 방향은 1 m까지 2개, 1 m 이상 3 개
보	강재, 콘크리트	- 간격 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
슬 래 브	강재, 콘크리트	- 간격은 상 · 하부철근 각각 가로 세로 1 m

주) 수량 및 배치간격은 5층~6층 이내의 철근콘크리트 구조물을 대상으로 한 것으로서, 구조물의 종류 · 크기 · 형태 등에 따라 달라질 수 있음

(2) 철근은 고임대(bar support) 및 간격재(spacer) 위에 지지되게 하고, 제자리에 이미 설치된 철근에 단단하게 결속하여야 한다.

(3) 금속의 고임대(bar support) 및 간격재(spacer)의 다리는 거푸집 표면에 박히지 않고 거푸집 안에서 지지되게 하여야 한다.

(4) 띠철근과 정철근은 정확하게 간격을 두고 주철근에 결속한다.

3.2.3 조립, 이음 및 결속

(1) 철근은 제자리에 놓고, 간격을 맞추고, 명시된 위치에 있는 모든 접합점, 교차점, 겹치는 점에서 단단하게 결속하거나 철선을 감는다.

(2) 감독자의 서면 승인 없이 현재의 상태에 맞추기 위해서 작업장에서 철근을 다시 굽혀서는 안 된다.

(3) 결속선의 끝은 거푸집 표면에서 떨어지게 하여야 한다.

(4) 인장철근의 이음은 될 수 있는 대로 피하여야 한다. 그러나 인장철근의 이음을 하는 경우에는 이음이 한 단면에 모이지 않도록 서로 어긋난 위치에 있게 하여야 한다.

(5) 특정한 상세가 명시되어 있지 않은 경우 이음의 위치 및 방법은 콘크리트 구조설계기준 제5장에 따라 정하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(6) 계약상대자는 철근이음에 용접이음, 가스압접이음, 기계적이음, 슬리브이음 등을 쓸 경우에는 그 성능을 사전에 시험 등에 의한 방법으로 확인한 다음 철근의 종류, 지름 및 시공장소에 따라 가장 적당한 시공방법을 선택하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(7) 장래 증축을 위하여 구조물로부터 노출하여 놓은 철근은 손상, 부식 등을 받지 않도록 보호하여야 한다.

(8) 철근의 겹이음은 소정의 길이로 겹쳐서 0.9 mm (#20번선) 굵기 이상의 풀림 철선으로 여러 곳을 긴결하여야 한다.

3.2.4 간격 맞추기

평행한 철근간의 중심거리는 계약도면에 따라야 하며, 명시되지 않은 경우에는 순간격이 철근지름의 1.5배 이상이 되어야 하고, 40 mm 보다 작거나 골재 최대치수의 1.5배 보다 작아서는 안 된다.

3.2.5 굽힘부와 철근 종단의 종방향 위치

부재의 단부에서 규정된 콘크리트 피복두께가 13 mm 이상 감소되는 경우가 아니면 명시된 위치에서 최대 ±75 mm의 오차가 허용된다.

3.2.6 접합부

(1) 접합부의 겹대기는 부착력으로 응력이 전달되도록 적당하여야 한다.

(2) 달리 명시된 경우가 아니면 철근지름의 최소 36배로 겹대기 한다.

(3) 가능하다면 어긋나게 놓인 철근의 접합부는 접합부 사이에 최소 1.2 m 이상 어긋나게 하여야 한다.

(4) 접합부는 겹대기한 전체길이에 대하여 결속하거나 감독자가 승낙한다면 용접접합을 하여야 한다.

3.2.7 다웰

(1) 다웰은 접속 시공하는 구조물과 철근의 연속성 유지를 위해서 명시되었거나 필요한 곳에 설치하여야 한다.

(2) 다웰은 콘크리트를 타설하기 전에 확실하게 제자리에 결속시켜야 한다.

(3) 필요한 곳에서는 적절한 지지와 정착을 위하여 추가철근을 대어야 한다.

(4) 다웰은 매설한 후에 굽혀서는 안 된다.

3.2.8 철근 지지

(1) 철근 지지물, 간격재, 현수재, 체어, 결속선 등과 철근은 제자리에서 간격을 유지시켜 조립하고, 지지하는데 필요한 기타품목을 포함한 철근 부대품을 갖추어야 한다.

(2) 직접기초, 접지빔, 접지슬래브에 대해서는 젖은 바닥재료가 체어다리를 지탱하지 못하는 경우에 프리캐스트 콘크리트 또는 모르타르의 바닥에는 판재 또는 버림콘크리트로 지지물을 만들어야 한다.

(3) 노출콘크리트의 표면에 대해서는 지지물의 다리가 거푸집과 접촉하거나 마무리 면에 근접한 경우에 아연도금, 플라스틱 피복 또는 스테인레스 강재의 다리를 가진 지지물을 만들어야 한다.

3.2.9 강선망

(1) 강선망은 될 수 있는 대로 길게 설치하여야 하고, 모든 겹대기와 접합부에는 철선으로 결속하여야 한다. 단부의 겹대기는 인접한 쪽에 덧대어야 한다. 겹대기로 용접한 강선망은 겹대기 방향에서 망 눈 크기의 3/2배 또는 150 mm 보다 작지 않아야 한다.

(2) 용접강선망는 작업원의 체중과 콘크리트타설로 이동되지 않도록 명시되어 있거나 필요한 대로 적합한 지지물, 부대품 및 결속선으로 제자리에 단단하게 고정시켜야 한다. 명시되어 있거나 필요한 경우에는 명시된 위치에 적당하게 매설되도록 콘크리트를 치고 있을 때 강선망을 들어주어야 한다.

3.2.10 사전에 조립된 철근

(1) 사전에 조립된 철근은 현장 치수에 맞는지 확인하고, 소정의 위치에 안전하고 정확하게 설치하여야 한다.

(2) 조립된 철근군과 철근군 단위의 이음은 소정의 이음 성능을 얻을 수 있는 방법에 의하여 실시되어야 한다.

3.2.11 콘크리트 피복두께

(1) 콘크리트 피복두께는 도면에 따라야 한다.

(2) 설계도에 달리 명시된 경우가 아니면 철근에 대한 최소 콘크리트 피복두께는 도로교 설계기준 4.3.3 및 콘크리트 구조설계기준 5.4의 규정을 따라야 한다. 규정된 규격 간에 상이한 것이 있을 경우에는 두꺼운 것을 적용한다.

(3) 철근의 피복두께를 정확히 확보하기 위하여 적절한 간격으로 간격재를 배치하여야 한다.

3.3 시공허용오차

(1) 유효깊이 d에 대한 허용오차와 휨부재, 벽체, 압축부재에서 콘크리트의 최소 피복 두께 허용오차는 표 6-5-4에 따라야 한다. 다만, 하단 거푸집까지의 순거리에 대한 허용오차는 -7 mm 이며, 피복두께의 허용오차는 도면 또는 설계 기준에서 요구하는 최소 피복두께의 -1/3 로 하여야 한다.

표 6-5-4 허용오차

	유효깊이(d)	콘크리트 최소 피복두께
d ≤ 200 mm	±10 mm	-10 mm
d > 200 mm	±13 mm	-13 mm

(2) 종방향으로 철근을 구부리거나 철근이 끝나는 단부의 허용오차는 ±50.0 mm 이며, 다만 부재의 불연속단에서 철근 단부의 허용오차는 ±13.0 mm 이다.

(3) 철근이 설계된 도면상의 배근위치에서 철근의 공칭지름이상 벗어나야 할 경우는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) 설치오차가 도면에 명시되어 있지 않았거나 위에서 명시하지 않은 경우에는 감독자의 결정에 따라야 한다.

(5) 철근 조립 후 콘크리트 타설까지 장시간 경과가 예상될 경우 철근의 부식 방지를 위한 별도 조치를 취하여야 한다.

3.4 현장 품질관리

3.4.1 일반사항

(1) 계약상대자는 가혹한 부식환경 지역에 설치되는 주요구조물에 철근 부식 문제가 예상되는 경우에는 전문가가 서명한 기술검토서를 감독자에게 제출하여 승인을 얻은 후 에폭시수지 등으로 도막처리된 철근을 사용할 수 있다.

(2) 철근은 다른 철근이나 배관 또는 매설물과 간섭을 피하여 필요한 만큼 이동시킬 수 있다. 철근이 철근지름이상 또는 위의 허용치를 초과하여 이동되는 경우에는 철근배근에 대해서 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 철근 최소간격은 줄여서는 안 되며, 필요한 철근의 수대로 설치하여야 한다.

(4) 청소를 위한 통로 때문에 이동시킨 철근은 콘크리트를 타설하기 전에 다시 설치해서 고정시켜야 한다.

3.4.2 시험

(1) 철근 이음의 품질검사는 표 6-5-5에 따른다.

표 6-5-5 철근 이음 검사

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도	비 고
겹침이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	모든 이음부위마다	철근가공조립도와 일치할 것
철근 용접이음	인장시험	KS B 0802 KS B 0833	500군데마다	
	용접부의 내부결함	KS B 0845 또는 KS B 0896		
	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	모든 이음부위마다	철근가공조립도와 일치할 것
철근 가스압접이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	전체 군데	철근가공조립도와 일치할 것
	초음파 탐상검사	KS D 0273	1검사로트에 30군데 이상	1검사로트는 1조의 작업반이 하루에 시공하는 압접 군데의 수량
	인장시험	KS D 0244	1검사로트에 시험편 3개	
기계적 이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	전체 군데	철근가공조립도와 일치할 것
	각각의 이음에 요구되는 항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 필요로 하는 항목	설계도서에 의함.	사용목적을 달성하기 위해 정한 별도의 규격에 적합할 것

(2) 철근 커플러의 화학성분은 KS D 3752, KS D 3517에 따르며, 기계적 성질은 표 6-5-6에 따른다.

표 6-5-6 철근 커플러 시험 및 검사

시험항목		시험 방법	품 질 기 준				시험빈도	비고
			SD 300	SD 350	SD 400	SD 500		
항복응력 (N/mm^2)		KS B 0802	300 이상	350 이상	400 이상	500 이상	각 호칭별 1검사로트 (1일 시공군데 또는 1회/1000군데 : 2개 채취) 반입 후 장기보관 등 품질변동 우려될 때 확인시험 추가 시행	철근 체결 후시험
인장응력 (N/mm^2)			440 이상	490 이상	560 이상	620 이상		
잔류변형량		KS D 0249 ($0.9\sim0.05f_y$ 응력범위)	최대잔류변형량 0.3 mm 이하				제품별(대표 사용규격) 1회 단, 소량(1,000개 미만) 사용할 때 제조사 공인시험성적서 대체 가능)	
반복인장 시험		KS D 0249 (100회 반복재하 후 인장강도 측정)	최종인장강도 : 설계항복강도의 125 % 이상 반복인장 후 파단위치는 모재철근에서 파단					
외관 검사	커플러	육안검사	가공상태, 이물질 여부				전수검사	
	연결 철근 단부	육안검사	- 나사산 가공면 오일 등 부착 여부 확인 - 연결된 철근의 수직도				전수검사	

주) 1. 반복인장시험(cyclic test) : 설계 항복강도의 5 %에서 90 %까지 100회 반복 후 최종 인장시험 실시
2. 1차 시험에 만족하지 않는 경우 다른 시험군에서 2배의 수량을 시험하며 모두 합격하여야 함
3. 커플러를 사용할 때 피복두께가 감소하므로 외측에서 콘크리트 표면까지 순피복 두께는 40 mm 이상 확보

3.4.3 검사

콘크리트 타설을 하기 전에 감독자에게 다음과 같은 사항에 대하여 반드시 검사를 받아야 한다. 명시된 요건을 만족하지 못하거나 승인을 받기 전에 이어진 작업은 계약상대자의 부담으로 감독자가 지시하는 방법으로 재시공하여야 한다.

(1) 철근 지지물, 결속한 겹대기 및 교차부분을 포함한 철근, 용접강선망 및 철근매트의 설치상태

(2) 용접한 철근의 접합부 및 이음부

3.4.4 청소

(1) 철근은 콘크리트를 치는 시점에 거푸집 박리제, 쇠똥 또는 뜬 녹과 기타 부식물 등과 같이 콘크리트의 부착을 손상시킬 수 있는 부식물과 피복물이 없어야 한다.

(2) 철근을 조립한 지 4일이 경과한 경우에는 콘크리트를 타설하기 전에 다시 감독자의 검사를 받고 청소를 하여야 한다.

6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 PSC 구조물의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-1 교량공사 일반
6-4-1 일반 콘크리트
6-4-12 조적 및 주입용 그라우트
6-5 철근공사
15-1 시멘트

1.3 참조표준

1.3.1 한국산업표준(KS)

KS D 3505 PS 강봉
KS D 7002 PS 강선 및 PS 강연선
KS D 7009 PC 경강선
KS F 2405 콘크리트 압축강도 시험방법
KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS F 4009 레디 믹스트 콘크리트

1.3.2 관련 시방서

(1) 도로교 표준시방서 3-11 프리스트레스트 콘크리트
(2) 콘크리트 표준시방서 제26장 프리스트레스트 콘크리트
(3) 한국콘크리트학회 규준 KCI-PS101 PSC공법의 정착장치 및 접속장치의 성능시험 방법

1.5 제출물

1.5.1 제출물

계약상대자는 공사 착수 전에 다음 사항을 준비하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 설계도서 검토 의견서
(2) 시공 계획서
(3) 품질관리 계획서
(4) 공정관리 계획서
(5) 안전관리 계획서
(6) 자재 · 장비관리 계획서
(7) 하도급 회사 선정 계획서
(8) 관련 도로 또는 하천의 장래 계획 및 관련 기관의 시공허가서
(9) 인원 조직 기구표
(10) 지하매설물 확인사항

1.5.2 제작장 설치 계획서

1.5.3 시공계획서

계약상대자는 다음 각 호의 사항을 포함한 시공계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 사용할 프리스트레싱 장비의 명세 및 PSC 제작절차서
(2) PSC 그라우트의 배합설계 성과서
(3) PSC 그라우팅 작업방법과 장비명세서
(4) 부재의 제작, 운반, 보관 및 설치 등 절차서
(5) 프리스트레싱 작업에 사용할 재료와 방법에 관한 상세서
(6) PS 강재의 응력 · 변형곡선
(7) 콘크리트 양생시설, 방법
(8) 운반 및 가설방법
(9) 공사용 기계기구 및 가설장비 배치도

1.5.4 시공상세도면

시공상세도면은 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 제작 및 가설 순서도
(2) 재료수량표, 설치도 및 다른 공사와의 연관도
(3) 거푸집 및 동바리에 대한 계산서와 상세도
(4) 솟음계산서
(5) 프리스트레싱하는 부재에 작용하는 하중, 힘 및 응력계산서 등

(6) 덕트의 위치, 철근과 PS 강재 크기와 간격, 단위 무게, 프리스트레싱 순서, 최초 인장하중

(7) 마찰과 탄성수축으로 인한 손실, PS 강재의 늘어남, 정착장치의 미끄러짐으로 인한 손실, 결합과 그라우팅 절차, 풀림(annealing) 철강 배치, 캠버, 간격, 부재의 치수

1.5.5 제품자료

제품자료는 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 덕트의 생산 가능 규격 · 전단강도 · 이음방법 · 방수능력 · 전기에 대한 저항성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

(2) PS 강재를 긴장할 때의 극한항복강도 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

(3) 정착장치 및 접속장치의 정착성능 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

1.5.6 품질보증서

(1) PS 강재에 대한 제조업자의 보증서는 제품반입 때마다 제출

(2) 유압잭의 교정 확인서

(3) 강재의 물리적 특성, 화학적 특성, 탄성계수를 포함한 응력-변형률 시험특성, 최소 극한 인장강도, 항복강도 등의 시험성적서

1.6 품질보증

1.6.1 PSC 구조물 제작 회사

프리스트레싱 작업을 시행하는 회사는 현재의 계약과 유사한 작업을 시행한 경험이 있는 회사이어야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.6.2 PS 숙련공

PS 숙련공은 PS 작업에 대하여 경험이 많고 숙련된 기술자로 모든 기기를 조작할 수 있고, 감독자가 요구할 때 경력을 증명할 수 있어야 한다.

1.7 운반, 보관, 취급

(1) PS 강재 및 PS 정착장치는 공장에서 운반할 때 규격별, 종류별로 구분하고, 표식을 부착하여 현장에 반입하여야 한다.

(2) PS 강재를 운반할 때에는 물리적인 손상이나 부식을 방지할 수 있도록 컨테이너나 박스 속에 넣어서 운반하여야 한다.

(3) 운반이나 저장하는 동안 부식을 방지하기 위하여 부식방지용 수용성 오일

을 바를 수 있다. 부식방지용 수용성 오일은 강재, 콘크리트, 콘크리트와 강재의 결합에 해가 없는 제품이어야 한다.

(4) 계약상대자는 표식이 불명확한 제품을 현장에 반입해서는 안 된다.

(5) PS 강재 · 정착장치를 저장할 때에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.

(6) PS 강재를 저장하여 보관 중에는 저장된 물품명과 취급할 때의 유의사항 등을 표시하여 놓아야 한다.

(7) PS 강재는 직접 지상에 놓지 않아야 하며, 창고 내에 저장하던가 또는 창고에 둘 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 저장하며, 유해한 기름 · 염분 · 먼지 등이 부착하지 않도록 하고, 유해한 부식 · 흠 · 변형 · 물리적 손상 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

(8) 정착장치 및 접속장치는 창고 내에 저장하되 나사부가 부식되지 않도록 하고, 콘크리트와의 접촉부분에는 기름 · 먼지 등이 부착하지 않도록 하여야 한다.

(9) 덕트는 창고 내에 저장하던가 또는 창고에 둘 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 저장하며, 유해한 기름 · 염분 · 먼지 등이 부착하지 않도록 하고, 유해한 부식 · 흠 · 변형 · 물리적 손상 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

(10) 접착제는 재료분리, 변질, 먼지 등의 불순물이 혼입하지 않도록 저장하여야 한다. 저장기간이 오래된 것은 사용 전에 시험하여 그 품질의 이상 유무를 확인하여야 한다.

(11) 골재는 표면건조 포화상태로 골재분리가 되지 않도록 저장하며, 겨울에는 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하고, 여름에는 골재의 건조나 온도상승을 막기 위한 시설을 하여 저장하여야 한다.

1.8 환경요구사항

1.8.1 계약상대자는 서중이나 한중에 그라우트 주입을 시공할 수 없다. 다만, 감독자가 승인한 경우에는 전문기술자의 검토를 거쳐서 시행할 수 있다.

1.8.2 한중에 그라우트를 주입할 때에는 덕트 주위의 온도가 5 ℃ 이상 유지되어야 하고, 주입할 때의 그라우트 재료 온도는 10 ℃ ~ 20 ℃ 이상을 유지하여야 하며, 주입 후 최소 5일 동안은 5 ℃ 이상 유지되도록 관리하여야 한다.

1.8.3 서중에서 시공하는 경우에는 그라우트의 온도 상승, 그라우트의 급격한 경화 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

2. 재 료

2.1 시멘트 및 골재

(1) 시멘트는 15-1절에 적합한 것을 사용하여야 한다.

(2) 굵은골재의 최대 치수는 PS 강재, 덕트, 철근, 정착장치 등의 주위에 콘크리트가 잘 채워질 수 있도록 정하여야 한다.

(3) 굵은골재 최대 치수는 보통의 경우 25 mm를 표준으로 한다. 그러나 부재치수, 철근간격, 펌프압송 등의 현장사정에 따라 20 mm 를 사용할 수도 있다.

(4) 잔골재의 입도범위는 다음 표 6-6-1과 같다.

표 6-6-1 잔골재 입도범위

체 규 격	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.2 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm
통과백분율(%)	100	95~100	80~100	50~85	25~60	10~30	2~10

(5) 굵은골재 입도범위는 다음 표 6-6-2와 같다.

표 6-6-2 굵은골재 입도범위

체 규 격	25 mm	19 mm	13 mm	10 mm	#4	#8	비고
통과백분율(%)	100	90~100	-	20~55	0~10	0~5	

2.2 PS 강재

(1) PS 강봉은 KS D 3505의 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) PS 강선 및 PS 강연선은 KS D 7002의 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) (1) 및 (2)에 규정되지 않은 PS 강재를 사용할 때에는 시험을 실시하여 품질변동을 확인하고, 알맞은 강도 및 그 밖의 설계용 값을 별도로 정하여야 한다.

(4) 정착, 접속, 조립 혹은 배치를 위하여 PS 강재를 재가공하거나 열처리를 할 경우에는 이와 같은 처리를 함으로써 PS 강재의 품질이 저하되지 않는다는 사실을 시험에 의하여 확인하여 두어야 한다. 이와 같은 처리에 의하여 PS 강재의 품질이 저하되는 경우에는 시험에 의하여 그 저하의

정도를 확인하여 그에 알맞은 강도 및 기타의 설계용 값을 별도로 정하여야 한다.

(5) PS 강재는 깨끗하여야 하며, 유해한 녹 · 더러움 · 흠 등이 없는 것이어야 한다.

2.3 PSC 그라우트

2.3.1 그라우트 재료

(1) PSC 그라우트에 사용하는 시멘트는 15-1절에 적합한 것이어야 한다.

(2) PSC 그라우트에 사용하는 물은 PSC 그라우트 및 PSC 강재에 나쁜 영향을 미치는 물질을 함유해서는 안 된다.

(3) PSC 그라우트에 사용하는 혼화재료의 사용가부, 품질 및 사용방법에 대해서는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) PSC 그라우트에 사용하는 혼화제는 블리딩 발생이 없는 것의 사용을 표준으로 한다.

2.3.2 덕트 내의 충전성

(1) PSC 그라우트의 덕트 내 충전성은 덕트의 길이 및 형상, PS 강재의 종류 및 덕트내 PS 강재의 단면적 점유율 등과 같은 구조조건, 주입작업에 있어서의 시공시간 등의 시공조건 및 기온 등의 기후조건을 고려하여 PSC 그라우트의 유동성, 재료분리 저항성, 체적 변화 등을 적절히 설정함과 동시에 적절한 주입방법을 설정하여야 한다.

(2) PSC 그라우트의 덕트 내의 충전성은 실적이 있는 표준적인 구조조건, 시공조건을 선정한 경우에는 PSC 그라우트의 유동성, 블리딩률, 팽창률로 설정할 수 있다.

① 유동성은 KS F 2432에 준하여 구하는 유하시간에 의하여 설정하며, 유하시간의 범위는 미리 실험에 의하여 정한다.

② 블리딩률은 KS F 2433에 준하여 구하는 시험값에 의하여 설정하며, 0 %를 표준으로 한다.

③ 팽창률은 KS F 2433에 준하여 구하는 시험값에 의하여 설정하며, 비팽창성 그라우트에서는 -0.5 % ~ 0. 5 %, 팽창성 그라우트에서는 0 % ~ 10 %를 표준으로 한다.

(3) PSC 그라우트의 물-결합재비는 45 % 이하로 한다.

2.3.3 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도

(1) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 덕트의 종류 및 형상, 긴장재의 종류를 고려하여 설정하여야 한다.

(2) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 일반적으로 재령 28

일의 압축강도로 대신하여 설정할 수 있다. 압축강도는 KS F 2426에 준하여 구한 시험값에 의하여 설정하며, 비팽창성 그라우트의 경우는 30 MPa 이상, 팽창성 그라우트의 경우는 20 MPa 이상을 표준으로 한다.

2.3.4 강재의 부식 저항성

(1) 구조물의 성능이 부식성 물질의 함유에 따른 강재 부식에 의하여 손상을 받아서는 안 된다.

(2) 강재의 부식 저항성은 일반적으로 비빌 때의 PSC 그라우트 중에 함유되는 염화물이온의 총량으로 설정한다. 이 때 염화물이온의 총량은 0.3 kg/㎥ 이하이어야 한다.

2.4 PSC 부속재료

2.4.1 정착장치 및 접속장치

(1) PS 강재 정착장치 및 접속장치는 감독자의 승인을 받은 것으로 영구적이고 PS 강재를 단단히 정착시킬 수 있는 제품이어야 한다.

(2) 정착장치 및 접속장치의 선정에 있어서는 정착 또는 접속된 PS강재의 인장강도의 95 % 이상이 되는 하중을 지지할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 정착장치로부터 하중이 콘크리트로 효과적으로 분배되도록 승인된 장치이어야 하며, 다음 각 호의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 앵커 플레이트나 부속품 바로 밑에 있는 콘크리트에 작용하는 최종 단위 압축응력은 사용 콘크리트의 허용압축응력을 넘지 않아야 한다.

② 프리스트레싱 작업으로 인하여 앵커 플레이트나 부속품에 발생하는 휨응력은 그 재료의 항복점을 초과하지 않아야 하며, 감독자가 승인한 긴장재 인장강도의 95 %를 적용했을 때 앵커플레이트에 눈에 띄는 비틀림이 있어서는 안 된다.

③ 포스트텐션 정착장치의 조립부품 끝을 콘크리트로 피복하지 않을 경우 설계도서에 별도로 규정되어 있지 않는 한 PS 강선의 끝과 정착장치의 모든 부분이 부재의 단부에서 부재 내측으로 최소 50 mm 이상 들어가도록 묻어 넣어야 하며, 프리스트레스 도입 후 끝 부분을 그라우트로 채워 매끈하게 하여야 한다.

(4) 정착장치 및 접속장치가 이 규정을 만족하고 있는지 여부를 계산에 의하여 밝히기는 어려우므로 한국콘크리트학회 규준 KCI-PS101의 규정에 따라 시험하여 확인할 수 있다. 다만, 공인된 시험기관의 승인시험 결과를 기초로 하여 제조자가 품질을 보증하는 정착장치나 접속장치를 사용하는 경우에는 이들 시험을 생략할 수 있다.

2.4.2 덕트

(1) 덕트의 재질은 설계도서에서 제시한 기준에 만족하여야 한다.

(2) 덕트는 콘크리트를 칠 때 쉽게 변형되지 않아야 한다.

(3) 덕트는 시멘트풀이나 콘크리트 혼합물에 함유되어 있는 물이 유입되는 것을 막을 수 있어야 한다.

(4) 이음부는 용접 또는 연결 이음장치로 조립할 수 있어야 한다.

(5) 덕트는 콘크리트에 해를 끼치거나 전기적인 활동을 발생시켜서는 안 된다.

(6) 계약상대자는 그라우팅과 관련한 다음 각 호의 사항을 보증하여야 한다.

① PS 스트랜드나 PS 강봉을 사용할 때 덕트의 내경은 적어도 PS 스트랜드나 PS 강봉의 직경보다 6.35 mm (1/4 in.) 이상 더 커야 한다.

② 덕트의 낮은 곳에 배수구멍이 있어야 한다.

2.4.3 PSC 앵커 및 부속물

(1) PSC 앵커 및 부속물은 부식에 대한 방지대책이 수립되어야 한다.

(2) 계약상대자는 PSC 앵커 및 부속물을 사용할 때 콘크리트 삽입물과 시공의 잘못으로 발생되는 손상에 대하여 책임을 져야 한다.

(3) 덕트는 긴장재를 녹슬지 않게 하고 콘크리트에 해를 주지 않으며, 프리스트레스를 도입할 때 긴장재와 콘크리트 사이를 부착시키지 않는 것이어야 한다.

(4) 마찰감소제는 긴장재, 덕트 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

2.4.4 기타재료

(1) 덕트를 씻기 위한 물은 생석회(산화칼슘)나 소석회(수산화칼슘)를 물 1 ℓ 마다 12 g을 함유하고 있어야 하며, 덕트에 불어 넣을 압축공기는 유분이 있어서는 안 된다.

(2) 프리캐스트부재의 접합에 쓰이는 콘크리트, 모르타르 및 접착제는 소요의 강도와 수밀성이 있고, 접합부의 시공조건에 적합한 것이어야 한다.

(3) 마찰 감소재는 긴장재, 덕트 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

2.4.5 철근

이 시방서 6-5절의 관련 규정에 따른다.

2.5 장비

2.5.1 프리스트레싱 장비

(1) 응력도입에 사용되는 유압잭에는 잭킹 압력을 측정할 수 있는 장비압력

게이지나 로드셀 등을 갖추어야 한다.

(2) 유압장치는 공인시험기관으로부터의 성능검사를 받고 유효기간이 지나지 않은 장비이어야 한다.

(3) 압력게이지를 사용하는 경우 압력게이지에는 최소직경이 150 mm 이상인 다이얼 게이지가 부착되어 있어야 하며, 각 잭의 게이지에는 예상되는 최종 잭킹 압력의 위치까지 교정한 도표가 첨부되어야 한다.

(4) 로드셀을 사용하는 경우에는 잭의 인장력을 측정할 수 있는 응력지시기가 부착되어 있어야 하며, 사용 전에 미리 교정하여야 한다. 인장력이 로드셀 측정용량의 10 % 이하로 되는 경우에는 그 로드셀을 사용하여서는 안 된다.

(5) 프리스트레싱 작업 중 그립(grip)의 미끄러짐에 의한 사고나, PS 강선의 파단에 의한 사고를 방지할 수 있는 안전대책을 세워야 한다.

2.5.2 PSC 그라우트 믹서(mixer)

(1) PSC 그라우트 믹서는 5분 이내에 완전히 혼합할 수 있고, 주입이 끝날 때까지 천천히 교반할 수 있는 장비이어야 한다.

(2) PSC 그라우트 믹서는 혼합조와 주입조가 분리되어 있어 연속작업이 가능하여야 한다.

2.5.3 그라우트 장비

그라우트 장비는 눈금의 간격이 2.0 MPa 이하로 표시되어 있는 압력게이지가 부착된 것이어야 하며, 1.5 MPa 이상의 펌핑압력을 낼 수 있는 청소용 장비를 갖추고 있어야 한다.

2.6 부속재료

2.6.1 그라우팅 주입파이프

그라우팅 주입파이프에는 기계식 차단밸브가 있어야 하며, 중간의 구멍 및 배출 파이프에는 밸브, 캡 또는 기타 펌핑압력을 지탱할 수 있는 장치가 있어야 한다.

2.7 자재 품질관리

2.7.1 PS 강재의 품질검사

(1) 현장에 반입되는 PS 강재가 선정된 품질을 만족하고 있는지 시공에 전에 검사하여야 한다.

(2) PS 강재의 품질 검사는 반입할 때에 표 6-6-3에 따라 실시한다.

표 6-6-3 PS 강재의 품질 검사

종 별	항 목	시험 및 검사방법	판정기준
PS 강선 및 강연선	KS D 7002 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 7002의 방법	KS D 7002에 적합할 것
PS 경강선	KS D 7009 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 7009의 방법	KS D 7009에 적합할 것
PS 강봉	KS D 3505 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3505의 방법	KS D 3505에 적합할 것

2.7.2 PSC 그라우트의 품질검사

PSC 그라우트의 품질검사는 표 6-6-4에 따른다.

표 6-6-4 PSC 그라우트의 품질검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 · 횟수	판단기준
유동성	KS F 2432의 방법	주입 전, 1회/일 이상 및 품질 변화가 인정될 때	시공계획서에 규정된 범위
블리딩률	KS F 2433의 방법		0 %
팽창률	KS F 2433의 방법		팽창성 재료 : 0 % ~ 10 % 비팽창성 재료 : 시험생략
압축 강도	KS F 2426의 방법		팽창성 재료 : 20 MPa 이상(재령 28일) 비팽창성 재료 : 30 MPa 이상(재령 28일)
염화물 함유량	KS F 4009 부속서 1의 방법		0.3 kg/m³ 이하

2.7.3 정착장치 및 접속장치의 품질 검사

정착장치 및 접속장치의 품질 검사는 표 6-6-5에 따른다.

표 6-6-5 정착장치 및 접속장치의 품질 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 · 회수	판정기준
성 능	KCI-PS 101의 방법	공사 시작 전, 실적이 있고 품질이 보증되는 것은 생략할 수 있음	규정된 하중에 견딜 수 있을 것
외 관	외관 관찰	배치하기 전, 전체 수량	유해한 부식, 오염, 손상, 변형이 없을 것

2.7.4 덕트의 품질 검사

덕트의 품질 검사는 표 6-6-6에 따른다.

표 6-6-6 덕트의 품질 검사

항 목	시험 · 검사방법	시기 · 회수	판정기준
성 능	외압저항력 시험 주입시험	공사 시작 전, 실적이 있고 품질이 보증되는 것은 생략할 수 있음	규정된 하중에 견딜 수 있을 것
외 관	외관 관찰	배치하기 전, 전체 수량	유해한 부식, 오염, 손상, 변형이 없을 것

2.7.5 PS재료의 샘플링

(1) 현장으로 운반되는 모든 강선, 강연선, 정착장치, 강봉에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.

(2) 제출된 모든 샘플은 공급되는 로트를 대표하는 것이어야 하며, 강선과 강연선의 경우 같은 로트에서 채취하여야 한다.

(3) 시험용 재료는 계약상대자 부담으로 제공하여야 하며, 사용 전에 시험이 완료될 수 있도록 미리 제공하여야 한다.

(4) 계약상대자는 재료의 판매자로 하여금 각 로트에서 샘플링한 시료를 제공하도록 하여야 하며, 감독자는 필요에 따라 시험재료의 샘플링을 제조공장에서 직접 할 수 있다.

3 시 공

3.1 시공일반

(1) 이 절에서 언급되지 않는 사항에 대하여는 도로교 표준시방서 3-11절에 따른다.

(2) 계약상대자는 프리스트레스 도입 작업을 시행하기 전에 사용장비, 재료, 시공방법 등에 대한 제반의 상세한 내용을 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 프리스트레스 도입방법을 이행하는데 있어 필요한 재료의 설치, 프리스트레스 도입장비 사용을 주관하여 지도를 할 수 있는 기술자를 확보하여야 한다.

(4) PSC 구조물의 콘크리트 및 철근은 이 시방서 6-4-1절 및 6-5절에 맞도록 시공하여야 하며, 필요할 때 계약상대자는 구조검토 및 시공상세도를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 변경하여 시행할 수 있다.

(5) PSC 자재를 원설계와 다르게 사용할 경우 필요한 구조검토 및 도서를 작성하여 감독자의 승인을 받아 변경할 수 있다.
(6) 계약상대자는 PSC 구조물의 시공 전에 인장계획서 등 시공계획서를 제출하여야 한다.
(7) PS 강재에 녹이 발생한 경우 별도의 인장시험을 한 후 감독자의 사용승인을 받아야 한다.

3.2 긴장재의 배치

3.2.1 긴장재의 가공 및 조립

(1) PS 강재는 명시된 도면에 따라 가공하여야 하며, 가공할 때 재질이 손상되지 않도록 하여야 한다. 심하게 구부러진 PS 강재, 급격한 열의 영향을 받은 PS 강재 및 높은 온도에 접한 PS 강재는 사용하지 않아야 한다.
(2) PS 강봉의 가공 및 조립을 할 때 전 작업에 걸쳐 열에 의한 절단을 해서는 안 된다.
(3) 프리텐션 방식의 시공에 사용하는 PS 강재 및 프리스트레싱 후에 부착시키는 PS 강재는 조립 전에 부착을 해칠 우려가 있는 들뜬 녹, 기름, 기타 이물질을 제거하여야 한다.

3.2.2 덕트 및 긴장재의 배치

(1) 덕트 및 긴장재는 설계도서에 명시된 위치에 정확히 배치하여야 하며, 콘크리트 타설 및 양생 중 움직이지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.
(2) 덕트는 용접하거나 또는 연결 이음장치로 조립하여야 한다. 연결 이음장치는 도금할 필요가 없으며, 배치된 원상태를 그대로 유지할 수 있어야 한다. 덕트 단면 사이의 이음은 이음부에서 굴곡에 의한 변형이 생기지 않도록 금속연결을 하며 방수테이프로 밀봉하여야 한다.
(3) 손상된 덕트나 내면에 녹이 심하게 발생한 덕트는 사용해서는 안 된다.
(4) 덕트의 이음은 콘크리트를 칠 때 시멘트풀 등이 들어가지 않도록 견고하게 시공되어야 한다.
(5) 포스트텐션 방식의 경우에 긴장재는 덕트 내에 배치할 때 서로 엉키지 않도록 하여야 한다.
(6) 부착시키지 않는 경우의 긴장재는 그 피복을 해치지 않도록 각별히 주의하여 배치하여야 한다.
(7) 포스트텐션 부재를 제작하여 장기간 동안 인장과 그라우팅 작업을 하지 못할 경우에는 PS 강재에 녹이 발생하지 않도록 하여야 한다.
(8) 덕트 및 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.2.3 정착장치 및 접속장치의 조립과 배치

(1) 정착장치 및 접속장치는 설계도서에 명시된 위치에 정확히 배치하여야 한다.

(2) 정착장치의 지압면은 긴장재와 수직이 되도록 하여야 하고, 정착장치 부근의 긴장재에는 적당한 길이의 직선부를 두어야 한다.

(3) 긴장재를 연결하는 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장 측으로 필요한 만큼 이동할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 감독자의 확인을 받아야 한다.

(5) 계약상대자는 정착장치 설치 전 설계도서에 명시된 지압판의 면적과 제품 지압판의 면적을 반드시 비교 · 검토하여야 한다.

3.2.4 정착장치 및 부재 끝단면의 보호

(1) 프리텐션방식의 부재는 프리스트레스를 준 후 부재 끝단면의 긴장재를 가지런하게 끊고 긴장재가 부식되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 포스트텐션 방식의 부재는 정착장치 및 부재 끝단면이 파손 또는 부식되지 않도록 보호하여야 한다.

(3) 정착구 양쪽에 빼놓은 PS 강선을 타고 빗물 등이 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮개를 씌워야 한다.

3.3 거푸집 및 동바리

(1) 거푸집은 프리스트레싱을 할 때 콘크리트 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 구조이어야 한다.

(2) 동바리는 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형 및 반력의 이동을 저해하지 않는 구조이어야 한다.

(3) 거푸집을 조립하기 전에 철근 조립상태, 덕트 선형 및 결속상태, 정착구 설치상태, 내부청소 등을 확인하여야 한다.

(4) 거푸집은 부재가 완성된 후 소정의 형상이 되도록 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형을 대비하여 적절한 솟음(camber)을 고려하여야 한다.

(5) 프리스트레싱 중의 부재의 변형을 막는 거푸집은 콘크리트 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 범위에서 프리스트레싱 작업 전에 떼어낼 수 있다. 다만, 프리스트레싱에 의해서 비로소 자중 등의 반력을 받는 부분의 거푸집 및 동바리는 떼어내지 않아야 한다.

(6) 덕트와 거푸집과의 접촉방지를 위하여 사용되는 간격재는 승인된 모양과 치수의 프리캐스트 모르타르 블록이어야 하며, 덕트와 덕트 사이에는 모

르타르 블록이나 기타 적절한 방법으로 간격을 유지하여야 한다. 다만, 목재로 된 간격재를 사용해서는 안 된다.

(7) 거더의 측면 거푸집은 포스트텐셔닝 전에 제거하여야 하며, 상부구조를 지지하는 동바리는 그라우트 후 최소한 48시간이 경과하지 않았거나 모든 조건이 만족된 후가 아니면 해체해서는 안 된다. 지지동바리는 상부구조의 동바리를 제거하는데 영향을 받지 않고 포스트텐션을 주는 동안 줄어들지 않도록 시공하여야 한다.

3.4 프리스트레스의 도입

3.4.1 일반사항

(1) 긴장재는 이것을 구성하는 PS 강재의 각각에 소정의 인장력을 주어지도록 인장되어야 한다. 이 때 인장력을 설계값 이상으로 주었다가 다시 설계값으로 낮추는 식의 시공을 하지 않아야 한다.

(2) 프리텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 고정장치에서의 활동(slip), 고온촉진 양생을 하는 경우의 고온으로 인한 유해한 영향 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 프리스트레스를 줄 때는 고정장치를 서서히 풀어서 각 긴장재가 고르게 풀어지도록 하여야 한다.

(3) 포스트텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 또는 활동 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 설계도서에 명기된 순서에 따라야 하며, 각 단계마다 콘크리트에 유해한 응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 또한 이 경우에는 콘크리트의 탄성변형량에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향력을 고려하여 인장력을 정하여야 한다.

(4) 계약상대자는 프리스트레싱하기 전에 거푸집의 일부를 풀어서 프리스트레싱 중의 PSC 부재의 변형에 대한 구속을 작게 하여야 한다. 필요에 따라서는 프리스트레싱과 동시에 동바리의 일부를 침하시키는 조치를 취하여야 한다.

(5) 긴장재를 인장하는 방향은 설계내용, 현장조건, 시공방법 등에 따라 결정하여야 하며, 일방향으로 인장할 때에는 프리스트레스가 균등하게 분포되도록 긴장재마다 인장하는 방향을 바꾸어야 한다. 단, 제작 및 가설 조건의 제약으로 인하여 긴장재마다 인장방향을 바꾸는 것이 불가능한 경우에는 해석이나 실험을 통하여 필요한 긴장력이 도입된 것을 확인한 후 긴장재의 인장방향을 한 방향에서 인장할 수 있다.

(6) 프리스트레싱을 할 때에는 긴장재의 파단 또는 부재의 좌굴 등에 의한

안전사고에 대해서 특히 유의하여야 한다.

(7) 스트랜드(강연선)는 생산제조회사로부터 규격별 시험성과표를 받아 이를 기준으로 프리스트레싱 관리를 하여야 한다.

(8) 프리스트레싱 작업은 반드시 안전조치를 취하고 감독자 입회 하에 실시하여야 하며, 프리스트레싱 작업 후 인장력과 강재의 신장량 등 인장에 관한 기록을 감독자에게 제출하여야 한다.

(9) 콘크리트의 압축강도가 설계에 규정된 응력을 도입할 때의 압축강도에 도달하기 전까지는 현장타설 콘크리트에 포스트텐션을 가해서는 안 된다.

3.4.2 프리스트레싱 장치의 교정(calibration)

(1) 프리스트레싱 장치의 교정은 현장에 다이나모미터 또는 쌍침식(雙針式) 표준게이지를 준비하여 두고, 프리스트레싱 장치를 사용하기 전에 실시하고 필요에 따라서 사용 중에도 실시하여 그 결과를 기록하여 두어야 한다.

(2) 프리스트레싱 장치는 다음의 시기에 반드시 교정을 하여야 하며, 그 결과를 감독자에게 보고하여야 한다. 현장에는 교정용 표준게이지 등을 비치하여야 한다.

① 최초의 프리스트레싱 직전
② 잭(jack) 또는 펌프 수리 및 조합을 변경할 때
③ 압력계의 영점이 이동되었을 때
④ 약 50본의 케이블을 인장한 후
⑤ 장기작업 중단 후 작업을 재개할 때
⑥ 계산치와 측정치가 현저히 다를 때

3.4.3 프리스트레싱을 할 때 콘크리트 압축강도

(1) 프리스트레싱을 할 때의 콘크리트의 압축강도는 프리스트레싱 직후의 콘크리트에 생기는 최대 압축응력의 1.7배 이상, 또는 28 MPa 이상이어야 한다. 프리텐션 방식의 경우 콘크리트의 압축강도는 30 MPa 이상이어야 한다. 이 때 압축강도의 확인은 구조물과 똑같은 양생조건의 공시체에 대하여 한다.

(2) 프리스트레싱을 할 때 정착부 부근 콘크리트 강도는 정착에 의해서 생기는 지압응력에 견디는 강도 이상이 되어야 한다.

3.4.4 초기재령에 프리스트레스를 주는 경우의 유의사항

(1) 교량의 규모, 구조, 시공방법, 시공시기, 현장조건 등에 따라 초기재령의 콘크리트에 프리스트레스의 일부를 주는 경우에도 3.4.3항의 규정을 준수하도록 특히 유의하여야 한다.

(2) 캔틸레버공법(Free Cantilever Method)으로 시공하는 교량의 경우에는 콘크리트 강도가 비교적 낮은 시기에 프리스트레싱이 순차적으로 수행되기 때문에 매 단계별로 면밀히 검토하여야 한다.

3.4.5 프리스트레싱의 관리

(1) 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시도와 긴장재의 늘음량에 의하여 관리하여야 하고, 하중이 증가함에 따라 그의 관계가 직선으로 되어가는 것을 확인하여야 한다. 직선이 되지 않는 경우에는 프리스트레싱을 다시 하여야 하고, 다시 한 후에도 이상상태를 나타내는 경우에는 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.

(2) 프리스트레싱의 관리에 있어서는 여러 가지 원인에 의한 변동을 고려하여 긴장재 1개마다에 정하여진 인장력이 주어지고 있는 것을 확인하여야 한다.

(3) 1개 부재에 여러 개의 긴장재가 배치되어 있는 경우에는 긴장재 1개마다의 관리 외에 긴장재를 몇 개의 조로 나누어서 관리하여야 한다.

(4) 집중 케이블 방식과 같이 한 개의 부재에 배치되는 긴장재의 개수가 극단적으로 적은 경우의 프리스트레싱 관리는 특별한 고려를 하여야 한다.

(5) 마찰계수 및 긴장재의 겉보기 탄성계수는 시험에 의하여 구하여야 한다.

(6) 프리스트레싱 작업은 설계도서대로 긴장을 하며, 긴장력 도입을 위하여 사용되는 유압기는 긴장력 도입에 필요한 힘을 공급하고 지탱할 수 있어야 하고, 긴장력을 측정하기 위한 압력계나 하중계를 장치한 것이어야 한다.

(7) 프리스트레싱 작업은 프리스트레싱 관리도를 이용하여 실시하고, 하중계의 인장력과 PS 강재의 늘음량 또는 빠짐량을 측정기록하여 직선으로 진행되는가를 확인하여야 한다.

(8) 인장력과 늘음량 또는 빠짐량의 관계가 직선이 되지 않을 때는 즉시 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.

(9) 설계상의 인장력 및 늘음량 또는 빠짐량 값과 실제 긴장할 때의 값 차이, 즉 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차가 ±5 % 이상의 편차를 보일 경우 즉시 작업을 중지하고, 전문기술자의 자문을 받아 원인을 조사하고 대책을 강구하여야 한다.

(10) 긴장 중 PS 강재의 파손 등이 발생하였을 때에는 전문기술자의 검토를 받아 대책을 수립하여야 한다.

(11) 프리스트레싱 작업 중에는 PS 강선의 늘음량 또는 빠짐량을 확인할 수 있도록 정착구 양측에 스프레이어 등으로 표시하여야 한다.

(12) 잭을 정착구에 설치하기 전에 자연상태로 된 PS 강재의 정착구 바로 뒷부분에 지워지지 않는 페인팅을 하여야 한다.
(13) 잭을 정착구에 설치한 후 매 10 MPa 압력마다 잭의 램(ram) 길이를 측정하여야 한다.
(14) 잭의 압력 게이지는 검 · 교정공인기관에서 검사를 받은 후 사용한다.
(15) 늘음량은 mm 단위로 측정이 되어야 하고, 이론적인 계산값과의 차이는 각각의 텐던에 대하여 ±7 %를 넘지 않아야 하며, 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차는 ±5 %를 넘지 않아야 한다.
(16) 계약문서나 설계도서 등에 달리 명시되어 있지 않는 한, 긴장순서는 부재에 편심력을 최소화 하는 방법으로 작업하여야 한다.

3.5 콘크리트 타설

(1) 계약상대자는 콘크리트 타설 이전에 배치 플랜트와 제작장과의 거리 · 운반시간 타설방법 · 타설시간 등을 검토하여 유동화제 투입장소 · 사용량을 결정하고, 연속적인 콘크리트 타설이 되도록 계획을 수립하여야 한다.
(2) 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때에는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.
(3) 감독자가 거푸집, 철근, 마개, 덕트의 정착장치 및 강재의 배치, 내부 청소상태 등을 검사하고 승인하기 전에는 콘크리트 타설을 해서는 안 된다.
(4) 콘크리트 타설 전 및 타설 중 감시인을 정하여 거푸집 및 동바리의 변형 · 압축 · 침하 등의 관측을 하도록 하여야 하며, 타설 전에 모든 덕트의 막힘 여부를 확인하여야 한다.
(5) 타설할 때 바이브레이터를 이용하여 콘크리트가 철근과 철근사이, 덕트 둘레 거푸집 구석구석까지 채워지도록 다짐을 철저히 하며, 특히 양단부는 철근 조립이 복잡하여 공동이 발생할 소지가 있으므로 다짐에 유의하여야 한다.
(6) 무리한 다짐은 덕트의 손상 또는 철근의 위치 변동의 소지가 있으므로 주의하여야 한다.
(7) 시공이음부의 기존 타설면은 콘크리트 타설 시작 2시간 전에 살수하여 습윤상태를 유지하여야 한다.

3.6 양생

(1) 습윤양생 대신 증기양생을 사용할 수 있으며, 이 때 계약상대자는 양생시설 · 방법 등 계획서를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(2) 콘크리트를 친 후 2시간 ~ 3시간 경과 후에 증기를 가하기 시작하여야 하며, 지연제를 사용했을 경우에는 4시간 ~ 6시간이 경과한 후 증기를 가하기 시작하여야 한다.
(3) 증기가 콘크리트에 직접 닿지 않도록 하여야 하며, 상대습도는 100 %가 유지되어야 한다.
(4) 온도상승 및 하강은 시간마다 20 ℃를 넘지 않도록 한다.
(5) 온도상승은 65 ℃ 될 때까지 하며 최고온도의 유지시간은 거푸집의 탈형 및 프리스트레스 도입시기, 사용시기 등을 고려하여 결정한다.
(6) 온도하강 때는 외기온도보다 10 ℃ 높은 온도까지 하강되게 한다.
(7) 증기양생 후에도 타설 완료 후 최소한 7일간 적절한 습윤양생을 하여야 한다.
(8) 콘크리트를 친 후 7일이 경과하기 전에는 빙점하의 기온에 노출시켜서는 안 되며, 적절한 덮개나 습윤양생을 하여 급격한 외부온도 및 습도의 변화로부터 보호하여야 한다.
(9) 증기양생 후 PS 강선 및 PS 강연선을 좌·우 단부에서 두드려 보아 덕트에 모르타르가 스며들었는지 확인하여야 한다.

3.7 PSC 그라우트

3.7.1 일반사항

(1) PSC 그라우트는 프리스트레싱이 끝난 후 다음의 제한시간 내에 그라우팅을 하여야 한다.

① 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용하지 않은 경우

가. 매우 습한 대기 또는 과다 함수비 함유상태 (습도 70 % 초과) : 7일
나. 적절한 습도함유 대기상태 (습도 40 % ~ 70 %) : 15일
다. 매우 건조한 대기 상태 (습도 40 % 미만) : 20일
라. 제작 및 현장 상황에 따라 부득이 상기 조건을 만족시키지 못하는 경우에는 덕트 안이나 강재에 직접 부식억제제 또는 부식방지제를 사용하여 녹과 다른 부식요소로부터 지속적으로 보호하여야 한다.

② 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용한 경우

사용된 부식억제제의 특성과 성능에 따라 ①항의 제한시간보다 시간을 연장할 수 있다. 단, 사전에 전문기술자의 검토를 거쳐 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 덕트는 그라우트 주입 전에 압축공기로 물을 흘러내어 깨끗이 씻어내 적셔 놓아야 한다.

(3) 덕트 내 PS 강재 사이의 공간을 그라우트로 채워 PS 강재를 콘크리트에 부착시킨다.

(4) 그라우트의 적정한 혼합비를 결정하기 위해서는 점성도시험, 팽창성시험, 블리딩시험 및 압축강도시험을 하여야 한다.

3.7.2 시공장비의 관리

(1) 모든 덕트는 깨끗하고 그라우팅 작업을 방해하거나 그라우트의 부착을 저해하는 유해 물질이 없어야 하며, 모든 그라우트 혼합물은 그라우트 펌프에 넣기 전에 최대 1.2 mm 눈금의 체로 걸러야 한다.

(2) 그라우팅 주입 파이프의 밸브와 캡은 그라우트가 경화할 때까지는 제거해서는 안 된다.

(3) 강재는 콘크리트에 부착되어야 한다.

3.7.3 비비기 및 휘젓기

(1) 비비기의 순서는 먼저 물을 믹서에 투입하고 이어 시멘트와 혼화제를 투입한다. 그라우트는 비비기가 잘 되고 균질의 그라우트를 생산할 수 있는 형태의 기계식 혼합장비로서 혼합하여야 한다.

(2) 물의 양은 시멘트 1포대(40 kg)마다 18 ℓ 를 넘지 않아야 한다. 또한 그라우트의 되비비기는 허용되지 않으며, 펌프로 주입하기 전까지 계속 되섞어야 한다.

(3) 그라우트는 주입이 끝날 때까지 천천히 휘젓기를 하여야 한다.

3.7.4 주입

(1) 콘크리트 타설이 완료된 즉시 덕트 내에 유분이 없는 압축공기로 덕트 내의 모르타르를 굳기 전에 제거하여야 하며, 콘크리트를 친 후 대략 24시간이 경과한 후 덕트 내부를 물로 청소하고 유분이 없는 압축공기로 청소한다.

(2) PSC 박스거더의 내부 거푸집을 설치하기 전에 계약상대자는 감독자에게 모든 덕트가 막히지 않았음과 PS 강재를 배치한 경우라도 강재는 자유롭고 부착되지 않았음을 확인하여야 하며, 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후에는 PS 강재를 싸고 있는 덕트 내에 PS 강재가 부착되지 않았음을 확인하여야 한다. 또한 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후 PS 강재를 싸고 있는 덕트 내에 유분이 없는 압축공기를 불어 넣어 청소를 하고 덕트의 낮은 쪽으로부터 그라우트하여 완전히 채워야 한다.

(3) 그라우트는 펌프로 덕트를 통하여 채워 넣어 물, 슬래그 또는 공기가 출구로 나오지 않을 때까지 흘려버린다. 배출되는 그라우트의 유출시간은 11초 이상으로 한다. 그 후 모든 구멍 및 열려진 곳을 닫고, 주입단에서의 그라우팅 압력이 최소한 0.7 MPa이 되도록 높혀 최소 11초간 유지한다.

(4) 시멘트 1포마다 알루미늄 분말 혼화제 사용량은 그라우트의 온도가 21 ℃ 일 때는 0.13 kg, 4 ℃일 때는 0.2 kg으로 변화시킨다. 모든 성분을 첨가한 후 1배치를 3분간 혼합한다. 혼합이 완료된 배치는 45분 내에 주입하여야 한다.

3.7.5 한중 그라우트 시공

(1) 한중에 시공을 하는 경우에는 주입 전에 덕트 주변의 온도를 5 ℃ 이상으로 올려놓아야 한다. 또한 주입할 때 그라우트의 온도는 10 ℃ ~ 25 ℃를 표준으로 하고, 그라우트의 온도는 주입 후 적어도 5일간은 5 ℃ 이상을 유지하여야 한다.

3.7.6 서중 그라우트 시공

(1) 서중 시공의 경우에는 지연제를 겸한 감수제를 사용하여 그라우트 온도의 상승이나 그라우트가 급결되지 않도록 하여야 한다.

3.8 시공허용오차

(1) 철근배치에 관한 시공정밀도는 다음 표 6-6-7의 범위 내에 있어야 한다.

표 6-6-7 철근배치에 관한 시공정밀도

항 목	시 공 정 밀 도
유 효 높 이	설계치수의 ±3 % 또는 ±30 mm 중에서 작은 값 다만, 최소피복두께는 확보하는 것으로 한다. 바닥판의 경우 설계치수의 ±10 mm로 하고 소요 피복두께를 확보하여야 한다.

(2) 프리텐션 부재에서의 PS 강재를 배치할 때 및 포스트텐션 부재 덕트 및 정착장치를 배치할 때의 시공정밀도는 다음 표 6-6-8의 범위 내에 있어야 한다.

표 6-6-8 PS 강재의 시공정밀도

항 목		시공정밀도
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	주요한 설계단면의 양측 ℓ /10 의 범위(ℓ :지간)	설계치수의 ±5 % 또는 ±5 mm 중에서 작은값
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	기타의 범위	설계치수의 ±5 % 또는 ±30 mm 중에서 작은값. 다만, 최소 피복두께는 확보하는 것으로 한다.

주) 주요한 설계단면이란 단면력이 크고 지간중앙부근, 지점상 부근 등의 위치의 단면을 말한다.

(3) 부재치수

부재치수의 시공 정밀도는 다음 표 6-6-9의 범위 내에 있어야 한다.

표 6-6-9 부재 시공 정밀도

항 목	시공정밀도
수직 및 수평부재의 길이	설계치수의 ±1 % 또는 ±30 mm 중에서 작은 값
기둥 및 보의 단면 치수	설계치수의 ±2 % 또는 ±20 mm 중에서 작은 값
바닥판의 두께	+20 mm ~ −10 mm

3.9 현장 품질관리

3.9.1 시험

(1) 콘크리트 압축강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

(2) 콘크리트 압축강도 시험빈도는 개개의 PSC 구조물에 대하여 각 부재마다 또는 150 ㎥ 마다 실시하여야 하며, 공시체는 3조(여기서, 1조는 3개의 공시체를 의미한다.) 이상 제작하여야 한다.

(3) 공시체는 구조물과 같은 조건하에 양생하여야 하며, 다음과 같은 시기에 압축강도 시험을 실시하여야 한다.

① 1조는 프리스트레스 응력 전이될 때

② 1조는 28일째 되는 날

③ 1조는 필요할 때

3.9.2 확인

프리스트레스나 포스트텐션 등의 해체작업을 할 때에는 매우 위험하므로 설치된 스트랜드나 텐던의 정확한 위치를 표시하고 기록(준공)도면에 표기하여 해체할 때에 확인할 수 있도록 한다.

6-7 강구조물공사

6-7-1 강교제작 및 가설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량을 설치하는데 필요한 강구조물의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-2 공사관리
1-2-4 공무행정 및 제출물
1-4 품질관리
6-1 구조물공사 일반
6-7-4 강교도장
6-9-3 교량받침
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS A 0011 물체색의 색 이름
KS A 0062 색의 3속성에 의한 표시방법
KS B 0052 용접기호
KS B 0106 용접용어
KS B 0161 표면 거칠기 정의 및 표시
KS B 0416 금속판 세어링 보통 공차
KS B 0428 가스절단 가공 강판 보통 허용차
KS B 0529 머리붙이 스터드 용접부의 굽힘 시험 방법
KS B 0801 금속재료 인장시험편
KS B 0802 금속재료 인장시험 방법
KS B 0810 금속재료 충격 시험방법
KS B 0811 금속재료의 비커스 경도 시험방법

KS B 0816 침투 탐상 시험방법 및 지시 모양의 분류
KS B 0845 강 용접 이음부의 방사선 투과 시험 방법
KS B 0850 점 용접부의 검사 방법
KS B 0867 겹치기 이음 용접 균열 시험 방법
KS B 0869 U 형 용접 균열 시험 방법
KS B 0870 Y 형 용접 균열 시험 방법
KS B 0872 C 형 지그 구속 맞대기 용접 균열 시험 방법
KS B 0893 용접열 영향부의 최고 경도 시험 방법
KS B 0885 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 판정 기준
KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KS B 1002 6각볼트
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각볼트 · 6각너트 · 평와셔의 세트
KS B 1012 6각너트
KS B 1017 접시 머리 볼트
KS B ISO 2338 평행 핀
KS B ISO 1234 분할 핀
KS B 1062 머리붙이 스터드
KS B 2819 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트 · 6각너트 · 평와셔의 세트
KS B 5209 강제 줄자
KS B 5221 미터 보통 나사용 한계 게이지
KS B ISO 14731 용접 업무 조절 – 임무와 책임
KS D 0001 강재의 검사통칙
KS D 0028 단강품의 검사통칙
KS D 0213 철강재료의 자분 탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류
KS D 0401 주강품의 제조, 시험 및 검사통칙
KS D 3500 열간 압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3529 용접구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3530 일반구조용 경량 형강
KS D 3542 고 내후성 압연 강재
KS D 3558 일반구조용 용접 경량 H형강
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3568 일반구조용 각형 강관
KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉

KS D 7005 연강용 가스 용접봉
KS D 7006 고장력 강용 피복아크 용접봉
KS D 7023 저온용 강용 피복아크 용접봉
KS D 7025 연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어
KS D 7101 내후성 강용 피복아크 용접봉
KS D 7102 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 플럭스
KS D 7103 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 와이어
KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접 플럭스코어선
KS D 7105 일렉트로 가스 아크용접용 플럭스코어선
KS D 7106 내후성 강용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어
KS D 7109 내후성 강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어
KS Q 1001 계량 규준형 1회 샘플링 검사
KS Q ISO 2859-1~3 계수치 샘플링검사 절차

1.3.3 관련시방서
도로교 표준시방서 제2장 강교

1.3.4 관련법규
건설기술진흥법 제55조

1.4 용어의 정의

(1) 가붙임용접(tack welding) : 본 용접 전에 용접되는 부재를 정하여진 위치에 잠정적으로 유지시키기 위해서 비교적 짧은 길이로 된 용접
(2) 가스메탈 아크용접(GMAW ; gas metal arc welding) : 외부에서 용융금속을 대기영향으로부터 보호하기 위하여 보호가스를 공급하면서 연속으로 공급되는 용가재를 사용하는 아크용접
(3) 가조임 볼트(temporary tighting bolt) : 부재의 가조립 또는 가설(설치)할 때 연결부에 위치를 이음 고정하여 부재의 변형 등을 막기 위해서 임시로 사용하는 볼트
(4) 고장력강(high tensile strength steel) : 보통 인장강도 490 MPa 이상급의 압연재로서 용접성, 노치인성 및 가공성이 우수한 강재
(5) 기공(blowhole, porosity) : 용융금속 중에 발생한 기포가 응고할 때에 이탈하지 못하고 용접부 내에 잔류하여 생기는 공동현상
(6) 단강품(steel forging) : 단조품을 적당한 단련 성형비를 주도록 강괴 또는 강편을 단련 성형하여 보통 소정의 기계적 성질을 주기 위하여 열처리를 시행한 것

(7) 단조품(forging product) : 흑피품이라고도 하며, 단조 성형된 채로의 형상인 것으로 형타단조품 · 자유단조품 · 중공단조품 등이 있고, 단조작업 온도에 따라 열간단조품 · 온간단조품 · 냉간단조품이 있다.

(8) 단품제작 : 제작품의 중량, 설치 및 운송을 고려하여 일정 규모의 단일 부재로 제작하는 공정

(9) 뒷댐재(weld backing) : 맞대기 용접을 한 면으로만 실시하는 경우 필요한 만큼의 용입을 확보하고, 용융금속의 용락을 방지할 목적으로 동종 또는 이종의 금속판 · 입상 플럭스 · 불성 가스 등을 루트 뒷면에 받치는 것

(10) 브리넬경도(brinell hardness) : 강구압지를 사용하여 시험편에 구상의 압입자국을 만들었을 때의 하중을 압입자국의 직경으로부터 구한 압입자국의 표면적으로 나눈 값

(11) 비커스경도(vickers hardness) : 대면각 136°의 정사각뿔인 다이아몬드 압자를 일정한 시험하중으로 시료의 시험면에 압입하여 생긴 영구 오목부의 표면적으로 나눈 값

(12) 샬피충격시험(charpy impact test) : 샬피충격시험기를 사용하여 시험편에 충격하중을 가하여 재료의 취성, 인성을 측정하는 시험법

(13) 서브머지드 아크용접(SAW : submerged arc welding) 입상의 플럭스 내에서 와이어와 모재 사이 또는 와이어끼리의 사이에 아크를 발생시켜 열로 실시하는 용접을 말한다.

(14) 스트롱백(strong back) : 맞대기 용접을 할 때에 이음판의 상호엇갈림 치수차를 수정함과 동시에 각변화를 방지하기 위해서 일시적으로 붙이는 보강재

(15) 스패터(spatter) : 용접부의 일부를 이루지 않는 용융용접 중 배출된 금속입자

(16) 아크에어가우징(arc air gouging) : 탄소봉을 전극으로하여 아크를 발생시켜 용융금속을 홀더(holder)의 구멍으로부터 탄소봉과 평행으로 분출하는 압축공기로서 계속 불어내어 홈을 파는 방법

(17) 엔드탭(end tab) : 용접이 시작되거나 또는 종료되는 곳에 설치되는 별도의 재료

(18) 열가공 제어강(TMC강 : thermo-mechanical control processed steel) : 제어압연을 기본으로 하여 그 후 공냉 또는 강제적인 제어냉각을 하여 제조한 강재로서, 일반 압연강재 보다 용접성이 우수함. 열가공 압연 및 가속냉각이 여기에 포함됨.

(19) 열처리 고장력강(Q : quenched & tempered high tensile strength

steel) : 강을 담금질(quenching)한 후 뜨임질(tempering : 뜨임온도는 400 ℃ 이상)을 하여 강의 결정입자를 곱게 해서 재질을 조정하고 강인화시켜 열처리를 하여 고장력강으로서의 성질을 지니도록 한 강재. 일명 조질고장력강이라고도 칭함.

(20) 용락(burn-through) : 용접금속이 홈의 뒷면에 녹아내리는 현상. 박판 용접에 봉 용극을 사용하거나 용접하여야 될 판 두께가 용융금속을 지탱할 수 있을 만큼의 루트면 치수가 없을 경우 또는 루트 간격이 너무 클 경우 발생하는 현상

(21) 일렉트로가스 용접(EGW : electrogas welding) : 용접할 모재 사이에 물로 냉각시킨 2매의 구리받침판을 이용하여 용융 풀(molten pool) 위로부터 차폐가스를 공급하면서 와이어를 용융부에 연속적으로 공급하여 와이어 선단과 용융풀 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 모재를 용융시켜 용접하는 방법

(22) 일렉트로슬래그 용접(ESW : electroslag welding) : 용융슬래그와 용융금속이 용접부에서 흘러나오지 않게 용접의 진행과 함께 수냉시킨 구리판을 위로 이동시키면서 연속 주조방식에 의하여 용접하는 방법

(23) 재편조립(assembly of piece) : 재단도에 의하여 절단한 판재나 형강 등을 조립하는 공정

(24) 저온균열(cold crack) : 약 200 ℃ 이하의 저온에서 발생하는 균열로, 저온균열에는 루트균열 · 토우균열 · 비드하부균열 등이 있다.

(25) 주강품(steel casting) : 용해된 강을 주형에 주입하여 소요 모양의 제품으로 한 것, 주입주강품 · 주방 주강품 등이 있다.

(26) 층분할방식(split layer technique) : 용접층이 두꺼울 경우 단일층의 용접으로 시행하지 못하고 여러 층으로 나누어 용접을 시행하는 방법

(27) 케스케이드법(cascade method) : 다층 용접을 할 경우 각 비드의 일부를 인접 비드 위에 겹쳐 용착하는 방법

(28) 코킹(caulking) : 불연속을 밀폐(seal)시키거나 또는 감추기 위하여 기계적인 방법으로 용접부나 모재의 표면에 소성변형을 가하는 작업

(29) 크레이터(crater) : 용접 비드가 끝나는 곳에 있는 함몰 자국

(30) 탄소강(carbon steel) : 철과 탄소의 합금으로서 탄소함유량이 보통 약 0.02 % ~ 2 % 범위의 강 또한 소량의 규소 · 망간 · 인 · 유황 등을 함유하고 있다. 탄소 함유량에 따라 저탄소강 · 중탄소강 · 고탄소강으로 분류되고, 경도에 따라 극연강 · 연강 · 경강으로 구분된다.

(31) 플럭스코어드 아크용접(FCAW ; flux cored arc welding) : 코어드 와

이어나 플럭스코어드 와이어 용접봉을 사용하는 용접

(32) 피닝(peening) : 충격타를 가하여 금속을 기계적으로 가공하는 작업

(33) 피복아크용접(SMAW ; shield metal arc welding) : 피복아크용접은 용접하려는 모재 표면과 피복아크 용접봉의 선단과의 사이에 발생하는 아크열에 의하여 모재의 일부를 용융함과 동시에 용접봉에서 녹은 용융금속에 의하여 결합하는 용접 방법

(34) 합금강(alloy steel) : 강의 성질을 개선 향상시키기 위하여 또는 소정의 성질을 구비시키기 위하여 합금원소를 1종 또는 2종이상 함유시킨 강철

(35) PS 강봉(steel bars for prestressed concrete) : 탄소강, 저합금강, 스프링강 등을 사용, 스트레칭, 냉간드로잉, 열처리 등 어느 특정한 방법 또는 이들의 조합으로서 끝맺임된 강봉

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

(1) 강교제작 착수 전에 강교의 제작, 조립, 설치 등에 관한 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 시공계획서에는 다음사항이 포함되어야 한다.

① 공사예정공정표 및 공정관리계획
② 강재구입 및 조달
③ 제작 및 제작관리
④ 가조립
⑤ 도장계획(공장도장 및 현장도장)
⑥ 수송계획
⑦ 조립 및 가설계획
교량가설지점의 지형, 지세의 지리적 조건과 교량형식, 사용장비계획 및 환경조건과 지지력을 고려하여 세밀히 작성하여야 한다.
⑧ 상부 슬래브공
⑨ 품질관리계획(시험 및 검사계획)
⑩ 안전 · 환경관리계획

(2) 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 1-4절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

(3) 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 1-2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.5.2 시공상세도면

계약상대자 및 강교제작자는 설계에 대한 검토를 한 후 감독자, 설계자와 협의하여 필요한 제반사항이 현장 시공상세도를 작성할 때 반영될 수 있도록 하여야 한다.

시공상세도면은 총칙편 1-2-4절 1.5의 해당사항에 다음을 추가하여 작성되어야 한다.

(1) 강교제작도

① 제작도에는 부재의 기호, 용접기법, 절단, 커버플레이트, 연결, 구멍, 볼트 및 연결재, 솟음, 제작 및 설치 허용오차, 마무리 종류, 페인트계열, 부재의 무게 및 주요 여유고 등 특기사항이 포함되어야 한다.

② 도면에는 용접의 치수, 길이 및 형식을 나타내야 하며, 개별 용접공의 신원을 명시하여야 한다.

(2) 가설 구조물도 (구조계산서 포함)

(3) 부재의 조립순서도

부재의 크기와 중량, 조립순서 및 조립방법, 조립위치, 솟음, 제작 및 설치 허용오차, 정착재, 받침재의 위치 및 설치요령서 등이 포함되어야 한다.

(4) 현장 용접시공도

KS B 0052의 표준용접기호를 사용하여 작성하여야 하며, 현장용접의 위치, 용접규모, 용접방법 및 절차서, 품질검사방법 및 검사절차서를 포함하여야 한다. 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명시하여야 한다.

1.5.3 강교 제작보고서

(1) 계약상대자는 제작완료 후 제작보고서를 제출하여야 한다.

(2) 제작보고서는 제작시험방법 및 검사절차서를 포함하여야 한다.

(3) 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명기하여야 한다.

1.5.4 용접절차서

계약상대자는 용접시공에 앞서 용접방법과 용접절차서, 용접품질 검사방법 및 절차서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 용접절차서 및 검정기록서 작성에 필요한 용접기호 및 용접용어는 KS B 0052 및 KS B 0106에 준한다.

1.5.5 용접공 및 용접기록 자료

(1) 용접공의 용접기록 자료

(2) 용접공의 신분증과 자격증

(3) 용접시험시공 기록

(4) 강교제작 후 용접재료, 용접시공 및 용접검사에 관한 기록

(5) 현장용접이 허용된 경우 현장용접기기에 대한 명세서와 용접기록서

(6) 서브머지드 아크 용접을 시행하는 경우 용접봉과 플럭스의 조합시험 보고서

1.5.6 제품자료

(1) 계약상대자는 강재 및 부속품, 구입품의 품질확인 및 검증을 위하여 KS D 0001, KS D 0028, KS D 0401 등에 의하여 작성된 각 재료의 밀 시트(mill sheet), 재료시험보고서 및 제품 검사성적서 등을 작성하여야 한다.

(2) 스터드

계약상대자는 스터드 제품의 품질확인서를 제출하여야 한다.

(3) 볼트 및 연결재

계약상대자는 볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서를 제출하여야 한다.

1.5.7 안전시설 및 환경시설

(1) 계약상대자는 교량가설에 필요한 중요 안전시설계획을 수립하고 이에 따른 보호시설도와 안전장비 등의 사양서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 계약상대자는 공사를 할 때 발생하는 소음, 진동 등 자연훼손에 대한 보호시설과 건설잔재 처리 등에 관한 환경보호 시설계획을 제출하여야 한다.

1.6 품질보증

1.6.1 강교제작자

계약상대자는 강교제작자 선정에 있어 사전에 감독자에게 검사와 승인을 받아야 한다. 검사와 승인대상은 다음 사항에 따르며 작업을 시작하기 최소한 10일 전까지는 서면으로 제출하여야 한다.

(1) 제작공장

강교 제작은 건설기술진흥법 제55조 3항의 규정에 의한 철강구조물 제작 인증공장에서 시행하여야 한다.

(2) 공장시설

① 기계설비 배치도
② 전처리 설비
③ CNC 절단
④ CNC 드릴 설비
⑤ 성형가공 설비
⑥ 도장 설비

⑦ 공종별 흐름(Flow)
⑧ 계측기 보유현황
⑨ 운반설비
⑩ 가조립장
⑪ 제작 라인 자동화 설비
⑫ 기타 감독자가 필요하다고 인정하는 시험
⑬ 자동 용접설비

(3) 품질관리조직 및 계획
(4) 품질관리자의 자격 및 자격증 소유
(5) 공장 전체 조직원 및 조직 구성

1.6.2 용접업무 조절담당자

(1) 용접업무 조절담당자는 용접이나 용접 관련 업무에 관한 생산작업을 책임지며, 교육과 훈련 및 경험 등을 통하여 지식과 능력이 입증된 사람으로 한다. 용접업무 조절담당자의 기술적 지식은 KS B ISO 14731에 따른다.
(2) 용접업무 조절담당자의 업무 내역은 KS B ISO 14731에 따르며, 계약 · 설계검토 · 모재 및 소모품 · 하청계약 · 생산계획 · 장비 · 용접작업 · 시험 · 용접 승인 · 문서화 등의 활동에 관련된 명세 또는 준비, 업무조절, 통제관리, 검사 및 점검 또는 입회의 임무와 책임을 포함한다.
(3) 용접업무 조절담당자는 하나 또는 다수의 업무조절과제를 수행한다. 다수에 의하여 용접업무가 조절되는 경우 각 개인에게 임무와 책임을 배정한다.
(4) 제작자는 적어도 1명 이상의 공인되거나 감독자의 승인을 받은 용접업무 조절담당자를 임명한다.

1.6.3 용접절차서 및 검정기록서

계약상대자는 용접시공 및 수정작업에 필요한 모든 용접법에 대해서 용접절차서와 검정기록서를 작성하여야 하며, 이를 5년간 보관하여야 한다.

1.6.4 용접검사원의 자격

계약상대자가 자체 품질검사의 일환으로 시행하는 용접검사는 최소 5년 이상 경력자로서 자격있는 용접검사원이 검사하여 결함유무를 확인하여야 하며, 특히 비파괴 시험 검사원은 비파괴 검정시험에 합격한 자이거나 감독자가 확인한 비파괴 교육과정을 이수한 자이어야 한다.

1.6.5 현장조립 또는 현장용접

현장조립 또는 현장용접을 할 때는 공장용접과 상응한 보호시설을 하여야 하며, 용접공 및 용접기술자의 자격과 절차서는 공장용접에 따른다.

1.6.6 강재의 용접성 시험

충격을 요하는 구조용 강재와 부식 저항성이 있는 구조용 강재에 대해서는 강재의 용접성과 강재를 용접하는 절차를 정하여 시행한다. 또한 사용강재의 용접성 시험은 KS B 0850, KS B 0867, KS B 0869, KS B 0870, KS B 0872, KS B 0893의 해당시험 규격에 준하여 시행한다.

1.6.7 용접시공시험

도로교 표준시방서 제2장 2-4 1.5.7 용접시공시험에 따른다.

1.6.8 공사실명제

강교 제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시하여야 한다. 제작 및 계약상대자는 해당공사의 시공계획서, 품질관리절차서 및 품질관리절차서에 따라 시공한 용접공의 신상명세(경력서, 사진 및 자격증명서 등)가 명시된 제작보고서 또는 시공 보고서를 제출하여야 한다.

1.7 운반, 저장 및 취급

1.7.1 운반

(1) 강재운반, 저장 및 취급할 때에는 강재의 휨, 긁힘 및 과재응력은 피하여야 한다. 휘거나 손상을 입을 수 있는 내민 부분은 보호하여야 한다.

(2) 부재 운반 전에 적재요령 및 운반계획서를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(3) 운반 전에 부재 순서별로 조립기호를 기입한다. 조립기호의 기입은 페인트를 사용하여야 한다.

(4) 중량이 50 kN 이상인 부재에는 그 중량 및 중심위치를 페인트로 보기 쉬운 곳에 기입하여야 한다.

(5) 운반 중 손상의 우려가 있는 것은 목재 또는 앵글 등으로 견고하게 포장하여 부재가 파손하지 않도록 유의하여야 한다.

(6) 운반된 부재가 결함이 있는 경우 결함부위를 수정하여야 하며, 수정작업을 할 때 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고 600 ℃ 를 초과해서는 안 된다.

(7) 부재는 현장조립할 순서를 고려하여 현장에 적치하여야 한다.

(8) 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고 적치하여야 한다.

(9) 고장력볼트는 너트를 조립하여 방습포대에 싸서 나무상자나 마분지 상자에 넣어 포장하여야 한다. 별도의 방식 처리가 안 된 제품은 방청유를 도포하고, 사용할 때에는 방청유를 제거하여야 한다.

(10) 고장력볼트를 포장한 상자에는 표면에 다음의 항목에 따라 내용물을 명확하게 표시하고, 그 목록을 작성하여야 한다.

① 볼트 표준명칭
② 기계적 특성에 의한 형태
③ 사용처 명기
④ 볼트의 호칭 지름 및 길이
⑤ 수량
⑥ 기타 지시사항

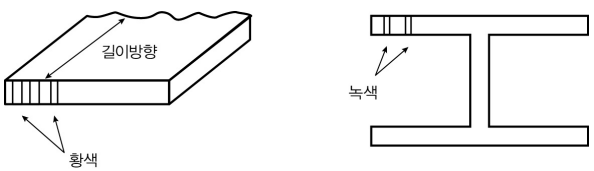
(11) 볼트 · 너트 · 와셔 · 핀 등은 길이와 직경 · 크기별로 분리하여 포장하여야 하며, 필요할 때에는 용도별로 구분하여 보관하여야 한다.

1.7.2 보관

(1) 강판은 보관 중 녹슬지 않도록 덮개 등으로 조치하여 보관하여야 한다.

(2) 보관 중 비틀림이 생기지 않도록 지지대의 간격을 좁게 하고, 레벨의 편차가 없도록 한다.

(3) 강재는 재질 구분을 위하여 다음 표 6-7-1에 따라 절단면에 도색을 한다.



SM490C의 강판일 경우　　SM400B의 H형강일 경우

그림 6-7-1 구조용 강재의 색칠방법

(4) 볼트 보관

① 볼트 세트는 공장 출하 때의 상태가 현장 시공을 할 때까지 유지될 수 있도록 포장 및 보관에 주의하여야 한다.
② 녹 발생, 나사부의 파손에 주의하여야 한다.
③ 습기 없는 창고에 보관하여야 한다.
④ 1일 작업이 종료했을 때 남은 볼트는 신속히 포장하여 미사용 볼트를 현장에 방치해서는 안 된다.
⑤ 제작 후 6개월 이상된 볼트는 현장 예비시험을 기준으로 하여 토크계수치의 측정을 하여야 한다.

표 6-7-1 색칠에 의한 강재 식별의 구분

강 종		식별색의 조합		색칠방법
		색의 종류	기 준 색	
SS 400		백색	N9.5	1선
SS 490		청색	2.5 PB 5/6	1선
SM 400	A	녹색	5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SM 490	A	황색	2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
	TMC			4선
SM 490Y	A	등황색	2.5YR 6/13	1선
	B			2선
SM 520	B	분홍색	2.5YR 6.5/8	1선
	C			2선
	TMC			3선
HSB 500	–	분홍색	2.5YR 6.5/8	4선
	L			5선
	W			6선
SM 570	Q	적색	5R 4/13	1선
	N			2선
	T			3선
	TMC			4선
HSB 600	–	적색	5R 4/13	5선
	L			6선
	W			7선
SMA 400 (1종)	A	은색-녹색	은색은 지정하지 않고 녹색은 5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 490 (2종)	A	은색-황색	은색은 지정하지 않고 황색은 2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 570 (3종)	P	은색, 적색	은색은 지정하지 않고 적색은 5R 4/13	1선
	W			2선
한냉지용 구조용 강재		갈색	기준색 없음	재질을 식별하는 색선에 갈색1선 추가

〈비고〉

① 식별색의 종류는 KS A 0011에 의하고 기준의 색은 KS A 0062에 따른 것이다.

② 색칠방법은 구조용 강재의 한쪽 단면에 적당한 직선으로 식별색을 칠한다. 식별색의 한선의 폭은 10 mm 이상으로 한다.

(5) 부재의 보관

① 현장에서 부재를 임시로 둘 때에는 부재가 지면에 접하지 않도록 하여야 한다.

② 보관 중에는 보관대에서의 전도, 타 부재와의 접촉 등에 따른 손상위험이 없도록 적합한 방호를 하여야 한다.

③ 장기간 보관할 경우에는 부식 방지를 위한 대책을 강구하여야 한다.

1.8 환경요구사항

계약상대자는 다음과 같은 환경일 때에는 현장용접을 시행해서는 안 된다. 다만 방풍·방우설비 및 예열 등이 공장용접 조건을 갖춘 경우는 예외로 한다.

(1) 작업 중 비가 오거나 비가 올 우려가 있을 때

(2) 비가 그친 직후

(3) 강풍이 불 때(피복아크용접일 때에는 아크에 직접 풍속 5 m/s 이상의 바람이 불 때와 플럭스코어드 아크 용접의 경우 2 m/s 이상의 바람이 불 때)

(4) 기온이 5 ℃ 이하인 경우

2. 재 료

2.1 사용재료

2.1.1 강재

(1) 강재는 15-12절의 해당 규정을 따른다.

(2) 강판은 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) 강관 및 형강은 KS D 3566, KS D 3568, KS D 3530, KS D 3558 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.2 볼트와 핀

볼트 및 핀은 다음 각각의 사항과 동등 이상의 제품이어야 한다.

(1) 6각볼트 너트 : KS B 1002, KS B 1012

(2) 마찰 이음용 고장력 6각볼트 6각너트 평와셔의 세트 : KS B 1010

(3) 토크-전단형 고장력 볼트 : KS B 2819

(4) 핀 : KS B ISO 1320, KS B ISO 1234

(5) 접시머리볼트 : KS B 1017

(6) 사용볼트의 종류 및 규격은 다음 표 6-7-2에 따른다.

표 6-7-2 사용볼트의 종류 및 규격

구 분	종 류	토크계수값	등 급		
			볼트	너트	와셔
마찰이음용 고장력볼트	1종	A	F8T	F10	F35
		B			
	2종	A	F10T		
		B			
	4종	A	F13T	F13	
		B			
	토크-전단형볼트		S10T	F10	
			S13T	F13	
지압이음용 고장력볼트	1종	A	B8T	F10	F35
		B			
	2종	A	B10T		
		B			
	4종	A	B13T	F13	
		B			
일반볼트	6각볼트(C)		-	5	-

주 1) 토크계수값의 A는 윤활유 처리
2) 토크계수값의 B는 방청유 도포

2.1.3 도료(paint)

도료는 6-7-4절에 따른다.

2.2 부속재료

2.2.1 용접재료

(1) 피복아크용접(SMAW)봉은 KS D 7004, KS D 7006, KS D 7023, KS D 7101 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 서브머지드 아크 용접(SAW)에 사용되는 재료는 KS D 7102, KS D 7103 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) 가스 메탈 가스 용접(GMAW) 및 플럭스 코어드 아크 용접(FCAW)에 사용되는 재료는 KS D 7005, KS D 7109, KS D 7025, KS D 7104, KS D 7106 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(4) 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스 용접(EGW)에 사용되는 재료는 KS D 7105 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(5) 용접봉은 제조년월일, 공급시기 등이 가급적 동일한 제품이어야 한다.
(6) 가스메탈 아크 용접 및 플럭스 코어드 아크 용접에 사용되는 차폐가스나 차폐가스 혼합물은 이슬점이 −40 ℃ 이하인 용접 등급을 가져야 하며, 계약상대자는 이슬점 조건을 만족한다는 가스 제조업자의 인증서를 제출하여야 한다.

2.2.2 용접봉 사용구분

(1) 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용 구분 및 규격과 재질은 감독자의 승인을 받는 용접절차서에 준하며, 사용용접봉의 재질은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질(공칭강도 및 인성)과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용하여야 한다.
(2) 사용 용접봉은 용접시공시험에 합격한 제품을 사용하여야 한다. 다만 피복아크 용접봉은 다음 표 6-7-3에 따른다.

표 6-7-3 피복아크 용접봉 사용구분

피복아크 용접봉의 종류	적용강종 및 판두께(mm)
연강용 피복아크 용접봉	SS 400, SM 400 (t<25) SS 400, SM 400 (25≤t<33 : 예열을 할 때)
저수소계 피복아크 용접봉	SS 400, SM400(25≤t<33 : 예열을 하지 않을 때) SM490, SM520, SM570, SMA400, SMA490, SMA570 HSB 500, HSB 500L, HSB 500W, HSB 600, HSB 600L HSB 600W, HSB 800, HSB 800L, HSB 800W

2.2.3 용접재료의 사용구분

(1) 강도가 같은 강재를 용접할 경우에는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.
(2) 강도가 다른 강재를 용접할 경우에는 낮은 강도를 갖는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.
(3) 인성이 같은 강재를 용접할 경우에는 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.
(4) 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.
(5) 내후성강재와 보통 강재를 용접하는 경우에는 모재와 같거나 그 이상의 기계적 성질과 인성을 만족하는 용접재료를 사용한다.

(6) 내후성강과 내후성강을 용접할 경우에는 모재와 동등이상이거나 그 이상의 기계적 성질, 인성 그리고 내후 성능을 만족하는 용접재료를 사용한다.

2.2.4 스터드형 전단연결재

(1) 스터드 규격

① 스터드(머리붙임 스터드)는 KS B 1062 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

② 머리형 스터드 : 감독자의 승인을 받은 제품이어야 한다.

③ 교량 전용 스터드형 전단연결재는 인장강도 400 MPa 이상인 B형을 사용하여야 한다.

(2) 스터드의 기계적 성질은 도로교 표준시방서 제2장 2.3.3 스터드 기계적 성질에 따른다.

2.3 장비

2.3.1 볼트 체결 장비

볼트 체결 장비는 사용하기 전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3.2 토오크렌치, 너트러너

(1) 토오크렌치, 너트러너 등 조임 기기의 교정은 반입할 때 1회, 반입 후에는 1개월 마다 점검하여야 한다.

(2) 감독자가 검사장치의 정확성에 대하여 의문을 갖는 경우에는 제작자에게 반환해서 정확성을 확인받도록 요구할 수 있다.

2.3.3 강재줄자

공장 내에서 사용하는 기준 테이프는 KS B 5209에 규정된 핸드 테이프 1급(50 m) 이상으로 하며 강재 감는자(기준자)는 6개월 이내에 교정 검사를 필한 것을 사용하여야 한다.

2.4 자재 허용오차

(1) 강판두께의 허용오차는 KS D 3500의 표 4에 있는 두께 허용차를 적용하되, (−)측의 허용오차는 공칭두께의 5 %에 해당하는 값과 KS D 3500의 표 4의 값 중에서 절대치가 작은 값으로 한다.

(2) 강판은 표면에 KS B 0161에 규정한 100 S(0.1 mm)를 초과하는 깊이의 흠이 없는 것을 사용하여야 한다.

2.5 자재 품질관리

2.5.1 시험

(1) 스터드의 추가 인장시험을 실시할 경우 KS B 0801의 표준시편 4호를 기준으로 KS B 0802에 의하여 실시하여야 한다.

(2) 볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험은 다음에 따라 실시하여야 한다.
① 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010의 부표 1-3에 준한다.
② 외관은 KS B 1010의 8항 겉모양에 준한다.
③ 나사 정밀도는 KS B 5221의 규정에 맞는 6 H/6 g용 한계 게이지로 검사하여야 하며, 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.
④ 표준 추출검사 방식에서 외관, 모양, 치수 및 나사정밀도는 KS Q ISO 2859-1~3, 기계성질은 KS Q 1001에 의하여 확인 검사한다.

(3) 고장력 볼트의 토오크계수값 시험은 각 로트의 고장력 볼트 세트에 대하여 5개 이상 실시하고 토오크값의 평균과 편차를 조사하여 제작자 검사결과와 비교하되 토오크값이 5 % 이상 다를 경우는 재검사를 받아야 한다.

(4) 볼트 조임 기구는 반입할 때 1회, 사용 중에는 1개월에 1회 이상 교정을 받아야 한다. 다만, T/S 전용 조임기구는 예외로 할 수 있다.

(5) 축력계는 반입할 때 1회, 사용 중에는 최소 3개월에 1회 이상 교정을 실시하여야 하며, 정밀도는 ±3 %의 오차범위가 되도록 하여야 한다.

(6) 볼트 연결면의 미끄럼 상태는 규정값 이상의 마찰계수를 가져야 되며, 볼트 연결면에 도장되는 도장재는 미끄럼 내력시험에 인정된 것을 사용한다.

(7) 감독자가 사용재료에 대한 시험을 요구할 때에는 언제든지 시행하여야 한다.

2.5.2 자동수치제어 검사

CNC 자동 수치 제어기기를 사용하는 경우 첫 제품에 대한 치수 확인 검사를 감독 입회하에 실행한다. 단, 가로보 등의 세세한 부분은 현도장을 이용하여 가조립에 문제가 없도록 한다.

2.5.3 제작온도

강구조물을 제작할 때 제작 온도 기준에 대하여 별도 명기한 것이 없으면 제작 기준 온도를 10 ℃로 하여 구조물의 팽창이음에 대하여 제작에 반영하여야 한다.

2.5.4 절단면 검사 및 결함 보수

절단면의 검사 및 결함 보수는 도로교표준시방서 제2장 2-3 공장제작 3.3.8 절단면 검사 및 결함보수 해당 사항에 따른다.

2.5.5 용접봉의 관리

(1) 연강용 피복아크 용접봉은 사용전 230 ℃ ~ 260 ℃에서 최소한 2시간 이상 건조시켜야 하며, 고장력강용 피복아크 용접봉은(저합금강용 포함) 사용 전 370 ℃ ~ 425 ℃ 온도에서 최소한 1시간 이상 건조시켜야 한다.

(2) 용접봉함이 손상되었거나 밀봉 포장함을 개봉한 직후 또는 용접봉을 건조로에서 반출한 직후의 용접봉은 최소한 120 ℃ 가 유지될 수 있는 저장로에 보관하여야 한다.

(3) 밀봉 포장함을 개봉한 후나 또는 건조로나 저장로에서 꺼낸 후, 대기에 노출된 용접봉은 다음에 준하여 사용하여야 한다.

① 저수소계 용접봉의 대기 노출 허용 한도는 표 6-7-4에 준하여야 한다.

표 6-7-4 저수소계 용접봉의 대기 노출 허용한도

용 접 봉		시 간
저수소계 피복류로 490 MPa급 이하의 강재용	D50X6, D53X6	최대 4
저수소계 피복류로 490 MPa급 이하의 강재용, 또는 저수소계 피복류로 저합금강으로 분류된 용접봉	D(A)50X6, D(A)50X6	최대 4
	D(A)58X6	최대 2
	D62XX	최대 1

② 연강용 피복아크 용접봉은 표 6-7-4의 한도 시간 내에 사용하고자 할 때는 최소 120 ℃ 의 온도를 유지할 수 있는 저장로에서 최소한 4시간 이상 건조시킨 후 사용하여야 한다.

③ 고장력강용 피복아크 용접봉은 370 ℃ ~ 425 ℃의 온도에서 최소한 1시간 이상 건조시킨 후 사용하여야 한다.

(4) 용접봉은 건조로에 보관하며 1일 필요한 양만을 건조로에서 꺼내 사용하며, 젖은 용접봉은 반드시 건조로에서 건조한 후 사용한다.

2.5.6 플럭스의 관리

(1) 서브머지드 아크용접에 사용되는 플럭스는 건조상태를 유지하여야 하며, 먼지 · 흑피(mill scale) 또는 기타 이물질 등의 오염물질이 없어야 한다.

(2) 손상된 포장상태의 플럭스는 폐기시키거나 사용 전 최소온도는 260 ℃에서 1시간동안 건조시켜야 한다. 다만, 일렉트로 슬래그 용접용 플럭스도 역시 사용 전 최소온도 260 ℃ 에서 최소 1시간 이상 건조시켜야 한다.

(3) 용접장비, 호퍼, 탱크 등의 모든 플럭스는 용접작업이 48시간 이상 중단될 때는 언제든지 새로운 플럭스로 대체시켜야 한다. 플럭스는 항상 습기 및 오염물질로부터 보호되어야 하며, 젖은 플럭스를 사용해서는 안 된다.

(4) 용접을 할 때 용융된 플럭스의 재사용은 금지한다.

3. 시 공

3.1 현도 작성

(1) 현도는 제작도면을 기준으로 제작 전에 작성하되 제작물의 기본형상과 제작상의 지장유무를 확인하여야 한다.

(2) 현도작업은 제작도를 기준으로 금긋기용 템플레이트와 타이플레이트를 작성하되 템플레이트와 타이플레이트의 작성은 필요할 때 감독자의 입회검사를 받아야 한다. 다만, 자동가공기(CNC)를 사용할 경우는 템플레이트 및 타이플레이트를 작성하지 않아도 된다.

3.2 금긋기 작업

3.2.1 기준테이프

(1) 공장 내에 테이프 품질관리는 테이프 취급요령을 작성하여 이에 따라 테이프의 정밀도가 유지되도록 하여야 한다.

(2) 공장 내에 사용하는 모든 테이프는 모두 공장기준 테이프와 테이프 맞추기를 실시하고, 각각 보정치에 대한 관리대장을 작성하여 관리한다.

(3) 실치수로 작업을 시작하기 전에 감독자가 소유하는 기준 테이프와 테이프 맞추기를 실시하여 오차를 확인하고, 그 오차가 강교 등에 지장을 주지 않도록 공장기준 테이프와의 상호관계를 명확히 하여 사용하여야 한다.

3.2.2 금긋기 작업

(1) 강판 위에 주요부재를 금긋기할 때는 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜야 한다. 다만, 제강업체에서 압연 반대방향으로 기계적 시험을 시행하여 KS 규격에 만족할 경우 예외로 한다.

(2) 금긋기를 할 때는 구조물이 완성된 후에도 구조물의 부재로서 남을 곳에는 강판에 상처를 내어서는 안 된다.

(3) 절단 후 부재치수 오차가 1 mm 이내가 되도록 금긋기 치수 정밀도를 확보하여야 한다.

① 치수허용오차 : 0.5 mm 이내

② 대각선 허용오차 : $L \times \frac{1}{1000}$ 이내, 3 mm 이내

3.3 절단 및 가공

(1) 주된 부재의 판 끊기는 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜 절단하여야 하며, 절단작업 착수 전 재단도를 만들어야 한다. 다만, 제강업체에서 압연 반대방향으로 기계적 시험을 시행하여 KS 규격에 만족할 경우 예외로 한다.

(2) 주요부재의 절단은 자동가스절단으로 하며, 가스절단 및 가스가공한 강판의 허용오차는 KS B 0428에 따라야 한다.

(3) 채움재, 타이플레이트, 형강 및 판두께 10 mm 이하의 연결판, 보강재 등은 전단에 의하여 절단할 수 있다. 전단가공의 허용오차는 KS B 0416에 따른다.

(4) 절단재에 녹, 기름, 도료가 부착되어 있는 경우는 제거 후 절단한다.

(5) 개선 각도 및 루트는 용접을 할 때 용입이 적정하게 이루어질 수 있도록 정밀하게 개선하여야 하며, 개선가공은 자동가스절단기 또는 기계절단기로 하여야 한다.

(6) 강재 가스절단면의 품질기준은 표 6-7-5에 따른다.

(7) 주요 부재의 모서리는 약 1 mm 이상의 모따기 또는 반지름을 가지도록 모서리를 그라인드 가공 처리하여야 한다.

(8) 2차 부재의 경우도 도장작업을 위하여 약 1 mm 정도의 모따기 내지 반지름을 가지도록 모서리부를 그라인드 가공 처리하여야 한다.

표 6-7-5 가스절단면의 품질기준

부재의 종류	주 요 부 재	2 차 부 재
표면 거칠기[1)]	50 S 이하	100 S 이하
노치 깊이[2)]	노치가 없어야 한다.	1 mm 이하
슬래그	슬래그 덩어리가 점점이 부착되어 있더라도 흔적을 남기지 않고 브러쉬로 쉽게 제거되는 것이어야 한다.	
상연의 상태	약간은 둥근 모양을 하고 있지만 매끄러운 상태의 것이어야 한다.	

주 1) 표면 거칠기란 KS B 0161에 규정하는 표면의 조도를 나타내며, 50S라 함은 표면 거칠기 50/1,000 mm의 요철을 나타낸다.
2) 노치깊이는 노치 마루에서 골 밑까지의 깊이를 나타낸다.

3.4 핀과 로울러

(1) 핀과 로울러는 설계도서에 표시된 치수에 정확히 맞도록 제작하여야 하며, 표면이 매끄럽고 결점이 없어야 한다.

(2) 직경이 230 mm 이상인 핀과 로울러는 열간가공을 하여야 하며, 직경이 230 mm 미만인 핀과 로울러는 열간이나 냉간으로 가공할 수 있다.

(3) 직경이 230 mm 이상인 핀은 열간가공 후 천천히 냉각시켜 축방향으로 51

mm 이상의 정하여진 직경에 맞게 정확히 그리고 면이 매끄러워야 한다.

(4) 핀의 마무리부의 길이는 나사부가 부재에 닿지 않도록 부재의 외면간 거리보다 6 mm 이상 길게 하고 핀의 양단에는 로마스 너트 또는 와셔가 붙은 보통 너트를 사용하여야 한다.

3.5 구멍뚫기

(1) 구멍뚫기는 소정의 지름으로 정확하게 뚫어야 하며 표면을 매끄럽게 사상 마무리한다.

(2) 2차부재에서 판두께 16 mm 이하 강재에 구멍을 뚫을 때는 눌러뚫기에 의하여 소정의 구멍을 뚫고, 그 주위는 갈아서 사상 마무리한다.

(3) 드릴은 누적사용기간을 정하여 교체시기를 결정하여 교체되어야 한다.

(4) 볼트의 공경은 표 6-7-6과 같이 허용오차에 맞는 드릴 지름이 선정되어야 한다.

(5) 구멍의 직각도는 $\frac{1}{20}$ 이하로 한다.

표 6-7-6 볼트의 공경 및 허용오차

볼트의 명칭	볼트의 공경 (mm)	볼트 공경의 허용오차(mm)	
		일반의 경우	볼트군의 20 %에 대하여 인정될 수 있는 값
M20	22.5	+0.5	+1.0
M22	24.5	+0.5	+1.0
M24	26.5	+0.5	+1.0
M27	30.0	+1.0	+1.5
M30	33.0	+1.0	+1.5
M36	39.0	+1.0	+1.5

3.6 굽힘가공

(1) 강판의 냉간 휨 가공을 할 경우에는 강판에 100 ℃ ~ 200 ℃의 열을 가하며, 내측 휨 반지름은 강판 두께의 15배 이상이어야 한다. 다만, 강재의 화학성분 중 질소가 0.006 %를 넘지 않는 재료로서 KS B 0810에 규정하는 샤르피 충격시험의 결과가 150 J 이상인 경우는 내측 반지름을 강재 두께의 7배 이상까지 할 수 있으며, 200 J 이상 강재는 내측

반지름을 강판 두께의 5배 이상으로 할 수 있다. 압연 직각 방향으로 냉간 휨 가공을 할 경우는 압연 직각방향의 샤르피흡수에너지 값을 적용하는 것으로 한다.

(2) 전항에 규정된 반지름 미만으로 냉간 휨 가공을 할 경우에는 시공시험에 의하여 확인된 방법에 의하여 구하여야 한다.

(3) 열처리강(Q) 및 열가공제어강(TMC)은 열간가공을 해서는 안 된다.

(4) 미리 역변형을 줄 필요가 있을 경우에는 강재의 품질에 손상이 없도록 하여야 한다.

3.7 고장력 볼트

3.7.1 일반사항

(1) 볼트는 KS B 1010 이음용 강재의 규정에 맞아야 하며, 볼트의 길이는 연결되는 부재의 총 두께 및 와셔와 너트를 포함한 부재를 체결한 후 2~3개의 볼트 산이 남도록 선택하여야 한다. 또한 현장에 반입되는 볼트의 토오크계수는 제작공장에서 제출한 시험성적서에 준하며, 감독자의 요청이 있는 경우 감독자의 입회하에 축력계를 이용하여 토오크계수 시험을 시행한다. 특히 T/S 볼트를 사용할 때에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.7.2 접합면의 관리

(1) 접합된 재편의 접촉면은 흑피를 제거하고 면을 거칠게 하여야 하며, 접촉면에는 도장을 하여서는 안 된다. 다만 요구하는 마찰력을 유지할 수 있을 경우에는 도장할 수 있다. 그러나 지압접합일 때에는 프라이머 도장의 제거를 생략할 수 있다.

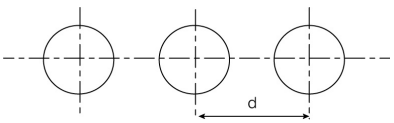
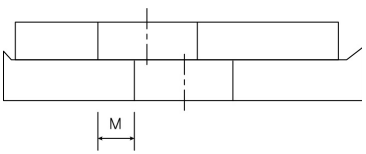
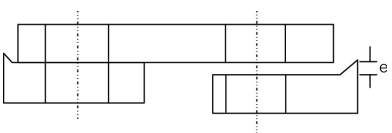
(2) 현장에서 재편을 조일 때에는 접촉면의 부식된 부분(기름, 먼지 등으로 더러워진 부분)은 와이어브러쉬 등으로 깨끗하게 청소하여 이를 제거한 후 볼트를 조여야 한다.

(3) 접촉면의 마찰계수는 $\mu > 0.40$ 를 확보하여야 한다.

(4) 도장을 하지 않는 경우 재편의 접촉면은 50 S 정도의 조면(거칠기)으로 하여야 한다.

(5) 볼트 접합면의 정밀도는 표 6-7-7에 따른다.

표 6-7-7 볼트 접합면의 정밀도

명칭	그 림	허 용 차	비고
구멍 간격 (d)		±2 mm	
구멍의 엇갈림 (M)		*마찰 접합 (1 mm) *지압 접합 (0.5 mm)	
접합부의 표면 틈새 (e)		1 mm	

3.7.3 볼트의 체결

(1) 볼트의 체결

① 볼트의 체결을 위한 기구의 교정(calibration)은 작업개시 전에 시행하며, 정밀도를 확인하여야 한다.

② 볼트는 계기를 부착한 렌치를 사용하여 너트를 돌리는 방법으로 조여야 하며, 렌치의 작업공간이 부족할 경우에는 감독자의 승인을 받아 너트를 돌리지 않고, 볼트를 돌려 조일 수 있다.

③ 용접과 고장력 볼트의 마찰이음을 병용할 때에는 용접 완료 후에 고장력 볼트를 체결하여야 한다. 또한 고장력 볼트를 조인 후에 용접할 경우에는 구속에 의한 영향을 고려하여야 한다.

④ 충격식 렌치를 사용할 경우에는 매 볼트마다 10초 내에 조임을 완료할 수 있는 강도의 능력을 갖는 것이어야 한다. 계기를 부착한 렌치는 최소 볼트의 인장력보다 5 % ~ 10 %의 인장력을 더 발휘할 수 있는 것이어야 한다.

⑤ 전자식 렌치(nut runner)를 사용할 경우에는 매 볼트마다 3초 내에 조임을 완료할 수 있는 능력을 갖는 것이어야 한다. 조임의 범위는 인장력 75 %이며, 합격범위는 ±10 %로 한다. 이 범위를 벗어난 경우에는 감독자에게 보고하고 지시에 따라 조치한다.

⑥ 볼트의 체결 순서는 볼트 군의 중앙에서 시작하여 양쪽으로 균형있게 진행하면서 순서대로 체결하여야 한다. 처음에는 필요한 토오크의 60 % 정도로 조이고, 다음(2차)에는 규정된 토오크로 체결하여야 한다.(그림 6-7-2)

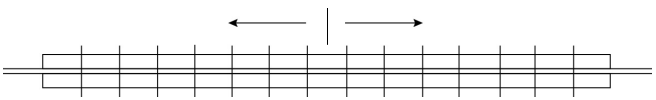


그림 6-7-2 볼트체결순서

⑦ 볼트의 체결을 토오크법에 따라 할 경우에는 표준볼트의 축력이 균일하게 도입되도록 체결 토오크를 조정하여야 하며, 또한 체결할 때 토오크 계수치의 변화를 확인하여야 한다.

(2) 체결 볼트의 축력

① 마찰접합 및 지압접합에 의한 볼트의 체결은 표 6-7-8에 표시된 설계 볼트의 축력을 얻을 수 있도록 조여야 한다.

② 체결 볼트의 축력은 설계 볼트의 축력을 10 % 증가시킨 값을 표준으로 한다.

표 6-7-8 설계 볼트의 축력

(단위 : kN)

등 급	볼트호칭	설계축력	조임축력	볼트 5개 이상의 평균축력[1]	
				하 한 값	상 한 값
F8T B8T	M20	130	145	135	150
	M22	160	180	170	185
	M24	190	210	195	215
F10T B10T	M20	160	180	170	185
	M22	200	220	210	230
	M24	235	260	245	270
	M27	310	340	315	355
	M30	375	415	390	435
F13T B13T	M20	215	235	220	240
	M22	265	290	275	300
	M24	305	340	320	350

주 1) 시공 전 시험시공 검사값의 상 · 하한값

(3) 검 사

① 계기가 부착한 렌치는 사용 전 반드시 공인된 교정기관의 교정성적서를 확인한 후 검사를 실행한다.

② 체결할 때 체결 완료된 볼트는 표시를 하여 두어야 한다. 토오크법에 따를 경우에는 토오크렌치 등에 의한 검사를 하는 것으로 한다. 이때 체결 검사의 수는 각 볼트의 무리에 대하여 볼트 개수의 10 %를 표준으로 하고, 그 검사 시기는 볼트를 조인 후 즉시 하여야 한다.

③ 볼트를 반입할 때 제시한 토오크계수를 참조하여 현장에서 수시로 체크하며, 1차 조임 후 볼트, 너트, 와셔 표면에 마킹을 하고 2차 조임을 하여 너트의 회전 정도를 확인하여야 한다.

④ 검사용 렌치로 동력렌치를 사용할 경우에는 3개의 볼트를 규정된 최소 볼트의 인장력보다 5 % ~ 10 % 더 큰 힘으로 조일 수 있도록 조정한 값을 검사용 힘으로 결정한다.

⑤ 구조물의 연결에 사용한 볼트 중 10 %를 임의로 선택하여(최소 2회 이상) 검사용 힘을 가하였을 때 돌아가는 것이 있으면 전 볼트를 다시 조이고 검사를 받아야 한다.

3.7.4 볼트의 품질 기준

(1) 볼트의 공경 및 구멍의 허용차는 표 6-7-9와 같다.

표 6-7-9 볼트구멍의 직경 및 허용오차

(단위:mm)

볼트의 호칭	볼트공경		볼트구멍의 허용차	
	마찰접합	지압접합	마찰접합	지압접합
M20	22.5	21.5	+0.5	±0.3
M22	24.5	23.5	+0.5	±0.3
M24	26.5	25.5	+0.5	±0.3
M27	30.5	29.5	+1.0	±0.3
M30	33.5	32.5	+1.0	±0.3

주) 단, 마찰접합일 때에는 한 볼트군의 20 %에 대하여 +1.0 mm까지 인정할 수가 있음.

(2) 재편을 조립한 경우 구멍의 엇갈림은 표 6-7-10과 같다.

표 6-7-10 볼트 구멍 엇갈림 허용기준

종 류	기 준 (mm)
마찰접합 할 때	1.0 이하
지압접합 할 때	0.5 이하

(3) 볼트구멍의 관통율 및 정지율은 표 6-7-11과 같다.

표 6-7-11 볼트구멍의 관통율 및 정지율

구분	볼트의지름	관통게이지 (mm)	관통률 (%)	정지게이지 (mm)	정지율 (%)
고장력 볼 트	M 20	20.7	100	23.0	80 이상
	M 22	22.7		25.0	
	M 24	24.7		27.0	
	M 27	27.7		30	
	M 30	30.7		33	
일 반 볼 트	M 20	21.0(20.0)[1]	100	23.0(22.0)[1]	80 이상
	M 22	23.0(22.0)[1]		25.0(24.0)[1]	
	M 24	25.0(24.0)[1]		27.0(26.0)[1]	
	M 27	27.7		30	
	M 30	30.7		33	

주 1) ( )안의 수치는 공사용 거더 등 주요부재에 일반 볼트를 지압접합으로 사용한 경우이고, 이 경우의 볼트품질은 마무리 볼트로 한다.

3.8 용접

3.8.1 일반사항

(1) 용접은 필요한 이음 성능을 만족하도록 아래 사항을 확인한 다음 신중하게 시공하여야 한다.

① 강재의 종류와 특성

② 용접방법, 그루브형상 및 용접재료의 종류와 특성

③ 조립되는 재편의 가공, 조립정밀도, 용접부분의 청결도와 건조상태

④ 용접재료의 건조상태

⑤ 용접조건과 용접순서

(2) 공장용접은 공장 내 또는 이와 동등한 조건에서 실시하여야 한다.

(3) 재료 및 구조물의 종류, 특징에 맞는 용접 시공요령을 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.8.2 용접종사자

(1) 용접종사자는 용접기술자와 용접공으로 분류하며, 자격 요건은 도로교 표준시방서 및 KS에서 정하는 자격을 가진 자이어야 한다. 계약상대자는 용접작업을 수행할 명단을 작성하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 용접공

① 용접공은 KS B 0885에 정하여진 시험종류 중 그 작업에 해당하는 시험(용접자세, 사용 강재두께, 받침쇠 사용 유무를 확인한 시험)에 합격한 자로 하며, 최소한 중판 이상의 모재 용접에 합격한 자이어야 한다.

② 용접공은 필요한 자격증을 소유하고, 용접시공 시험을 통과한 자로 한다.

③ 용접공에 대한 용접기술 결정기준은 다음과 같이 적용하여야 한다.

가. 수동용접(피복아크용접법 등) : KS B 0885 A-2F, A-2V, A-20

나. 자동용접(서브머지드 아크 용접법) : KS B 0885 A-2F

다. 반자동용접(플럭스 코어드 아크 용접법) : KS B 0885 SA-2F

3.8.3 용접시공시험

(1) 다음의 각 항의 어느 것에 해당될 경우에는 용접시험시공을 하고, 그 결과를 사전에 감독자의 승인을 받는다. 용접시공시험은 표 6-7-12에 따르되 필요에 따라 추가 용접성 시험을 할 수 있다. 그러나 동일 조건 또는 그 이상의 조건에서 용접시공시험을 실시하고, 또 시공 경험이 있는 공장에서는 그 당시의 시험보고서를 제출하여 감독자의 승인을 받는 경우는 용접시공시험을 생략할 수 있다.

① 강판두께가 50 mm 를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강판두께가 40 mm 를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3529)의 경우

② 강종별로 용접법에 따라 한 패스의 입열량이 표 6-7-12의 최대 입열량을 초과할 경우

표 6-7-12 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량

강 종	SAW	GMAW 또는 FCAW
SM490(Y), SMA490, SM520, SM 570, SMA 570, HSB500W, HSB600W, HSB800(L)	7,000 Joule/mm	2,500 Joule/mm
HSB500(L), HSB600(L)	10,000 Joule/mm	3,000 Joule/mm
HSB800W	5,000 Joule/mm	2,500 Joule/mm

③ 피복아크용접법(수동용접의 경우만), 가스메탈 아크 용접법(CO_2 가스 혹은 아크와 CO_2의 혼합가스), 서브머지드 아크 용접법 이외의 용접을 사용할 경우

④ 과거의 사용실적이 없는 곳에서 재료 공급을 받을 경우

⑤ 적용하고자 하는 용접방법이 시공실적이 없는 경우

(2) 용접시공시험을 할 경우에 시험강판의 선정, 용접조건의 선정 등에 대해서는 다음을 고려한다.

① 공시강판에서는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하여야 한다.

② 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고, 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.

③ 강도가 다른 강재의 그루브용접시험은 실제의 시공과 동등한 조합의 강재로 실시하며, 용접재료는 낮은 강도의 강재 규격을 따른다. 동일한 강종으로 판 두께가 다른 이음에 대하여는 얇은 쪽의 강재로 시험하는 것도 가능하다.

④ 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

3.8.4 판이음 조립 및 정밀도

(1) 재편은 조립 전에 치수, 정밀도 및 변형의 유무 등을 살핀 후 무리한 구속없이 조립이 되도록 수정을 하여야 한다.

(2) 조립에 있어서는 보조공구를 유효하게 이용하고, 무리가 없는 자세로 가붙임 용접을 할 수 있도록 고려하여야 한다.

(3) 조립을 지지하기 위한 지재나 뒷댐재(weld backing) 등의 이재(異材)를 모재에 임시로 붙이는 것은 될 수 있는대로 피하고, 특이한 형상의 부재로 불가피한 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 하며, 붙이기 및 떼기는 모재에 손상이 가지 않도록 하여야 한다. 또한 부득이 흠이 난 경우에는 결함 보수기준에 따라 보수하고 보수기록을 감독자에게 제출하여야 하며 원본을 보관하여야 한다.

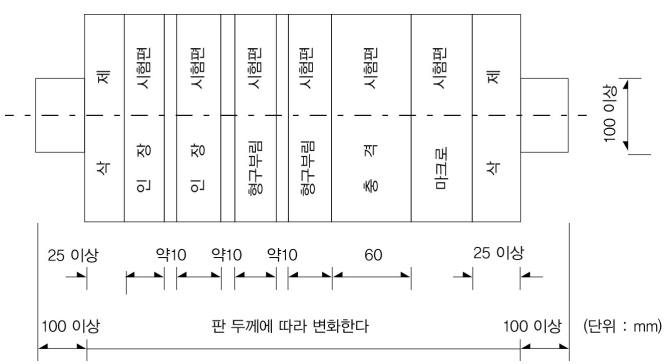
(4) 재편의 조립 정밀도는 완성할 때 “부재의 정밀도 기준”을 만족시키도록 하고 재편을 조립할 경우 개선부분의 정밀도는 표 6-7-24에 따라야 한다.

(5) 부재의 개선부분 간격이 허용기준 내에 들어오지 않는 경우에는 살붙이기 보수 또는 개선을 하여 용접한다. 이 경우 R.T나 U.T로 용접검사를 하여야 하며, 반드시 수정계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 일반적으로 살붙이기 보수의 허용범위는 설계 루트간격 +10 mm 이내로 제한한다.

(6) 판이음부에 휨이 생기지 않도록 역변형 등의 처리를 하여야 한다.

표 6-7-13 용접시공시험

시험의 종류	시험항목	용접 방법	시험편 형상	시험편 개수	시험방법	판정기준
그루브용접 시험	인장시험	그림 6-7-3	KS B 0801 1호	2	KS B 0833	인장강도가 모재의 규격 이상
	파괴시험 (굽힘시험)		KS B 0832	2	KS B 0832	결함길이 3 mm 이하
	충격시험		KS B 0809 4호(시험편 채취위치는 그림 6-7-4 에 따른다)	3	KS B 0810	용착 금속으로 모재의 규격치 이상 (3개의 평균값)
	마크로 시험			2	KS D 0210	균열없음. 언더컷 1 mm 이하 용접치수 확보
	방사선 투과시험			시험편 이음 전장	KS B 0845	2급 이상(인장측) 3급 이상(압축측)
필릿 용접 시험	마크로시험[1)]	그림 6-7-5		1	KS D 0210	균열없음. 언더컷 1 mm 이하 용접치수 확보 루트부 용융
최고 경도 시험	최고경도 시험	그림 6-7-6		1	KS B 0811	$H_V \leq 370$
스터드 용접 시험	스터드 굽힘 시험	그림 6-7-7		10	KS B 0529	용접부에 균열이 생겨서는 안 된다
	인장시험			3	KS B 0802	용접부가 절단되어서는 안 된다



주 1) AWS에 따른 표준용접상세가 아닌 경우에 적용되며, 표준상세인 경우에는 별도의 감독자 요구가 있을때에 적용됨.

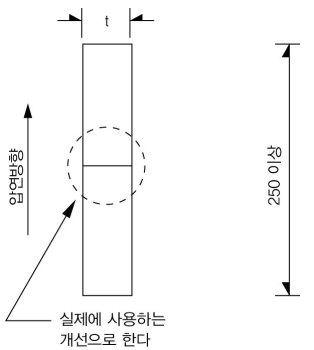


그림 6-7-3 그루브용접시험 용접방법

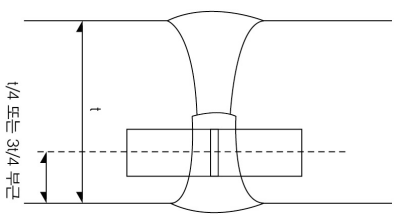


그림 6-7-4 충격시험(그루브용접 시험편의 채취위치)

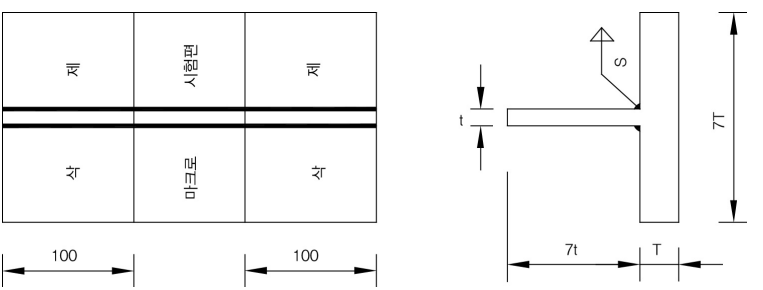


그림 6-7-5 필릿용접시험(마크로시험) 용접방법 및 시험편의 형상

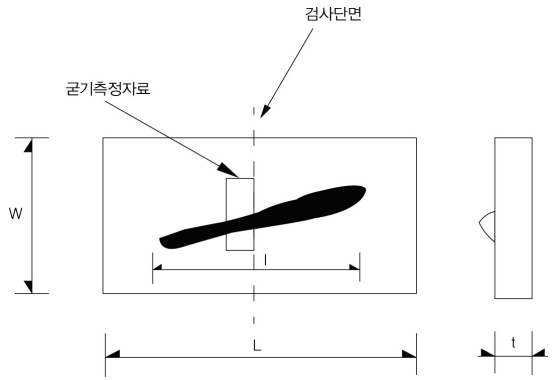
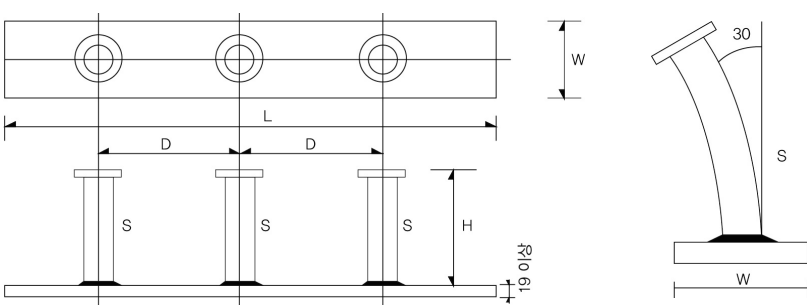


그림 6-7-6 최고경도시험 용접방법 및 시험편의 형상

표 6-7-14 용 접 단 위

(단위 : mm)

용접방법	L	W	ℓ
수동용접	200	150	125
자동용접	250	190	150



주 1) L, W는 시험에 적합한 크기
2) S는 시공된 것과 같은 스터드
3) D는 H보다 크다.
4) 구부림은 해머충격에 따라 행한다.

그림 6-7-7 스터드 용접시험방법, 시험편의 형상 및 시험방법

3.8.5 가붙임 용접

(1) 본 용접의 일부가 되는 가붙임 용접에는 본 용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접하여야 한다.

(2) 사용 용접봉 및 용접 자세는 본 용접의 경우와 동일하게 관리하여야 한다.

(3) 가붙임 필릿용접의 길이는 길이방향으로 80 mm 이상, 다리의 길이는 폭 방향으로 4 mm 이상으로 하고 간격은 400 mm 이하로 한다.

(4) 가붙임 용접은 조립을 종료할 때까지 슬래그를 제거하고, 용접부의 표면에 균열이 없는 것을 확인하여야 한다.

(5) 만약 균열이 발견될 때에는 그 원인을 규명하여 표 6-7-23에 따라 그 근방에 새로 임시 붙이기를 한 후 균열이 생긴 가붙임 용접을 제거하도록 한다.

(6) 가붙임 용접은 제작을 완료할 때 남는 부재의 단부를 피하도록 한다. 부득이 하여 용접을 하는 경우에는 부재 단부를 돌려서 용접하거나 또는 부재 단부로부터 30 mm 이상을 남기고 가붙임을 하도록 한다.

(7) 최종 용접부에 포함되지 않는 가붙임 용접부는 모재가 손상되지 않도록 제거시켜야 한다.

(8) 가붙임 용접의 경우 예열작업은 3.8.8 예열의 해당조건에 따른다.

3.8.6 용접 전 부재의 청소와 건조

(1) 용접을 하려는 부분에는 기공(blow hole)이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피, 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안 된다.

(2) 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안 된다. 또한 조립 후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때에는 용접선 부근을 건조시켜야 한다.

3.8.7 용접재료

(1) 용접재료는 소요 강도, 용접성을 고려하여 적절한 것을 선택하여야 한다.

(2) 부위별 용접재료의 구분을 명확히 하고 이에 따른 관리요령을 작성하여 관리하여야 한다.

(3) 피복이 벗겨지거나 습윤상태의 용접재료를 사용해서는 안 된다.

(4) 용접재료는 사용에 앞서 반드시 건조로에 건조한 후 보관하여 사용하여야 하며, 피복아크 용접봉 및 플럭스 등을 사용할 때에는 이동식 건조로에 보관하여 사용하여야 한다. (보온온도 120 ℃)

(5) 건조 및 보온은 용접재료에 따라 관리조건이 다르므로 각각 구분하여 표지판에 기입하여 현장관리를 하여야 한다.

(6) 내후성 강재를 용접하는 경우에는 내후성 강재의 용접재료를 사용하여야 한다.

(7) 피복아크용접 시공에서 다음의 항목에 해당하는 경우는 저수소계 용접봉을 사용하여야 한다.

① 내후성 강재를 용접하는 경우

② SM490 강재 이상의 고장력 강재를 용접하는 경우

(8) 가스 용접이나 서브머지드 아크 용접에 사용하는 용접봉 및 플럭스는 용접 절차 및 품질에 대하여 시험을 행한 후 감독자의 확인을 받아 사용하여야 한다.

(9) 용접재료의 건조

피복아크 용접봉의 건조는 표 6-7-15에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다. 서브머지드 아크에 사용하는 플럭스의 건조는 표 6-7-16에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다.

표 6-7-15 용접봉 건조의 표준

용접봉의 종류	용접봉의 상태	건조온도	건조시간
연강용 피복 아크 용접봉	건조(개봉) 후 12시간 이상 경과되었을 때 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있을 때	100 ℃ ~ 150 ℃	1시간 이상
저수소계 피복 아크 용접봉	건조(개봉) 후 4시간 이상 경과되었을 때 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있을 때	300 ℃ ~ 400 ℃	1시간 이상

표 6-7-16 플럭스의 건조표준

플럭스의 종류	건 조 온 도	건 조 시 간
용 융 플 럭 스	150 ℃ ~ 200 ℃	1 시간 이상
소 성 플 럭 스	200 ℃ ~ 250 ℃	1 시간 이상

3.8.8 예 열

(1) 일반사항

① 모재의 최소 예열과 용접 층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접구속 조건을 기초로 하여 설정하여야 한다.

최소 예열 및 층간 온도는 용접절차서에 규정되도록 하여야 하며, 최대 예열온도는 230 ℃ 이하로 하여야 한다.

② 이종 금속 간에 용접을 할 경우는 예열과 층간 온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시하여야 한다.

③ 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상 균열을 최소화하기 위하여 규정된 최소 온도 이상으로 예열하여야 한다.

④ 용접부 부근의 대기온도가 −20 ℃보다 낮은 경우는 용접을 금지하는 것으로 한다. 그러나 적당한 방법으로 주위 온도를 상승시킨 경우, −20 ℃ 또는 그 이상의 온도에서도 용접부 부근의 온도를 유지할 수 있으면 대기온도가 −20 ℃보다 낮아도 된다.

⑤ 모재의 표면온도가 0 ℃ 미만인 경우는 적어도 20 ℃ 이상 예열하도록 한다.

⑥ 2전극과 다전극 서브머지드 아크 용접의 최소 예열과 층간 온도는 감독자의 승인을 받아 조정할 수 있다.

(2) 예열온도

① 용접선의 양측 100 mm 및 아크 전방 100 mm의 범위 내의 모재를 표 6-7-17에 표시한 최소 예열온도의 기준값 이상으로 한다.
다만, 특별한 실험자료에 따른 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접 균열 감응도 Pcm이 표 6-7-18을 만족할 경우는 강종, 강판 두께 및 용접방법에 따라 표 6-7-17 값을 조정할 수 있다.

② 강재의 밀쉬트(mill sheet)에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소당량이 0.44 %를 초과할 때

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + (\frac{Cu}{13}) \ (\%)$$

단, ( )항은 Cu≥0.5일 때에 더하는 것으로 한다.

③ 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고 경도(Hv)가 370을 초과할 때

④ 모재의 표면온도가 0 ℃ 이하일 때

표 6-7-17 최소 예열온도의 기준값(℃)

강종	용접방법	예열온도 (℃)			
		판두께 구분 (mm)			
		25 이하	25~40	40~50	50~100
SM400	저수소계 이외의 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	–	–
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SWA, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SMA400W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SWA, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SM490 SM490Y	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80	80
	SWA, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	50	50
SM520 SM570	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
	SWA, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
SMA490W SMA570W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
	SWA, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
HSB500 HSB600	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)				

주) '예열없음'은 모재의 표면온도가 0 ℃ 이하일 경우에는 20 ℃ 정도 가열한다.

표 6-7-18 최소 예열온도를 적용하는 경우의 Pcm 조건

강재두께	SM400	SMA400	SM490 SM490Y	SM520 SM570	SMA490 SMA570	HSB500 HSB500L HSB600 HSB600L	HSB500W HSB600W
t≤25	0.24 이하	0.24 이하	0.26 이하	0.26 이하	0.26 이하	0.20 이하	0.22 이하
25<t≤50	0.24 이하	0.24 이하	0.26 이하	0.27 이하	0.27 이하	0.20 이하	0.22 이하
50<t≤100	0.24 이하	0.24 이하	0.27 이하	0.29 이하	0.29 이하	0.20 이하	0.22 이하

주 1) P_{cm} 산정식

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B(\%)$$

2) 예열온도 산정식

$T_p(℃) = 1,440\ P_w - 392$

$$P_w = P_{cm} + \frac{H_{GL}}{60} + \frac{K}{400,000}$$

식 중에서 HGL:용접금속의 확산성수소량, K:용접계수의 구속도

표 6-7-19 P_{cm}에 따른 최소 예열온도

P_{cm}	용접 방법	예열온도(℃)		
		판 두께 구분 (mm)		
		25 이하	25 초과 40 이하	40 초과 100 이하
0.21	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.22	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.23	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.24	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.25	저수소계 용 접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.26	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.27	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	50	50
0.28	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	50	80
0.29	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	80	100	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	80	80

주) 가스실드아크용접 : GMAW 또는 FCAW

3.8.9 엔드탭

(1) 주부재의 그루브용접과 필릿용접의 양단에 부재와 동등한 그루브를 가진 엔드탭을 부착하여야 한다.

(2) 모든 강구조물의 강재 용접을 할 때 적용하며, 그루브의 각 및 간격은 본 용접과 같아야 한다.

(3) 모재와 엔드탭의 간격은 1 mm 이내이며, 엔드탭 길이는 50 mm 이상, 두께는 모재와 동일하게 처리하여 크레이트가 본체에 들어가지 않도록 하여야 한다.

(4) 용접 종료 후 가스절단법으로 제거하고 단부 마무리는 그라인더로 다듬질을 하며, 어떤 경우도 해머로 엔드탭을 제거해서는 안 된다.

(5) 용접 후 양단을 절단할 때에는 엔드탭의 생략이 가능하다.

3.8.10 용접 시공상의 주의

(1) 사전에 적정 용접조건(용접의 종류, 전압, 전류, 순서 및 방향)을 정하고, 이후 이것을 철저히 준수하도록 작업을 진행하여야 한다. 용접의 취약 부분인 용접 비드의 시·종단 및 비드 이음에 결함이 발생하지 않도록 특히 유의하여 시공하여야 한다.

(2) 서브머지드 아크 용접에 의하여 필릿용접 및 맞대기용접을 시행하는 경우에는 이음의 형상에 맞는 층수를 선택하여 외관, 변형 등과 관련하여 부적합한 곳이 생기지 않도록 하여야 한다.

(3) 용접순서, 방향의 선택은 가능한 변형이 생기지 않고 잔류응력을 적게 하는 방법으로 하여야 하며, 용접자세는 회전지그를 이용하는 하향 또는 수평으로 하여야 한다.

(4) 부분 용입 그루브용접의 시공

부분 용입 그루브용접의 시공에서 연속된 용접선을 2종의 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비드의 단부를 깎아내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 한다. 다만, 완전한 수동용접 비드가 선행될 때는 이를 적용하지 않는다.

(5) 필릿용접의 형상과 마무리

스캘럽(scallop)이나 각종 브래킷 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 모서리부를 감아 돌아서 연속으로 시공하여야 한다. 돌림용접의 길이는 기본으로 필릿용접 치수의 2배 이상이어야 한다. 비드 형상이 불량한 경우에는 결함보수방법에 따라 살돋우기 보수를 하여야 한다.

(6) 서브머지드 아크 용접법 또는 기타의 자동, 반자동 용접법을 사용할 때에는 이음 도중에서 아크를 끊지 않아야 한다. 부득이 아크를 끊는 경우에는 비드 단부를 50 mm 이상은 깎아내고 용접을 계속하도록 한다.

(7) 서브머지드 아크 용접은 가붙임 용접 후 특히 습기를 피하고 24시간 이내에 하여야 한다. 수평용접을 하는 경우 1층 두께의 최대값은 8 mm 로 한다.

(8) 판두께가 두터운 맞대기 이음을 서브머지드 아크 용접법으로 다층 돋움 용접하는 경우에는 재편의 앞뒤를 번갈아가며 용접하여야 한다. 이 경우 한쪽의 용접은 적어도 3층 이상을 돋운 후 반대 측의 용접을 하여야 한다.

(9) 그루브용접의 덧붙임과 마무리

설계에서 마무리를 지정하지 않는 그루브용접에 있어서는 표 6-7-20에 표시한 범위 내의 더돋기인 경우 용접한 대로 두어야 한다. 다만, 더돋기가 표 6-7-20의 값을 초과할 때에는 비드 형상, 특히 끝단부를 그라인더로 매끄럽게 마무리 하여야 한다. 마무리 작업을 할 때 모재의 판두께를 0.5 mm 이상 얇게 하는 작업을 해서는 안 된다.

표 6-7-20 그루브용접의 더돋기 (mm)

비 드 폭 (B)	더 돋 기 높 이 (h)
$B < 15$	$h \leq 3$
$15 \leq B < 25$	$h \leq 4$
$B \geq 25$	$h \leq \frac{4}{25} \cdot B$

(10) 그루브용접을 수동용접으로 실시할 경우, 반대편에 가우징(gouging)을 하고 용접을 실시하여 건전한 용접부가 되도록 한다. 가우징 후에는 그라인더, 와이어 포일 등으로 전극 카본이나 가우징 찌꺼기를 제거하도록 한다.

(11) 한냉지용 강재의 주요 부재 맞대기용접은 수동용접 및 탄산가스용접으로 하여야 하며, 특히 용착금속의 샤르피흡수에너지는 모재의 규격값 이상이 되어야 한다.

(12) 스캘럽이나 각종 브라켓 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 크레이터가 발생하지 않도록 모서리부를 돌려서 연속으로 용접하여야 한다.

(13) 아크 발생은 반드시 용접부 내에서 일어나도록 한다.

(14) 항상 용접열의 분포가 균등하도록 조치하고 일시에 다량의 열이 한 곳에 집중되지 않도록 하여야 한다. 이러한 경우가 있을 때에는 용접순서를 조정하여야 한다.

3.8.11 용접부 검사

용접부의 검사는 비파괴 검사를 적용하여야 하며, KS기준에 맞아야 한다. 비파괴 검사의 종류는 다음과 같다.

① 방사선 투과검사 (R.T : KS B 0845) : 그루브용접부
② 초음파 탐상검사 (U.T : KS B 0896) : 그루브용접부
③ 자분 탐상검사 (M.T : KS D 0213) : 그루브용접부 또는 필릿용접부
④ 침투 탐상검사 (P.T : KS B 0816) : 필릿용접부
⑤ 육안 검사 : 용접부 외관조사

비파괴 검사의 시기는 일반강은 용접 완료 후 24시간 경과, 고장력강은 48시간 경과 후로 한다.

(1) 일반사항

① 계약상대자는 비파괴검사 전문회사에 검사를 의뢰하며, 검사회사의 장비, 능력 및 검사자의 자격 등에 대하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
② 계약상대자는 검사자로 하여금 이 시방기준을 적용하도록 주지시켜야 하며, 검사의 과정 및 판정 등에 대해서는 검사자 고유의 권한으로 침해할 수 없다.
③ 검사자는 검사기록, 검사결과 등 검사 관련자료 일체(육안 검사포함)를 서명 날인하여 원본을 감독자에게 제출하여야 한다.
④ 모든 검사는 취약 부위 및 육안검사 의심 부위를 우선적으로 실시하여야 하며, 검사 부위 지정에 대한 권한은 감독자에게 있다.
⑤ 계약상대자는 모든 부재에 대하여 육안검사를 시행하며, 주요 부재에 대해서는 검사기록을 유지하고, 의심 부위는 자체적으로 비파괴검사에 의해 확인할 의무가 있다.
⑥ 계약상대자는 관련 분야에 5년 이상 종사한 자를 육안검사자로 지정하여 현장에 상주 배치하여야 하며, 검사결과를 감독자에게 수시로 보고할 수 있도록 조치하여야 한다.
⑦ 감독자는 검사자가 검사업무를 성실히 이행치 않는다고 판단될 경우 검사자의 변경을 계약상대자에게 요구할 수 있으며, 이 경우 계약상대자는 즉시 감독자의 요구를 수용하여야 한다.
⑧ 검사결과에 대한 신뢰성에 문제가 있다고 판단될 경우 감독자는 검사결과 중 일부에 대하여 재검사를 요구할 수 있으며, 계약상대자는 이를 수용하여야 한다.

(2) 공장용접부 검사 방법 및 기준

도로교표준시방서 제2-4절 용접, 3.10항 3.10.3에 따른다.

(3) 현장 용접부 검사 방법 및 기준

① 강바닥판을 제외한 주거더의 플랜지, 복부판, 종리브 그리고 강재교각의 보와 기둥의 용접부는 방사선투과 또는 초음파탐상검사로 전수검사를 하여야 한다.

② 강바닥판의 데크프레이트 간 용접부는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 방사선투과검사를 할 경우에는 시·종단에 연속해서 2매, 중간부에서는 1 m마다 1매 또는 용접와이어의 시·종점부에서 1매를 검사하여야 한다. 또한 십자 교차점에서는 사방으로 각 2매씩 검사하여야 한다. 방사선투과검사에 의한 샘플링 검사를 실시한 경우에는 결함부의 양측 각 1 m의 범위에 대해서는 추가검사를 실시하고, 이들 부위에서도 결함이 발생된 경우에는 그 이음부 전체를 검사하여야 한다. 방사선투과검사 대신 초음파탐상검사로 할 경우에는 용접 이음부 전 길이를 실시하는 것으로 하여야 한다.

③ 현장용접에 필릿용접부 및 부분 용입 그루브용접부가 있는 경우에는 공장용접부 검사 기준에 준한다.

(4) 판정기준(내부 결함 및 균열 검사)

용접부 검사 판정기준은 표 6-7-21에 따른다.

표 6-7-21 용접검사 판정기준

검 사 방 법	부 위	판정기준	비 고
방사선투과검사(R.T)	인장 및 교번 응력이 작용하는 부재의 용접부	2류 이상	KS B 0845
	압축 및 전단 응력이 작용하는 부재의 용접부	3류 이상	
초음파탐상검사(U.T)	인장 및 교번 응력이 작용하는 부재의 용접부	2류 이상	KS B 0896
	압축 및 전단 응력이 작용하는 부재의 용접부	3류 이상	
자분탐상검사(M.T) 침투탐상검사(P.T)	모 든 부 재	2류 이상	KS D 0213 KS B 0816

주) 단, U.T의 검출 Level은 L Level

(5) 용접 비드의 육안 검사

용접 비드의 육안 검사는 다음 표 6-7-22에 따른다.

표 6-7-22 용접비드의 육안검사

구분	부 위	판 정 기 준	비 고
용접 비드 표면의 피트	필렛용접, 부분용입 홈용접	한 이음에 대하여 3개 또는 1 m에 대하여 3개 허용	단, 1 mm 이하의 피트는 3개를 1개로 간주
용접 비드의 표면 요철	–	비드 길이 25 mm마다 요철 3 mm 이하	
용접 덧살	–	용접덧살의 높이가 3 mm 이하	
용접 비드 폭의 불균일	–	비드 길이 150 mm의 범위 내에서 5 mm 이하	
언더컷	1차응력에 직교하는 비드 종단부	0.3 mm 이하	주요 부재
	1차응력에 평행하는 비드 종단부	0.5 mm 이하	
	2차 부재 비드 종단부	0.8 mm 이하	
오버랩	–	없을 것	
필렛용접 크기	–	– 양단 50 mm 제외부분 : 용접길이 10 % 범위에서 −1.0 mm 까지 허용 – 나머지 부분 : 목두께, 다리변길이, 필릿치수 등은 지정된 치수보다 작아서는 안 됨.	
가스 절단면	주요부재	– 표면거칠기 : 50 S 이하 – 노 치 : 없어야 함 – 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 – 상연상태 : 매끄러운 상태	절삭면 표면거칠기 50 S 이하
	2차 부재	– 노면거칠기 : 100 S 이하 – 노치깊이 : 1 mm 이하 – 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 – 상연상태 : 매끄러운 상태	
균 열	–	있어서는 안 됨	
스파타	–	있어서는 안 됨	
적 층	주요부재의 그루브용접부	있어서는 안 됨	육안검사, 의심부위는 U.T로 검사
루트면 오목한 굴곡	주요부재의 용접 개선부	– 용접목살의 두께는 얇은 쪽 부재 보다 5 % 또는 1 mm이상 작아서는 안 됨	
스터드용접	–	– 표면의 플럭스 및 슬래그 혼입 : 있어서는 안 됨 – 언더컷 : 뾰족한 노치형상 및 깊이 0.5 mm 이상인 언더컷은 있어서는 안 됨 – 스터드 레벨의 마감높이 : 설계치 ±2 mm를 초과해서는 안 됨	덧붙임은 전체에 대하여 실시 (덧붙임이란 높이 1 mm 이상, 폭 0.5 mm 이상을 말함)

3.8.12 결함부의 보수

(1) 일반사항

① 결함을 용접으로 보수하는 경우에는 모두 용접관리대장에 기록하여야 한다.

② 결함부의 처리요령을 구체적으로 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 보수 용접 기준

가. 비드 크기 및 예열은 가붙임 용접기준을 적용하고, 길이는 40 mm 이상으로 한다.

나. 균열 및 용접 결함이 있는 경우에는 즉시 비파괴 검사를 실시하여 균열의 정도와 범위 및 보수방법 등에 대하여 승인을 받은 후 보수하여야 한다.

(2) 결함부의 보수는 표 6-7-23에 표시한 요령으로 한다.

표 6-7-23 결함부의 보수방법

구분	결함의 종류	보 수 방 법
1	긁힌 자국 등의 강재의 표면결함	- 깊이 1 mm 이하는 그라인더로 마무리 - 깊이 1 mm 이상은 덧살 용접하여 그라인더로 마무리, 용접비드는 길이 40 mm 이상으로 한다. - 그라인더의 마무리 면의 조도 50 S 이하임
2	강판 단면의 층상 갈라짐	- 동일 원판에서 절단된 모든 부재를 추적하여 U.T 등에 의한 결함 유무를 확인하고 수정방안을 작성한 후 제출하고, 감독자의 승인을 받아야 함
3	강재 끝면의 층상 균열	- 판 두께의 1/4정도의 깊이로 가우징을 하고 덧살 용접을 한 후 그라인더 마무리
4	가스 절단면의 노치(notch)	- 2 mm 미만은 그라인더로 끝마무리 - 2 mm 이상은 노치부분을 축방향으로 10 mm 이상의 범위에 걸쳐서 깎아내고 보수용접 후 그라인더로 끝마무리
5	언더컷(under cut)	- 비드 용접한 후 그라인드로 마무리를 한다. - 용접홈비드의 길이는 40 mm 이상으로 함
6	아크 스트라이크 (arc strike)	- 깊이 $\phi \leq 4$ mm : 그라인더 끝마무리 - 깊이 $\phi > 4$ mm : 덧살 용접한 후 그라인더로 마무리 - 용접비드의 길이는 40 mm 이상으로 함
7	용접부균열, 용접비드의 피트(pit), 오우버랩(overlap)	- 발생 원인을 규명하고, 아크에어가우징(arc air gouging)으로 결함부분을 완전히 제거하고, 재용접한 다음 그라인더로 마무리 함. 용접 비드의 최소길이는 40 mm 이다.
8	용접비드의 요철	- 심한 것은 그라인더로 부분을 깎아서 고르게 함
9	용접부의 내부균열	- 중대 결함으로서 갈라진 부분을 완전히 제거하고, 발생 원인을 규명하여 거기에 따른 보수용접 및 그라인더 끝 마무리
10	스패터(spatter)	- 치핑 해머 또는 그라인더로 끝마무리
11	용접부의 블로우 홀 슬래그 용입 및 용입 부족	- 아크에어가우징으로 결함부분을 제거하고 재용접
12	스터드 용접부의 결함	- 해머타격검사로 파손된 용접부는 완전히 제거하고, 모재면을 정리한 다음 재용접한다. 언더컷, 더돋기가 부족한 부위는 피복봉에 의한 용접은 피하여야 한다.

3.8.13 기타

(1) 용접에 의한 변형의 제거

용접으로 생긴 변형은 기계적방법이나 가열방법으로 교정하여야 한다. 가열방법을 이용한 교정을 할 때 다음 표 6-7-24에 따른다.

표 6-7-24 가열방법을 이용한 교정

강재		강재 표면온도	냉각법
조질강(Q)		750 ℃ 이하	공냉 또는 공냉 후 600 ℃ 이하에서 수냉
열가공제어강 (TMC, HSB)	Ceq > 0.38	900 ℃ 이하	공냉 또는 공냉 후 500 ℃ 이하에서 수냉
	Ceq ≤ 0.38	900 ℃ 이하	가열 직후 수냉 또는 공냉
기타강재		900 ℃ 이하	적열상태에서의 수냉은 피한다.

(2) 고리, 가설용 공구의 붙이기

① 공장 내 운반·가설 등에 사용되는 고리·공구 등을 붙일 때의 용접은 공장 내에서 하고, 작업조건은 공장용접과 동등 이상이어야 한다.

② 고리, 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함이 남지 않도록 주의하여야 한다.

3.8.14 용접의 품질관리

(1) 용접을 할 때 재편의 조립정밀도 기준은 표 6-7-25와 같다.

표 6-7-25 재편의 조립정밀도

구 분	형 상	허용오차
그루브 용접	루트 면 높이 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	 ±2 mm 제한없음
	강재 뒷댐재 없는 용접부의 루트간격 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	 ±2 mm +2 mm, −3 mm
	강재 뒷댐재 있는 용접부의 루트간격 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	 +6 mm, −2 mm 해당사항 없음
	판두께 방향의 재편의 편심	얇은 쪽 판두께의 10 % 또는 3 mm 중 작은 값
	뒷댐재를 사용할 때의 밀착도 (1) 루트 가우징 안 할 경우 (2) 루트 가우징 할 경우	 2 mm 해당사항 없음
	그루브 개선 각도	+10°, −5°
필릿용접	루트 간격[주1)]	50 mm

주 1) 필릿용접부 루트간격은 가능한 한 밀착시켜야 하며, 2 mm 이상인 경우에는 필릿용접의 다리길이를 루트 간격만큼 증가시켜야 한다.

(2) 가붙임 용접을 할 때 허용기준은 표 6-7-26과 같다.

표 6-7-26 가붙임 용접 허용 기준

종 류	기 준
가붙임 필릿용접의 길이	80 mm 이상
총 두께	4 mm 이상

(3) 용접기준은 표 6-7-27과 같다.

표 6-7-27 용접기준

종 류	기 준
용접의 시단 및 종단	엔드탭 상 50 mm 이상의 크레이터가 들어가지 않는 범위
서브머지드 아크 용접법에서 수평 필릿용접을 할 때 1층 치수	8 mm 이하

3.9 스터드 용접

3.9.1 일반사항

(1) 스터드는 자동시간조절 아크스터드 용접기에 적합하여야 한다.

(2) 각 스터드는 열에 저항성이 있는 세라믹 또는 적합한 재료로 만든 링(ferrule)과 함께 사용한다.

(3) 지름 8 mm 이상의 스터드는 탈산화와 아크 안정을 위한 플럭스가 있어야 한다.

3.9.2 모재의 준비

(1) 스터드가 용접되는 모재의 부위는 요구되는 용접이 이루어질 수 있도록 스케일, 녹, 습기 또는 기타 이물질이 없어야 한다.

(2) 용접될 부위는 쇠솔질, 스케일링, 프릭-펀치 또는 연마로 깨끗이 준비하여야 한다.

(3) 모재의 온도가 -20 ℃ 미만이거나 표면에 습기, 눈 또는 비에 노출된 경우에는 용접을 해서는 안 된다. 단, 모재의 온도가 -20 ℃ ~ 0 ℃인 경우에는 추가의 육안검사와 굽힘시험 등을 통하여 감독자의 승인을 얻어 용접을 수행할 수 있다.

3.9.3 스터드 용접

(1) 스터드는 직류 음극에 스터드를 연결하는 자동시간조절 스터드 용접장비로 용접하는 것을 기본으로 한다.

(2) 용접전압, 전류, 시간 및 스터드의 장전과 밀어 넣기를 위한 스터드 총은 과거의 경험과 스터드 용접기 제조자의 지침에 따라 최적상태로 조절한다.
(3) 두 개 이상의 스터드 건을 동일한 전원으로 사용하는 경우, 한 번에 하나의 스터드 건만이 작동하도록 하고, 하나의 스터드를 용접한 후 다른 스터드 용접을 시작하기 전에 동력이 완전히 회복되어야 한다.

3.9.4 스터드 용접의 인증시험
(1) 스터드 용접 시공시험은 이 시방서 3.8.3에 준하여 시행한다.

3.9.5 스터드 자동용접사의 자격인증
(1) 「3.8.3」의 용접시공시험이 만족스러울 경우 스터드 자동용접사는 자격이 인정된 것으로 하며, 스터드 용접을 시공할 수 있다.
(2) 「3.8.3」의 용접성 시공시험에 관여하지 않은 자동용접사는 스터드 용접을 실시하기 전에 2개의 스터드를 이 시방서 3.8.3의 규정에 따라 용접 시공시험을 실시하여야 하며, 그 결과가 만족스러울 경우 해당 용접자는 스터드 용접을 시공할 수 있다.

3.9.6 스터드 용접보수
(1) 스터드 자동용접에서 스터드가 완전한 360°의 용착부를 얻지 못할 경우 계약상대자는 누락된 용착부를 사전 인정된 FCAW나 GMAW, 또는 SMAW 방법을 사용하여 최소 필릿 용접으로 적절하게 보수한다.
(2) 보수용접은 보수하는 결함의 각 끝에서 최소 10 mm 이상을 연장하여 실시한다.

3.9.7 스터드 제거 부위의 보수
(1) 인장응력을 받는 부재에서 불합격 스터드를 제거한 부위는 인접 모재와 편평하도록 매끄럽게 마무리하여야 한다.
(2) 스터드 제거 중에 손상된 모재 부분은 사전 인정된 용접절차서에 따라 손상된 부위를 용접 금속으로 채우고 표면을 인접 모재와 편평하게 마무리한다.
(3) 스터드를 교체하는 경우, 모재의 보수는 교체용 스터드를 용접하기 전에 실시한다.
(4) 교체된 스터드는 아래의 축으로 부터 약 15°의 각도로 굽힘시험을 실시한다.

3.9.8 스터드 필릿용접
(1) 스터드 용접은 스터드 건에 의한 자동용접을 하며, 부득이 SMAW에 의한 필릿용접으로 할 경우 사전 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다. 사용 용접봉은 저수소계의 용접봉으로 용접봉 지름은 4 mm ~ 5 mm를 사용하여야 한다. 스터드 지름이 10 mm 미만인 경우 또는 용접자세에서

벗어난 경우에는 더 작은 지름의 용접봉을 사용할 수 있다.

(2) 필릿용접의 최소치수는 표 6-7-28에 따른다.

표 6-7-28 필릿용접의 최소치수(mm)

스터드 지름	최소치수
$\phi \leqq 10$ mm	6
10 mm $< \phi \leqq 25$ mm	8
$\phi > 25$ mm	10

(3) 스터드의 필릿용접은 다음 규정에 준하여 시행한다.

① 용접살의 높이 1 mm, 폭 0.5 mm 이상의 더돋기가 주위에 쌓이도록 한다.

② 용접부의 균열 및 슬래그 혼입이 없어야 한다.

③ 날카로운 흠 형상의 언더컷 및 깊이 0.5 mm 이상의 언더컷이 없어야 한다.

④ 스터드의 마무리 높이는 설계 치수에 대하여 ±2 mm 이내로 한다.

⑤ 스터드의 기울기는 5° 이내로 한다.

⑥ 스터드 용접은 아래보기 자세로 한다.

⑦ 모재의 최소 예열온도는 표 6-7-17에 의한다.

3.10 공장 가조립

(1) 강구조물은 제작 후 공장에서 가조립을 실시하여야 하며, 이때 솟음량, 선형, 규격, 현장 이음부의 간격 및 볼트구멍의 정확도에 대하여는 조립정밀도의 기준에 따라 감독자의 확인을 받아야 하고, 공장의 가조립은 전체 구조물을 일시에 조립하도록 진행하여야 한다.

(2) 공장 가조립의 순서는 설치되는 장소에 따라 현장조건을 감안하여 결정하여야 한다.

(3) 공장 가조립에서 주부재의 접합에는 드리프트 핀이나 가조임 볼트를 사용하여야 한다. 이때 사용하는 드리프트 핀이나 볼트의 최소수량은 볼트구멍 개수의 25 % 이상, 복부판의 경우에는 15 % 이상이어야 한다.

(4) 현장에서 조립하는 구조물의 부재는 잘 보이는 장소에 조립기호를 적정한 방법으로 표시하여야 한다.

(5) 부재를 정밀가공하고 요구되는 측정정밀도와 조립정밀도를 얻을 수 있음이 감독자의 입회하에 확인된 경우, 디지털 측정장비를 이용하여 구축한 3차원 모델 전 부재의 컴퓨터 조립시뮬레이션으로 공장가조립을 대체할 수 있다. 다만, 다음의 경우는 반드시 공장가조립을 시행하여야 한다.

① 시공경험이 부족한 새로운 형식의 교량
② 복잡한 구조물 또는 감독자가 공장가조립이 필요하다고 요구하는 경우
③ 현장 가설의 공정과 현장 조건 등에 제약이 있을 경우

(6) 가조립을 할 때에는 강교의 전 구간을 동시에 일체로 시행하되, 구조물의 특성상 분리하여 가조립을 하더라도 전체 구조계의 내용을 평가할 수 있는 경우는 승인된 절차서에 의하여 분리하여 시행할 수도 있다.

(7) 가조립검사는 일출 전, 일몰 후 태양열에 의한 변형이 작은 시간에 실시하여야 한다. 가조립 검사시간과 기온 등을 기록 · 유지하여 현장가설을 할 때 온도보정에 참고하도록 하여야 한다.

3.11 운 송

(1) 부재의 운송계획서는 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(2) 운송 전 부재 순서별로 조립기호를 기입하고 스플라이스 플레이트도 부재에 맞게 운송한다.

(3) 운송 중 손상의 우려가 있는 것은 목재 또는 앵글 등으로 견고하게 포장을 하여 부재가 파손이 되지 않도록 유의하여야 한다.

(4) 운송된 부재에 결함이 있을 경우에는 결함부위를 수정하여야 하며, 수정작업을 할 때 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고, 가열을 할 때 600 ℃를 초과해서는 안 된다. 이는 도막 벗겨짐이나 강재의 찌그러짐 등을 유발할 수 있기 때문이다.

(5) 철도와 도로를 이용하여 구조물을 운반하는 경우에는 운반대차의 구조 및 싣는 방법에 유의하고, 운반도중 손상이 가지 않도록 하여야 한다.

(6) 부재는 현장에서 조립하는 순서를 고려하여 현장에 적치하여야 한다.

(7) 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고, 받침대와 부재 접촉면 사이에 고무판 등을 설치하여 부재 도장부위가 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.12 현장조립

(1) 부재의 접촉면은 조립하기 전에 청소하여야 한다.

(2) 조립기호와 조립순서에 따라 정확하게 조립하고, 부재는 신중하게 취급하여 손상이 없도록 주의하여야 한다.

(3) 강교의 조립을 위한 받침대 및 비계는 비틀림, 경사, 전도 등의 우려가 없는 적합한 지반에 소정의 솟음을 고려하여 견고하고 수평하게 설치하여야 한다.

(4) 임시 버팀대에 의하여 부재를 설치할 때에는 가설이 완료될 때까지 버팀대를 유지시켜 구조물의 솟음이나 비틀림 등에 의하여 손상이 발생하지 않도록 견고하게 시공하여야 한다.

(5) 임시 조임용 볼트 및 드리프트 핀의 합계는 볼트수의 1/2을 표준으로 하며, 드리프트 핀의 수는 구멍을 맞추기에 필요한 정도로 하고, 볼트의 수를 될 수 있는 한 증가시켜야 한다.

(6) 강교 조립에는 소요 고장력 볼트수의 1/2 이상의 가체결 볼트 및 드리프트 핀을 사용하고, 볼트구멍을 잘 맞추어 볼트조임을 하여야 한다. 이 때 드리프트 핀에 의하여 구멍이 확대되거나 손상되지 않도록 하여야 한다.

(7) 강구조물에 부득이 구멍을 뚫어야 할 때는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(8) 현장 조립품을 일체로 운반하여 설치할 경우에는 조립부재의 길이, 중량 및 형상을 고려하여 필요한 용량의 장비와 소요대수를 산출하여야 하며, 부재의 변형이 발생하지 않도록 안전하게 설치하여야 한다.

(9) 가체결 볼트는 리벳이나 볼트 체결이 끝난 후 제거하여야 한다.

(10) 구멍맞춤이 규정치 이상이어서 애초의 계획 볼트를 사용할 수 없을 경우는 애초 사용 규격보다 큰 볼트를 사용하도록 볼트 홀을 조정하여야 하고, 천공을 위한 가스화염을 사용해서는 안 된다.

(11) 설계된 공법에 의하여 부재를 설치하지 않고 다른 공법으로 순서를 변경할 때는 변경된 공법에 따라 가설응력과 변형을 검토하여 안전성 여부를 확인하여야 한다.

(12) 부재의 이음이 용접이음인 경우 임시 가조립볼트는 제거하여야 하나 특별히 제거하도록 규정한 사항이 아니면 볼트 시공 규준에 맞추어 조임 시공하여 영구볼트로 사용할 수 있다. 다만, 가조임볼트를 제거할 경우는 볼트를 제거 후 볼트구멍을 플러그 용접으로 채우고, 용접면은 철판표면 정도의 규정에 맞게 매끈하게 마무리하여야 한다.

(13) 조립완료 검사는 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 솟음량 검측

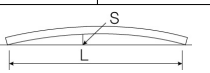
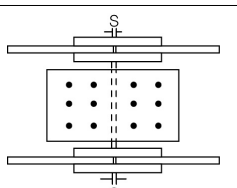
② 이음부 볼트구멍의 정밀도

③ 이음부에서의 부재사이의 간격

3.12.1 조립의 정밀도

조립의 정밀도는 표 6-7-29을 따른다.

표 6-7-29 조 립 정 밀 도

번호	대 상	항 목	규격				비 고
			플레이트거더, 박스거더, 강바닥상판		트러스, 아치, 라멘		
1	부재의 정밀도	부재높이 (H)	H≤2 m 2 m<H≤3 m 3 m<H≤4 m 4 m<H≤5 m	±4 mm ±5 mm ±6 mm ±7 mm	H≤1 m H>1 m	±2 mm ±3 mm	현장이음부의 상대오차를 왼쪽값의 1/2로 함
2		플랜지폭 (W)	W≤1 m W>1 m	±2 mm ±4 mm	W≤1 m W>1 m	±2 mm ±4 mm	
3		부재길이 (L)	L≤10 m L>10 m	±3 mm ±4 mm	L≤10 m L>10 m	±3 mm ±4 mm	
4		압축부재의 구부러짐	–		$\delta = \frac{L}{1000}$ 		
5		강판의 평탄도	판형의 복부판 H : 복부판 높이(mm)	$\frac{H}{250}$ mm	플랜지 및 복부판	$\frac{W}{150}$ mm W : 용접선 간격	현장이음부의 상대오차를 왼쪽값의 1/2로 함
			상자형들보, 플랜지 및 강상판	$\frac{H}{150}$ mm W : 리브 간격 또는 복부판 간격			
			플랜지의 직각도 b/200 (b:플랜지폭, mm)				
6		전장, 지간	$\pm (10 + \frac{L}{10})$ mm, L : 전장 또는 지간 (m)				
7		보, 트러스의 중심간거리	B ≤ 2 : ±4 mm B > 2 : ±(3+B/2) mm B : 설계중심간 거리 m				
8		현장 이음부의 간격	δ ≤ 5 (mm)		 δ : 가조립 간격으로 부터의 조립오차		
9		솟 음	L ≤ 20 : ±5 mm 20 < L ≤ 40 : −5 ~ +10 mm 40 < L ≤ 80 : −5 ~ +15 mm 80 < L ≤ 200 : −5 ~ +25 mm L : 지간장길이 m				
10		신축장치	길이의 차 L ≤ 10 : −5 ~ +10mm L > 10 : −5 ~ +10 {10 + (L − 10) × 0.5} mm L : 신축장치의 길이 조합된 신축장치의 높이의 차 : ±2 mm 핑거의 맞물림 차 : ±2 mm				

3.13 가설

3.13.1 플레이트 거더교

(1) 횡전도 좌굴을 막기 위하여 지지점에 전도방지 시설을 갖추고, 아울러 경간 내에도 버팀줄 등으로 전도가 되는 것을 방지하여야 한다.

(2) 바닥판 콘크리트를 타설할 때 일어나는 전체 좌굴에 의한 횡전도를 방지할 수 있도록 횡브레이싱을 설치하여야 한다.

(3) 주거더는 자중이 적은 것에 비하여 풍압면적이 크므로 바람에 의하여 전도될 염려가 크므로 전도가 되지 않도록 방지시설을 설치하여야 한다.

(4) 주거더는 산들바람(3.4 m/sec ~ 5.4 m/sec) 이상의 기상조건에서는 I형 거더의 단독 가설작업을 중지하여야 한다.

3.13.2 박스거더교

(1) 박스거더교의 주거더는 일조(日照)의 영향이 크므로 한 장소에서 연결 작업할 때에는 온도차에 의한 변형과 응력차가 크지 않도록 연속해서 설치하여야 한다.

(2) 박스거더교의 주거더를 여러 군데의 지지점을 갖는 공법으로 설치할 때에는 잭 등에 의해서 올리고 내리는 지지점을 보강하여야 한다.

(3) 박스거더교의 주거더는 한 부재의 블록 중량이 크기 때문에 취급이 용이하도록 미리 공장에서 무게 중심부에 리프팅러그를 설치하여야 한다.

(4) 주거더를 횡이동시킬 경우는 각 지점의 이동량이 일정하도록 관리하여야 한다.

3.13.3 연속교

(1) 연속교의 주거더를 켄틸레버식 공법이나 블록공법으로 가설할 경우는 가설응력 조절 내용을 사전에 예측하여 둔다.

(2) 끼어넣기식 공법에 의하여 가설할 경우는 사전에 셋백량을 고려하여야 한다.

(3) 주거더를 양측에서 올리고 내리는 공법에 의하여 가설할 경우는 각 점의 변위로 인한 초과응력이 발생되지 않도록 한다.

(4) 횡이동을 할 때 각 지점의 이동량이 일정하도록 관리하여야 한다.

(5) 연속교의 바닥판 슬래브 콘크리트 타설할 경우 경간 중앙부를 먼저 타설하고 경간 지점부를 향하여 타설함으로써 지점부에서 발생할 수 있는 균열을 방지하도록 한다.

3.13.4 곡선교

(1) 곡선교의 주거더를 가설할 때에는 전도되지 않도록 주거더의 중량을 고려해서 보의 중심 위치를 확인하여 둔다. 횡이동 또는 마주 들어 올리고 내릴 경우는 하중의 편심을 예견해서 지지점을 보강하여야 한다.

(2) 곡선 주거더의 경우 조립방향을 정확히 측정하는 것이 곤란하므로 사전에 그 방향을 검토하여 둔다.

(3) 주거더를 가설 후 가로보(크로스 빔)를 연결할 경우 주거더의 비틀림이나 주거더의 처짐으로 인하여 가로보의 연결이 곤란할 경우, 가로보 연결부의 유간 확보나 연결볼트를 위한 긴 구멍 뚫기나 공구연결 등의 대책이 필요하다.

3.13.5 사교

(1) 가로보를 주거더에 직각으로 연결시킬 경우는 주거더마다 가로보의 연결 지점이 다르므로 주거더의 처짐 변위차이를 고려하여 연결방안을 수립한다.

(2) 지지점에 설치할 가로보는 지지점과 같은 방향으로 배치하여야 한다.

(3) 신축이음장치는 사각방향으로 정확하게 이동할 수 있도록 배치하여야 한다.

3.13.6 트러스교

(1) 켄틸레버 공법 및 대블럭 공법에 의하여 가설을 할 때 인장재가 압축재로 되는 경우가 있으므로 가설할 때의 응력을 검토하여 필요한 조치를 하여야 한다.

(2) 축력 부재로서 설계된 현재(弦材)에 자주식 크레인 등의 가설중기를 주행시켜 가설하는 경우는 이들의 중량을 합해서 휨의 영향을 검토하여야 한다.

(3) 트러스교는 부재수가 많으므로 부재의 연결위치 및 격점부의 조립순서를 사전에 결정하여 가설하여야 한다.

(4) 경간이 긴 트러스교는 가로보의 연결부에 슬롯 등으로 조절부를 두어야 한다.

3.13.7 상로 아치교

(1) 아치를 우선 가설하고 보강거더를 나중에 가설하는 경우 아치의 변형이 커서 보강거더의 연결이 곤란한 경우가 있으므로 이 경우 변형에 관한 응력을 사전에 검토하여 보강거더의 가설순서 및 방법을 정하여야 한다. 보강거더의 가설순서는 일반적으로 중앙부에서 양방향으로 대칭이 되도록 가설하여야 하며, 지점의 고저차가 큰 아치에는 변형이 비대칭으로 되어 수평변위가 크게 되므로 주의가 필요하다.

(2) 아치의 폐합은 일조의 영향이 크므로 영향이 적을 때 실시하여야 한다. 가설 중 아치는 경간장에 비하여 휨강성이 작고 처짐 변형이 크므로 폐합할 때에는 결합부의 맞닿는 면의 형상이 소정의 치수가 되도록 검측하여 조절하여야 한다.

(3) 아치 받침은 측량작업을 실시하여 정확하게 거치하여야 하며, 받침부의 소정 회전량이 넘지 않도록 관리하여야 한다.

(4) 아치 설치 후 스펜드럴 기둥은 수직도가 정확하여야하며, 기둥 변위에 의하여 아치 응력 및 변위가 발생하지 않도록 하며, 가급적 보강재와 함께 가설하여야 한다.

(5) 바닥판 가설을 할 때 주거더 및 횡거더, 가로보 및 세로보는 아치 및 스펜드럴 기둥의 면외 변형으로 정확하게 맞지 않을 경우가 있으므로 설치 전 검측을 실시하고 정확하게 시공하여야 한다.

3.13.8 하로 아치교

(1) 타이드 아치, 로제교 및 랭거 아치교의 아치를 선행으로 가설할 경우 상로교의 아치 설치와 동일하게 한다.

(2) 수직재 가설은 아치의 각 접합점의 변위가 각각 다르므로 변위를 고려하여 부재 길이 및 설치 포인트를 정하여야 한다.

(3) 하로교 교면의 주거더, 보강거더 및 가로보, 세로보는 상로아치교 가설과 동일하게 시행하여야 한다.

(4) 하로교 중 가벤트에 의하여 하로교의 주거더 및 교면을 우선 설치한 후 아치를 설치할 경우는 가벤트 철거 후 전체 구조계의 변위를 고려하여 아치부재와 수직부재를 설치하여야 한다. 다만, 아치부재의 좌굴방지용 보강재는 중앙부로부터 대칭이 되도록 설치한다.

(5) 닐센 아치교는 케이블 설치 이전에 아치와 상판에 가설재를 설치한 후 케이블을 2차로 설치 할 수 있으나 최종적으로 케이블의 장력과 캠버가 목표값에 도달하도록 관리하여야 한다.

3.13.9 라멘교

(1) 선정한 공법에 따라 부재의 폐합과 응력조절을 사전에 검토하여야 한다.

(2) 받침의 거치정도에 따라 부재의 솟음과 응력에 영향을 주므로 정확하게 시공이 되도록 하여야 한다.

3.13.10 강바닥판교

(1) 강바닥판은 강성이 작기 때문에 설치할 때 변형이 적도록 하여야 한다.

(2) 강바닥판을 주거더에 먼저 설치한 후 중간에 강바닥판을 설치할 경우에는 교축방향에 연결차가 생기므로 사전 대책이 필요하다.

(3) 용접 수축에 의한 추가 솟음을 고려하여야 한다.

3.13.11 강재교각

(1) 강재교각은 기둥부분과 보부분이 상자형인 경우는 일조에 의한 영향이 크므로 가급적 기온이 일정한 상태에서 조립한 후 가설하여야 한다.

(2) 강재교각의 기둥부 이음이 볼트접합일 경우는 메탈터치에 의하여 접합할 수 있도록 하고, 상부이음부재는 가설용 내부 라이너를 설치하여 가설이 용이하도록 하여야 한다. 볼트접합 시공순서는 기둥부의 플랜지나 복부판을 우선 연결하고 보강재를 연결하도록 한다.

(3) 강재교각의 기둥부 이음이 현장용접 연결일 경우는 뒷댐재를 사용하는 것이 유리하나 뒷댐재를 사용하지 않는 경우에는 별도 내부 라이너를 설치하도록 하고, 루트간격 유지를 위한 내부 라이너의 스톱퍼를 두도록 한다.

(4) 교각의 보 부분은 지상에서 조립하도록 하며, 특히 교량받침용 앵커볼트는 설치기준에 맞추어 정확히 설치한다. 다만, 기둥부가 현장용접 이음일 경우는 용접에 의한 변형을 고려하여 앵커볼트 구멍을 뚫어야 한다.

(5) 현장용접을 할 때 용접순서 및 용접규모 등은 부재의 변형이 최소가 되도록 관리하여야 한다.

6-7-2 철골 제작 및 설치

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 철골 제작 및 설치를 위한 구조용 강재와 용접, 도장공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-1 구조물공사 일반
6-3 가시설공사
6-7-1 강교제작 및 가설
6-7-4 강교도장

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS B 1002 6각볼트
KS B 1010 마찰접합용 고장력 6각볼트 · 6각너트 · 평와셔의 세트
KS B 1012 6각너트
KS B 1101 냉간 성형 리벳
KS B 1102 열간 성형 리벳
KS B ISO 2338 평행 핀
KS B ISO 1234 분할 핀
KS B ISO 2339 비경화 테이퍼 핀
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접 구조용 압연강재
KS D 3529 용접 구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3542 고 내후성 압연강재
KS D 3530 일반 구조용 경량형강
KS D 3558 일반 구조용 용접경량 H형강
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관

KS D 4101 탄소강 주강품
KS D 4118 도로 교량용 주강품
KS D 4301 회주철품
KS D 8308 용융아연도금

2. 재 료

2.1 사용재료

2.1.1 구조용 강재

(1) 강재의 규격은 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542, KS D 3530, KS D 3558 또는 동등 이상이어야 한다.

(2) 충격시험은 KS B 0810의 해당사항을 만족하여야 한다.

2.1.2 강관

강관의 규격은 KS D 3566, KS D 3568 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.3 볼트 및 핀

(1) 6각볼트 및 너트 : KS B 1002, KS B 1012

(2) 마찰 접착용 고장력 6각볼트 · 6각너트 · 평 와셔의 세트 : KS B 1010

(3) 리벳 : KS B 1101, KS B 1102

(4) 핀 : KS B ISO 2338 평행 핀, KS B ISO 1234 분할 핀, KS B ISO 2339 비경화 테이퍼 핀

2.1.4 스터드 전단연결재

(1) 스터드 연결재는 상온에서 제작되어야 하며, 마무리된 스터드 연결재는 품질이 균일하고 해로운 겹침, 지느러미, 박층, 균열, 비틀림, 굽힘 또는 결함이 없어야 한다. 스터드 두부의 둘레에는 손잡이까지 둘레의 반보다 깊은 균열이나 터짐이 없어야 한다. 스터드 연결재의 인장강도는 늘인 후에 강봉줄기나 마무리된 스터드에 대한 시험으로 결정하여야 하며 강도요건은 다음에 따른다.

표 6-7-30 스터드 강도

최소 인장강도	항복점 또는 0.2 % 내력	신장율(%)
400 MPa ~ 550 MPa	240 MPa	20 이상

(2) 스터드 연결재는 용접을 위해서 열저항성이 있는 세라믹으로 된 아크 피복이나 기타 적합한 재료와 함께 공급하여야 한다.

2.1.5 주조품의 규격
주조품의 규격은 KS D 4101, KS D 4118, KS D 4301 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.6 용접전극
6-7-1절 참조

2.1.7 복부판이 트인 강재 세로보
6-7-1절 참조

2.1.8 공장페인트칠 재료
6-7-4절 참조

2.2 제 작

(1) 구조용 강재의 제작은 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

(2) 용접작업과 용접된 접합은 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

(3) 강부재와 금속재의 제작은 가능한 공장 또는 제작소에서 제작하여 미리 조립하여야 한다.

(4) 부재는 설치조건을 만족하도록 성형해서 제작하여야 하며, 부재를 제자리에 적절하게 고정시킬 수 있는 부대품을 갖추어야 한다.

(5) 굽어진 재료를 펼 때에는 재료에 손상을 주지 않는 방법으로 명시된 제작허용 오차를 벗어나지 않도록 곧게 펴야 한다. 심한 비틀림과 휨은 재료를 거부하는 사유가 될 수 있으며, 저합금 구조강재의 열수축은 허용되지 않는다.

(6) 전단, 화염절단, 가스절단 및 깎기는 절단되는 금속에 잔류응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 마무리된 공사에서 노출되는 절단 연단은 기계절단, 전단 또는 화염절단해서 연마하여야 한다.

(7) 지지층 보강재와 집중하중에 대한 지주로서 사용된 보강재는 명시된 대로 제작하여야 하며, 지지표면은 연마하여야 한다.

(8) 하중을 지탱하는 냉간압연강판은 상온에서 전압방향에 직각으로 굽혀야 한다. 굽힘 반지름은 내민면을 쟀을 때, 다음 표에 명시된 것 이상이어야 한다. 더 짧은 반지름이 명시되어 있을 경우에는 강판이 뜨거울 때 굽혀야 하며, 굽히기 전에 굽혀지는 강판 연단은 2 mm의 반지름으로 둥글게 하여야 한다.

표 6-7-31 강판 절곡 최소반지름

강판이 굽혀지는 각도	최소반지름
61° ~ 120°	1.0 t
121° ~ 150°	2.0 t

(9) 접합은 명시된 대로 볼트를 조이거나 용접하여야 한다.

(10) 구멍은 금속재의 표면에 직각으로 절단, 천공 또는 펀치하여야 하며, 화염으로 만들거나 확대해서는 안 된다. 바닥판 또는 지지판의 구멍은 천공하여야 한다. 다른 작업반의 공사가 접합되게 하기 위해서는 부재에 구멍을 만들어야 하며, 구멍은 볼트의 지름보다 2 mm 더 크게 펀치하거나 천공하여야 한다.

(11) 고강도 볼트에 대해서는 이음매를 조립하고, 적합한 와셔와 볼트를 사용해서 구조용 이음매에 대한 시방에 따라 볼트를 설치하여야 한다. 볼트를 사용하는 모든 접합부에는 경화된 와셔를 사용하여야 한다. 고강도 볼트 조임은 자격 있는 검사원이 검사하여야 한다.

(12) 콘크리트에 지지되는 부재에 대해서는 명시된 대로 강재의 지지판과 정착재를 갖추어야 하며, 바닥판 또는 지지판은 조정 너트를 사용해서 수평되게 하여야 한다. 정착재, 정착볼트 및 지지판의 설치는 지침서와 함께 규준들을 갖추어야 하며, 정착재와 관련 품목은 공사 진행 중에 적절하게 콘크리트 속에 설치되어 있도록 확인하여야 한다.

(13) 성형한 합성고무지지재 또는 그라우트와 접촉하는 금속지지판은 30 mm 마다 3 mm 이하이어야 하며, 전체적으로는 5 mm 이하의 허용오차로 제작하여야 한다.

(14) 명시된 대로 공사를 완성하는데 필요한 보강용 앵글, 크립 앵글, 판재, 펀치한 고리, 브래킷 및 행거 등을 포함하여야 한다.

(15) 배출구가 없어 물이 고일 수 있는 구조물의 부재에는 배수공을 두어야 한다.

(16) 노출된 구조강 부재는 표준 솟음의 1.5 배 내에서 곧게 제작하여야 하고, 허용오차를 유지하여야 한다.

2.3 청소 및 칠

2.3.1 청소

(1) 부재는 제작 후 공장 페인트 칠하기 전에 전동공구로 청소하여 슬래그 · 녹 · 그리스 · 기름 · 기타 이물 등을 제거하여야 하며, 용접부는 충실하게 철사솔로 쓸어야 한다.

(2) 전동공구로 청소한 후 페인트 칠하기 바로 전에 강재를 용제로 세척하여 흙먼지와 찌꺼기를 제거하여야 한다.

(3) 기후에 노출된 강재는 블라스팅으로 청소하여야 한다.

2.3.2 분무 방화 처리하는 강재

분무 방화 처리할 강재는 공장 페인트칠을 해서는 안 된다.

2.4 강재 세로보

2.4.1 재료 및 제작

(1) 세로보 및 가로보 : 세로보의 재료와 제작은 명시된 세로보와 가로보의 형식에 대한 관련 시방서의 해당사항에 합치하여야 한다.

(2) 부대품

① 정착재 및 볼트 : 볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 해당 KS 규격의 요건에 합치하여야 하며, KS D 8308에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

② 고정장치 및 부대품 : 완전하고 마무리된 설치를 위하여 필요한 정착재와 긴결재, 와셔, 고리 및 부대품을 갖추어야 한다. 긴결재는 스테인레스 강재, 도금 강재, 캐드뮴 도금한 강재 또는 기타 비부식금속이어야 한다. 바닥판 또는 지지판은 해당사항에 합치하는 강판재이어야 한다.

③ 공장도장 : 가로보와 세로보는 블라스팅하여 표면처리하며 소정의 검사를 거친 후 도장한다. 이때 표면처리기준은 SSPC-SP10이다.

2.5 검사 및 시험

(1) 계약상대자는 관련시방서의 해당사항에 따라 제작자의 검사를 요구하여야 하며, 검사결과는 확인서에 명시된 대로 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 재료, 제작 및 용접은 제작자의 공장에서 감독자가 육안검사 방법으로 검사한다. 감독자는 의문이 있는 작업에 대하여 추가 검사와 시험을 실시할 권한을 가지며, 시험은 비파괴 시험방법에 의한다.

3. 시 공

3.1 가설 및 설치

3.1.1 구조강재의 설치

(1) 구조강재의 가설과 설치는 6-7-1절의 해당조항을 만족하여야 한다.

(2) 구조강재는 설정된 기선과 표고에 정확하게 설치하여야 한다. 강재는 볼트조임이 시작되기 전에 수직하고 수평이어야 한다. 설치는 승인된 시공도면과 실제의 조건에 따라야 하며, 각도와 연단은 구조물의 관련된 기선에 평행하고, 경우에 따라 수평 또는 직각이거나 수평과 사각이어야 한다.

(3) 필요한대로 임시버팀대를 설치하고, 최종 완성 때까지 제자리에 유지하여야 한다. 손상을 받을 수 있는 공장제작 품목은 버팀을 하고 깊게 조작해서 비틀림이나 손상을 방지하여야 한다. 설치된 모든 품목은 콘크리트가 타설되기 전에 적절히 버팀을 해서 콘크리트의 압력에 의한 비틀림을 방지하여야 한다. 콘크리트 타설 작업 중에도 버팀대를 조사 · 관찰하고, 설

치상태가 유지되도록 하여야 한다.

3.1.2 정착재, 정착볼트, 스터드 및 고정장치

(1) 달리 명시된 것이 없으면 공장접합은 용접하고, 현장접합은 볼트로 조여야 한다. 볼트 머리와 너트 밑에서 와셔를 사용해서 너트를 단단하게 돌렸을 때 완전히 조여지게 하여야 한다. 볼트가 비탈진 표면 위에 지지하고 있는 경우에는 사각진 와셔를 사용하여야 한다.

(2) 명시된 다음 품목을 갖추어야 한다.

① 설치에 필요한 정착재, 볼트 및 와셔, 스터드 및 고정용 철물

② 공사의 설치 및 완성, 그리고 콘크리트 타설 전에 거푸집 안에 설치하거나 콘크리트 속에 매설할 기타 여러 가지 강재 또는 철재 긴결재

(3) 정착재와 정착볼트를 정확한 위치에 설치하기 위해서는 필요한 규준틀 또는 기타 방법을 사용해서 볼트와 정착재를 미리 설치하여야 한다.

3.1.3 바닥판 및 지지판

정확한 표고에 그라우팅을 필요로 하는 바닥판과 지지판은 정착볼트 위에 조정너트를 사용해서 지지하여야 한다. 바닥판과 지지판은 무수축 그라우트에 명시된 고강도 무수축 그라우팅 모르타르를 사용해서 정확하게 설치하여야 한다.

3.1.4 가설 및 조립

(1) 가설 및 현장조립 후에는 완성된 구조물의 부분을 구성하는 여러 부재를 정렬 및 조정하고 단단히 고정시켜야 한다. 허용오차는 6-7-1 강교제작 및 가설의 해당사항을 준수하여야 한다.

(2) 압축부재의 접합판은 맞댄 표면이 접촉된 후에 조립하여야 한다. 지지면과 영구적으로 접촉되어 있을 표면은 부재를 조립하기 전에 청소하여야 한다. 접합판은 명시된 곳에서만 허용된다.

(3) 제거하도록 요구된 경우가 아니면 용접 시공에 사용된 가설용 볼트는 견고하게 조인 후 제자리에 둘 수 있다. 가설용 볼트가 제거된 경우에는 구멍을 마개용접으로 채우고, 매끈하게 연마하여야 한다. 잘못 맞추어진 구멍은 한 치수가 크게 천공해서 교정하고, 그 치수의 볼트로 조여야 한다. 재천공을 위한 용접은 허용되지 않는다.

3.1.5 드리프트 핀

드리프트 핀은 여러 부재를 함께 조립하는 데만 사용할 수 있다. 허용오차를 벗어나 제작된 부재와 부품을 정렬하는데 조립용 볼트나 드리프트 핀을 사용해서는 안 된다. 드리프트 핀은 재료가 비틀리게 하거나 손상될 만한 힘을 주어서 사용해서는 안 된다. 정확하지 않게 제작된 구조강재나 여러 보조강재는 감독자에게 보고하여야 한다.

3.1.6 가스절단

주요 부재에는 제작오차를 교정하기 위한 현장에서의 가스절단화염의 사용은 허용되지 않는다. 가스절단화염의 사용은 부재가 응력을 받지 않는 사소한 부재에만 허용되며, 이 경우 감독자의 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.

3.1.7 볼트 조임

(1) 볼트는 나사를 손상하지 않고, 정확하게 구멍 속으로 박아 넣어야 하며, 볼트 박기 중 볼트 머리는 손상되지 않게 보호하여야 한다. 모든 볼트와 너트 밑에는 와셔를 끼우고, 볼트와 너트는 와셔에 정연하게 놓여야 한다.

(2) 볼트가 볼트 축에 직각인 평면과 1/20 보다 큰 경사를 갖는 사각표면 위에 사용되는 경우에는 볼트 머리나 너트를 완전히 지지하도록 사각진 와셔를 사용하여야 한다.

(3) 볼트의 나사는 하나 이상의 나사가 금속에 물리는 길이로 전단력을 전달할 수 있어야 한다.

(4) 볼트는 달리 명시된 경우가 아니면 너트를 넘어 6 mm 이상 연장되어서는 안 된다. 볼트 머리와 너트는 길이가 380 mm 이상인 렌치로 금속재에 대하여 밀착되게 박아야 한다.

(5) 모든 볼트는 인장력의 75 % 범위 내에서 사용하도록 적절한 동력공구를 이용한다.

3.1.8 고강도 볼트조임

(1) 접합부는 6-7-1 강교제작 및 가설의 해당사항에 따라 조립하여야 한다.

(2) 볼트는 볼트의 치수에 대해서 제시된 것 이상의 토크를 가하며 교정된 임펙트 렌치로 체결하여야 한다.

(3) 접합부의 접촉면에는 페인트, 렉커 또는 기타 마찰을 감소시키는 칠이 없어야 한다.

3.1.9 활동이음매

활동이음매의 조립 지지면은 적절하게 청소하고, 필요한 경우 윤활유를 발라야 한다.

3.2 현장품질관리

현장조립 및 설치된 고강도 볼트 조임은 감독자에 의하여 자격이 인정된 검사원이 검사하고, 토크 시험을 한다.

3.3 현장 페인트 칠

(1) 구조강재가 설치되면 공장 페인트칠에 사용된 것과 같은 방청바탕칠로 마모된 구역, 현장 볼트 및 용접부에 부분 페인트칠을 하여야 한다. 부분 페인트칠을 하기 전에 현장 용접부는 철사솔이나 모래닦기로 깨끗하게 청소하여야 한다.

(2) 분무방화처리 할 강재는 부분 페인트칠을 해서는 안 된다.

(3) 최종 현장 페인트칠은 6-7-4 강교도장에 명시된 해당사항을 참조한다.

6-7-3 잡철물공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 금속재의 제작 및 잡철물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-7-1 강교제작 및 가설
6-7-4 강교도장

1.3 참조표준

다음 규준은 이절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업표준(KS)
KS D 9521 용융아연도금 작업표준

2. 재 료

2.1 공통사항

2.1.1 정착물 및 볼트
볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 KS D 9521에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

2.1.2 배수 구거
(1) 명시된 치수와 형태를 갖는 쇠살이나 막힘 덮개를 갖춘 표준제품의 구체를 명시된 대로 공급하여야 하며, 배수 구거와 구체는 회주철이나 백주철로 제작된 것이어야 한다.
(2) 흔들리고 덜거덕거리는 것을 방지하기 위해서 덮개는 지지면을 기계로 깎은 것이어야 한다.
(3) 배수 구거로 사람이 통행하는 장소의 덮개는 미끄럼방지 표면 처리한 것이어야 한다.
(4) 배수 구거와 구체가 콘크리트나 흙과 접하는 경우에는 아스팔트 에멀션으로 칠하여야 한다.

2.1.3 그라우트
바닥면과 지지판에는 무수축 그라우트 및 구조용 강재공의 해당사항에 따라 고강도의 무수축 그라우트를 사용하여야 한다.

2.1.4 연결재 및 부대품

정착제와 연결재, 와셔, 고리 및 부대품은 완전하고 마무리된 설치를 위해서 필요한 대로 갖추어야 하고, 연결재는 해당 위치에 적합하고 승인된 대로 스테인레스강 또는 아연도금강이어야 한다.

2.1.5 콘크리트 및 조적재 정착물

정착물이 콘크리트나 조적물 속에 매설되지 않은 경우에는 명시되었거나 요구된 치수를 갖는 도금한 강볼트를 갖춘 팽창형 정착물 또는 너트를 갖춘 스터드를 두고, 볼트머리와 너트 밑에는 워셔를 끼워야 한다.

2.1.6 보행로

(1) 금속재 보행로는 모눈이나 다이아몬드 형태로 따내어 가공된 강판으로 제작된 것이나 유공강판 쇠살에 대해서 위에 명시한 단추모양으로 도드라지게 가공한 구조용 강박판으로 제작된 것이라야 한다.

(2) 보행로의 한 패널은 명시된 치수와 강판두께를 갖고, 명시된 모양과 형태를 갖도록 절단 또는 성형한 것이라야 한다. 보행로 패널은 그것이 전기통신선로와 구거의 덮개로 사용될 경우에는 제거할 수 있어야 하며, 콘크리트 속에 정착시킬 수 있게 맞는 강재틀을 갖추어야 한다.

(3) 보행로 패널은 15 kN/m의 등분포하중과 15 kN의 집중하중을 지탱할 수 있어야 한다.

(4) 보행로 패널과 틀은 지지재나 보강재, 부대품을 포함해서 제작 후 용융아연도금하여야 한다.

(5) 모눈이나 다이아몬드 형태로 따내어 가공된 강판을 통행로 패널로 사용할 때는 강재표면에 부착 또는 용착시킨 미끄럼방지용의 산화알루미늄 알맹이로 도장하여야 한다. 이 경우 제품자료와 견품을 제출하여야 한다.

2.1.7 사다리

(1) 명시된 조건을 충족시키기 위하여 필요한대로 표준제품이거나 주문 제작된 사다리를 공급하여야 하며, 강재 사다리는 제작 후에 용융아연도금한 것이어야 한다. 화재대피용이 아닌 경우 알루미늄으로 제작할 수 있다.

(2) 구조물 접근 사다리는 난간을 갖추어야 하며, 높이가 3 m 이상인 수직 사다리에는 테두리를 갖추어야 한다.

2.2 제 작

(1) 금속재는 금속재 제작과 잡철물의 주문 제작과 시공에 경험이 있고 숙련된 업체나 제작소에서 제작하여야 한다. 마무리된 금속재에는 명시되었거나 요구된 경우를 제외하고 나사못, 볼트 및 고정장치 등이 노출되어서는 안 된다.

(2) 용접접합은 용접공법의 요건에 따라 시행하여야 하며, 시선에 노출되는

곳에서는 용접된 품목의 모양과 형태가 유지되도록 용접부를 평활하게 마무리하여야 한다.

(3) 금속재 제작은 될 수 있는 한 공장이나 제작소에서 미리 제작해서 조립하여야 한다.

(4) 설치조건을 만족시키도록 금속재를 성형하고 제작하여야 하며, 금속재를 명시된 대로 제자리에 고정시키기 위해서는 정착물, 고정장치 및 부대품을 갖추어야 한다.

(5) 계약상대자는 해당 구성재에 대한 표준 제작품을 공급할 수 있지만 이러한 제품은 공간제약과 설치조건을 만족하여야 하고, 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3 도 금

(1) 구조물의 외측에 있는 강재와 철재품목, 수분에 노출된 품목, 쇠살 및 계약서에 명시된 품목은 KS D 9521에 따라 제작 후에 용융아연도금을 하여야 한다.

(2) 애초의 도금을 제거할 수 있는 현장용접을 필요로 하는 공장도금하는 금속재는 현장도금 보수로 복구하여야 한다.

(3) 도금된 품목을 부착하기 위한 볼트와 나사는 KS D 9521에 따라 도금하여야 한다.

2.4 앵커볼트

앵커볼트는 설계도서에 나타난 것과 같거나 또는 특별 규정에서 규정된 요구사항을 만족하여야 한다. 앵커볼트를 볼트 구멍에 묻을 때 사용하는 재료는 만족할 만한 정착을 확보하기 위하여 요철을 만들거나 끝을 볼록하게 하여야 한다.

2.5 개폐장치

(1) 공통사항으로서 제작된 강재 클립과 L형강은 설계도서의 요건을 만족하고, 승인된 시공도면에 나타낸 것을 사용한다.

(2) 볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 KS D 9521에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

(3) 정착재와 고정장치, 와셔, 고리 및 부대품은 완전하고 마무리된 설치를 위해서 필요한 대로 갖추어야 하고, 고정장치는 스테인레스강 또는 아연도금강이어야 한다.

(4) 정착물이 콘크리트나 조적물 속에 매설되지 않은 경우에는 설계도서에서 요구된 치수를 갖는 도금한 강볼트를 갖춘 팽창형 정착물 또는 너트를

갖춘 스터드를 사용하고, 볼트머리와 너트 밑에는 메울 수 있는 와셔를 갖추어야 한다.

3. 시 공

3.1 설 치

(1) 금속재 제작물과 잡철물은 설계도서와 승인된 시공상세도면에 따라 이러한 공사의 설치에 숙련되고 경험 있는 근로자를 사용해서 설치하여야 한다.
(2) 금속재 제작물과 잡철물은 완전하고 마무리된 설치에 요구되는 제작자가 공급한 모든 부대품을 사용해서 설치하여야 한다.
(3) 금속재는 승인된 시공조건에 따라 수평, 수직 또는 요구된 각도에 맞고, 경우에 따라서는 구조물의 관련되는 선에 평행한 각도와 연단에 맞추어서 편평하고 정연하게 설치하여야 한다.
(4) 현장용접이 필요한 경우에는 6-7-1절 해당사항에 따라 용접하여야 한다.

3.2 도금보수

용접작업, 취급 또는 설치로 손상을 입게 된 도금된 표면은 도금보수재료를 사용하여 설치 후 즉시 보수하여야 한다.

3.3 현장페인트 칠

(1) 설치 후에는 노출된 페인트칠한 표면, 현장용접부 및 마모되었거나 손상된 초벌칠 된 표면은 다듬고 공장페인트칠에 대해서 명시된 것과 같은 초벌질의 추가로 철재 및 도금된 표면에 분무로 끝마무리 칠을 하여야 한다.
(2) 마무리 현장페인트칠은 6-7-4절의 해당사항에 적합하여야 한다.

3.4 앵커볼트

(1) 계약상대자는 앵커볼트를 위한 구멍을 뚫고 포틀랜드시멘트로 그라우팅하여 설치하며, 설계도 또는 기술자에 의하여 규정되거나 지시된 경우 앵커볼트를 미리 설치하여야 한다.
(2) 앵커볼트의 위치를 정할 때에는 설치할 때의 상부 구조물 평균온도 변화와 설치 후 고정하중에 의한 현재 또는 하부 플랜지의 예상 신축량 등을 고려하여, 평균온도와 고정하중 하에서 가동받침의 고정볼트가 가능한 중심 가까이 위치하도록 주의를 기울여야 한다.
(3) 가동받침에서는 상부구조물의 완전하고 자유로운 이동이 너트나 앵커볼트에 의하여 방해받지 않도록 주의하여야 한다.

6-7-4 강교도장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 강교도장에 적용하며 콘크리트, 목재, 교량의 부속물 및 부대설비(난간, 방호책, 조명주, 배수설비)의 도장은 제외한다.

1.2 관련 시방절

1-2-2 공사관리
6-7-1 강교제작 및 가설
6-7-2 철골제작 및 설치
6-7-3 잡철물공
15-15-3 강교용 방청도료

1.3 참조표준

1.3.1 한국산업표준(KS)
KS F 4910 건축용 실링재

1.3.2 관련 시방서
도로교 표준시방서 제6장 도장
강구조공사 표준시방서

1.4 도장 계열

1.4.1 도장계열
도장계열은 다음 표 6-7-32과 같다.

표 6-7-32 도장 계열

구 분			표면처리	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층	설계수명(년)	
									일반환경	특수환경
일반중방식계열	우레탄계 마감	Type Ⅰ	SSPC-SP10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	17	12
		Type Ⅱ	SSPC-SP10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	20	15
		Type Ⅲ	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	미스트코트	고고형분 폭시계도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	50	40
	세라믹계 우레탄 마감	Type Ⅰ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료	20	15
		Type Ⅱ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료	21	16
		Type Ⅲ	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료	50	40
	실록산계 마감	Type Ⅰ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	실록산계도료	실록산계도료	23	18
		Type Ⅱ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	실록산계도료	실록산계도료	25	20
		Type Ⅲ	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	실록산계도료	실록산계도료	50	40
	불소 수지계 마감	Type Ⅰ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료	25	20
		Type Ⅱ	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료	50	40
친환경중방식	수용성 우레탄계 마감	Type Ⅰ	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	17	12
		Type Ⅱ	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	20	15
		Type Ⅲ	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	미스트코트	수용성 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	50	40
		TypeⅣ	SSPC-SP10	무용제 에폭시계 도료	무용제 에폭시계 도료	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료		15	10

※ 참고규격 1. ISO 12944(Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems)

※ 참고규격 2. Principles and prevention of Corrosion

※ 설계수명은 ISO 12944에 명시된 도장계열별 근거로 산출하였으며, 제조회사 특성에 따라 차이가 발생 할 수 있음

1.4.2 표면처리 방법

(1) 용제 세정법

흙, 시멘트, 재단용 그림물감, 소금, 용립 잔재와 기타 이물질(기름 제외)은 알칼리성 세척용제를 바르면서 철솔로 문지른 다음 물로 씻어내야 한다. 기름성분은 사염화탄소를 묻힌 걸레나 솔로 문질러 닦아내든지 용제 속에 침전시켜야 한다. 에멀션 세제나 증기세척방법을 대신 쓸 수 있으나 이때는 더운물로 잔재를 씻어내야 한다.

(2) 수공구 세정법

용제로 세척한 다음 비늘이나 녹은 인력으로 갈든지 망치나 충격장치로 두드리든지 해서 제거할 수 있다. 용접 잔재는 긁어낸 다음 철솔로 문질러야 한다. 조립 후 손이 들어갈 수 없는 장소는 조립 전에 청소하여야 한다.

(3) 동력공구세정법

동력식 철솔, 그라인더 동력식 송곳 등을 사용해서 용제로 세척한 다음 남는 잔재를 제거할 수 있다. 동력식 철솔은 회전식으로 모든 각도에서 구석구석까지 들어갈 수 있는 기종이어야 하며, 모든 기계장치는 강재의 표면에 심한 상처를 남기지 않는 방법으로 가동하여야 한다.

1.5 제출물

1.5.1 현장 동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙 편 1-2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.5.2 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 작성하여야 한다.

1.5.3 견본

계약상대자는 다음의 항목에 대한 견본품을 제작하여 감독자에게 승인을 받아야 한다.

(1) 하도, 중도, 상도에 사용되는 도료

(2) 페인트 색상표

1.5.4 제조업자 시험성적서

계약상대자는 도료를 사용하기 전에 품질검사전문기관에서 시험한 시험성적표를 제출하여야 한다. 시험성적표는 도료의 종류별, 제조 로트별로 확인검사를 하여야 한다.

1.5.5 제품자료

(1) 도료의 품명, 단체 규격, 비중, 색상, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 품질관리상태, 용도, 시공방법(표준사용량, 도장온도 및

간격, 도장방법 등), 사용할 때 주의사항 등

(2) 하도, 중도, 상도를 조합할 때 도료 간 간섭 유무

1.5.6 도장시공계획서

계약상대자는 작업시작 전 최소한 7일 이전에 다음 각 호의 사항에 대하여 필요한 계획을 세워야 한다.

(1) 계약상대자는 도장품질관리를 위하여 도장사양별 도장작업요령, 품질관리요령 자체검사요령 등을 포함하는 도장시공 계획서

(2) 공정관리 및 안전관리 계획서

1.5.7 도장검사 성적서

도장작업자는 각 공정별(표면처리, 중도, 상도 등)로 도장검사 성적서를 작성하여야 하고, 도장검사 성적서에 없는 보고내용은 추가로 작성하여야 한다.

1.5.8 도장 시공기록

도장의 시공에 관한 공사기록은 아래사항들을 포함하여 기록하여야 한다.

(1) 사용재료

(2) 도료의 종류

(3) 기상상태

(4) 표면처리 관리

① 표면처리의 규정

② 표면조도의 규정

③ 표면처리 방법의 준수 및 그 과정

④ 연마재의 입자크기 및 형상

⑤ 표면처리 장비

(5) 도장작업 내용

(6) 중복도장의 간격

1.6 공정관리 및 안전관리

1.6.1 공정관리

(1) 적절한 공정관리를 위해서는 공사착수 전에 현지의 상황을 면밀하게 조사하여 세밀한 관리계획을 입안하도록 하여야 한다.

(2) 공정관리에서는 도장공정에 맞는 도료 및 작업원의 수급, 각 층간의 중복도장 간격 등을 적정하게 배려하도록 하여야 한다.

1.6.2 안전관리

(1) 도장작업에서의 사고방지를 위한 계획을 수립하고 확인하여야 한다.

(2) 도로나 철도 상에서 작업하는 경우는 각 관리자는 시공시간, 시공범위, 보안설비, 연락체계 등을 협의하고, 그 내용을 시공계획서에 명기하도록 한다.
(3) 박스 거더형 강교 내부에서의 작업에서는 적합한 조명과 환기를 유지하도록 한다.
(4) 도료는 일반적으로 인화성의 액체이고, 용제가 함유되어 있어 그러한 것들이 고농도로 인체에 작용하는 경우에는 건강상 유해하다. 따라서 도료의 운반, 보관 및 도장작업 등의 각 단계에서 안전관리 방법 및 대책을 수립하여야 한다.
(5) 현장에서의 도장작업은 지상작업 이외에는 거의 대부분이 작업대에 의한 고공작업이므로 작업원의 추락이나 도료의 비산에 의한 제3자의 피해가 발생하기 쉽다. 또한 가설발판의 해체, 철거작업은 위험도가 높으므로 주의를 요한다.

1.7 품질보증

1.7.1 시험칠
(1) 계약상대자는 도장작업 전에 도장을 하여 제출한 견본판과 같은 도장 계열로 시험칠판에 시험칠을 하여야 한다.
(2) 시험칠 판은 빨아들임이 없는 밑바탕으로 하지를 사용하여야 한다.

1.7.2 도장관리자
(1) 계약상대자는 도장작업에 경험 많은 도장관리자를 두어야 한다.
(2) 도장관리자는 도장구분의 설정, 도료의 조정, 도장기구의 조정, 작업환경의 조정 및 도막의 품질보증, 사내검사 등 도장작업을 원활하고 안전하게 실시하기 위하여 관리시트 등에 따라 총괄 관리하여야 한다.

1.7.3 도장작업자
도장작업자는 강구조물 도장공사에 다년간 종사한 경험이 있고, 국가기술자격 검정시험에 합격한 자이거나 동등 이상의 자격을 소지한 자이어야 한다.

1.7.4 하자
하자의 대상이 되는 도막결함은 다음 각 호의 사항에 따라 명시되어져야 한다.
(1) 현저한 변색(색조 변화)
(2) 부풀음
(3) 녹
(4) 벗겨짐
(5) 균열

1.8 운반, 보관, 취급

(1) 도료는 각 제품마다 식별이 용이한 곳에 도료의 품명, 단체규격번호, 제조년월일, 제조번호, 색상 등을 표기하여야 한다.

(2) 도료 제조일자의 유효기간이 경과되었을 때에는 사용을 하여서는 안 된다.

(3) 도료의 보관과 관리는 소방법, 노동안전위생법, 유기용제 중독예방 규칙, 위험물 취급법을 준수하여야 한다.

(4) 도료와 시너는 통풍이 잘되고 스파크 · 화염 · 과열 · 직사광선을 피할 수 있는 격리된 창고에 보관하여야 하며, 동결우려가 있는 도료는 난방기능이 있는 창고에 보관하여야 한다.

(5) 도료는 침전을 방지하기 위하여 용기는 매월 정기적으로 뒤집어 주어야 한다.

(6) 현장에 납품된 모든 도료는 사용하기 전에 뚜껑을 열어서는 안 되며, 일단 개봉된 도료는 완전히 사용하거나 제조회사의 제품자료에 따라야 한다.

1.9 환경요구사항

1.9.1 온도

(1) 계약상대자는 감독자가 특별히 승인하지 않는 한 도장작업은 온도가 15 ℃ ~ 32 ℃ 범위 내에서 시행하여야 한다. 어떠한 경우라도 5 ℃ 미만, 43 ℃ 이상에서는 도장작업을 하여서는 안 된다.

(2) 표면의 온도가 32 ℃ 이상이면 도막이 너무 빨리 건조되어 핀홀이나 기포(bubble)같은 결함현상이 발생할 수 있으며, 5 ℃ 이하이면 경화가 느릴 뿐만 아니라 불완전한 경화를 유발할 수 있다.

(3) 도장하는 동안 표면의 응축을 방지하기 위하여 철 표면 온도가 이슬점보다 3 ℃ 이상 높아야 한다.

1.9.2 습도

일반적인 도장작업은 대기온도가 5 ℃ 이상, 상대습도 85 % 이하인 조건에서 작업하여야 한다. 어떠한 경우라도 상대습도가 85 % (무기질 아연말 도료는 상대습도 90 %)를 초과할 때에 도장작업을 하여서는 안 된다.

1.9.3 기타

안개, 비 또는 강한 바람이 부는 날에는 옥외도장을 피하여야 한다. 재도장을 할 때 종전 도막에 화학적 오염의 발생이 예상되면 후속 도장 전에 적절한 표면처리를 한 후 재도장을 실시하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 도료 일반사항

(1) 도료는 제조업자가 제출한 제품자료에 따라야 한다.

(2) 도료용기에는 도료의 명칭, 단체규격번호, 로트 번호, 제조년월일, 유효기간 등이 명시되어야 한다.

2.1.2 일반 재래식 도장

(1) 일반 재래식 도장의 부분 보수도장계는 표 6-7-33에 따라야 한다.

표 6-7-33 일반 재래식 도장의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량 외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
	제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
	제4층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75		
	제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.3 일반 중방식 도장

(1) 일반 중방식 도장(염화고무계 마감)의 부분 보수도장계는 표 6-7-34에 따라야 한다.

표 6-7-34 일반 중방식 도장(염화고무계 마감)의 부분보수도장

구분	공 정	구도장계	구도장계와 동등한 수준의 내구성능				구도장계보다 내구성능을 향상시킬 경우			
			도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	염화고무 MIO도료 (터치업)	100	에폭시계 방청도료	75	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
	제2층	염화고무계 도료	염화고무계 중도	60	염화 고무계 중도	60	고고형분 에폭시계 도료	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	염화고무계 도료	염화고무계 상도	60	염화 고무계 상도	60	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
	제4층						우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3							
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청도료 (터치업)	75						
	제2층	역청질계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100						

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅰ)은 표 6-7-35에 따라야 한다.

표 6-7-35 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅰ)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천 도막 두께 (㎛)	도장횟수	비고
교량 외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	우레탄계 도료	30	1	
	공장 / 현장도장	제5층	우레탄계 도료	30	1	
	계			215		
교량 내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
	계			175		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
	계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	우레탄계 도료	30	1	
		제4층	우레탄계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅰ)의 부분보수도장계는 표 6-7-36에 따라야 한다.

표 6-7-36 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅰ)의 부분보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
	제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅱ)은 표 6-7-37에 따라야 한다.

표 6-7-37 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅱ)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
	공장 / 현장도장	제5층	우레탄계 도료	40	1	
	계			255		
교량 내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
	계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅱ)의 부분보수 도장계는 표 6-7-38에 따라야 한다.

표 6-7-38 일반 중방식 도장(우레탄계 마감 Type Ⅱ)의 부분보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료(후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료(터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	우레탄계 도료(폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
	제4층	우레탄계 도료(폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료(콜탈 에폭시계 도료)(타르 에폭시계 도료)(고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료(터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료(콜탈 에폭시계 도료)(타르 에폭시계 도료)(고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(6) 일반 중방식 도장 (우레탄계 마감 Type Ⅲ, 아연알루미늄 용사)은 표 6-7-39에 따라야 한다.

표 6-7-39 일반 중방식 도장 (우레탄계 마감 Type Ⅲ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 명칭 또는 방법	추천 도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
	공장 / 현장도장	제4층	우레탄계 도료	40	1	
	계			280		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
	계			300		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	우레탄계 도료	40	1	
		제4층	우레탄계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
	계			375		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위하여 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30 ㎛ 사용할 수 있다.

(7) 일반 중방식도장 (우레탄계 마감 Type Ⅲ, 아연알루미늄 용사)의 부분보수 도장계는 표 6-7-40에 따라야 한다.

표 6-7-40 일반 중방식도장 (우레탄계 마감 Type Ⅲ, 아연알루미늄 용사)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
	제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(8) 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅰ)은 표 6-7-41에 따라야 한다.

표 6-7-41 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅰ)

구 분	공 정		도료명칭 또는방법	추천도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
	공장/현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1	
	계			225		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20		
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	120	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
	계			195		
연결판 (내외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	25	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
	계			150		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
	계			120		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장계는 표 6-7-42에 따라야 한다.

표 6-7-42 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	120		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(10) 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅱ)도장계는 표 6-7-43에 따라야 한다.

표 6-7-43 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type II)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	100	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
	공장 / 현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1	
	계			250		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20		
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 방식도료	75	1	
	계			225		
연결판 (내외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	30	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
	계			175		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	75	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	75	1	
	계			150		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(11) 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅱ)의 부분보수 도장계는 표 6-7-44에 따라야 한다.

표 6-7-44 일반 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감 Type Ⅱ)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	100	세라믹계 방식도료	100
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제3층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(12) 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)계는 표 6-7-45에 따라야 한다.

표 6-7-45 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트코트	75	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
		제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
	공장/현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1	
	계			250		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20		
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트코트	120	1	
		제3층	세라믹계 방식도료		1	
	계			220		
연결판 (내외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
		제3층	세라믹계 우레탄	25	1	
		제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
	계			150		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
	계			120		
콘크리트접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위하여 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30 ㎛ 사용할 수 있다.

(13) 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장계는 표 6-7-46에 따라야 한다.

표 6-7-46 일반 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
	제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
	제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄 용사	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
	제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	120		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(14) 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type Ⅰ)계는 표 6-7-47에 따라야 한다.

표 6-7-47 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type Ⅰ)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
	공장 / 현장도장	제5층	실록산계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
	계			175		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼 트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	실록산계 도료	30	1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(15) 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type Ⅰ)의 부분보수 도장계는 표 6-7-48에 따라야 한다.

표 6-7-48 일반 중방식 도장(실록산계 마감 Type Ⅰ)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(16) 일반 중방식도장(실록산계 마감 TypeⅡ)계는 표 6-7-49에 따라야 한다.

표 6-7-49 일반 중방식도장(실록산계 마감 TypeⅡ)

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	추천 도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	40	1	
	공장/현장도장	제5층	실록산계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계도료	150		
	계			375		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼 트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	실록산계 도료	40	1	
		제4층	실록산계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료	150		
	계			275		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(17) 일반 중방식도장(실록산계 마감 Type Ⅱ)의 부분 보수도장계는 표 6-7-50에 따라야 한다.

표 6-7-50 일반 중방식도장(실록산계 마감 Type Ⅱ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(18) 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)계는 표 6-7-51에 따라야 한다.

표 6-7-51 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
	공장 / 현장도장	제5층	실록산계 도료	30	1	
	계			240		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
	계			200		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼 트	아연알루미늄피막 처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	실록산계 도료	30	1	
		제4층	실록산계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위하여 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30㎛ 사용할 수 있다.

(19) 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)의 부분보수 도장계는 표 6-7-52에 따라야 한다.

표 6-7-52 일반 중방식 도장(실록산계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)의 부분보수 도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
	제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
	제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(20) 일반 중방식도장 (불소 수지계 마감 Type Ⅰ)은 표 6-7-53에 따라야 한다.

표 6-7-53 일반 중방식도장 (불소 수지계 마감 Type Ⅰ)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
	현장 / 공장도장	제5층	불소수지계 도료	25	1	
	계			225		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	불소수지계 도료	25	1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
	계			225		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(21) 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장은 표 6-7-54에 따라야 한다.

표 6-7-54 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
	제4층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(22) 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)은 표 6-7-55에 따라야 한다.

표 6-7-55 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료 및 표면처리	추천 도막 두께 (㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
	현장 / 공장도장	제5층	불소수지계 도료	25	1	
	계			250		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			300		
연결판 (내.외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	불소수지계 도료	25	1	
		제4층	불소수지계 도료	25	1	
	계			225		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄 피막처리			
	현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	150	1	
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	150		
	계			375		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위하여 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30㎛ 사용할 수 있다.

(23) 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장은 표 6-7-56에 따라야 한다.

표 6-7-56 일반 중방식도장 (불소수지계 마감 TypeⅡ, 아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
	제3층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
	제4층	불소수지계 도료 (자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
	제2층	고고형분 에폭시계 도료 (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
	제3층	고고형분 에폭시계 도료 (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.4 친환경 중방식 도장

(1) 친환경 중방식 도장 (수용성 우레탄계 마감 Type Ⅰ)은 표 6-7-57에 따라야 한다.

표 6-7-57 친환경 중방식 도장 (수용성 우레탄계 마감 Type Ⅰ)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	공장/현장 도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
	계			155		
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
	계			155		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장은 표 6-7-58에 따라야 한다.

표 6-7-58 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type Ⅰ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면 처리		SSPC-SP3			
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)은 표 6-7-59에 따라야 한다.

표 6-7-59 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
	공장/현장 도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		제2층	미스트 코트	100	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
	계			175		
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	100	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
		제4층	수용성 우레탄계 도료	40	1	
	계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	100	1	
	계			175		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
	계			75		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)의 부분 보수도장은 표 6-7-60에 따라야 한다.

표 6-7-60 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅡ)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)은 표 6-7-61에 따라야 한다.

표 6-7-61 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 TypeⅢ, 아연알루미늄 용사)

구 분	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	샵 프라이머		무기질 아연말샵프라이머	20	1	
	2차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	공장/현장 도장	제5층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	계			240		
교량내부	1차 표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
		제2층	미스트 코트	80	1	
		제3층	수용성 에폭시계 도료			
	계			180		
연결판 (내, 외부)	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	아연알루미늄 용사	100	1	
	계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
		제3층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
		제4층	수용성 우레탄계 도료	30	1	
	계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
		볼트	아연알루미늄피막처리			
	현장도장	제1층	수용성 에폭시계 방청도료	75	1	
		제2층	수용성 에폭시계 도료	80	1	
	계			155		
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC-SP10			
	공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	100	1	
	계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위하여 아연알루미늄 용사 도장 전에 조면 형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30㎛ 사용할 수 있다.

(6) 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type Ⅲ,아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장은 표 6-7-62에 따라야 한다.

표 6-7-62 친환경 중방식 도장(수용성 우레탄계 마감 Type Ⅲ, 아연알루미늄 용사)의 부분 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
	제1층	아연알루미늄 용사	수용성 에폭시계 도료(터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료(터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
	제3층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
	제4층	수용성 우레탄계 도료	수용성 우레탄계 도료	30	수용성 우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP3			
	제1층	아연알루미늄 용사	수용성 에폭시계 도료(터치업)	75		
	제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(7) 중방식 도장(무용제 에폭시계 / 수용성 우레탄계 도료 마감)의 전면 보수 도장은 표 6-7-63에 따라야 한다.

표 6-7-63 중방식 도장(무용제 에폭시계 / 수용성 우레탄계 도료 마감)의 전면 보수도장

구 분	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리		SSPC-SP10	
	제1층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제2층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제3층	무관	수용성 우레탄계 도료	40
	제4층	무관	수용성 우레탄계 도료	40
	계			480
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	표면처리	무관	SSPC-SP10	
	제1층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	제2층	무관	무용제 에폭시계 도료	200
	계			400

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.5 특수교량 내부도장

(1) 특수교량 내부에 제습설비를 설치할 경우의 내부도장은 강교제작기간과 설치기간을 고려하여 내부도장 두께를 결정하여야 하며, 외국자료 및 검증된 자료를 제출하여 승인을 받아야 한다.

(2) 승인을 받지 못할 경우에는 제습설비를 설치하더라도 강교도장 편에 있는 내부도장에 따라야 한다.

2.2 부속재료

2.2.1 충전재

(1) 강교량의 도장계열 중 외부에 마감되는 하도 및 상도와의 상용성이 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실런트를 사용한다.

(2) 1액형 우레탄 실런트는 KS F 4910 규격을 만족하여야 한다.
(3) 색상은 강교의 마감색상을 고려하여 백색과 회색 중 택일하며, 특별한 언급이 없는 한 백색을 사용한다.

2.3 품질관리

강교용 도료의 품질관리 기준은 15-15-3 강교용 방청도료의 품질기준에 따른다.

3. 시 공

3.1 표면처리

3.1.1 일반사항
(1) 표면처리는 가조립검사 완료 후 모두 해체하고, 재용접 검사한 후 실시한다.
(2) 가조립검사 완료 후 표면처리는 전면 블라스트를 하여야 하며, 처리 후 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.1.2 원판의 표면처리 기준
(1) 가능한 한 자동전처리 라인(on-line)에서 실시하여야 한다.
(2) 표면처리 작업은 반드시 블라스트 세정방법으로 하여야 한다.
(3) 표면처리된 강판의 표면 세정등급은 SSPC-SP10 이상이어야 한다.
(4) 연마재의 종류 및 크기는 목표로 하는 표면조도에 따라 선택하여야 한다.
(5) 안개 및 고습도 조건에서는 제습기 등을 사용하여 규정조건이 되도록 한다.
(6) 분사방법으로 청소된 표면은 기름의 흔적이나 작업 중에 생긴 얼룩이 없는가를 면밀히 검사하여야 한다.
(7) 공장에서는 표면조도가 도료의 부착력 향상에 도움이 되도록 철구 및 철편을 적절히 배합하여 블라스트한 후 감독자의 검사를 받아야 한다. 단, 현장보수를 할 때에는 전동공구를 사용할 수 있다.

3.1.3 샵 프라이머의 도장 기준
(1) 원판 블라스트 세정이 끝난 직후 온라인(on-line) 상태에서 즉시 샵 프라이머가 도장되어야 한다.
(2) 샵 프라이머는 규정된 도막두께로 도장되어야 한다.
(3) 샵 프라이머 도장이 향후 가스절단, 용접 등에 영향을 미치는 지의 여부를 확인하고 사용하여야 한다.

3.1.4 2차 표면처리 기준
제작 및 가조립이 완료된 상태에서 블라스트 세정에 의한 방법으로 규정등급 및 조도에 도달되도록 표면처리를 하여야 한다.
(1) 용접할 때 발생한 결함은 표면처리 전에 수정작업을 하여야 한다.

(2) 표면처리는 별도의 규정이 없으면 SSPC-SP10 등급으로 처리하여야 한다.
(3) 샵 프라이머 되어 있는 원판을 그대로 사용하고자 하는 경우는 후속도장 전에 SSPC-SP7(경등급세정) 이상의 표면처리 후 도장을 하여야 한다.
(4) 표면처리가 완료되어 검사된 후 즉시 프라이머를 도장하여야 하며, 상온 조건에서 4시간을 초과하지 않도록 한다. 만일 다시 녹이 발생한 경우에는 표면처리를 다시 실시하여야 한다.

3.1.5 용접부의 표면처리

용접부의 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

(1) 용접부는 특히 발청되기 쉬운 부분이므로 별도의 언급이 없는 한 반드시 블라스팅 방법에 의하여 표면처리 등급 SSPC-SP10 이상으로 처리한다. 단, 무기질징크계 하도가 도장된 후 용접수정이 필요한 국소부위의 경우에는 나금속동력공구세정 등급인 SSPC-SP11로 처리 후 동일계열의 도장재로 도장하거나 또는 동력공구세정등급인 SSPC-SP3으로 처리 후 유기계 징크리치 프라이머(에폭시계 방청도료)로 터치 업을 실시할 수 있다.
(2) 용접과정에서 발생한 용접비드의 결함은 완전히 수정한 후에 표면처리를 한다.
(3) 용접할 때 발생한 용접주위의 스패터 및 잔류물은 사전에 제거하여야 한다.
(4) 용접부 주위에 스패터의 부착을 방지하기 위하여 처리약품 등이 사용되었을 경우에는 표면처리 작업을 할 때 이들을 제거하여야 한다.
(5) 용접부는 72시간 방치한 후 전처리 및 도장을 하여야 한다.

3.1.6 고장력 볼트 및 현장표면처리(설치 후)

볼트는 형상에 요철이 많고 부식이 쉬우므로 도장하기 전에 방식대책을 철저하게 수립하여야 한다.

(1) 볼트는 표면처리하지 않은 상태에서 연결판을 체결한 경우에는 볼트 및 연결판에 동력공구세정(SSPC-SP3)로 처리하고 후속도장을 실시한다.
(2) 볼트를 체결하기 전에 볼트에 적절한 전처리후 도금, 화성피막처리 또는 징크리치 페인트를 한 경우에는 연결판에 불트를 체결한 후 부착이 양호한 도료를 도장한다. 이 경우 도금 또는 화성피막을 처리한 볼트가 제반 성능에 문제가 없는지를 검증하고 확인하여야 한다.
(3) 콘크리트를 타설할 때 강교에 부착된 시멘트 오염물은 제거한 후 도장하여야 한다.
(4) 가능한 강교의 현장 체결부위는 지상에서 이물질 제거 및 세척 후 도장을 한다.

3.1.7 표면처리방법

표면처리 기준은 다음 표 6-7-64 및 표 6-7-65과 같다.

표 6-7-64 표면처리 규격요약(SSPC 및 NACE 규격)

등 급			정 의	비 고
NACE	SSPC	명 칭		
	SP 2	수공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Hand Tool Cleaning
	SP 3	동력공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Power Tool Cleaning
	SP11	나금속 동력공구 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단 피팅이 있는 소지의 피트 하부에는 녹과 헌도막의 잔류상태가 미량 허용되며, 표면조도는 최소 25 ㎛ 이상 이어야 한다.	Power tool cleaning to Bare Metal
	SP14	산업등급 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀착하여 붙어있는 밀스케일, 녹, 헌도막은 최대 10 % 까지 허용된다.	Industrial Blast Cleaning
	SP15	상용등급 동력공구 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타, 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 33 %를 초과해서는 안 되며, 표면조도는 최소 25 ㎛ 이상이어야 한다.	Commercial Grade Power tool Cleaning
No.1	SP 5	나금속 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다.	White Metal Blast Cleaning
No.2	SP 10	준나금속 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 녹, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 5%를 초과해서는 안 된다.	Near-White Metal Blast Cleaning
No.3	SP 6	상용등급 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 33 %를 초과해서는 안 된다.	Commercial Blast Cleaning
No.4	SP 7	경등급 세정	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 부착되어 있는, 녹, 밀스케일, 헌도막이 없어야 한다. 단, 밀착된 밀스케일, 녹, 헌도막은 허용된다. 이때 둔한 퍼티용 칼로 제거하려 하여도 안될 경우에는 밀착된 것으로 간주한다.	Brush-off Blast Cleaning

표 6-7-65 표면처리 규격요약(ISO 8501-1)

구 분	등 급	정 의	비 고
블라스트에 의한 표면처리	Sa 1	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 붙어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막 및 기타 이물질이 없어야 한다.	Light Blast Cleaning
	Sa 2	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀스케일, 녹, 페인트 도막과 기타 이물질 중 소지에 밀착되어 있는 것은 소량 허용된다.	Thorough Blast Cleaning
	Sa 2½	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다. 오염의 잔류 흔적은 작은 점이나 줄무늬 형태로 아주 가벼운 상태이면 허용된다	Very Thorough Blast Cleaning
	Sa 3	육안으로 관찰할 때 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막 기타 이물질이 전혀 없어야 한다. 그리고 균일한 금속 광택을 띄어야 한다.	Blast Cleaning to Visually Clean Steel
수공구 또는 동력공구에 의한 표면처리	St 2	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다.	Thorough Hand and Power Tool Cleaning
	St 3	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질을 제거하여 금속 광택을 띄는 정도 이여야 한다.	Very Thorough Hand and Power Tool Cleaning

3.1.8 표면처리 작업을 할 때의 유의사항

(1) 소지조정은 도장 직전에 실시하여야 하며, 시기는 공정에 따라 결정되어야 한다.

(2) 모든 도료는 적절하게 피도물에 도장이 되어야 최대의 도장효과를 얻을 수 있으며, 따라서 모든 피도물은 사용될 도료가 요구되는 정도의 표면처리를 반드시 실시하여야 한다.

(3) 블라스트 세정은 피도물에 기름, 용접찌꺼기, 먼지, 기타 오염물질을 제거한 후에 실시하여야 한다.

(4) 표면처리의 정도는 도장 사양에 명시된 규격 이상으로 처리되어야 하며, 만일 처리된 것이 이에 미치지 않는다면 재작업하여 규격에 맞도록 표면처리를 하여야 한다.

(5) 블라스트 세정 후 표면은 부드러운 솔이나 압축공기 또는 진공청소 방법

에 의하여 표면에 남아 있는 이물질을 제거하여야 하며, 특히 구석진 곳, 후미진 곳의 이물질을 깨끗이 제거하여야 한다.

(6) 블라스트 세정 후 적어도 4시간 이내에 도장하여야 하며, 만일 표면에 재발청이 발생되면 도장 전 다시 블라스트 세정하여야 한다.

(7) 다음과 같은 조건에서는 블라스트 세정 작업을 하여서는 안 된다.

① 그 주위에 건조가 되지 않은 도장물이 있는 경우

② 비나 눈이 오거나 안개, 습도가 높은 날씨일 경우

③ 표면에 심하게 녹이 발생되어 심하게 쇠비듬이 형성되어 있을 때 {이때에는 스크레이핑(scraping), 쪼아내기(chipping)와 같은 동력연마세정(power tool cleaning) 후에 행한다.}

(8) 블라스트 세정 작업은 대기오염 방지시설이 갖추어진 전용공간에서 실시한다.

(9) 상대습도 85 % 이상인 때에는 블라스팅 작업을 중지한다.

3.2 도장시공

3.2.1 일반사항

(1) 계약상대자는 도장작업 시작 전에 하도, 중도, 상도에 쓰일 도료가 반입되었는지 확인하여야 한다.

(2) 도장은 도료공급자의 제품자료에 따라 표준도장 시공방법에 준하여 시공하여야 한다.

(3) 강구조물은 규정된 도장 계열에 따라 도장하여야 하며, 사용할 도료는 그 재질이 설계도 또는 제조업자가 제출한 제품자료와 일치하여야 한다.

(4) 현장 연결부와 연결판은 무기질 아연말 도료 50 ㎛ 도장을 한다.

(5) 도장 후 급작스런 일기변화에 대비하여 제작 도장면을 보호하여야 한다.

(6) 박스 외부의 상도는 공장에서 시공하여야 하며, 박스 연결부는 현장에서 도장하는 것으로 한다.

(7) 도구 및 장비는 사용 후 즉시 사용도료에 해당하는 희석제나 도구세척제로 세척되어야 한다.

3.2.2 도료의 혼합

(1) 도료의 품질확인

도료의 품질확인은 다음과 같이 실시하여야 한다.

① 도료는 사용 전에 저장안정기간을 경과하였는지의 여부를 확인한 다음 캔을 개봉하는 것으로 한다.

② 용기 내에 있는 도료상태의 이상 유무를 확인하고 사용하여야 한다.

(2) 교반

① 도료를 사용할 때에는 교반봉이나 교반기를 사용하여 섞은 다음, 통 안의 도료를 균일한 상태로 만든 후 사용하여야 한다. 특히 비중이 큰 금속안료(연단, MIO, 아연말 등)를 함유한 도료나 또는 다액형 도료인 경우 균일하게 혼합되도록 특별한 주의를 하여야 한다.

② 혼합된 도료가 덩어리 등이 있어 작업성 및 도막 외관에 영향을 줄 우려가 있는 경우는 적절한 크기의 망으로 거른 후 사용하여야 한다.

③ 도료의 시료검사를 할 경우에도 도료를 교반하고 나서 시료를 채취하여야 한다.

(3) 가사시간과 숙성시간

① 다액형 도료는 사용 직전에 주제(主劑), 경화제 등을 혼합하여 사용하는데, 혼합 후에는 서서히 반응이 진행되어 고화되기 때문에 사용가능시간(가사시간) 내에 사용하여야 한다.

② 사용 중 가사시간이 경과한 경우는 사용을 중지하고, 혼합된 잔여물은 폐기한다.

③ 가사시간은 제조회사의 기술자료에 따른다.

(4) 점도와 희석

① 도료는 사용에 적절한 점도로 조정 후 사용하며, 제조사의 허용범위를 준수한다.

② 희석은 작업성을 향상시키기 위하여 실시되는데 작업할 때의 온도, 도장방법, 도장면의 상태에 적합한 점도가 우선적으로 유지되어야 한다.

3.2.3 도장방법

(1) 희석제가 구분되어 있는 경우에는(하절기, 동절기 등) 조건에 맞는 적절한 희석제로 구분하여 사용하여야 한다.

(2) 도장은 전체 부위에 규정된 도막이 균일하게 도포되도록 도장하고, 도장이 빠지거나 과도막이 흐른 부위(sag & drip)가 없도록 유의하여야 한다.

(3) 균일한 도막을 얻기 위하여 전 부위에 도장하기 전 용접선, 구석진 곳, 가장자리 등은 부분적 줄도장(stripe coat)을 반드시 하여 규정된 도막이 도포되어야 한다.

(4) 도장된 도막은 재도장 전 건조될 수 있도록 재도장 간격을 유지하여야 한다.

(5) 도장된 도막은 건도막 측정기로 측정하고, 규정보다 미달된 도장 부위는 추가도장(additional coating)하여 규정된 도막이 되도록 수정 도장하여야 한다.

3.2.4 세부도장

(1) 모든 도료는 규격에 맞도록 전 처리되어 표면에 도장되어야 하며, 도장 전 해당 부위에 정하여진 도료가 사용되었는가를 확인하여야 한다.

(2) 모든 도장은 한 공장에서 도장을 하여야 한다.

(3) 계약상대자는 도료 제조업자의 제품자료에 명시된 도막두께를 유지하도록 도장하여야 하며, 재도장 간격은 제품에 따라 많은 차이가 있으므로 제품자료에 나타나 있는 도장간격을 반드시 지켜야 한다.

(4) 도장작업은 에어 스프레이(air spray) 또는 에어리스 스프레이(airless spray)를 사용하며, 항상 피도면과 300 mm ~ 400 mm 이격하여 직각으로 시공하여야 한다.

(5) 에어리스 스프레이 도장을 효과적으로 실행하기 위해서는 피도물과 도장건(gun)과의 거리, 도장 건의 이동속도, 분사압력, 노즐 팁 등이 조건에 맞도록 선정 및 작업되어야 한다.

(6) 에어리스 스프레이 도장을 할 때 건의 이동속도는 500 mm/s ~ 600 mm/s, 겹침간격 40 %를 유지하여 실시한다.

(7) 무기질 아연말 도료, 고고형분 에폭시계 도료 등은 특별한 이유가 없으면 에어리스 스프레이로 도장하여야 한다.

(8) 에어 스프레이 도장을 할 경우에는 비산방지 대책을 사전에 강구하여 작업하여야 한다.

(9) 세밀한 부분이나 각진 부분, 요철부분, 협소한 부분 등에 대해서는 붓도장을 먼저하고 나서 에어 스프레이 도장을 실시하여야 한다.

(10) 붓 또는 로울러 도장

별도 지정된 부분이나 스프레이 도장이 어려운 부분, 부분적인 보수도장 등에는 붓 또는 로울러 도장을 할 수도 있다.

(11) 최종 마무리 도장이 끝난 후에 미흡한 부위가 있는지 확인하고, 표면을 깨끗이 유지하여야 한다.

(12) 아연염(white salt) 제거

하도도장 후 장기간 대기 중에 노출됨으로써 표면에 형성되는 아연염(white salt)을 제거하여야 한다.

3.2.5 재도장 간격

(1) 동일한 도료를 추가로 도장하거나 다른 도료로 후속 도장하는 경우에는 반드시 도장 전 표면처리 상태를 확인하여 재도장을 하여야 한다.

(2) 재도장 간격은 외부로부터 도장면이 오염되기 전 빠른 시간 내에 후속도장을 하여야 한다. 재도장을 할 때 표면이 불량한 경우에는 샌드페이퍼로 표면을 거칠게 하여 표면조건을 만족시키거나 또는 도료 제조회사의 지침

에 따라 표면처리를 한 후에 후속도장을 하여야 한다.

3.2.6 용접부 및 볼트체결 부위의 도장

(1) 용접부 도장

① 용접부는 일반부위에 비하여 도막결함이 발생하기 쉽고 조기에 발청하기 쉬운 부분이므로 표면처리 후 도장을 실시하여야 한다.

② 용접부는 용접이 끝난 48시간 이후에 도장하여야 한다. 다만, 비드면을 300 ℃로 몇 분간 가열시켜 냉각시킨 경우에는 예외로 한다.

③ 용접부는 5 % ~ 10 % 인산수용액으로 중화처리하고 건조시킨 후 도장하여야 한다. 다만, 아래의 경우에는 이 처리를 생략할 수 있다.

가. 용접 후 옥외에 방치하여 녹이 발생되고, 이 녹을 전부 제거한 경우

나. 저수소계 용접봉에 의한 수동용접 이외의 부분

(2) 고장력 볼트 체결부위 도장

부재를 고장력 볼트로 접합하는 연결판 부위는 볼트를 체결한 후 연결판 및 볼트를 표면처리한 다음 도장하여야 한다.

① 하도가 무기질 아연말 도료로 설계된 경우에는 규정된 표면처리를 한 후에 무기질 아연말 도료를 도장할 수 있다. 단, 무기질 아연말 도료는 구조물이 요구하는 수준의 마찰계수를 만족하여야 한다.

② 작은 붓을 이용하여 세밀한 부분까지 도장하여야 한다.

3.2.7 연결부 틈새의 실란트 충전작업

강교의 연결부분에는 틈이 발생되며, 이 틈으로 수분이 유입되어 내부에 물이 고일 수 있으므로 이를 차단하기 위한 충전재 작업을 실시하여야 한다.

(1) 적용부위

박스 거더형 강교의 맨 바깥쪽 부분중 수직 및 수평 연결부위의 틈새에 적용한다.

(2) 충전방법

① 바탕면에 묻은 이물질 등은 시너로 깨끗이 닦아내고 건조시킨다.

② 도장면이 오염되거나 손상될 우려가 있는 곳은 마스킹 작업을 실시한다.

③ 후면과 관통되어 있는 곳은 후면에 종이 테이프를 부착하여 충전재가 손상되지 않도록 한다.

④ 두께가 균일하고 평활하도록 충전재를 시공한다.

3.2.8 터치 업(touch-up)

(1) 운송, 가설, 설치 및 부분용접 등으로 손상이 발생된 부분은 최초와 동일한 표면처리 및 도장 시방대로 도장하여야 한다.

(2) 손상부분이 극소량일 경우 동력공구로 녹을 제거하고, 손상된 도막면은 샌드페이퍼를 사용하여 주변 도막과의 단차를 적게 하여야 하며, 손상된 면 주위를 활성화시켜 도료가 부착하기 쉽게 하여야 한다.

(3) 터치 업 재료는 본체에 적용되는 동일계열의 하도로 도장하며, 동력공구 세정조건에 적합한 재료를 사용하여야 한다.

(4) 터치 업 부분의 면적이 큰 경우에는 블라스트 세정방법으로 처리한 후 도장하여야 한다.

3.2.9 미스트 코트(mist coat)

(1) 무기질 아연말 도료를 도장하고 후속 도료를 도장할 경우에는 부풀음현상(popping) 및 미세한 기공(pinhole) 등이 발생되므로 이런 결함을 차단하기 위해서 반드시 미스트 코트를 실시하여야 한다.

(2) 미스트 코트 방법은 무기질 아연말 도료 위에 후속도장되는 도료에 시너를 약 50 % 정도 희석하여 30 ㎛ ~ 50 ㎛ 두께로 도장한 다음 약간 건조된 상태에서 추가도장을 하는 방법이며, 이때 후속 도장되는 도료는 최초 설계된 도막과 일치하도록 도막두께를 관리하여야 한다.

3.3 현장품질관리

3.3.1 모든 도료는 도막두께를 유지하도록 도장하며, 재도장 간격은 도료에 따라 많은 차이가 있으므로 각 제품의 제품자료에 따라 재도장 간격을 준수한다.

3.3.2 도장검사

(1) 감독자의 승인 없이는 어떠한 경우라도 도장을 할 수 없으며 불량하다고 지적받은 부위는 즉시 수정작업을 하여야 한다.

(2) 후속 도장을 할 때에는 종전 도막의 오염, 먼지의 제거 및 건조상태 등을 확인 받아야 한다. 감독자는 매회 도장에 대한 건조도막 두께를 측정하여야 하며, 계약상대자는 도막두께가 미달된 부분은 재도장 작업을 하여야 한다.

(3) 계약상대자는 감독자에게 필요할 때 다음 표 6-7-66에 제시된 검사기기 및 장비를 제공하여야 한다.

표 6-7-66 검사기기 및 장비

확 인 사 항	비 고
(1) 온도계/대기측정용 또는 소지 및 대기겸용	
(2) 상대습도 측정기	
(3) 카메라	
(4) 표면처리 표준사진첩(SSPC-Vis 1&3 또는 ISO8501-1 책자)	
(5) 소지초면 측정 온도계	
(6) 표면조도 측정 게이지	
(7) 조도 표준판	
(8) 핀홀 탐지기(pinhole detector)	
(9) 부착력 시험기기(adhesion tester) 또는 컷트 칼(cut-knife)	
(10) 확대경	
(11) 건조 도막 두께 측정기{DFT(Dry Film Thickness) guage}	
(12) 습도막 두께 측정기{WFT(Wet Film Thickness) guage}	
(13) 검사용 거울(inspection mirror)	
(14) 이슬점 환산표 또는 이슬점 계산자	
(15) 리트머스지(PH 측정용)	
(16) 염분도 측정지	
(17) 작업복(boiler suit)	
(18) 손전등(flash)	
(19) 작업 안전화	
(20) 작업 안전모	
(21) 검사용 분필 또는 마킹펜(marking pen)	
(22) 검사용 스크레이퍼(scraper)	

(4) 계약상대자는 본 공사를 위하여 자체도장 품질관리 요원을 선정 활용하며, 도장시공의 진행 및 현장도장 상태를 수시로 사전 확인하고 미비한 부위를 수정하도록 함으로써 양호하고 신속한 도장공사가 될 수 있도록 협조하여야 한다.

(5) 자체 품질관리 요원, 도급회사 품질관리 요원 및 도장 검사 요원은 당일 검사할 부위의 사전상태를 확인 후 도장검사 성적서 양식에 따라 검사 후 감독자에게 승인을 받아야 한다.

(6) 도장검사는 대외적으로 인정되어 있는 제3의 독립기관에서 자격을 인증받은 고급 이상의 전문도장 검사자로서, 감독자의 승인을 받은 전문가에 의하여 수행되어야 한다.

3.3.3 도막두께 검사 및 관리

(1) 도막외관

도장 중 또는 건조 후 도막 외관을 관찰하여 평가하여야 하며, 결함이 발견될 경우에는 발견 즉시 수정하여야 한다.

(2) 도막두께

① 도막두께는 규정에 따라 검사하여야 하며, 그 결과는 반드시 기록하고 유지되어야 한다. 단, 도막두께가 미달되는 경우에는 후속 도장 전에 이에 대한 보정이 되어야 한다.

② 도막두께의 편차를 최소화하기 위해서는 도장작업을 할 때의 사용량, 작업성 등에 유의하여야 한다.

③ 습도막 측정은 건조도막 두께의 정확한 관리를 위한 방법으로서 도장작업 과정에서 수시로 습도막 두께를 측정하여 작업표준을 설정하고 유지하여야 하며, 건조도막 두께와의 관계를 사전에 인지하고 측정하여 그 변화를 확인하여야 한다.

④ 건조도막 두께의 측정은 건조가 완료된 후 시행하여야 하며, 그 결과를 반드시 기록 유지관리하여야 한다.

⑤ 강교도막의 검사는 건조도막 측정기로 측정하며, 측정횟수와 판정기준은 SSPC PA2에 따른다.

⑥ 도막두께 기준에 미달되는 부위는 최상층 도료를 추가 도장하여 수정하거나 또는 도료 제조회사의 의견을 확인하고 감독자의 승인 후 시행되어야 한다.

3.3.4 도막의 품질기준

도장작업이 완료된 도막의 품질기준은 다음 표 6-7-67과 같다.

표 6-7-67 도막의 품질기준

항 목	품질기준	비 고
건조도막의 두께	SSPC-PA2 기준 적용	
부착력	x-cut test 3A 이상일 것	테이프 부착시험
외관상태	핀홀 등이 없고 양호할 것	육안판정

3.3.5 도장 수정

도장막에 현저한 결함이 있는 경우에는 도장 수정을 실시하여야 한다. 도장 수정은 도장막 결함의 발생원인을 조사하여 그 대책을 강구하고 결함의 종류에 따라 적합한 방법으로 실시하여야 한다. 도장 수정은 다음과 같은 방법으로 하여야 한다.

(1) 사용하는 도료의 상품명이 다르거나 조합불량의 도료인 경우에는 공장에서 전면 블라스트를 다시하고 현장에서는 소지 조정을 다시 하여야 한다.
(2) 소지 조정이 원인이 될 때는 철저한 소지 조정을 다시 하여야 한다.
(3) 도장막이 건조되기 전에 습도의 급변, 강설, 강우 등에 의하여 도장면에 이상이 발생하거나 도장막 건조 후에 이상이 발생한 도장막 표면을 샌드페이퍼 등으로 잘 다듬질하고 재도장하여야 한다.
(4) 건조 후에 도장막이 얇아서 앞의 도장 성상이 투시되는 경우에는 도장막을 벗기지 말고 재도장하여야 한다.
(5) 도장막 건조 후 도장막에 주름, 부풀음, 갈라짐, 안 먹힘, 벗겨짐 등이 발생했을 때에는 이상이 발생한 도장막 부분을 벗겨내고, 해당 층은 재도장하여야 한다.

6-8 교량가설공사

6-8-1 슬래브공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량 상부에 설치하는 슬래브 공사의 일반적 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-4-1 콘크리트 일반
6-5 철근공사

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당 사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당 사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 타설 준비

(1) 교량 슬래브는 통행차량에 노출되어 차량하중 온도, 건조수축 및 크리프에 의한 영향을 직접 받는 중요한 부분으로서, 설계도서를 면밀하게 검토하여 시공계획을 수립하여 시공하여야 한다.
(2) 슬래브 콘크리트 타설 전 기능공을 모아놓고 각자 임무를 부여한 후 면마무리, 바이브레이터 사용 등의 작업에 대한 사항과 교량 난간에서의 추락 등의 안전에 대한 교육을 사전에 실시하도록 한다.
(3) 펌프카 고장이 발생되었을 때의 대비책을 사전 강구하여야 한다.

(4) 강우를 대비하여 비닐을 준비하도록 한다
(5) 양생제 살포 후 마대를 덮고, 습윤상태를 유지한다.
(6) 연약지반에 동바리를 설치하여 슬래브를 타설하는 교량은 침하가 발생되지 않도록 사전에 조치한 후 감독자의 승인을 받아 시공한다.
(7) 상부 슬래브 타설 전 교량받침 고정을 철저히 하여 콘크리트를 타설할 때 교량받침 위치가 변경되지 않도록 하고, 교량받침의 임시 잠금 장치는 슬래브 타설 후 제거하도록 한다.

3.2 거푸집, 동바리, 비계

3.2.1 거푸집

(1) 거푸집 표면상태 및 박리제 도포상태를 확인하여야 한다.
(2) 가로 버팀대 및 세로 버팀대의 간격이 콘크리트 중량에 대하여 적절히 되어 있는가 확인하여야 한다.
(3) 폼 타이(form-tie) 혹은 타이 볼트(tie-bolt)의 간격이 적절히 배치되었고, 종 · 횡 방향으로 열이 맞는가 확인하여야 한다.
(4) 콘크리트 타설 전 조임 장치를 재확인하여야 한다.
(5) 거푸집의 제거시기를 결정할 때는 구조물의 특성, 위치, 기후와 콘크리트의 경화에 영향을 미치는 여러 가지 조건을 고려하여 결정하여야 한다.
(6) 거푸집의 이음부와 접합부는 모르타르가 새지 않도록 완전히 봉합하여야 하며, 콘크리트를 타설할 때 움직이지 않도록 탄탄히 결속하여야 한다.
(7) 거푸집을 설치할 때 도관, 관 슬리브, 설비 박스, 배수구, 금속긴결봉, 삽입재 접지 및 정착물 등 다른 공사의 부착에 필요한 긴결장치 등을 설치하여야 한다.
(8) 강재 거푸집은 녹슨 거푸집을 사용할 수 없으며, 거푸집 면에 승인된 박리제를 도포하여 사용할 수 있다.

3.2.2 동바리

(1) 동바리 및 비계는 시공 전 현장여건을 감안한 구조 검토를 면밀히 한 후 시공한다. 특히, 교량상부 공사 중에 사고발생 위험성(침하, 전도, 붕괴, 추락) 등이 많으므로 시방에 의한 관리를 철저하게 수행하여야 한다.
(2) 일반적으로 설계에는 목재 및 강재로 설계되어 있으나 현장여건에 따라 감독자의 승인을 받은 후 그 공법을 달리할 수도 있다.
(3) 동바리를 받칠 원지반이 견고한가를 조사하도록 하고, 견고하지 않을 경우 바닥을 다져 필요한 지지력을 확보한 후 콘크리트를 치거나 H-Beam 등을 설치하여 원지반을 보강하도록 한다.

(4) 콘크리트 고정하중 및 작업하중을 고려한 동바리의 안정성을 검토하여야 한다.
(5) 각 조임 부분은 견고하게 연결되었는지 확인하여야 하며, 볼트이음을 하도록 한다.
(6) 구조물에는 수평과 연직 방향으로 4 m 이하 간격의 벽 이음을 설치하여야 한다.
(7) 콘크리트 타설 도중 동바리에 변형이 오면 즉시 타설을 중지하고, 변형 원인을 규명하고 변형된 동바리를 원상회복하여 더 이상의 변형이 생기지 않도록 조치하여야 한다.
(8) 강재 동바리 위에 목재 동바리를 설치할 때 강재 동바리와 목재 동바리 사이에서 분리되어 붕괴 사고가 일어나기 쉬우므로 하중 전달이 잘 되도록 견고하게 연결시켜야 한다.

3.2.3 비 계

(1) 비계는 안전을 고려한 도면을 작성하여 감독자의 승인을 얻은 후 설치한다.
(2) 직접기초 위에 비계를 지지하여야 하고, 부득이한 경우 바닥을 적정하게 다져 지지력을 확보한 후 콘크리트를 치거나 H-Beam 등을 설치하여 원지반을 보강한다.

3.3 콘크리트 타설

(1) 데크피니셔 레일 설치는 편경사에 맞추어 배수처리에 이상이 없도록 하고, 슬래브 콘크리트 타설 전 데크피니셔(약 29.4 kN)를 가동하여 침하량을 측정하고 침하량을 보정한 후 슬래브 콘크리트를 타설한다.
(2) 데크피니셔 시공 순서는 종단경사가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 동일 종단의 경우 데크피니셔 드럼 가동은 편경사가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 가동시킨다.
(3) 드럼은 약 10° ~ 15° 정도를 유지하여 사용하도록 하고, 드럼 자국(파도 형상)을 제거할 수 있도록 드럼 후면에 플레이트 패널(plate panel)마다 마무리 작업을 할 수 있도록 설치하여야 한다.
(4) 슬래브 콘크리트 타설은 전 부분에 고르게 타설하고, 데크피니셔 전방에 과도한 양을 미리 타설하면 작업성 및 슬럼프 저하가 우려되므로 전방 약 3 m 정도의 여유분이 타설되어 있는 상태로 작업이 진행되도록 한다.
(5) 시공이음이 발생되지 않고 연속적인 콘크리트 타설이 될 수 있도록 장비 가동상태 확인 및 인원 확보가 되어야 한다.

(6) 슬래브 콘크리트를 타설할 때 콘크리트 하중에 의한 실제 침하량과 계산 처짐량을 비교할 수 있도록 침하계를 설치하여 콘크리트 타설 완료 후 24시간 동안 수시로 확인하여야 한다.
(7) 슬래브 콘크리트 타설에 필요한 동원 인원, 장비, 및 시기 등에 대한 계획서를 제출하고 타설 1일 전 검측을 받아야 한다.
(8) 슬래브가 곡선구간으로 편경사가 있을 때에는 쏠림현상이 발생될 수 있으므로 횡버팀목을 촘촘히 설치한다.
(9) 비 온 뒤 바로 슬래브 콘크리트를 타설할 때에는 동바리 설치부의 지반이 연약해지기 쉬우므로 지반 침하에 유의한다.
(10) PSC(Prestressed Concrete) 거더교인 경우 PSC 거더의 솟음에 의하여 콘크리트를 타설할 때 처짐(약 10 mm ~ 20 mm)이 발생되므로 이를 감안하여 시공한다.
(11) 양생기간 동안 하중(고정하중 및 활하중)을 싣거나 충격을 가하는 등 기타 응력이 발생하지 않도록 보호하여야 한다.
(12) 콘크리트 타설 전 교량받침 고정을 철저히 하여 콘크리트를 타설할 때 교량받침 위치가 변경되지 않도록 하고, 교량받침의 임시 잠금장치는 슬래브 타설 후 제거하도록 한다.
(13) 연약지반에 동바리를 설치하여 콘크리트를 타설하는 교량은 침하가 발생되지 않도록 사전에 조치한 후 감독자의 승인을 받은 후 시공한다.
(14) 특히 사각 라멘교의 둔각부는 철근이 복잡하게 배근되므로 콘크리트를 타설할 때 적합한 다짐장비를 사용하여 재료강도 확보 및 재료의 균질성이 보장될 수 있도록 적정한 다짐을 시행하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
(15) 콘크리트를 이어 타설할 경우는 면을 치핑 또는 정리하여 콘크리트가 일체가 될 수 있도록 하여야 한다.
(16) 콘크리트 타설은 콜드 조인트가 생기지 않고 재료의 분리나 손실이 없이 타설하여야 하며, 콘크리트 다짐을 규정대로 하여 콘크리트의 불량면이 없도록 하여야 한다. 콘크리트 다짐은 바이브레이터를 사용하여야 하며, 바이브레이터를 철근에 닫게 해서는 안 된다.

3.4 콘크리트 양생 관리

(1) 양생재의 재료는 6-4-1에 따르되 감독자의 사전 승인을 얻어야 한다.
(2) 모든 콘크리트는 설계기준강도가 완전히 발휘될 수 있을 때까지 양생하여야 한다.
(3) 양생을 할 때에는 외부 온도 변화에 의한 영향을 고려하여 양생 방법과

순서 및 이에 소요되는 자재, 장비에 관하여 사전에 감독자의 승인을 얻어야 한다.

(4) 양생 후 발견된 균열에 대하여는 계약상대자 부담으로 보수하여야 하며, 추후 유지관리에 활용할 수 있도록 발생 위치 · 규모 · 원인 · 발전 과정 · 보수 공법 등을 기록한 보고서를 준공할 때 준공도서에 포함하여 별도 제출하여야 한다.

(5) 감독자의 지시에 의하여 육안 조사 이외에 균열의 깊이와 폭을 정확히 측정하여야 할 필요가 있을 경우 비파괴시험 및 코아 채취 등을 실시하여야 하며, 이에 따른 비용은 계약상대자 부담으로 한다.

3.5 슬래브의 시공허용 오차

콘크리트 표면의 기복이 없이 면이 일정하여야 하며 표면마무리 계획에 준하여 시공하여야 한다. 콘크리트 슬래브 두께의 허용오차는 최소 −10 mm, +20 mm 이내가 되어야 한다.

6-8-2 중공슬래브교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 R.C 및 P.C 중공슬래브 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 중공관 강도 시험성적서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

중공관은 아연도강판의 파형(corrugated) 형식의 중공관을 사용하며, 품질검사 전문기관에서 실시한 외압에 대한 강도시험 성적서를 제출하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

3. 시 공

3.1 중공관의 고정

타설할 때의 콘크리트는 거의 유체와 같으므로 중공관에 의하여 공제된 부피만큼의 부력이 발생한다. 따라서 부력에 의하여 중공관이 밀려 올라가지 않도록 단단히 고정시켜야 한다.

3.2 시공할 때의 주의사항

(1) 콘크리트 타설 중 콜드 죠인트(cold joint)가 생기지 않도록 콘크리트 타설계획을 수립하여 감독자의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

(2) 콘크리트 타설은 전 경간의 중앙부터 300 mm 두께 이하로 타설하며, 동바리에 균등한 하중이 재하되도록 하여야 한다.

(3) 중공관 부상방지용 간격재는 500 mm 간격으로 느슨하지 않도록 묶고 정위치에서 이탈되지 않도록 하여야 한다.

6-8-3 PSC 거더교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 거더 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-5 철근공사
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
15-1 시멘트
15-3 골재
15-11 PS 강재

1.3 참조 규격

1.3.1 한국산업표준(KS)
KS D 7002 PC강선 및 PC 강연선

1.3.2 관련 시방서
콘크리트 표준시방서 제26장 프리스트레스트 콘크리트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 제작장 설치계획서 및 시험성과표를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 시멘트

15-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 골 재

15-3절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 PS 강재

15-11절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 그라우팅

6-6절 2.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 준 비

3.1.1 제작장 선정

(1) 제작장소의 크기는 PSC 거더 총 본수, 1회 제작수, 제작능력, 공기, 재료 적치장, 제작설비 등을 검토하여 결정하여야 한다.

(2) 제작장소는 PSC 거더 제작과정에서 자중에 의하여 침하하거나 구조물이 변형되지 않도록 바닥면을 다지고 부지면을 수평으로 정리하여야 한다.

(3) 위치는 재료 적치 및 제작 완료 후 운반거리, 크레인 등 대형장비의 진출입 등을 검토하여 선정하여야 한다.

(4) 홍수위(H.W.L) 이상의 안전한 곳에 위치하여야 하며, 우기 때 침수되거나 유실되지 않도록 부지정리를 하여야 한다.

3.1.2 PSC 거더 제작대 설치

(1) 제작대는 빔 제작, 인장, 보관할 때 지반침하(변형) 등이 발생하지 않도록 필요한 지지력과 평탄성이 확보되어야 한다.

(2) 제작대는 지반면 보다 높게 하여 작업 중 또는 강우 등으로 인한 배수가 원활하게 이루어지도록 하여야 한다.

(3) 제작대 횡방향 간격은 작업자가 통행할 수 있고 거푸집 조립 및 해체할 때 장애가 되지 않도록 하여야 하며, 불의의 사고로 전도할 경우를 대비하여 인근 거더에 연속적인 피해를 입지 않도록 필요한 간격과 수평을 유지하여야 한다.

(4) 거더의 종방향은 인장 및 그라우팅 장비가 작업할 수 있는 간격을 유지하여야 한다.

(5) 제작된 순서대로 사용할 수 있도록 적정한 운반 공간을 확보하여야 한다.

(6) PS 강재의 인장작업을 할 때에는 침하 현상이 일어나지 않도록 지반과 거푸집 지지대를 견고히 하여야 하며, 보의 자중과 철제 거푸집의 중량으로 인한 변형이 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.2 철근조립

6-5절 3.2항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3 덕트관 및 강선배치

(1) PS 강재는 설계도서에 나타난 형상 및 치수에 일치되도록 하고, 이를 배치할 때에는 덕트와 정착장치에 흠이 생기지 않도록 주의하여야 한다.

(2) PS 강재 및 덕트는 긴장재에 인장력을 줄 때 지장이 없도록 콘크리트 블록, 강재 등으로 견고하게 지지하고 콘크리트를 칠 때 거푸집과의 상대위치가 바뀌지 않도록 하여야 한다.

(3) 거푸집 내에 있어서 PS 강재의 위치 변동은 연단응력에 지장이 없도록 하여야 한다.

(4) PS 강재 및 덕트의 배치가 끝나면 검사를 하여 파손여부 및 위치의 변동을 수정하여야 한다.

(5) PS 강재 배치의 허용오차는 부재치수가 1 m 미만인 경우에는 5 mm 를 넘지 않아야 하고, 1 m 이상인 경우에는 부재치수의 1/200을 넘지 않아야 하며, 어떠한 경우라도 10 mm 를 넘지 않아야 한다.

(6) PS 강재를 배치할 때에는 매 1 m 마다 결속선으로 견고하게 철근에 결속하여 콘크리트를 타설할 때 PS 강재의 위치가 변동되지 않도록 하여야 한다.

(7) PS 강재 및 정착장치의 배열 · 위치 · 정착상태 등은 감독자의 검측을 받아야 하며, 시정요구가 있을 때에는 지체없이 시정 · 보완하여야 한다.

(8) 정착장치와 덕트는 설계도서와 일치되도록 배치하고 튼튼하게 고정하여 콘크리트 타설 중에 움직이지 않도록 하여야 한다.

3.4 정착장치 및 접속장치의 조립 배치

(1) 정착장치 및 접속장치는 설계도서에 표시된 형상과 치수에 일치하도록 조립하고, 위치와 방향을 정확하게 배치하여야 한다.

(2) 정착장치의 지압면은 PS 강재와 직각이 되도록 설치하여야 한다.

(3) PS 강재를 이어대는 경우 접속장치는 강재에 인장력을 줄 때 인장 측으로 필요한 만큼 이동될 수 있도록 하여야 한다.

(4) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 검측을 하고, 파손된 것은 보수하거나 재설치 하여야 한다. 또한 위치가 변동되었을 때는 바로 고쳐야 한다.

3.5 거푸집 설치 및 검사

(1) 거푸집 판의 모든 이음부는 모르타르가 새어나가지 않도록 폴리스틸렌(polystyrene)수지 또는 기타 승인된 재료를 이용하여 얇은 띠로 밀봉하여야 한다.

(2) 바닥판은 콘크리트의 소요강도 발휘 후 프리스트레스를 도입하여 재사용이 가능하므로 일반 측벽과는 분리 제작하도록 하여야 한다.
(3) 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.
(4) 거푸집은 소정의 강도와 강성을 갖도록 하여 완성된 프리스트레스 콘크리트 구조물의 위치, 형상 및 치수가 바르게 되도록 제작하여야 한다.
(5) 거푸집은 공사 중에 받는 연직방향 하중, 횡방향 하중 및 콘크리트의 측압 등을 고려하여 유해한 변형, 침하를 일으키지 않도록 견고하게 시공하여야 한다.
(6) 거푸집의 사용재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성 등 콘크리트 부재에 악영향을 주지 않는 구조이어야 한다.
(7) 특수 거푸집을 사용하는 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.
(8) 거푸집 조립은 콘크리트 타설 중이나 양생과정에서 변형, 기울어짐이 없도록 설치하여야 한다.

3.6 양생관리

6-6절 3.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.7 인장작업

(1) 스트랜드(강연선)는 제조회사로 부터 규격별 시험성과표를 받아 이를 기준으로 인장관리를 하여야 하며, 그렇지 못할 경우는 KS D 7002 SWPC7B의 표준규격에 따라 인장관리 계획서를 작성하고 추후 현장에서 시험인장을 실시하여 차이가 발생할 때에는 이를 수정 · 보완하여야 한다.
(2) 마찰손실계수 k, μ 값은 「도로교 설계기준」에 정하여진 값을 기준으로 한다. 다만, 인장관리를 할 때에는 현장 실측 결과에 따라 이를 보정하여 사용하여야 한다.
(3) 프리스트레스의 도입 시기는 콘크리트의 강도가 구조계산서의 프리스트레스를 도입할 때 강도 이상(프리스트레스 도입에 의한 최대 압축응력의 1.7배 이상)이어야 한다.
또한, 특별히 규정되지 않는 한 부재의 양생조건과 동일한 상태에서 양생시킨 공시체의 압축강도가 프리텐션 부재에서는 30 MPa, 포스트텐션 부재에서는 28 MPa이 될 때까지 콘크리트에 힘을 가하지 않아야 한다.
(4) 강선 인장결과의 허용범위는 인장계획표(수정)에 의한 신장력, 즉 이론적 계산치와 실제 현장에서 실측된 신장량의 차이에 의하여 산출된 것으로 ±5 % 를 적용한다.

3.8 PSC 거더를 긴장할 때의 주의사항

(1) PS 강재의 긴장순서는 설계도서에 표시한 순서대로 긴장한다.
(2) 실제 긴장력과 늘음량은 일치하여야 하며, 상이한 결과가 나올 때는 늘음량을 기준으로 하여 설계 늘음량의 5 % 이내에서 조정한다.
(3) 긴장은 설계도서대로 양단 긴장을 하며, 긴장력이 동시에 작용하도록 한 개의 유압기를 사용한다.
(4) 일단 긴장방법은 긴장력의 증가 및 웨지의 활동으로 소요 긴장력 및 늘음량이 불확실하므로 부재의 길이가 짧거나 곡선반지름이 작을 경우 등의 긴장력 손실량이 작을 때 사용하여야 한다.
(5) PS 강재의 배치 작업을 할 때 위치오차에 의한 원인과 긴장작업 잘못으로 인하여 수평휨(sweep)이 작용될 수 있으므로 이 절 3.3의 (5)의 오차 한계 이상은 수정하여야 한다.
(6) 인장을 할 때에는 안전을 위하여 인장 잭의 뒷부분을 피하고 옆에서 관리할 수 있도록 하여야 한다.
(7) 잭을 정착구에 설치하기 전에 자연상태로 된 PS 강재의 정착구 바로 뒷부분을 지워지지 않도록 페인팅을 하여야 한다.
(8) 잭을 정착구에 설치한 후 10 MPa 마다 PS 강재에 기준이 되는 링을 설치하여 실제 늘음량을 측정하여야 한다.
(9) 잭의 압력 게이지는 공인된 교정기관에서 교정을 받은 후 사용한다.
(10) 설계도서에 명시된 긴장력을 고려하여 유압기 용량을 선정하여야 한다.

3.9 운반 및 보관할 때의 주의사항

(1) 기 제작된 거더는 시공계획에 의거 수직으로 세워 운반하여야 한다. 또한 운반할 때 지지점의 위치 · 적재 및 취급방법 등에 대하여는 전문기술자의 지시에 따라야 하며, 적재 · 운반 · 취급에 따르는 모든 위험손실은 계약상대자가 부담하여야 한다.
(2) 기 제작된 부재의 저장, 인상 등 취급할 때에는 균열이나 파손을 입지 않도록 각별히 주의하여야 한다. 취급이나 저장 중 과실로 파손되었을 때에는 계약상대자 부담으로 이를 교체하여야 한다.
(3) 거더 받침대를 견고히 하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.
(4) 바람 등에 의하여 전도되지 않도록 횡방향 지지대를 설치하여야 한다.
(5) 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되도록 하여야 하며, 가로보의 노출철근이 녹슬지 않도록 보호하여야 한다.
(6) 거더제작후 인장작업 전까지 장기간 소요되는 경우 덕트관에 우수 등 수

분이 침투하지 못하도록 반드시 밀봉하여야 한다.

3.10 가설할 때의 주의사항

(1) PSC 거더는 설계도서에 표시된 위치에 정확히 설치하여야 한다.
(2) PSC 거더 하부에는 안전망을 설치하여 낙하물로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.
(3) 거더를 인양할 때에는 크레인 와이어는 반드시 리프트 구멍에 삽입하고, 상부의 접촉면에 패드를 끼워야 한다.
(4) 거더를 거치한 후에는 와이어로프와 쐐기를 이용하여 곧바로 설계도서에 명시된 방법으로 전도방지를 위한 조치를 취하여야 한다.
(5) 가설 중인 교량의 하부에는 차량통행 및 중기의 작업을 철저히 통제하여야 하며, 가설할 때에는 안전요원을 상주하도록 하여야 한다.
(6) 야간 가설을 할 때에는 조명시설 등을 보완하여 설치하고 안전에 각별히 주의하여야 한다.

6-8-4 프리플렉스 거더교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 프리플렉스 거더 교량 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-4-1 일반콘크리트
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
6-7-1 강교제작 및 가설
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험방법

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 제작장 설치계획서 및 강도 시험성적서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 강 재

15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 제작장 구비조건

3.1.1 제작장 선정

(1) 거더 제작과 야적에 필요한 면적을 확보하여야 한다.

(2) 제작 중 지반의 부등침하가 발생하지 않도록 필요한 지지력을 확보하여야 한다.
(3) 제작된 거더의 반출이 용이한 곳이어야 한다.
(4) 홍수위(H.W.L) 이상의 안전한 곳에 위치하여야 한다.

3.1.2 재하대, 횡지지장치 및 회전틀의 기초는 설계도서에서 정하는 기초로 하고, 그 두께는 0.25 m를 표준으로 한다.

3.2 강형의 제작

3.2.1 품질관리에 대하여 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.2 프리플렉스 거더에 쓰이는 강거더를 제작할 때에는 재료의 검사, 용접검사 외에 특히 강거더의 높이, 솟음에 대하여 정밀하게 검측을 실시하여 프리플렉션 할 때의 기준으로 사용한다.

3.2.3 프리플렉션 작업 중 용접부분에 변형이 생겼을 경우에는 계약상대자의 부담으로 재시공하여야 한다.

3.3 프리플렉션

3.3.1 강형을 제작할 때 누적되어 있는 잔류응력량을 측정하여 잔류응력이 잔존하여 있을 경우에는 이를 적절한 방법으로 제거하여야 한다.

3.3.2 프리플렉션 하중을 도입 및 제거할 때 거더에 도입된 응력, 변형률, 솟음 및 유압을 동시에 측정하여 설계할 때 계산된 응력과 비교·확인하여야 한다.

3.3.3 솟음(camber) 검사

(1) 각 단계의 프리플랙션 작업으로 필요한 하중을 가한 뒤 강거더의 솟음을 측정하여 솟음량이 설계값과 맞지 않는 경우 보정을 하여야 한다. 이때, 그 오차가 하중의 ±5 % 이내에서는 솟음량으로 조정하여야 한다.
(2) 설계도서에 표시한 소정의 처짐이 되면, 강형 양단에 강결볼트를 2개씩 2개조로 하중을 고정시키고 강거더의 솟음을 조정하여야 한다. 이 때 프리플렉션의 솟음은 {(제작솟음)-(잔류처짐)}-{하중 조정 후의 처짐}으로 구한다.

3.3.4 프리플렉션에 쓰이는 기계와 설비의 성능은 품질검사전문기관의 인증을 받아야 한다.

3.3.5 특수한 프리플렉션 공법을 사용하는 경우에는 반드시 감독자의 승인을 얻어야 한다.

3.4 철근조립 및 콘크리트 타설

3.4.1 철근 조립

(1) 철근은 만곡공구와 절단기구를 이용하여 설계도서에서 지시한 대로 가공한다.

(2) 철근을 조립할 때 철근이 교차하는 부분은 결속선을 사용하여 조립한다.

(3) 철근의 피복두께를 확보하기 위해서는 간격재를 사용한다.

(4) 스트럽은 그 끝을 복부판에 용접하여 고정시킨다.

3.4.2 거푸집 설치

(1) 거푸집은 강재거푸집을 사용하고, 다짐을 할 때에는 진동에 의하여 변형하지 않는 견고한 동바리를 설치하여야 한다.

(2) 거푸집에 부착된 먼지와 녹 등의 불순물은 와이어 브러쉬 등으로 깨끗이 청소하고 박리제를 발라야 한다.

3.4.3 콘크리트 타설

콘크리트 타설은 이 시방서 6-4-1절 3.4에 따르며, 시험은 다음과 같이 한다.

(1) 슬럼프 시험은 KS F 2402에 의하여 공시체의 시료채취와 동시에 실시하여야 한다.

(2) 공시체의 시료는 콘크리트를 치는 장소에서 채취하고 한번 칠 때마다(주거더 2개마다) 표 6-8-1과 같은 개수를 채취한다. 다만, 공시체의 수는 감독자의 지시에 따라 증가시킬 수 있다.

(3) 콘크리트를 타설할 때 콘크리트를 필요한 만큼 채우기 위하여 바이브레이터로 철저히 다짐을 하여야 한다.

(4) 하부 플랜지 콘크리트는 적절한 혼화제를 사용하여 크리프, 건조수축의 영향을 적게 하여야 한다.

(5) 4 ℃ 이하의 온도에서는 한중콘크리트 타설계획을 수립하여 감독자의 확인을 받은 후 타설하여야 한다.

표 6-8-1 PF 거더교 콘크리트를 타설할 때의 공시체 제작과 양생

구 분	공시체의 수	양 생 방 법	비 고
릴리스 할 때	3	부재와 같은 양생 (현장 양생)	
릴 리 스 예 비	3	부재와 같은 양생 (현장 양생)	
f_{cu} 시 험	3	표 준 양 생	
계	9		

3.4.4 거더의 양생 및 거푸집 제거

(1) 거더의 양생은 이 시방서 6-6절 3.6에 따른다.

(2) 거푸집의 제거시기는 콘크리트 강도가 15 MPa 이상일 때가 적합하다.

3.5 운반 및 보관

(1) 기 제작된 거더는 시공계획에 의거 수직으로 세워 운반하여야 한다. 또한 운반할 때의 지지점의 위치, 적재 및 취급방법 등에 대하여는 전문기술자의 지시에 따라야 하며, 적재 · 운반 · 취급에 따르는 모든 위험손실은 계약상대자가 부담하여야 한다.

(2) 기 제작된 부재를 저장, 인상 등 취급할 때는 균열이나 파손을 입지 않도록 각별히 주의하여야 한다. 취급이나 저장상의 과실로 파손되었을 때에는 계약상대자 부담으로 이를 교체하여야 한다.

(3) 거더 받침대를 견고히 하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.

(4) 바람 등에 의하여 전도되지 않도록 횡방향 지지대를 설치하여야 한다.

(5) 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되도록 하여야 하며, 가로보의 노출철근이 녹슬지 않도록 보호하여야 한다.

3.6 프리플렉션 하중 제거

(1) 콘크리트에 프리스트레스를 줄 때는 콘크리트 압축강도가 35 MPa 이상인 것을 확인 후 시행한다.

(2) 하중의 증가는 분마다 50 kN을 초과하지 않도록 한다.

3.7 거더 가설할 때의 주의사항

(1) 프리플렉스 거더 하부에는 안전망을 설치하여 낙하물로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.

(2) 가설 중인 교량하부에는 차량통행 및 중기의 작업을 철저히 통제하여야 하며, 안전요원을 상주하도록 하여야 한다.

(3) 야간 가설을 할 때에는 조명시설 등을 보완하여 설치하고 안전에 각별히 유의하여야 한다.

(4) 가설할 때 사용되는 받침목(쐐기)은 단단한 목재를 사용하여 코핑과 하부 케이싱 콘크리트 사이에 유격이 없도록 단단히 박는다.(사각이 있는 교량인 경우에는 교대 및 교각에 평행하게 받침목을 받치지 말고 거더에 직각방향으로 박는다) 받침목은 슬래브 콘크리트 타설 후 거푸집 제거시기까지 제거하지 않아야 한다.

(5) 거더와 거더를 서로 연결하는 브레이싱은 32 mm 이상의 철근이나 앵글을 사용하고 용접을 한다. 브레이싱의 설치장소는 양쪽 빔 단부와 가로보가 놓이는 위치에 둔다.
(6) 와이어로프가 닿는 하부 케이싱 콘크리트의 부위는 고무보호대 또는 적당한 장치를 사용하여 파손을 방지하여야 한다.
(7) 가설을 할 때 거더의 중심선과 받침의 중심선은 항상 정확히 일치시켜야 한다.

3.8 시공허용오차

(1) 길이와 지간
① 길이 20 m 미만 : ± 10 mm
② 길이 20 m 이상 : ± 15 mm
(2) 아래 플랜지 콘크리트의 폭 : ± 5 mm
(3) 거더 높이 : − 5 mm ~ + 10 mm
(4) 솟음
① 제작 솟음 : ± L / 1500 (L : 빔 지간길이)
② 하중제거 후 받침 거치상태의 솟음 : − 5 mm ~ + 10 mm

3.9 현장품질관리

(1) 공사개시 전에 재료의 시험, 콘크리트의 배합을 정하기 위한 시험, 그리고 시공시험을 하여야 한다.
(2) 프리플렉션(preflexion)에 쓰이는 기계와 설비의 성능을 확인한다.
(3) 양생의 적부 및 형틀제거의 시기와 하중제거(release)의 시기를 확인하기 위하여, 타설한 콘크리트와 같은 방법으로 제조 및 양생한 공시체를 이용하여 압축강도시험을 하여야 한다.
(4) 공사 중 다음 단계에 있는 거더에 대하여 솟음을 측정하여야 한다.
① 강형이 완성되었을 때
② 프리플렉션(preflexion) 전
③ 1차 프리플렉션(preflexion) 후(잔류처짐 검사)
④ 2차 프리플렉션(preflexion) 후
⑤ 하중제거 전
⑥ 하중제거 직후
⑦ 프리플렉스 빔을 가설할 때

6-8-5 I.L.M(Incremental Launching Method)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 PSC 박스거더를 ILM(Incremental Launching Method)공법으로 시공하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
15-4 시멘트 콘크리트
15-6 혼화재료
15-10 철근콘크리트용 봉강
15-11 PS 강재
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

해당사항 없음

1.4 제출물

(1) 계약상대자는 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 시공상세도, 구조계산서, 재료산출서 등을 작성하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 특히 공정관리를 위해서 시공계획서에는 다음 사항을 포함하여 감독자에게 제출하여야 한다.

① 표준작업순서 및 1세그먼트 압출까지 소요 일수
② 몰드장 건설
③ 몰드 및 노즈 제작, 운반
④ 노즈 거치
⑤ 거푸집 및 동바리 설치, 압출 작업대 및 비계설치
⑥ 철근가공조립
⑦ 강연선 배치
⑧ 콘크리트 타설 및 양생
⑨ 가설용 강연선의 긴장 및 그라우팅

⑩ 거푸집(몰드) 제거
⑪ 압출작업
⑫ 완성용 강연선의 긴장 및 그라우팅
⑬ 장비 및 계기, 기구 제거
⑭ 교량 받침 설치 및 임시 지지판 제거

2. 재 료

2.1 콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재

15-4절, 15-6절, 15-10절, 15-11절 및 15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 패드 및 압축판

(1) 슬라이딩 패드의 총 두께는 13 mm 이상이어야 하며, 압축판의 두께는 8 mm 이상이어야 한다.
(2) 압출할 때 패드의 신축성은 교각 및 PSC 박스 거더의 압축에 의한 변형량을 확보할 수 있는 것이어야 한다.
(3) 슬라이딩 패드의 표준제작 규격은 2 mm 두께의 천연고무, 2 mm 두께의 강판, 4 mm 두께의 천연고무, 2 mm 두께의 강판, 2 mm 두께의 천연고무, 1 mm 두께의 테프론으로 구성된다.
(4) 슬라이딩 패드의 허용지압응력은 13.2 MPa 이상이어야 한다.
(5) 각 지간에 의한 상부구조물의 회전량과 지간장 50 m 까지의 경우 하부구조물의 허용 처짐과 변형량에 대한 슬라이딩 패드의 신축성(탄력)은 상부 구조물의 선단이 각 교각의 가설 받침에 막 도달되었을 때 변형의 요구조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 몰드장 및 노즈 제작 설치

(1) 몰드(mould)와 노즈(nose)는 설계도서를 참조하여 제작도면을 작성한 후 감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 몰드장 기초는 교량상부를 추진할 때 침하가 발생하지 않을 만큼 필요한 지지력을 갖도록 시공하여야 한다.
(3) 몰드의 제작 및 거치는 평면 및 종단선형에 일치하도록 하고, 시공정밀도는 설계도서에 따른다.

(4) 노즈는 조립 거치할 때 노즈의 하단과 박스의 하단이 동일 평면에 있어야 한다. 만약, 노즈 하단이 압출할 때 지장이 있을 경우에는 시공장비 및 현장여건을 감안하여 거더의 추진에 지장이 없도록 하여야 한다.

3.2 프리스트레싱 및 콘크리트 작업

3.2.1 프리스트레싱 장비

6-6절 2.5항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.2 강선의 배치

6-6절 3.2항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.3 콘크리트 타설 및 양생

6-6절 3.5 및 6-6절의 3.6항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.4 프리스트레스 도입

6-6절 3.4항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.5 그라우팅

6-6절 3.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.6 균열제어방안

(1) 시공계획을 수립할 때 균열 발생을 억제하기 위한 강선의 배치형상, 강선의 개수 및 프리스트레싱 힘 등을 정밀 검토하여야 한다.

(2) 시공할 때 신축이음부는 세그먼트 두께가 큰 매스콘크리트이고, 수화열에 의한 균열이 발생할 가능성이 있으므로 재료의 사전냉각 및 사후냉각 방안을 검토하고, 배합설계에서도 단위 시멘트량의 최소화, 단위수량의 최소화 등으로 수화열 상승을 가능한 억제하도록 하여야 한다.

3.3 가설 받침 및 슬라이딩 패드

(1) 가설 받침의 표면은 매우 매끈하여야 하며, 각 점간의 평탄도는 0.2 mm 보다 커서는 안 된다. 이 정도의 평탄도는 기계로 가공하고 표면처리한 강판으로 가설 받침의 표면에 강판을 씌웠거나 콘크리트 블록으로 만든 가설 받침의 표면에 뚜껑(덮개)을 사용하는 경우에 얻어진다.

(2) 장지간 및 강결체의 지지점과 같은 강성체 상부 구조물의 경우에는 고강도 탄성체로 된 슬라이딩 패드를 사용하든지 또는 가설 받침의 내부나 하단에 탄성체의 추가층을 설치하여 제한된 회전량을 만족시켜야 한다.

(3) 가설 받침 표면의 스테인레스 강판은 인장력을 받았을 때 최대 평탄정도가 0.003 mm 이내이어야 한다. 이때, 슬라이딩 패드의 평탄도는 항상 깨끗이 청소하여 기름칠을 하였을 때를 전제로 한 것이다.

(4) 교량 상부 구조물 바닥면의 위험(한계)영역에 대해서 슬라이딩 패드의 위치가 잘못되었을 때 지지부에 발생하는 예상 밖의 큰 응력을 방지하기 위해서는 긴장된 스테인레스 강판으로 된 가설 받침 표면은 이론적인 슬라이딩 패드의 위치로 보았을 때 각각의 양안으로부터 20 mm 이내이어야 한다.

(5) 가설 받침을 설치할 때의 허용오차는 설계도서에 따라야 한다.

(6) PSC 박스(지점부)의 매립 플레이트 주변 콘크리트는 압출 또는 공용 중 균열이 발생하기 쉬운 위치로서, 다음에 제시된 보강 방안을 현장 여건에 따라 적용하여야 한다.

① 매립 플레이트 단부 콘크리트 블럭아웃

② 매립 플레이트 단부 라운드 처리 및 스터드 형식의 전단연결재 사용

③ 매립 플레이트는 횡방향으로 PSC 박스 단부까지 연장하여 설치

④ 매립 플레이트와 주철근 사이의 순 피복 확보

3.4 압출작업

3.4.1 압출잭

(1) 마찰면 접촉으로 중량물을 이동시키기 위한 압출잭은 시공계획서에 규정된 장비로 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 수직 잭 상면에는 수직하중의 50 %에 해당하는 수평력을 전달할 수 있는 마찰판(plate with sharp teeth)이 부착되어야 한다.

(3) 수직잭 하면에는 보강 네오플렌판(neoprene plate) 또는 테플론(teflon)과 스테인레스판(stainless steel plate)으로 구성된 저마찰 활동판을 설치하여야 한다.

(4) 수평 잭 전면은 튼튼한 브래킷, 핀 및 구상 베어링에 의해서 수직 잭과 연결되고 후면에도 위와 같은 방법으로 지지되어야 하며, 교대 배면에 고정된 지지물에 의해서 압축 및 인장력을 발휘할 수 있어야 한다.

3.4.2 거 치

(1) 압출 잭을 거치할 장소는 설계도서에 따른다.

(2) 잭의 저판은 압출되는 상부 구조체의 하면과 정확히 평행되도록 저판에 4개의 조절나사를 설치하여야 한다.

(3) 정치 후 콘크리트 면과 저판 사이의 간격은 고강도 무수축 모르타르로 채워야 한다. 고정볼트와 수평 잭 간의 폭을 정확히 지지시켜야 한다.

3.4.3 시운전

장비거치와 시운전은 압출 잭 제작회사의 전문기술자에 의하여 수행되어야 하며, 특별점검 사항은 다음과 같다.

(1) 수직 잭을 조정하는 전기제어 스위치(필요한 경우)
(2) 테플론과 강 저판 사이에 바르는 마찰 저감 그리스
(3) 수직 잭의 응력제거 밸브를 최대 하중까지 조사
(4) 전기식 비상절단 장치(필요한 경우)

3.4.4 압출순서

(1) 수평 잭이 수축된 상태에서 수직 잭을 가동시켜 상부 구조체를 최소한으로(최대 5 mm) 들어야 한다. 이 상태에서 수평 잭을 가동시켜 상부 구조체를 앞으로 밀어낸다.
(2) 1 스트로크(250 mm 기준)의 압출이 끝나면 수직 잭을 풀고 수평 잭을 수축시킨다. 이러한 작업순서를 반복하여 상부 구조체를 전진시켜야 한다.
(3) 모든 작업을 자동으로 조정하고 관리하는 경우에는 솔레노이드 밸브(solenoid valve)를 사용하여야 한다.
(4) 압출작업 중에는 필요한 곳마다 교육 받은 안전관리요원을 배치하고 돌발사고 등을 방지하여야 한다.
(5) 약 100 m 압출할 때마다 특수 실리콘의 윤활유를 활동용 강판에 도포하여야 하며, 윤활유의 재질은 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.4.5 압출작업할 때의 주의사항

(1) 압출장치는 거더를 지지하고 원활하게 압출하며 지진에 의한 수평력이 작용할 때 거더가 이탈하는 것을 방지하는 진동방지기능을 가지고 있어야 한다.
(2) 압출장치는 압출할 때의 계산 외에 비틀림 및 휨 모멘트가 작용하지 않도록 압출할 때 받침 높이를 조정할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.
(3) 가설 받침 동바리나 가교각상에 견고하게 고정시켜 가설 받침에 작용하는 압출할 때의 수평력에 대하여 적합한 안전도를 가지고 있어야 한다.
(4) 압출장치를 사용할 때에는 압출장치의 안전성과 기능성을 확인하여야 한다.
(5) 계약상대자는 압출작업을 하기 전 압출장치, 자재 및 작업원 등의 추락방지를 위하여 교각 두부에 작업대를 설치하여야 한다.
(6) 압출할 때 플랫 잭의 설치위치는 상부 구조물의 복부 중심선에 설치하여야 하며, 반드시 다이어프램을 설치한 이후에 설치하여야 한다.
(7) 압출 노즈는 압출 노즈에 작용하는 최대 외력에 의하여 발생하는 휨 모멘트, 전단력 및 지압에 대하여 만족할 수 있는 단면을 가진 것을 사용하여야 한다.
(8) 압출장치와 접하는 부분인 압출 노즈의 아래면은 매끄러워야 한다.
(9) 가교각은 설계에서 고려한 지지력의 조건을 만족시켜야 하며, 지진이나

압출 시공 때의 수평력에 영향을 받지 않는 강성을 가진 것이어야 한다.

(10) 가교각에는 지점 침하 등에 대응하여 지점 침하를 수정할 수 있는 압출 장치를 설치하여야 한다.

3.5 안 전

3.5.1 교각 및 가교각의 안전

(1) 슬라이딩 패드를 설치할 때 패드를 뒤집어서 삽입하지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 압출할 때 각 교각에는 비상시를 대비하여 비상연락장치를 설치하여야 한다.

(3) 횡방향 허용변형률이 10 mm/m 를 초과하는 교각의 경우, 그 변형률은 각각의 교각에서 독립적으로 기록하여야 한다.

(4) 교각 상단부의 작업자는 교각 상단부의 변형률을 항상 점검하여야 하며, 교각 변형률이 허용치를 초과할 경우에는 교각에 설치된 비상연락장치를 이용하여 압출장비의 작동을 중지하고, 전문기술자의 자문을 받아 그 원인을 조사하고 대책을 강구하여야 한다.

3.5.2 상부 구조물의 안전

(1) 교량 시공 중 상부구조물이 중력에 의하여 경사진 방향으로 미끄러지는 것을 방지하기 위하여 브레이킹용 새들을 설치하는 등 안전대책을 세워야 하며, 전기공급 중단으로 인하여 교량 상부 구조물을 제어하고 있는 유압장치의 기능이 중단되지 않도록 하여야 한다.

(2) 압출할 때 상부구조의 형상관리를 위하여 처짐, 경사 및 비틀림 등을 검사하여야 한다.

6-8-6 F.C.M(Free Cantilever Method)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 이동식 작업차(form traveller)를 이용한 현장치기 캔틸레버공법(free cantilever method)으로 PSC 박스거더를 설치하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
6-7-1 강교제작 및 가설
15-4 시멘트 콘크리트
15-6 혼화재료
15-10 철근콘크리트용 봉강
15-11 PS 강재
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

해당사항 없음

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 가설 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재 료

콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재는 15-4절, 15-6절, 15-10절, 15-11절 및 15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 이동식 작업차(form traveller)

2.2.1 일반사항

(1) 이동식 작업차의 경량화는 작업의 능률과 밀접한 관계를 갖기 때문에 계약상대자는 최적의 부재를 선정하여야 하며, 제작 전 이동식 작업차 제작

계획도 및 구조검토서를 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 용접 및 검사

용접 및 검사는 이 시방서 6-7-1절 3.8에 따라 실시하여야 하며, 감독자의 검사 확인을 받아야 한다. 용접은 공장용접으로 하며, 특별한 사유가 없는 한 현장용접은 허용하지 않아야 한다.

(3) 거푸집의 솟음

거푸집은 콘크리트 타설에 따른 솟음과 변형을 감안하여 제작하고, 감독자의 확인을 받아야 한다.

2.2.2 기준 측점의 설치

시공기간 중 사용 가능한 측량기준점을 설치하여 관리하여야 한다.

2.2.3 작업차는 조립 사용 중에 수시 점검하고 안전을 확인하여야 하며, 주요 점검항목은 다음과 같다.

(1) 잭(jack)의 작동부
(2) 앵커 장치
(3) 접속부의 볼트
(4) 거푸집의 행거장치
(5) 프레임의 변형유무

2.2.4 작업차를 이동시킬 때의 유의사항

(1) 매설 정착부를 정확하게 배치하여야 한다.
(2) 레일을 정확하게 배치하여야 한다.
(3) 레일의 정착부를 수시로 점검하여야 한다.
(4) 모든 거푸집의 해체여부를 확인하여야 한다.
(5) 작업차를 궤도 위에 내릴 때 또는 궤도에서 올릴 때 작업차가 기울지 않도록 좌우의 잭을 균등하게 조작하여야 한다.
(6) 작업차를 이동시킬 때에는 작업차가 기울지 않도록 작업차 좌·우 프레임을 균등하게 이동하여야 한다.
(7) 시공구간에 돌출되어 있는 PS 강재 및 철근이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
(8) 작업차는 수평이 되게 설치하여야 하며, 앵커에는 설계계산에 기준한 프리스트레스를 도입하여야 한다.
(9) 계약상대자는 작업차의 조립 및 해체에 따른 운용요령과 유의사항을 감독자에게 제출하여야 한다.

2.3 자재품질관리

2.3.1 일반사항

(1) F.C.M 상부공에 사용되는 현장치기 콘크리트에 대하여는 콘크리트의 탄성계수, 크리프, 건조수축계수를 결정하기 위한 시험을 하여야 한다.

(2) 시험결과는 착수 후 최단 시일 내에 정리하여 감독자에게 제출하여야 하며, 설계값의 조정과 구조적 처짐계산 및 기하학적 관리에 사용하여야 한다.

2.3.2 탄성계수 시험

공시체의 재령은 시험할 때 3일, 28일, 90일로 한다. 시험마다 표준공시체수는 3개 또는 9개의 공시체로 하며, 표준공시체는 동일한 콘크리트 배치에서 만들어야 한다.

2.3.3 크리프와 건조수축 시험

(1) 공시체의 재령은 초기 하중 재하할 때 3일, 28일, 90일로 한다. 하중재하 기간은 180일을 기준으로 하며, 매 10일간 측정하여 기록한다.

(2) 표준공시체는 재령 14일까지 습윤양생을 기준으로 하며, 시험할 때의 공시체 재령이 14일 이내일 경우는 시험할 때까지 습윤양생하며, 기타의 경우는 표준양생 규정에 맞추어 양생 및 저장하여야 한다.

3. 시 공

3.1 주두부

3.1.1 일반사항

계약상대자는 설계도서에 표시된 시공순서에 따라 정밀시공을 위하여 주두부의 시공계획과 구조검토서를 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 솟음의 검토

가시설의 계획 및 구조검토서에는 주두부 분할시공에 따른 단계별 솟음의 변화와 최초 설치할 때의 표고를 표시하여 정밀하게 시공하여야 한다.

3.1.3 도 장

녹물에 의한 기초 및 교각의 오염을 방지하기 위하여 설치되는 강재 가시설에 대하여는 조합 페인트 2회 도색을 기준으로 한다.

3.1.4 동바리의 철거

동바리는 마지막 상부 슬래브면의 콘크리트 타설 후 양생이 완료될 때까지 철거해서는 안 된다.

3.1.5 거푸집, 철근, PS 강재 설치

(1) 거푸집 설치 후 감독자의 검측을 받고 철근 및 PS 강재설치를 하여야 하며, 설계도서에 따라 정확히 조립하고 쉬스관에 맞는 고압호스를 설치한

후 최종적으로 감독자의 검측을 받아야 한다.

(2) 두부는 세그먼트가 시작되는 구조물로서, 아래 사항에 대한 치수가 정확하여야 한다.

① 박스 및 슬래브(slab)의 폭

② 벽체 두께

③ 박스 내부 및 외부의 헌치 길이와 경사 등

(3) 계약상대자는 폼 타이 개수 및 지지력에 대한 구조계산서를 감독자에게 제출하여야 하며, 시공 이음부의 연결 마무리와 거푸집의 변형이 없도록 폼 타이의 확인을 철저히 하여야 한다.

3.1.6 콘크리트 타설

콘크리트 타설 및 양생은 이 시방서 6-4-1절 3.4 및 3.10에 따른다.

3.1.7 슬래브면 마무리

주두부 및 슬래브 면은 숙련된 기능공에 의하여 평탄하게 마무리하여야 한다. 만약 슬래브면의 평탄성을 확보하지 못하였을 경우에는 재시공 방안을 강구하여 감독자에게 보고를 하고 조치하여야 하며, 이 때 재시공에 대하여는 계약상대자 부담으로 하여야 한다. 마감된 슬래브 면은 3 m 직선자로 요철을 측정하여 ±5 mm 범위 이내이어야 한다.

3.1.8 안전보호망

고소작업에 따른 작업원들의 낙하물에 의한 안전사고 방지를 위하여 계약상대자는 낙하물 방지대책을 강구하여야 한다.

3.1.9 양생

아스팔트 콘크리트가 포장되는 슬래브는 사용 후 발산 소실되는 피막양생제를 사용하여야 한다.

3.2 시공 이음부 처리

(1) 이미 양생된 콘크리트 면에 이물질이 없도록 깨끗이 청소하여야 한다.

(2) 설계도서에 제시된 방법으로 구 콘크리트의 이음부 면을 처리한 후 시공하여야 한다.

(3) 분할시공으로 수평이음되는 부위는 레이턴스를 제거하여야 하며, 구 콘크리트면은 8시간 이상 습윤상태를 유지한 후 콘크리트 타설을 하여야 한다.

(4) 세그먼트 사이의 시공이음부는 표면처리를 철저히 하여 필요한 접착강도가 발휘될 수 있도록 하여야 하며, 필요에 따라 전단키를 선택적으로 사용할 수 있다.

3.3 세그먼트 제작

3.3.1 거푸집의 설치 및 확인

계약상대자는 이동식 작업차를 이동시키고 솟음 관리표에 따라 거푸집을 설치한 후 어떠한 자재도 적재되지 않은 상태에서 영점 기준값에 대한 감독자의 검측을 받아야 하며, 내공단면도 콘크리트 타설 전·후에 확인하여야 한다.

3.3.2 철근 및 강재배치

(1) 계약상대자는 거푸집의 설치·철근의 조립·강재의 조립 등 시공단계별로 검측을 받아야 하며, 최종적으로 콘크리트 타설 전에 검측을 받아야 한다.

(2) 철근 및 PS 강재 배치의 허용오차는 부재치수가 1 m 미만인 경우에는 5 mm를 넘지 않아야 하고, 1 m 이상인 경우에는 부재치수의 1/200을 넘지 않아야 하며, 어떠한 경우라도 10 mm를 넘지 않아야 한다.

3.3.3 호스 설치

종방향 덕트에는 덕트 규격에 맞게 고무호스를 설치하여야 하며, 시멘트 페이스트에 의한 막힘을 방지하여야 한다.

3.3.4 콘크리트 타설

(1) 콘크리트 타설은 이 시방서 6-4-1절에 따르고 이동식 거푸집 차에 의하여 설치된 전단면은 콘크리트를 연속해서 타설하여야 하며, 조기강도가 전체 공정관리에 많은 영향을 미치므로 배합설계를 할 때 적합한 설계강도가 나올 수 있도록 하여야 한다.

(2) 바닥 콘크리트는 박스 앞쪽 개구부를 통하여 콘크리트 타설을 하여야 하며, 벽체의 콘크리트가 바닥 슬래브로 미끄러지는 현상이 발생하지 않도록 콘크리트 타설속도를 적절히 조절하여야 한다. 또한 콘크리트 타설에 따른 거푸집 자체 솟음의 변화와 단면변화를 확인하여 조정하여야 한다.

(3) 타설순서는 세그먼트의 중앙부에서 양단으로 실시하여야 하며, 정착기구가 콘크리트에 정착될 수 있도록 진동기는 2대 이상을 가동시켜야 한다. 또한, 콘크리트의 타설이나 진동기 사용으로 강봉 위치 및 철근의 위치의 변화, 덕트의 파손이 없도록 주의하여야 한다.

(4) 운반차에 콘크리트를 투입하여 현장 타설할 때 까지는 1시간 30분 이내로 한다.

3.3.5 양 생

(1) 피막양생을 하여야 하며, 하절기에는 콘크리트 타설 마감과 동시에 비닐로 밀착시키고 양생포를 덮어 비닐 밑으로 살수하여 습윤양생을 하여야 한다.

(2) 동절기에는 강도발현이 지연됨에 따라 외부로부터의 통풍을 억제하기 위하여 슬래브 및 입구를 천막으로 막고, 박스 내부에 보온시설을 하여야 한다.

3.3.6 PS 강재의 긴장

6-6절 3.4의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.4 가설하중

상부공을 시공하는 과정에서 바닥판에 적재되는 장비 및 자재 등의 가설하중은 제한하여야 한다. 따라서 제시된 가설하중 보다 큰 하중이 재하 될 경우에는 반드시 검증된 프로그램으로 구조 검토를 하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.5 키 세그먼트의 접합

3.5.1 일반사항

계약상대자는 단차의 수정 시공방법 등을 포함한 시공계획 및 아래에 제시된 사항에 대하여는 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(1) 교축방향의 일치 및 수직방향의 상대변위 방지대책
(2) 교축 직각방향의 상대변위 방지대책
(3) 콘크리트를 타설할 때 콘크리트 자중에 의한 회전방지 및 시공 완료 후의 처짐 변위 방지 대책
(4) 키 세그먼트 콘크리트를 타설한 후, 기 완성된 F.C.M 구간의 건조수축 및 온도변화 응력에 의한 균열 방지대책
(5) 키 세그먼트 긴장할 때 거동의 변화로 인한 간섭 방지대책
(6) 키 세그먼트 접합 종료 후 빔(beam) 해체를 위한 작업구 설치 계획

3.5.2 중앙 키 세그먼트의 시공순서는 다음과 같다.

(1) 이동식 거푸집 차에 의하여 캔틸레버 단부의 상대 변위 및 단차를 조정한다.
(2) 수평버팀대(H형강)를 복부 헌치에 설치 고정한다.
(3) 외측 바닥판과 거푸집을 설치한다.
(4) 철근 및 쉬스관을 조립한다.
(5) 내측 거푸집을 설치한다.
(6) 콘크리트 타설 후 양생한다.
(7) 중앙 연결 강연선을 설계도서 순서대로 긴장한다.

3.5.3 단부 키 세그먼트

교량 단부의 키 세그먼트는 외측 바닥판 및 거푸집의 설치를 위하여 동바리 또는 이동식 거푸집차를 이용할 수 있으며, 시공순서는 중앙 키 세그먼트 시공순서인 3.5.2에 따른다.

3.6 처짐관리

3.6.1 일반사항

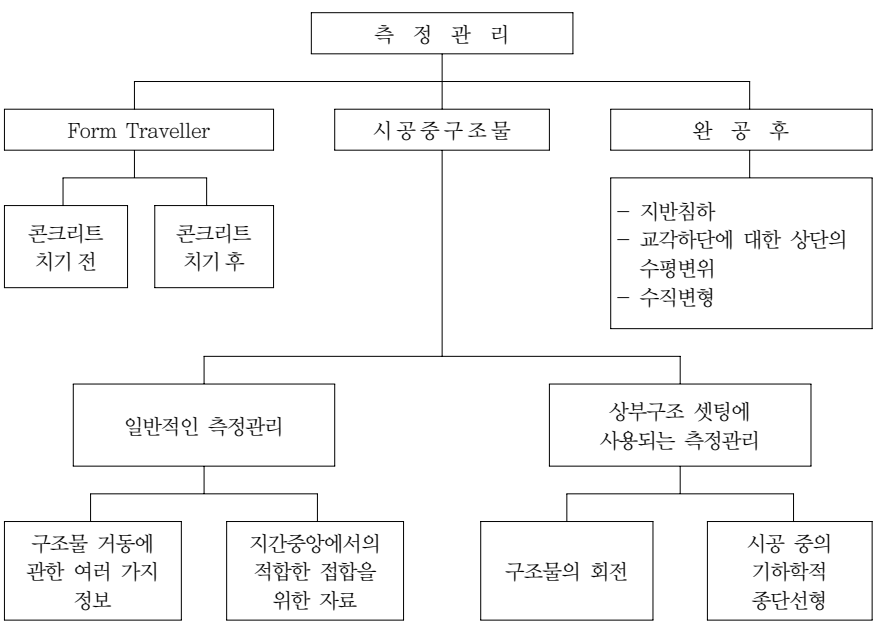
F.C.M의 처짐관리는 계획 종단선형과 키 세그먼트의 접합 등 종합적인 시공 상황을 고려하여 정밀하고 철저한 관리를 하여야 하며, 계약상대자는 이러한 처짐관리를 위하여 별도의 처짐관리 전담기술자를 지정하여야 하며, 계약상대자는 전담기술자와 감독자의 유기적인 기술적 토의가 이루어지도록 하여야 한다.

3.6.2 처짐관리 요소

처짐관리에 영향을 주는 요소들의 측정값을 현장에서 실측하여 설계계산값과 비교평가를 한 후 검토하여 조정하여야 한다.

3.6.3 측정관리

측정관리의 흐름도를 참고로 계속적인 관리를 하여야 한다.



3.7 강연선 진동방지공

(1) 강연선 진동방지시설은 상부공 박스 내부에 설치되어 있는 강연선의 처짐을 감소시키고 계산된 인장력 도입을 원활하게 하며, 진동을 방지하여 강연선의 피로영향을 최소화할 목적으로 설치하여야 한다.

(2) 강재는 설계도서에 제시한 도장방법으로 도장을 하여야 한다.

(3) 강연선 진동방지공이 설치 완료되면 감독자의 승인을 받은 후 인장을 실시하여야 한다.

3.8 가고정 설비

캔틸레버 가설 전에 교각과 주두부를 고정시키기 위한 가고정 설비에 대한 계획서는 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

6-8-7 F.S.M(Full Staging Method)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 동바리 공법(full staging method)을 이용한 PSC 박스거더 교량 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
15-4 시멘트 콘크리트
15-6 혼화재료
15-10 철근콘크리트용 봉강
15-11 PS 강재
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

해당사항 없음

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 가설 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재

15-4절, 15-6절, 15-10절, 15-11절 및 15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 가시설의 설치

3.1.1 계약상대자는 아래의 가시설물에 대한 시공을 위하여 시공경험이 풍부한 전문기술자로 하여금 시공상세도면을 작성하도록 하여 시공상세도면(제작도 포함) 및 구조계산서 등을 감독자에게 제출한 후 승인을 받아 시공하여야 한다.

(1) PSC 박스거더용 거푸집
(2) 가설고정 키(key)
(3) 동바리 및 동바리공의 기초
(4) 콘크리트 타설 및 양생방법
(5) PSC 박스거더 인장작업을 위한 작업대

3.1.2 PSC 박스거더용 거푸집

(1) 거푸집은 교량의 평면선형 및 종단선형에 맞추어 정밀하게 제작하여야 하며, 설치 및 해체할 때 박스 자체의 변형 및 손상이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.
(2) 특히 내부거푸집을 설치할 때에는 바닥 슬래브의 높이 조정, 정착구 설치 등의 처리에 세심한 주의를 하여야 하며, 콘크리트 타설 순서에 따른 거푸집 설치순서 등이 고려되어야 한다.

3.1.3 가설고정 키(key)

가설고정 키는 콘크리트의 건조수축 및 PS 강선의 긴장에 의한 콘크리트 탄성변형에 따른 전단력에 견딜 수 있도록 시공하여야 하며, 가설고정 키 제거 후 제거부분은 무수축 모르타르로 채워야 한다.

3.1.4 동바리 및 동바리의 기초

(1) 동바리는 철재를 사용하여야 하며, 동바리는 설치 전에 동바리에 대한 구조계산서 및 시공상세도를 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.
(2) 동바리에 대한 높이를 결정할 때에는 다음의 변위에 대한 솟음을 고려하여야 한다.
① 콘크리트를 타설할 때의 변위
가. 동바리 기초의 침하
나. 동바리 부재의 탄성변형(보의 처짐, 기둥의 단축)
다. 동바리 부재 접합부의 변위
② 콘크리트 타설 후의 변위
가. 구조물의 탄성변위(동바리 철거할 때 구조물의 변위 등)
나. 콘크리트 크리프 등의 소성변형
(3) 동바리의 조립 및 해체할 때의 유의사항
① 동바리의 기초는 공사 중 안전성을 고려하여야 한다. 지반이 양호하더라도 지반과 기초의 접촉부의 시공이 나쁘면 침하를 일으킬 우려가 있으므로 특별히 시공에 유의하여야 한다.
② 동바리 주변에 측구 등을 설치하여 배수에 유의하여야 한다.

③ 가새 등으로 수평력을 지지할 경우에는 특정 기둥만으로 수평력을 전달시킨다.
④ 동바리의 해체는 콘크리트 강도가 적합한지 프리스트레스가 적합하게 도입되어 있는지를 확인한 후 실시하여야 한다.
⑤ 하천 내 도로 근접부의 동바리는 유수의 저항 및 차량의 충돌을 대비한 대책을 강구하여야 한다.
⑥ 콘크리트 타설은 구조물에 유해한 영향을 주지 않는 순서대로 실시하고, 동바리에 수평력이 생기지 않는 방법으로 실시하여야 한다.

3.2 PSC 박스거더 시공

(1) 계약상대자는 PSC 박스 시공계획에 대한 세부공정별 시간계획을 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공에 착수하여야 한다. 철근 및 덕트의 배치는 설계도서에 명시한대로 정확하게 설치하여야 하며, 시공이음부의 철근은 연결시공이 될 수 있도록 하여야 한다.
(2) PSC 박스 콘크리트를 타설할 때에는 고유동화제를 사용하여야 하며, 콘크리트 펌프 카에 의하여 타설하여야 한다.
(3) PSC 박스 콘크리트 타설은 타설순서를 준수하여야 하며, 초기 건조수축 · 크리프의 양을 최대한 줄일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
(4) 콘크리트의 타설 및 양생은 이 시방서 6-6절 3.5 및 3.6에 따른다.
(5) PS 강선 긴장작업은 이 시방서 6-6절 3.4에 따른다.

6-8-8 M.S.S(Movable Scaffolding System)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 이동식 지보공법(movable scaffolding system)을 이용한 현장치기로 PSC 박스거더를 설치하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1-2-4 공무행정 및 제출물
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
15-4 시멘트 콘크리트
15-6 혼화재료
15-10 철근콘크리트용 봉강
15-11 PS 강재
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

해당사항 없음

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획서
(2) M.S.S 장비 제작도, 구조계산서
(3) 인장 계획서

2. 재 료

2.1 재 료

콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재는 15-4절, 15-6절, 15-10절, 15-11절 및 15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 이동식 비계(movable scaffold)

(1) M.S.S는 크게 3개 부문

① 교각에 지지대로 사용되는 교각 브래킷(pier bracket)
② 주거더(main girder)
③ 거푸집(formwork)으로 구성된다.
노즈(nose)는 추진(launching)할 때 캔틸레버의 모멘트를 감소시키기 위하여 설치된 것이며, 이동식 비계의 캔틸레버 처짐에 대한 대책을 세워야 한다.

(2) 이동식 비계는 본 구조물 및 공사안전에 큰 영향을 미치므로 비계의 계획 및 시공에 대하여 면밀히 검토하여 수행하여야 한다.

(3) 이동식 비계는 소정의 강성을 갖는 동시에 안전성, 작업성, 경제성 등에 대해서도 적정하게 배려되어야 한다.

(4) M.S.S 공법에 의한 시공에 있어서 상부 자중 및 M.S.S 장비 하중 뿐만 아니라 풍하중, 가설하중 등에 의한 하중이 작용하므로 가설계획, 설계 및 시공에 대하여 면밀히 검토하여 수행하여야 한다. 특히, 교각 브래킷(pier bracket)은 콘크리트를 타설할 때 하중 및 상부 가설 구조물의 하중이 집중되므로 사전에 교각 브래킷의 구조 검토 및 타설 작업 중의 이상 유무 점검방안 등에 대한 시공계획을 면밀히 수립하여 감독자의 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.

(5) 상부 계산할 때 적용한 M.S.S 장비 중량을 고려하여 설계하여야 한다.

(6) 설계장비 구동관계가 설계도면과 상이할 경우 도급자는 상부단면, 상부단면 관련 하부까지 검증하여야 한다.

(7) M.S.S 제작
① 용접 및 검사
6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.
② 거푸집의 솟음
거푸집은 콘크리트 타설에 따른 솟음과 변형을 감안하여 제작되어야 하고 단면 및 솟음의 변화를 확인하여야 한다.
③ 가조립
M.S.S 장비를 제작할 때 공장에서 가조립을 실시하여 적정성 여부를 확인한 후 현장 운반하여 조립작업을 실시하여야 한다.

3. 시 공

3.1 작업준비

(1) PSC 박스거더 시공계획에 대한 세부공정별 일정계획(time schedule)을 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공에 착수하여야 한다.

(2) M.S.S 공법 시공 전 M.S.S 장비에 대한 상세 구조계산서(검토서) · 시공계획서 · 교량 간 장비의 이동 및 해체에 대한 검토서 · M.S.S 장비 시공상세도(shop drawing)등을 작성하여 반드시 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 하며, 또한 이에 따른 교량전반에 대한 안정 및 안전성 여부를 확인하고 그 결과를 감독자에게 제출 및 승인을 얻어야 한다.

(3) 상부구조 타설 전 수화열 등에 대한 세부사항을 검토하여 구조물에 균열 등의 유해응력이 발생하지 않도록 콘크리트의 양생, 재료배합, 타설계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2 M.S.S 장비

(1) M.S.S 장비는 고도로 기계화된 장비이므로 장비의 운영전반에 대한 사항을 숙지하여 시공에 착수한 후 장비운용에 관련하여 시공 중단이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(2) 주거더를 전진 이동시킬 때 불균형 모멘트에 의한 장비전도가 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

(3) M.S.S 공법은 타공법에 비하여 시공속도가 빠르기는 하나 대부분 장경간 교량에 도입되는 형식으로 공기가 긴 경우가 많으므로 장비의 도장에 대하여 사전 검토하여 적정한 형식의 도장을 실시하여야 한다.

(4) 시공 중 콘크리트의 자중에 의한 장비의 변형을 검측하여야 하며, 변형이 탄성회복 되지 않고 지속될 경우에는 추후 시공할 때 이를 솟음 관리에 포함하여야 하며, 장비의 변형이 커서 시공상에 문제가 있다고 판단될 경우 즉시 공사를 중지하고, 그에 대한 대책을 마련하여 보정한 후 시공에 임하여야 한다.

(5) 시공 중의 예상치 않은 횡방향 하중(풍하중, 지진하중)의 작용에 대비하여야 한다.

(6) 곡선구간에 설치되는 M.S.S 장비는 전진 이동시킬 때 선형에 따라 이동이 가능하도록 각별히 주의하여야 한다.

(7) M.S.S 장비는 여러 가지의 유압장비(jack 등)로 구성되어 운영되므로 시공전에 점검을 실시하여 유압이 동시에 고르게 작용하도록 조정하여야 한다.

(8) 거푸집은 교량 평면선형 및 종단선형에 맞추어 정밀하게 제작하여야 하며, 설치 및 해체할 때 빔 자체의 변형 및 손상이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

(9) 내부 거푸집을 설치할 때에는 바닥 슬래브의 높이 조정, 정착구 설치 등의 처리에 세심한 주의를 하여야 하며, 콘크리트 타설순서에 따른 거푸집 설치순서 등이 고려되어야 한다. 솟음 관리표에 따라 프리셋팅(pre-setting)

에 대한 감독자의 검측을 받아야 한다.

(10) 거푸집에 부착된 먼지와 녹 등의 불순물은 와이어 브러쉬 등으로 깨끗이 청소하고 박리제를 발라야 한다.

3.3 덕트의 설치

(1) 덕트 설치 전 반드시 프로파일 마킹(profile marking) 작업을 시행하여 시공 중 오차를 최소화하여야 한다.

(2) 프로파일 마킹에 의하여 스터럽 철근의 표시된 위치에 덕트를 지지할 수 있는 철근을 용접 등의 방법으로 설치하여야 한다.

(3) 지지철근의 간격은 1.0 m 이내로 하며, 복부 철근에 강결시켜야 한다.

(4) 덕트는 소정의 위치 및 방향이 정확하게 배치하여야 하며, 간격재나 철근 등으로 견고하게 지지하고, 콘크리트를 타설할 때 배치형상이 변하지 않도록 하여야 한다.

(5) 강선 삽입구 쪽의 덕트는 강선을 삽입할 때 변위가 없도록 약 5 m 정도를 견고하게 고정시킨다.

(6) 덕트를 설치할 때 최대허용오차는 ±10 mm 이내이어야 한다.

(7) 덕트는 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 검사하여 파손이나 위치의 변동을 확인하여야 하며, 오류가 확인되었을 때에는 보수 및 수정하여야 한다.

3.4 그라우팅 벤트(grouting vent)의 설치

(1) 텐던 프로파일(tendon profile)상 최상단부와 최하단부에 벤트(vent)를 설치하여야 한다.

(2) 설치할 곳의 덕트에 20 mm 내외의 구멍을 내고 벤트 캡을 씌워 덕트 구멍과 일치시켜 결속선으로 묶어 테이핑(taping)을 하고, 그 안에 벤트 호스(vent hose)를 끼워 결속선으로 묶어 테이핑하여 밀봉하면 벤트 호스를 구조물 철근에 묶어 이탈을 방지하여야 한다.

3.5 강연선의 설치

(1) P.S 강재는 설계에 나타난 형상 및 치수와 일치하도록 재질이 상하지 않는 방법으로 가공하고 조립하여야 한다. 심하게 구부러진 P.S 강재, 급격한 열의 영향을 받은 P.S 강재 및 높은 온도에 접한 P.S 강재는 사용하여서는 안 된다.

(2) P.S 강재 설치 전 뜬 녹 및 기름, 기타의 이물질을 제거 후 사용하여야 한다.

(3) P.S 강재는 서로 꼬이지 않도록 덕트 속에 배치하여야 한다.
(4) 덕트 내의 막힘에 의한 강선의 삽입 불능을 방지할 수 있도록 콘크리트 타설 전에 강선을 삽입하여야 한다. 부득이한 경우 콘크리트 타설 후 삽입할 수 있으나 강선 삽입이 불가능한 경우가 많으므로 되도록 지양하여야 한다.
(5) 곡선구간은 강연선 긴장 영향을 고려하여 복부의 배근상세를 면밀하게 검토하여야 한다.

3.6 정착구의 설치

(1) 정착장치 및 접속장치는 설계도에 나타난 형상 및 치수와 일치하도록 위치 및 방향을 정확히 배치하여야 한다. 다만, 치수와 형상이 설계이상의 성능이 확인(상세 구조검토서 등 확인)되었을 때에는 감독자 승인 하에 변경 가능하다.
(2) 정착장치의 지압면은 긴장재와 수직이 되어야 한다.
(3) 설치된 블록아웃 거푸집 면에 볼트로써 캐스팅(casting)을 밀착 고정시켜야 하고, 그라우팅 홀(grouting hole)을 밀봉하여 콘크리트의 침입을 방지하여야 한다.
(4) 캐스팅(casting) 위에 나선 보강철근을 설치하여 고정시킨다.
(5) 쉬스관을 캐스팅(casting) 내로 넣고 그 주위를 테이프로 밀봉한다.
(6) 긴장재를 이어댈 경우 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장 측으로 필요한 만큼 이동할 수 있도록 하여야 한다.
(7) 정착장치 및 접속장치의 배치가 완료되면 반드시 육안검사 및 기타의 검사를 수행하여 파손된 것을 교체하거나 보강하여야 한다. 또한 위치에 변동이 생긴 것은 바로잡아야 한다.

3.7 콘크리트 타설

(1) 콘크리트는 콘크리트 펌프 차나 그 이상의 특수 장비를 이용하여 타설한다. 콘크리트의 타설은 비계보의 과도한 탄성 처짐이 발생하지 않도록 하여야 하며, 콜드 조인트(cold joint)가 발생하지 않도록 그 방법을 검토하여 계획되어야 한다.
(2) 가능한 한 콘크리트 타설시간을 단축하여 콘크리트의 시간 의존적인 영향을 적게 하여야 한다.
(3) 정착구 주위에는 절대로 시공이음이 생기지 않게 하여야 한다.
(4) 정착구 주위에는 진동다짐을 주의 깊게 하여 공극이 생기지 않게 하여야 한다.

(5) 위치변동의 우려가 있으므로 덕트에 직접 진동다짐기가 닿지 않도록 하여야 한다.
(6) 덕트와 덕트의 간격이 좁은 곳은 콘크리트가 공극 없이 밀도 있게 채워지도록 그 주변에 진동다짐을 세밀하게 하여야 한다.
(7) 덕트와 콘크리트 바깥 면과의 피복이 적은 곳에 공극이 생겨 덕트가 노출되지 않도록 주의하여야 한다.

3.8 강연선 긴장작업

(1) 긴장작업 전에 구조계산서에 의거한 인장계획서를 검토 · 숙지하여 작업에 신중을 기하여야 하고, 신장량을 인장보고서 양식에 기록하여야 한다.
(2) 긴장작업 전에 콘크리트 압축강도를 확인하여 시방서 및 설계조건에 적합한지를 점검한다.
(3) 특히 정착구 부근의 콘크리트 타설상태를 면밀히 확인하여 공극 및 골재분리 등의 유무를 점검하고, 이상이 있을 때에는 그에 대한 보강 및 대책방안을 실시한 후 긴장작업에 임하여야 한다.
(4) 앵커머리(anchor head), 쇄기(wedge) 등은 녹의 유무와 그 치수의 정확성을 확인하여야 한다.
(5) 긴장장비는 사용 전에 교정을 실시하고 사용 중에도 충격을 주었다고 생각될 때는 재점검을 하여야 한다.
(6) 긴장재는 P.S 강재의 각각에 소정의 인장력이 고르게 도입되도록 인장하여야 한다. 이 때 인장력을 설계값 이상으로 주었다가 다시 설계값으로 낮추는 식의 시공은 안 된다.
(7) 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 및 활동을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 각 단계마다 유해한 응력이 생기지 않도록 하여야 하며, 이 경우 콘크리트의 탄성변형에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향을 고려하여 인장력을 정하여야 한다.
(8) 긴장 후 정착장치 및 부재의 끝 단면이 파손 또는 부식되지 않도록 적절한 방법으로 보호하여야 한다.

3.9 그라우팅 작업

(1) 정착구 블록아웃 부분이 완전히 밀폐된 것을 확인하여야 한다.
(2) 덕트 내부의 막힌 곳 유무를 확인하여야 한다.
(3) 그라우팅 액을 배합할 때는 규정된 배합비대로 혼합하여야 한다.

(4) 그라우팅을 할 때 덕트 내부의 잔류수나 공기를 완전히 제거한 후 그라우팅 액의 점도를 확인하고 벤트 호스를 막아야 한다.
(5) 출구를 막은 후 주입압력이 2~3 Bar까지 상승될 때까지 계속적으로 주입하여야 한다.
(6) 그라우팅은 인장 후 빠른 시일 이내에 실시하여야 하며, 가능한 한 프리스트레싱이 끝난 후 일주일 이내에 작업하여야 한다.
(7) 그라우팅 주입 전 압축공기로 덕트를 청소하여야 한다.

3.10 신 · 구 콘크리트 접촉면 처리

구 콘크리트 면은 쪼아내기(chipping)를 실시하여 거칠게 만들어야 한다.

3.11 공종별 검측내용

(1) M.S.S 받침대 설치
① 하중지지기능 (M.S.S 자중 및 상부공 하중)
② 설치 위치 (설계 계획고)
(2) M.S.S 이동
M.S.S 위치고정 및 이동에 대한 준비 및 진행사항
(3) 교량받침 설치
① 교량받침 기초설치 (교각 상단 블록아웃)
② 교량받침 기능 (규격 및 설치온도에 대한 이동)
(4) 거푸집 설치
① 설계도면 준수 여부
② 처짐에 대한 위치
③ 콘크리트 타설과의 관계
(5) 철근 및 덕트 설치
① 사용 재료의 적정 여부
② 배치의 설계도면 준수여부
③ 배치 후 변형여부 상태
(6) 정착구 설치
긴장 작업과의 관계
(7) 강연선(strand) 삽입
① 사용재료의 적정여부
② 긴장작업을 위한 준비상태
(8) 콘크리트 타설

① 사용 콘크리트의 적정 여부
② 타설순서 및 다짐상태
③ 면 관리
④ 양생 관리

(9) 긴장 작업
① 긴장 관리의 적정여부
② 주입의 확실성 여부

3.12 기타 사항

(1) 시공을 중단할 때는 콘크리트에 콜드 조인트가 발생하므로 반드시 연속 시공하여 조잡한 시공을 방지하여야 한다.

(2) 크리프 및 건조수축 해석을 철저히 하여 콘크리트의 시간 의존적 특성에 의한 영향을 반영하여야 한다.

(3) 설계단계에서 솟음을 산정하기는 하나 이는 장비의 처짐 등을 무시하고 이상적인 하중과 환경을 가정하여 산정하는 것으로, 시공 전 및 시공단계별로 현장 여건과 장비의 처짐, 공사기간 등을 감안하여 솟음을 재산정하여야 하며, 이를 시공에 반영하여 시공완료 후 구조물의 공용성을 확보하여야 한다.

(4) 설계를 할 때에는 M.S.S 장비의 개략설계에 따른 장비하중을 적용하였으므로 시공할 때 장비하중을 재확인하여 설계치와 상이할 경우 이에 대한 구조 검토서를 작성하여 감독자에게 제출 및 승인을 얻어야 한다.

(5) 설계할 때 적용한 1회 작업 시간(1 cycle time)과 현장 작업의 1회 작업 시간(1 cycle time)이 상이할 경우 크리프 및 건조수축의 영향에 대한 구조 검토서를 작성하여 감독자에게 제출 및 승인을 받아야 한다.

(6) 하향경사로 M.S.S 시공을 할 때 M.S.S 장비의 이동방지 및 횡하중에 의한 구조물의 유해한 응력이 발생하지 않도록 적절한 대책을 수립하여 이에 대한 검토서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(7) 시공 이음부 긴장에 의한 솟음량을 계산하여 계획고와의 관계를 고려하여 시공하여야 하며, 이로 인한 노면의 요철현상이 일어나지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.

6-8-9 P.S.M

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 P.S.M (precast segmental method) 중 숏(short)방식(old segment + new segment)으로 세그먼트를 제작하여 한 경간씩 설치하는 교량 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공사
15-4 시멘트 콘크리트
15-6 혼화재료
15-10 철근콘크리트용 봉강
15-11 PS 강재
15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

1.3.1 한국산업표준(KS)

KS D 3503	일반구조용 압연강재
KS D 3505	PC 강봉
KS D 3507	배관용 탄소강관
KS D 3512	냉간압연강판 및 강대
KS D 3515	용접구조용 압연강재
KS D 3529	용접구조용 내후성 열간압연강재
KS D 4301	회 주철품
KS D 7002	PC 강선 및 PC 강연선

1.4 제출물

(1) 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

① 가설 계획서
② 강도 시험성적서
③ 제작장 설치 계획서

2. 재 료

2.1 재 료

콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재는 15-4절, 15-6절, 15-10절, 15-11절 및 15-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.1.1 고밀도 폴리에틸렌

ASTM D3350에 적합한 동등 이상의 규격(품질) 제품을 사용한다.

2.1.2 정착구

(1) 헤 드 : 탄소주강으로서 SM45C를 사용한다.

(2) 캐스팅 : KS D 4301에 따른다.

2.1.3 PS 강봉

PS 강봉은 이형강봉 $\phi 36 \cdot \phi 40$의 규격을 사용하며, KS D 3505의 SBPD 1080/1230 또는 SBPR 1080/1230을 기준으로 한다. 고강도를 사용할 때의 규격 변경은 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.1.4 접착제

(1) 물리적 조건

① 점성유효시간(gel time)

점성유효시간은 배합된 접착제가 배합 용기 내에서 사용될 수 있을 때까지 시간을 말하며, 접착제는 점성유효시간 이내에 접착면에 시공하여야 한다.

② 경화시간(open time)

경화시간은 접착제가 콘크리트 접합면에 시공된 후 접합제 층이 경화되기 시작하는 시점으로, 경화시간 내에 세그먼트 접착을 완료하여야 한다.

③ 비처짐성(thixotropy)

세그먼트 수직면에 접착제를 시공할 때에는 접합면에 효과적으로 부착하여야 하며 흘러내려서는 안 된다.

④ 압축성(squeezability)

응력을 가한 상태에서 접착제는 두 접합면 사이에 공극이 생기지 않도록 밀실하게 충전되고 균일한 두께의 층을 형성하여야 하며, 이외의 양은 모두 밖으로 빠져 나와야 한다.

⑤ 접착성

세그먼트 접합부에 접착되어 양생된 접착제는 내 · 외부에서 발생되는 습기의 침입을 차단하여 프리스트레싱 강연선의 부식을 방지할 수 있어야 한다.

⑥ 경화속도

세그먼트 접합부에 접착된 접착제의 경화속도는 세그먼트의 조립속도에 지장을 초래하지 않을 정도이어야 한다.

⑦ 색상

경화된 접착제의 색상은 콘크리트의 색상과 유사하여야 한다.

(2) 화학적 조건

① 콘크리트 접착 내구성

접착제는 시공 후 콘크리트의 알칼리 성분과 화학적 반응을 하여서는 안 된다.

② 화학적 안전성

접착제는 구조물의 건축수명 때까지 화학적으로 안정된 상태에 있어야 한다.

(3) 기계적 조건

① 압축강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 압축강도 이상이어야 한다.

② 휨, 인장강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 휨, 인장강도 이상이어야 한다.

③ 전단강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 전단강도 이상이어야 한다.

(4) 온도로부터의 독립성

① 접착제는 주변 습도로 인하여 물리적, 기계적 특성에 영향을 받지 않는 것이어야 한다.

② 접합할 콘크리트 표면은 표면수가 있는 상태가 아니어야 하며, 특히 5 ℃ 정도의 저온상태에서는 콘크리트 표면이 건조하도록 유의하여야 한다.

③ 접착제로 사용되는 에폭시는 온도에 민감하므로 동절기 시공을 할 때에는 저온상태에서의 물리적 성질, 기계적 성질을 확인한 후 사용하여야 한다.

(5) 접착제 특성에 대한 시험방법은 ASTM D 2393, D 2471, D 695 및 C 39를 따른다.

2.2 가설 트러스 및 교각 브래킷(pier bracket)

2.2.1 일반사항

가설 트러스와 교각 브래킷은 제작 전에 제작설계도면 및 구조검토서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 제작

(1) 용접 및 절단

용접 및 절단은 이 시방서 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

(2) 공장 및 현장에서의 가조립 및 점검

① 여러 부재를 조립할 때, 특히 용접할 때의 변형이나 처짐 등이 없도록 정밀하게 하여야 하며, 반복적인 조립 및 진행작업은 조립대 위에서 하여야 한다.

② 용접 전에 철판과 철판 사이는 정확히 검측하여야 하며, 조립을 위한 볼트나 이형강봉을 사용하는 각 구성부재도 정확한 검측을 하여야 한다.

③ 가조립 점검에 따른 경미한 결점은 규정에 맞게 보수할 수 있으나 중요한 결점이 발견되면 그 구조물은 사용할 수 없다.

④ 가설 트러스에 대하여는 가조립을 할 때 감독자의 입회 점검을 받아야 한다.

2.2.3 제작 검사

(1) 제작 일반허용 오차

설계도서에 특별히 명기한 사항이 없을 때 제작완료 치수에 대한 허용오차는 아래와 같다.

① 250 mm 까지 → ±0.5 mm

② 250 mm ~ 500 mm 까지 → ±1.0 mm

③ 500 mm 이상 → ±1.5 mm

(2) 치수의 검측

① 치수의 검측은 제작 과정 중에 계속적으로 실시하며, 일반 허용오차는 (1)항에 따른다.

② 트러스는 완전히 조립된 후 모든 방향에 대한 편차가 10 mm 보다 커서는 안 된다.

③ 트러스는 설계하중에 의한 솟음을 주어 제작하여야 하며, 제작오차를 검측하여야 한다.

(3) 용접의 시험

① 가설 트러스에 대하여는 강재의 용접 편 6-7-1절 3.8에 따르고, 교각 브래킷에 대하여는 감독자의 승인을 받은 제작 설계도서에 따르며, 다음 사항에 대하여는 검측과 검증이 이루어져야 한다.

가. 용접 변경사항

나. 죠인트의 기하학적 선형, 모양, 균일성

다. 제작설계서 표시와의 일치성

② 각 거더의 다음 부분은 균열탐지시험에 의하여 검사하여야 한다.

가. 상부 부재를 이루는 철판의 조립

나. 바닥 부재를 이루는 철판의 조립

다. 사재와의 연결

라. 이음부의 철판

2.2.4 트러스 하중재하시험(loading test)

(1) 트러스 하중재하시험은 매우 중요한 시험으로 트러스 구조물의 안정성 및 각 연결 부재의 결함여부 등 구조물 전반에 대한 특성치를 점검하여야 한다.

(2) 트러스 하중재하시험 중에는 다음과 같은 검사를 실시하여야 한다.

① 하중재하 전

가. 트러스의 기하학적 선형, 오차, 조립 및 해체 여부 검토

나. 부재별 솟음 및 처짐 관측(우발적 비틀림 현상 등)

② 하중재하 후

가. 트러스의 주요지점(용접부위)과 재하과정에서의 육안 관측사항

나. 각 부재의 솟음 및 처짐 변화와 하중 초과재하 및 초과하중 제거 할 때 변화상태의 측정 및 설계 이론치와의 비교 검토

다. 트러스의 이동, 세그먼트 조정 및 정렬 등에 관련된 각 기계 및 유압 잭 등(winch, cable, roller, jack)의 작동상태 점검 및 기능공 교육훈련

라. 트러스의 이론적 설계사항과 실제적 운영사이에서 일어날 수 있는 모순의 발견 및 조치

③ 하중재하시험은 반드시 감독자의 승인을 받은 후 시험을 하여야 한다.

2.2.5 공장조립

(1) 일반사항

① 공장조립은 현장 반입 전에 실시하며, 구조물의 점검 · 용접상태 · 부재 조립상태 등을 점검하여야 한다.

② 트러스는 가설현장으로 보내지기 전에 공장에서 완전히 조립하여야 하며, 연결 강봉의 배치를 검사하여야 한다. 이 때, 트러스의 각 거더는 별개로 조립할 수 있다.

③ 트러스의 작업대(발판대)는 거더에서의 완전한 조립을 검사하기 위하여 설치하여야 한다.

④ 세그먼트 베어링을 상현재 위에 설치하고 이동상태를 점검하여야 한다.

(2) 제작 검증

트러스를 조립한 후에는 다음 사항을 검측하여야 한다.

① 제작일반

가. 제작 허용오차는 이 절 3.9와 같다.

나. 상 · 하현재의 편평도 오차는 2 mm 이하로 한다.
다. 부재 사이의 조인트 결합은 잘 마무리하여야 한다.
② 치 수
가. 거더 전체 길이에 대한 일반 허용오차 : ±20 mm
나. 거더 전체 높이에 대한 허용오차 : ±5 mm
다. 상 · 하현재의 치수검사
③ 설계도서와의 일치 확인
가. 보강판, 강판 등의 유무
나. 모든 용접점의 유무
다. 장래 장비조립을 위한 구멍의 유무
④ 조립상태 확인
가. 상 · 하현재 사이의 사재의 용접상태 및 접합 축선의 연속성 점검
나. 부재조립 이음부의 평면에서 두 조립부재 사이에 단차가 생기면 갈아내어 매끄럽게 마무리하여야 한다.

2.2.6 트러스 부재의 표시
공장에서 각 거더의 조립 점검 후 현장에서 같은 순서로 재조립할 수 있도록 페인트 표시를 하여야 한다.

2.2.7 방청도장
(1) 강재 구조물의 내구성 및 유지관리를 위하여 방청도장을 하여야 한다.
(2) 설계도서에 도장하지 않도록 표시한 부분은 샌드 브라스팅을 하고, 벗겨지기 쉬운 왁스칠을 하여야 한다.
(3) 모양이 나쁜 철판이나 철면은 샌드 브라스팅을 하여야 한다.

3. 시 공

3.1 제작장의 구비조건

(1) 세그먼트 제작장 설치 계획을 감독자와 협의하여 확정하고, 제작장 설치 계획서를 감독자에게 제출하여 사전 승인을 받아야 한다.
(2) 제작장은 세그먼트를 정밀하게 제작하기 위하여 지반의 안정성을 확보하여야 한다.
(3) 제작장 운용에 필요한 다음과 같은 시설을 설치하여야 하며, 익스팬션 세그먼트, 피어 세그먼트, 일반 세그먼트의 생산량, 제조기간, 제조빈도, 야적방법, 세그먼트의 시공계획 등을 고려하여 제조설비를 배치하여야 한다.
① 배치 플랜트(사일로 및 필요시설)
② 골재 적치장

③ 문형크레인 및 타워크레인
④ 세그먼트 적치장
⑤ 철근적치 및 가공장(절단기 및 벤더)
⑥ 증기양생 시설
⑦ 시험실
⑧ 감독실
⑨ 현장 사무실
⑩ 창고
⑪ 기타 필요시설

(4) 자재저장

세그먼트에 소요되는 모든 자재는 바닥이 포장된 견고한 면에 적치 보관하여야 한다. 특히 PS 강재는 지붕이 설치된 창고에 보관하여 부식방지에 유의하여야 한다.

3.2 세그먼트 거푸집 제작

(1) 계약상대자는 세그먼트 제작에 필요한 시공상세도를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 매취캐스팅(신 · 구 세그멘트의 완벽한 결합)이 가능하여야 한다.
(3) 허용오차 범위 내에서 세그먼트 제작이 가능하여야 한다.
(4) 거푸집은 개구부, 돌출부에 적용할 수 있고 조정이 가능하여야 한다.
(5) 거푸집을 제거할 때에는 콘크리트의 손상 없이 거푸집을 떼어낼 수 있어야 한다.
(6) 거푸집 설계는 선행된 세그먼트와의 이음에 있어 조밀하고 방수가 되어야 하며, 측대(bulkhead)는 덕트의 위치가 유지되고 그라우트의 침입을 방지하는 방법으로 덕트의 연결이 가능하여야 한다.
(7) 세그먼트 제작대는 경사와 선형을 조정하고, 유지할 수 있는 장치이어야 한다.
(8) 세그먼트의 외면에서 거푸집이 이어지는 곳은 평탄면에서의 1.6 mm 구석과 구부러지는 곳에서는 3.2 mm 이상의 간격을 초과할 수 없다. 현장치기 세그먼트의 접합면 사이의 간격은 6.4 mm를 초과할 수 없다.
(9) 세그먼트 제작을 위한 모든 벽체, 바닥, 내부 및 측대는 감독자가 승인하지 않는 한 철판을 사용하여야 한다.
(10) 거푸집은 적합한 두께를 가져야 하며, 적당한 외부 브레이싱과 보강재로 지지되어야 하고, 콘크리트 타설과 진동다짐에 의한 힘을 견딜 수 있도록 하여야 한다.

(11) 거푸집 내부 브레이싱과 간격의 유지장치는 복부 지지볼트에 의하여 지지되어야 되며, 거푸집 제거 후 표면처리작업이 가능하여야 한다.
(12) 세그먼트 제작대와 거푸집은 침하나 찌그러짐이 없이 세그먼트를 지지하는데 구조적으로 안정하여야 한다.
(13) 거푸집의 이음부는 모르타르가 새지 않도록 하여야 한다.
(14) 거푸집의 품질과 선형은 매 설치 때마다 검사하여야 하며, 콘크리트 타설 중에도 계속 관찰하여 필요한 조치를 하여야 한다.

3.3 세그먼트 제작

3.3.1 일반사항

계약상대자는 감독자가 승인한 제작 시스템을 적용하여 지정된 세그먼트를 시험 제작하고, 강연선의 인장과 수화열 · 양생방법 등을 고려한 온도해석 등을 검토하여 세그먼트 제작에 철저한 준비를 하여야 한다.

3.3.2 확인 측량

(1) 기준점 및 수준점은 공인된 기준점 및 수준점을 이용하여 보조기준점을 반영구적으로 설치하여 사용하며, 공사를 완료할 때까지 관리하여야 한다.
(2) 거푸집의 허용오차 범위는 극히 작으므로(5 mm 이하) 계약상대자는 철저한 확인 점검을 실시하여 측량할 때 발생될 수 있는 기계적인 오차 · 시차 등을 소거할 수 있도록 관리하며, 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.3 제작할 때의 유의사항

(1) 조정장치의 상세사항과 조정절차 및 방법은 제작대의 시공상세도에 포함하여야 한다. 처마 거푸집의 경사와 각 세그먼트 윗부분은 구조물 부재간의 상호 관련 배치를 고려하여야 한다.
(2) 각 조의 첫 세그먼트가 제작된 후 다음에 이어 생산되는 모든 세그먼트는 모든 접합면의 방향과 선형이 일치될 수 있도록 앞서 제작한 세그먼트에 이어 연속제작을 하여야 한다.
(3) 정착구는 세그먼트 가설 후 강연선이 정착구 부재 속으로 들어갈 수 있어야 한다. 강연선의 커플러는 설계도서에 표시되거나 감독자가 승인하는 위치에서만 사용될 수 있다.
(4) 강연선의 결속이 50 % 이상 어떤 한 구간에서 집중되어서는 안 된다.
(5) 설계도서에 임시 외부 텐던이 필요할 때에 강연선과 앵커는 강연선이 가설 장비에 의하여 손상되는 것을 보호하고, 인장작업과 정착 중이거나 후에 갑작스럽게 긴장을 없애거나 풀어주는 스트랜드나 강봉을 구속할 수 있는 보호용 둘레로 보호되어야 한다. 보호용 둘레에 대해서는 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(6) 철근은 설계도서에 따라 조립하고 설치하여야 하며, 덕트와 철근 혹은 블록아웃의 바른 위치에 저촉되는 것은 구조전문기술자의 자문에 의하여 해결하고, 감독자의 승인을 받아 보정을 하여야 한다.

(7) 포스트텐션닝 덕트의 적정 위치를 위하여 조립할 수 없는 철근은 적정한 겹이음 길이로 추가 철근에 의하여 교체하여야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

(8) 모든 세그먼트는 거푸집을 제거할 때 내부 면에 구별표시를 하여야 한다. 동 표시는 시공도면, 포스트텐션 상세사항과 계산서 및 프리캐스트 콘크리트 세그먼트의 조립과 설치에 관한 기타 서류상의 각 세그먼트를 구별하는데 사용하여야 한다.

(9) 설치된 덕트의 확실한 고정을 위하여 실질적인 방법을 강구하여야 하며, 계약상대자는 시공상세도면에 표시하여 이를 제출하여야 한다.

3.3.4 콘크리트 타설 및 다짐

(1) 콘크리트를 타설할 때의 다짐은 거푸집 진동기(form vibrator)를 사용하여야 한다.

(2) 슬래브 면 마무리

슬래브 콘크리트 표면은 숙련된 기능공에 의하여 평탄하게 마무리하고, 3 m 직선자로 요철을 측량하여 ±5 mm 이내이어야 한다.

(3) 양생

① 세그먼트를 제작할 때의 콘크리트는 증기양생을 하여야 한다.

② 증기양생시설은 이중막으로 밀폐된 시설이어야 하며, 시험에 의하여 증기관로의 적정한 설치위치를 정한다.

③ 콘크리트의 소요 압축강도 발현에 필요한 계절별 양생시간을 계획하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(4) 덕트 설치

① 공기관 및 정착구 등의 연결부위는 콘크리트 모르타르가 침투되지 않도록 접착테이프로 밀봉하여야 한다.

② 덕트의 선형은 설계도서에 표시한 위치대로 정확하게 설치하여야 하며, 덕트 설치 후 거푸집 설치 전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

③ 소켓에 의한 이음은 가능한 피하여야 하며, 부득이한 경우 이음부의 관과 관의 틈이 없어야 한다.

3.4 PS 강선의 설치 및 인장

6-6절 3.2, 3.4의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.5 PSC 그라우트

6-6절 3.7의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.6 가 설

3.6.1 일반사항

계약상대자는 시공방법, 준비 및 장비의 모든 상세사항과 설명서를 감독자에게 제출하여 사전 승인을 받아야 한다.

3.6.2 상부구조의 가설순서

(1) 1단계 : 가설 트러스 정치

가설트러스 정치 후 세그먼트 베어링은 트러스 후반부로 전부 이동한다.

(2) 2단계 : 세그먼트 거치

① 제작장에서 제작된 세그먼트를 운반하여 크레인으로 인양하고, 세그먼트는 정치된 트러스 위에 거치한다.

② 거치된 세그먼트는 윈치(winch)를 이용하여 정위치로 이동한다.

③ 첫 번째 세그먼트와 두 번째 세그먼트는 300 mm의 간격을 유지한다.

④ 그 이후의 세그먼트는 35 mm의 간격을 유지하며 거치한다.

(3) 3단계 : 조정

세그먼트 거치가 완료되면 계산된 종단 및 평면의 선형에 따라 세그먼트를 조정한다.

(4) 4단계 : 세그먼트 조립

① 첫 번째 세그먼트는 윈치를 이용하여 기 시공된 지점부 세그먼트와의 사이에 쐐기판(shim plate)을 설치하고 150 mm의 간격을 유지한 후 P/T 강봉으로 인장한다.

② 두 번째 세그먼트는 접착 면에 접착제를 바른 후 첫 번째 세그먼트와 정착시킨 후 강봉으로 인장한다.

③ 같은 방법으로 표준 세그먼트의 조립이 끝난 후 표준 세그먼트와 지점부 세그먼트사이에 쐐기판(shim plate)을 설치하고 150 mm의 간격을 유지한 후 P/T 강봉으로 인장한다.

(5) 5단계 : 콘크리트 타설 및 양생

세그먼트 조립이 완료된 후 현장마감(closure joint)부에 거푸집을 설치하고 콘크리트를 치고 양생한다.

(6) 6단계 : 종방향 및 횡방향 인장

① 종방향 인장 : 현장타설 콘크리트의 강도가 21 MPa 이상이 되었을 때 인장을 실시한다.

② 횡방향 인장

가. 표준 세그먼트 : 제작장에서 100 % 인장 후 가설한다.

나. 지점부 세그먼트 : 제작장에서 2개, 가설트러스 제거 후 현장에서 1개(총 3개)를 인장한다.

다. 신축이음부 세그먼트 : 제작장에서 2개, 가설트러스 제거 후 현장에서 2개(총 4개)를 인장한다.

(7) 7단계 : 가설트러스를 이동한다.

3.6.3 계약상대자는 기하학적 관리계획에 따라 시공의 각 단계에서 구조물의 높이 및 선형을 검측하여야 하며, 검측과 모든 조정 및 수정사항에 대한 기록을 유지 보관하여야 한다.

3.6.4 강봉의 인장 및 덕트의 설치

(1) 강봉의 인장은 설계도서에 표시된 인장력으로 인장하여야 하며, 인장은 이 시방서 6-6절의 3.4에 따른다.

(2) 덕트의 사용 및 설치는 이 시방서 6-6절 3.2에 따른다.

3.7 이음부 처리

(1) 시공이음용 콘크리트는 세그먼트 콘크리트와 동종을 사용하여야 한다.

(2) 쐐기판(shim plate)를 이용하여 가설연결을 할 경우 도입력은 구조 시스템의 지압마찰보다 커야 하며, 도입 전 · 후 교량받침의 상태(자유단, 고정단)가 설계자의 의도에 부합되는 상태인가를 확인하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 후 설계순서에 따라 인장력을 도입하여야 하며, 각 단계별로 인장 전에 콘크리트 압축강도 시험을 실시하여 인장시기의 강도를 확인하여야 한다.

(4) 세그먼트 이음부는 전단 및 인장강도가 각 세그먼트 간에 확실히 전달될 수 있도록 접착제로 조인트 접착을 하여야 한다.

① 콘크리트 접착면의 표면오염물질(기름, 그리스, 화학약품, 오물, 레이턴스 등)은 제거한다.

② 친수성 접착제를 제외하고는 건조시켜야 하며, 수분 존재여부는 1.2 m × 1.2 m 폴리에틸렌 쉬트를 콘크리트 표면에 가볍게 두드려 확인한다.

③ 접착제는 특별히 지정하지 않는 한 규정된 온도범위로 조절되어야 한다.

④ 배합된 접착제는 소정의 가사시간 내에 전량 사용하여야 한다.

⑤ 접착제에 부재를 부착시키기 전에 경화된 경우 처음 도포한 것을 완전히 제거하여 재도포를 실시한다.

⑥ 접착제가 소정의 접착강도에 도달될 때까지 충격 등의 영향을 받아서는 안 된다.

(5) 세그먼트의 연속조립이 가능하도록 세그먼트 이음부의 접착강도는 조기 발현되도록 하여야 한다.
(6) 조립작업 중 세그먼트 이음부는 각 세그먼트가 정확한 위치에 결합되도록 윤활작용을 하여야 한다.
(7) 세그먼트 이음부는 조인트 전체를 습기로부터 차단하여야 하며, 프리스트레싱 강연선이 부식되지 않도록 그라우팅 작업을 할 때 그라우팅 재료의 누출을 방지하여야 한다.

3.8 처짐 관리

3.8.1 일반사항

고정하중 및 긴장력에 의한 연직방향의 변위가 매우 미소하므로 세그먼트 자체의 수직 솟음은 두지 않으며, 세그먼트를 가설할 때 가설 트러스 위에서 위치를 조정하여 설치하여야 한다.

3.8.2 솟음과 처짐

(1) 계약상대자는 구조물을 최종 단계까지 시공하는데 필요한 각 시공단계에 대한 처짐 및 솟음자료를 감독자에게 제출하여야 하며, 제출자료에는 각 시공단계에서 생기는 시간에 따른 응력감소와 크리프의 영향을 나타내야 한다.
(2) 시공순서, 시공방법 및 공사기간을 고려한 교량가설에 대한 모든 자료는 교각 구체를 시공하기 전 감독자가 검토할 수 있도록 제출하여야 한다.
(3) 각 시공단계별로 구조물의 솟음을 측정하여야 하며, 구조물의 최종경사를 확보하기 위한 조치를 취하여야 한다.

3.8.3 형상관리

(1) 계약상대자는 세부적인 측량 수행방법을 제시한 기하형상 관리계획을 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.
(2) 기하형상 관리계획은 첫번째 세그먼트의 접합으로 시작하여 마지막 캔틸레버 세그먼트의 접합을 끝으로 한 상부 처짐의 장기적인 측정을 하여야 하며, 가설할 때 예상 선형에서 25 mm 이상 벗어난 캔틸레버에서도 이용할 수 있는 조정방법을 포함하여야 한다.
(3) 매 시공단계에서 구조물의 종단 및 평면선형을 검토하여 결정하고 보정하여야 하며, 이러한 모든 검토사항과 적용한 조정 및 보정 방법은 기록해서 보관하여야 한다.
(4) 모든 측량작업은 온도의 영향이 적은 때에 수행하여야 하며, 쐐기를 이용한 보정작업은 감독자가 승인한 경우에만 하여야 한다.

(5) Short line 거푸집 기술을 이용한 PS 세그먼트 시공에 대해서는 정밀한 측량을 하여야 하며, 높이와 수평 선형은 ±0.3 mm 의 정확도로 측정하여야 한다. 그 외 다른 방식의 세그먼트 시공측량에 대해서는 3 mm 의 정확도로 수행하여야 한다.

(6) 매취캐스트 세그먼트를 시공할 때 계약상대자는 제작장으로부터 세그먼트를 운반하기 전에 기하학적인 형상을 측정하고 수치계산에 의한 세심한 검측을 실시하여야 한다. 제작된 모든 부분의 좌표는 세그먼트를 제작하기 전에 계산을 완료하여야 한다.

(7) 수직과 수평 처짐에 따라 제작된 곡선계산에 추가로 예상되는 처짐의 검토로써 각각의 세그먼트별 횡단경사를 측정하여 누적 비틀림곡선을 계산하여야 한다.

(8) 매취캐스트 제작과정의 높이를 정하는 계산에서 알맞은 역순에 의한 비틀림 오차 보정을 우선적으로 하여야 한다.

(9) 매취캐스트 위치에서 세그먼트는 비틀림을 유도하는 응력을 받지 않아야 한다.

3.9 시공 허용오차

(1) 특별히 명기하지 않는 한 철근은 다음의 허용오차 범위 내에서 조립, 설치하여야 한다.
그러나, 부재 안쪽 순간격의 허용오차는 −6.3 mm 이며, 설계도서에 명기된 최소 피복의 1/3을 초과하는 피복의 오차는 없어야 한다.

표 6-8-2 유효깊이 d와 휨부재의 최소 순 콘크리트 피복에 대한 허용오차

벽과 압축 부재의 d	d의 허용오차	최종피복의 허용오차
0.2 m 이하인 경우	± 9.5 mm	− 9.5 mm
0.2 m 보다 큰 경우	±12.7 mm	− 12.7 mm

(2) 세그먼트의 상부슬래브 면은 설계계획고에서 ±12.7 mm 의 오차 범위 내에서 관리하여야 한다.

(3) 세그먼트를 가설할 때의 허용오차

① 가설위치에서 인접 세그먼트의 외부면 사이의 편차는 6 mm 이내에 있어야 한다.

② 연직방향의 세그먼트 사이의 연직각 변화는 설계치(θ)와 실측치(φ)가 0.3 % 이내에 있어야 한다.

즉, $|\theta - \varphi| < 0.003$

③ 세그먼트 이음부 사이의 비틈각 변화는 설계치(θ)와 실측치(φ)가 0.1 % 이내에 있어야 한다.

즉, $|\theta - \varphi| < 0.001$

3.10 강연선 진동 방지공

(1) 강연선 진동방지시설은 상부공 박스내부에 설치되어 있는 강연선의 처짐을 감소시키고 계산된 인장력 도입을 원활하게 하며, 진동을 방지하여 강선의 피로영향을 최소화할 목적으로 설치하여야 한다.

(2) 강재는 설계도서에 제시한 도장방법으로 도장을 하여야 한다.

(3) 강연선 진동방지공이 설치 완료되면 감독자의 승인을 받은 후 인장을 실시하여야 한다.

6-8-10 사장교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방의 적용범위는 사장교의 콘크리트 주탑, 강바닥판 보강거더, 케이블, 정착구 및 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브의 제작 · 시험 및 가설공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-7 강구조물공사

1.3 참조표준

해당사항 없음

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획
(2) 주탑시공 계획서
(3) 자재 조달계획서
(4) 보강거더 제작 및 운송계획서
(5) 보강거더 가설 계획서
(6) 케이블 제작 계획서
(7) 케이블 가설 계획서

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 구조용 강재

15-12절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 PS 강선 및 PS 강봉

15-11절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.5 강교용 도료

15-15절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.6 고장력 볼트

15-14절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.7 케이블

케이블에 사용하는 인장부재는 록코일 로프(LCR:Locked Coil Wire Rope), 평행강선 케이블, PS 강연선 케이블, PS 강봉 케이블 등이 가능하며, 각각의 품질관리는 PTI의 관련규정인 Recommendations for Stay Cable design, Testing and Installation에 적합하여야 한다.

2.8 정착구

(1) 정착구는 90 % 이상의 인장파괴강도(GUTS)를 가져야 하며, 케이블과 동등한 피로저항성을 가져야 한다.
(2) 외부는 부식방지용 도장이나 스테인레스 스틸을 사용한다.
(3) 정착구는 케이블의 제거와 교체가 개별적으로 가능하여야 한다.
(4) 보호용 충진재는 강선 사이의 공극, 강선과 쉬스 사이의 공극에 채워져야 한다. 충진재의 원자재와 합성물질에 대해서 공급자가 명시하여야 한다.

2.9 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브

고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브는 ASTM D 3350에 적합하여야 한다. 온도의 영향을 최소화하기 위하여 다른 색상을 채택하는 경우에만 검은색과 동등한 자외선 저항능력이 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 주탑 시공

3.1.1 시공방법

콘크리트 주탑의 시공은 이동식 거푸집을 사용하여 시공하여야 하며, 현장 작업여건에 따라 변경 할 수 있으나 이의 변경은 감독자의 승인을 얻어야 한다.

3.1.2 형상 관리

(1) 각 세그먼트의 형상에 따라 매 세그먼트별 정밀측량에 의하여 형상점검을 시행하여 점검결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 형상 점검 결과에 따른 매 세그먼트 수직경사의 조정범위는 0.002 rad 이내로 하며, 감독자와 협의 조정되어야 한다.

(3) 교량을 완성할 때의 주탑 정부의 편심량은 주탑높이(H)의 1/1000 이하, 중간높이(H/2)의 편심량은 주탑높이(H)의 1/1500 이하이어야 하고, 주탑의 곡률반지름은 R=200 · H 이하가 되도록 시공하여야 한다.

3.1.3 균열 관리

주탑 시공 중 콘크리트의 특성상 건조수축 등에 의한 균열이 발견되면 전문가의 평가를 통하여 계측관리 또는 보수 · 보강 대책을 강구하여 감독자의 승인을 받은 후 시행하도록 한다.

3.1.4 주탑 가로보의 시공

(1) 주탑 가로보를 시공하기 위한 강재동바리, 또는 기타 가시설에 대하여는 계약상대자가 가시설계획 및 구조검토서를 감독자에게 제출 · 승인을 받아야 한다.

(2) 가시설 계획 및 구조검토에는 콘크리트 치기에 따른 처짐을 포함하여야 한다.

(3) 가설 동바리의 해체 시기는 가로보 타설과 연계하여 구조물의 안정성을 확인하고, 감독자의 승인을 받은 후 해체하여야 한다.

(4) 주탑 수평재에 사용되는 PS 강선의 시공은 “프리스트레스 구조물공”을 따른다

(5) 고소에 설치되는 가시설에 대하여는 낙하물 방지를 위한 적정 안전시설이 조치되어야 한다.

3.1.5 콘크리트 관리

(1) 강풍으로 주탑 진동이 콘크리트에 악영향을 줄 우려가 예상될 때에는 콘크리트를 칠 수 없다.

(2) 설계도에 표시한 각 블록(block)의 시공이음부 이외의 별도시공 이음이 불가피한 경우 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 시공이음부의 레이턴스 제거는 칩핑 또는 고압수에 의한 골재노출법으로 처리하고 구 콘크리트면을 최소 8시간 이상 습윤상태에서 콘크리트를 쳐야 한다.
(4) 콘크리트 다짐에 대해서는 감독자와 사전 협의 후 결정한다.
(5) 주탑의 콘크리트를 타설할 때 수화열에 의한 균열이 발생되지 않도록 현장여건에 맞는 균열제어 대책을 수립하여야 한다.

3.1.6 타워크레인

타워크레인을 설치, 해체할 때의 안전사고 예방을 위한 별도의 안전교육을 실시하도록 하며, 브레이싱(bracing) 시스템의 연결에 대한 구조검토를 시행, 마스트(mast) 및 집 단면(jib section)의 좌굴을 미연에 방지할 수 있도록 한다.

3.2 보강거더 시공

3.2.1 운송 및 보관

(1) 운송 전에 선적방법, 운반장비, 고정설비, 운반경로 등을 포함한 운송계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
(2) 부재는 지면에 접하지 않도록 하고, 보관대에서 전도, 타 부재와의 접촉에 따른 손상이 없도록 방호하여야 한다. 또한, 장기간 보관할 때는 오손, 부식을 방지하기 위하여 적절한 방법을 강구하여야 한다.
(3) 가설에 사용하는 가설자재 및 가설용 기기에 대하여는 공사 중의 안전을 확보할 수 있는 정도의 규모와 강도를 가질 것을 확인한 후 사용한다.

3.2.2 가설 일반

(1) 보강거더 가설에 따라 사장재 케이블, 주탑, 보강거더에 큰 변형과 응력이 발생할 수 있으므로 계약상대자 또는 하수급인은 가설 시작 전에 시공순서에 따른 구조계산을 시행하여 가설할 때의 구조물의 안전성을 조사하여 감독자에게 보고하여야 한다.
(2) 가설할 때의 구조계산에는 가설장비의 배치 · 중량 · 수량 등을 상세히 계획하여 계산에 반영하여야 하며, 가설계산을 할 때의 주의하여야 할 점은 다음과 같다.
① 보강거더의 변형과 이에 따른 각 부재와의 간섭
② 사장재 케이블을 인입할 때의 장력 및 정착 웨지 풀림 또는 과긴장에 따른 손상 발생여부
③ 주탑 및 보강거더의 강도에 대한 구조검토
④ 가조립의 순서

⑤ 바람에 의한 면외 단면력과 보강거더의 강성
⑥ 보강거더 가설할 때의 변형에 의한 임시설비, 기계 등의 영향

(3) 계약상대자 또는 하수급인은 시공성, 구조물의 영향 등을 검토하여 감독자의 승인을 얻어 보강거더 가설공법을 변경 할 수 있다.

(4) 계약상대자 또는 하수급인은 보강거더 가설블록의 크기 및 중량, 인양장비 및 기타 가설장비, 가설하중 등을 포함하는 정밀 구조해석을 검증된 구조해석 프로그램을 이용하여 매 단계별로 실시하여 가설 구조의 안정성을 확인하여야 하며, 이를 바탕으로 작성한 가설 계획서를 작성하여야 한다.

(5) 가설계획에 따라 보강거더 본체에 설치되는 가설부재는 설치 및 해체방법, 보수방안을 포함하는 검토서(도면, 계산서 포함)를 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2.3 주두부

(1) 주두부 설치를 위한 가시설에 대해서는 주두부 시공계획 및 구조검토서를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(2) 가시설의 설치 및 해체 시기는 가설 단계별 구조 검토를 수행한 후 시기를 선정하여야 하며, 특히 해체할 때는 보강거더 본체에 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 주두부를 설치할 때 주탑과의 간섭 및 손상이 발생하지 않도록 크레인 및 가설재 운용 계획을 수립하여 시공하여야 한다.

(4) 가시설의 설치 및 해체 시기는 가설 단계별 구조 검토를 수행한 후 적절한 시기를 선정하여야 하며, 특히 해체할 때 보강거더 본체에 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

3.2.4 블럭 가설

(1) 제작관리

① 가설할 때 부재 상호 간 치수정밀도 차의 흡수가 필요하므로 연결부의 볼트 공경, 간격 정밀도는 검토 후 조정하여야 한다.

② 가설블록의 연결부에는 형상유지재, 간격유지재, 충격완충재, 셋팅 가셋트, 셋팅 핀 등의 치구 등을 설치하는 방법 등으로 부재 상호 간의 연결부 형상 확보나 인접블록과의 제작치수 정밀도차의 흡수와 조정을 하여야 한다.

(2) 가설블록의 연결부 완성형상 정밀도 관리, 대블럭을 가설할 때의 연결부 완성형 관리는 엄격한 정밀도 관리가 필요하므로 일반부와는 별도로 관리 목표치를 정하여 관리하여야 한다.

(3) 가설형상 관리

① 일조의 영향에 의하여 부재 간 혹은 부재 각 부위에 생기는 온도차에 따른 변형을 고려하여 가설계획을 수립하여야 한다.

② 가설블럭에 거치되어 있는 교량받침 하면과 교각 천단과의 유간량을 검토하여 가설할 때 여유를 두어야 하며, 유간량은 가설할 때의 바람이나 파랑에 의하여 인양장비의 동요나 조수차를 고려하여 정한다.

(4) 시 공

① 블록 중심이 계획 편심량보다 커서 블록이 바닥에서 분리될 때 횡이동으로 로프의 균형을 잃어 사고의 염려가 있으므로 본체는 물론 형상의 가설재 중량에 맞출 때까지 검토하여 엄밀한 중심계산을 한다.

② 작업하기에 나쁜 겨울이나 태풍기는 가능한 피하도록 한다.

③ 블록 인상 또는 재하할 때의 하중부담은 단계별로 하고, 각 단계는 편재하를 파악하기 위하여 모든 후크의 하중 조정을 실시한다.

④ 계약상대자 또는 하수급인은 타워 크레인(tower crane), 데릭 크레인(derrick crane) 등 특수장비의 설치 및 운영에 대한 시공계획서, 구조검토서를 작성하여 감독자에게 제출, 승인을 받아야 한다.

⑤ 계약상대자 또는 하수급인은 보강거더를 가설할 때 보강거더의 이동을 방지하기 위한 임시 이동 고정장치를 설치하여야 하며, 이에 따른 설치계획, 시공요령, 해체시기, 해체계획, 구조계산서 및 도면 등을 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

⑥ 캔틸레버를 가설할 때에는 비대칭 상태에서 돌풍 및 강풍 등 이상기상조건을 고려하여 공사계획을 수립하여야 한다.

3.3 케이블 시공

3.3.1 가설 일반

설치순서는 도면에 표시된 순서에 따라야 하며, 케이블의 인장력 도입도 도면에 표시한 순서에 의하여 시행되어야 한다. 변경할 때에는 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.3.2 케이블 가설

(1) 케이블의 가설 및 정착에 관한 상세한 사항은 시공상세도에 따른다.

(2) 인장력은 설계도에 제시된 만큼 인장하여야 하며, 잭은 인장 전에 조정(calibration)되어야 한다.

(3) 주탑과 보강거더에 설치하는 정착구는 설계도서에 따라 위치 및 각도를 정확하게 시공하여야 하며, 이에 대한 설치방안을 강구하여 제출하여야 한다. 특히 거더에 설치하는 정착구 및 가이드 파이프는 완성단계에서의 거더 처짐을 감안한 각도로 설치하여 케이블의 꺾임현상이 없어야 한다.

(4) 장력을 조정할 때에는 장력 및 상부구조의 처짐을 단계별로 측정하여 허용범위 내에 있는지 확인하여야 한다.

6-8-11 현수교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현수교의 콘크리트 주탑, 보강거더 트러스, 및 케이블의 주케이블, 행거로프, 핸드로프, 래핑와이어 및 가설로프의 제작 · 시험 및 가설공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물
6-7 강구조물

1.3 참조표준

1.3.1 KS D 3509 피아노 선재
1.3.2 KS D 3515 용접구조용 압연강재
1.3.3 KS D 3559 경강 선재
1.3.4 KS D 3711 크롬 몰리브덴강 강재
1.3.5 KS D 3723 특수용도 합금강 볼트용 봉강

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획서
(2) 주탑시공 계획서
(3) 자재 조달 계획서
(4) 트러스 제작 계획서
(5) 보강거더 제작 및 운송 계획서
(6) 보강거더 가설 계획서
(7) 케이블 제작 계획서
(8) 케이블 가설 계획서

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 구조용 강재

15-12절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 PS 강선 및 PS 강봉

15-11절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.5 강교용 도료

15-15절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.6 고장력 볼트

15-14절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.7 주탑

(1) 앵커프레임의 재질은 주부재의 경우 이 시방서 6-7절에 따른다.

(2) 앵커볼트의 재질은 SNB24-5로서 KS D 3723, 너트의 재질은 SCM435로서 KS D 3711, 와셔는 SM570으로서 KS D 3515의 규격에 각각 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.8 보강 거더

보강 거더의 재질은 이 시방서 6-7절에 따른다.

2.9 케이블

(1) 주케이블에 사용하는 강선의 선재는 KS D 3509에 적합하여야 한다.

(2) 행거로프의 선재는 KS D 3509에 규정하는 PWR 67A 또는 B, 72A 또는 B, 75A 또는 B, 77A 또는 B의 규격에 적합한 것이어야 한다.

(3) 핸드로프의 선재는 KS D 3559에 규정하는 HSWR 62A 또는 B, 67A 또는 B의 규격에 적합한 것이어야 한다.

(4) 래핑 와이어의 선재는 KS D 3559에 규정하는 HSWR 27 또는 32의 규격에 적합한 것을 사용하여야 한다.
(5) 정착구는 90 % 이상의 인장파괴강도(GUTS)를 가져야 하며, 케이블과 동등한 피로저항성을 가져야 한다. 또한 외부는 부식방지용 도장이나 스테인레스 스틸을 사용한다.
(6) 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브는 ASTM D 3350에 적합하여야 한다. 온도의 영향을 최소화하기 위하여 다른 색상을 채택하는 경우에만 검은색과 동등한 자외선 저항능력이 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 주 탑

(1) 앵커프레임 및 앵커볼트, 탑기부 가설, 탑하부 및 상부의 제작과 가설에 대해서는 설계도서에 따른다.
(2) 탑기부를 가설할 때 앵커볼트의 축력도입은 정하여진 절차에 따라서 정밀하게 이루어져야 하며, 세부적인 사항은 설계도서에 따른다.
(3) 주탑의 가설 후 주탑 탑정의 중심변위는 허용오차 이내에서 유지되어야 한다.
(4) 주탑 가설 완료 후에는 탑의 높이, 탑의 연직도, 탑주 지간장, 수평재의 솟음 등에 대하여 검사를 실시하여야 한다.

3.2 보강 거더

(1) 현수교의 보강 거더의 운송 및 보관, 가설 및 가시설에 관한 사항은 설계도서 내용을 숙지하고 현장여건을 고려한 시공계획을 수립하여야 한다.
(2) 보강거더를 운송할 때는 운송 전에 선적방법, 해상운반장비, 고정설비, 운항항로 등을 포함한 운송계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
(3) 시공자는 가설공사 착수 전에 가시설도 및 가시설계산서 등을 포함한 시공계획서를 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.
(4) 블록을 가설할 경우에는 기준점과 기준선을 설정하여 정밀하게 형상관리를 하여야 한다.

3.3 케이블

(1) 케이블의 가설 및 정착, 탑정새들 및 스프레이 새들 및 케이블 밴드의 시공에 관한 시공상세도를 작성하여야 한다.

(2) 계약상대자는 캣워크(catwalk) 제작 및 가설 전에 케이블 가설에 대한 작업, 품질기준 등이 포함된 가설 계획서를 작성하여 감독자에 제출하고 승인을 받아야 한다.
(3) 캣워크(catwalk) 가설은 고공작업 등에 대한 안전관리를 철저히 하여 인적 · 물적 재해의 방지에 만전을 기하여야 한다.
(4) 케이블을 정착할 경우에는 시공오차가 발생하지 않도록 주의하여야 하며, 장력을 조정할 때에는 장력을 수시로 측정하여 허용범위 내에 있는지를 확인하여야 한다.
(5) 가설이 완료된 스트랜드군은 온도가 안정한 상태에서 육각형의 단면형상이므로 케이블 밴드 가설에 우선하여 케이블 밴드 설치가 가능하도록 원형단면으로 마무리하기 위하여 전처리 스퀴즈와 본 스퀴지를 실시하여야 한다. 이에 대한 세부적인 사항은 시공상세도에 따른다.
(6) 케이블 밴드를 가설할 때에는 케이블 밴드의 교축 및 케이블 방향의 설치 때에 정밀도 관리를 하여야 하며, 케이블 밴드 축력도 관리하여야 한다.
(7) 행거로프의 보강 거더 인입에 대한 가설방법 및 형상 관리는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.
(8) 래핑을 할 때에는 공사착수 전에 시험래핑을 실시하여 방청페이스트 비율, 래핑 와이어 장력, 와이어 감김 상태 등을 확인 후 시공에 반영하여야 한다.
(9) 주케이블, 행거로프, 핸드로프 등의 도장작업의 세부사항은 6-7-4절의 해당사항에 따른다.
(10) 케이블 정착은 정착부에 대한 인장시험과 시공성 확인을 검토한 후 시공하여야 한다.

6-9 교량부대시설공사

6-9-1 난간

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 난간의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-2 공사관리
1-2-4 공무행정 및 제출물
1-3 자재관리
1-4 품질관리
6-1 교량공사 일반
6-3-3 동바리와 거푸집
6-4-1 일반 콘크리트
6-5 철근공사
6-7-3 잡철물공

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업표준(KS)

KS D 3507	배관용 탄소강관
KS D 3517	기계 구조용 탄소강관
KS D 6008	알루미늄합금 주물
KS D 8308	용융아연도금

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 시험 및 검사계획서

계약상대자는 공사착수 전에 시험 및 검사계획서를 1-4절의 해당사항에 따라 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.3 제품자료

난간 제조업자는 1-3절에 따라 난간의 생산가능 규격, 생산 가능량 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 품질관리상태, 설치 지침서, 사용 실적 등을 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 콘크리트에 사용하는 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

(2) 철근은 6-5절의 해당사항에 따른다.

(3) 난간에 사용하는 강재 파이프는 KS D 3507, KS D 3517 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

(4) 알루미늄 난간은 KS D 6008의 제7종 AC7A 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

(5) 난간에 사용하는 기타 재료에 대하여는 명시된 도면에 따라야 하며, 제품자료를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

슬래브에 신축이음장치가 설치된 부분은 난간 부위에도 신축이 가능하도록 시공계획을 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2 콘크리트 난간

(1) 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

(2) 콘크리트 난간은 교량 상부공 완료 후 동바리와 거푸집을 제거한 후에 시공하여야 한다.

(3) 거푸집을 설치할 때는 소정의 선형과 경사에 맞도록 하여 견고하게 설치하고, 제거할 때는 콘크리트에 손상을 입히지 않도록 특별히 주의를 하여야 한다.

(4) 프리캐스트 레일 부재는 모르타르가 새지 않는 거푸집을 사용하여 제작하여야 하며, 콘크리트가 경화한 다음 거푸집을 제거하고, 물에 적신 부직포 등으로 덮고 최소 5일간 양생하여야 한다.

(5) 난간을 시공하는 동안 손상이 된 부분은 제거하고 재시공하여야 한다.

3.3 강재 난간

(1) 강재 난간을 설치할 때는 6-7-3절의 해당사항에 따라 시공하여야 한다.
(2) 콘크리트와 접촉되는 포스트는 세우기 전에 그 표면을 코오킹 콤파운드로 완전히 칠하여야 하며, 설치가 끝나면 금속표면과 콘크리트 사이의 틈도 코오킹 콤파운드로 메워야 한다.
(3) 레일을 설치할 때에는 레일과 레일이 서로 평행이 되도록 하고, 레일지주와 수직이 되도록 하여야 한다.
(4) 레일을 절단할 때는 절단면이 거칠거나 들쑥날쑥하지 않도록 곧고 매끄럽게 하여야한다.
(5) 요(凹)자형으로 절단할 때는 미리 작은 구멍으로 제본을 뜬 다음에 시행하여야 한다.
(6) 앵커볼트의 구멍은 볼트의 정상 직경보다 50 % 까지 크게 할 수 있으며, 최대 13 mm 까지 크게 할 수 있다.

3.4 알루미늄 난간

3.4.1 절단

(1) 두께가 13 mm 이하인 재료는 가위, 톱 또는 기계로 절단하며, 그보다 두꺼울 때는 톱 또는 기계로 절단하여야 한다.
(2) 절단된 모서리는 곧고 매끄러워야 하며 너무 거칠거나 들쑥날쑥하여서는 안 된다.
(3) 어떠한 경우라도 불꽃을 사용하여서는 안 된다.

3.4.2 구부리기

재료를 구부릴 경우에는 200 ℃ 의 온도로 30분간 가열하여 작업을 할 수 있다. 단, 재료 원래의 기능을 상실할 우려가 있다고 판단될 때는 감독자의 지시에 따라 상온에서 구부리기 작업을 하여야 한다.

3.4.3 리벳 및 볼트구멍

(1) 리벳 및 볼트 구멍은 한 번에 뚫거나 예비 천공으로 확공하여 소정의 규격에 맞도록 만들어야 한다.
(2) 예비로 천공된 구멍의 크기는 적어도 부재두께의 1/4 이상 되어야 한다.
(3) 다음의 경우를 제외하고는 구멍의 최종직경은 조임재의 직경보다 7 % 이상 커서는 안 된다.
① 신축을 원활하게 하기 위하여 도면에 표시한 대로 슬롯(slot) 볼트 구멍을 설치할 경우
② 앵커용 볼트구멍을 뚫을 경우, 이때 앵커볼트의 구멍은 볼트의 정상 직경보다 50 % 까지 크게 할 수 있으며, 최대 13 mm 까지 크게 할 수 있다.

3.4.4 타 재료와의 접촉

(1) 알루미늄 합금이 다른 금속재료와 접하는 접촉면은 알루미늄을 함유한 승인된 코오킹 콤파운드를 완전히 칠하거나 인조고무 가스켓을 끼워야 한다.

(2) 알루미늄 합금재료는 동, 납 또는 니켈 등의 금속과 접촉하게 하여서는 안 된다. 알루미늄 합금이 콘크리트나 석재와 접하게 될 때도 접촉면에 코오킹 콤파운드로 완전히 칠하여야 한다.

(3) 알루미늄에 콘크리트를 부착시켜야 할 때는 먼저 알루미늄에 아연크롬산염(zinc-chromate) 페인트를 칠하고 건조시켜야 한다.

(4) 슬래브의 신축이음 부위는 난간 부위에서도 신축이 가능하도록 시공계획을 작성하여 감독자의 확인을 받은 후 시공하여야 한다.

6-9-2 교량 신축이음

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 개 요

이 절은 교량의 신축이음의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 강재 신축이음장치

(2) 고무재 신축이음장치

1.2 관련 시방절

총칙편 1-2-4 공무행정 및 제출물

6-1 교량공사 일반

6-6 프리스트레스트 구조물공사

15-12 구조용 강재

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS D 2121 주형용 규사

KS M 6518 가황고무 물리시험 방법

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법

KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법

KS F 2405 콘크리트 압축 강도 시험방법

KS F 2414 콘크리트의 블리딩 시험 방법

KS F 2562 콘크리트용 팽창재

1.3.3 시방서

도로교표준시방서 제 5 장 5-2 신축이음

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.1 시공계획서

계약상대자는 작업시작 전 최소한 7일 전에 최소한 다음 사항을 포함한 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(1) 상부구조의 온도변화
(2) 활하중에 의한 상부구조 변화
(3) 콘크리트의 크리프와 건조수축
(4) 설치 때의 온도, 여유량 등

1.4.2 현장 동원 및 철수 계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장 동원 및 철수를 위한 계획서를 작성한 후 제출한다.

1.4.3 시험 및 검사 계획서

계약상대자는 공사 착수 전에 시험 및 검사 계획서를 작성한 후 제출한다.

1.4.4 시공상세도

시공상세도면은 다음을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 신축이음 설치를 위한 계산서
(2) 설치 절차와 신축이음 부품을 나타낸 상세도면
(3) 총 이동량이 45 mm 이상인 신축이음인 경우 제작도면

1.5 운반, 보관, 취급

(1) 신축이음과 봉함재는 완전히 조립된 상태에서 현장으로 수송되어야 한다.
(2) 신축이음 부재는 검사 및 승인을 받기 위해서 완전히 공장조립 되어야 한다.
(3) 길이 1.8 m 이하의 조립된 신축이음은 중간부에 현장이음이 없어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

(1) 신축이음은 설계도서에 제시된 신축량 및 유간을 확보할 수 있는 규격의 제품이어야 하며, 당해 제품의 제품자료를 제출하여 감독자의 승인을 얻은 제품이어야 한다.
(2) 신축이음장치에 사용하는 강재는 15-12의 해당 규정에 합격한 것이어야 한다.
(3) 고무는 천연고무, 합성고무를 사용하며, 고무의 경도 · 인장 · 노화 등의 물리시험은 KS M 6518에 따라야 한다.

(4) 탄성 봉함재(seal)는 실리콘계, 에폭시고무계 또는 부틸고무계 봉함재로서 바닥판 또는 포장과 밀착되며, 신축에 잘 견디고 고내후성의 것을 사용하여야 한다.

(5) 백업재는 폴리우레탄 폼 또는 그와 동등한 성능을 가진 것으로 비중은 0.05~0.1 이상이어야 한다.

(6) 신축이음 봉함용 고무는 양질의 흑색 프로필렌계 고무를 성형한 것으로서, 다음 표 6-9-1에 적합한 것이어야 한다.

표 6-9-1 봉함용 고무재 품질기준

시험항목		단위	규격	시험방법
인 장 강 도		MPa	15 이상	KS M 6518
신 율		%	300 이상	〃
경 도 시 험		경도(Ms)	45~60	〃
가열노화시험	인 장 강 도	MPa	13 이상	〃
	신 율	%	250 이상	〃
	경 도 변 화	경도(Ms)	10 이하	〃
압 축 영 구 변 형		%	25 이하	〃

(8) 신축이음장치에 사용하는 알루미늄합금은 부식에 대한 저항성이 있어야 하며, 재료는 다음 표 6-9-2의 품질기준에 적합하여야 한다.

표 6-9-2 알루미늄계 신축이음장치의 품질기준

〈알루미늄 합금 몸체〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	경도	화학적 성분(%)					
				Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti
260 이상	260 이상	2 % 이상	90 이상	6.50~ 7.50	0.20 이하	0.10 이하	0.10 이하	0.45~ 0.70	0.08~ 0.25

〈프리스트레싱 볼트〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	화학적 성분(%)						
			C	Si	Mn	S	P	Cr	Me
1080~ 1280	850 이상	10 % 이상	0.39~ 0.45	0.10~ 0.40	0.60~ 0.90	0.035 이하	0.035 이하	0.90~ 1.20	0.15~ 0.25

〈볼트 정착앵커(동 알루미늄)〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	경도	화학적 성분(%)			
				Al	Fe	Ni	Mn
650 이상	250 이상	20 % 이상	160 이상	6.50~ 7.50	0.20 이하	0.10 이하	0.10 이하

(9) 무수축 콘크리트의 품질은 표 6-9-3와 같으며, 시험빈도는 매 공사마다 1회 이상 실시하여야 한다.

(10) 신축이음에 사용하는 기타 재료에 대하여는 제작 도면에 따라야 한다.

표 6-9-3 무수축 콘크리트 품질기준

시험항목	품 질 기 준	적용시험항목	비 고
팽창율	재령 7일기준 - 수축보상용 콘크리트 : 150×10^{-6} ~ 250×10^{-6} - 화학적 프리스트레스용 콘크리트 : 200×10^{-6}~700×10^{-6} - 공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레스용 콘크리트 : 200×10^{-6} ~ $1{,}000\times10^{-6}$	KS F 2562 참고 1의 A법	
블리딩율	1 % 이하	KS F 2414	
슬럼프	15 cm 이상	KS F 2402	
압축강도	f_{28}=40 Mpa	- 수축보상용: KS F 2403, KS F 2405 - 화학적프리스트레스용: KS F 2562	15 cm × 30 cm

3. 시 공

3.1 일반사항

(1) 신축이음장치의 시공은 전문적 지식과 경험이 풍부한 기술자의 지도 아래 시공하여야 한다.

(2) 모든 신축이음장치는 설계도서에 표시한 규정에 맞도록 정확히 시공하여야 한다.

3.2 조정

(1) 보다 정확한 정보가 없는 경우 설치온도는 콘크리트 구조물에서는 신축이음장치 설치 전 48시간 동안의 구조물 아래의 평균 그늘 온도를 취하여야 하고, 주부재가 강재인 구조물에 대해서는 신축이음장치 설치 전 24시간 동안의 평균 그늘 온도를 취하여야 한다.

(2) 신축량은 상부구조의 온도변화, 활하중에 의한 상부구조의 변위, 콘크리트의 크리프와 건조수축, 설치할 때의 여유량 등을 고려하여 산정하여야 한다.

(3) 콘크리트교에서는 건조수축과 크리프의 수축량이 대단히 크게 작용하므로 계약상대자는 이를 반드시 고려하여 유간을 결정하여야 한다.
(4) 장대구조물의 경우에는 설치온도를 설정할 때의 부정확성과 신축이음장치 유간을 측정한 시점과 신축이음장치 설치를 하는 시점 사이에 발생할 수 있는 상부구조의 이동에 대응하기 위해서 신축이음장치 유간에 허용오차를 포함시켜야 한다.
(5) 장대구조물의 신축이음장치를 설계할 때에는 가장 빠른 시간 안에 신축이음장치 조정과 완성을 할 수 있는 장치, 세목 및 절차를 우선적으로 고려하여야 한다.
(6) 주부재에 대한 신축이음장치 지지부의 연결은 수평, 수직, 회전의 조정이 가능하여야 한다.
(7) 시공줄눈과 블록아웃은 신축이음장치의 설치와 조정 전에 뒤채움 및 주요 구조부재 요소의 설치가 실질적으로 가능한 곳에 사용하여야 한다.
(8) NB형, 모노셀 등 1.8 m 분절로 시공되는 여러 형태의 신축이음장치는 이음부에서 누수가 발생하고 있어 방수 커플러 등을 사용하여 누수로 인하여 교대 및 교각에 피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.3 임시 지지부재

바닥 신축이음장치는 영구부재가 만들어질 때까지 또는 타설 콘크리트의 초결이 끝날 때까지는 적정 위치에서 연결부재를 지지하기 위한 임시장치가 설치되어야 한다.

3.4 현장 이음

(1) 단계별 시공과 1.8 m 보다 긴 신축이음장치를 사용하는 경우에는 교축직각방향 현장이음에 대한 설계세목에 따라 배치되어야 한다. 실용상 가능하다면 이음부는 바퀴가 지나가는 곳이나 배수지역에 위치하지 않도록 하여야 한다.
(2) 이음부는 피로수명을 최대로 할 수 있도록 선정하여야 한다.
(3) 단계별 시공을 위하여 설치되는 현장이음은 이음 연결을 하기 위한 충분한 공간을 확보하기 위해서 다른 시공줄눈과 연관해서 위치시켜야 한다.
(4) 신축이음장치 설치가 완전히 끝날 때까지는 영구적인 봉함재를 설치하지 않도록 하는 사항이 포함되어야 한다. 실용적인 경우 하나의 연속부재로 설치 가능한 봉함재만을 사용하여야 한다. 현장이음을 피할 수 없는 이음부는 가황처리를 하여야 한다.

3.5 신축이음장치 설치

(1) 신축이음장치를 설치할 때는 설계도서에 주어진 규격과 위치대로 정밀 시공하되, 시공할 때 설치온도를 측정하여 설계도서와 상이할 경우에는 이를 고려한 계산서 및 상세도면을 감독자에 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(2) 계약상대자는 신축이음장치 설치를 위한 슬래브 단부 보강부가 설치하고자 하는 신축이음장치 설치에 적합한지 여부를 시공 전에 확인하여야 한다. 설계도서에 제시된 내용이 미흡하거나 슬래브 단부 보강부의 규격이 설치하고자 하는 신축이음장치와 부적합할 경우 계약상대자는 별도의 보완대책을 수립하여 감독자의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

(3) 신축이음장치 설치를 위한 블록아웃은 설치하고자 하는 신축이음장치의 규격에 맞추어 시공하여야 한다.

(4) 신축이음장치의 유간은 설치할 때의 온도에 맞추어 신축량을 사전 계산한 다음 정밀하게 설치하여야 하며, 앵커철근(anchor bar) 및 보강철근은 슬래브 철근과 견고히 용접하여 감독자의 검측을 받아야 한다.

(5) 신축이음장치의 앵커철근은 보강철근에 용접하여 정착시키고, 후타설콘크리트를 시공할 때 위치가 뒤틀리지 않도록 충분한 용접을 하여야 한다.

(6) 신축이음장치 설치는 평탄성이 유지될 수 있도록 정밀하게 시공하여야 하며, 블록아웃 부위는 압력수 또는 공기압축기를 이용하여 깨끗하게 청소하여야 한다.

(7) 아스팔트콘크리트 교면포장의 경우 침하를 고려하여 신축이음장치를 포장면 보다 5 mm 정도 낮게 설치할 수 있다.

(8) 무수축콘크리트는 진동다짐기를 사용하여 밀실한 콘크리트가 되도록 시공하여야 하며, 콘크리트 타설 중 신축이음장치 설치상태가 변형되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

(9) 무수축콘크리트를 타설할 때는 신축이음장치 표면 홈으로 콘크리트가 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮어두어야 하며, 마무리면은 신축이음장치 표면과 일치되도록 평탄하게 마무리하여야 한다.

(10) 무수축콘크리트를 타설할 때는 충분한 다짐이 이루어져야 하며, 양생할 때 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(11) 무수축콘크리트 시공 후 모서리 파손 방지를 위하여 모따기를 하고 콘크리트 표면을 마무리하여야 한다.

(12) 무수축콘크리트 타설 후 양생기간 동안 차폐시설을 설치하여 차량이나 사람에 의한 충격이나 진동을 방지하여야 한다.

3.6 강제 신축이음장치

(1) 강제 신축이음장치는 콘크리트 슬래브의 단면과 일치하도록 공장에서 제작하여 판, 각 및 기타 구조적인 형상이 정확한 것을 사용하여야 한다.

(2) 제작법 및 도장 등은 해당 KS 규격, 설계도서 및 감독자 지시에 따라야 한다. 완성된 강재 신축이음장치의 표면은 정확한 평면이어야 하며, 취급 도중 변형이 일어나지 않도록 각별히 주의하여야 한다.

(3) 신축이음장치 설치부분을 절단한 후 정리하여 신·구 콘크리트 접착을 양호하게 하여야 한다.

(4) 신축이음장치는 콘크리트 타설 전에 거푸집에 맞추어 넣은 다음 감독자가 승인한 방법으로 고정하여 콘크리트를 타설하고 잘 다져야 한다. 이때 신축이음 장치 위치나 모양이 변하지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 콘크리트를 칠 때 앵커부 주위를 특히 주의하여 잘 다지고, 모서리부와 콘크리트를 채우기 곤란한 부분의 공간도 잘 채워지도록 하여야 한다.

(6) 포장면의 수직·수평편차가 2 mm 이내로 유지되도록 하고 편차가 허용범위 이상일 경우 면갈이를 하여야 한다.

(7) 양생방법은 무수축콘크리트를 3일간 습윤양생하며, 교통개방은 최소 7일 양생 후에 한다.

3.7 고무제 신축이음장치

(1) 계약상대자는 작업하기 전에 사용할 봉함재의 품질보증서를 감독자에게 제출하여야 한다. 일단 선정된 봉함재는 감독자의 서면 승인 없이는 타제품으로 변경시켜서는 안 된다.

(2) 포장을 절단할 때에는 절단기를 사용하여 지시된 폭과 깊이에 맞도록 정확히 절단하여야 한다. 별도 지시가 없으면 절단작업은 교량 중심선에서 시작하여 난간의 뒷부분까지 1회의 작동으로 진행하여야 하며, 이때 바닥판 면이 손상을 받지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 포장을 철거할 때는 조각을 내어 불안정한 돌, 레이턴스, 유제 등을 완전히 제거하여야 한다.

(4) 교량면과 접속부를 레벨로 각 5 m 씩 측정한 결과 +2 mm 이내로 되게 하여야 한다. +2 mm 이상일 때는 면갈기 후 시공하여야 한다.

(5) 바닥판 유간부를 점검하여 이상이 있을 때는 감독자에게 보고하여 지시를 받아야 한다.

(6) 거푸집은 에폭시수지 모르타르나 콘크리트를 칠 때 잘 견디고 직선을 유지할 수 있는 재료를 사용하여야 하며, 높이를 정확히 알 수 있도록 레벨

용 도구를 조합하여 설치하여야 한다.

(7) 에폭시수지 모르타르는 전문적인 지식을 가진 기술자의 지도아래 충분한 주의를 기울여 시공하여야 한다.

(8) 앵커볼트는 콘크리트를 칠 때 잘 견디도록 설치하여야 하며, 정착할 때의 온도를 고려하여 정확히 고정하여야 한다.

(9) 앵커볼트 간격은 공장제작할 때의 기준 간격에다 온도에 의한 보정량을 가감하여 설치토록 하여야 한다.

(10) 보강철근을 설치할 때는 바닥판 앵커용 철근에 용접으로 고정하고, 바닥판과 나중에 칠 콘크리트가 일체화되도록 하여야한다.

(11) 콘크리트를 칠 때는 바이브레이터를 사용하여 콘크리트가 구석구석까지 채워지도록 하여야 한다.

(12) 신 · 구 콘크리트의 이음부에는 승인된 접착제를 발라야 한다.

(13) 무수축콘크리트를 타설할 때는 적당한 다짐을 실시하고, 강재 형틀에 공기구멍을 만들어 형틀바닥 부분의 공기를 배출시켜 신축이음장치를 설치할 때 접착성이 증대되도록 하여야 한다.

(14) 강재 형틀은 48시간 경과 후 제거하고 양생포를 덮은 후 살수하여 7일간 습윤양생하여야 한다.

(15) 트랜스플랙스형 신축이음장치는 무수축콘크리트 타설 15일 후 바닥면을 청소하고 접착제를 도포하여 경화시간(동절기 3시간, 하절기 1시간) 이내에 설치하여야 한다.

(16) 콘크리트가 소정의 강도에 달했을 때 정착도구를 사용하여 조인트를 정착시켜야 한다. 앵커볼트를 조일 때는 토오크렌치를 사용하여 조여야 한다.

3.8 현장 품질관리

3.8.1 신축이음장치 보호

계약상대자는 교량 바닥 신축이음장치를 설치한 후에 교량 바닥판을 최종적으로 정리할 때까지 교량 바닥 신축이음장치를 보호장치로 보호하여야 한다.

3.8.2 누수시험

계약상대자는 신축이음장치 설치 후 최종 승인 전에 감독자 입회하에 신축이음장치를 통한 누수여부 시험을 실시하여야 한다. 신축이음장치 봉함재에서의 누수가 발생되었을 때에는 계약상대자는 대책을 수립하여 감독자의 승인을 얻은 후 재시공하여야 한다. 이때 누수시험은 다음과 같은 방법으로 실시한다.

(1) 신축이음장치 전 구간에 대해서 깊이 25 mm 이상 정도의 물을 흐르게 하거나 고이게 하여 15분 이상 차수시켜야 한다.

(2) 이와 같이 물이 공급되는 15분 동안 신축이음이 설치된 콘크리트 면에 대해서 누수여부를 조사하여야 하며, 물 공급이 끝난 후 45분 동안 신축이음이 설치된 부위의 콘크리트 면에서 물이 떨어지거나 습윤상태를 나타내는지를 조사하여야 한다.

(3) 신축이음 아래의 콘크리트 면에 물방울이 맺혀 떨어지지 않는 경우 누수가 없다고 판단할 수 있다. 극히 일부분에 나타나는 습윤면은 불합격의 요인으로 간주되지 않는다.

(4) 신축이음 설치 후 누수여부시험 과정에서 누수가 발생한 경우 누수가 발생하는 위치를 찾아서 누수를 차단하는데 필요한 모든 조치를 취하여야 하며, 원래의 시험과 동일한 방법으로 누수여부 시험을 재실시하여야 한다.

6-9-3 교량 받침

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량 받침의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-4 공무행정 및 제출물

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS B 0412	보통 공차 - 제1부: 개별적인 공차의 지시가 없는 길이 치수 및 각도 치수에 대한 공차
KS B 0418	주강품의 보통 공차
KS F 2414	콘크리트의 블리딩 시험 방법
KS D 3515	용접 구조용 압연 강재
KS D 3698	냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 4102	구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품
KS F 4420	교량 지지용 탄성받침
KS F 4424	교량 지지용 포트받침
KS D 3501	열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3503	일반 구조용 압연 강재
KS M 6518	가황 고무 물리 시험 방법
KS M 6783	가황 고무의 인열 시험 방법
KS D 8308	용융아연도금
KS D ISO 2063	금속 및 무기질 피막 -아연, 알루미늄 및 합금 열용사
KS L 5111	시멘트 시험용 플로 테이블
KS L 5201	포틀랜드 시멘트
KS L 5207	내화물용 알루미나 시멘트의 물리 시험방법

1.3.3 ASTM 규격

ASTM C 109	Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)
ASTM C 939	Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method)
ASTM C 1090	Standard Test Method for Measuring Changes in Height of Cylindrical Specimens of Hydraulic-Cement Grout
ASTM C 1107	Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)

1.3.4 관련 시방서

도로교표준시방서 제 5 장 5-2 받침

1.4 용어의 정의

(1) 탄성중합체(Elastomer) : 압력을 가하여 상당한 변형이 있은 후 그 압력을 제거하면 초기의 크기와 형상으로 복원되는 고분자 물질로서, 여기에는 고무부품이나 고무부품의 생산에 사용하는 복합 화합물을 말한다.

(2) 보강판 : 탄성중합체의 내부 고무층과 적층을 이루는 보강철판을 말한다.

(3) 상하 받침판 : 교량의 상부 슬라브 하면과 하부 구조물 상면 사이에 탄성받침을 고정하는 받침판(상 · 하 덮개)을 말한다.

(4) 탄성받침(elastomeric bearing) : 한 개 이상의 보강판과 탄성 중합체가 교대로 보강되어 블록화된 제품을 말한다.

(5) 적층받침(laminated bearing) : 한 개 이상의 보강판이 경화될 때 고무와 화학적으로 결합되어 내부적으로 보강된 받침으로 일반적인 탄성받침(B형)을 말한다.

1.5 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 시공상세도면, 공급원 승인요청서 등을 작성하여 제출하여야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

(1) 각 제품마다 식별이 용이한 곳에 제조회사 마크(mark), 형식, 제작일자, 주문번호, 로트(LOT)번호, 받침 인식번호 그리고 고무의 종류 등을 주물

로 표기하거나 스틸 스탬프(steel stamp), 알루미늄 스티커(sticker)로 견고하게 부착 또는 지워지지 않는 잉크나 유연성이 있는 페인트로 표기하여야 한다.

(2) 교량받침은 고정단과 가동단이 혼돈되지 않게 미리 색상 등으로 구분하여 반입하여야 한다.

(3) 계약상대자는 받침의 혼돈을 방지하기 위해서 현장반입 즉시 받침 상단부에 설치위치와 방향을 표시해서 보관하여야 한다.

(4) 교량받침은 검사와 설치에 절대적으로 필요한 경우가 아니라면 운반할 때 조립된 상태로 보관 · 저장되어야 하며, 교량받침을 운송할 때 손상을 입었는지 외관검사를 철저히 한다.

(5) 받침의 보관은 서늘하고 통풍이 잘 되는 창고에 보관하여야 하고, 수평상태를 유지하며 지면으로부터 100 mm ~ 200 mm 정도 높게 보관한다.

2. 재 료

2.1 탄성받침

2.1.1 탄성중합체

탄성받침의 제작에 사용되는 탄성중합체는 신생 중합체로서, 천연고무(NR)나 합성고무(CR)일 수 있으며, 다른 중합체를 5 % 이상 혼합하여서는 안 된다. 혼합물의 천연고무와 합성고무의 함량은 표 6-9-4의 규정에 따른다.

표 6-9-4 고무에 포함된 혼합물 함량

구 분 / 고무 종류	전단탄성계수 특성값(Gk)별 중량 구성비		
	0.7 MPa	0.9 MPa	1.15 MPa
천연 고무 (natural rubber)	60 % 이상	55 % 이상	50 % 이상
합성 고무 (chloroprene rubber)			

주 1) 천연 고무 탄성 받침은 내후성이 좋은 합성 고무를 덮개로 이용, 보호될 수 있다. 두 부품은 동시에 경화되어야 한다.

2) 재생 고무나 갈아서 경화한 고무를 사용하여서는 안 된다.

2.1.2 탄성중합체의 물리적, 기계적 성질

탄성중합체의 물리적 · 기계적 성질은 사용되는 신생 중합체에 따라 표 6-9-5에 주어진 요건에 부합하여야 한다. 합성 고무로 덮개를 한 천연 고무 탄성받침인 경우 천연 고무는 오존저항 시험을 하지 않아도 된다. 덮개용 복합 합성 고무는 그 요건을 만족하여야 하고, 내부는 오존 저항을 제외하고는 천연 고무의 요건을 충족시켜야 한다.

표 6-9-5 탄성 중합체(고무)의 물리적, 기계적 특성

특 성			수 준			시험 방법
전단계수(G) (MPa)			0.7	0.9	1.15	
인장강도 (MPa)	제조시험편		16 이상	16 이상	16 이상	KS M 6518의 4.
	제품시험편		14 이상	14 이상	14 이상	
파단점에서의 신장률(%)	제조시험편		450 이상	425 이상	300 이상	KS M 6518의 4.
	제품시험편		400 이상	375 이상	250 이상	
인열저항 (kN/m)	천연고무(NR)		7 이상	10 이상	12 이상	KS M 6783의 트라우저형
	합성고무(CR)		5 이상	8 이상	10 이상	
압축 영구 줄음률(%) 24시간, 70 ℃	천연고무(NR)		30 이하			KS M 6518의 10.
	합성고무(CR)		15 이하			
촉진노화 (노화 전 값으로부터의 최대 변화) · NR 7일, 70 ℃ · CR 3일, 100 ℃	경 도 (쇼어A)	천연고무	−5, +10			KS M 6518의 7.
		합성고무	±5			
	인장강도 (%)	천연고무	±15			
		합성고무	±15			
	파단될 때 신장률 (%)	천연고무	±25			
		합성고무	±25			
오존 저항 · 신장률 30 %, 96시간, (40±2) ℃ · 천연고무 25 pphm, 합성고무 100 pphm[1)]			균열이 없을 것			KS M 6518의 15.

주 1) 지정될 경우 200 pphm

2.1.3 보강판

탄성받침에서 내 · 외부 보강 철판은 KS D 3501 또는 KS D 3503에 규정된 재료를 사용하며, 강교 제작할 때 주부재로 사용되는 일반구조용 압연 강재 중 SS400 이상의 두께 5 mm 이하를 사용한다.

보강판의 화학적 성분 및 기계적 성질은 표 6-9-6과 같다.

표 6-9-6 보강판의 화학적 성분 및 기계적 성질

재 질	화학성분(%)		기 계 적 성 질			
	P	S	항복점 및 내력 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	굽힘시험 두께의 1.5배, 180 °
SS400	0.050 이하	0.050 이하	250 이상	410~520	21 이상	이상 없을 것

2.1.4 상하 받침판

탄성받침의 상하 받침판은 KS D 3515에 따른다.

2.2 포트 받침

2.2.1 강 재

강재(steel)는 KS D 3515의 용접구조용 강재 SM490B 이상을, 주강품(cast steel)은 KS D 4102의 저합금 주강품 LMnSC2A 이상을 사용한다.

2.2.2 불소수지판(PTFE판)

(1) 윤활구멍을 가진 불소수지판(virgin dimpled PTFE sheet)을 사용하여야 한다.

(2) 불소수지판은 다음 표 6-9-7에 규정된 품질이상의 것을 사용한다.

표 6-9-7 불소수지판의 품질

항 목	단 위	규 격
인 장 강 도	MPa	17.5 이상
신 장 율	%	200 이상
비 중	-	2.10 ~ 2.23

2.2.3 스테인레스 강판

(1) 스테인레스 강판은 KS D 3698의 STS316 Mirror #8 이상 또는 동등 이상의 제품을 사용하며, 또한 불소수지판 보다 경도가 커야 하고, 부식

에 대한 저항력이 커야 한다.

(2) 스테인레스 강판의 두께는 표 6-9-8의 값 이상이어야 한다.

표 6-9-8 스테인레스 강판

스테인레스 강판과 불소수지판과의 직경의 차이 △D(mm)	스테인레스 강판의 최소두께(mm)
△D ≤ 300	1.5
300 < △D ≤ 500	2.0
500 < △D ≤ 1500	3.0

2.2.4 고무판

(1) 설계하중으로 인한 포트받침의 고무판 응력은 원주를 봉함한 링을 파손하지 않는 값이어야 하며, 설계하중 하에서 40 MPa 이하이어야 한다.

(2) 포트받침의 회전은 설계하중하에서 고무판의 원주면에 발생하는 수직변형율이 0.15를 초과해서는 안 되며, 수평축에 관해서 적어도 0.01 rad 이상 회전할 수 있어야 한다.

(3) 봉함(sealing)은 고무판이 피스톤과 포트 벽의 사이로부터 돌출되어 나오는 것을 방지하기 위하여 금속링(metal ring) 등의 적절한 봉함장치로 고무판의 원주를 봉함시켜야 한다.

(4) 고무판(rubber pad)은 다음 표 6-9-9에 규정된 품질이상의 것을 사용한다.

표 6-9-9 고무판의 품질

항 목		단 위	고 무 판	
			천연고무	합성고무
인 장 강 도		MPa	15.5 이상	15.5 이상
신 장 율		%	450 이상	400 이상
경 도		HS	+ 5 50 - 4	+ 5 50 - 4
노 화 후 (70 ℃, 168시간)	경도변화	HS	10 이하	15 이하
	인장강도 변 화 율	%	15 이하	15 이하
	신 장 율 변 화 율	%	20 이하	40 이하
압축영구줄음율 (70 ℃, 22시간)		%	30 이하	35 이하
오존 균열 시 험	(50 ± 5) ppm (40 ± 2) ℃ 신장율 20 % 48 시간		균열 없음	균열 없음

2.2.5 봉함장치(seal device)

고무판이 포트의 벽과 피스톤 사이로 돌출하는 것을 방지하기 위하여 고무판 둘레에 황동링(brass ring)인 봉함 장치(seal device)로 봉합하여야 한다.

2.2.6 유도궤도의 표면

일방향 가동 포트받침의 피스톤 면에 부착되어 있는 유도궤도(guide)의 양옆 수직면에는 마찰감소용판(du-dry bearing)을 부착하여야 한다.

2.2.7 윤활제

PTFE판의 지압표면에 주입하는 윤활제는 금속성 비누를 혼합시킨 실리콘 그리스(silicon grease)를 사용한다.

2.2.8 외곽지압판

집중반력을 적절하게 분포시켜 인접 구조의 응력이 허용응력을 초과하지 않도록 유효면적을 가져야 한다.

2.2.9 받침의 방청

(1) 일반교량의 받침 방청은 다음 표 6-9-10에 따른다.

(2) 해상교량과 같이 염해가 우려되는 구간에 설치되는 받침은 내구성을 고려한 방청방식을 검토하고, 감독자의 승인을 받아야 한다.

표 6-9-10 받침의 일반외면의 방청

방청방법	도 장		용 사	용융아연도금
방청원리	징크 도료 도막에 의한 방청		균일한 아연도막층에 의한 방청	아연 층에 의한 방청
방청재료 처리방법	중방식도장 (스프레이도장)		용사 건에 의한 도막형성	용융아연도금 (dipping) 처리조에 침적
방청규격	- 하도(75 ㎛) : 무기징크 - 중도(100 ㎛) : 에폭시 - 상도(80 ㎛) : 우레탄계	- 하도(50 ㎛) : 에폭시 프라이머 - 중 · 상도(100 ㎛ + 100 ㎛) : MIO에폭시, 폴리아미드수지	아연용사 최소두께: 100㎛ 이상 (KS D ISO 2063)	아연부착량 550 g/㎡ 이상 (KS D 8308)
적용에 따른 구조상의 제한	특별히 없음		특별히 없음	용융아연도조 또는 미도막구간 등의 치수 제한
표면처리작업	블라스팅 처리		블라스팅 처리	산세정
색상	선택가능		색체한정 (추가도색 필요)	색체한정 (추가도색 필요)
추가 및 보수도장	- 하도 : 보수도장용 에폭시계 도장 (MIO 또는 알루미늄계) - 상도 : 우레탄계 80 ㎛			

2.3 제품 허용오차

2.3.1 허용오차

탄성받침 제품에 대한 허용 오차는 표 6-9-11에 따른다.

표 6-9-11 제품에 대한 허용오차

(단위 : mm)

구 분		허 용 차
완제품 치수	길 이	+6 -0
	너 비	
	전체 평균 두께(H)	H ≤ 32 : -0, +3 H > 32 : -0, +6
내부 고무층 두께(t)	받침 내부의 모든 곳	설계값의 ±20 % 다만 ±3 mm 이하
반대편 면과의 평행성	상단과 하단	0.005 rad 이하
	측 면	0.02 rad 이하
연결 부재의 노출 위치	구멍, 끼움새나 흠	±3 mm
고무 덮개층	상하두께	설계값의 -0, +2.0 mm와 공칭 표층 두께의 +20 % 중 작은 값
	측면두께	설계값의 -0, +3 mm
크 기	구멍, 끼움새나 흠	설계값의 ±3 mm
내부 보강 강판	길 이	+2 -1
	너 비	

2.3.2 포트받침 제품 허용오차

(1) 봉함장치에 사용되는 황동판의 두께는 1.6 mm 이며, 두 겹을 설치하되 3,000 kN 미만은 6 mm, 3,000 kN 이상은 9 mm 폭의 동판을 사용하여야 한다.

(2) 조립된 포트받침의 평면과 두께의 치수는 ±3 mm의 허용오차 범위 이내로 한다.

(3) 절삭가공의 허용오차는 KS B 0412에 따르며, 주강품의 허용오차는 KS B 0418에 따른다.

(4) PTFE판의 허용오차는 표 6-9-12에 따른다.

표 6-9-12 PTFE판의 허용오차

지름 또는 대각선길이 (mm)	평면치수의 허용오차 (mm)	두께의 허용오차 (mm)
D ≤ 600	±1.0	+0.5
600 < D ≤ 1200	±1.5	+0.6
1200 ≤ D	±2.0	+0.7

주) 여기서 PTFE판의 크기는 20 ℃ ~ 25 ℃ 에서 측정하여야 한다.

2.4 품질관리

2.4.1 탄성받침의 품질관리

(1) 탄성받침 재료의 품질에 관한 시험 및 검사는 KS F 4420에 따른다.

(2) 탄성받침은 납품된 것 중에서 무작위로 선정하여 공인기관의 품질시험을 실시하여야 한다.

(3) 제품 시험이나 검사 결과가 만족스럽지 못하면 즉시 단점을 보완하기 위한 필요한 조치를 하여야 하고, 그 요건에 부적합한 제품은 구분하여 표기하여야 한다. 기술적으로 가능하고 결점이 틀림없이 개선되었다는 것이 확인되면 이에 대한 시험이나 검사가 지체 없이 반복되어야 한다.

(4) 일체형 탄성받침(볼트체결, 가황, 접착제 등) 패드와 상·하부 플레이트의 체결 또는 접착강도는 받침의 적용하중별 수평력(상시 70 %, 지진시 150 %) 이상이어야 한다.

(5) 표준온도(15°)로 환산하여 받침을 설치할 때 최대이동량이 허용이동량을 초과할 경우 온도보정을 하거나 허용이동량을 만족하는 적절한 받침으로 교체하여야 한다.

2.4.2 포트 받침의 품질관리

(1) 교량용 포트받침은 KS F 4424에 의거 공인기관에 품질 및 성능 시험을 실시한 후 사용한다.

(2) 육안검사를 실시하여 피스톤, 포트, PTFE 판, 고무판 및 봉함장치 등에 어떠한 손상이나 영구변형이 없어야 한다.

2.4.3 부반력받침의 품질관리

부반력받침의 부반력 성능시험이 곤란한 경우, 시험을 대체할 수 있도록 보강부 및 연결부에 대한 정밀한 검토서를 별도로 제출하여야 한다.

2.4.4 무수축 모르타르의 품질관리

무수축 모르타르는 다음 표 6-9-13에 규정된 품질이상의 것을 사용하여야 한다.

표 6-9-13 무수축 모르타르의 품질기준

시 험 항 목		품 질 기 준	적용시험 항목	비 고
팽창율		재령 7, 28일 기준 0 % ~ 0.3 %	ASTM C 1090 또는 ASTM C 1107	
블리딩율		0.5 % 이하	KS F 2414	
유동성		125 % 이상	KS L 5111 (ASTM C 939)	
압축강도		f_{28} =58.8 Mpa 이상	KS L 5201 (ASTM C 109)	(5×5×5) cm
응결 시간	초결	1시간 이상	KS L 5207	
	종결	10시간 이내		

주) KS L 5111로 시험할 때에는 콘(cone)에 타격이 없는 자연 플로우(flow) 기준임.

3. 시 공

3.1 작업준비

(1) 받침이 설치될 교각 및 교대 상부의 블록아웃(block out)은 시공도면에 따라 정확하게 마감되어야 하며, 항상 청결한 상태를 유지한다.

(2) 코핑부의 철근을 배근할 때 받침의 스터드와 철근이 간섭되지 않도록 스터드 볼트 위치가 표시된 탁본(template)을 이용하여 스터드 위치를 피하여 철근을 배근하여야 한다.

3.2 교량받침 시공할 때의 측량

3.2.1 하부구조

(1) 인조점(예비말뚝)의 위치는 사용에 편리하고 공사에 지장이 없는 위치에 선택하여야 한다.

(2) 계약상대자는 시공측량할 때 하부구조 코핑면의 받침위치 및 높이를 도면에 명시하여야 한다.

3.2.2 상부구조

(1) 교량 상부구조를 시공할 때는 정밀한 기준점측량과 수준측량을 행하여 받침의 고정설치위치를 결정하여야 한다.

(2) 지간측량결과 하부구조의 위치에 오차가 있을 경우에는 이후의 시공에 지장을 초래하지 않고 완성한 교량의 기능을 손상하지 않도록 감독자의 승인을 얻어 오차를 배분하여 받침 중심위치를 결정한다.

(3) 상부구조의 수준측량에는 전용 임시 벤치마크를 설치하여야 하며, 시공중에도 수시로 침하의 유무를 조사하여야 한다.

(4) 교량의 경우 시준거리가 길기 때문에 교대로 수준측량을 하여 오차를 작게 하여야 한다.

3.3 앵커볼트의 설치

(1) 교대 및 교각에 앵커볼트를 설치할 때는 미리 콘크리트에 구멍을 만들어 주어야 한다. 구멍은 적어도 볼트직경보다 50 mm 이상 큰 목편 또는 금속파이프 등에 기름을 칠하여 매입하여 두고, 콘크리트가 적절히 경화한 후에 제거하여 만든다. 앵커볼트 구멍 직경은 100 mm 이상이어야 한다.

(2) 교대 및 교각에 앵커볼트를 설치하기 위하여 미리 콘크리트에 구멍을 만들 때 교대 및 교각의 주철근은 절단하지 않아야 한다.

(3) 감독자의 승인을 받은 경우에는 콘크리트를 친 후에 구멍을 뚫거나 콘크리트를 칠 때 직접 앵커볼트를 설치할 수도 있다. 콘크리트를 친 후 구멍

을 뚫는 경우에는 볼트직경 보다 적어도 25 mm 정도 크게 하여야 한다.

(4) 교대, 교각에 설치한 앵커볼트 구멍은 동절기에 파손되지 않도록 봉인하여야 한다.

(5) 볼트는 바른 위치에 정확히 세우고 틈새는 무수축 모르타르로 완전히 채워야 한다.

(6) 가동 받침, 로울러, 로커 등에 사용하는 앵커볼트의 설치위치는 가설할 때의 온도를 고려하여 정하여야 한다. 가동단 앵커볼트의 너트는 구조물이 자유롭게 팽창, 수축할 수 있도록 조절하여야 한다.

(7) 부반력 받침의 경우 교대 및 교각에 앵커볼트를 미리 설치한 후 콘크리트를 타설하여 콘크리트와 앵커볼트의 일체화를 도모하여야 한다.

(8) 앵커볼트 설치 중 부득이하여 받침 하면 보강철근을 절단한 경우 반드시 절단 부위를 보강하여야 한다.

(9) 부반력 받침에 설치되는 앵커볼트는 감독자가 요구할 경우 계약상대자의 부담으로 인장 및 인발 시험을 실시하여야 한다.

3.4 받침 및 받침판의 설치

3.4.1 받침부 시공

(1) 받침 및 받침판의 설치는 승인된 시공도면에 따라 설정된 기선과 표고에 맞추어 정확하게 설치하여야 한다.

(2) 받침 및 받침판은 설계도서에 표시한 위치에 수평이 되도록 설치하여야 하며, 잘못 마무리되었거나 불규칙한 받침부에 설치해서는 안 된다.

(3) 로커 및 기타 가동받침은 설계온도를 기준으로 설치 당시 온도에 맞게 이동량을 보정한 후 설치하여야 한다.

(4) 받침이 콘크리트 속에 묻히지 않고 그 위에 직접 놓이게 될 경우에는 받침부 콘크리트 면을 약간 높게 하여 갈기 또는 무수축 모르타르 채우기 등의 승인된 방법으로 마무리하여야 한다.

(5) 받침 설치 전에 반드시 블록아웃 시공상태와 코핑면의 수평도, 받침형식과 배치상태 등을 점검하여야 한다.

(6) 슬래브교의 경우 받침부 철근을 일직선상에 배열하여 받침효과를 충분히 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

(7) 받침이 콘크리트 속에 묻히지 않고 그 위에 직접 놓이게 될 경우에 받침부 콘크리트 면과 보강철근을 약간 높여 승인된 방법으로 작업을 하여야 한다.

3.4.2 수평력 보강받침

(1) 수평력 보강받침은 설계도서와 감독자의 지시에 따라 정확하게 시공하여야 한다.

(2) 경사교량이 아니더라도 소울플레이트(sole plate)와 받침 상부를 2중으로 분리시켜 설치 후에도 회전각이나 시공오차를 수정할 수 있어야 하며, 어떤 경우라도 장기간 밀폐된 내부가 분해되어 방치되어서는 안 된다.

3.4.3 부반력 보강받침

(1) 부반력 보강받침은 설계도서와 감독자의 지시에 따라 정확하게 시공하여야 한다.

(2) 부반력 보강받침에 체결되는 앵커볼트는 풀림을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 시공 중 받침상면과 거더 하면 사이에 간격이 발생할 경우 반드시 원인분석과 수정 방안에 대한 전문기술자의 검토결과를 감독자에 제출하여 승인을 받은 후에 보완작업을 시행하여야 한다.

3.4.4 경사 소울플레이트(tapered sole plate)

교량의 종단경사 및 횡단 경사를 고려하여야 할 경우, 교량받침은 수평으로 설치할 수 있도록 받침의 상부판과 교량 상부 사이에 경사 소울플레이트를 삽입한다.

3.5 무수축 모르타르

(1) 받침판의 하부면과 교대 또는 교각의 코핑사 이에 충전하는 모르타르와 앵커볼트 구멍의 틈을 메우는 모르타르는 별도의 지시가 없는 한 무수축 모르타르로 시공하여야 한다.

(2) 무수축 모르타르는 상부구조(박스거더, I 거더, 슬래브 등)시공 최소 7일 전에 타설하여 충분한 강도가 발휘될 수 있어야 한다.

(3) 무수축 모르타르의 시공에 관해서는 설계도서 및 감독자의 지시에 따라 엄밀히 시공하여야 한다.

(4) 양생은 반드시 습윤양생을 실시하여야 하며, 무수축 모르타르의 소요강도가 확인되기 전까지는 받침에 어떠한 하중도 재하하여서는 안 된다.

(5) 승인된 모르타르를 사용하여 받침 하면과 교각 또는 교대의 코핑에 충분히 밀착되도록 주의하여 시공하여야 한다. 특히, 주입할 때 모든 공기가 빠져나가 받침 하단 콘크리트 타설 부위에 기공(air pocket)이 생기지 않도록 한다.

3.6 시공허용오차

(1) 설치된 받침이 다음 표 6-9-14를 만족하지 못하는 경우 교정하거나 감독자의 지시에 따라야 한다.

표 6-9-14 받침의 시공허용오차

검사항목		콘크리트교	강 교
받침중심간격(교축직각방향)		±5 mm	4 + 0.5(B-2) mm[1]
가동받침의 이동가능량		설계이동량 + 10 mm 이상	
가동받침의 교축방향의 이동편차 동일 받침선상의 상대오차		5 mm	
설치 높이		±5 mm	
교량 전체 받침의 상대높이 오차		6 mm	
단일 BOX를 지지하는 인접 받침의 상대높이 오차		3 mm[3]	
받침의 수평도[2] (교축 및 직각방향)	포트받침	1/300	
	기타받침	1/100	
앵커볼트의 연직도		1/100	

주 1) B : 받침 중심 간격(m)
2) 받침의 상·하면 사이의 수평도
3) 받침에 유해한 영향이 있을 경우는 감독자의 지시에 따른다.

(2) 마무리면은 직선자로 측정했을 때 어느 지점에서도 요철이 나타나서는 안 되며 설계도서에 표시한 소정의 높이보다 3 mm 이상의 차이가 생겨서는 안 된다.

3.7 현장품질관리

계약상대자는 받침설치 완료 후 다음과 같은 방법으로 정규검사를 실시하고, 그 결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 가동단 받침에서 구조물의 온도 변화를 감안한 충분한 이동량
(2) 육안 손상
(3) 균열, 잘못된 위치, 예상치 못한 이동이나 변형
(4) 고정과 안치상태
(5) 부식상태 및 불순물 침투상태
(6) 미끄럼면과 구름면의 상태
(7) 받침으로 인한 인접구조물의 손상

6-9-4 교면 방수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 교량 바닥판 방수의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1-2-2 공사관리
1-2-4 공무행정 및 제출물
1-4 품질관리

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS M 2010 원유 및 석유 제품 인화점 시험 방법 - 테그 밀폐식 시험방법
KS F 4930 콘크리트 표면도표용 액상형 흡수방지재
KS F 4931 교면용 시트방수재
KS F 4932 교면용 도막방수재

1.3.3 ASTM 규격

ASTM C 836 Standard Specification for High Solids Content, Cold Liguid-Applied Elastomeric Water proofing Membrane for Use with Separate Wearing Course

1.3.4 관련 지침

콘크리트 교면 방수재의 설계 · 시공 및 품질관리 지침

1.4 제출물

1.4.1 시공계획서

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 시험 및 검사계획서

계약상대자는 공사착수 전에 시험 및 검사계획서를 1-4절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 품질보증서

계약상대자는 방수에 사용하는 재료는 공사에 사용하기 30일 이전에 품질보증서를 제출하여야 한다.

1.4.4 시공상세도

시공상세도면은 1-2-4절에 따라 시공순서를 추가하여 작성하여야 한다.

1.5 품질보증

계약상대자는 교면방수 시공에 앞서 감독자 입회하에 시험시공을 실시하여야 한다.

1.6 보관 및 취급

(1) 프라이머 및 도막식 방수재는 인체에 위험하지는 않지만 해로운 물질이 대부분이므로 현장에서 보관 또는 취급할 때 환경관련 법령 또는 기준에 적합한 방법에 따라 관리를 철저히 하여야 한다.

(2) 방수재료의 보관은 우수와 직사광선에 노출되지 않아야 하며, 제품의 유효기간이 경과한 것을 사용해서는 안 된다.

1.7 환경요구사항

(1) 기온이 5 ℃ 이하일 때는 시공하지 않아야 하며, 5 ℃ 이하에서 부득이 시공을 하여야 할 경우에는 적외선 램프 등을 사용하여 콘크리트 바닥판 면을 예열하거나 이동식 방풍 판넬 등을 세워 바람에 의한 온도저하를 방지하는 등 보온 대책을 강구하여야 한다.

(2) 작업 중 비가 내릴 경우에는 작업을 중지하여야 하며, 작업완료 직후의 강우에 의하여 도막에 요철이 생겼을 경우에는 충분히 건조하여 그 위에 추가 도막 작업을 시행하여야 한다.

2. 재 료

2.1 흡수방지식 방수재

흡수방지식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-15과 같다.

표 6-9-15 흡수방지식 방수재의 품질기준

시 험 항 목		규 격 값		시험방법
		유기질계	무기질계	
침투 깊이		4.0 mm 이상	–[2]	KS F 4930
내흡수 성능	표준상태[1]	물흡수 계수비 0.1 이하		
	내알칼리성 시험 후			
	저온 · 고온 반복저항성 시험 후			
	촉진 내후성 시험 후	물흡수 계수비 0.2 이하		
내투수 성능		투수비 0.1 이하		
염화이온 침투 저항 성능[3]		1.0 mm 이하		
용출 저항 성능	냄새와 맛	이상 없을 것.		
	탁도	2도 이하		
	색도	5도 이하		
	납(Pb)	0.1 mg/L 이하		
	과망간산칼륨 소비량	10 mg/L 이하		
	pH	6~10		
	페놀	0.005 mg/L 이하		
	증발 잔류분	30 mg/L 이하		
	잔류 염소의 감량	0.2 mg/L 이하		
인화점		80 ℃ 이하에서 불꽃이 발생하지 않을 것.		KS M 2010

주 1) 흡수방지재를 도포하고 열화처리를 하지 않은 시험체

2) 무기질계인 경우에는 침투비성막형으로서 방수막을 형성하지 않고, 모세관 공극에 시멘트 수화물과 동일한 형태의 생성물을 생성하여 조직을 치밀화 시킴으로써 외부로부터 물 또는 염소이온(Cl^-)의 침투를 억제하는 메카니즘을 가지고 있기 때문에 침투 깊이의 측정이 불가능하여 침투 깊이 성능을 규정하지 않는다.

3) 단, 흡수방지재의 침투깊이가 3mm 이하일 경우, 흡수방지재 침투깊이로 염화이온이 침투되었을 때는 성능기준에 만족하는 것으로 한다.

2.2 시트식 방수재

2.2.1 프라이머

프라이머는 아스팔트와 휘발성이 높은 용제를 혼합하여 제조한 것으로, 표면정리 및 방수 시트와의 접착력을 강화시킬 수 있는 제품으로 감독자의 승인을 받은 제품이어야 한다.

2.2.2 시트식 방수재의 품질 및 시험

시트식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-16와 같다.

표 6-9-16 시트식 방수재의 품질기준

항 목			시험방법	규격값
인장성능	인장강도 (N/㎟)	무 처 리	KS F 4931	13.0 이상
		알칼리 처리		
		가열 처리		
	신장률 (%)	무처리	KS F 4931	33 이상
		알칼리 처리		
		가열 처리		
전단접착성능	전단접착강도 (N/㎟)	-20 ℃	KS F 4931	0.80 이상
		20 ℃		0.15 이상
	전단접착변형률 (%)	-20 ℃	KS F 4931	0.5 이상
		20 ℃		1.0 이상
인장접착강도 (N/㎟)		-20 ℃	KS F 4931	1.2 이상
		20 ℃		0.6 이상
내투수성			KS F 4931	투수되지 않을 것
염화물 이온 침투 저항성(coulombs)			KS F 4931	100 이하
내움푹패임			KS F 4931	구멍이 생기지 않을 것
내열 치수 안정성(%)		150 ℃, 30분	KS F 4931	±2.0 이내
저온굴곡성		-20 ℃	KS F 4931	균열이 없을 것
접합강도(N/mm)			KS F 4931	5.0 이상
내피로성			KS F 4931	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것
내균열성		-20 ℃	KS F 4931	

2.3 도막식 방수재

2.3.1 도막식 방수재의 품질 및 시험

도막식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-17과 같다.

표 6-9-17 도막식 방수재의 품질기준

항 목			시험방법	규격값
작업성			KS F 4932	작업에 지장이 없을 것
불휘발분(%)			KS F 4932	표시값 ±3% 이내
지촉 건조시간[1]			KS F 4932	3시간 이내
인장성능	인장강도 (N/㎟)	무 처 리	KS F 4932	1.5 이상
		알칼리 처리		무처리의 80 % 이상
		가열 처리		무처리의 80 % 이상
	신장률 (%)	무처리	KS F 4932	100 이상
		알칼리 처리		무처리의 80 % 이상
		가열 처리		무처리의 80 % 이상
전단접착성능	전단접착강도 (N/㎟)	-20℃	KS F 4932	0.80 이상
		20℃		0.15 이상
	전단접착변형률 (%)	-20℃	KS F 4932	0.5 이상
		20℃		1.0 이상
인장접착강도 (N/㎟)		-20℃	KS F 4932	1.2 이상
		20℃		0.6 이상
내투수성			KS F 4932	투수되지 않을 것
염화물 이온 침투 저항성(coulombs)			KS F 4932	100 이하
내움푹패임			KS F 4932	구멍이 생기지 않을 것
내열 치수 안정성(%)		150℃, 30분	KS F 4932	± 2.0 이내
내피로성			KS F 4932	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것
내균열성		-20℃	KS F 4932	

주 1) 지촉 건조시간 : 겉만 건조되는 시간

3. 시 공

3.1 시공 전 준비사항

3.1.1 콘크리트 바닥판

(1) 콘크리트 바닥판면의 건조는 보통시멘트를 사용할 경우, 콘크리트 타설 후, 2주 이내에 방수층 시공을 해서는 안 된다. 그러나 조강 및 초속경시멘트를 사용할 경우는 고주파 수분계로 건조상태를 확인한 후, 그 값이 10 % 이하일 때에는 2주 이내에 방수층을 시공하여도 무방하다.

(2) 콘크리트 바닥판면에 레이턴스, 먼지, 기름 등이 부착되어 있는 경우 방수층의 접착성능에 악영향을 미치는 경우가 많기 때문에 이들 유해물은 확실하게 제거하여야 한다.

(3) 레이턴스의 제거는 일반적으로 콘크리트 그라인더나 진공형 파워 브러쉬를 사용하지만, 부분적인 레이턴스의 제거는 와이어 브러쉬, 핸드 그라인더 등으로 수행하도록 한다. 평탄성은 1 m 스틸자를 이용하여 m마다 3점법으로 평탄도를 점검하고, 길이 3 m에 10 mm를 초과해서는 안 된다. 측정 위치는 편평도가 육안으로 볼 때 가장 클 것으로 예상되는 곳이어야 한다.

(4) 바닥판면의 요철부위 중 직경 10 mm 이상이며 깊이 3 mm 이상 패인부분은 이물질을 제거하고 적합한 충전재를 사용하여 퍼티작업(공극 메움)을 하여야 한다.

(5) 먼지제거는 공기압축기로 청소하는 것이 효율적이지만, 소음이 심하므로 주변 환경에 따라 포장노면 청소용 스위퍼 등으로 제거하여야 한다.

(6) 유류는 용제를 묻힌 천으로 닦아내어 제거하는 것이 일반적이다. 이 경우 용제는 유류의 종류에 따라 선정하여야지만 통상 바닥판면의 유지는 기계유와 엔진오일 등이 많기 때문에 유기용제를 사용하면 효과적이다. 또한 인접부 포장작업으로 인하여 바닥판 면에 이물질이 발생한 경우에는 반드시 제거하여야한다.

(7) 바닥판 단부 및 바닥판의 요철부 등의 물이 고이는 부분은 충분히 건조시켜야 한다.

(8) 바닥판 면에 균열이 발생된 경우는 균열보수 작업을 반드시 실시한 후 후속작업을 행하여야한다.

(9) 인접부의 포장작업으로 인하여 바닥판 면에 아스팔트 찌꺼기 및 이물질이 발생할 경우는 면처리 작업에 지장이 있으므로 작업자 및 차량을 진입시킬 때에는 이물질이 묻지 않도록 관리하여야한다.

3.2 기상 조건

(1) 콘크리트 바닥판 방수공에 있어서는 재료의 품질 및 콘크리트 바닥판의 상태도 물론 중요하지만 시공할 때의 주변 온도에도 많은 영향을 받게 된다. 기온이 너무 높거나 낮아도 방수재가 성능을 발현하는데 악영향을 미친다.

(2) 시공할 때의 기온은 5 ℃ 이상이어야 한다. 부득이 하여 기온이 5 ℃ 미만에서 시공할 경우는 결로에 주의하여야 하며, 보온 대책을 수립하여야 하고, 하절기와 같이 시공할 때의 온도가 30 ℃를 넘는 경우 온도에 영향을 받기 쉬운 재료, 특히 클로로프렌 고무 도막방수재는 새벽이나 야간을 이용한 시공이나 차양을 설치하여 직사광의 영향을 받아 시공면의 온도가 올라가는 것을 막도록 하여야 한다.

(3) 비가 온 직후에는 바닥판 면의 함수율을 반드시 점검하고, 공기 중 상대습도가 85 % 이상일 경우에는 시공을 지양하여야하며, 도포 작업을 할 때 비가 올 경우 작업을 즉시 중단하고, 도포재의 품질이 우천으로 인하여 품질이 저하되는 현상이 발생하지 않도록 조치한다.

(4) 강풍이 불 때는 재료가 흐트러질 수 있으므로 시공을 피한다.

(5) 우기 중에는 습도가 높아 콘크리트 바닥판면의 함수율이 10 % 이하로 떨어지지 않는 경우도 시공을 피하여야 한다.

(6) 해가 있는 경우 직사광선에 의한 급격한 양생을 방지하고 기포의 발생 억제를 위하여 15시 이전, 해가 없는 경우는 13시 이전에 작업을 할 경우에는 감독자의 지시에 따라야 한다.

3.3 접착층의 시공

(1) 접착제의 도포에 있어서 일반적으로 사용할 기계기구에는 고무주걱칼, 로울러 및 살포기 등이 있다. 접착제를 도포할 때에는 필요한 기계기구를 이용하여 얼룩이 지지 않고 균일하게 도포되도록 넓게 바르도록 한다.

(2) 접착제의 도포는 필요한 기계기구를 사용하여 얼룩 없이 균일하게 도포하여야 하고, 일반적으로 단경간 교량에서 프라이머는 한 작업장에서 프라이머 작업을 완료하고, 장경간 교량에서 프라이머 작업은 스팬 바이 스팬(span by span) 방법이나 차로별로 수행하도록 한다.

(3) 접착층을 2층 이상으로 도포할 경우에는 각 층을 균일하게 도포하여야 하며, 일반적으로 1층은 교축 직각방향으로, 2층은 교축방향으로 도포한다.

(4) 접착제를 시공할 때 재료가 소요량 이상을 한곳에 다량 도포하지 않도록 표준사용량을 준수하도록 한다.

(5) 2층 이상 도포할 경우에는 1차 도포 후 2차 도포할 때까지 30분 ~ 60분 정도 건조시킨다. 이는 제품의 종류에 따라 다소 차이가 있으므로 주의하여야 한다.

(6) 양생시간은 고무아스팔트계 및 합성고무계는 20 ℃에서 1시간 정도, 5 ℃에서 2시간 정도이고, 수지계는 20 ℃에서 15분 이내, 5 ℃에서 30분 이내를 표준으로 하며, 접착제의 종류 · 기온 · 바람 · 지촉건조시간 등을 고려하여 결정한다.

(7) 양생 중 비가 내릴 경우는 도포를 중지하고 비닐 등으로 덮어 표면을 보호하고, 비가 그친 후 수분을 충분히 제거한 후 재도포 하여야 한다.

(8) 접착제의 표준 사용량은 일반적으로 고무아스팔트계의 경우에 0.2 ℓ /㎡ 이상, 합성고무계 용제형은 0.15 ℓ /㎡ 이상, 수지계는 0.15 ℓ /㎡ 이상을 표준으로 하되, 시공 전에 시험시공을 실시하고 그 결과에 대하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.4 흡수방지식 방수층 시공

(1) 흡수방지식 방수재의 경우 대부분이 수용성으로 물과 일정 비율로 혼합하여 작업하게 되며, 어느 정도의 콘크리트 표면의 물기를 필요로 한다. 따라서 표면이 너무 건조하지 않도록 유지하여야 하며, 동시에 먼지 · 진흙 · 기타 유해물 제거 청소를 하여야 한다.

(2) 현장에 맞는 시공 장비를 준비하여야 하며, 분무기를 사용할 경우 적정 압력의 분무기를 사용하여야 하며, 솔이나 흙손을 사용할 경우 확실하게 문질러 시공하여야 하며, 사용량에 대하여 손실량을 충분히 고려하여 혼합하여야 한다.

(3) 표면에 균일하게 되도록 살포하고, 중복 도포하여야 하는 경우에는 1차 도포 후 충분히 양생한 후 2차 도포 때에는 1차 도포한 방향과 직각이 되도록 시공하여야 한다.

(4) 도포막이 너무 빨리 건조되지 않도록 분무기 등으로 수분을 제공하여야 하며, 제품에 따라 적절한 양생 방법을 사용하여야 한다.

(5) 제품에 따라 차이는 있지만 양생기간이 적정하지 않을 경우 침투가 불량하고 표면에 건조막이 존재하여 아스팔트 포장층과의 접착에 악영향을 미치는 경우가 있으므로 반드시 적정 기간 동안 양생하여야 한다.

(6) 표준 사용량은 제품에 따라 차이가 있을 수 있지만, 흡수방지식 방수재의 경우 표면에 막을 형성하는 방식이 아니기 때문에 시공 두께를 언급할 수 없으며, 물의 침투로 인한 바닥판 콘크리트 표면의 손상 방지를 위하여 침투 깊이를 4 mm 이상이 되도록 시공하고 관리하여야 한다.

(7) 단부에는 배수처리 시설을 설치하여 물이 체수되지 않도록 조치하여야 한다.

3.5 시트식 방수재 시공

3.5.1 시공일반

(1) 시트식 방수재의 시공두께는 3.5 mm 이상을 확보하여야하고 접착공법을 사용한 경우는 융착형 보다 다소 작은 3.0 mm 이상이 되어야한다.

(2) 방수시트의 접착방향은 교축방향과 같게 하고, 경사가 낮은 쪽부터 시공하도록 한다.

(3) 접착할 때 들뜸이 생기지 않도록 교면에 밀어 붙여 시공하고, 겹침이 발생하는 부위의 방수시트 겹침폭은 10 mm 이상으로 하고, 겹침부위가 2겹 이상이 되지 않게 하여야 한다.

(4) 시트식 방수층에는 직경이 5 mm 이상의 기포는 핀 등의 기구를 사용하여 구멍을 뚫고, 크기가 클 때에는 해당 부분을 절개한 후 재시공을 한다. 단, 직경 5 mm 미만의 기포도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 때에는 반드시 제거하여야 한다.

(5) 시트의 겹침폭은 100 mm 이상이 되어야 하며, 겹침부위는 열을 가하여 완전히 접착시켜야 하며, 겹치는 부위가 2겹 이상이 되지 않게 지그재그(zigzag) 모양으로 시공한다. 겹침부위가 2겹 이상이 될 때에는 그 부위를 적정 두께로 절단하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

(6) 프라이머의 표준 사용량은 0.2 ℓ /㎡ ~ 0.5 ℓ /㎡ 이며, 재료사양에 따라 변화할 수 있으므로 시험시공을 실시 후 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(7) 프라이머는 도포 후 20분 ~ 60분 동안 건조 양생시켜야 한다.

(8) 방호벽 및 중분대와 접촉하는 단부는 포장 상부층의 높이 이상 치켜 올려야 한다.

3.5.2 접착형 시트 부착

(1) 접착용 아스팔트의 용해 온도는 210 ℃ 정도이며, 전용 용제를 사용하여야 한다.

(2) 용해할 때에는 소화기를 준비하고, 부분 가열은 피하여야 하며, 용기 주변은 오염되지 않도록 양생 시트를 깐다.

(3) 시트를 펴서 시공선에 한 번 맞추어 본 후 다시 둥글게 말고, 접착용 아스팔트를 흘리면서 부착한다.

(4) 시트의 단부에서 벗어난 아스팔트는 적절한 기구로 균일하게 한다.

3.5.3 융착형 시트 부착

(1) 시트를 시공선에 한 번 맞추고 나서 다시 말고, 토치로 시트를 가열하면서 부착한다.

(2) 시트 단부에서 벗어난 용융재는 적절한 기구로 균일하게 한다.

(3) 아스팔트 고임을 확인하면서 공기가 주입되지 않도록 주의한다.

(4) 시트를 너무 가열하지 않도록 주의한다.

3.6 도막식 방수재 시공

3.6.1 시공일반

(1) 도막식 방수재의 시공에 사용되는 기계기구는 접착제 도포에 이용되는 기계기구에 준한다.

(2) 방수재의 도포는 필요한 기계기구를 이용하여 고르지 못한 부풀음이 생기지 않도록 균일하게 도포되도록 하고, 방수재 도포는 교축직각방향과 교축방향으로 일정하게 도포하고, 이 경우 도막의 부착을 위하여 충분한 시간을 가지고 단계적으로 도포하여야 한다.

(3) 각 층의 양생시간은 사용하는 재료에 따라 다르지만 층간의 접착을 위하여 충분히 양생하여야 하고, 양생시간이 충분하지 않을 경우는 가열기구를 이용하여 촉진양생을 실시하는 등의 조치가 필요하다.

(4) 방수재 양생 중에는 차량 주행, 중량물 재하, 기름 등에 의하여 도막이 손상되지 않도록 하여야 한다.

(5) 도막식 방수층에 발생한 직경 3 mm 이상의 기포는 제거하여야 하며, 3 mm 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 때에는 제거하여야 한다.

(6) 프라이머의 표준 사용량은 0.2 ℓ /㎡ ~ 0.5 ℓ /㎡ 이며, 재료사양에 따라 변화할 수 있으므로 시험시공을 실시 후 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(7) 프라이머는 도포 후 20분 ~ 60분 동안 건조 양생시켜야 한다.

(8) 표준 사용량은 각 제품에 따라 다르므로 시공 전에 시험 시공을 실시하여 그 결과에 대하여 감독자의 승인을 받은 후에 시공하여야 한다.

(9) 도막방수공사에 있어서 방수성능을 충분히 확보하기 위한 시공두께는 재료의 성능 면에서 1.0 mm 이상이 되어야 한다.

(10) 방호벽 및 중분대와 접촉하는 단부는 포장 상부층의 높이 이상 치켜 올리도록 한다.

(11) 배수구, 신축이음장치, 보 · 차도 등의 경계부는 불연속구간이 생기지 않도록 충분히 치켜 올려 도포한다.

3.6.2 합성고무계의 도포

(1) 롤러와 도포기로 방수재가 바닥에 밀착되도록 균일하게 도포한다.

(2) 각 층 도포 시간간격은 제품 사양에 따르며, 양생기간을 엄수하고 다음 층의 도포를 시행한다.

(3) 직경 3 mm 이상의 기포는 터트려 제거한 후에 다음 층의 도포를 시행한다.

(4) 최종 층에서는 특히 얼룩에 주의하고 소정의 두께가 확보될 수 있도록 균일하게 도포한다.

(5) 양생 후 시공두께 확보 유무를 확인한다.

(6) 포장과의 접착용 택코트를 도포하는 경우는 도포량을 엄수하여야 하며, 얼룩이 생기지 않게 주의한다.

3.6.3 고무아스팔트계의 도포

(1) 접착용 아스팔트의 용해 온도는 210 ℃ 정도이며, 전용 용해 가마를 사용하여야 한다.

(2) 용해할 때는 소화기를 준비하고, 과열과 부분 가열은 피하여야 하며, 가마 주변은 오염되지 않도록 양생시트를 깐다.

(3) 고무아스팔트 방수재는 규정두께를 확보할 수 있도록 롤러를 이용하여 균일하게 도포하여야 하며, 바닥판의 패임부에 과다 도포되어 재료가 고이지 않도록 한다.

(4) 직경 3 mm 이상의 큰 기포는 터트린 후에 다음 층의 도포를 시행한다.

(5) 신축이음부 및 배수구 주위는 꼼꼼히 도포한다.

(6) 시공두께 확보 유무를 확인한다.

3.6.4 합성수지계의 도포

(1) 액상의 주재인 합성수지와 경화제 등을 적정 비율로 혼합한다.

(2) 바닥판의 패임부에 재료가 과다 도포되어 고이지 않도록 한다.

(3) 롤러 및 스프레이 등을 사용하여 도포한다.

(4) 직경 3 mm 이상의 큰 기포는 터트려 제거한 후에 다음의 공정의 도포를 시행한다.

(5) 규정두께가 확보될 수 있도록 균일하게 도포하고, 시공두께 확보 유무를 확인한다.

(6) 규사가 한 곳에 집중이 되지 않게 스코프로 균일하게 살포하고, 잉여 규사는 닦아 낸다.

3.7 배수 처리

(1) 배수층의 시공에 있어서 방호벽이나 중분대 측의 배수장치는 포장층을 통하여 침투한 물을 방수층 상면에서 신속하고 원활하게 배수를 목적으로 설치한다.

(2) 배수구는 먼지나 이물질 등으로 인한 막힘이 발생할 수 있으므로 방수층을 시공하기 전에 깨끗이 청소되여야 한다.

(3) 배수구 안에 접착제나 방수재가 들어가지 않도록 사전에 입구를 막아 놓는다.

(4) 방수시트의 겹침부가 있을 경우는 시트면이 배수구 보다 아래에 있지 않도록 한다.

3.8 현장 품질관리

3.8.1 품질관리 항목

품질관리의 항목은 다음 표 6-9-18를 따른다.

표 6-9-18 품질관리 항목

구 분	항 목	방 법	횟수 또는 범위
RC 바닥판	수분량	고주파 수분계	전면 (5회/1경간)
	양생기간	타설후 경과일 수	전면
	평탄성	스틸자 이용	전면
접착층	도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공 중 수시, 시공 후 1회)
	도장얼룩	전면 육안 조사	
	기 포	전면 육안 조사	
	흠 집	전면 육안 조사	
시트식 및 복합식 방수층	두 께	막 두께 측정용 다이얼게이지 마이크로메타, 버니어캘리퍼스	전면 (9점/1경간, 시공 중 및 시공 후)
	접착용 AP 도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (1회/40 ㎡)
	벗겨짐	전면 육안 조사	
	주 름	전면 육안 조사	
	기 포	전면 육안 조사	
	얼 룩	전면 육안 조사	
	겹침폭	겹침부위 전구간 측정	
도막식 방수층	두 께	막 두께 측정용 다이얼게이지 마이크로메타, 버니어캘리퍼스	전면 (9점/1경간, 도포 후)
	도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공 중 수시, 시공 후 1회)
	기 포	전면 육안 조사	
	흠집	전면 육안 조사	
	도장얼룩	전면 육안 조사	
줄 눈	프라이머 도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공 중 수시, 시공 후 1회)
	빈 틈	전면 육안 조사	
	충진후 유출	전면 육안 조사	
단부처리	치켜올림 높이	정규자로 측정	모든 개소
배수처리	구멍공	육안 조사	각 배구수
	배수구 단부	육안 조사	

주) 두께에 대해서는 방수재 시공 후 포장층 포설 전에 방수재가 완전 경화된 상태에서 표 6-9-8의 방법에 따라 측정하고, 포장층을 포설한 후의 두께 측정은 시편을 코어링 및 기타 적절한 방법으로 채취하여 측정 횟수 및 빈도는 감독자의 지시에 따르도록 한다.

3.8.2 품질관리의 기록

품질관리는 각 시공단계 및 시공 후에 실시하며, 아래의 표 6-9-19를 참고로 한다. 그러나 방수층의 종류, 교량형식, 현장조건 등에 따라 감독자가 필요하다고 판단되는 항목을 추가할 수 있다.

표 6-9-19 품질관리 기록표

<table>
<tr><td colspan="2">공사명</td><td colspan="2"></td><td>교 량 명</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">시공업자명</td><td colspan="2"></td><td>교량형식</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">일기</td><td colspan="2"></td><td>교량연장</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">온도</td><td colspan="2">℃</td><td>시공일시</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">풍속</td><td colspan="2">m/s</td><td>일 시공면적</td><td>㎡</td></tr>
<tr><td colspan="2">상대습도</td><td colspan="2">%</td><td>전체 시공면적</td><td>㎡</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">바닥판의 상태</td><td>마무리</td><td colspan="3">솔질, 흙손, 기타</td></tr>
<tr><td>배수구</td><td colspan="3">없음, 있음 (　　)개소</td></tr>
<tr><td>수분량</td><td>%</td><td>양생기간</td><td>주, 일</td></tr>
<tr><td>이물질</td><td>있음, 없음</td><td>강　　도</td><td>kg/㎠</td></tr>
<tr><td>평탄성</td><td>양호, 불량</td><td>레이턴스</td><td>있음, 없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">방수층의 종류</td><td colspan="4">시트식, 도막식, 복합식, 기타 : 제품명(　　)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시 공</td><td>청소방법</td><td colspan="4">빗질, 콤프레샤, 진공청소기, 기타(　　)</td></tr>
<tr><td>시공방법</td><td colspan="4">롤러, 솔, 스프레이, 인력시공, 기계시공, 기타(　　)</td></tr>
<tr><td>양생기간</td><td colspan="4">일, 시간, 분</td></tr>
<tr><td rowspan="9">품질관리
이상유무</td><td>두　　께</td><td colspan="2">기준값 이하, 이상</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>얼　　룩</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>기　　포</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>흠　　집</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>주　　름</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>벗 겨 짐</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>줄 눈 공</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>단부처리</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td>배수구부</td><td colspan="2">있음, 없음 (상태　　)</td><td>처리방법</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">재료
사용량</td><td rowspan="3">규정
사용수량</td><td>제품명</td><td>단위 사용량</td><td>시공면적</td><td>소정의 사용량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">현장
사용수량</td><td>제품명</td><td>단위수량</td><td>시공면적</td><td>소요된 사용량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">기타 특기사항</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">작 성 자</td><td colspan="2"></td><td>연 락 처</td><td></td></tr>
</table>

3.8.3 품질의 합격판정 기준

(1) 방수층을 시공한 후 공정 및 품질은 표 6-9-20의 인장접착성 및 표 6-9-21에 표시한 기준에 합격하여야 한다.

(2) 접착성능과 규정 두께는 반드시 기준에 적합하여야 하고, 두께는 아스팔트 포장층을 포설하기 전에 실시하여야만 측정이 용이하고 방수층에 손상을 주지 않는다.

(3) 포장층 포설 후 두께 측정이 반드시 필요한 경우는 접착성능을 검사할 때 병행하도록 한다.

표 6-9-20 교면 방수층의 품질 기준

시험 항목		시험온도(℃)	시험방법	기 준
방수성 (㎖)		20	교면방수재의 설계 · 시공 및 품질관리 지침 시험편	감수량 0.5 이하
내끌충격저항성		10, 25, 40		합 격
전단접착성	강도 (MPa)	-10		0.8 이상
		20		0.15 이상
	신장률 (%)	-10		0.5 이상
		20		1.0 이상
인장접착성	강도 (MPa)	-10		1.2 이상
		20		0.6 이상
수침 7일 후의 인장접착성	강도 (MPa)	20		수침 전의 70 % 이상

표 6-9-21 품질의 합격 판정 기준

구 분	항 목		합격판정 기준
RC 바닥판	함수비		10 % 미만
	양생기간		타설후 2주 이상(속경성 재료 사용할 때는 단축 가능)
	평탄성		3 m에 10 mm 이하
접착층	도포량		소요의 규정량 만족
	도장얼룩		이상 없는 것
	기 포		이상 없는 것
	흠 집		이상 없는 것
시트식 및 복합식 방수층	두께	시트식	접착형 : 3.0 mm 이상, 융착형 : 3.5 mm 이상
		복합식	도막 2.0 mm 이상, 시트 1.0 mm 이상, 합성두께 3.0 mm 이상
	접착제 도포량		소요의 규정량 만족
	벗겨짐		이상 없는 것
	주 름		이상 없는 것
	기 포		이상 없는 것
	얼 룩		이상 없는 것
	겹침폭	시트식	100 mm 이상
		복합식	50 mm 이상
도막식 방수층	두 께		1.0 mm 이상
	도포량		소요의 규정량과 두께를 만족
	기 포		이상 없는 것
	흠집		이상 없는 것
	도장얼룩		전면 육안 조사
줄 눈	프라이머도포량		소요의 규정량 만족
	빈 틈		발견되지 않는 것
	충진후 유출		발견되지 않는 것
단부처리	치켜올림 높이		표층 높이 이상
배수처리	구멍공		이상 없는 것
	배수구 단부		이상 없는 것

주) 발생한 기포는 완전히 제거하여야 하지만 방수층의 접착성, 방수성 및 포장층에 악영향을 미치는 위험이 없는 작은 기포들까지 제거하는 것은 그 노력을 감안할 때 합리적이지 못하다. 일반적으로 접착제 및 도막식 방수층에는 직경 3 mm 정도, 시트식 방수층에는 직경 5 mm 정도를 한도로, 그 이상의 기포는 없애야 한다. 단, 이 크기 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 교통량이 많은 경우 포장에 악영향을 미친다고 판단될 때에는 필수적으로 제거하도록 한다.

(4) 방수 시공 중 나타나는 일반적인 하자의 발생원인과 그에 대한 대책 방안은 아래 표 6-9-22과 같다.

표 6-9-22 하자 발생원인 및 대책방안

구 분	하 자	원 인	대 책
바닥판	· 블로홀 · 블리스터	· 바닥면의 요철 · 콘크리트의 건조상태 · 바닥면의 청소불량 및 오염	· 콘크리트 양생기간 준수(보통 콘크리트를 타설할 때 최소 2주 이상) · 콘크리트 바닥판 표면 조정작업 (평활도 3 m마다 10 mm 이하) · 바탕의 건조상태 확보(고주파 수분계 이용, 표면 함수비 10 % 이하) · 바탕면 청소철저(블라스트 및 진공청소기) · 레이턴스층 완전 제거
방수재	· 방수재 파손 · 탈락 · 아스콘 탈락 · 밀림	· 방수재료의 기초물성 · 방수재의 두께 부족 · 방수재의 배합 · 전단 및 인장접착강도 불량 · 과도한 교면의 경사	· 중교통 노선, 곡선부, 경사로 등은 인장접착 및 전단강도가 큰 재료 선택 · 품질검사전문기관에 품질시험(방수재 및 방수층) 의뢰 · 배합비의 준수(적정고무함량 규정) · 도막식 2회~4회 겹침 도포 · 도막두께 준수(완전 건조 후 두께 1.0 mm 이상) · 시공 후 시트 두께 준수(접착형 3.0 mm 이상, 융착형 3.5 mm이상) · 복합식 방수재 시공 두께 3.0 mm 이상 준수
시공	· 방수재 손상 · 방수재 접착력 상실	· 재료별 시공시방 미준수 · 공사차량 조기 진입 · 일사광, 비, 바람, 먼지 · 염분이나 기름 등 이물질 · 포장층의 두께 부족 · 아스콘 포설온도 및 다짐 온도의 낮음	· 지촉건조시간 및 가사시간 준수 · 도포작업 시간간격 준수 · 포장층을 포설할 때 방수재 경화시간 준수 · 고온다습, 직사광선일 때 시공자제 · 동절기 5 ℃ 이하에서는 시공 불가 · 배수처리 시설 철저 · 포장층 두께 75 mm 이상 확보 · 아스콘 혼합물 온도규정 준수 (일반 밀입도 130 ℃, SMA 150 ℃ 이상)
양생	· 기포발생 · 방수재 손상	· 강한 일사광으로 인한 기 공부의 수증기 팽창압 발생 · 양생할 때 완전 경화 전의 강우	· 강한 일사광에서는 양생막 설치 · 양생시간 준수(제조사 시방 규정) · 방수층 시공 후 가능한 빠른 시간 내에 방수 보호층 시공

6-9-5 교면 포장

이 시방은 9-8절의 해당 사항에 따른다.

6-9-6 교량점검시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로교의 유지관리용 부대시설 중 고정식 점검시설의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 고정식 점검시설은 점검계단, 점검 통로 및 출입사다리와 그 부속시설, 그리고 점검용 조명설비를 포함한다.

1.2 관련 시방절

6-7-1 강교제작 및 가설

1.3 참조표준

1.3.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.2 한국산업표준(KS)

KS B 0810 금속재료 충격 시험방법
KS B 1002 6각볼트
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트
KS B 1012 6각너트
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3529 용접구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3530 일반 구조용 경량형강
KS D 3542 고 내후성 압연강재
KS D 3558 일반 구조용 용접경량 H형강
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관
KS D 4101 탄소강 주강품
KS D 4118 도로 교량용 주강품
KS D 4301 회주철품

1.3.3 관련지침

교량점검시설 설치 지침(국토해양부, 2003.4)

1.4 용어의 정의

(1) 점검계단 : 교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 교대로 접근하기 위해서 설치하는 계단식 접근시설

(2) 점검통로 : 고소용 접근장비를 이용하여 접근이 불가능한 교량부재의 점검 및 유지관리를 위해서 설치하는 통로식 접근시설

(3) 출입사다리 : 교량 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검통로로 도달하기 위하여 설치하는 승강 사다리

(4) 이동식 접근장비 : 사다리, 점검대차, 굴절식 점검차, 고소작업대 등 고소 부재에 접근할 수 있는 장비

(5) 점검용 조명설비 : 상자형 거더교의 박스 내부에 설치하는 조명 및 조명용 전기설비

1.5 설치기준 및 규격

(1) 설치기준 및 설계하중은 국토교통부에서 발행한 '교량점검시설 설치지침'을 참조한다.

(2) 점검통로 및 출입사다리는 교량 부재에 고정시키는 구조로 한다.

(3) 점검통로는 지지대, 통로(바닥), 난간, 출입사다리로 구성한다.

(4) 난간은 원형 또는 구형 파이프 구조로 하고, 핸드 레일은 3단으로 한다.

(5) 출입사다리는 추락 방지 원형지지대가 있는 구조로 한다.

(6) 점검계단 및 점검통로의 규격은 표 6-9-23에 따른다.

표 6-9-23 점검 계단 및 점검 통로의 규격

구 분		규 격
점 검 계 단		- 유 효 폭 : 0.60 m
출입 통로	통 로	- 유 효 폭 : 0.80 m ※ 유효폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로부터 난간 내측까지 거리임
	난 간	- 유효 높이 : 1.0 m - 난간 레일 : 3 단 - 레일수직간격 : 0.3 m
	출입사다리	- 발 판 폭 : 0.5 m - 원형 지지대 내경 : 0.6 m

2. 재 료

2.1 사용재료

2.1.1 구조용 강재

(1) 강재의 규격은 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542, KS D 3530, KS D 3558 또는 동등 이상이어야 한다.

(2) 충격시험은 KS B 0810을 만족하여야 한다.

2.1.2 강 관

강관의 규격은 KS D 3566, KS D 3568 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.3 볼트 및 핀

(1) 6각볼트 및 너트 : KS B 1002, KS B 1012

(2) 마찰 접착용 고장력 6각볼트 · 6각너트 · 평와셔의 세트 : KS B 1010

2.1.4 주조품의 규격

주조품의 규격은 KS D 4101, KS D 4118, KS D 4301 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.5 용접전극

6-7-1절 참조

3. 시 공

3.1 점검계단

(1) 점검계단의 경사는 앞성토 경사나 교대가 가설되어 있는 현장 지형의 경사와 유사하도록 한다.

(2) 앞성토가 있는 교대 앞에 성토 또는 블록쌓기를 하여 점검로(폭 1.0 m)를 설치하는 경우, 점검계단의 계단참 위치와 제원은 점검로의 높이(주형 하단으로부터 1.5 m)를 고려하여 결정한다.

3.2 점검통로

(1) 점검통로 및 부속물은 강도, 내식성, 내구성이 우수한 재질(스테인레스, 알루미늄 등)로 설치한다.

(2) 염해 우려지역에 가설되는 교량에 설치하는 점검통로는 염해에 문제가 없는 재질로 설치한다.

(3) 강부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재를 본체에 용접으로 미리 설치하고 연결부재와 점검통로 설비는 볼트로 체결하는 것으로 한다.

(4) 콘크리트 부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재는 매입형볼트(embeded bolt) 또는 앵커볼트(set anchor bolt) 등 고정력이 우수한 연결재를 사용하여

콘크리트에 고정하거나, 견고한 걸이식 구조 등으로 한다. 앵커볼트의 간격 및 수량은 지지력 및 앵커 근입 깊이를 계산하여 산정한다.

(5) 앵커볼트는 콘크리트 내부에 있는 철근의 위치를 피해서 설치하여야 하며, 앵커용 천공위치는 콘크리트 부재의 박락을 방지하기 위하여 단부에서 150 mm 이상 이격된 곳으로 선정하도록 한다.

(6) 연결용 볼트는 진동 등에 의한 풀림을 고려하여 반드시 풀림방지 너트 혹은 스프링와셔를 사용하고, 내식성이 우수한 제품을 사용한다.

(7) 설치시기는 교각 또는 상부구조를 시공할 때에 설치하여야 한다. 단, 후속 공정 및 상부공 등 작업에 지장이 있는 경우에는 공사여건에 따라 정한다.

3.3 출입사다리

(1) 출입사다리 발판은 부재 또는 벽면에서 150 mm 떨어져 설치한다.

(2) 교량 상부에 출입사다리를 설치하는 경우, 출입사다리 입구에 시건장치를 설치한다.

(3) 출입사다리를 지상에서 승강하는 방식으로 설치하는 경우 일반인(특히, 어린이)이 접근할 수 없는 높이로 설치한다.

(4) 하천 교량에 설치하는 출입사다리는 하류 쪽으로 설치하여 홍수일 때 상류에서 떠내려 오는 유송잡물이 걸리지 않도록 한다.

6-9-7 교량배수시설공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량의 배수공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 적용범위

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.2.2 한국산업표준(KS)

KS D 6008 알루미늄 합금주물

KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재

KS M 3333 배수 및 하수용 플라스틱 배관계-불포화 폴리에스테르 수지 유리섬유 강화 플라스틱(GRP)-압력 및 비압력 배관

2. 재 료

2.1 재 료

배수관은 직경 50 mm 이상의 스테인리스관, 알루미늄 또는 경질염화 비닐관, 또는 FRP관으로 KS 규격 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

(1) 배수시설은 도면에 표시된 대로 시공하여야 하며, 도면에 해당사항이 없는 경우도 배수시설 주변은 적절한 보강조치를 취하여야 한다.

(2) 포장구조물이 완공될 때까지 감독자가 지시하는 바에 따라 약 25 mm의 가배수공을 설치하여야 한다.

(3) 배수구의 간격은 20 m 이하로 하여야 한다.

(4) 교량 신축이음장치의 하류 측에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다.

(5) 교량 신축이음부를 통하여 받침부 등으로 우수가 유입되지 않도록 유의하여야 한다.

3.2 배수구 설치위치

(1) 배수구의 간격은 설계도서 또는 감독자가 지시하는 위치에 설치하여야 한다.
(2) 배수구의 설치높이는 배수구 위치의 포장면 보다 20 mm 아래로 하고, 배수구의 측면에 구멍을 뚫어 침투수가 바닥판에 체수되지 않도록 하여야 한다.
(3) 배수구 측면에 구멍이 없는 경우 배수구의 설치높이는 배수구위치의 바닥판면 보다 5 mm 낮게 설치한다.
(4) 배수구의 설치위치는 차도부와 연석이 접하는 부분에 설치한다. 다만, 부득이한 경우 연석 및 난간 내에 설치할 수도 있다.
(5) 종단곡선이 오목하게 된 경우 중앙에 배수구를 설치하여야 한다.
(6) 완화곡선구간 및 배향곡선구간의 변곡점 부근에서 횡단경사가 수평 또는 수평에 가까우므로 차도 양측에 배수구를 설치하여야 한다.
(7) 강바닥판에 배수구를 설치할 때에는 강상판과 틈이 발생하여 누수가 되지 않도록 정밀용접 시공한다.
(8) 배수구는 부식방지를 위한 방청 및 도장을 한다.

3.3 배수관의 설치방법

3.3.1 시공 일반

(1) 설계도서에 특별히 명기된 경우를 제외하고는 배수관의 형상은 원형으로 하고 직경 150 mm 이상으로 하며, 계획 강우량의 3배를 배수시킬 수 있는 단면으로 하여야 한다.
(2) 배수관의 철물은 부식방지를 위한 방청 및 도장을 하여야 한다.
(3) 배수관에서 상부공과 하부공의 접속부에는 연결관을 두어 상하부를 연결한다. 상부공과 경사배수관 연결부에는 청소구를 두어 배수관이 막힐 경우 청소가 가능하게 하여야 한다.
(4) 배수관의 경사는 3 % 이상으로 한다.
(5) 배수관은 유도 수로를 교각으로 연결하여 배수처리하며, 배수구의 위치는 지표에서 300 mm 이격하는 것으로 한다.
(6) 배수용 강판은 교량 하부에 고정 설치하여야 한다.

3.3.2 경질염화비닐관

(1) 경질염화비닐관을 사용하는 경우에는 관에 작용하는 온도응력을 고려하여야 한다.
(2) 횡관이 2개 이상의 배수구와 직결되는 경우에는 중간에 1개의 신축이음을 설치한다.
(3) 종관으로는 슬리브관을 사용하고, 접속부에는 접착제를 사용해서는 안 된다.

3.3.3 알루미늄 배수관

(1) 알루미늄 배수관을 사용하는 경우 연결관은 유지보수가 용이하도록 탈부착식을 사용한다.

(2) 각 이음부는 유동이 없도록 단단히 고정하고, 연결부위는 용접을 해서는 안 된다.

(3) 탈 · 부착식 연결관 부위는 누수방지용 실링재를 사용한다.

6-9-8 교량계측시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 전문기술자에 의하여 계측 시스템의 필요성이 요구되는 특수교량의 작용하중 및 구조물응답과의 상관관계를 분석하기 위하여 설치되는 각종 계측기의 설치와 관리의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 제출물

1.2.1 제출자료

계약상대자는 계약체결 후 2개월 이내에 다음에 명시한 자료들을 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(1) 장비의 규격 및 설명서
(2) 기술시방서
(3) 상세 설치방법 및 도면
(4) 공급자재 명세 및 자재별 규격
(5) 제품 검정 또는 교정 성적서

1.2.2 계측계획서

(1) 다음 사항을 고려하여 계측계획서를 작성, 제출하여야 한다.
① 공사의 개요 및 규모
② 교량의 구조적 형태
③ 공사의 공정
④ 계측목적, 계측방법 및 시스템의 구성
⑤ 계측기의 종류와 사양
⑥ 계측담당자 교육
⑦ 계측기의 설치 및 유지관리 방법
⑧ 계측 데이터의 수집 · 분석 및 관리기준값의 설정
⑨ 데이터의 보관
⑩ 교량 유지관리 계측 방안

(2) 교량의 이상을 조기에 감지할 수 있도록 계획되어야 한다.
(3) 계측기기는 장기적으로 유지관리 계측에 사용될 수 있도록 내구성이 보장되고 사용 실적이 있는 제품이어야 한다.
(4) 구조적인 거동 및 안전성에 영향을 미칠 수 있는 구간과 대표적인 단면을 선정하여야 한다.

(5) 설계도서 상의 계측항목에 대해서는 구조 안전성 해석 또는 관련 시방기준의 하한값에 근거하여 시공 단계별로 관리기준값을 제시하고, 한계값을 초과할 때 대책방안 등에 대해 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2.3 사용설명서 및 부품책자

계약상대자는 계약체결 후 2개월 이내에 사용설명서와 부품책자를 제출하여야 한다. 각 계측기기에 대한 취급설명서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 일반사항

① 계측기의 용도와 적용범위
② 계측기의 기본측정 원리
③ 시스템의 측정범위
④ 설치요령

(2) 작동 및 측정순서

① 측정준비 및 세부적인 순서
② 사용자 및 장비에 관련된 주의사항
③ 기기 설치 후 초기치 설정 방법
④ 초기치 설정 이후의 계측데이터 획득 방법
⑥ 측정할 때 필요한 기구 및 준비물의 목록

(3) 보수 및 유지관리

① 현장상태로의 보관에 관한 사항
② 소모품 교체시기 및 방법에 관한 사항
③ 측정 전 · 후의 현장점검 사항
④ 소모품을 포함한 예비부품의 추천목록

1.3 품질관리

1.3.1 계측의 측정단위

모든 통신, 기술내역서, 도면 등에서 측정단위로서 SI 단위를 사용하고 도면이나 인쇄물에서 다른 단위를 사용했을 때는 이에 상당하는 SI 단위를 첨부하여야 한다.

1.3.2 혹한기 가동대책

계측시스템은 혹한기에도 가동되도록 적절한 보호조치를 강구하여야 한다.

1.3.3 표찰과 명찰

제품에는 지침 표찰과 명찰을 부착하여야 한다.

1.4 검사 및 시험

(1) 계측기기 및 장비는 아래의 검사와 시험을 거쳐야 한다.
① 현장에서 인도할 때의 검사
② 현장에서의 조립 완성 후 시험작동
(2) 각 기기 출고 때의 검사 및 시험 성적서를 제출하여야 한다.
(3) 계측기의 초기화 방법과 계측값의 보정방법을 제공하여야 한다.

1.5 하자보증

계약상대자는 공사시행 중 소요되는 예비부품을 적시에 공급하여야 하며, 공사하자 기간 내 발생되는 고장 등은 즉시 수리하여야 한다.

1.6 기술지도와 관리

계약상대자는 전문기술자를 현장에 투입하여 다음과 같은 계측기 설치 및 관련 작업에 대하여 기술지도를 하여야 하며, 전담기술자를 배치하여 계측시스템의 설치 및 시험운영을 수행하여야 한다.
① 현장에서의 장비의 포장 해체
② 장비의 정밀도 검사와 시험작동 및 성능보증시험
③ 계측기 설치 감독
④ 감독자에 대한 기술지도 정보 및 자료 제공

1.7 유지보수

(1) 계약상대자는 공급한 장비의 적절한 유지보수를 위한 부품 및 소모품 내역을 제공하여야 한다.
(2) 장비는 효율적인 운전과 유지관리를 위한 모든 부속품을 갖추어야 하며, 계약상대자는 부속품에 관하여 사양서에 명시하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 계측기의 설치

3.1.1 센서 설치 위치

각 계측 항목별 센서의 설치 위치는 설계도서를 따른다.

3.1.2 계측시스템 구축 계획

(1) 각 위치별 계측기 및 기타 장비는 감독자가 승인한 도면과 같아야 한다.

(2) 각 지점의 계측기기 및 기타 장비는 구조물의 손상을 최소화하고, 노이즈 제거 및 유지관리가 용이한 최적 지점에 설치하여야 한다.

(3) 계측자료의 전송은 통신망을 이용한 원격전송을 사용하며, 케이블 연결 및 접속은 계약상대자의 과업에 포함되어야 하고, 통신규격은 측정장비 제원에 포함한다.

(4) 계약상대자는 발주자가 지정한 전력 공급원으로부터 현장 계측기까지의 전력공급 계획서를 작성하여야 한다.

(5) 모든 전송장비는 향후 계측시스템이 확장 운영될 경우를 대비하여 호환성을 고려하여야 한다.

(6) 계측은 자동으로 수행되어야 하며, 계측기로부터 계측자료는 원격계측실의 컴퓨터로 전송되어 계측자료의 저장 및 분석이 가능하여야 한다.

(7) 각 지점의 계측기를 원격지에서 원격 제어하여 계측의 빈도를 조정할 수 있어야 한다.

(8) 모든 센서는 항시 작동상태에 있어야 하며, 일정한 관리치 이상의 모든 측정값을 상시 측정할 수 있어야 한다.

(9) 계약상대자는 위의 사항을 만족시킬 수 있는 프로그램을 내장한 자동계측 시스템을 현장에 구축하여야 한다.

3.1.3 계측기기 선정 및 설치할 때의 요구사항

(1) 계측기기는 반드시 사용범위, 정밀도, 정확도, 분해능, 민감도 및 내구성 등 발주자가 제시한 계측기기 사양서의 요구조건을 만족하여야 한다.

(2) 장기 자동계측시스템에 적합하도록 계측기기 및 운용프로그램을 선정하여야 한다.

(3) 계측기기는 외부의 영향으로부터 충분히 보호될 수 있도록 견고하게 설치되어야 한다.

(4) 계측자료 전송을 위한 케이블의 경우 장기계측용으로 적합한 제품을 선정하여야 하며, 케이블 배선 계획을 설치계획에 포함시켜야 한다.

(5) 계약상대자는 교량 내부에 적당한 장소를 선정하고, 자동계측기 설치를 위한 상세설계를 수립한다.

(6) 자동계측기 설치할 때 안정적으로 계측자료를 수집 · 저장 · 송신할 수 있도록 전원공급장치를 설치하고, 필요할 때에는 전압안전장치 · 낙뢰방지장치 · 제습장치 · 항온장치 및 방진장치 등의 부속기기를 설치하여야 한다.

3.1.4 계측항목 및 수량

계측항목은 시방서에 따르며, 필요할 때에는 계측항목을 변경 또는 추가할 수 있도록 계약상대자는 계측기기 설치 전 계측항목과 수량에 대하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 계측설비 및 기능

3.2.1 센서 및 데이터 로거의 선택

계측용 센서 및 데이터 로거를 선정하는 경우 최소한 두 가지 이상의 다른 계측형식 또는 회사 제품을 비교한 후 장기계측용으로 적합한 최상품을 선택하여야 하며, 이에 대한 근거를 명시하여야 한다.

3.2.2 센서 교체

각종 센서의 교체시기 및 방법, 교체 후 초기화 방법을 제공하여야 한다.

3.2.3 온도 범위

각 센서 및 데이터 로거의 작동은 온도범위가 최소한 −20 ℃ ~ 60 ℃ 범위 내의 기후조건에서 연중 사용하는데 문제가 없어야 한다. 보온장치가 필요한 센서에 대해서는 이를 따로 기술하여야 한다.

3.2.4 알람경보 전송 기능

계측치가 일정 관리기준치를 상회할 경우 원격계측실로 알람경보를 전송하는 기능이 있어야 한다.

3.2.5 계측데이터 관리

계약상대자는 자동계측기에 저장되는 계측데이터를 일정 주기마다 갱신하고, 모든 데이터베이스를 관리 · 운영하여야 한다.

3.2.6 계측시스템 장애 진단 기능

(1) 계측시스템의 작동상태를 상시 감시하고 장애가 발생한 경우, 이를 검출하고 장애 위치를 탐색할 수 있는 기능이 있어야 하며, 시스템의 장애상태를 원격지 터미널을 통하여 표시되어야 한다.

(2) 모든 장애 사항들은 발생 일시(초 단위)별로 원격계측실 컴퓨터에 기록되어야 하며, 그 내용이 모니터에 실시간으로 표시되고 프린터로 출력할 수 있어야 한다.

3.2.7 트리거 기능(triggering)

사용자가 설정한 기준치 이상/이하의 신호에 대해서 선별적으로 계측을 수행하도록 조절기능을 보유하여야 한다.

3.3 모니터링 소프트웨어

3.3.1 주요 기능

계측기를 제어하며 각 센서로부터 전달되는 신호를 관리하고, 분석하는 일련의 모듈을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 발주처 정보시스템의 H/W 및 S/W와의 호환성과 확장성을 고려하여 설계하여야 하며, 다음과 같은 기능을 포함하여야 한다.

(1) 신호 타입별, 센서 위치별 관리한계의 설정
(2) 트리거링에 의한 신호처리
(3) 전기신호의 공학단위 변환 기능
(4) 신호 분석 보고서 작성 기능
(5) 상태판정 이 후 경보 발령 기능

3.3.2 계측기 제어

소프트웨어로부터 계측기에 명령을 전달하여 설정상태 등을 변경할 수 있어야 한다.

3.3.3 실시간 신호 표현

계측기로부터 전달되는 신호를 모니터 상에 실시간으로 표현할 수 있어야 한다.

3.3.4 기타 기능

(1) 교량형상, 단면, 센서위치 등이 그래픽으로 구현되어야 한다.
(2) 시스템 운영 전문기관과 관리주체 간에 상시 데이터 공유가 가능하여야 한다.

제7장 터널공사

7-1 시공계획 및 준비공 ····· 887
7-2 터널측량 ····· 890
7-3 암반의 분류 및 활용 ····· 893
7-4 터널굴착 ····· 894
7-5 버력처리 및 운반 ····· 903
7-6 지 보 공 ····· 905
7-7 콘크리트 라이닝 ····· 922
7-8 배수 및 방수 ····· 928
7-9 갱 구 부 ····· 934
7-10 터널계측 ····· 936
7-11 타일붙임 및 내오염도장 ····· 942
7-12 시공 중 부대시설 ····· 944
7-13 전기 및 기계설비 ····· 946
7-14 공해방지 및 안전관리 ····· 947

제 7 장 터널공사

7-1 시공계획 및 준비공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널공사를 시행하기 위하여 필요한 시공계획서 작성 및 공사 준비에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 시공계획서와 함께 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 실시설계를 할 때 지형여건 및 민원 등으로 인하여 시추조사를 실시하지 못한 경우에는 추가 지반조사를 실시하고, 그 결과를 보고서로 제출하여야 한다.

(2) 설계 때의 지반조사 결과와 시공 중 지반의 상태가 상이하여 설계변경 등이 필요한 경우 추가 지반조사를 실시하고, 그 결과를 보고서로 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공계획

3.1.1 계약상대자는 터널공사를 시작하기 전에 터널 시공계획서를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다. 시공계획은 터널의 공사규모와 기간, 지반조건과 주변 환경 등을 고려하여 안전하고 경제적인 계획이 되도록 하여야 한다.

3.1.2 터널 시공계획서에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.
(1) 공정계획
(2) 시공방법
(3) 시공장비의 사양 및 장비 사용계획
(4) 작업장 배치도
(5) 버력처리계획
(6) 신축이음 시공계획
(7) 방수 및 배수계획(시공 중 차수 및 배수계획 포함)
(8) 터널 내장재(타일, 도장 등) 시공계획
(9) 계측관리 및 품질관리계획
(10) 작업장 환경 및 안전관리 계획
(11) 진동 및 소음 예방계획
(12) 폐수처리계획
(13) 건설 폐기물처리계획

3.1.3 공정계획에는 공사착공을 위한 사전 행정처리 기간과 작업장 및 공사장용 용지확보를 위한 보상기간 등의 준비 일정이 포함되어야 한다.

3.1.4 버력처리계획에는 터널 굴착으로 인하여 발생한 버력을 골재나 흙쌓기 재료로 이용하는 등의 활용방안이 포함되어야 한다.

3.2 준비공

3.2.1 터널공사를 시행하기 전에 먼저 기본설계 및 실시설계 단계에서 실시한 상세 지반조사 결과를 검토하고 확인하여야 한다.

3.2.2 상세 지반조사 결과가 부족한 경우 계약상대자는 추가로 지반조사를 실시하여야 한다. 추가지반조사 내용에는 지표지질조사, 시추조사, 물리탐사, 현장 및 실내시험 등이 포함된다.

3.2.3 추가 지반조사 결과가 설계도서와 상이한 경우, 계약상대자는 그 결과를 보고서로 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

3.3 시공 중 조사

3.3.1 시공 중에는 설계 당시 조사가 불충분했던 부분까지 상세히 조사를 실시하고, 이를 설계조건과 비교 · 분석하여 공사에 반영하여야 한다.

3.3.2 시공 중에도 지질, 자연환경, 주변 환경변화 등의 조사를 상시 실시하여 설계 조건과 대비함으로써 공사에 만전을 기하도록 하여야 한다.

3.3.3 용수, 온도, 환기문제 등의 제반사항에 대하여 정기적인 조사를 실시하

여야 한다.

3.3.4 계약상대자는 지반 또는 지질 기술자에 의한 막장 지질조사(face mapping)를 항시 실시하여야 한다. 또한 필요한 경우에는 감지공(probehole), 선진수평시추, 물리탐사, 터널전단면 용수변화 등의 지반조사를 실시하여야 하며, 시공 중 지반조사를 실시한 경우에는 지반조사 결과 보고서를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.4 시공방법의 변경

3.4.1 시공 중의 조사 및 분석을 통하여 시공방법이 현장조건에 부적합하다고 판단될 경우에는 즉시 안전시공을 위한 조치를 취하여야 한다.

3.4.2 현장여건에 의하여 시공방법을 변경할 필요가 발생한 경우에는 시공방법 변경계획서를 작성한 후 반드시 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.4.3 계약상대자는 터널 현장에 암반 및 지반공학, 지질 분야를 전공한 터널 전문가 1명 이상이 상주하도록 하여 터널공사를 전담하여 관리하도록 하여야 한다. 현장상주 터널 기술자는 터널전단면지질조사, 암반등급 분류, 지보형식 결정, 계측결과 검토, 각종 품질시험 관리 등을 수행하며, 공사 완료 후에는 전단면지질 기록부, 지보재 설치기록, 각종 품질시험 성과서, 계측결과 보고서 등 시공 관련 자료 및 보고서를 제출하여야 한다.

7-2 터널측량

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 시·종점 갱구부에 설치한 중심말뚝, 수준점에 대하여 상호 관계를 측량하고 확인하는 작업과 터널굴착이 진행됨에 따라 공사시행에 필요한 측량작업에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 시공계획서와 함께 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 터널측량 계획서

(2) 여굴 및 내공단면 기록부

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 측량일반

3.1.1 계약상대자는 터널공사에 필요한 측량계획을 수립하여 감독자에게 제출하여야 한다. 이때 측량방법은 그 지역의 지형조건·터널의 규모·시공방법 등에 따라 적합한 방법을 선택하여야 하며, 측량작업은 필요한 정밀도를 확보할 수 있도록 실시하여야 한다.

3.1.2 측량작업은 터널 외부측량과 터널 내부측량으로 구분하며, 측량방법을 순서대로 나타내면 표 7-2-1과 같다.

표 7-2-1 터널공사 측량

구 분	시 기	목 적	내 용	성 과
터널 외부 기준점 측량	설계 완료 후, 시공 전	굴착을 위한 측량 기준점 설치	삼각측량, 수준측량, 트래버스측량	기준점 설치, 중심선 방향 및 수준방향말뚝의 설치
터널 외부 세부측량	터널 외부 기준점 설치 후, 시공 전	터널 입구 및 가설 계획에 필요한 상세지형도 작성	평판측량, 수준측량	1/100~1/600 지형도
터널 내부 측량	시공 중	터널 내 중심선 설정 및 굴착, 지보재, 거푸집 설치상태 등의 조사	트래버스측량, 수준측량	터널 내 기준점 설치
작업 터널 에서의 측량	작업터널 완성 후	작업터널 내에서의 중심선 및 수준 도입	트래버스측량, 기준점측량 또는 특수측량 방법	터널 내 기준점 설치

3.2 터널 외부측량

3.2.1 터널 외부에는 터널 시공의 기준점을 설치하여야 하며, 기준점 상호간은 선형 확인에 필요한 정밀도를 유지하여야 한다.

3.2.2 기준점을 설치할 때에는 터널길이, 지형상황, 정밀도 등을 감안하여 적합한 방법을 선택하여 측량작업을 시행하여야 한다.

3.2.3 기준점들은 훼손, 이동의 우려가 없는 장소에 설치하고, 안전하게 보호하여야 한다.

3.2.4 터널 입구 및 터널 가설계획에 필요한 상세 지형측량을 실시하여야 하며, 상세 지형측량의 축척은 1/100~1/600로 하여야 한다.

3.3 터널 내부측량

3.3.1 터널 내부의 기준점 및 수준점은 터널 외부에 설치한 기준점으로부터 도입하며, 측량은 필요한 정밀도가 유지되도록 실시하여야 한다. 또한 터널 내부의 기준점 및 수준점은 시공 중에 움직이지 않도록 견고하게 설치하고, 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

3.3.2 터널 내부의 기준점 및 수준점의 간격은 직선부에서 100 m를 표준으로 하고, 곡선부에서는 터널의 곡선반지름 · 단면의 크기 · 경사도 등을 고려하여 적절한 간격을 결정하되 하나의 측점을 전후로 하여 적어도 2점 이상 관측될 수 있는 측점간격을 취하여야 한다.

3.3.3 측량작업을 할 때에는 조명, 환기, 작업공정 간의 마찰이 적은 시간대 지

정 등 필요한 조치를 취하여 관측 및 측정에 지장이 없도록 하여야 한다.

3.3.4 터널이 설계상의 평면 및 종단선형에 따라서 정확하게 시공되었는지 여부를 확인하기 위하여 선형 확인 측량을 실시하여야 하며, 굴진 때마다 발생하는 편차의 누적을 방지하기 위하여 매 막장마다 선형을 확인하여야 한다.

3.3.5 터널 내 측점의 검측은 굴진속도에 따라 적당한 빈도로 실시하되 감독자의 입회하에 터널 외부 기준점으로부터 실시하여야 한다. 검측횟수는 터널의 규모, 굴진속도, 시공방법에 따라 적어도 1개월에 1회 이상 실시하여야 하며, 감독자의 검측지시가 있을 때에는 즉시 검측을 실시하여야 한다.

3.3.6 내공단면 측정은 현장 상황을 고려하여 감독자의 지시에 따라 측정간격을 설정하여야 하며, 감독자의 지시가 없을 경우에는 5 m 마다 내공단면을 측정한다. 내공단면은 광파측량기 등을 이용하여 여굴량과 함께 측정한 후, 측정결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

7-3 암반의 분류 및 활용

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 굴착 및 지보 패턴 결정, 지보재 선정 등에 대한 터널 암반의 분류 및 활용 작업에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 암반의 분류

3.1.1 암반의 분류기준은 RMR 분류법, Q 분류법 및 유사 암반 조건의 시공실적에 의하여 평가하여 분류할 수 있으며, 분류기준에 대한 세부사항은 전문가의 의견을 참조하여 감독자의 승인을 받아 결정한다.

3.1.2 암반의 분류방법은 암질조건, 지하수상태, 절리 등을 고려하여 결정하여야 한다.

3.1.3 암반의 분류기준은 계획단계에서부터 조사, 설계, 시공, 계측의 전 과정에서 일관성 및 객관성을 유지하여야 하며, 분류기준을 변경할 경우에는 타당한 사유를 제시하여 감독자의 승인을 받은 후 변경하여야 한다.

7-4 터널굴착

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 내부의 굴착공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 시공계획서와 함께 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 터널 전단면(face mapping) 지질 기록부
(2) 전일(前日) 굴착작업 기록부
(3) 발파굴착 시공계획서
(4) 선행굴착부 계측값 변화 기록부
(5) 기계굴착 시공계획서(필요할 때)

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 터널 굴착패턴은 설계도서에 제시된 암반분류 기준에 의거하여 결정하고, 필요할 때에 발파진동 및 소음을 고려하여 결정한다.

3.1.2 굴착을 할 때는 설계도서에 제시된 기준에 의하여 매 막장마다 막장조사 및 시험을 실시하고, 그 결과를 터널 막장 지질 기록부에 기록하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.3 암질에 따라 표준단면 및 지보형식을 변경할 필요가 있는 경우에는 감독자의 검측을 받아야 한다.

3.1.4 굴착방법은 원지반이 가지고 있는 지보능력을 최대한 활용할 수 있는 방법을 채택하여야 한다.

3.1.5 굴착공법은 지반조사를 통한 암반분류 및 원지반의 자립성에 기초하여 선정하며, 보조공법의 적용도 수용할 수 있도록 결정하여야 한다.

3.1.6 굴착공법에는 전단면 굴착 · 분할 굴착이 있으며, 분할 굴착은 수평분할 굴착 · 연직분할 굴착 및 선진도갱 굴착으로 구분하며, 전단면 굴착은 터널 상 · 하반을 동시에 굴착하는 공법으로, 터널 단면적이 작거나 지반의 자립성과 지보능력이 적합한 경우에 적용한다.

3.1.7 수평분할 굴착은 터널의 상반, 하반 또는 인버트로 분할하여 굴착하는 공법으로 막장면의 자립시간이 적어 전단면 굴착이 곤란한 경우에 적용한다.

3.1.8 연직분할 굴착은 터널을 좌우로 양분 또는 삼분할하는 공법으로 터널 막장면의 안정을 증대시키고 지표면 침하량을 저감시킬 목적으로 적용한다.

3.1.9 굴착은 설계도서에 따라 시행하되 시험시공 등을 통하여 현장여건에 적합하게 굴착공법, 굴진장 등을 변경하여 시행할 수 있으나 사전에 감독자에게 승인을 받아야 한다.

3.1.10 굴착은 설계도서에 제시된 시공순서를 참고하되 현장 여건에 적합하게 작성된 시공계획서에 따라 진행하여야 하며, 굴착방법을 변경할 필요가 생긴 경우에는 사전에 감독자에게 보고하여 확인을 받아야 한다.

3.1.11 터널굴착작업 공종별로 작업시간 계획을 수립하여 합리적인 시공이 이루어질 수 있도록 굴착계획을 수립하여야 한다.

3.1.12 터널굴착 중 막장 붕괴 등이 발생될 경우 신속하게 감독자에게 보고하고 확인한 후 임시보강을 통하여 붕괴 규모가 증대되지 않도록 적절한 조치를 취하여야 한다

3.2 굴착기록관리

3.2.1 계약상대자는 굴착작업의 정확한 기록을 유지하여야 하며, 감독자에게 전일 굴착작업 기록의 사본 1부를 제출하여야 한다.

3.2.2 계약상대자는 터널굴착 작업일지를 효율적으로 기록 관리하기 위하여 필요에 따라 사진촬영 또는 비디오 촬영을 하여 기록 관리하여야 한다.

3.3 터널 전단면 관찰 및 조사

3.3.1 전단면 관찰을 할 때에는 다음 사항들을 조사하고 암반분류를 실시하여 적용, 지보패턴의 적정성 및 변경 필요성을 확인하여야 하며, 전단면 지질 기록부를 작성하여 제출하여야 한다.

(1) 전단면 지반상태 : 암종, 풍화정도, 고결정도, 강도, 암반등급(RMR 혹은 Q-system), 지질 분포, RQD 등
(2) 지하수 상태 : 유출 위치 및 형태, 유실 유무, 유출량, 지하수가 지반의 특성변화에 미치는 영향 정도 등
(3) 불연속면(단층, 습곡, 절리, 층리 등)의 상태 : 불연속면의 간격, 길이, 틈새, 거칠기, 풍화상태, 충전물의 유무 및 성상, 방향성(주향 및 경사), 터널 굴착방향과의 관계 등
(4) 전단면의 붕괴 여부, 붕괴 가능성 및 예상 규모
(5) 기타 필요한 사항

3.3.2 전단면 관찰자는 암반 및 지반공학, 지질분야를 전공한 자 또는 동등 이상의 자격이나 경험을 구비한 자로서 전단면 관찰 결과를 바탕으로 터널 지질도를 작성할 수 있는 자이어야 한다.

3.3.3 전단면 조사 결과 실제 지반상태가 설계할 때의 적용조건과 상이하여 설계보완이 필요한 경우에는 안정성 검토에 필요한 추가 지반조사를 실시하여야 하며, 터널 전단면 전방탐사를 실시할 경우에는 다음의 내용을 따른다.

(1) 터널 전단면 전방탐사는 미굴착 전단면 전방의 지반상태를 파악하기 위하여 실시한다.
(2) 계약상대자는 탐사실시 전 기존자료를 기초로 지질구조(지층의 주향, 경사, 단층파쇄대, 지하수, 암종의 변화)의 개요를 파악한 후 측선을 설정하고, 측정방식과 송신점 및 수진점의 간격을 결정하여야 한다.
(3) 측선은 터널축을 따라 가능한 한 기복이 적도록 하여, 일직선상에 설정하며, 측선위치는 탐사목적, 지질구조, 탐사대상심도, 갱내설비 상황 등을 고려하여 결정한다.
(4) 터널 전단면 전방탐사는 터널 시공 중에 이루어지므로, 탐사결과의 해석 및 평가는 사전조사, 사전설계 및 시공 중의 관찰, 계측 및 시공자료 등을 반영하여 종합적으로 수행되어야 한다.
(5) 계약상대자는 터널 전단면 전방탐사로부터 얻어진 결과를 감독자에게 제출하여야 하며, 탐사위치 및 측선배치도, 측정자료 및 전산처리결과, 전단면 전방 단층파쇄대의 탐사해석결과(전단면과의 이격거리, 터널과의 교차각도, 방향 등) 등이 포함되어야 한다.

3.3.4 지보패턴을 결정할 때 전단면 조사는 육안 확인 가능 부분에 대한 조사이므로 전단면 상부지질에 대해서도 고려하여 종합적으로 판단하여야 한다.

3.4 기계굴착

3.4.1 기계굴착은 굴착수단을 인력이나 발파에 의존하지 않고 기계로 굴착하는 방법이며, 계약상대자는 지반의 이완을 최소화하고 막장의 안정을 유지하며, 여굴이 적게 발생하도록 하여야 한다.

3.4.2 굴착기계는 지반조건, 주위환경, 터널단면의 크기 및 형상, 터널연장, 굴착공법, 버력처리 방법, 경제성 등을 고려하여 선택하여야 한다.

3.4.3 쇼벨, 브레이커 등의 커터붐 기계굴착은 절리가 심하게 발달한 암반이나 토사지반에 적용한다.

3.4.4 붐 기계굴착을 실시하는 경우에는 굴착패턴을 준수하고, 기계운전에 의하여 지반이 약화되지 않도록 하여야 한다.

3.4.5 TBM(Tunnel Boring Machine)공법은 암반강도, 지질구조의 발달상태 등을 검토하여 Open TBM 또는 Shield TBM공법의 적용여부를 결정하여야 한다. TBM공법을 적용할 경우에는 해당 지반에 적합한 커터의 종류 · 커터 헤드의 회전수 · 추력 등을 정하고, 굴착 효율의 향상과 사행굴착이 발생되지 않도록 운전관리를 하여야 한다.

3.4.6 계약상대자가 터널굴착을 위하여 TBM을 사용하고자 하는 경우에는 시공공정, 시공설비, 선형관리, 시공 중 조사, 작업장 배치, 버력처리, 운전관리, 지보재 시공, 품질관리, 환경 및 안전관리, 계측관리 등을 포함하는 TBM터널 시공계획서를 작성하여 공사 개시 전에 감독자에게 제출하여야 한다.

3.4.7 계약상대자가 굴착공법으로 쉴드(shield)공법을 적용하기 위해서는 선형, 지질조건, 단면형상, 경제성, 시공공정, 세그먼트(segment)의 품질관리 등을 검토한 쉴드 터널 시공계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.5 미진동 굴착

3.5.1 굴착을 진행할 터널 주변에 보안물건이 존재하여 발파 등을 이용한 정상적인 굴착작업을 진행할 수 없는 경우, 계약상대자는 진동과 소음을 최소화 할 수 있는 방안을 제시하여야 하며, 현장여건과 주변상황을 고려하여 미진동 굴착구간 및 공법 등을 제시하여야 한다.

3.5.2 계약상대자가 미진동 굴착방법을 적용하고자 할 때에는 굴착작업 전 장비 사양 등을 포함한 시공계획서를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.6 발파굴착

3.6.1 일반사항 및 발파계획

(1) 계약상대자는 굴착에 앞서 암질과 단면형상에 적합한 천공길이, 천공위치, 폭약의 종류, 장약량, 뇌관형식, 발파순서 등의 발파계획을 세워 감독자의 확인을 받아야 하며, 시험발파를 실시하고 그 결과에 따라 발파계획을 조정하여 감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

(2) 발파작업에 있어서는 지질, 암반 내 절리의 발달상황 등에 따라 장약량을 조절하여 지반의 이완영역을 최소한으로 억제하고, 평활한 굴착면을 얻을 수 있도록 하여야 한다.

(3) 발파소음 및 진동 등이 인접한 시설물 · 동물 · 어류 등 주변 환경에 영향을 미치지 않도록 발파 영향권 분석을 통하여 대책을 강구하여야 한다.

(4) 발파작업을 할 때는 총포 · 도검 · 화약류 등 단속법 및 동법 시행령, 근로안전관리규정, 기타 관계법규를 준수하여야 한다.

3.6.2 폭약 및 뇌관의 취급, 관리

(1) 폭약 및 뇌관의 수령과 운반은 반드시 관련 자격을 보유한 기술자가 하여야 하며, 1일 사용량 이상을 초과하여 수령하여서는 안 된다.

(2) 폭약과 뇌관은 각각 별도로 보관하고, 잔여량은 반드시 반납하여야 한다.

(3) 화약류 취급소(화약고 포함)는 총포 · 도검 · 화약류 등 단속법 시행령에 제시되어 있는 화약류 취급소 설치기준에 따라 설치계획을 수립하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 관리책임자를 선임하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리하여야 한다.

(4) 발파장소에서의 화약류 운반은 관련규정에 제시되어 있는 소정의 용기 및 운송방법에 준하여 지명된 작업원만이 수행하여야 한다.

3.6.3 천 공

(1) 천공은 점보드릴 등을 이용한 기계천공으로 하여야 하나 현장여건 및 시공성 · 경제성 등을 검토하여 인력천공도 가능하며, 천공방법에 관한 자료는 감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

(2) 천공에 앞서 막장 점검, 뜬돌 제거, 잔류폭약의 유무 확인 및 회수 등의 조치를 취하여 천공 중 막장에서의 붕락, 잔류폭약에 의한 폭발사고 등을 방지하여야 한다.

(3) 천공은 발파계획에 의하여 정해진 천공배치에 따라 위치 · 방향 · 깊이가 정확하게 시공되도록 하여야 하며, 장약 유무를 육안으로 확인할 수 없는 전회 발파 후에 남은 구멍을 다시 천공해서는 안 된다.

(4) 천공에는 굴착면적, 굴착폭 및 굴착높이를 확보할 수 있는 장비를 사용하

여야 한다.

(5) 천공 중에는 용수, 가스의 분출, 지질 변화 등에 주의하여야 하며, 이상이 발생되었을 때는 즉시 천공을 중지하고 필요한 조치를 취하여야 한다.

(6) 외곽공은 필요단면을 확보하고 여굴이 최소가 되도록 천공하여야 한다.

3.6.4 장약 및 뇌관 연결

(1) 장약은 발파패턴도에 정하여진 순서에 따라 안전하게 시행하여야 한다.

(2) 장약은 일일 발파계획에 의한 천공작업이 완료된 후 실시하여야 한다.

(3) 장약 전에 천공상태를 점검하여야 하며, 천공 중에 발생한 불안정한 돌의 유무를 점검하고, 필요할 때에는 불안정한 돌을 제거한 후 장약을 실시하여야 한다.

(4) 화약류의 운반에 있어서는 수불순서 및 운반방법 등을 관련법규에 따라 정하고, 운반양은 천공배치와 장약량을 조사하여 과부족이 없도록 하여야 한다.

(5) 장약 작업을 할 때에는 반드시 누설전류탐지기, 도선연결시험기, 다짐봉 등의 기구류를 사용하여 점검하고, 순서에 따라 장약을 실시하여야 한다.

(6) 발파효과를 높이기 위하여 장약공은 소정의 채움재로 전색하여야 한다.

(7) 유출된 지하수가 잔류하는 막장의 하단 장약공은 수중으로 전달되는 충격압의 영향으로 불발될 우려가 있으므로 인접 장약공과 동일한 단수의 뇌관을 사용하도록 한다.

(8) 뇌관은 비전기뇌관을 사용하여야 하며, 낙뢰 가능성 및 경제성 등을 고려하여 필요할 때에는 전자뇌관을 선정하여 사용할 수 있다.

(9) 비전기뇌관과 전자뇌관을 사용할 경우에도 제품에 따른 안전수칙을 준수하여야 한다.

(10) 장약을 할 때에는 작업에 불필요한 모든 전동기 동력선을 전원으로부터 단절하고, 필요한 전력선에 대해서는 누전 차단장치를 설치하여야 한다.

(11) 발파모선은 완전 절연이 가능한 것을 사용하여야 하며, 전기선로 · 기타 대전의 우려가 있는 곳으로부터 격리시켜야 한다. 점화기에 접하는 발파모선의 단말은 점화할 때 이외에는 점화기로부터 분리시켜야 한다.

3.6.5 발 파

(1) 발파는 발파책임자의 통제 하에 시행하여야 한다. 발파책임자는 다음 사항을 수행하여야 한다.

① 위험구역, 대피장소 및 경로 지정

② 점화장소 지정 및 발파예고, 점화, 해제 등의 각종 신호 및 경보 결정

③ 점화자 지정

④ 위험구역 표지 및 감시원 배치
⑤ 결선상태 확인

(2) 계약상대자는 발파를 시행하기 전에 이미 설치된 지보재 및 계측기에 대한 방호를 철저히 하여 비산석 등에 의한 손상이 발생되지 않도록 하여야 한다.

(3) 발파책임자는 작업원의 대피상황을 최종적으로 점검하여야 하며, 횡갱 등이 있는 경우에는 타 경로로 작업원이 안전하게 대피할 수 있도록 유도하는 등 안전대책을 수립하여야 한다.

(4) 안전사고에 대비하여 발파 후에는 필요한 시간(비전기뇌관을 사용한 경우 15분 이상, 전자뇌관을 사용한 경우 5분 이상)이 경과한 다음에 막장에 접근하여야 하며, 불발 장약공 및 잔류폭약의 유무를 점검하고 잔류폭약의 제거 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

(5) 발파를 할 때에는 필요에 따라 자동기록이 가능한 발파진동 측정기를 설치하여 진동을 측정하여야 하며, 측정결과가 진동 허용기준 이내에 있는지를 확인하여야 한다.

(6) 발파결과가 애초 계획과 상이할 경우에는 그 원인을 규명하여 후속 발파작업에 반영하여야 한다.

(7) 양방향에서 터널을 굴착할 경우 관통이 가까워졌을 때에는 상호 긴밀한 연락 하에 발파작업을 시행하여야 한다.

(8) 발파할 때에는 모든 작업원 및 주변 주민에게 발파를 알리는 사이렌 경보를 하여야 하며, 필요할 때 주민대피 · 교통통제 · 가축대피 등을 실시하여야 한다.

(9) 발파가 끝난 직후에는 신속한 환기가 되도록 하여야 한다.

3.6.6 낙반 및 여굴 처리

(1) 계약상대자는 굴착할 때 여굴이 적게 발생되도록 하여야 한다.

(2) 굴착지역의 지질상태가 과다 여굴 및 사고의 원인이 될 큰 낙반이 예상되는 경우 계약상대자는 이에 대한 안전대책과 시공계획서를 감독자에게 제출하여 확인을 받은 후 굴착을 하여야 한다.

(3) 과다 여굴이 발생한 경우에는 여굴 발생부분을 상세히 기록하여 이를 감독자에게 제출하여야 하며, 여굴의 발생상태와 원인을 조사하여 시공방법을 개선하여야 한다. 특히 불연속면, 단층파쇄대 등에 유의하여 발파공의 위치, 방향 등을 조절함으로써 여굴이 적게 발생되도록 하여야 한다.

(4) 불연속면이 발달한 암반에서의 여굴부분은 적절히 조치하여 여굴이 더 이상 확대되지 않도록 하여야 한다.

(5) 여굴의 정도가 심한 경우에는 여굴부를 모르타르 및 경량콘크리트 등으로 채우고, 필요한 경우 록볼트 · 강재 등으로 보강하여 응력집중에 따른 진행성 여굴 또는 불안정한 상태의 발생을 방지한 후 숏크리트로 마감 처리한다.

3.6.7 불안정한 돌 처리

(1) 이완된 암괴 및 암편 등의 불안정한 돌은 상해사고의 원인이 되므로 막장면, 측벽부, 천장부 등을 세밀하게 점검하여 불안정한 돌을 제거하여야 한다.

(2) 분할발파할 때 불안정한 돌의 처리는 발파부위 뿐만 아니라 아직 지보재가 시공되지 않은 구간에 대해서도 실시하여야 한다.

3.6.8 발파영향 규제

(1) 발파는 기존 구조물에 손상을 입히지 않도록 시행하여야 하며, 진동속도가 허용기준값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

표 7-4-1 구조물의 손상기준 발파진동 허용치

구 분	문화재 및 진동예민 구조물	조적식(벽돌, 석재 등) 벽체와 목재로 된 천장을 가진 구조물	지하기초와 콘크리트 슬래브를 갖는 조적식 건물	철근콘크리트 골조 및 슬래브를 갖는 중소형 건축물	철근 콘크리트 또는 철골골조 및 슬래브를 갖는 대형건물
최대입자 속도 (cm/sec)	0.2~0.3	1.0	2.0	3.0	5.0

(2) 발파작업을 시작 전에 시험발파를 실시하여 발파진동 수준을 측정하여야 하며, 측정결과가 허용 진동수준을 초과할 경우에는 발파패턴 및 발파방법을 조절하여 진동수준을 허용기준값 이내까지 감소시켜야 한다.

(3) 가축사육장, 양식장, 정밀 기계공장 등에 대한 인접 발파의 경우에는 해당 전문가의 자문이나 설계기준, 적용 사례 등을 고려한 발파진동 허용기준값를 선정하여 허용기준값 이내가 되도록 조치하여야 한다. 또한, 갱구부 구간에서 발파소음이 허용기준값를 초과할 가능성이 있을 경우에는 갱문 방음시설 등의 저감대책을 수립하여야 한다.

(4) 발파진동 측정기는 발파진동의 주 주파수 범위에 적합한 것을 사용하여야 하며, 정밀분석이 필요한 경우에는 주파수 분석이 가능하도록 시간이력을 기록할 수 있는 것을 사용하여야 한다.

(5) 발파영향 측정빈도는 다음의 기준을 적용하되, 현장의 작업여건에 따라 감독자가 확인하여 조정할 수 있다.

① 시험발파 및 발파패턴을 변경할 때에는 발파영향이 관리기준 이하가 될 때까지 매 발파마다 측정한다.

② 일상적 발파작업이 이루어질 경우에도 주 1회 정도 측정을 실시하여 진동값을 반복적으로 기록 · 점검하여야 한다.

③ 보호대상 시설물에 대해서는 발파진동 영향권을 통과할 때까지 매 발파마다 진동수준을 측정하여야 한다.

(6) 발파지점 주변 거주민의 생활공해 방지를 위한 기준은 환경부 제정 진동과 소음에 관한 규정을 준용한다.

(7) 굴착 진행 중 발파영향에 의한 진동수준이 허용기준을 초과할 경우, 계약상대자는 진동 및 소음저감 방안을 활용하여 발파영향이 허용기준 이내가 되도록 조치하여야 한다.

7-5 버력처리 및 운반

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널굴착에 따라 처리되는 버력의 적재, 운반, 하차 및 이와 관련된 운반로, 지정장소의 고르기, 정리 등의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 버력처리 계획은 지반조건, 주위환경, 굴착단면적의 크기, 터널연장, 경사, 굴착공법, 굴착방법, 버력의 크기, 공사기간, 사용장비 등을 고려하여 수립하여야 한다.

3.1.2 버력을 적재할 때에는 안전에 유의하고, 기 설치된 지보재나 가설설비 등을 손상시키지 않도록 하여야 한다.

3.1.3 버력이 환경오염을 유발할 수 있는 암종으로 판명되어 환경기준을 초과한 경우에는 중화처리 또는 2차 오염이 발생하지 않도록 처리하여야 한다.

3.2 버력 처리장비

버력처리를 위한 장비조합은 굴착단면의 크기, 1회 굴진당 버력 발생량 및 각 장비의 처리능력을 고려하여 결정하되 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3 버력 적재작업

3.3.1 버력 적재 중에는 위험구역을 정하여 해당 작업원 이외 출입을 금지하고, 필요한 조명과 환기시설을 설치하여야 한다.

3.3.2 운반 중에 버력이 떨어지지 않도록 적재함에는 덮개를 씌우고 무리한 적재를 하지 않아야 한다. 단, 터널 내에 버력을 운반하는 경우에는 덮개를 씌우지 않을 수 있다.

3.3.3 버력적재 작업은 반드시 발파 후 불안정한 돌 정리, 불발 및 잔류화약 제거, 환기 등 안전하게 적재작업을 할 수 있는 작업조건을 점검한 후 작업을 수행하여야 한다.

3.4 노면상태 및 운반차량

3.4.1 터널 내 버력운반을 레일방식으로 시행하는 경우 궤도는 운반차량의 중량에 적합한 안전구조를 가져야 하며, 탈선 등의 장애가 생기지 않도록 궤도를 부설하고 보수를 하여야 한다. 타이어를 가진 차량을 이용하여 버력운반을 실시하는 경우에는 항상 양호한 노면이 유지되도록 배수 등에 주의하여 노면을 보수하여야 한다.

3.4.2 버력 운반차량은 소정의 검사 · 점검을 실시하고, 항상 정상적인 기능을 갖도록 정비하여야 한다.

3.4.3 버력 운반차량에 의한 배기가스에 유의하여 시공 중 환기대책을 강구하여야 한다.

3.4.4 터널 분할굴착을 할 때에도 운행에 지장이 없도록 굴착단면 크기를 고려하여 장비를 선정하여야 한다.

3.5 운행관리

3.5.1 버력 운반작업에 필요한 사항은 운행관리규정으로 정하고, 이를 통하여 차량운행의 안전을 확보하여야 한다.

3.5.2 계약상대자는 운전사, 유도원, 기타 관계자에게 안전운행에 관한 안전교육을 실시하고, 운행관리규정을 준수하도록 하여야 한다.

7-6 지 보 공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 지보재로 사용되는 강지보재 · 록볼트 · 숏크리트의 시공 및 천장부, 막장 등의 안정을 위한 보조공법공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1010 마찰접합용 고장력 6각볼트 · 6각너트 · 평와셔의 세트
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS F 2403 콘크리트의 강도시험용 공시체 제작방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2408 콘크리트의 휨강도 시험방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험 방법
KS F 2436 관입 저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험방법
KS F 2560 콘크리트용 화학혼화제
KS F 2566 강섬유보강 콘크리트의 휨인성 시험방법
KS F 2577 숏크리트용 재료

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 강지보재 제품사양 및 시험성과
(2) 숏크리트용 혼화제 시험성적서
(3) 숏크리트 품질관리 시험결과
(4) 록볼트 정착재료의 시험성과서
(5) 록볼트 설치기록부
(6) 록볼트 인발시험 결과
(7) 보조공법 시공계획서(필요할 때)

2. 재 료

2.1 강지보재

2.1.1 강지보재에 사용되는 강재의 종류, 형상, 치수 등은 설계도서에 명시된 것으로 한다. H형강 및 U형강 재질은 KS D 3503에 규정된 SS400을 표준으로 하며, 이와 동등 이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재로 하여야 한다. 격자지보의 재질은 강봉, 이형철근 등 항복강도가 500 MPa 이상인 용접구조용 저탄소 강재를 표준으로 하며, 이와 동등 이상의 성능을 발휘하고, 부재 간 완전한 용접성능을 발휘할 수 있는 재질 및 형상의 구조용 강재를 사용할 수 있다.

2.1.2 강지보재에는 연성이 크고 휨과 용접 등의 가공성이 양호한 강재를 써야 한다. 강지보재 시공에는 H형강 · 격자지보(lattice girder) 등을 사용할 수 있으나, 사용하는 강지보재의 재질 · 규격 등에 대한 제작사의 제품사양 및 시험성과를 감독자에게 제출하여야 한다.

2.1.3 마찰이음에 쓰이는 볼트, 너트 및 와셔는 KS B 1010에 적합하여야 한다.

2.2 숏크리트

2.2.1 숏크리트에 사용하는 시멘트는 이 시방서 15-1절에 따른다.

2.2.2 잔골재

(1) 잔골재는 구조물용 모래와 동등의 재질로서 깨끗한 모래이어야 한다.

(2) 잔골재율은 60 %를 기준으로 한다.

(3) 잔골재의 입도는 이 시방서 15-3-1절 2.1.1에 따른다.

2.2.3 굵은 골재

(1) 굵은 골재의 최대치수는 10 mm 이하이어야 한다.

(2) 굵은 골재의 입도는 이 시방서 15-3-1절 2.2.1에 따른다.

2.2.4 숏크리트에 사용하는 골재의 합성입도는 표 7-6-1과 같다.

2.2.5 섬유

(1) 강섬유의 인장강도는 700 MPa 이상이고, 형상비는 60 이상이어야 한다.

(2) 합성섬유 또는 기타섬유의 적용이 필요한 경우는 국내외 연구성과 및 현장적용 사례를 검토하여 적용여부를 결정하고, 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.6 급결제

(1) 급결제는 숏크리트의 반발률을 최대한 적게 하고, 조기강도를 낼 수 있는 제품을 사용하여야 하며, 다음의 조건을 만족하여야 한다.

① 숏크리트의 반발률을 최소화하면서 암반에 견고하게 부착되어야 한다.

표 7-6-1 숏크리트용 골재의 합성입도

호칭치수 (mm)	공칭입경에 대한 체통과 중량 백분율 (%)
13	100
10	90 ~ 100
5	65 ~ 85
2.5	50 ~ 70
1.2	35 ~ 55
0.6	20 ~ 35
0.3	8 ~ 20
0.15	2 ~ 10

② 필요한 조기강도가 양호하게 발현되는 동시에 장기강도에 악영향이 없어야 한다.

③ 인체에 유해한 영향이 없어야 한다.

④ 강재를 부식시키지 않고, 용수가 있는 경우에도 양호한 효과를 발휘할 수 있어야 한다.

⑤ 습기에 강하고 보존성이 좋아야 한다.

(2) 급결제 성능시험은 KS F 2436, KS F 2560에 따라 시행하여야 한다.

(3) 급결제 사용량은 시멘트 중량의 5 % ~ 10 %를 표준으로 하며, 기온 · 지반조건 · 용수조건 · 급결제의 제품에 따라 증감할 수 있으나, 감독자의 확인을 받아야 한다.

2.2.7 혼화제

(1) 계약상대자는 숏크리트에 사용할 혼화제에 대한 시험성적서를 제출하고, 현장시험에 의한 혼화제의 효과와 적정 사용량을 확인한 후 사용여부에 대하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 혼화제는 사용목적에 적합하고, 숏크리트 또는 급결제 등에 악영향을 미치지 않아야 한다. 유동화제 성능시험은 이 시방서 15-6절에 따른다.

(3) 습식 숏크리트의 워커빌리티(workability)를 개선하기 위한 AE제, AE감수제 및 양생제 등의 혼화제를 사용할 경우에는 공사 착수 전에 품질을 확인한 후 감독자의 확인을 받아야 한다.

2.2.8 첨가제

습식 숏크리트의 성질을 개선하기 위하여 실리카 퓸(silica fume), 플라이애시(fly ash) 등과 같은 첨가제를 사용할 수 있으나, 공사 착수 전에 첨가제의 품질, 배합비 및 배합에 따른 혼합물 강도의 변화 등을 고려한

시험을 실시하고, 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.9 고강도 숏크리트

(1) 필요할 때는 고강도 숏크리트를 사용할 수 있으며, 고강도 숏크리트는 필요한 강도와 내구성이 확보되고 부착성과 시공성이 양호하여야 하며, 재령 1일에 10 MPa 이상 그리고 재령 28일 강도가 35 MPa 이상이 되도록 배합하여야 한다.

2.3 록볼트

2.3.1 품질기준

(1) 록볼트는 소요강도 이상을 가지는 이형봉강을 사용하여야 하나, 이와 동등 이상의 강도와 기능을 가지는 기타 소재도 록볼트로 사용할 수 있으며, 재질 및 강도는 한국산업표준(KS)에 적합한 것이어야 한다.

(2) 록볼트의 재질은 원지반 조건 및 사용목적을 고려하여 정하여야 하며, 영구 지보재로 사용하는 경우는 장기 내구성이 우수한 것이어야 한다. 일반적으로 SD350 이상의 강재로서 인장강도 및 연신율이 큰 것이어야 하며, KS E 3132 및 KS D 3504에 규정되어 있는 봉강의 품질기준은 표 7-6-2와 같다.

표 7-6-2 록볼트의 품질기준

직경 (mm)	재 질	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
25 이상	SD350 이상	350 이상	490 이상	18 이상
	SD400 이상	400 이상	560 이상	16 이상

(3) 지압판은 록볼트와 숏크리트를 일체화시키는 역할을 담당하며, 예상되는 응력에 대하여 필요한 면적과 강도를 갖는 것이어야 하고, 지압판 두께는 6 mm를 표준으로 하되, 팽창성 지반의 경우는 9 mm 이상을 사용하여야 한다.

(4) 현장조건 및 시공여건에 따라 섬유 또는 유리재질 록볼트, 강관 록볼트, 팽창성강관 록볼트 및 케이블 볼트 등을 사용할 수 있다.

2.3.2 정착재료

(1) 수지(resin)형

① 수지형 정착재료를 사용하기 위해서는 제품별 용량, 팽창률, 경화시간 등에 대한 제조업자로부터의 시험성과서를 첨부하여야 한다.

② 정착재료는 조기 접착력이 크고 취급이 간단하여야 하며, 내구성이 있어

야 한다.

③ 수지는 폴리에스터 수지계 또는 동등 이상의 재질이어야 하며, 캡슐(capsule) 형태이어야 한다.

④ 유효기간이 지난 제품을 사용하여서는 안 되며, 유효기간이 지나지 않아도 제품의 변질이 예상될 경우에는 품질시험을 실시하여 감독자의 확인을 받은 후 사용하여야 한다.

⑤ 수지는 용수 · 염수 · 산 · 약알칼리에 대하여 영향을 받지 않아야 하며, 인발에 대한 저항력이 적합하여야 한다.

⑥ 수지제품은 팽창성 접착제로서 직경이 26 mm 이상이어야 하며, 용수가 있는 곳에서도 조기강도가 높아야 한다. 발포성 수지를 사용할 경우의 발포배율은 공급원 승인을 할 때 품질시험전문기관 시험성적서상의 발포배율 이내이어야 하며, 발포배율에 따른 접착력 감소가 없어야 한다.

⑦ 전면접착식 록볼트의 수지 사용량은 록볼트 공을 충전시킬 수 있는 양이어야 한다.

(2) 시멘트 모르타르(cement mortar)형

① 시멘트 모르타르의 배합은 소요강도와 시공성에 중점을 두어 결정한다. 모르타르는 모래와 시멘트 및 첨가제로 구성되며, 물-결합재비(W/B)는 40 % ~ 50 %로 한다.

② 모르타르용 모래는 직경 2 mm 이하로 입도분포가 좋아야 하며, 모래의 표면수량에 따라 물량을 조정하여야 한다.

③ 시멘트는 보통시멘트와 조강시멘트 등을 사용할 수 있으며, 보통시멘트를 사용할 경우에는 조기에 접착능력을 발휘할 수 있도록 캡슐형 급결제 또는 동등 이상의 품질을 가진 급결제를 사용하여야 한다.

④ 조강시멘트를 사용할 경우에는 지연제를 사용하여 모르타르 경화시간을 조정할 수 있어야 하며, 시공관리에 특별히 유의하여야 한다.

(3) 시멘트 페이스트(cement paste)형

시멘트 페이스트는 시멘트 밀크와 급결제로 구성되며, 배합비는 용수상태 등에 따라 현장시험을 통하여 조정하여야 한다.

2.3.3 부속부품

모든 형태의 받침판(bearing plate)은 지반의 변형을 구속하는 효과를 발휘하고, 지반 붕락방지 등의 목적을 달성하기 위하여 받침판의 각도조절 등을 할 수 있어야 하며, 암석이나 숏크리트 표면의 형태에 관계없이 표면에 완전히 밀착시킬 수 있는 것이어야 한다.

3. 시 공

3.1 강지보재

3.1.1 시공일반

(1) 강지보재는 설계도서에 따라 설치하여야 하며, 시공 중 지반상태에 따라 강지보재의 형식을 변경할 수 있다. 이 경우 계약상대자는 서면으로 형식 변경을 신청하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 강지보재를 적기에 시공하지 못하여 발생되는 여굴, 붕괴 및 기타 사고에 대하여는 계약상대자가 그 책임을 져야 한다.

(3) 강지보재는 지보공사를 시행하기 전에 설계도서에 따라 제작하여야 한다.

(4) 계약상대자는 현장에 필요한 자재를 확보하여 작업이 지연되지 않게 하여야 한다.

3.1.2 강지보재의 설치

(1) 강지보재는 굴착 후 원지반의 이완이 최소화될 수 있도록 설계도서에 제시된 순서에 의거하여 빠른 시간 내에 설치하여야 한다.

(2) 강지보재는 정하여진 위치에 정확히 설치하여야 하며, 지보재 설치 후 위치 · 고정 등에 대해 검측을 실시하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

(3) 파이프루프(pipe roof)공법이나 포어폴링(forepoling) 등의 보조공법을 시행하는 경우에는 강지보재가 이동되거나 뒤틀리는 것을 막아야 하며, 이때의 설치오차는 100 mm 이내가 되도록 하여야 한다.

(4) 강지보재와 원지반 사이에는 정하여진 간격에 따라 쐐기 등을 끼워 아치형으로 지보력을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

(5) 강지보재는 라이닝의 설계두께가 확보될 수 있도록 설치하여야 한다.

(6) 강지보재의 연결 볼트 및 연결재는 견고하게 조여야 한다.

(7) 강지보재에 녹이나 손상이 생기지 않도록 적절한 조치를 취하여야 하며, 콘크리트에 매설되기 전에는 녹, 유류 및 모르타르 등이 부착되어 있어서는 안 된다.

(8) 강지보재의 변형이 극심하여 교체할 필요가 있는 경우에는 1조 단위로 이를 교체하여야 한다.

(9) 강지보재의 이음위치 및 구조는 단면형상 · 크기 · 시공방법 · 지반조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 강지보재의 전도방지를 위하여 연결재를 설치하여야 한다.

(10) 강지보재 기초부에는 목재, 콘크리트 블록, 강판 등의 받침을 설치하여 강지보재가 견고하게 지지되도록 하여야 한다. 단, 목재는 굴착경계부와 같이 임시 받침으로만 사용될 수 있다.

(11) 강지보재 바닥지반의 지지력이 약하여 상부에서 가하여지는 하중을 바닥지반이 지지할 수 없는 경우에는 단위면적에 가하여지는 하중이 지반지지력 이하가 되도록 강지보재 바닥면 하부에 바닥면의 크기보다 더 큰 철판이나 콘크리트 바닥판을 삽입하여야 한다. 상하반 분할굴착을 할 때 상반굴착 후 상반 강지보를 설치할 때에도 필요한 지지력을 발휘할 수 있도록 하여야 하며, 향후 하반 강지보를 설치할 때 연결이 가능하도록 하여야 한다.

3.2 숏크리트

3.2.1 시공일반

(1) 숏크리트 시공방법에는 건식법과 습식법이 있다.

(2) 계약상대자는 숏크리트 시공방법에 대한 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 시공계획서에는 공정계획표, 장비와 설비의 주요제원 및 자재 등에 관한 사항이 포함되어야 하며, 건식 숏크리트 시공방법을 사용하는 경우에는 분진처리대책을 포함되어야 한다.

(3) 숏크리트의 강도 향상을 위하여 철망, 강섬유 및 기타 섬유 등으로 보강할 수 있으며, 강섬유 이외의 보강재를 사용할 경우에는 동등 이상의 강도가 확보되어야 한다.

(4) 강섬유보강숏크리트(steel fiber reinforced shotcrete)를 사용할 경우에는 강섬유의 선정 · 시공장비 · 시험방법 등을 검토하고, 시험시공을 하여 휨강도 · 휨인성 등을 확인한 후 시공하여야 한다.

(5) 강섬유의 혼입량은 설계기준강도가 나올 수 있도록 혼입하여야 하며, 숏크리트의 사용목적 · 효과 및 장비성능에 따라 감독자의 승인을 받은 후 강섬유의 혼입량을 조절할 수 있다.

(6) 각종 섬유보강 숏크리트를 시공할 때에는 섬유의 뭉침현상(fiber balling)과 노즐의 막힘현상(plugging)이 발생되지 않도록 하여야 한다.

(7) 각종 섬유보강숏크리트를 시공하는 경우에는 최종 숏크리트 면에 있는 섬유로 인하여 방수막이 손상되지 않도록 하여야 한다.

(8) 다음과 같은 경우 고강도 숏크리트를 사용할 수 있다.

① 콘크리트 라이닝을 설치하지 않는 경우
② 터널의 조기 안정화가 필요한 경우
③ 장기 내구성이 필요한 목적 구조물로서 활용되는 경우
④ 대단면 터널에서 숏크리트 두께 축소를 목적으로 하는 경우
⑤ 안전성, 시공성, 경제성 향상을 목적으로 하는 경우

3.2.2 배합설계

(1) 숏크리트 배합설계는 반발량을 적게 하고 호스의 막힘현상이 없도록 하여야 하며, 용수상황에 따라 배합비를 조정할 수 있으나 소요강도를 확보하여야 한다.

(2) 섬유보강 숏크리트는 휨강도를, 일반 숏크리트는 압축강도를 기준으로 하여 현장배합비를 결정하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 슬럼프는 혼화제 투입 후 100 mm를 표준으로 하며, 급결제의 종류에 따라 증가될 수 있다.

(4) 물-결합재비(W/B)는 50 % 이하로 하여야 한다

(5) 숏크리트는 일반숏크리트, 강섬유보강숏크리트 및 고강도 숏크리트로 구분하며 숏크리트의 설치목적에 맞게 성능과 품질을 확보하여야 하다. 일반숏크리트는 재령 28일 압축강도는 21 MPa이상, 강섬유보강숏크리트의 휨강도는 4.5 MPa 이상이어야 한다.

3.2.3 사전준비

(1) 숏크리트 작업을 안전하게 실시하기 위하여 숏크리트 타설면의 불안정한 돌은 제거하여야 한다.

(2) 숏크리트 타설면의 이물질은 숏크리트와 원지반 및 숏크리트와 숏크리트 간의 부착성을 떨어뜨릴 수 있으므로 숏크리트 타설 전에 고압수 등을 이용하여 제거하여야 한다.

(3) 숏크리트 타설면에 용수가 있는 경우에는 적절한 배수처리를 하여야 한다.

(4) 잔골재와 굵은 골재는 분리하여 저장하여야 하며, 빗물로부터 보호하여야 한다.

(5) 계약상대자는 현장타설 전에 공사에 사용할 것과 동일한 재료로 시험배합을 실시하여 이 절 3.2.5에 명시된 강도를 확인하여야 하며, 시험배합에 사용된 골재의 입도분포 시험결과와 배합표를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(6) 배치플랜트에는 섬유의 계량을 위한 호퍼(hopper) 및 자동계량 기록장치를 설치하여야 하며, 계량오차는 ±3 % 이내이어야 한다.

(7) 각종 섬유보강숏크리트의 생산은 배치플랜트 등을 이용할 수 있으며, 재료의 투입순서는 굵은 골재와 섬유를 투입하여 혼합시킨 후 모래 · 시멘트 · 물 등의 순서로 투입하여야 한다. 특히 섬유의 분산효과를 높이기 위한 시설을 하여 골고루 분산되도록 하여야 한다.

(8) 혼합물을 운반할 때에는 재료분리가 발생하지 않도록 교반기(agitator)를

이용하여야 한다.

3.2.4 숏크리트 타설

(1) 숏크리트 작업은 시공의 정확성과 작업의 효율성을 향상시킬 수 있는 장비를 선정하여 감독자의 확인을 받은 후 실시하여야 한다.

(2) 노즐의 방향은 타설면에 직각이 되도록 유지하고, 타설면과 노즐간의 거리는 1 m 정도로 하며, 숏크리트의 분사압력은 200 kPa ~ 500 kPa 정도로 유지하여 효율적인 시공이 되도록 하여야 한다.

(3) 숏크리트 타설 후 불량한 부분이 발견되었을 경우에는 감독자의 지시에 따라 조치를 하여야 하며, 불량구간이 국부적인 경우에는 불량구간을 제거하고 양호한 숏크리트로 재시공하여야 한다.

(4) 숏크리트의 1회 타설두께는 100 mm 이내로 하여야 한다.

(5) 2차 숏크리트를 작업을 할 때에는 1차 숏크리트 면에 부착된 이물질을 완전히 제거하여야 한다.

(6) 숏크리트 타설 작업원은 보호구 등을 착용하여 안전에 주의하여야 한다.

(7) 숏크리트를 타설할 때에는 측벽은 아래에서 위로, 천정은 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝으로 연속하여 시공하여야 한다.

(8) 숏크리트를 타설할 때에는 철망, 철근, 강지보재 등의 뒷부분에 공극이 남지 않도록 하여야 한다.

(9) 반발되어 바닥에 떨어진 숏크리트는 고결되기 전에 제거하여야 한다.

(10) 숏크리트 타설 후에는 저온, 건조, 급격한 온도변화 등 해로운 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

(11) 터널내부 온도가 5 ℃ 이하일 때는 별도의 보온 대책을 마련한 후 작업을 하여야 한다.

(12) 작업장 주위의 조명은 작업에 지장이 없도록 필요한 조도를 유지하여야 한다.

(13) 숏크리트의 이음부는 이음을 하여야 하는 부위의 300 mm 이전부터 두께를 얇게 하여야 한다.

3.2.5 품질관리

(1) 강섬유

① 강섬유는 건조한 상태로 녹이 없고, 기름이나 다른 이물질에 의하여 오염되지 않은 것이어야 하며, 표면이 코팅되지 않은 상태이어야 한다.

② 강섬유는 번들(bundle) 형태로 제조된 것이어야 하며, 동시에 숏크리트 혼합물 내에서는 완전하게 분산될 수 있는 것이어야 한다.

③ 강섬유는 시험결과에 따라 분산성과 정착성이 양호한 재료를 선정 하며,

이 절 2.2.5에 제시된 인장강도와 형상비를 만족하여야 한다.

④ 강섬유의 혼입량은 숏크리트를 배합할 때 1 ㎥ 당 37 kg 이상으로 하며, 설계 휨강도 및 휨인성을 만족하여야 한다.

⑤ 강섬유의 형상비(A)는 다음과 같이 계산한다.

$$A = \frac{\ell}{d}$$

ℓ : 섬유의 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝까지의 직선거리로 측정한 섬유길이

d : 섬유형상이 원형일 경우에는 직경, 이외의 경우에는 환산 직경

⑥ 강섬유의 길이는 숏크리트를 타설할 때 뭉침현상이나 막힘현상이 일어나지 않을 정도의 적정한 길이이어야 한다.

⑦ 굽힘강도는 60 ℃ 이상의 온도에서 지름 안쪽 90 ° 방향(곡선반지름 3.18 mm)으로 굽혔을 때 부러지지 않을 정도의 강도이어야 한다.

⑧ 규격 측정은 10개 이상의 견본을 무작위로 채취하여 90 % 이상이 합격하여야 한다.

⑨ 강섬유의 허용오차는 표 7-6-3에 따른다.

표 7-6-3 강섬유의 허용오차

길 이	직 경
- 측 : 2 % 이내, + 측 : 관계 없음	- 측 : 관계 없음, + 측 : 2 % 이내

(2) 숏크리트

① 강 도

숏크리트 혼합물의 강도는 표 7-6-4에 따른다.

표 7-6-4 숏크리트 혼합물의 강도

구 분	강 도 (MPa)		비 고
	1일	28일	
압축강도	10	21	일반 숏크리트
휨 강 도	2.1	4.5	강섬유 또는 기타섬유보강

② 휨인성

숏크리트 혼합물의 휨인성은 재령 28일 이상에서 시험하여 시편의 처짐이 ℓ /150(ℓ :지간길이, mm)이 될 때까지의 인성을 휨인성계수(등가휨강도) 로 표시한 것이며, 휨인성을 나타내는 등가 휨강도는 3.0 MPa 이상이어야 한다. 강섬유 이외의 기타섬유를 적용할 경우 강섬유보강숏크

리트의 성능기준 이상을 발현할 수 있어야 한다.

③ 강섬유 혼입량 관리

실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 1 m^3당 30 kg 이상 되어야 하며, 혼입량시험은 터널 내에 시공된 숏크리트에서 직접 코어(ϕ 100 mm 이상)를 채취한 후 「KCI SF 109 숏크리트용 강섬유보강콘크리트의 강섬유 혼입률 시험방법」에 따라 시행하여야 한다.

④ 두께관리

가. 숏크리트 두께는 검측된 평균두께가 설계두께와 같거나 그 이상이어야 하며, 검측된 최소두께는 설계두께의 75 % 이상이어야 한다.

나. 두께 확인은 검사공을 뚫어서 실시하며, 터널 지보패턴별로 연장 20 m마다 천장부 2개소, 측벽부 좌·우 2개소로 한다(단, 검사공 간격 20 m 사이에 지보패턴 변경구간이 발생하여 두께확인 검사가 수행되지 않는 구간이 생길 경우에는 검사공을 추가하여 두께확인을 하여야 한다.) 두께확인은 검사공을 사용하지 않고 원형 봉강핀을 이용하여 실시할 수도 있다.

다. 검사공은 충격식 착암기나 다이아몬드 드릴을 사용하여 천공하며, 직경이 32 mm 이상이 되도록 천공하여야 한다.

라. 측정결과가 기준치에 미달할 경우에는 검사공 좌우 1 m 범위 내에서 재측정하고, 이때에도 판정기준에 미달하면 그 표본면적으로 대표된 전면적을 설계두께 이상이 되도록 보완 시공하여야 하며, 보완시공의 최소두께는 30 mm 이상으로 하여야 한다.

⑤ 강도시험

가. 압축강도

(가) 시험방법

각 재령의 압축강도시험용 시료는 70°로 경사진 판(panel, 500 mm × 500 mm × 250 mm)에 숏크리트 건을 사용하여 혼합물을 두께 200 mm 이상으로 뿜어붙여 만든다. 시험은 이렇게 만든 시료에서 코어 채취기를 사용하여 ϕ 100 mm × 200 mm의 시편을 3개 채취한 다음, KS F 2405에 따라 실시한다.

(나) 채취한 3개 코어의 압축강도 평균값은 설계기준 강도의 85 % 이상이어야 하며, 1개 이상이 기준강도의 75 % 보다 작아서는 안 된다.

(다) 이 시험은 강섬유를 사용하지 않는 일반 숏크리트에 적용한다.

나. 휨강도

(가) 시험방법

각 재령의 휨강도시험은 몰드(150 mm × 150 mm × 550 mm)에서 채취한 시편 또는 휨인성시험에서와 같이 제작한 시편(100 mm × 100 mm × 350 mm)을 대상으로 KS F 2408에 따라 실시한다.

(나) 이 시험은 강섬유보강숏크리트에 적용한다.

다. 휨인성

(가) 시료제작방법

모서리가 45°로 경사진 500 mm × 500 mm × 125 mm의 목재나 강재 거푸집 또는 150 mm × 150 mm × 550 mm 규격의 휨강도시험용 몰드를 수직으로 세워서 강섬유보강숏크리트를 타설한 후 습윤 양생을 한다. 숏크리트를 타설한 후에는 24시간 동안 거푸집에 충격을 가해서는 안 된다.

(나) 시료채취 방법

시료를 거푸집에서 떼어내는 시기는 숏크리트를 타설한 후 24시간 이상 48시간 이내이어야 한다. 숏크리트를 타설한 후 재령 6일에 콘크리트 절삭기를 사용하여 규정된 치수로 절단하여 시편을 제작하며, 시편은 거푸집의 모서리를 피하여 채취하여야 한다.

(다) 양 생

제작된 시편은 콘크리트 양생 수조에서 양생시킨 후 재령 28일에 시험을 실시한다.

(라) 판정기준

강섬유를 사용한 숏크리트에 대하여 3번의 휨인성시험을 실시하여 3개의 시험결과 중 2개 이상은 설계기준 휨인성 이상이어야 하며, 1개 이상이 설계기준 휨인성의 85 % 보다 작아서는 안 된다.

⑥ 현장 코어채취에 의한 압축강도

시공이 완료된 숏크리트의 품질을 확인하기 위해서는 현장에서 코어를 채취하여 시험을 실시하여야 한다.

가. 시료채취 방법

터널 내에 타설된 숏크리트로부터 코어 채취기를 사용하여 1회 시험당 3개의 시료(직경 100 mm)를 채취한다.

나. 시험재령은 타설 후 28일을 기준으로 한다.

다. 시험방법

(가) KS F 2422에 따라 시료의 양단면은 콘크리트 절삭기 등으로 직각으로 절단하거나 KS F 2403에 따라 시멘트 페이스트로 캡핑하여야 한다.

(나) 코어 지름에 대한 시편의 높이(숏크리트 두께)에 따라 압축강도 시험결과를 보정하여야 한다.

라. 판정기준 및 재시험

(가) 판정기준은 ⑤ 강도시험 가. 압축강도 (4)항과 다. 휨인성 (라)항에 따른다.

(나) 1차 시험에서 기준에 미달되는 구간은 시추공 좌우 1 m의 범위 내에서 재시험용 코어를 채취하여 상기와 같은 기준으로 판정하고, 재시험 결과가 판정기준에 미달될 때에는 보완시공 또는 재시공하여야 한다.

⑦ 반발률의 측정

현장에서 숏크리트를 타설하고 바닥에 떨어진 숏크리트(반발재)를 계량하여 다음 식에 의하여 반발률을 산출한다.

$$\text{반발률} = \frac{\text{반발재의 전 중량}}{\text{숏크리트용 재료의 전 중량}} \times 100(\%)$$

(3) 결과보고

계약상대자는 숏크리트에 대한 시험결과를 각 항목별로 정리하여 감독자에게 제출하여야 한다.

3.3 록볼트

3.3.1 시공일반

(1) 록볼트는 정착방식에 따라 선단정착형, 전면접착형, 혼합형의 세 종류로 나눌 수 있다.

(2) 정착재료에는 수지, 시멘트 모르타르, 시멘트 페이스트 등이 있다.

(3) 록볼트의 선정은 지반강도, 절리, 균열상태, 용수상태, 천공경의 확대유무, 설치방향, 시공관리의 용이성, 정착의 확실성, 경제성 등을 고려하여 선택하여야 한다. 이때에는 두 종류 이상의 록볼트를 선정하여 시험시공 · 인발시험 등을 실시하고, 그 결과를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후에 시공하여야 한다.

(4) 록볼트는 지질상태 및 굴착형태에 따라 시공을 다르게 할 수 있으나, 시공 중에 록볼트 설치기록부를 작성하여 감독자가 요구할 때에는 이를 제출하여야 한다. 또한 터널이 관통된 후에는 터널 전 연장에 대한 록볼트 설치기록을 정리하여 감독자에게 제출하여야 한다.

3.3.2 시공방법

(1) 록볼트를 시공할 때에는 현장시험을 실시하여 록볼트의 인발강도를 확인하고 시험성적을 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.
(2) 숏크리트를 먼저 시공하는 경우 록볼트의 시공은 숏크리트 경화 후 가능한 한 빠른 시기에 실시하여야 한다.
(3) 천공구멍은 굴착면에 직각이 되도록 천공하여야 한다. 단, 절리의 발달방향이 록볼트 공의 천공방향과 일치하여 부분적으로 록볼트 설치효과가 감소되는 개소에는 굴착면에 경사지게 록볼트를 추가로 설치할 수 있다.
(4) 록볼트는 삽입 전에 녹이나 다른 이물질이 부착되어 있지 않도록 청소하여야 한다.
(5) 용수가 많은 곳에서는 수위 저하, 수발공의 설치, 용수를 한 곳으로 유도하는 방법 등을 현장실정에 맞도록 채택하여 배수하고 록볼트를 시공하여야 한다.
(6) 록볼트 정착재료로서 시멘트 모르타르나 시멘트 페이스트를 사용하는 경우에는 주입할 때 재료가 록볼트 공 외부로 흘러내리지 않도록 조치하여야 하며, 공 내에 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다.
(7) 터널 상부에 보강그라우팅 공법이 적용된 구간에서 록볼트에 의한 보강이 불필요하다고 인정될 경우 감독자의 승인을 받아 록볼트를 생략할 수 있다. 다만, 이 경우에는 애초 록볼트가 부당하여야 할 지보하중을 지지할 수 있는 다른 보완조치를 취하여야 한다.
(8) 지반이 연약하거나 파쇄가 심하여 록볼트 천공경의 자립이 어려운 경우에는 자천공 록볼트를 사용할 수 있다.

3.3.3 프리스트레스(prestress)

(1) 선단정착형 및 혼합형인 록볼트는 선단정착부의 모르타르가 경화된 후 4시간 또는 수지(resin)를 삽입하고 1시간이 경과한 후에 적정장비로 록볼트 항복강도의 80 % 이내의 힘으로 인장하여 고정시켜야 한다. 록볼트를 고정시킨 후에는 필요에 따라 그라우팅을 하여야 한다.
(2) 전면접착형인 록볼트에 대해서는 프리스트레스를 도입하지 않고 동력렌치를 사용하여 적정한 힘으로 너트를 조여야 한다.

3.3.4 록볼트의 추가시공

록볼트 시공방법은 설계도서에 제시된 것을 기준으로 하며, 인발시험 및 록볼트 축력측정 등의 계측결과로부터 다음 사항에 해당할 경우에는 록볼트를 추가 시공하거나 길이를 증가시켜야 한다.

① 터널 벽면의 변형이 록볼트 길이의 약 5 % 이상이 된다고 판단되는 경우

② 록볼트 인발시험 결과 필요한 인발내력이 얻어지지 않는 경우
③ 록볼트 길이의 절반 이상에서부터 지반 심부까지의 사이에 축력 분포의 최대값이 존재하는 경우
④ 소성영역의 범위가 록볼트 길이를 넘는다고 판단되는 경우
⑤ 숏크리트의 균열, 받침판의 변형, 과다한 변위나 응력발생 등 록볼트의 추가 시공이 필요하다고 판단되는 경우

3.3.5 품질관리

(1) 록볼트 인발시험

① 록볼트 인발시험은 전면접착형의 록볼트에 한하여 시행한다. 다만, 선단정착형 및 혼합형의 록볼트에 대하여 인발내력을 확인하고자 할 경우에는 프리스트레스를 가하기 전에 인발시험을 하여야 한다.
② 인발시험을 실시할 록볼트는 임의로 선택하여야 한다. 인발하중의 재하속도는 10 kN/min 내외로 하여야 하며, 시험은 필요한 정착효과가 얻어진 후에 가능한 빨리 하여야 한다.
③ 숏크리트가 시공되어 있을 경우에는 숏크리트를 제거하여 암반면을 노출시키거나 미리 인발시험을 할 록볼트에 숏크리트 부착을 방지할 수 있도록 천으로 보호하여 시험하여야 한다.
④ 록볼트 인발시험은 시공에 앞서 시험을 실시하여 인발내력을 설정하고, 본 시험을 할 때에는 설정된 인발내력의 약 80 %에 달하면 합격하는 것으로 한다.
⑤ 사전인발시험을 실시하지 않는 경우 록볼트 인발내력은 록볼트 항복점 내력과 같은 정도가 되도록 정할 수 있으나 이 경우 시험조건과 현장조건의 록볼트에 작용하는 하중상태가 다르고, 지반조건에 따라 록볼트 정착효과가 다르므로 이를 고려하여 선정하여야 한다.
⑥ 시험빈도는 터널연장 20 m마다 3개소(천장부 · 양측벽 각1개)로 각 부분을 대표할 수 있는 위치를 선정하여 시험을 수행한다.
⑦ 인발시험 결과가 불합격될 경우에는 불합격 부위(천장부, 어깨, 측벽부)에서 5개의 록볼트를 추가로 선정하여 인발시험을 시행하고, 그 중에서 3개 이상이 불합격되면 표본구간으로 대표된 전 구간에 대하여 설계와 동일수량의 록볼트를 재시공하여야 한다. 단, 지반조건이 불량하여 특정구간 전체에서 소요의 인발내력이 얻어지지 않거나 과다한 변위가 발생하는 구간 전체에서는 인발내력시험을 재실시하고 감독자와 협의하여 충전재료의 적정성 검토, 록볼트 길이 증가, 록볼트 추가시공 등의 조치를 시행하여야 한다.

(2) 록볼트 인발시험을 실시한 후에는 그 결과를 정리하여 감독자에게 제출하

여야 한다.

3.4 보조공법

3.4.1 시공일반

(1) 보조공법을 적용할 경우에는 안전성 · 시공성 · 경제성 등을 고려하여 지반상태에 적합한 방법으로 시공하여야 하며, 각 보조공법별로 시공계획서를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 파이프루프공법을 시공할 때에는 파이프를 강지보재 바깥쪽으로 설치하여 경사각도가 5° 이하가 되도록 설치하여야 하며, 파이프 간격은 지반상태 · 지압 · 시공성 · 굴착방법 등을 고려하여 결정하여야 하나, 매우 연약한 점성토 지반을 제외하고는 파이프 외경의 2.0배 ~ 3.5배의 범위 내에서 시공하도록 한다.

(3) 파쇄대의 보강 및 용수방지 등을 위하여 프리그라우팅을 실시할 때에는 지반의 특성과 침투성 등을 검토하여 주입재 · 주입압력 · 주입범위 및 주입방법 등을 결정하여야 하며, 프리그라우팅 시공계획서에는 이러한 내용과 주입량 등의 관리방안을 포함하여야 한다. 주입재로서 시멘트를 주재료로 사용하는 경우에는 마지막 그라우팅 작업 후 24시간 이내에 발파작업을 하여서는 안 된다.

(4) 보강그라우팅공법을 시공할 때에는 휨하중에 대하여 적합한 내력을 가진 보강재를 사용하여야 하며, 보강재의 설치간격은 일반적으로 0.3 m ~ 0.6 m 이나 현장의 지반조건을 고려하여 효율적인 주입이 가능하도록 배치하여야 한다. 보강그라우팅공법 시공계획서에는 보강재의 규격과 제원, 주입재의 종류 및 시험성과, 주입압력, 주입량 등의 관리방안을 포함하여야 한다.

(5) 포오폴링(forepoling)에는 철근 · 강봉 또는 강관을 사용할 수 있으며, 포어폴링 시공을 할 때 경사각이 과도하게 크면 지반에 대한 안정효과가 감소하므로 포어폴링 설치각도는 15° 이하로 하여야 한다. 또한, 천장부 지반에 대한 안정효과를 높이기 위하여 지보재를 중첩시켜야 한다.

(6) 막장의 안정을 위하여 굴진면에 수평방향으로 록볼트를 설치하여 보강할 수 있으며, 록볼트의 설치간격과 길이 등은 현장의 지질조건에 따라 정한다.

(7) 터널 막장에서의 응력집중을 완화시키고 전단 저항력을 증가시키기 위하여 막장면에 숏크리트를 타설할 경우에는 지반이 이완되기 전에 시공하여야 한다. 또한 장기간 굴착을 중지할 경우에는 반드시 막장면에 숏크리트를 타설하여야 한다.

(8) 지반이 연약하거나 파쇄가 심하여 보조공법 천공경의 자립이 어려운 경우에는 자천공 보강재를 이용한 보조공법을 사용할 수 있다.

(9) 보조공법에 대한 자세한 사항은 설계도서에 따른다.

3.4.2 용수처리 및 그라우팅

(1) 용수처리 방법으로 사용되는 지수 및 차수공법, 배수공법은 지반 및 지하수 상태를 고려하여 현장 여건에 적합한 방법으로 시공하여야 한다.

(2) 그라우팅의 재료는 다음 사항에 의한다.

① 주입파이프의 재료는 KS D 3507(배관용 탄소강관)의 규격에 적합한 것이어야 한다.

② 주입제는 일반적으로 기포제 및 모래를 혼합한 시멘트 페이스트를 사용한다.

③ 각종 모르타르에 사용하는 시멘트 및 잔골재에 대해서는 이 시방서 공사용 재료 편에 따르는 것으로 하며, 기포제에 관해서는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 그라우팅 장비로는 그라우트 믹서, 그라우트 펌프 및 압력조절기구 등을 사용한다. 그라우트 믹서는 주입속도의 저하 없이 그라우트 펌프로 필요한 시멘트 모르타르를 공급할 수 있는 용량을 가진 것이어야 한다.
그라우트 펌프는 최대규정 압력 하에서 최소 분당 50 ℓ의 용량을 가진 것으로 적절한 압력조절장비가 구비되고 밀크의 주입량 및 압력을 0에서 최대 규정치까지 용이하게 조절할 수 있는 것이어야 한다.

(4) 그라우팅의 주입작업은 일반적으로 원지반의 이완에 대하여 안정성을 증대시키기 위한 것으로, 라이닝 콘크리트 시공 후 라이닝 콘크리트가 주입압력에 견딜 수 있는 강도에 도달한 후 가능한 한 조기에 주입하며, 주입작업이 완료된 주입공은 마개로 막아야 한다.

7-7 콘크리트 라이닝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 라이닝 공사에 적용한다. 단, 내화 콘크리트 라이닝, 섬유보강 콘크리트 라이닝, 싱글 쉘 라이닝 등이 터널 기능상 필요한 경우에는 세부 시방기준을 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 적용하여야 한다.

1.2 참조표준

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료채취 방법
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험방법
KS F 2403 콘크리트의 강도시험용 공시체 제작방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
콘크리트 표준시방서 시공 편 제11장 거푸집 및 동바리 11.1.3 재료

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

이 시방서 15-4절에 따른다.

2.2 철 근

이 시방서 15-10절에 따른다.

2.3 거푸집

「콘크리트 표준시방서」 시공 편 제11장(거푸집 및 동바리) 11.1.3(재료)에 따른다.

2.4 신축이음재

이 시방서 15-7절에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 콘크리트 라이닝의 시공순서, 공사방법, 공사용 기계, 거푸집 설치 및 해체, 타설 공정과 연관된 배치도, 기타 필요한 사항을 포함하는 콘크리트 라이닝 시공계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.2 콘크리트 라이닝에 유해한 균열이 발생할 우려가 있는 터널 입·출구부에는 철근 콘크리트 라이닝 또는 섬유보강 콘크리트 라이닝을 설치하여야 한다.

3.2 거푸집

3.2.1 거푸집의 구조는 매회 콘크리트 타설량·타설길이·타설속도 등을 고려한 것이어야 하며, 타설된 콘크리트의 압력에 견딜 수 있는 구조로 설치하여야 한다.

3.2.2 측면판은 콘크리트의 압력에 견디는 구조로 하여 콘크리트가 새어 나가지 않도록 굴착단면에 밀착시켜야 하며, 틈새가 없도록 하여야 한다.

3.2.3 거푸집은 이동성이 좋고 견고한 구조가 되도록 설계·제작하여야 하며, 거푸집의 길이는 시공성과 안전성을 고려하여 15 m를 초과하지 않아야 한다.

3.2.4 거푸집에는 콘크리트의 투입 및 타설 상태를 확인하기 위한 작업구를 설치하여야 한다.

3.2.5 콘크리트의 투입구는 콘크리트가 넓게 잘 퍼지도록 배치하여야 한다.

3.2.6 거푸집 설치에 사용하는 유압잭은 안전 너트가 붙어 있어 장시간 방치하여도 이완이 생기지 않는 것이어야 하며, 이완의 우려가 있는 곳에는 쐐기 등을 사용하여야 한다.

3.2.7 콘크리트를 타설할 때에는 공극이 남지 않도록 토출구를 배치하고 예비 토출구도 설치하여야 한다.

3.2.8 이동식 거푸집에는 검측이나 콘크리트 타설 상황을 확인하고, 거푸집 청소 작업을 위하여 적당한 곳에 검사구를 설치하여야 한다.

3.2.9 거푸집의 구조계산서 및 제작상세도를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.10 거푸집은 측량을 실시하여 정확한 위치에 설치하여야 하며, 거푸집의 조립 또는 설치가 완료되었을 때에는 콘크리트를 타설하기 전에 감독자의 검측을 받아야 한다.

3.2.11 거푸집을 이동시킬 경우에는 거푸집이 콘크리트 면으로부터 떨어지게 하

여 거푸집과 콘크리트 벽면이 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.2.12 거푸집 이동용 궤도는 비틀림 등과 같은 변형없이 거푸집을 안정하게 이동시킬 수 있는 구조이어야 하며, 콘크리트를 타설할 때나 이동할 때 침하가 생기지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.2.13 거푸집 면은 콘크리트가 부착되지 않도록 거푸집 표면처리(수지 코팅)를 하여야 한다.

3.2.14 거푸집을 조립할 때에는 볼트 · 나사 등을 단단히 조여야 하고, 진동 등으로 느슨해지는 볼트가 있으므로 점검을 실시하여야 한다.

3.2.15 거푸집은 차량통행이 가능한 구조로 설치되어야 한다.

3.2.16 거푸집을 떼어낼 때 거푸집 면에 콘크리트가 부착되지 않도록 거푸집 박리제(form oil)를 바르는 등의 조치를 하여야 한다.

3.2.17 라이닝면의 물곰보를 최소화하기 위하여 거푸집을 5~6회 사용한 후에는 샌드 그라인딩 등을 통하여 거푸집 면을 깨끗이 청소한 다음 박리제를 발라서 사용하도록 한다.

3.2.18 거푸집을 떼어내는 시기는 터널 단면의 크기, 형상, 시공성 등을 고려하여 결정하여야 하는데, 천장부 콘크리트가 자중을 견딜 수 있는 강도를 발휘하기 전까지 거푸집을 제거해서는 안 되며, 콘크리트의 압축강도가 3 MPa 이상 발현된 이후에 거푸집을 제거하여야 한다.

3.3 콘크리트 라이닝 시공

3.3.1 콘크리트의 타설 및 양생

(1) 콘크리트 라이닝의 타설은 지반의 변위가 수렴된 후 실시하여야 하며, 변위수렴 여부는 계측자료의 분석을 통하여 결정하여야 한다. 팽창성 지반의 변위가 완전히 수렴되지 않은 상태에서 콘크리트 라이닝을 설치하게 될 경우에는 변위량과 변위속도를 기준으로 콘크리트 라이닝의 설치시기를 결정하여야 한다.

(2) 콘크리트를 타설할 때에는 재료분리가 생기지 않고 골고루 채워져 공극이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(3) 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않도록 정하여진 1구획의 콘크리트를 연속적으로 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 타설속도를 유지하여야 한다.

(4) 콘크리트를 타설할 때에는 거푸집에 편압이 발생하지 않도록 좌우대칭으로 타설하여야 하며(좌우 높이 차이는 최대 500 mm 이하), 진동기 등을 이용하여 다짐을 하여야 한다.

(5) 용수 등이 있는 경우에는 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 대책을 강구하여야 하며, 타설된 콘크리트는 적정한 온도로 양생하여야 한다.

(6) 콘크리트 타설에 있어서 재료분리 및 거푸집에 콘크리트가 부착하여 경화하는 것을 방지하기 위하여 연직 슈트 또는 펌프 배관의 배출구와 타설면까지의 높이는 1.5 m 이하가 되도록 하여야 한다. 또한 천장부에 콘크리트가 조밀하게 충전되도록 필요한 펌프압력으로 콘크리트를 타설하고, 진동기 등을 사용하여 다져야 한다.

(7) 콘크리트 라이닝에는 유해한 균열이 발생되지 않도록 하여야 하며, 유해한 균열이 발생할 우려가 있는 경우에는 균열방지 대책을 강구하여야 한다.

3.3.2 공극충전

(1) 숏크리트면 또는 굴착면과 콘크리트 라이닝 사이에는 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다. 공극이 발생한 경우에는 해당 부분의 라이닝 내하력이 저하되지 않으면서 공극이 완전히 채워질 수 있도록 재료와 배합방법, 주입공의 구조 및 배열 등을 정하여 채움 주입을 하여야 한다.

(2) 주입은 콘크리트 라이닝이 주입압력에 견딜 수 있는 강도에 도달한 후, 가능한 한 조기에 실시하여야 한다.

(3) 주입을 하기 전에 주입을 저해하는 장애물은 제거하여야 한다.

(4) 주입 순서 및 압력은 원지반이 교란되지 않고 기 시공된 지보재에 편압이나 과다한 하중이 걸리지 않도록 정하여야 한다.

(5) 터널 천장부에 대한 공극 충전은 최소 2~3회 정도 일정시간을 두고 실시하도록 하며, 충전압이 소정의 압력에 도달할 때까지 실시하여야 한다.

3.3.3 인버트 콘크리트의 설치

(1) 지형조건상 편압이 예상되는 경우 또는 지반으로부터의 하중으로 인하여 콘크리트 라이닝의 폐합이 필요한 경우에는 감독자의 승인을 받아 인버트(invert)를 설치할 수 있다.

(2) 인버트 콘크리트의 시공 시기는 계측결과를 기초로 하여 결정하여야 하며, 특히 지반이 불량한 경우에는 굴착 중에 숏크리트에 의한 인버트도 고려할 수 있다.

(3) 인버트는 측벽과 일체가 되어 외력에 저항할 수 있는 형상이 되도록 하여야 한다.

(4) 타설이음은 인버트 축력이 원활하게 전달될 수 있도록 인버트 축력에 직각이 되도록 설치하여야 한다.

(5) 인버트의 두께는 지형 및 지반조건에 따라 정하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

(6) 인버트 콘크리트를 타설하기 위해서는 굴착면 또는 숏크리트면을 청결하게 하고, 원활한 배수가 이루어지도록 하여야 한다.

(7) 인버트 콘크리트에는 콘크리트의 건조수축으로 인한 균열을 방지하기 위하여 적절한 간격으로 시공이음부를 두어야 한다.

3.4 신축이음

3.4.1 콘크리트 라이닝의 신축이음은 터널 입·출구부 50 m 이내에서는 25 m 이하 간격으로, 터널 내부에서는 25 m ~ 60 m 간격으로 설치하여야 하며, 단면 변화부와 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근 콘크리트 라이닝의 접합부 등에는 추가로 신축이음을 설치할 수 있다. 또한, 신축이음부는 누수가 발생하지 않도록 방수처리를 하여야 한다.

3.5 품질관리

3.5.1 콘크리트 라이닝의 강도는 재령 28일 강도인 24 MPa을 표준으로 하며, 소요강도가 고강도를 필요로 하는 경우에는 고강도 콘크리트를 사용할 수 있다. 비배수형 터널에서는 방수목적상 수밀 콘크리트를 사용하여야 하며, 재령 28일 강도는 27 MPa 이상이 되도록 하여야 한다.

3.5.2 콘크리트 라이닝 품질관리는 표 7-7-1에 따른다.

표 7-7-1 콘크리트 라이닝의 품질관리

구 분	관리 항목	관리 내용 및 시험	시험빈도	비 고
일상관리	시공 정밀도	철근위치 및 거푸집 설치상태	거푸집 설치 때마다	
	두 께	두께 관리	거푸집 설치 때마다	
	균열, 변형	타설 후의 균열 및 변형 상태	타설 후 수시	
정기관리	슬럼프시험	슬럼프 값	품질시험 기준에 의거	
	압축강도시험	압축강도	품질시험 기준에 의거	

3.5.3 콘크리트 라이닝의 두께는 평균두께가 설계두께 이상이어야 하며, 국소부위는 100 mm 또는 설계두께의 1/3 값 중 작은 값 이내의 시공오차를 허용할 수 있다. 여기서, 국소부위는 설계 두께의 2배와 같은 한 변의 길이를 갖는 정사각형의 면적 또는 이와 동일한 면적을 갖는 독립된 부위를 말한다.

3.5.4 콘크리트 라이닝의 재령 28일 강도는 설계강도 이상이어야 한다. 1차 시험에서 기준에 미달될 경우에는 시험 위치의 좌우 5 m 범위 내에서 재

시험을 실시하고, 그 결과가 설계강도에 미달할 경우에는 수정 · 보완 또는 재시공하여야 한다.

3.5.5 내공 및 선형관리

(1) 콘크리트 라이닝을 설치하기 전에 내공 및 선형측량을 실시하여 콘크리트 라이닝의 설계두께 유지가 불가능한 부분에 대해서는 기 시공된 지보재를 재시공하여 콘크리트 라이닝의 설계두께를 확보할 수 있도록 하여야 한다. 다만, 지반 조건상 재시공이 부적절하다고 판단될 경우에는 별도의 조치를 강구하여야 한다.

(2) 터널 내부방향으로의 내공은 50 mm 이내의 시공오차를 허용한다.

(3) 선형관리 기준은 설계도서에 제시된 기준을 따른다. 단, 별도의 관리 기준 값을 지정하지 아니한 경우에는 터널의 목적과 콘크리트 라이닝의 두께 관리 범위 내에서 선형의 오차범위를 인정한다.

3.6 철근 가공 및 조립

3.6.1 철근은 설계도서대로 조립하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.6.2 철근을 조립할 때에는 스페이서를 사용하여 철근의 피복두께를 정확하게 유지하여야 한다.

3.6.3 철근의 자중으로 인한 변형이 철근의 탄성 복원력보다 클 경우 철근 처짐 방지를 위한 대책을 강구하여야 한다.

3.6.4 철근망을 조립할 때 방수막이 손상되지 않도록 유의하여야 하며, 이물질을 깨끗이 청소한 후 콘크리트를 타설하여야 한다.

7-8 배수 및 방수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 노상부의 지하배수, 콘크리트 라이닝 배면의 배수시설 및 방수시설 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 4911 합성 고분자계 방수시트
KS K 0506 직물의 두께 측정 방법
KS K 0520 직물의 인장강도 및 신도시험 방법
KS K 0607 직물의 내후도 시험방법

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
방 · 배수재(부직포 및 방수막) 시험성과서

2. 재 료

2.1 부직포

2.1.1 재질은 단일겹의 장섬유 부직포이어야 한다.
2.1.2 두 께 : 2.0 mm 이상
2.1.3 중 량 : 400 g/㎡ 이상
2.1.4 인장강도 : 1,120 N 이상
2.1.5 신 장 률 : 50 % 이상
2.1.6 투수계수 : 평균 2.6×10^{-1} cm/s 이상
2.1.7 배수용 부직포의 재질은 유입 지하수를 원활히 배수할 수 있는 배수능력을 갖추어야 하며, 폐수 및 지중 화학성분에 대한 내구성이 있어야 한다.
2.1.8 열융착 시공을 요하는 경우 융점 130 ℃ 이상의 재질이어야 한다.(시험방법은 KS K 0328에 따른다.)
2.1.9 콘크리트 라이닝 배면 배수재로서 부직포와 동등 이상의 성능을 가진 다른 재료를 사용하고자 하는 경우에는 시공 전에 공인시험기관의 시험성적

서 및 시공계획서를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.2 방수막

2.2.1 방수막의 재질은 상호 접착이 좋은 재질이어야 하며, 한국산업표준(KS F 4911)을 만족하는 제품이어야 한다.

2.2.2 방수막의 품질기준

방수막은 산, 알칼리에 대한 저항성 및 팽창에 대한 내구성이 양호하여야 하며, 표 7-8-1의 품질기준을 만족하여야 하나, 동등 이상의 재질인 경우 두께는 설계기준에 따라 조정하여 사용할 수 있다.

표 7-8-1 방수막 품질기준

항 목		단위	품질기준	비고
인장 성능	인장강도	MPa	16.0 이상	
	신장률	%	600 이상	
	인장탄성률	MPa	100 이하	KS M ISO 527-1, 527-3
인열저항		N/mm	60 이상	
가열 신축량	신장될 때	mm	2.0 이하	
	수축될 때		6.0 이하	
기타사항		폴리올레핀계 및 에틸렌비닐아세테이트계는 카본블랙을 함유하지 않아야 한다.		

3. 시 공

3.1 배수시설

3.1.1 유공관, 맹암거 및 콘크리트 측구의 설치는 설계도서에 따른다. 유공강관의 품질기준은 표 7-8-2와 같다.

표 7-8-2 터널 맹암거 유공관의 품질기준

구 분	단 위	품질기준	시험방법
재 질	-	부식성이 없어야 한다	
구멍지름	mm	ϕ 4.8 ~ 9.5	
개 공 율	%	2.3(230 ㎠/㎡) 이상	ASTM A 760
굽힘시험	-	이상이 없어야 한다	
내경 5 % 변형 때 강성	kN/㎡	2,465 이상	ASTM D 2412

3.1.2 맹암거 잡석채움 골재는 25 mm와 40 mm 조골재를 혼합하여 사용한다.

3.1.3 필터 콘크리트 배합비는 표 7-8-3을 표준으로 하며, 현장배합을 실시하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

표 7-8-3 필터 콘크리트 배합표(1 ㎥ 당)

골 재(8 mm ~ 20 mm)	물	시 멘 트	비 고
1.0 m^3	60 ℓ	103 kg	

3.1.4 필터 콘크리트의 시공순서는 다음과 같다.

(1) 현장배합용 철판을 깔고 그 위에 자갈을 올려 놓는다.

(2) 자갈에 필요한 소요량의 물을 골고루 뿌린 후 물이 빠질 때까지 기다린다.

(3) 물이 빠지고 나면 배합에 필요한 양의 시멘트를 가하여 혼합한 후 사용한다.

3.2 방수시설

3.2.1 시공일반

(1) 방수시설을 하기 위한 숏크리트 면의 상태는 작업 전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

(2) 방수시설 작업 전에 계약상대자는 부직포 및 방수막에 대한 시험성과서를 제출하여야 한다.

(3) 부직포는 터널 내면에서 원활한 배수가 되도록 재질, 두께, 인장강도, 투수계수 등을 검토한 후 설치하여야 한다.

(4) 방수막은 침투수가 터널 내부로 유입되지 않도록 설치하여야 한다.

(5) 방수막의 연결부는 봉합시험을 하여야 한다.

3.2.2 사전준비

(1) 숏크리트 면을 정리할 때에는 용수처리도 동시에 하여야 한다.

(2) 용수는 집수관으로 집수하여 배수로로 배출시켜야 한다.

(3) 숏크리트 표면에 드러나 있는 모든 관은 절단하고 모르타르 등으로 속채움을 한 다음 모르타르로 마감하여 정리하여야 하며, 마감두께는 최소 20 mm 로 한다.

(4) 시공 중 부착물을 설치하기 위하여 사용한 철근이나 강재가 숏크리트면 밖으로 돌출된 부분은 숏크리트 면과 일치되도록 절단하여야 하며, 날카로운 부분은 모르타르 등으로 매끄럽게 처리하여 방수막에 영향이 없도록 하여야 한다.

(5) 록볼트의 두부는 너트(nut)면에서 5 mm 여유를 두고 절단한 후 모르타

르나 숏크리트로 마감하여야 하며, 마감두께는 최소 40 mm로 하고 마감부분의 곡선반지름은 최소 300 mm로 한다.

(6) 터널 벽면에서 강지보재 사이나 불규칙한 면은 길이 대 깊이의 비율이 최소 7 : 1 이상이 되도록 모르타르나 숏크리트로 마무리하여야 하며, 강지보재나 기타 강재의 피복은 최소 40 mm 이상의 두께로 마감처리를 하여야 한다.

(7) 숏크리트면의 요철이 심할 때에는 골재의 입경이 8 mm 이내인 숏크리트를 사용하여 요철이 없도록 마무리를 하여야 한다.

(8) 횡터널의 접합부나 터널내공이 변하는 접합부분의 곡선반지름은 최소 500 mm 이상으로 하여야 한다.

(9) 상 · 하반을 분할 굴착하는 경우에는 상반 굴착 후 숏크리트를 타설할 때에 쌓인 반발재를 완전히 제거하여야 하며, 상 · 하반 연결부의 이물질을 완전히 제거한 후 하반 숏크리트 면과 일치하게 면정리를 하여야 한다.

(10) 콘크리트 라이닝의 기초가 되는 터널 하부와 우각부에 쌓인 슬러지는 깨끗이 제거하여야 한다.

(11) 여굴 발생부위는 반드시 채움콘크리트를 타설하여 면정리를 하여야 한다.

(12) 터널 내벽의 면정리가 완료되면 감독자의 승인을 받은 후 부직포 및 방수막 설치작업을 하여야 한다.

3.2.3 시 공

(1) 부직포 설치

① 부직포는 라운델(roundel), 못 및 와셔를 사용하여 콘크리트 및 숏크리트 표면에 고착시킨다. 단, 부직포와 방수막이 일체형으로 되어 있는 경우에는 부직포에 연결된 중심 부직포를 못 및 와셔를 사용하여 고착시킨다.

② 개착터널 구간은 콘크리트 라이닝 외측면에 방수막을 부착시킨 후, 되메우기를 할 때는 방수막의 손상을 방지할 수 있도록 방수막의 외측을 부직포로 감싸 보호하여야 한다.

③ 용수가 많은 구간은 유도배수 처리와 함께 2겹의 부직포를 설치하여야 한다.

(2) 방수막 설치

① 방수막을 라운델 위에 부착시킨다. 단, 부직포와 방수막이 일체인 경우는 제외한다.

② 방수막은 숏크리트 면의 요철과 콘크리트를 타설할 때 지반 쪽으로 방수막이 밀리는 현상을 고려하여 여유를 두고 설치하도록 한다. 콘크리트 라이닝을 타설할 때 거푸집 하단부터 콘크리트가 채워지게 되어 천정부 부근의 방수막에 가장 큰 인장응력이 작용하므로 천장부 라운델의 설치

개소는 측벽부에 비하여 30 % 이상 증가시킨다.

③ 방수막의 현장봉합은 용접부위가 평행선이 되도록 자동용접기를 이용하여 이중선으로 용접하여야 한다.

④ 봉합부의 겹이음 길이는 70 mm 이상이어야 한다.

⑤ 계약상대자는 방수막의 탈락이나 처짐이 발생하지 않도록 시공관리를 하여야 한다.

3.2.4 품질관리

(1) 방수막

① 방수막에 손상부위가 발생한 경우에는 방수막 전체를 교체하여야 한다. 다만, 손상부위가 경미하거나 교체가 불가능한 경우에는 방수막 조각을 덧댄 후 수동접합기로 열융착하여 보수하고, 진공검사기로 접합상태를 확인하여야 한다.

② 접합상태 및 이음상태가 불량한 경우에는 재시공하여 방수기능이 완전하도록 하여야 한다. 다만, 시공상 부득이한 경우에는 방수막을 이중(겹침폭 : 500 mm)으로 설치하여야 한다.

(2) 봉합시험

① 압축공기에 의한 시험

가. 용접부위의 양쪽을 공기가 새어나가지 않도록 차단하고 게이지가 달린 주입기로 공기를 주입하여 압력게이지가 200 kPa을 가리킬 때 공기주입을 중단한다.

나. 주입 차단 후 10분 동안 압력이 20 % 이상 저하되지 않아야 하며, 이상이 있을 때에는 재시공하여야 한다.

② 진공검사

가. 시험하고자 하는 부위에 검사액을 뿌리고 진공검사를 실시한다.

나. 이미 설치된 방수막이 손상되었을 경우에는 손상부위에 새로운 방수막을 덧붙여 용융접합하고, 진공시험기로 접합상태를 확인하여야 한다. 이때 진공시험기의 압력은 20 kPa로 한다.

다. 계약상대자는 시험에 필요한 기구를 무상으로 제공하여야 한다.

③ 검사 및 기타사항

가. 계약상대자는 감독자의 입회하에 임의로 제품시료를 발췌하여 방수막의 품질과 관련한 검사 및 시험을 품질시험 전문기관에 의뢰하여야 하며, 그 결과를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 다만, 품질시험 전문기관의 시험이 곤란한 경우에는 계약상대자의 자체 설비를 이용하여 감독자 입회하에 시험을 실시할 수 있으며, 품질보증서를 첨부하여 품질시험 전문기관의 시험으로 가름할 수 있다.

나. 방수막은 한 두루마리(roll)마다 상품명, 제조년월일, 제조업체명, 규격(폭×두께×길이) 등이 포장에 명시되어 있어야 한다.

7-9 갱 구 부

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 시·종점 갱문 및 갱구부 공사시행에 필요한 작업에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 갱문위치 및 형식

3.1.1 갱문은 인접하는 구조물에 대한 영향, 비탈면 붕괴 등에 대한 대책을 검토한 후 위치를 결정하여야 한다.

3.1.2 갱구부는 편측 경사, 급경사 및 대절토가 발생하지 않도록 하여야 하며, 자연경관 훼손을 최소화할 수 있도록 하여야 한다.

3.1.3 갱문형식은 지형, 지질조건, 배수계획, 주변 환경과의 조화 등을 고려하여 결정하여야 한다.

3.2 갱구부 배수 처리

3.2.1 굴착과 더불어 갱구부 주변 배수가 원활하게 이루어지도록 하여야 한다.

3.2.2 터널 내 배수관이나 맹암거에서 유출되는 물이 집수정을 통하여 원활하게 배수되도록 계획하여야 한다.

3.3 갱구부 보강

3.3.1 휨모멘트와 인장력이 작용하는 갱구부 콘크리트 라이닝의 일정구간을 철근 등으로 보강하여야 한다.

3.3.2 갱구부는 특히 비탈면 붕괴, 지표침하, 지내력 부족 및 장래 유지관리 측면을 고려한 적절한 시공방법을 제시하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.3.3 갱구부를 시공할 때 이상이 생긴 경우는 신속히 필요한 대책을 강구하여야 한다.

7-10 터널계측

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널을 굴착할 때부터 콘크리트 라이닝을 완료할 때까지 터널의 구조적 안정성 여부를 판단하기 위한 터널 내·외부의 계측 및 분석 작업에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 월간 계측결과보고서

(2) 계측결과 종합보고서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 계측일반

3.1.1 터널계측에는 일상계측과 정밀계측이 있으며, 일상계측에는 터널 내 관찰조사·내공변위 측정·천단침하 측정 등이 있고, 정밀계측에는 지표 및 지중침하 측정·숏크리트응력 측정·지중변위 측정·록볼트축력 측정 등이 있다.

3.1.2 계약상대자는 터널공사를 착수하기 전에 계측기의 정밀도·측정범위·작동 온도범위 등을 포함한 계측기의 제원, 계측기의 보정방법 및 유지관리, 계측결과의 기록양식·분석범위·분석방법 및 활용방안, 계측값의 수렴여부 판정방법 등을 포함하는 계측계획서를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.3 계약상대자는 계측 자료를 조기에 수집 · 분석하여 이를 공사에 반영함으로써 경제적이고 안전한 시공이 될 수 있도록 하여야 한다.

3.1.4 계약상대자는 설계도서 및 계측계획서에 제시된 계측기기를 구비하여야 하며, 감독자에게 계측기기의 정밀도를 확인받아야 한다. 계측기기의 설치는 감독자 입회하에 시행하여야 하며, 전문기술자에 의하여 지정된 위치에 계측기를 설치하여야 한다.

3.1.5 계약상대자는 계측기기의 유지관리에 만전을 기하여 계측결과의 획득에 차질이 없도록 하여야 한다.

3.1.6 터널공사는 계측자료를 근거로 시행하여야 하며, 계측된 결과를 설계와 비교 분석하여 매 월마다 감독자에게 제출하여야 한다.

3.1.7 계약상대자는 시공계측 뿐만 아니라 필요할 때에는 유지관리계측도 공사에 반영하여야 하며, 이러한 자료를 정리한 후 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.1.8 계약상대자는 계측결과 및 터널거동 분석내용을 월간보고서로 작성하여 감독자에게 제출하여야 하며, 시공계측 작업이 완전히 종료된 후에는 그간의 계측결과 및 분석내용을 종합적으로 정리한 계측결과 종합보고서를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.2 계측빈도

계측항목과 빈도는 표 7-10-1을 표준으로 하며, 현장여건 및 지반조건을 감안하여 감독자의 확인을 받은 후 조정하여 사용할 수 있다.

3.3 계측내용

3.3.1 터널 내 관찰조사

(1) 터널 내 관찰조사는 지질상태를 파악하고 지보효과를 확인하기 위한 것으로서 터널의 설계 및 시공과 계측의 기본이 되므로 정확한 관찰조사를 하여야 한다. 관찰조사 항목으로는 막장, 록볼트, 숏크리트, 강지보재의 조사관찰과 기타 확인사항 등이 있다

(2) 계약상대자는 관찰조사 결과와 계측에 의한 지반거동, 시공상황 등의 관계를 명백하게 파악하여 효율적인 시공이 되도록 하여야 한다. 또한 막장을 관찰 · 조사한 후에는 조사결과와 관련한 상세도면 및 사진 등을 정리하여 보관하여야 한다.

표 7-10-1 계측항목별 측정빈도

구분	계측항목	계측간격	배 치	계측기 설치시기 및 위치	측 정 빈 도[1]			비 고
					0~15일 (0~7일)	15~30일 (8~14일)	30일~ (15일~)	
계측 A (일상 계측)	터널 내 관찰	전 연장	전 막장	–	매 막장 마다	매 막장 마다	매 막장 마다	록볼트 인발시험은 록볼트 품질관리 시험으로 실시함
	내공변위	10 m~50 m	수 평 2 대각선 4	막장후방 1 m~3 m 또는 굴착 24시간 이내[2]	1~2 회/일	2회/주	1회/주	
	천단침하	10 m~50 m	1군데	막장후방 1 m~3 m 또는 굴착 후 4시간 이내[2]	1~2 회/일	2회/주	1회/주	
	록볼트 인발시험	20 m 마다 3개소	측벽부 천장부 어깨	–	–	–	–	
계측 B (정밀 계측)	지표침하 지중침하	300 m ~600 m	터널상부 3~5군데	막장전방 30 m	1회/일	1회/주	1회/2주	각 항목별 계측기를 동일한 단면에 설치하여 종합적으로 계측
	숏크리트 응력	200 m ~500 m	3~5군데 (반지름방향, 접선방향)	막장후방 1 m~3 m 또는 굴착 후 24시간 이내[2]	1회/일	1회/주	1회/2주	
	지중변위	200 m ~500 m	3~5군데 (3~5개의 다른 심도)	막장후방 1 m~3 m 또는 굴착 후 24시간 이내[2]	1~2 회/일	1회/2일	1회/주	
	록볼트 축 력	200 m ~500 m	3~5군데 (3~5개의 다른 심도)	막장후방 1 m~3 m 또는 굴착 후 24시간 이내[2]	1~2 회/일	1회/2일	1회/주	

※ 1) 빈도란 중에 있는 ( )는 수렴이 빨리 되는 경우의 빈도임.
2) 막장 후방 1 m ~ 3 m 또는 굴착 후 24시간 이내 중 빠른 시기를 기준으로 함.

3.3.2 내공변위 측정

(1) 내공변위 측정은 터널의 안정성 · 지보효과 · 지보의 시공시기 및 방법 등을 검토하는 데에 가장 기본이 되는 항목이며, 계측에는 변위측정용 기기를 사용하여야 한다.

(2) 내공변위 측정은 막장굴착 후 조기에 최종변위량을 예측하고, 숏크리트 및 록볼트의 추가 시공여부를 판단하며, 콘크리트 라이닝 타설시기를 판단하는 자료로 사용하여야 하므로 굴착초기부터 내공변위가 수렴할 때까지 정확한 계측이 이루어져야 한다.

(3) 내공변위의 수렴여부 판정은 계측계획서에 제시된 기준을 따른다.
(4) 계약상대자는 발파 굴착을 할 때에는 비산석에 의하여 계측기기가 손상되지 않도록 보호시설을 하여야 한다.

3.3.3 천단침하 측정
(1) 천단침하 측정은 주변지반의 안정성 확인, 록볼트 및 숏크리트의 지보효과를 파악하기 위한 계측항목으로서, 특히 고결도가 낮은 지층, 터널 천단과 지표 사이의 수직거리가 짧은 경우와 단층 등으로 인하여 붕괴가 일어나기 쉬운 지반조건인 경우 가장 중요한 계측이다. 따라서 막장 굴착 후 가능한 한 빨리 초기값을 측정하여야 하며, 변위가 수렴될 때까지 측정을 하여야 한다.
(2) 측정은 굴착에 따른 절대 높이의 수준측량으로 한다.

3.3.4 지표 및 지중침하 측정
터널 천단과 지표 사이의 수직거리가 짧고, 터널 상부에 중요한 구조물이 있는 경우에는 터널굴착이 구조물에 영향을 미치는지의 여부를 파악할 수 있도록 지표침하와 지중침하를 측정하여야 한다.

3.3.5 내공변위 · 천단침하 · 지표 및 지중침하의 변위측정은 고정확도를 갖는 광파측량기를 사용하는 것이 필요하며, 시간에 따른 측정그래프를 작성하여 주기적으로 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3.6 숏크리트응력 측정
(1) 숏크리트응력 측정은 숏크리트의 안정성 및 추가 지보재의 필요성을 검토하기 위하여 실시하며, 숏크리트 내에 응력계를 매설하여 터널단면의 접선방향과 터널 반지름 방향의 응력을 측정한다.
(2) 측정 대상물의 강성과 계측기의 강성을 고려하여 계측기기 자체의 오차나 형상 오차가 작은 기기를 사용하여야 한다.
(3) 응력계를 매설할 때에는 숏크리트 내의 계측기기와 숏크리트 사이에 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.3.7 지중변위 측정
(1) 지중변위 측정은 굴착 후 터널 주변의 이완영역을 파악하여 록볼트의 적정길이를 결정하기 위한 것으로서, 터널 반지름 방향으로 지중에 수개의 심도가 다른 앵커를 설치하고 그 변위를 측정한다.
(2) 가장 깊은 측정점은 반드시 이완영역 바깥의 부동점에 설치되도록 하여야 한다.
(3) 지중변위 측정결과는 록볼트 축력 및 내공변위 측정결과와 연계하여 종합적으로 판단하여야 한다.

3.3.8 록볼트 축력 측정

록볼트 축력 측정은 록볼트의 축력을 측정하고 그 응력도에 의하여 록볼트의 효과 등을 검토하여 록볼트 간격 및 길이의 증감 여부를 판단하기 위한 계측으로서, 내공변위 측정결과와 연계하여 계측결과를 해석하여야 한다.

3.3.9 주변 구조물의 변형상태 조사

(1) 계약상대자는 주변 구조물의 변형이 터널 시공으로 인한 것인지의 여부를 판단할 수 있도록 시공 전에 사진촬영 및 비디오촬영 등 사전조사를 하여야 한다.

(2) 터널시공에 의한 변형이 발생하였을 때는 이에 필요한 대책수립과 계속적인 관찰을 하여야 한다.

3.4 계측관리

3.4.1 계측결과의 시공 반영

터널을 시공할 때에는 각종 계측을 조직적으로 수행하면서 계측결과를 직접 설계 및 시공에 반영하여야 하며, 공사의 안전성, 경제성 및 시공성을 만족할 수 있도록 그림 7-10-1과 같이 계측관리를 하여야 한다.

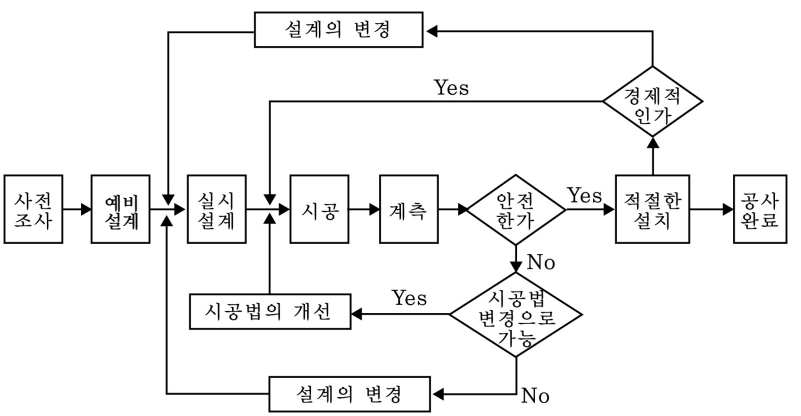


그림 7-10-1 계측관리 계획도

3.4.2 계측결과의 정리

계측결과는 일상의 시공관리에도 이용하고, 장래 공사계획에도 반영할 수 있도록 정리하여 보존하여야 한다.

3.4.3 계측결과의 보고

계측결과는 지체 없이 보고하여야 한다. 특히 현저하게 큰 변위가 발생하는 경우, 변위속도가 기준값 이상이거나 수렴하지 않는 경우에는 즉시 감독자에게 보고하고 지시에 따라 조치하여야 한다.

3.4.4 계측기의 취급

(1) 계측기 등의 설치 및 운반할 때에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급하여야 하며, 파손이 생겼을 때에는 즉시 감독자에게 보고하고 적절한 조치를 취하여야 한다.

(2) 계측기는 굴착 전 또는 굴착 후 즉시 설치되어야 한다.

3.5 계측원의 자격

3.5.1 계약상대자는 원활한 계측관리를 위하여 계측 전담반을 직접 운영하거나 계측전문업체에 위탁하여 계측업무를 수행할 수 있다.

3.5.2 계측 책임자는 터널 굴착에 따른 지반 및 지보재 거동의 역학관계를 이해하는 지반공학 또는 지질학 관련 분야의 전문가이어야 한다.

7-11 타일붙임 및 내오염도장

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 콘크리트 라이닝 측벽부의 타일붙임 또는 내오염도장 공사등 표면 마무리 공사에 적용한다.

1.1.2 타일붙임과 내오염도장은 터널 연장에 따라 구분하여 적용할 수 있으며, 터널 내 내오염도장을 실시하여야 할 경우 작업시행 계획서를 작성하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

1.2 참조표준

KS L 1001 도자기질 타일

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 내오염도장을 적용할 때 계약상대자는 도장 품질관리를 위한 도장작업요령, 자체검사요령 등을 포함하는 도장시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

2. 재 료

2.1 타 일

2.1.1 타일의 재질은 KS L 1001(도자기 타일)에 규정한 규격품과 동등한 제품의 자기질 외장타일이어야 하고 흡수율은 0 % ~ 1.0 % 미만이어야 하며, 접속부 구간은 밝은 황색을 사용하고 그 외의 구간에는 순백색(백색도 : W10)을 사용하여야 한다.

2.1.2 타일 뒷굽의 높이는 1.2 mm 이상, 안쪽으로 오목하게 들어간 깊이는 1 mm 이상이어야 한다.

2.2 내오염도장재

2.2.1 내오염도장재는 폴리우레탄계, 불소수지계, 세라믹 우레탄계 등이 있으며, 품질기준을 만족하는 재료이어야 한다.

2.2.2 내오염도장재는 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 타일붙임

3.1.1 시공일반

(1) 타일붙임에는 타일시멘트를 사용하여야 한다.

(2) 콘크리트 라이닝은 습윤한 상태로 유지하여야 한다.

(3) 타일시멘트와 부착강화제는 정확히 계량하여 혼합하여야 한다.

3.1.2 시공방법

(1) 1 일의 타일붙임 높이는 2 m 미만으로 하여야 한다.

(2) 타일은 모르타르에 1/2 정도가 파묻힐 정도로 압착하고, 직경붙임공법(개량압착방법)으로 시공하여야 한다.

(3) 타일의 규격 및 간격은 설계도서에 따른다.

(4) 모르타르의 배합비는 표 7-11-1에 따른다.

표 7-11-1 모르타르의 배합표(1 ㎥마다)

구 분	물 (g)	타일시멘트 (g)	부착강화제 (g)
바름모르타르	1,400	6,300	100
줄 눈	640	3,200	

3.2 내오염도장

3.2.1 내오염도장의 시공은 별도의 시방기준을 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

7-12 시공 중 부대시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 공사 중 발생되는 배수, 터널 내 조명 및 환기에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 다음사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 시공 중 배수계획서

(2) 공사 중 조명 배치계획서

(3) 공사 중 환기계획서

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공 중 배수

3.1.1 시공 중에는 작업에 지장이 없이 터널 내 배수가 원활하게 되도록 바닥면 고르기를 실시하는 등의 조치를 하여야 한다.

3.1.2 시공 중 발생되는 용수는 즉시 처리되어야 하며, 용수처리 · 배수로 설치 등을 포함하는 배수계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 시공 중 조명

3.2.1 막장이나 직접 작업을 행하는 장소의 조명은 70 lux 이상이어야 하며, 조명기구는 명암의 대비가 뚜렷하지 않아야 한다.

3.2.2 통로구간의 조명도 통행의 안전확보와 차량의 안전운행을 위하여 최소한 10 lux 이상을 유지하여야 한다.

3.2.3 위험한 장소에 대해서는 경계표시등을 설치하고, 정전일 때를 대비하여 예비전원이나 비상전원을 설치하여야 한다.

3.3 시공 중 환기

3.3.1 위생적이고 안전한 작업환경을 조성하기 위하여 설계값 이상으로 터널 내 환기를 실시하여 발파 후에 발생된 가스, 분진 및 기타 내연기관의 배기가스를 터널 외부로 배출하여야 한다.

3.3.2 계약상대자는 굴착작업을 시작하기 전에 발파나 작업기계 등에서 배출되는 유해가스에 따른 소요 환기량, 환기설비 등을 포함하는 공사 중 환기계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3.3 원지반에서 나오는 가스 · 지열 등에 주의하고, 필요한 경우에는 환기 이 외의 다른 조치를 강구하여야 한다.

7-13 전기 및 기계설비

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널의 전기설비 및 기계설비 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

해당사항 없음

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 전기설비

전기설비는 건축전기설비공사 표준시방서 전기부문을 따른다.

3.2 기계설비

기계설비는 건축기계설비공사 표준시방서 기계부문을 따른다.

7-14 공해방지 및 안전관리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 작업원의 건강과 안전을 위하여 시공 중 분진 및 공해 방지와 안전관리에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공 중 분진 방지

3.1.1 계약상대자는 굴착, 버력처리, 숏크리트 시공 등의 작업 중 발생하는 분진에 의한 공해 방지 및 작업환경의 개선을 위하여 분진 등의 농도를 정기적으로 파악하여 작업원의 건강 장해가 발생되지 않도록 조치하여야 한다.

3.1.2 분진으로 인한 장해 방지 대책으로서 계약상대자의 의무는 다음과 같다.

(1) 상시 분진작업에 종사하는 자에 대해서는 분진으로 인한 질병의 방지와 건강관리를 실시하여야 한다.

(2) 분진으로 인한 질병의 방지 등에 관한 특별교육을 실시하여야 한다.

(3) 시공 중 분진농도 측정을 3개월에 1회씩 정기적으로 실시하여 필요한 사항을 기입한 측정기록을 7년간 보존하여야 한다.

(4) 특정 분진 발생 장소에 대해서는 국부 배기장치나 살수(撒水) 등의 조치를 강구하여야 한다.

3.1.3 터널 내부의 가스 및 분진 허용농도는 표 7-14-1을 기준으로 하며, 이 기준을 초과할 경우에는 환기시설 보완 등의 대책을 강구하여야 한다.

표 7-14-1 공사 중 터널 내부의 가스 및 분진 허용농도(권고값)

종 류	허 용 농 도
일산화탄소 (CO)	100 ppm
이산화탄소 (CO_2)	1.5 %
황화수소 (H_2S)	10 ppm
메탄 (CH_4)	1.5 %

3.2 작업장 환경관리

3.2.1 계약상대자는 시공 중에 발생되는 소음, 진동, 지표침하, 갈수 등이 터널 주변 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 경우 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

3.2.2 터널 내의 지하수 및 공사용수는 주변 하천 · 농경지에 대한 오염 및 인체에 유해한 성분이 포함될 수 있으므로 터널 폐수처리시설을 설치하여 처리하여야 하며, 터널 유출수의 pH 및 수질오염 등에 대한 환경기준치를 초과하지 않도록 관리 하여야 한다.

3.3 작업장 안전관리

계약상대자는 작업장 안전관리수칙, 화약류 취급법 등 관련 법규를 준수함은 물론 공사현장에 적합한 내규를 작성하여 재해방지에 최선을 다하여야 한다.

제8장 동상방지층, 보조기층 및 기층공사

8-1 동상방지층 ····· 951
8-2 보조기층 ····· 954
8-3 입도조정기층 ····· 960
8-4 아스팔트 콘크리트 기층 ····· 964
8-5 시멘트 안정처리 기층 ····· 977

제 8 장 동상방지층, 보조기층 및 기층공사

8-1 동상방지층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 동결융해작용으로 인한 포장파손을 방지하기 위하여 노상 상층부를 이루는 동상방지층 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
KS F 2340 사질토의 모래당량 시험방법

2. 재 료

2.1 재료의 품질

동상방지층 재료는 쇄석 · 하천골재(자갈, 모래) · 슬래그 · 스크리닝스 또는 감독자가 승인한 재료 또는 이들의 혼합물로서, 점토 · 실트 · 유기불순물 등을 포함하지 않은 비동결 재료이어야 하며, 표 8-1-1에 맞는 것이어야 한다.

표 8-1-1 동상방지층 재료의 품질기준

구 분	시 험 방 법	기 준
소 성 지 수	KS F 2303	10 이하
모래당량 (%)	KS F 2340	20 이상
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	10 이상

2.2 재료의 입도

동상방지층에 사용될 재료는 골재의 최대치수가 100 mm 이하로서 4.76 mm 체의 통과 중량 백분율이 30 % ~ 70 %의 범위이고, 0.08 mm 체 통과분이 15 % 이하인 범위에서 적절한 입도를 유지하여야 한다. 단, 현지 재료의 활용 및 경제성 등을 고려하여 보조기층 재료와 동일한 재료를 사용할 수 있다.

2.3 재료의 승인, 채취, 저장 및 시험

이 시방서 8-2절 2.3, 2.4, 2.5에 따른다.

3. 시 공

3.1 준비공

동상방지층 시공 이전에 노상 및 땅깎기부 노상준비공 표면의 먼지 · 점토 · 유기물 · 기타 불순물을 제거하고 정리하여야 한다.

3.2 포 설

동상방지층의 포설은 다짐 후 1층의 두께가 200 mm를 넘지 않도록 재료의 입도가 균일하게 분포되도록 포설하여야 한다.

3.3 다 짐

3.3.1 동상방지층의 다짐은 진동롤러, 타이어롤러를 이용하여 감독자의 승인을 받아 다짐을 시행하여야한다.

3.3.2 다짐작업은 도로의 바깥쪽에서 시작하되 길어깨부를 겹쳐서 다짐하여 도로의 중심선 쪽으로 중심선과 평행한 방향으로 진행하며, 진동롤러 및 타이어롤러의 후륜폭의 반폭이 선행 다짐 면에 겹치도록 하고, 후륜이 전 표면을 다져나가도록 한다.

3.3.3 편경사구간에서는 상술한 바와 동일한 방법으로 다지되 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 진행하여야 한다. 동상방지층은 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상으로 다져야 하며, 다짐작업 중 함수비는 상기 시험에서 정하여진 최적함수비의 ±2 % 범위 이내로 유지되고 있는지 감독자의 확인을 받아야한다.

3.3.4 현장다짐밀도를 평판재하 시험결과로 확인할 때에는 아스팔트 포장공인 경우 침하량 2.5 mm에서 지지력계수(K_{30}) 294 MN/㎥(30 kgf/㎠) 이상으로 관리하여야 하며, 시멘트 콘크리트 포장공인 경우 침하량 1.25 mm에서 지지력계수(K_{30}) 196 MN/㎥ (20 kgf/㎠) 이상으로 관리하여야 한다.

3.3.5 현장 여건상 상기의 방법에 의한 다짐도 확인이 어려운 경우 보조기층의 다짐도 검사를 위하여 소형충격재하시험(LFWD : Light Falling Weight Deflectometer)을 실시할 수 있다. 이 경우 시험방법 및 판정기준은 '도로포장통합지침(국토해양부, 2011)'을 참조한다.

3.3.6 동상방지층의 총 두께가 200 mm가 넘는 경우에는 층다짐을 실시하여

각 층 다짐도에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.4 마무리

3.4.1 완성된 동상방지층은 설계도면에 표시된 경사 및 횡단면과 일치하여야 하며, 계획고와의 차이는 ± 30 mm 이하이어야 한다. 완성된 표면의 높이가 과다한 곳은 높이를 조정 한 후 소요 밀도가 되도록 재다짐 하여야 한다.

3.4.2 완성된 표면의 두께가 설계두께보다 ±10 % 이상의 차이가 발생한 구간은 표면을 80 mm 이상 긁어 일으켜 소요두께가 되도록 재료를 보충하거나 과잉재료를 제거한 후 다짐밀도가 확보되도록 다시 전압하여 마무리한 후 감독자의 확인을 받아야한다.

3.4.3 동상방지층 시공 후 우천 등으로 노면손상이 있는 경우와 동절기를 경과한 경우 또는 3개월 이상 방치한 경우에는 마무리 다짐 및 점검을 재실시하여야 한다.

8-2 보조기층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 마무리된 노상면 또는 동상방지층면 상의 보조기층공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2302 흙의 입도 시험방법
KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
KS F 2340 사질토의 모래당량 시험방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법
KS F 2535 도로용 철강 슬래그

2. 재 료

2.1 재료의 품질

보조기층 재료는 견고하고 내구적인 쇄석 · 하천골재(자갈, 모래) · 슬래그 · 스크리닝스 기타 감독자가 승인한 재료 또는 이들의 혼합물로서, 점토질 · 실트 · 유기불순물 · 기타 유해물을 함유하여서는 안 되며, 표 8-2-1의 품질기준에 맞는 것이어야 한다. 재료의 외형은 비교적 균일한 형상을 가지고 있어야 하며, 골재원의 선정 및 변경은 감독자의 사전승인을 받아야 한다.

표 8-2-1 보조기층 재료의 품질기준

구 분	시 험 방 법	기 준
액 성 한 계	KS F 2303	25 이하
소 성 지 수	KS F 2303	6 이하
마 모 감 량 (%)	KS F 2508	50 이하
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	30 이상
모 래 당 량	KS F 2340	25 이상

주) 시멘트 콘크리트 포장의 경우에는 보조기층의 수정 CBR치를 50 이상으로 한다.

2.2 재료의 표준입도

보조기층 재료의 입도는 표 8-2-2의 범위 내에 있어야 한다. 계약상대자는 감독자의 승인을 받아 표 8-2-2의 입도 중 어느 것을 사용하는 것도 가능하다. 단, 현지 골재수급 조건이 나쁜 경우 1층 시공두께의 1/2 이하로 최대치수 100 mm 까지의 재료는 감독자의 승인을 받은 후 사용할 수 있다. 보조기층 재료용 세골재로 스크리닝스를 사용할 경우 스크리닝스의 혼합비율은 혼합골재 중량의 30 % 이내이어야 하며, 합성골재의 0.08 mm 통과율은 5 % 이내이어야 한다.

표 8-2-2 보조기층 재료의 입도

입 도 번 호	통 과 중 량 백 분 율 (%)							
	75 mm	50 mm	40 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0.4 mm	0.08 mm
SB-1	100	-	70~100	50~90	30~65	20~55	5~25	0~10
SB-2	-	100	80~100	55~100	30~70	20~55	5~30	0~10

2.3 재료의 승인 및 시험

2.3.1 계약상대자는 보조기층 재료의 시료 및 시험결과를 감독자에게 제출하여야 한다.
제출 재료가 이 시방의 규정에 합격하는지의 여부를 결정하기 위한 확인시험은 감독자가 실시하거나 품질검사전문기관에 의뢰하여 실시한다.

2.3.2 시공 중 시공관리를 위한 시료채취장의 선정은 감독자 입회하에 계약상대자가 테스트 피트(test pit), 보링(boring)에 의하여 실시하며, 기존 생산공장인 경우는 생산 중의 재료에서 채취하여 제출한 시료에 대하여 실시한 시험결과에 의하여 판정하고, 시료 채취장을 조사한 후 감독자가 결정하는 것으로 한다.

2.3.3 재료의 승인을 위한 시료채취는 재료의 생산 중 감독자의 입회하에 실시하고, 감독자가 봉인한다.

2.4 재료의 채취 및 생산

2.4.1 보조기층 쇄석재료는 석산의 벌개제근, 표토깎기를 하고 발파한 후 파쇄하여 체가름, 골재 혼합 등 기타의 처리를 하여 시방 규정에 맞는 재료를 생산하여야 한다.

2.4.2 하천골재를 보조기층 재료로 사용할 경우에는 함수비 과다를 고려하여 골

재를 강우, 강설에 영향이 없도록 임시적치장에 쌓아두고, 일정 기간이 지난 후 운반하여 사용하여야 한다.

2.4.3 시방규정에 맞는 보조기층 재료를 얻기 위하여 재료의 채취방법, 체가름, 혼합 등의 처리방법을 변경 또는 수정할 필요가 있을 때는 계약상대자는 감독자의 승인을 받아 필요한 조치를 취하여야 한다.

2.4.4 사용할 재료의 채취장은 이 시방서 1-3절 1.7 및 설계도서의 규정에 따라 정지하고 필요할 경우 녹화하여야 한다.

2.5 재료의 저장

2.5.1 재료의 저장장소는 우선 평탄하게 고르고 깨끗이 청소하여 이물질이 혼입되지 않도록 하여야 하며, 과다하게 함수되지 않도록 특히 저장장소의 배수에 주의하여야 한다.

2.5.2 골재원이나 재료의 성질이 다를 경우에는 종류별로 나누어 저장하고 서로 혼합되지 않도록 하여야 한다.

2.5.3 재료분리가 발생되지 않도록 저장하여야 하며, 먼지 기타 유해물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 보조기층은 노상면 또는 동상방지층의 완성면 검측 후에 포설하여야 한다.

3.1.2 보조기층은 이 시방서 토공에 관한 규정 및 동상방지층에 관한 3.4의 규정에 따라 완료된 완성면 위에 포설하여야 한다.

3.1.3 보조기층은 노상면 또는 동상방지층에 점토 등 기타 불순물이 있거나 동결상태에 있을 때에는 포설하여서는 안 된다.

3.1.4 노상면이 부적합할 경우에는 면 고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여 공사시방서의 시방규정에 적합한 노상면을 준비하여야 한다.

3.2 재료의 혼합

3.2.1 보조기층 재료는 규정 입도 및 시방에 맞도록 혼합한 후 감독자의 승인을 받아 현장에 반입하여야 한다.

3.2.2 혼합된 보조기층 재료는 입도가 균질하여야 하며, 적정한 함수비를 가지고 있어 재료의 저장, 운반 및 포설 중 재료분리가 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.2.3 보조기층 재료를 현장에서 혼합할 경우에는 혼합방법 등을 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 반입하여야 한다.

3.3 포 설

3.3.1 보조기층 재료는 운반, 포설 및 다짐 과정에서 적정한 함수비가 유지되도록 한다.

3.3.2 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비이어야 한다. 다만, 포설 장비가 들어갈 수 없는 협소한 지역에서는 감독자의 승인을 받아 인력 또는 특수 장비를 사용하여 포설할 수 있다.

3.3.3 보조기층 재료의 포설은 다짐 후의 1층 두께가 200 mm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 포설하여야 한다.

3.3.4 보조기층은 다음 공종 작업을 시작하기 전에 충분한 연장을 완성하여 두어야 한다.

3.4 다 짐

3.4.1 보조기층의 다짐은 머캐덤 롤러, 탄뎀 롤러, 진동 롤러 또는 타이어 롤러를 이용하여 감독자의 승인을 받아 다짐을 시행하여야 한다.

3.4.2 다짐은 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상으로 다져야 하며, 다짐작업 중 함수비는 상기 시험에서 정하여진 최적함수비의 ±2 % 범위 이내로 유지하여야 한다.

3.4.3 다짐은 길어깨 쪽에서 도로의 중심선 쪽으로 시행하며, 전회 다짐한 부분을 일정한 간격으로 겹쳐서 다져야 한다.

3.4.4 다짐도를 알기 위한 현장밀도시험은 KS F 2311에 따라 측정한다.

3.4.5 현장다짐밀도를 평판재하 시험결과로 확인할 때에는 아스팔트 포장공사인 경우 침하량 2.5 mm서 지지력계수(K_{30}) 294 MN/m³(30 kgf/㎤) 이상으로 관리하여야 하며, 시멘트 콘크리트 포장공사인 경우 침하량 1.25 mm에서 지지력계수(K_{30}) 196 MN/m³ (20 kgf/㎤) 이상으로 관리하여야 한다.

3.4.6 현장 여건상 상기의 방법에 의한 다짐도 확인이 어려운 경우 보조기층의 다짐도 검사를 위하여 소형충격재하시험(Light Falling Weight Deflectometer, LFWD)을 실시할 수 있다. 이 경우 시험방법 및 판정기준은 '도로포장통합지침(국토해양부, 2011)'을 참조한다.

3.4.7 복륜하중 5 t 이상 타이어 접지압 549 kN/m^3 이상인 타이어 로울러 또는 덤프 트럭(14 t 이상 트럭에 토사 또는 골재 만재하여 사용)을 전 구간 3회 주행시켜, 비교적 큰 변형이 관찰되는 곳을 표시하여 벤켈만빔에

의한 변형량을 측정한다.

3.4.8 보조기층의 다짐관리 시험간격은 표 8-2-3의 최소시험간격에 따른다.

표 8-2-3 보조기층의 다짐검사 시험간격

다짐 검사 시험 종류	최소 시험 간격	
다짐도 시험	2차로 기준	층별 400 m 마다 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업할 때	1,000 ㎥ 마다 최소 1회
평판재하시험	2차로 기준	2층 포설 후 200 m 마다 최소 1회
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업할 때	1,000 ㎥ 마다 최소 1회
소형 충격 재하시험	2차로 기준	층별 400 m 마다 최소 3지점
	폭이 넓은 광활한 지역의 성토 작업할 때	1,000 ㎥ 마다 최소 3지점

3.5 마무리

3.5.1 보조기층은 설계도서에 표시된 종·횡단경사대로 정확히 마무리하여야 한다.

3.5.2 보조기층의 마무리 면은 계획고보다 ± 30 mm 이상 차이가 있어서는 안 된다. 3 m의 직선자로 도로중심선에 평행 또는 직각으로 측정할 때 아스팔트 포장은 20 mm, 콘크리트 포장은 10 mm 이상의 요철이 있어서는 안 되며, 새로운 측정은 이미 측정이 끝난 부분에 직선자를 반씩 겹쳐 측정하여야 한다.

3.6 두께 측정

3.6.1 완성된 보조기층의 두께측정은 커터(cutter)로 자르거나 구멍을 파서 측정한다. 매 1,000 ㎡에 1개공 이상, 또는 1일 포설량이 1,000 ㎡ 미만일 경우 1일 1회 이상 두께측정을 하여야 하며, 측정두께가 설계두께보다 10 % 이상 차이가 생기는 구간은 표면을 80 mm 이상 긁어 일으켜 재료를 보충하거나 또는 제거하고, 소요 두께가 되도록 다시 다져야 한다. 이에 소요되는 공사비는 계약상대자 부담으로 한다.

3.6.2 두께 측정을 위한 시험용 코아채취 보링 부분도 계약상대자 부담으로 원상 복구하여야 한다.

3.7 유지관리

3.7.1 시공기간 중 보조기층은 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며, 손상 부분은 즉시 보수하여야 한다.

3.7.2 보조기층 마무리 면은 기층을 포설하기 전에 적절한 함수비를 함유하고 있어야 한다.

3.7.3 완성된 보조기층 면 위를 공사용 차량이 왕래하였거나 보조기층 완성 후 강우 · 강설 등의 기상변화에 장기간 방치한 경우, 기타 감독자가 필요하다고 인정하는 경우에는 재시험을 실시하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.7.4 시험결과 불합격되었을 경우에는 이 시방서에 따라 계약상대자 부담으로 재시공하여야 한다.

8-3 입도조정기층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 보조기층 위에 시공하는 입도조정기층 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2302 흙의 입도 시험방법
KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
KS F 2306 흙의 함수비 시험방법
KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
KS F 2502 골재의 체가름 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS F 2525 도로용 부순 골재
KS F 2535 도로용 철강 슬래그

2. 재 료

2.1 재료의 품질

입도조정기층 재료는 내구적인 쇄석 등을 모래 · 스크리닝스 혹은 기타 적당한 재료와 혼합한 것, 슬래그, 기타 감독자가 승인한 재료로서, 점토 · 유기불순물 · 먼지 등 유해량을 함유하여서는 안 된다. 재료는 4.76 mm 체에 남는 것 중 중량으로 70 % 이상의 것이 적어도 2개의 파쇄면을 가져야 하며, 표 8-3-1에 표시하는 품질기준에 맞는 것이어야 한다.

표 8-3-1 입도조정기층 재료의 품질기준

구 분	시 험 방 법	기 준
소 성 지 수	KS F 2303	4 이하
수정 CBR치 (%)	KS F 2320	80 이상
마 모 감 량 (%)	KS F 2508	40 이하
안 정 성 (%)	KS F 2507	20 이하

주 1) 시험에 사용되는 시료의 입경에 대하여는 감독자의 지시에 따른다.
2) 슬래그는 제조 후 출하할 때에 정색판정시험에 따라 수침에 의한 황탁수 및 황화수소 냄새의 발생여부를 확인하여야 한다.
3) 도로용 철강슬래그는 KS F 2535의 규정에 따른다.

2.2 재료의 표준입도

입도조정기층 재료의 표준입도는 표 8-3-2의 범위 내에 들어야 한다. 그 밖의 입도를 사용하는 경우는 감독자의 승인을 받아야 한다.

표 8-3-2 입도조정기층 재료의 표준입도

체크기 / 입도번호	통과중량백분율 (%)							
	50 mm	40 mm	25 mm	20 mm	5 mm	2.5 mm	0.4 mm	0.08 mm
B-1	100	95-100	-	60-90	30-65	20-50	10-30	0-10
B-2	-	100	80-95	60-90	30-65	20-50	10-30	0-10

2.3 재료의 승인 및 시험

이 시방서 8-2절 2.3에 따른다.

2.4 재료의 채취

이 시방서 8-2절 2.4에 따른다.

2.5 재료의 저장

이 시방서 8-2절 2.5에 따른다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 입도조정기층 시공 전에 보조기층 면의 먼지 · 점토 · 유기물 · 기타 불순물을 제거하고 정리하여야 한다.

3.1.2 보조기층 면이 동결상태에 있을 때는 포설해서는 안 되며, 보조기층 면이 부적합할 경우에는 면 고르기, 재다짐 등을 실시하여 공사시방서의 시방규정에 적합한 보조기층 면을 준비하여야 한다.

3.2 재료의 혼합

이 시방서 8-2절 3.2에 따른다.

3.3 포 설

3.3.1 입도조정기층 재료의 운반, 포설 및 다짐을 할 때에는 적정한 함수비를 가지고 있어야 한다.

3.3.2 포설에 있어 재료분리를 일으키지 않도록 하고, 다짐 후 1층의 마무리 두께가 150 mm를 넘지 않도록 균일하게 포설하여야 한다.

3.4 다 짐

3.4.1 입도조정기층의 다짐은 머캐덤 롤러, 탄뎀 롤러, 진동 롤러 또는 타이어 롤러를 이용하여 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다.

3.4.2 다짐은 KS F 2312의 D방법 또는 E방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상으로 다져야 한다.

3.4.3 다짐은 길어깨 쪽에서 도로의 중심선 쪽으로 시행하며, 전회 다짐한 부분을 일정한 간격으로 겹쳐서 다져야 한다.

3.4.4 다짐할 때의 함수비는 3.4.2항에서 구한 최적함수비 또는 감독자가 지시하는 함수비로 한다.

3.4.5 다짐도를 알기 위한 현장밀도시험은 KS F 2311에 따라 측정한다.

3.4.6 입도조정기층의 마무리에 앞서 기층 표면 전체에 걸쳐 감독자의 승인을 받은 타이어 롤러로 적어도 3회 이상 프루프롤링(proof rolling)을 실시하여야 한다. 프루프롤링에 사용하는 타이어 롤러의 복륜하중은 5 t 이상, 타이어 접지압은 549 kN/㎡ (5.6 kgf/㎠)이어야 한다. 프루프롤링 결과 발견된 기층의 불량 부분은 감독자의 지시에 따라 재시공한다. 이에 소요되는 공사비는 계약상대자 부담으로 한다.

3.5 마무리

3.5.1 입도조정기층은 설계도서에 표시된 종·횡단경사대로 정확히 마무리하여야 한다.

3.5.2 입도조정기층의 마무리 면은 계획고보다 30 mm 이상 차이가 있어서는 안 된다. 또 20 m 이내의 임의의 2점에서 계획고보다 15 mm 이상 차이가 있어서는 안 된다. 도로중심선에 평행 또는 직각으로 3 m 직선자를 대어서 측정할 때 가장 들어간 곳의 깊이가 10 mm 이상이 되어서는 안 된다. 측정은 이미 측정한 곳에 직선자를 절 반 이상 겹쳐서 측정하는 것으로 한다.

3.6 두께측정

3.6.1 완성된 입도조정기층의 두께측정은 커터(cutter)로 자르거나 구멍을 파서 측정한다. 매 2,000 ㎡에 1개공 이상씩 두께측정을 하여야 하며, 측정두께가 설계두께보다 10 % 이상 차이가 생기는 구간은 표면을 50 mm 이

상 긁어 일으켜 재료를 보충하거나 또는 제거하고 소요두께가 되도록 다시 다져야 한다. 이에 소요되는 공사비는 계약상대자 부담으로 한다.

3.6.2 두께측정을 위한 시험용 코아채취 보링 부분도 계약상대자 부담으로 원상복구하여야 한다.

3.7 유지관리

3.7.1 시공기간 중 입도조정기층은 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며, 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.

3.7.2 입도조정기층 마무리 면은 중간층이나 표층을 포설하기 전에 적절한 함수비를 함유하고 있어야 한다.

3.8 시험포장

3.8.1 계약상대자는 입도조정기층공사 시공에 앞서서 공사에 사용할 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다.

3.8.2 시험포장 면적은 1,000 ㎡ 정도로 하며, 다짐도 · 다짐 후의 두께 · 재료분리 여부 · 포설 및 다짐 방법 등을 검토한다.

3.8.3 시험포장을 실시할 장소, 재료배합 등에 대하여는 감독자와 협의한 후 시험포장 계획서를 제출하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

8-4 아스팔트 콘크리트 기층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 아스팔트 콘크리트 기층 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2337 마샬시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험방법
KS F 2340 사질토의 모래 당량 시험 방법
KS F 2355 역청 골재 혼합물의 피막박리 시험방법
KS F 2357 역청 포장 혼합물용 골재
KS F 2364 다져진 역청 혼합물의 공극률 시험방법
KS F 2366 역청 포장용 혼합물의 이론적 최대비중 및 밀도 시험방법
KS F 2377 선회다짐기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 시험방법
KS F 2384 다져지지 않은 잔골재의 공극률 시험방법
KS F 2502 골재의 체가름 시험방법
KS F 2503 굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS F 2575 굵은 골재중 편장석 함유량 시험방법
KS F 3501 역청 포장용 채움재
KS M 2201 스트레이트 아스팔트
KS M 2010 원유 및 석유 제품 인화점 시험 방법
KS F 2392 회전 점도계를 이용한 아스팔트의 점도 시험 방법
KS F 2393 동적 전단 유변 물성 측정기를 이용한 아스팔트의 유변 특성 시험방법

KS F 2390 보형상 유변 물성 측정기를 이용한 아스팔트의 휨 크리프 강성 시험방법

1.3.2 다음의 관련 지침을 참조한다.

국토교통부 '아스팔트 혼합물 생산 및 시공 지침'

국토교통부 '저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침'

2. 재 료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 아스팔트

아스팔트 콘크리트 기층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201 또는 국토교통부 관련 지침에 적합한 것으로서, 이 시방서 15-2에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2.1.2 골 재

사용할 골재는 견고하고 내구적인 쇄석 · 자갈 · 슬래그 · 모래 · 석분 및 기타 재료로 하며, 이들의 혼합물에는 점토 · 유기불순물 · 먼지 기타 유해물이 함유되어서는 안 된다. 쇄석 및 자갈은 표면이 깨끗하고, 모양은 너무 편평하고 세장한 조각이 없어야 하며, 표 8-4-1의 품질기준에 적합하여야 한다.

표 8-4-1 아스팔트 콘크리트 기층용 골재의 품질기준

구 분		시 험 방 법	기 준
잔골재	모래당량	KS F 2340	50 이상
	잔골재 입형시험	KS F 2384	45 이상
굵은 골재	마모감량 (%)	KS F 2508	40 이하
	안정성 (%) (황산나트륨 사용)	KS F 2507	12 이하
	피막박리시험에 의한 피복면적 (%)	KS F 2355	95 이상
	흡수량 (%)	KS F 2503	3.0 이하
	절대건조밀도	KS F 2503	2.5 이상
	편장석 함유량(%)	KS F 2575	30 이하

2.1.3 채움재

채움재(mineral filler)는 KS F 3501에 적합한 것으로 감독자가 승인한 재료를 사용하여야 하며, 함수비 1 % 이하로서 덩어리가 없어야 하고, 표 8-4-2의 입도기준을 만족하여야 한다.

표 8-4-2 채움재의 입도기준

체 크 기 (mm)	통과중량백분율 (%)
0.6	100
0.3	95 ~ 100
0.15	90 ~ 100
0.08	70 ~ 100

2.2 재료의 입도

굵은골재, 잔골재 및 채움재를 혼합하였을 때는 표 8-4-3의 입도 중 어느 하나를 사용하여야 한다. 단, 필요한 경우 감독자의 승인을 받아 입도를 다소 수정하여 사용할 수 있다.

표 8-4-3 아스팔트 콘크리트 기층용 골재의 입도 기준

구 분		BB-1	BB-2	BB-3	BB-4
		밀입도	밀입도	밀입도	내유동성
체의 호칭치수(mm)		40	30	25	25R
통과중량백분율 (%)	50	100	–	–	–
	40	95 ~ 100	100	–	–
	30	80 ~ 100	95 ~ 100	100	100
	25	70 ~ 100	80 ~ 100	90 ~ 100	95 ~ 100
	20	55 ~ 90	55 ~ 90	71 ~ 90	80 ~ 90
	13	40 ~ 80	46 ~ 80	56 ~ 80	60 ~ 78
	10	30 ~ 70	40 ~ 70	45 ~ 72	45 ~ 68
	5	17 ~ 55	28 ~ 55	29 ~ 59	25 ~ 45
	2.5	10 ~ 42	19 ~ 42	19 ~ 45	15 ~ 33
	0.6	5 ~ 28	7 ~ 26	7 ~ 25	6 ~ 18
	0.3	3 ~ 22	4 ~ 19	5 ~ 17	4 ~ 14
	0.15	2 ~ 16	2 ~ 13	3 ~ 12	3 ~ 10
	0.08	1 ~ 10	1 ~ 7	1 ~ 7	2 ~ 8

2.3 재료의 승인 및 시험

2.3.1 계약상대자는 공사에 사용할 아스팔트와 골재의 시료 및 시험결과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.3.2 아스팔트의 공급원이나 골재원을 변경할 경우에는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3.3 감독자는 사용재료의 적정 여부를 결정하기 위하여 필요에 따라 보조시험

을 시행할 수 있으며, 공사 시행 중에도 아스팔트의 발췌시험을 지시할 수 있다.

2.4 재료의 저장

2.4.1 드럼에 든 아스팔트는 정유소별 및 입하 순으로 분류하여 저장하고, 입하 순으로 사용한다.

2.4.2 탱크차로 현장에 반입하는 아스팔트를 저장하는 경우에는 가열이 가능한 별도의 저장탱크시설을 갖추어야 한다.

2.4.3 골재는 종류별 · 크기별로 분리하여 저장하며, 서로 혼입되지 않도록 하여야 하고, 재료분리가 일어나지 않도록 저장하여야 하며, 먼지 · 진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

2.4.4 포대에 든 석분(채움재)은 지면에서 300 mm 이상 높이의 방습이 잘 되는 창고에 저장하여 입하 순으로 사용하여야 한다.

2.5 아스팔트 혼합물의 품질기준

아스팔트 콘크리트 기층용 혼합물은 국토교통부 관련 지침과 KS F 2337 또는 KS F 2377에 따라 시험했을 때 표 8-4-4의 품질기준에 합격한 것이어야 한다.

표 8-4-4 기층용 아스팔트 혼합물의 품질 기준

특성치		품질 기준
마샬안정도 적용할 때	마샬안정도(N)	5000 이상(3500 이상)
	흐름값(1/100 cm)	10 ~ 40
	공극률 (%)	4 ~ 6
	포화도 (%)	60 ~ 75
	골재간극률 (%)	표 8-4-5 참조
	간접인장강도(N/㎟)	0.6 이상
	터프니스(N · mm)	6,000 이상
	선회다짐횟수	선회다짐 : 100 (75) 마샬다짐 : 양면 각 75 (50)

주 1) 공시체의 다짐은 현장 다짐조건과 유사한 선회다짐기를 사용한 선회다짐을 하여야 하지만, 마샬다짐기를 사용한 마샬다짐을 적용할 수 있다.

주 2) 간접인장강도, 터프니스, 인장강도비 시험은 중온 아스팔트 혼합물에서만 적용한다.

주 3) 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상 또는 20년 설계 ESAL > 10^7인 경우인 중교통도로 포장에서는 선회다짐 100회 또는 마샬다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 선회다짐 75회 또는 마샬다짐 양면 각 50회를 사용하며, 이 경우 품질기준은 ( )의 기준을 적용한다.

표 8-4-5 최소 골재간극률 기준

골재최대크기 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

주 1) 설계공극률이 3.0 % ~ 4.0 %, 4.0 % ~ 5.0 %, 5.0 % ~ 6.0 % 이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대크기가 20 mm 이고, 설계공극률이 4.5 % 이면, VMA 기준은 「13.5 % 이상」이다.

2.6 기준밀도

아스팔트 콘크리트 기층용 혼합물의 기준밀도는 감독자의 승인을 받은 현장 배합에 대해서 골재의 25 mm 이상의 부분을 같은 중량의 25~13 mm의 골재로 치환한 후 실내에서 혼합하여 3개의 마샬 공시체를 제작하고 다음 식으로 구한 마샬 공시체의 밀도의 평균치를 기준밀도로 한다. 또한 기준밀도의 결정에 있어서는 감독자의 승인을 받아야 한다.

$$\text{공시체의 밀도 } (g/cm^3) = \frac{\text{건조공시체의 공기중 중량 } (g)}{\text{공시체의 표면건조중량}(g) - \text{공시체의 수중중량}(g)} \times \text{상온의 물의 밀도}(g/cm^3)$$

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 보조기층 면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

3.1.2 공사에 중대한 영향을 미치는 아스팔트 혼합물의 생산 플랜트, 운반 및 시공장비 등을 미리 점검하여 양호한 상태로 정비하여두어야 한다.

3.2 믹싱 플랜트

3.2.1 아스팔트 포장작업에 사용할 믹싱플랜트는 현장 배합설계에 따라 혼합물을 생산할 수 있도록 설계 · 조정되고, 믹서 용량은 1,000 kg 이상인 것으로서 사용하기 전에 기종 · 용량 · 성능 및 부속기구에 대하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 사용할 믹싱플랜트의 기종은 자동계량방식(automatic weighing system)의 배치식 플랜트로 하고, 중량계량을 정확히 할 수 있는 장치가 부착된 것으로서 감독자의 서면 승인을 받은 경우에는 연속식을 사용할 수 있다. 각 믹싱플랜트는 다음의 기준에 맞아야 하며, 공해방지시설을 갖춘 것이어야 한다.

(1) 배치식 플랜트

① 골재 피더 (feeder)

골재 피더는 종류가 각기 다른 골재를 균일하게 드라이어(dryer)에 공급할 수 있는 장치를 구비한 것이어야 한다. 또한 콜드 빈(cold bin)에서 골재가 원활히 공급되는가를 확인할 수 있도록 감시하여야 한다.

② 아스팔트 저장탱크 및 켓틀 (kettle)

아스팔트의 저장탱크 및 켓틀은 최소 2일 동안 작업에 지장이 없을 만큼 충분한 용량과 아스팔트를 완전히 배출할 수 있도록 시설이 되어 있어야 한다. 탱크나 켓틀에는 아스팔트를 소정의 온도까지 거의 균등하게 가열할 수 있는 장치가 있어야 하며, 아스팔트 배출구 부근에 온도를 측정할 수 있는 자기온도계가 설치되어 있어야 한다.

③ 드라이어 (dryer)

드라이어는 골재를 건조시켜 소정의 온도로 가열할 수 있는 것으로서 플랜트를 연속적으로 운행할 수 있도록 충분한 용량을 가지고 있어야 한다. 드라이어는 배출구 부근에 자기온도계를 설치하여 가열된 골재의 온도를 자동적으로 기록하거나 또는 측정할 수 있는 것이어야 한다.

④ 체가름 장치 (gradation control unit)

체가름 장치는 가열된 골재를 최소한 3종류로 체가름 할 수 있는 능력을 가진 것으로서 플랜트의 평상 운용을 할 때에는 믹서보다 약간 큰 용량을 가진 것이어야 한다. 체가름 장치는 감독자가 지시하는 방법과 빈도로 청소하여야 한다. 또한 필요에 따라 신제품으로 바꾸거나 수리가 용이하여야 한다.

⑤ 하트 빈 (hot bin)

하트 빈은 입경이 다른 골재를 각각 분리 저장할 수 있도록 3개 이상 분리된 것이어야 한다. 또한 각 빈마다 오버플로우 파이프(overflow pipe)를 설치하여 체가름된 골재가 섞이지 않도록 하여야 한다. 각 빈에는 시료채취장치를 설치하여야 한다.

⑥ 집진장치 (dust collector)

플랜트에는 집진장치를 설치하여야 한다.

⑦ 플랜트 검사

플랜트는 혼합물을 생산하기 전에 기계의 결함여부를 검사하여야 하며, 결함사항이 발견되면 혼합물을 생산하기 전에 수리하고, 배치식 플랜트의 하트 빈 중량계는 계기의 눈금이 정확히 맞도록 검사하여 조정하여야 한다. 하트 빈, 아스팔트 탱크 및 켓틀의 온도계는 혼합물 생산 전에 검사하여 조정하여야 한다.

⑧ 골재 계량기

골재 계량기는 최소 눈금이 최대 정량의 0.5 % 이하이어야 하며, 스프링식이 아닌 저울로서 진동에 의한 영향을 받지 않는 표준형이어야 한다. 또한 계량기는 한 배치의 재료를 한 번에 계량할 수 있는 용량을 가져야 하며, 정밀도는 계량중량의 1 % 이내이어야 한다.

⑨ 아스팔트 계량기

아스팔트 계량기는 소요량의 아스팔트량을 계량할 수 있는 것으로서 계량통의 용량은 배치혼합에 소요되는 아스팔트량보다 15 % 이상 큰 것이어야 하며, 정밀도는 계량중량의 1 % 이내이어야 한다.

⑩ 스프레이어(sprayer)

스프레이어는 소요량의 아스팔트를 믹서 내부에 균일하게 살포할 수 있도록 설치되어야 한다.

⑪ 호퍼(hopper)

호퍼는 한 배치의 혼합용 골재를 계량할 수 있는 충분한 용량을 가진 것이어야 한다.

⑫ 믹서

믹서는 2축식 퍼그밀(pugmill)형 배치식 믹서로서 균일한 혼합물을 생산할 수 있는 것이어야 하며, 날개와 고정부분인 믹서의 내벽과의 간격은 20 mm 이하이어야 한다. 믹서는 혼합시간을 조절할 수 있는 타임록(time lock)이 장치되어 있어야 하며, 이 타임록은 혼합작업 중 믹서 게이트를 폐쇄할 수 있는 것이어야 한다.

⑬ 석분 빈

석분의 투입은 습기를 방지하고 연속적으로 투입될 수 있도록 사일로를 설치하여야 하며, 자동 계량하여 투입되도록 장치되어야 한다.

⑭ 생산량의 기록장치

대규모 플랜트에서는 생산된 혼합물의 양을 확인하기 위하여 자동기록장치를 설치하여야 한다.

(2) 연속식 플랜트

연속식 플랜트는 (1)항(배치식 플랜트)의 ①~⑦항까지 만족하고, 다음 각 항을 추가로 만족하여야 한다.

① 입도조정장치

입도조정장치는 중량계량 또는 용적계량으로 골재를 정확히 계량하여 배합할 수 있는 것이어야 한다. 용적계량으로 입도를 조정하는 경우에는 하트 빈의 배출구에 피더를 설치하고, 각 빈에는 골재를 정확히 용적 계량할 수 있는 조절게이트를 설치하여야 한다. 또한 골재 시료채취를 용이하도록 하기 위하여 테스트 슈트(test chute)를 설치하여야 한다.

② 골재와 아스팔트의 동조장치(同調裝置)

동조장치는 아스팔트와 골재의 공급량 비율을 자동적으로 일정하게 유지할 수 있으며, 생산된 혼합물의 양을 확인하기 위하여 자동기록장치가 부착된 것이어야 한다.

③ 믹서

믹서는 2축식 퍼그밀형 연속식 믹서로서 균일한 혼합물을 생산할 수 있는 것이어야 한다. 믹서의 날개는 축에 대한 각도를 조절할 수 있는 것이어야 하며, 퍼그밀은 혼합물의 재료분리가 일어나지 않도록 혼합물을 신속히 배출할 수 있는 배출호퍼를 구비하여야 한다.

3.3 시험포장

3.3.1 계약상대자는 설계도서에 따라 공사에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다.

3.3.2 시험포장 면적은 약 500 ㎡ 정도로 감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있으며, 다짐시험을 실시하여 두께 및 밀도를 측정하여야 한다.

3.3.3 시험포장은 최적 아스팔트 함량, 다짐도, 다짐 전 포설두께, 다짐방법, 다짐 후 밀도, 플랜트 배합 및 현장포설온도 등을 검토할 목적으로 시행한다.

3.3.4 시험포장을 시행할 장소와 혼합물의 배합 · 포설두께 · 다짐장비 · 다짐방법 등이 포함된 시험포장계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

3.3.5 시험포장 구간은 공사시방서, 설계도서의 규정에 만족할 경우에는 본 포장의 일부로 사용할 수 있으나 규정에 벗어날 경우에는 이를 제거하여 원상으로 복구하여야 한다.

3.3.6 시험포장에 소요되는 비용은 포장의 계약단가에 포함된 것으로 간주하고, 별도의 지불은 하지 않는다.

3.4 현장배합

3.4.1 계약상대자는 아스팔트 및 골재의 대표적인 시료를 이용하여 시험비빔 및 시험포장을 시행한 결과를 검토한 후 혼합물의 종류별 입도, 아스팔트 함량, 혼합물의 혼합시간, 믹서에서 배출될 때의 온도 등을 감독자와 협의하여 결정한다.

3.4.2 계약상대자는 3.4.1에 따라 혼합물을 생산하여야 한다. 다만, 실제 플랜트에서 생산되는 혼합물의 골재입도는 배합설계할 때의 입도와 다르게 나타나는 것이 보통이기 때문에 현장배합을 실시하여 규정된 혼합물의 품질기준에 만족하는지를 확인하여야 한다.

3.4.3 아스팔트 혼합물의 품질기준에 만족하지 않을 경우에는 골재의 입도 또는 아스팔트의 함량을 수정하여야 한다.

3.4.4 지금까지 제조실적이 있는 혼합물의 경우에는 그 실적 또는 정기시험에 의한 시험결과 보고서를 제출하여 감독자가 승인한 경우에는 시험배합을 생략할 수 있다.

3.4.5 시공 중 혼합물의 개선이 필요한 경우에는 감독자가 현장배합의 변경을 지시할 수 있다. 이 때 아스팔트량의 차이가 ±0.5 % 미만인 경우에는 계약단가의 변경은 하지 않는다.

3.5 혼합작업

3.5.1 혼합작업은 3.2항에서 규정한 믹싱플랜트에서 아스팔트, 골재 및 채움재를 사용하여 혼합하여야 한다.

3.5.2 종류별 및 크기별로 저장되어 있는 콜드 빈의 골재는 가열 및 체가름하여 하트 빈으로 보내며, 하트 빈에서는 배합비에 따라 골재를 계량하여 믹서에 투입하며, 계량된 채움재가 투입되고 믹서에서 혼합된 후 소요량의 아스팔트를 믹서에 주입하여 혼합한다.

3.5.3 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도는 규정된 온도에서 ±10 ℃의 범위를 넘어서는 안 된다.

3.5.4 믹서에서 5초 ~ 15초 동안 골재를 혼합한 후 가열된 아스팔트를 주입하고 균일한 혼합물이 될 때까지 30초 이상 계속 혼합하여야 한다. 이 때 과잉혼합이 되지 않도록 주의하여야 한다.

3.5.5 연속식 플랜트에서는 다음 식으로 구한 혼합시간을 45초 이상으로 관리하여야 한다.

$$\text{혼합시간(초)} = \frac{\text{믹서의 전용량}\,(kg)}{\text{매초 믹서의 배출량}(kg/\text{초})}$$

3.5.6 배치식 플랜트나 연속식 플랜트의 어느 것을 사용하든 혼합시간은 현장배합 시험 결과에 따라 결정하여야 하며, 믹서에서 배출할 때의 혼합물 온도는 시험배합에서 결정된 혼합물의 온도에서 ±10 ℃의 범위 내에 있어야 한다. 중온 아스팔트 혼합물의 경우 140 ℃를 가열 아스팔트 혼합물의 경우 180 ℃를 넘어서는 안 된다.

3.5.7 믹서에 골재를 투입할 때 골재의 온도는 아스팔트 주입온도보다 10 ℃ 이상 높아서는 안 된다.

3.6 혼합물의 운반

3.6.1 플랜트에서 포설현장까지 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평평하여야 하며, 혼합물이 적재함 바닥에 붙는 것을 방지하기 위하여 경유(석유계 물질) 등을 적재함 바닥에 발라서는 안 된다.

3.6.2 혼합물의 양은 계획시간 이전에 포설 및 다짐을 마칠 수 있을 만큼 현장에 운반하여야 한다.

3.6.3 혼합물은 운반 도중 오물이 유입되거나 온도가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 혼합물 위에 덮개를 씌우는 등의 조치를 하여야 한다.

3.7 기상조건

3.7.1 아스팔트 혼합물은 포설할 표면이 얼어있거나 습윤상태이거나 또한 비가 내리거나 안개가 낀 날은 시공하지 않아야 한다.

3.7.2 시공 중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하고, 기온이 5 ℃ 이하일 때는 시공하여서는 안 된다.

3.8 포설장비

3.8.1 아스팔트 혼합물의 포설에 사용하는 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 한다.

3.8.2 피니셔는 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 스크류, 조절스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.

3.9 포설작업

3.9.1 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 보조기층 면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 이물질 완전히 제거하여야 한다.

3.9.2 프라임 코트나 택 코트의 양생이 완료되기 전에는 혼합물을 포설하여서는 안 된다.

3.9.3 감독자는 포설온도범위를 지정하여야 하며, 지정된 포설온도보다 20 ℃ 이상 낮을 경우에는 그 혼합물은 폐기하여야 한다.

3.9.4 아스팔트 콘크리트 기층은 다짐 후의 1층 두께가 100 mm 이내가 되도록 포설하여야 한다.

3.9.5 포설작업이 작업도중 오랫동안 중단되었을 때는 혼합물의 포설 및 다짐에 부적합한 온도로 내려가 완성면의 평탄성이 좋지 않거나 다짐밀도가 적어지므로 포설 작업이 연속적으로 이루어질 수 있도록 플랜트의 생산능력에 맞추어 포설속도를 조절하여야 하며, 혼합물의 운반계획을 면밀히 수립하여야 한다.

3.9.6 혼합물은 포설 스크류 깊이의 2/3 이상 차 있도록 호퍼에 적정량이 공급되어야 한다. 이 때 호퍼의 조정문은 스크류와 피이더가 85 % 이상 작동하도록 조절되어야 한다.

3.9.7 피니셔의 속도는 혼합물의 포설두께와 종류에 따라 조정하며, 스크리드는 포설작업을 시작하기 전에 예열하여야 한다.

3.9.8 편경사가 있는 구간에서는 도로중심선에 평행하게 노면이 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다. 또한 직선구간에서는 도로중심선에 평행하게 길어깨 쪽에서 도로중심선 쪽으로 포설하여야 하며, 종단방향으로는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다.

3.9.9 피니셔 뒤에는 삽과 레이크 인부를 고정 배치하여 피니셔의 마무리가 불완전한 곳을 수정하여야 한다. 포설 중에 혼합물의 재료분리가 생길 경우에는 피니셔의 운행을 즉시 중지하고, 원인을 조사하여 포설 불량부분은 즉시 보수하여야 한다.

3.9.10 기계포설이 불가능한 곳에는 인력포설을 하여야 하며, 이때에는 재료분리 현상이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.11 이미 완성된 포장층에는 감독자의 확인을 받아 택 코트를 시행한 후 혼합물을 포설하여야 한다.

3.10 다짐장비

3.10.1 다짐장비는 12 ton 이상의 머캐덤 롤러와 8 ton 이상의 2축식 탄뎀 롤러 및 12 ton 이상의 타이어 롤러를 사용하여야 하며, 규격 · 종류 및 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정한다.

3.10.2 롤러는 전 · 후진, 방향을 전환할 때 노면에 충격을 가하지 않는 자주식으

로서 혼합물이 바퀴에 부착되지 않도록 바퀴에 물을 공급하는 장치가 구비되어 있어야 한다.

3.10.3 다짐장비는 감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐장비의 중량을 측정하여야 한다.

3.11 다짐작업

3.11.1 혼합물의 다짐은 3.10 항의 다짐장비로 균일하게 다짐을 실시하여야 하며, 롤러 다짐이 불가능한 곳에서는 수동식 탬퍼로 규정대로 다져야 한다.

3.11.2 다짐작업에 사용되는 롤러의 대수, 조합, 다짐횟수 등은 시험포장에서 결정된 내용으로 시행한다. 혼합물 포설 후 롤러의 하중에 의하여 이동하지 않을 정도로 안정되면 즉시 롤러를 투입하여 다져야 한다. 머캐덤 롤러로 초기다짐을 실시한 후 횡단면의 양호도를 검사하여 불량한 곳이 발견되면 감독자의 지시에 따라 혼합물을 가감하여 수정하여야 한다.

3.11.3 다짐작업 중 롤러의 다짐선을 갑자기 변경하거나 방향을 바꿔 포설한 혼합물의 이동이 생기도록 하여서는 안 된다. 롤러의 방향전환은 안정된 노면 위에서 하여야 하며, 포설된 혼합물이 이동되었으면 레이크로 긁어 일으켜 다짐 전의 상태로 만들어 다시 다져야 한다. 다짐이 끝났다 하더라도 양생이 완료될 때까지는 롤러 등 중장비를 포장면에 세워두어서는 안 된다.

3.11.4 현장다짐밀도는 이 시방서 2-6절 방법으로 구한 기준밀도의 96 % 에서 100 % 이어야 한다.

3.11.5 다짐작업 후 24시간 이내에는 감독자의 승인 없이 교통을 소통시켜서는 안 된다. 단, 불가피하게 교통을 소통시켜야 하는 경우에는 감독자의 승인을 얻어 포설된 아스팔트 온도가 40 ℃ 이하에서는 교통을 개방할 수 있다.

3.12 이 음

3.12.1 포장의 이음은 이음부분이 외형으로 눈에 띄지 않도록 정밀시공을 하여야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 생겼거나 다짐이 충분하지 않은 경우에는 그 부분을 깨끗이 잘라내고 인접부를 시공하여야 한다.

3.12.2 세로이음, 가로이음 및 구조물과의 접속면은 깨끗이 청소한 후 감독자가 승인한 역청재를 바른 후 시공하여야 한다. 아스팔트 콘크리트 기층의 아래층과 위층의 가로이음의 위치는 1 m 이상, 세로이음의 위치는 0.15 m 이상 어긋나도록 시공하여야 한다.

3.12.3 포장 이음의 발생을 최소화되도록 한다. 특히 세로이음의 발생을 최소화하기 위하여 동시 포설 등의 공법 적용을 고려할 수 있다.

3.13 마무리

3.13.1 아스팔트 콘크리트 기층의 완성면은 3 m 직선자로 도로중심선에 직각 또는 평행으로 측정하였을 때 가장 오목(凹)한 곳이 3 mm 이상이어서는 안 된다.

3.13.2 직선자를 사용하여 평탄성을 측정할 경우에는 이미 측정한 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정하여야 한다.

3.13.3 평탄성의 기준에 맞지 않는 부분은 감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다.

3.14 두께측정

3.14.1 계약상대자는 감독자가 선정하는 위치 또는 층마다 3,000 ㎡ 마다 코아를 채취하여 두께를 측정하고, 그 결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.14.2 완성두께는 설계두께보다 10 % 이상 초과하거나, 5 % 이상 부족 되어서는 안 된다.

3.14.3 코아를 채취한 곳은 즉시 메워야 하며, 여기에 소요되는 비용은 계약상대자 부담으로 한다.

8-5 시멘트 안정처리 기층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 시멘트 안정처리 기층공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육 - 1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2302 흙의 입도 시험방법
KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
KS F 2306 흙의 함수량 시험방법
KS F 2308 흙의 밀도 시험방법
KS F 2328 흙 시멘트의 압축강도 시험방법
KS F 2329 시험실에서 흙 시멘트의 압축 및 휨강도 시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법
KS F 2331 흙 시멘트 혼합물의 함수량과 밀도 관계 시험방법
KS F 2502 골재의 체가름 시험방법
KS F 2503 굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법
KS F 2504 잔 골재의 비중 및 흡수율 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
KS L 5211 플라이 애쉬 시멘트
KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트

2. 재 료

2.1 재료의 품질

2.1.1 시멘트

사용할 시멘트는 KS L 5201에 적합한 것이어야 한다. 사용할 시멘트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2.1.2 물

시멘트 안정처리 혼합에 사용하는 물은 깨끗하며, 기름 · 염분 · 산 · 알칼리 · 당분 · 기타 품질에 영향을 주는 유해물이 함유되어서는 안 된다.

2.1.3 골 재

이 시방서 15-3절에 따른다.

2.2 골재의 입도

기준이 될 골재의 입도는 설계도서에 표시한 경우 이외에는 표 8-5-1의 범위 내에 들어야 한다.

표 8-5-1 시멘트 안정처리 기층의 입도

체 크 기 (mm)	통과중량 백분율 (%)
50	100
40	95 ~ 100
20	50 ~ 100
2.5	20 ~ 60
0.08	0 ~ 15

2.3 골재의 승인 및 시험

2.3.1 골재 시료 및 그 시험결과를 공사에 사용하기 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 다만, 지금까지의 실적에 의해서 사용하려고 하는 골재가 품질규정을 만족하는 것이 명백하고, 감독자가 승인한 경우에는 시료 및 시험결과의 제출을 생략할 수 있다.

2.3.2 골재의 채취지의 변경이나 품질의 변화가 있는 경우에는 신속히 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.4 시멘트량

2.4.1 사용할 시멘트량에 대하여는 설계도서에 표시한 경우를 제외하고는 배합설계를 실시하여 표 8-5-2의 일축압축강도가 얻어지는 값으로 한다.

표 8-5-2 시멘트 안정처리 기층의 일축압축강도 기준

구 분	아스팔트 포장	콘크리트 포장	비 고
일축압축강도 {σ_7, MPa(kgf/㎠)}	3(30) 이상	2(20) 이상	습윤 6일 수침 1일 양생

2.4.2 지금까지의 실적에 의하여 설계도서에 표시된 시멘트량의 혼합물이 소정의 품질을 나타내고 있음이 분명하면 감독자가 승인한 경우 배합설계를 생략할 수 있다. 감독자가 승인한 시멘트량과 설계도서에 표시된 시멘트량의 차이가 ±0.7 % 미만인 경우는 계약을 변경하지 않는다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 시멘트 안정처리 기층의 시공에 앞서 보조기층 표면의 불안정한 돌, 점토, 기타 불순물을 제거하고 정리하여야 한다. 보조기층 면이 연약하거나 동결상태에 있을 때는 부설하여서는 안 되며, 부적합할 경우에는 면 고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여야 한다.

3.1.2 보조기층 면이 건조해 있을 때에는 균일하게 살수한 후 시멘트 안정처리 기층을 시공하여야 한다.

3.2 시공기계

시멘트 안정처리에 사용할 혼합기계는 설계도서에 정한 규정에 합격하여야 한다.

3.3 노상 혼합

3.3.1 노상 혼합을 할 경우는 보조기층 면 위에 골재를 균일한 층으로 고르게 정리하여 놓고, 그 위에 소요량의 시멘트를 균일하게 살포하고, 혼합기계로 1회 ~ 2회 사전 혼합한 후, 최적함수비가 되도록 살수하여 혼합하여야 한다.

3.3.2 최적함수비 부근에서 혼합하기 위하여 필요한 가수(加水)는 정확히 관리할 수 있는 방법으로 하여야 한다.

3.4 플랜트 혼합

플랜트 혼합을 할 경우는 재료가 잘 혼합되도록 혼합시간을 결정하고, 가수

의 최적량은 최적함수비 부근에서 정확히 관리할 수 있는 방법으로 정하여야 한다.

3.5 시험포장

3.5.1 계약상대자는 이 공사에 앞서 사용할 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다. 시험포장 면적은 500 ㎡ 정도로 하며, 다짐도 · 다짐 후의 두께 · 재료분리 여부 · 부설 및 다짐방법 등을 검토한다.

3.5.2 계약상대자는 시험포장을 실시할 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법 등이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

3.6 기상조건

시멘트 안정처리 기층의 시공은 기온이 4 ℃ 이하인 때와 비가 내릴 때에 하여서는 안 된다.

3.7 부 설

혼합을 마친 혼합물은 재료분리를 일으키지 않는 방법으로 부설하여야 한다.

3.8 다 짐

3.8.1 다짐은 가수 혼합한 후 2시간 이내에 완료되도록 하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않은 상태로 균일한 다짐도가 얻어지고, 평탄하게 마무리하여야 한다.

3.8.2 다짐은 머캐덤 롤러나 타이어 롤러를 사용하여 균일하게 다져야 한다. 혼합물의 최대건조밀도는 KS F 2331의 방법으로 구하며, 현장다짐도의 기준은 95 % 이상으로 한다.

3.9 시공이음

3.9.1 시공이음은 매일 작업이 완료된 때에 도로 중심선에 직각방향으로, 연직으로 설치하여야 한다.

3.9.2 시공이음은 다음에 시공할 부분의 재료부설 · 고르기 · 다짐작업을 할 때 이미 시공한 부분에 손상을 주지 않도록 보호하여야 하며, 시공이음부의 다짐을 철저히 하여야 한다.

3.9.3 시멘트 안정처리 기층을 2층 이상으로 시공할 경우 세로이음의 위치는 1

층 마무리 두께의 2배 이상, 가로이음의 위치는 1 m 이상 어긋나도록 하여야 한다.

3.10 마무리

3.10.1 시멘트 안정처리 기층의 1층의 마무리 두께는 200 mm 이하로 하여야 한다.

3.10.2 시멘트 안정처리 기층의 마무리 면은 계획고와의 차이가 30 mm 이하이어야 하며, 임의의 20 m 이내 2지점을 측정했을 때 계획고와의 차이는 15 mm 이하이어야 한다.

3.11 두께측정

마무리 후 기층의 두께가 설계두께에 비하여 10 % 이상 증감이 있을 경우에는 감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다.

3.12 양 생

3.12.1 시멘트 안정처리 기층은 수분의 증발에 의하여 표면이 건조되지 않도록 살수 또는 비닐덮개 등으로 습윤양생을 철저히 실시하여야 한다.

3.12.2 양생기간 중 동결이 예상되는 경우에는 동결을 방지하기 위하여 시멘트 안정처리기층을 거적, 천막 등으로 덮어 보호하여야 한다.

제9장 아스팔트 콘크리트 포장공사

9-1 프라임 코트 ····· 985
9-2 택 코트 ····· 988
9-3 실 코트 ····· 991
9-4 아스팔트 콘크리트 중간층 ····· 993
9-5 아스팔트 콘크리트 표층 ····· 1004
9-6 길어깨 포장 ····· 1010
9-7 특 수 포 장 ····· 1011
9-8 아스팔트 콘크리트 교면 포장 ·· 1024
9-9 아스팔트 콘크리트 덧씌우기 표층 ····· 1028
9-10 품질관리 및 검사 ····· 1031

제 9 장 아스팔트 콘크리트 포장공사

9-1 프라임 코트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 보조기층면 또는 입도조정기층면에 역청제를 살포하여 아스팔트 콘크리트층과의 결합을 좋게하고 불투수층을 형성하게 하는 프라임 코트 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M 2001 원유 및 석유제품 시료채취방법

KS M 2203 유화 아스팔트

2. 재 료

2.1 프라임 코트의 품질기준

2.1.1 프라임 코트에 사용되는 유화 아스팔트는 RS(C)-3 또는 감독자의 승인을 받은 재료로서 KS M 2203의 규격에 맞는 것이어야 한다.

2.1.2 프라임 코트의 재료는 제조 후 60일이 넘은 것은 사용하여서는 안 된다.

2.2 재료의 승인 및 시험

2.2.1 계약상대자는 공사에 사용하기 15일 전까지 사용할 역청재료에 대한 시험성과표를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 필요에 따라 감독자는 시공 도중 발췌시험을 지시할 수 있다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 프라임 코트는 시공할 표면에 불안정한 돌 · 먼지 · 점토 · 기타 이물질이 없어야 하며, 보조기층이나 입도조정기층 등 역청재를 살포할 표면은 이 시방서 각 항의 규정에 따라 마무리되어야 한다.

3.1.2 표면은 시공 전에 필요하면 약간의 습윤상태로 되게 하여 감독자의 확인을 받아야 하며, 자유표면수가 없어진 후 역청재를 살포하여야 한다.

3.1.3 프라임 코트 공급자는 기온에 따른 양생시간을 제시하여야 한다.

3.2 장 비

3.2.1 역청재료의 살포에는 역청재료를 균일하게 살포할 수 있는 아스팔트 디스트리뷰터를 사용하여야 한다. 이 디스트리뷰터에는 시간마다 주행거리를 표시하는 회전속도계와 노즐에서 나오는 역청재 살포량의 기록장치가 있어야 한다.

3.2.2 시공 직전에 시험살포를 통하여 아스팔트 디스트리뷰터의 노즐상태와 균일한 분사량을 확인한 후에 작업에 임하여야 한다.

3.2.3 디스트리뷰터의 출입이 곤란하거나 협소한 곳에는 감독자의 승인을 받아 소형 살포기(스프레이어)를 사용할 수 있다.

3.3 기상조건

3.3.1 프라임 코트는 표면이 깨끗하고 먼지가 나지 않을 정도로 잘 건조된 후 시공하여야 하며, 유화 아스팔트를 역청재료로 사용할 경우 기온이 10 ℃ 이하에서는 감독자의 승인 없이 시공하여서는 안 된다.

3.3.2 비가 내릴 때 시공하여서는 안 되며, 작업도중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하여야 한다.

3.3.3 일몰 후 역청재를 살포할 때에는 사전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.4 사용량 및 살포온도

3.4.1 프라임 코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 설계도서에 따른다.

3.4.2 프라임 코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 현장조건 및 시공방법에 따라 다르지만 일반적으로 표 9-1-1의 범위에서 결정할 수 있다. 실제의 살포량은 시험살포에 의해서 판단하는 것이 좋으며, 표 9-1-1의 범위에서 살포할 면이 치밀한 경우는 적은 쪽으로, 거친 경우는 많은 쪽으로 사용한다.

표 9-1-1 프라임 코트에 사용되는 역청재의 사용량

재 료	사 용 량	비 고
RS(C)-3	1 ℓ/㎡ ~ 2 ℓ/㎡	가열이 필요한 경우 감독자가 지시하는 온도에 따른다.

3.5 역청재의 살포

3.5.1 표면정비 후 3.2의 장비로 역청재를 살포하여야 한다. 살포 전에 현장시험을 통하여 정확한 살포량을 결정하여야 하며, 일부에 집중됨이 없이 표면에 고르게 분사될 수 있도록 노즐상태 · 살포높이 · 살포압력 등으로 확인하고 속도를 결정하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.5.2 프라임 코트 시공 후 RS(C)-3의 경우는 24시간 이상 양생하여야 하고, 공급자가 특별히 양생시간을 제시할 경우 그 시간을 양생시간으로 할 수 있다. 이때 공급자는 양생시간과 관련된 시험자료를 제공하여야 한다.

3.5.3 역청재를 표면에 살포한 후 24시간 경과하여 관찰한 결과, 적게 살포된 부분은 추가로 살포하여 시정하여야 하며, 역청재가 과다하거나 또는 표면에 완전히 흡수되지 않은 경우에는 표면에 모래를 살포하여 과다 역청재를 흡수하도록 하여야 한다. 이때 상층부의 포장 시공 전에 흩어진 모래는 제거하고 타이어 롤러로 다져야 한다.

3.5.4 역청재를 살포할 때에 교량의 난간, 중앙분리대, 연석, 전주 등은 비닐 등을 덮어 오염되지 않도록 하여야 한다.

3.5.5 프라임 코트의 이음부분은 과소 또는 과다 살포가 되지 않도록 주의하여야 한다. 이 경우 이미 살포한 프라임 코트에는 살포한 선을 따라 비닐 등을 덮어 추가 살포가 되지 않도록 하고, 그 후 인접부분을 살포하여야 한다.

3.6 유지관리

역청재를 살포한 프라임 코트의 표면은 포장시공 전까지 손상되지 않도록 보호하여야 하며, 포장시공 전에 프라임 코트에 손상이 생기면 계약상대자 부담으로 보수하여야 한다.

9-2 택 코트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 이미 시공한 포장면에 역청재를 얇게 살포하여 신·구 포장층을 결합시키기 위하여 실시하는 택 코트에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.
KS M 2203 유화 아스팔트

2. 재 료

2.1 택 코트의 품질기준

2.1.1 택 코트에 사용되는 재료는 유화 아스팔트 RS(C)-4로 하며, KS M 2203의 규격에 맞는 것이어야 한다.

2.1.2 사용할 유화 아스팔트는 제조 후 60일이 지난 것은 사용하여서는 안 된다.

2.2 재료의 승인 및 시험

2.2.1 계약상대자는 공사에 사용하기 15일 전까지 사용할 역청재료에 대한 시험성과표를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 필요에 따라 감독자는 시공 도중 발췌시험을 지시할 수 있다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 택 코트를 시공할 포장면은 시공 전에 불안정한 돌·먼지·기타 유해물을 완전히 제거하고, 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 표면의 일정치 못한 파형부분은 적절한 재료로 치환·보수하여야 한다. 택 코트를 시공할 포장면이 시공한 지 며칠 지나지 않았고, 유해물이 없으면 감독자의 지시에 따라 택 코트를 생략할 수도 있다.

3.2 장 비

이 시방서 9-1절의 3.2에 따른다.

3.3 기상조건

3.3.1 택 코트는 표면이 깨끗하고 건조할 때 시공하여야 하며, 기온이 5 ℃ 이하일 때는 시공하여서는 안 된다.

3.3.2 비가 내릴 때에 시공하여서는 안 되며, 작업도중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하여야 한다. 그리고 비가 멈추어 작업을 재개할 때 노면에 자유 표면수가 있을 경우 감독자의 승인을 받은 후 작업하여야 한다.

3.3.3 일몰 후 역청재를 살포할 때에는 사전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.4 사용량 및 살포온도

3.4.1 택 코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 설계도서 또는, 시험시공 결과에 따르며, 표 9-2-1의 범위에서 결정할 수 있다.

표 9-2-1 택 코트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도의 표준

재 료	사 용 량	비 고
RS(C)-4	0.3 ℓ/㎡ ~ 0.6 ℓ/㎡	가열이 필요한 경우 감독자가 지시하는 온도에 따른다.

3.5 역청재의 살포

3.5.1 표면을 정비한 후 3.2의 장비로 역청재를 살포하여야 한다. 살포 전에 현장시험을 통하여 정확한 살포량을 결정하여야 하며, 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.5.2 역청재는 과잉살포가 되지 않도록 주의하여야 하며, 사전에 결정된 양 이상으로 살포되어 포장의 결합에 유해하다고 판단되면 역청재를 제거하고, 재시공하여야 한다.

3.5.3 역청재의 살포가 균일하지 못한 부분은 즉시 헝겊, 마대 등으로 균일하게 살포되도록 한다.

3.5.4 역청재를 살포할 때에는 교량의 난간, 중앙분리대, 연석, 전주 등은 비닐 등을 덮어 오염되지 않도록 하여야 한다.

3.5.5 역청재 살포 후 수분 또는 휘발분이 건조할 때까지 양생하여야 하며, 표층을 완료할 때까지 차량통행을 금지하여야 한다.

3.6 유지관리

3.6.1 역청재를 살포한 택 코트의 표면은 포장시공 전까지 손상되지 않도록 보호하여야 하며, 포장시공 전에 택 코트에 손상이 생기면 계약상대자 부담으로 보수하여야 한다.

9-3 실 코트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 포장표면에 살포한 역청재료 위에 모래나 부순돌을 살포하여 이를 포장 노면에 부착시키는 실 코트에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M 2201 스트레이트 아스팔트
KS M 2203 유화 아스팔트
KS F 2532 역청 표면 처리용 부순 골재, 부순 슬래그 및 골재
KS F 2525 도로용 부순 골재

2. 재 료

2.1 역청재

실 코트에 사용되는 역청재료는 다음 규격에 맞는 것이어야 하며, 사용하는 종류는 설계도서에 따른다.

침입도 등급 120-150 : KS M 2201 도로 포장용 아스팔트
RS(C)-1, RS(C)-2 : KS M 2203 유화 아스팔트

2.2 골 재

2.2.1 실 코트에 사용되는 골재는 부순돌 · 파쇄한 자갈 및 굵은 모래이며, 아스팔트 혼합물용 골재와 동등한 것으로 견고하고 깨끗하며, 먼지 · 진흙 등 유해물이 부착되어 있지 않아야 한다.

2.2.2 역청재로서 아스팔트를 사용할 때에는 골재를 잘 건조시켜 두어야 한다.

2.2.3 골재의 입도는 KS F 2525의 S-13(6호) 또는 S-5(7호)의 규격에 맞아야 한다.

3. 시 공

3.1 준비공

실 코트를 시공하는 표면은 시공 전에 불안정한 돌 · 먼지 기타의 유해물을 제거하고, 부분적인 균열 · 변형 및 파손지점을 보수하고 청소하여 감독자의 검사와 승인을 받아야 한다.

3.2 기상조건

실 코트는 시공하는 노면이 젖어 있거나, 비가 올 때 또는 기온이 10 ℃ 이하일 때에는 시공하여서는 안 된다.

3.3 사용량 및 살포온도

실 코트에 사용되는 역청재료의 사용량, 살포온도 및 골재의 살포량은 설계도서에 따른다.

3.4 역청재 및 골재의 살포

3.4.1 역청재의 살포에 있어서는 연석 등의 구조물이 오염되지 않도록 하고, 디스트리뷰터 또는 엔진 스프레이어 등으로 균일하게 살포한 후 골재를 규정량으로 균일하게 살포하여야 한다.

3.4.2 골재가 불균일하게 살포된 곳은 균일한 두께가 되도록 골재를 추가하여 고른 후 빠르게 롤러를 투입하여 다진다.

3.4.3 교통 개방은 골재가 비산되지 않을 정도로 양생이 완료 되고, 감독자의 승인을 받은 후 실시하여야 한다.

9-4 아스팔트 콘크리트 중간층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 기층면에 시공하는 아스팔트 콘크리트 포장의 중간층 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1.도로포장 전문화 과정, 2 포장 기능원 교육과정, 3 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2337	마샬시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험방법
KS F 2340	사질토의 모래 당량 시험 방법
KS F 2349	가열 혼합, 가열 포설 역청 포장용 혼합물
KS F 2353	다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법
KS F 2355	역청 골재 혼합물의 피막 박리 시험방법
KS F 2357	역청 포장 혼합물용 골재
KS F 2364	다져진 역청 혼합물의 공극률 시험방법
KS F 2366	역청 혼합물의 이론 최대비중 및 밀도 시험방법
KS F 2377	선회다짐기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 시험방법
KS F 2384	다져지지 않은 잔골재의 공극률 시험방법
KS F 2502	골재의 체가름 시험방법
KS F 2503	굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법
KS F 2507	골재의 안정성 시험방법
KS F 2508	로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS F 2575	굵은 골재 중 편장석 함유량 시험방법
KS F 3501	역청 포장용 채움재
KS M 2201	스트레이트 아스팔트
ASTM D 5821	Standard test method for determining the percentage

of fractured particles in coarse aggregate (굵은 골재의 파쇠면 함유량 결정을 위한 시험)

1.3.2 다음의 관련 지침을 참조한다.
국토교통부 '아스팔트 혼합물 생산 및 시공 지침'
국토교통부 '저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침'

2. 재 료

2.1 아스팔트

아스팔트 콘크리트 중간층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201 또는, 국토교통부 관련 지침에 적합한 것으로서, 이 시방서 15-2에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2.2 골 재

2.2.1 잔골재

(1) 잔골재란 2.5 mm 체를 통과하고 0.08 mm 체에 남는 골재를 말하며, 천연 모래, 부순 모래 또는 이 두 가지를 혼합한 것을 말한다.

(2) 부순 모래는 굵은 골재의 품질기준에 맞는 부순돌 또는 부순 자갈을 파쇄하여 생산한 것이어야 한다.

(3) 잔골재는 깨끗하고 견고하며 내구적이어야 하고, 흙 · 먼지 또는 유해물을 유해량 이상 함유하지 않아야 한다.

(4) 잔골재 중 0.4 mm 체를 통과한 것을 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법에 따라 시험하였을 때 비소성(非塑性)이어야 한다.

(5) 잔골재는 표 9-4-1에 맞는 것이어야 한다.

2.2.2 굵은 골재

(1) 굵은 골재는 2.5 mm 체에 남는 골재를 말하며, 부순돌(쇄석), 슬래그 또는 부순 자갈이어야 한다.

(2) 부순 자갈은 최대치수의 3배 이상의 자갈을 부수어 생산한 것이어야 한다. 굵은 골재는 깨끗하고 단단하며 내구적인 것으로서, 흙 · 먼지 · 기타 유해물이 함유되거나 피복되어 있지 않아야 한다. 강자갈은 표면에 붙어 있는 진흙 · 먼지 등을 물로 씻어내야 한다.

(3) 철강 슬래그는 KS F 2535(도로용 슬래그)에 적합한 것이어야 한다.

(4) 굵은 골재는 표 9-4-1에 맞는 것이어야 한다.

표 9-4-1 아스팔트 콘크리트 중간층용 골재의 품질기준

항 목		시험방법	기 준
잔골재	모래당량 (%)	KS F 2340	50 이상
	잔골재 입형 시험 (%)	KS F 2384	45 이상
굵은골재	마모감량 (%)	KS F 2508	35 이하
	안정성 (%)	KS F 2507	12 이하
	파쇄면 (%)	ASTM D 5821	85 이상
	편장석 함유량[1] (%)	KS F 2575	30 이하

주 1) 편장석 함유량에 따른 골재의 품질기준은 1등급(10 % 이하), 2등급(20 % 이하), 3등급(30 % 이하)으로 구분된다. 1등급 골재는 4차로 이상의 도로 또는 중차량의 통행이 빈번한 도로, 2등급 골재는 2차로 이하의 도로 중 일반국도, 3등급 골재는 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 · 2등급에 해당되지 않는 도로 등에 적용하도록 한다.
단, 현장여건상 골재의 수급이 어려운 경우 발주처의 승인을 받아 골재의 등급 적용을 조정할 수 있다.

2.2.3 채움재

채움재는 KS F 3501의 규격에 맞는 것으로 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3 재료의 표준입도

굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 혼합했을 때의 입도는 표 9-4-2에 따른다.

표 9-4-2 아스팔트 콘크리트 중간층용 골재의 표준입도

아스팔트 혼합물의 종류		MC-1	WC-5
굵은 골재의 최대 크기		20	20R
통과질량백분율 (%)	25 mm	100	100
	20 mm	90 ~ 100	90 ~ 100
	13 mm	70 ~ 90	69 ~ 84
	10 mm	–	56 ~ 74
	5 mm	35 ~ 55	35 ~ 55
	2.5 mm	20 ~ 35	23 ~ 38
	0.6 mm	11 ~ 23	10 ~ 23
	0.3 mm	5 ~ 16	5 ~ 16
	0.15 mm	4 ~ 12	3 ~ 12
	0.08 mm	2 ~ 7	2 ~ 10

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1 「시험용 체-1부 : 금속망 체」에 규정한 표준망체 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm, 0.075 mm에 해당한다.

2.4 재료의 승인 및 시험

2.4.1 계약상대자는 공사에 사용할 아스팔트와 골재의 시료 및 시험결과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.4.2 아스팔트의 공급원 변경이나 골재원을 변경할 경우에는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.4.3 감독자는 사용재료의 적정 여부를 결정하기 위하여 필요에 따라 보조시험을 시행할 수 있으며, 공사 시행 중에도 아스팔트의 발췌시험을 지시할 수 있다.

2.5 재료의 저장

2.5.1 드럼에 든 아스팔트는 정유소별 및 입하 순으로 분류하여 저장하고, 입하 순으로 사용한다.

2.5.2 탱크차로 현장에 반입하는 아스팔트를 저장하는 경우에는 가열이 가능한 별도의 저장탱크시설을 갖추어야 한다.

2.5.3 골재는 종류별 · 크기별로 분리하여 저장하며, 서로 섞이지 않도록 하여야 하고, 재료분리가 일어나지 않도록 저장하여야 하며, 먼지 · 진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

2.5.4 포대에 든 석분(채움재)은 지면에서 300 mm 이상 높이의 마루를 설치한 방습이 잘 되는 창고에 저장하여 입하 순으로 사용하여야 한다.

2.6 아스팔트 혼합물의 품질기준

아스팔트 콘크리트 중간층용 혼합물은 국토교통부의 관련 지침과 KS F 2337 또는 KS F 2377에 따라 시험하였을 때 표 9-4-3의 기준에 맞아야 한다.

2.7 기준밀도

아스팔트 콘크리트 중간층용 혼합물의 기준밀도는 감독자의 승인을 받은 현장배합에 대하여 양면을 각각 50(75)회씩 다진 3개의 마샬 공시체를 제작하고, 다음 식으로 구한 마샬 공시체의 밀도의 평균치를 기준밀도로 한다.

$$\text{공시체의밀도}(g/cm^3) = \frac{\text{건조공시체의 공기중 중량}(g)}{\left(\begin{array}{l}\text{공시체의 표면건조중량}(g)\\ -\text{공시체의 수중중량}(g)\end{array}\right)} \times (g/cm^3)$$

표 9-4-3 아스팔트 콘크리트 중간층용 혼합물의 품질기준

특성치			아스팔트 혼합물의 종류	
			MC-1	WC-5
마샬 안정도 적용할 때	마샬 안정도(N)		7500 이상 (5000 이상)	6000 이상
	흐름값(1/100cm)		20~40	15~40
	공극률 (%)		3~6	3~5
	포화도 (%)		65~80	70~85
	골재간극률 (%)		표 9-4-4 참조	
	간접인장강도(N/㎟)		0.8 이상	
	터프니스(N · mm)		8,000 이상	
	인장강도비(TSR)		0.75 이상	
	동적안정도 (회/mm)	W64 등급	750 이상	1,000 이상
		W70 등급	1,500 이상	2,000 이상
		W76 등급	2,000 이상	3,000 이상
	선회다짐횟수		선회다짐 : 100 (75) 마샬다짐 : 양면 각 75 (50)	

주 1) 동적안정도의 W64, W70, W76은 중온 아스팔트 콘크리트를 나타낸다.
2) 간접인장강도, 터프니스, 인장강도비, 동적안정도 시험은 중온 아스팔트 콘크리트에서만 적용한다. 그 외의 기준은 가열 아스팔트 콘크리트와 중온 아스팔트 콘크리트에 모두 적용한다.
3) 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상, 또는 20년 설계 ESAL > 10^7인 경우인 중 교통도로 포장에서는 선회다짐 100회 또는 마샬다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 선회다짐 75회 또는 마샬다짐 양면 각 50회를 사용하며, 이 경우 품질기준은 ( )의 기준을 적용한다.

표 9-4-4 최소 골재간극률 기준

골재최대크기 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

주 1) 설계공극률이 3.0 % ~ 4.0 %, 4.0 % ~ 5.0 %, 5.0 % ~ 6.0 % 이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대크기가 20 mm 이고, 설계공극률이 4.5 % 이면, VMA 기준은 「13.5 % 이상」이다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

3.1.2 공사에 중대한 영향을 미치는 아스팔트 혼합물의 생산 플랜트, 운반 및 시공장비 등을 미리 점검하여 양호한 상태로 정비하여 두어야 한다.

3.1.3 계약상대자는 종·횡방향 시공이음부 처리 방안 및 1일 적정 작업물량 등을 포함된 세부작업계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 믹싱 플랜트

이 시방서 8-4절 3.2에 따른다.

3.3 시험포장

3.3.1 계약상대자는 설계도서에 따라 공사에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다. 단, 현장여건상 시험포장이 곤란할 경우 감독자의 승인을 받은 후 시험포장을 생략할 수 있으며, 시험포장을 생략할 경우에는 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도, 다짐작업에 사용할 롤러의 대수, 조합 및 다짐횟수, 최적 아스팔트 함량, 다짐도, 다짐 전 포설두께, 플랜트 배합, 현장 포설온도 등 시험포장에서 결정하여야 할 제반사항을 감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

3.3.2 시험포장 면적은 약 500 ㎡ 정도로 감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있으며, 다짐시험을 실시하여 두께 및 밀도를 측정하여야 한다.

3.3.3 시험포장은 최적 아스팔트 함량, 다짐도, 다짐 전 포설두께, 다짐방법, 다짐 후 밀도, 플랜트 배합 및 현장포설온도 등을 검토할 목적으로 시행한다.

3.3.4 시험포장을 시행할 장소와 혼합물의 배합·포설두께·다짐장비·다짐방법 등이 포함된 시험포장계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

3.3.5 시험포장 구간은 공사시방서, 설계도서의 규정에 만족할 경우에는 본 포장의 일부로 사용할 수 있으나, 규정에 벗어날 경우에는 이를 제거하여 원상으로 복구하여야 한다.

3.3.6 시험포장에 소요되는 비용은 포장의 계약단가에 포함된 것으로 간주하고, 별도의 지불은 하지 않는다.

3.3.7 다른 공사현장의 시험포장 결과가 있으면 별도의 시험포장 없이 시공할

수 있다. 다만 다음 각 호를 만족하여야 한다.

(1) 시험포장 시공일이 90 일 이내임
(2) 아스팔트 플랜트가 같음
(3) 아스팔트 혼합물이 같은 종류이며, 기준밀도 차이가 ±0.05 g/㎤ 범위임
(4) 시공장비의 제원이 같음
(5) 포장층별 목표두께가 같음

3.4 현장배합

3.4.1 계약상대자는 아스팔트 및 골재의 대표적인 시료를 이용하여 시험비빔 및 시험포장을 시행한 결과를 검토한 후 혼합물의 입도, 아스팔트 함량, 혼합물의 혼합시간, 믹서 배출 때의 온도 등을 감독자와 협의하여 결정한다.

3.4.2 계약상대자는 3.4.1에 따라 혼합물을 생산하여야 한다. 다만, 실제 플랜트에서 생산되는 혼합물의 골재입도는 배합설계할 때의 입도와 다르게 나타나는 것이 보통이기 때문에 현장배합을 실시하여 규정된 혼합물의 품질기준에 만족하는지를 확인하여야 한다.

3.4.3 아스팔트 혼합물의 품질기준에 만족하지 않을 경우에는 골재의 입도 또는, 아스팔트의 함량을 수정하여야 한다.

3.4.4 아스팔트 혼합물을 현장배합할 때의 온도 오차는 ±10 ℃ 이상 나지 않도록 한다.

3.4.5 지금까지 제조실적이 있는 혼합물의 경우에는 그 실적 또는 정기시험에 의한 시험결과 보고서를 제출하여 감독자가 승인한 경우에는 시험배합을 생략할 수 있다.

3.4.6 시공 중 혼합물의 개선이 필요한 경우에는 감독자가 현장배합의 변경을 지시할 수 있다. 이 때 아스팔트량의 차이가 ±0.5 % 미만인 경우에는 계약단가의 변경은 하지 않는다.

3.5 혼합작업

3.5.1 혼합작업은 3.2항에서 규정한 믹싱플랜트에서 아스팔트, 골재 및 채움재를 사용하여 혼합하여야 한다.

3.5.2 종류별 및 크기별로 저장되어 있는 콜드 빈의 골재는 가열 및 체가름하여 하트 빈으로 보내며, 하트 빈에서는 배합비에 따라 골재를 계량하여 믹서에 투입하며, 계량된 채움재가 투입되고 믹서에서 혼합된 후 소요량의 아스팔트를 믹서에 주입하여 혼합한다.

3.5.3 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도는 규정된 온도에서 ±10 ℃의 범위를 넘어서는 안 되며, 골재의 온도는 아스팔트 투입온도보다 10 ℃ 이상 높아서는 안 된다.

3.5.4 믹서에서 5초 ~ 15초 동안 골재를 혼합한 후 가열된 아스팔트를 주입하고, 균일한 혼합물이 될 때까지 30초 이상 계속 혼합하여야 한다. 이 때 과잉혼합이 되지 않도록 주의하여야 한다.

3.5.5 연속식 플랜트에서는 다음 식으로 구한 혼합시간을 45초 이상으로 관리하여야 한다.

$$\text{혼합시간(초)} = \frac{\text{믹서의 전용량(kg)}}{\text{매초 당 믹서의 배출량(kg/초)}}$$

3.5.6 배치식 플랜트나 연속식 플랜트의 어느 것을 사용하든지 혼합시간은 현장배합 시험 결과에 따라 결정하여야 하며, 믹서에서 배출할 때 혼합물의 온도는 시험배합에서 결정된 혼합물의 온도에서 ±10 ℃의 범위 내에 있어야 한다. 중온 아스팔트 혼합물의 경우 140 ℃를 가열 아스팔트 혼합물의 경우 180 ℃를 넘어서는 안 된다.

3.6 혼합물의 운반

3.6.1 플랜트에서 포설현장까지 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평평하여야 하며, 혼합물이 적재함 바닥에 붙는 것을 방지하기 위하여 경유(석유계 물질)등을 적재함 바닥에 발라서는 안 된다.

3.6.2 혼합물의 양은 계획시간 이전에 포설 및 다짐을 마칠 수 있을 만큼 현장에 운반하여야 한다.

3.6.3 혼합물은 운반 도중 오물이 유입되거나 온도가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 혼합물 위에 덮개를 씌우는 등의 조치를 하여야 한다.

3.7 기상조건

3.7.1 아스팔트 혼합물은 포설할 표면이 얼어있거나 습윤상태이거나 또한 비가 내리거나 안개가 낀 날은 시공하지 않아야 한다.

3.7.2 시공 중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하고, 기온이 5 ℃ 이하일 때는 시공하여서는 안 된다.

3.8 포설장비

3.8.1 아스팔트 혼합물의 포설에 사용하는 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표

시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 한다.

3.8.2 피니셔는 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 스크류, 조절 스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.

3.9 포설작업

3.9.1 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

3.9.2 택 코트의 양생이 끝나기 전에는 혼합물을 포설하여서는 안 된다.

3.9.3 감독자는 포설온도범위를 지정하여야 하며, 지정된 포설온도보다 20 ℃ 이상 낮을 경우에는 그 혼합물은 폐기하여야 한다.

3.9.4 아스팔트 중간층은 다짐 후의 1층 두께가 70 mm 이내가 되도록 포설하여야 한다.

3.9.5 포설작업이 작업 도중 오랫동안 중단되었을 때는 혼합물의 포설 및 다짐에 부적합한 온도로 내려가 완성면의 평탄성이 좋지 않거나 다짐밀도가 적어지므로 포설작업이 연속적으로 이루어질 수 있도록 플랜트의 생산능력에 맞추어 포설속도를 조절하여야 하며, 혼합물의 운반계획을 면밀히 수립하여야 한다.

3.9.6 혼합물은 포설 스크류 깊이의 2/3 이상 차 있도록 호퍼에 적정량이 공급되어야 한다. 이 때 호퍼의 조정문은 스크류와 피더가 85 % 이상 작동하도록 조절되어야 한다.

3.9.7 피니셔의 속도는 혼합물의 포설두께와 종류에 따라 조정하며, 스크리드는 포설작업을 시작하기 전에 예열하여야 한다.

3.9.8 편경사가 설치된 구간에서는 도로중심선에 평행하게, 노면이 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다. 또한 직선구간에서는 도로중심선에 평행하게, 길어깨 쪽에서 도로중심선 쪽으로 포설하여야 하며, 종단방향으로는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다.

3.9.9 피니셔 뒤에는 삽과 레이크 인부를 고정 배치하여 피니셔의 마무리가 불완전한 곳은 수정하여야 한다. 포설 중에 혼합물의 재료분리가 생길 경우에는 피니셔의 운행을 즉시 중지하고, 원인을 조사하여 포설불량 부분은 즉시 보수하여야 한다.

3.9.10 기계포설이 불가능한 곳에는 인력포설을 하여야 하며, 이때에는 재료분리

현상이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.11 이미 완성된 포장층에는 감독자의 확인을 받아 택 코트를 시행한 후 혼합물을 포설하여야 한다. 단, 택 코트의 생략은 9-2절을 따른다.

3.10 다짐장비

3.10.1 다짐장비는 8톤 이상의 머캐덤 롤러와 6톤 이상의 2축식 탄뎀 롤러 및 10톤 이상의 타이어 롤러를 사용하여야 하며, 규격 · 종류 및 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정한다.

3.10.2 롤러는 전 · 후진, 방향을 전환할 때 노면에 충격을 가하지 않는 자주식으로서 혼합물이 바퀴에 부착되지 않도록 바퀴에 물을 공급하는 장치가 구비되어 있어야 한다.

3.10.3 다짐장비는 감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐장비의 중량을 측정하고, 롤러 면의 녹과 협잡물을 완전히 제거하여야 한다.

3.11 다짐작업

3.11.1 혼합물의 다짐은 3.10항의 다짐장비로 균일하게 다짐을 실시하여야 하며, 롤러다짐이 불가능한 곳에서는 수동식 탬퍼로 다져야 한다.

3.11.2 다짐작업에 사용되는 롤러의 대수, 조합, 다짐횟수 등은 시험포장에서 결정된 내용으로 시행한다. 혼합물 포설 후 롤러의 하중에 의하여 이동하지 않을 정도로 안정되면 즉시 롤러를 투입하여 다져야 한다. 머캐덤 롤러로 초기다짐을 실시한 후 횡단면의 양호도를 검사하여 불량한 곳이 발견되면 감독자의 지시에 따라 혼합물을 가감하여 수정하여야 한다.

3.11.3 다짐작업 중 롤러의 다짐선을 갑자기 변경하거나 방향을 바꿔 포설한 혼합물의 이동이 생기도록 하여서는 안 된다. 롤러의 방향전환은 안정된 노면 위에서 하여야 하며, 포설된 혼합물이 이동되었으면 레이크로 긁어 일으켜 다짐 전의 상태로 만들어 다시 다져야 한다. 다짐이 끝났다 하더라도 양생이 완료될 때까지는 롤러 등 중장비를 포장면에 세워 두어서는 안 된다.

3.11.4 현장다짐밀도는 이 절 2.7의 방법으로 구한 기준밀도의 96 %에서 100 % 사이가 되도록 한다.

3.11.5 다짐작업 후 24시간 이내에는 교통을 소통시켜서는 안 되며, 감독자의 승인을 얻어 불가피하게 교통을 소통시키는 경우에는 표면의 온도가 40 ℃ 이하이어야 한다.

3.12 이 음

3.12.1 포장의 이음은 이음부분이 외형으로 눈에 띄지 않도록 정밀시공을 하여야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 생겼거나 다짐이 규정에 미치지 못한 경우에는 그 부분을 깨끗이 잘라내고, 인접부를 시공하여야 한다.

3.12.2 세로이음, 가로이음 및 구조물과의 접속면은 깨끗이 청소한 후 감독자가 승인한 역청재를 바른 후 시공하여야 한다. 아스팔트 혼합물층의 아래층과 위층의 가로이음의 위치는 1 m 이상, 세로이음의 위치는 0.15 m 이상 어긋나도록 시공하여야 한다.

3.12.3 포장 이음의 발생을 최소화되도록 한다. 특히 세로이음의 발생을 최소화하기 위하여 동시 포설 등의 공법 적용을 고려할 수 있다.

3.13 마무리

3.13.1 아스팔트 콘크리트 중간층의 완성면은 3 m 직선자로 도로중심선에 직각 또는 평행으로 측정하였을 때 가장 오목한 곳이 3 mm 이상이어서는 안 된다.

3.13.2 직선자를 사용하여 평탄성을 측정할 경우에는 이미 측정한 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정하여야 한다.

3.13.3 평탄성의 기준에 맞지 않는 부분은 감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다.

3.14 두께측정

3.14.1 계약상대자는 감독자가 선정하는 위치 또는, 매 층 공사에서 3,000 ㎡ 마다 코아를 채취하여 두께를 측정하고, 그 결과를 감독자에게 제출하여야 한다.

3.14.2 완성두께는 설계두께보다 10 % 이상 초과하거나 5 % 이상 부족하여서는 안 된다.

3.14.3 코아를 채취한 곳은 즉시 메워야 하며, 여기에 소요되는 비용은 계약상대자 부담으로 한다.

9-5 아스팔트 콘크리트 표층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교통하중을 직접 받는 아스팔트 콘크리트 표층공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1 도로포장 전문화 과정, 2 포장 기능원 교육과정, 3 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2337 마샬시험기를 사용한 역청 혼합물의 소성흐름에 대한 저항력 시험방법
KS F 2349 가열 혼합, 가열 포설 역청 포장용 혼합물
KS F 2353 다져진 역청 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법
KS F 2355 역청 골재 혼합물의 피막 박리 시험방법
KS F 2357 역청 포장 혼합물용 골재
KS F 2364 다져진 역청 혼합물의 공극률 시험방법
KS F 2366 역청 혼합물의 이론 최대비중 및 밀도 시험방법
KS F 2373 7.6 m 프로파일 미터에 의한 포장의 평탄성 시험방법
KS F 2374 역청 포장 혼합물의 휠트랙킹 시험방법
KS F 2377 선회다짐기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 시험방법
KS F 2502 골재의 체가름 시험방법
KS F 2503 굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS F 2575 굵은 골재중 편장석 함유량 시험방법
KS F 3501 역청 포장용 채움재
KS M 2201 스트레이트 아스팔트

1.3.2 다음의 관련 지침을 참조한다.

국토교통부 '아스팔트 혼합물 생산 및 시공 지침'

국토교통부 '저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침'

2. 재 료

2.1 아스팔트

아스팔트 콘크리트 표층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201에 적합한 것으로서 이 시방서 15-2에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2.2 골 재

이 시방서 9-4절 2.2에 따른다.

2.3 재료의 표준입도

굵은골재, 잔골재 및 채움재를 혼합했을 때의 입도는 표 9-5-1에 따른다. 사용할 입도는 설계도서에 명기하거나 감독자의 지시에 따른다.

표 9-5-1 아스팔트 콘크리트 표층용 골재의 표준입도

구 분		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
		밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	내유동성	내유동성
체의 호칭 치수(mm)		13	13F	20	20F	20R	13R
통과중량백분율(%)	25	-	-	100	100	100	-
	20	100	100	90~100	95~100	90~100	100
	13	90~100	95~100	72~90	75~90	69~84	90~100
	10	76~90	84~92	56~80	67~84	56~74	73~90
	5	44~74	55~70	35~65	45~65	35~55	40~60
	2.5	28~58	35~50	23~49	35~50	23~38	25~40
	0.6	11~32	18~30	10~28	18~30	10~23	11~22
	0.3	5~21	10~21	5~19	10~21	5~16	7~16
	0.15	3~15	6~16	3~13	6~16	3~12	4~12
	0.08	2~10	4~8	2~8	4~8	2~10	3~9

2.4 재료의 승인 및 시험

이 시방서 9-4절 2.4에 따른다.

2.5 재료의 저장

이 시방서 9-4절 2.5에 따른다.

2.6 아스팔트 혼합물의 품질기준

아스팔트 콘크리트 표층용 혼합물은 국토교통부의 관련 지침과 KS F 2337 또는 KS F 2377에 의하여 시험했을 때 표 9-5-2의 기준에 맞는 것이어야 한다.

표 9-5-2 아스팔트 콘크리트 표층용 혼합물의 품질기준

특성치			아스팔트 혼합물의 종류	
			WC-1 ~ 4	WC-5, 6
마샬 안정도 적용할 때	마샬 안정도(N)		7500 이상 (5000 이상)	6000 이상
	흐름값(1/100cm)		20~40	15~40
	공극률 (%)		3~6	3~5
	포화도 (%)		65~80	70~85
	골재간극률 (%)		표 9-5-3 참조	
	간접인장강도(N/㎟)		0.8 이상	
	터프니스(N · mm)		8,000 이상	
	인장강도비(TSR)		0.75 이상	
	동적안정도 (회/mm)	W64 등급	750 이상	1,000 이상
		W70 등급	1,500 이상	2,000 이상
		W76 등급	2,000 이상	3,000 이상
	선회다짐횟수		선회다짐 : 100 (75) 마샬다짐 : 양면 각 75 (50)	

주 1) 동적안정도의 W64, W70, W76은 중온 아스팔트 콘크리트를 나타낸다.

주 2) 간접인장강도, 터프니스, 인장강도비, 동적안정도 시험은 중온 아스팔트 콘크리트에서만 적용한다. 그 외의 기준은 가열 아스팔트 콘크리트와 중온 아스팔트 콘크리트에 모두 적용한다.

주 3) 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상, 또는 20년 설계 ESAL > 10^7인 경우인 중 교통도로 포장에서는 선회다짐 100회 또는 마샬다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 선회다짐 75회 또는 마샬다짐 양면 각 50회를 사용하며, 이 경우 품질기준은 ( )의 기준을 적용한다.

주 4) 공시체의 다짐은 현장 다짐조건과 유사한 선회다짐기를 사용한 선회다짐이나, 마샬 다짐기를 사용한 마샬다짐을 적용할 수 있다.

표 9-5-3 최소 골재간극률 기준

골재최대크기 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

주 1) 설계공극률이 3.0 % ~ 4.0 %, 4.0 % ~ 5.0 %, 5.0 % ~ 6.0 % 이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대크기가 20 mm이고, 설계공극률이 4.5 %이면 VMA 기준은 「13.5 % 이상」이다.

2.7 기준밀도

표층용 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 현장배합에 의하여 제조된 혼합물로부터 매일 3개의 마샬공시체를 만들고, 기준밀도의 결정은 이 시방서 9-4절 2.7에 따른다.

3. 시 공

3.1 준비공

이 시방서 9-4절 3.1에 따른다.

3.2 믹싱 플랜트

이 시방서 9-4절 3.2에 따른다.

3.3 시험포장

이 시방서 9-4절 3.3에 따른다.

3.4 현장배합

이 시방서 9-4절 3.4에 따른다.

3.5 혼합작업

이 시방서 9-4절 3.5에 따른다.

3.6 혼합물의 운반

이 시방서 9-4절 3.6에 따른다.

3.7 기상조건

이 시방서 9-4절 3.7에 따른다.

3.8 포설장비

이 시방서 9-4절 3.8에 따른다.

3.9 포설작업

이 시방서 9-4절 3.9에 따른다.

3.10 다짐장비

이 시방서 9-4절 3.10에 따른다.

3.11 다짐작업

이 시방서 9-4절 3.11에 따른다.

3.12 이 음

이 시방서 9-4절 3.12에 따른다.

3.13 마무리

3.13.1 아스팔트 콘크리트 표층의 완성면은 3 m의 직선자를 도로중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때 가장 오목한 곳이 3 mm 이상이어서는 안 된다. 평탄성 측정은 이미 측정이 끝난 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정하여야 한다.

3.13.2 프로파일 인덱스(profile Index)는 7.6 m 프로파일미터를 사용하는 경우, 1구간을 150 m 이상으로 측정하여야 하며, 측정위치는 각 차로 우측 끝부에서 안쪽으로 800~1000 mm 간격을 유지하며, 중심선에 평행하게 측정하고, 측정속도는 보행속도 이하(4 km/h 정도)로 하며, 일반도로 본선 토공부의 경우 PrI=100 mm/km 이하, 교량접속부를 포함한 교량구간의 경우 PrI=200 mm/km 이하이어야 한다. 단, 확장 및 시가지 도로의 경우 본선은 PrI=160 mm/km 이하, 교량구간, 인터체인지 및 램프구간은 PrI=240 mm/km 이하이어야 한다. 여기서 일반도로란 확장 및 시가지도로, 교량구간, 인터체인지 및 램프구간을 제외한 구간으로 한다.

3.13.3 평탄성 기준에 어긋나는 부분은 감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다. 재시공에 소요되는 비용은 계약상대자 부담으로 한다.

3.14 두께측정

이 시방서 9-4절 3.14에 따른다.

3.15 품질관리 및 검사

3.15.1 계약상대자는 아스팔트 콘크리트 표층의 품질관리를 위하여 시공 전에 혼합물의 품질 및 입도규정에 적합한 지를 판정하여야 하며, 각 재료에 대한 시험결과를 시공 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.15.2 계약상대자는 시험시공에 의한 다짐밀도, 계획고와의 차이, 층 두께 등을 확인하여 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.15.3 평탄성은 이 절 3.13을 만족하여야 한다.

3.16 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장

3.16.1 대형차 교통량이 1일 1방향 1,000대 이상이거나 저속차량이 많은 포장, 정체 구간의 포장 및 오르막차로와 같이 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에는 개질 아스팔트나 특수포장을 사용한다. 이러한 재료나 포장은 시험포장이나 사용실적 등으로 그의 공용성이 인정된 것이어야 하며, 사전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.16.2 아스팔트 혼합물의 내유동성의 평가는 KS F 2374(휠트랙킹 시험)에 의한 동적안정도에 의하여 실시한다. 목표로 하는 동적안정도는 3,000회/mm 이상으로 한다.

3.16.3 대형차 교통량이 많은 장소에서는 표층에 대한 내유동대책뿐만 아니라 중간층까지 포함하여 내유동대책을 검토하여야 한다.

9-6 길어깨 포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 길어깨 포장공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

2. 재 료

2.1 기 층

이 시방서 9-4절에 따른다.

2.2 표 층

중차량의 통행이 많은 곳 또는 포장의 수밀성이 요구되는 곳에는 표층용 포장을 하여야 하며, 재료는 9-5절에 따른다.

3. 시 공

3.1 프라임 코트 및 택 코트

길어깨용 기층 및 표층을 포설하기 전에 차로부에 접하는 보조기층 및 기층에는 이 시방서 9-1절 및 9-2절에 따라 프라임 코트 또는 택 코트를 시공하여야 한다.

3.2 기 층

이 시방서 8-4절에 따른다.

3.3 표 층

이 시방서 9-5절에 따른다.

3.4 마무리면의 검사

계약상대자는 최종 다짐이 끝난 길어깨가 설계도서에 따른 선형, 경사, 두께를 확인하기 위한 마무리 표면을 검사하여야 한다.

9-7 특 수 포 장

9-7-1 쇄석 매스틱 아스팔트(Stone Mastic Asphalt) 포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 쇄석 매스틱 아스팔트(SMA)포장 표층공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1.도로포장 전문화 과정, 2 포장 기능원 교육과정, 3 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2337 마샬 시험기를 사용한 아스팔트 혼합물의 소성 흐름에 대한 저항력 시험 방법
KS F 2355 아스팔트 골재 혼합물의 피막 박리 시험 방법
KS F 2389 아스팔트의 공용성 등급
KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2508 로스엔젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
KS F 2575 굵은 골재 중 편장석 함유량 시험 방법
KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
KS M 2201 스트레이트 아스팔트

1.2.2 다음의 관련 지침을 참조한다.

국토교통부 'SMA 포장 생산 및 시공 잠정지침'

2. 재 료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 아스팔트

아스팔트 콘크리트 표층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201 또는, 국토교통부 관련 지침에 적합한 것으로서 이 시방서 15-2에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다. 특히, 중차량의 통행이 많고 지 ·

정체가 심한 구간에는 개질아스팔트(PG 76-22 또는 W76 이상)를 적용하여야 한다.

2.1.2 골재

잔골재는 15-3절에 따르고 굵은골재는 다음의 표 9-7-1에 따른다. 자연모래는 잔골재로 사용하지 않아야 한다.

표 9-7-1 SMA 혼합물용 굵은골재의 입도

체의 호칭치수 (mm)	각 체를 통과하는 중량 백분율(%)								
	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
20~13	-	-	100	85~100	0~25	0~5	-	-	-
13~10	-	-	-	100	85~100	0~25	0~5	-	-
10~5	-	-	-	-	100	80~100	0~25	-	-
8~5	-	-	-	-	-	100	0~25	0~5	-
5~2.5	-	-	-	-	-	100	90~100	0~25	0~5

2.1.3 채움재

채움재는 KS F 3501의 규격에 맞는 것으로서, 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.1.4 섬유 첨가재

(1) 섬유첨가재는 쇄석 매스틱 아스팔트포장 적용을 위하여 생산한 것으로서 혼합조에서 분산이 잘 이루어지도록 식물성 섬유(셀룰로오스)에 일정량의 아스팔트 등을 첨가하여 낱알 형태로 생산한 것을 사용한다.

(2) 일반적인 섬유 투입량은 순수 셀룰로오스 기준으로 혼합물 무게의 0.3~0.5%를 기준으로 하며, 설계도서 또는 해당 아스팔트 플랜트에서 0.3~0.5% 기준 내에서 혼합물에 이상이 발생하지 않도록 결정하여 사용하여야 한다. 섬유 투입량의 허용범위는 소요되는 섬유 무게의 ±10%이다.

(3) 섬유첨가재는 순수 셀룰로오스 기준으로 0.5%를 첨가하여 9-7절의 2.5.2의 드레인다운 시험을 실시하여 표 9-7-3에 규정된 드레인다운 시험값 0.3% 이하를 만족하지 못할 경우에는 해당 섬유첨가재는 사용할 수 없다.

2.2 재료의 입도

잔골재, 굵은골재 및 채움재를 혼합한 혼합골재 입도는 표 9-7-2를 표준으로 한다.

표 9-7-2 쇄석 매스틱 아스팔트(SMA)의 골재 입도

구 분		SMA				
호칭입경(mm) \ 공칭 최대치수		20 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
공칭 입경에 대한 체 통과 중량백분율 (%)	25	100	–	–	–	–
	20	93~100	100	–	–	–
	13	30~50	93~100	100	–	–
	10	20~35	40~55	90~100	100	100
	5	15~25	16~30	25~45	30~60	95~100
	2.5	12~22	12~23	15~30	15~30	25~45
	0.6	10~18	10~18	11~20	12~20	13~21
	0.3	8~15	8~15	10~16	10~16	11~17
	0.15	7~13	7~14	9~15	9~15	10~16
	0.08	6~12	7~12	8~13	8~13	9~14

2.3 재료의 승인 및 시험

이 시방서 9-4절 2.4에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 9-4절 2.5에 따른다.

2.5 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물의 배합설계 기준

2.5.1 쇄석 매스틱 아스팔트 콘크리트 표층용 혼합물은 KS F 2337과 드레인 다운 시험을 하였을 때 표 9-7-3의 기준에 합격하는 것이어야 한다.

표 9-7-3 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목		기 준				
		20 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
아스팔트 함량(%)		5.8 이상	6.2 이상	6.6 이상	7.0 이상	7.6 이상
공 극 률(%)		2.0 ~ 4.0				
골 재 간극율(%)	공극률 2 ~ 3 미만	16 이상	17 이상	18 이상	19 이상	20 이상
	공극률 3 ~ 4 미만	17 이상	18 이상	19 이상	20 이상	21 이상
포 화 도(%)		75 이상				
드레인 다운 시험값(%)		0.3 이하				
동적안정도(회/mm)		2000 이상				

2.5.2 아스팔트 드레인 다운(drain down) 시험

드레인 다운 시험은 혼합물로부터 잔골재 중에 함유된 미립분이 포함된 아스팔트가 흘러내리는 양이 적합한지를 판정하기 위한 시험으로 다음과 같은 방법으로 실내에서 시험을 한다. 이 시험은 PG 64-22 또는 W64의 아스팔트 바인더 적용할 때만 해당되며, 개질아스팔트를 사용할 때는 해당 개질아스팔트의 등급에 따라 조정하여 적용하여야 한다.

(1) 1 kg 정도의 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물을 160 ℃ ~ 165 ℃에서 혼합한 직후 유리비커(용적 1000 mℓ, 직경 100 mm, 높이 130 mm 이상)에 붓고 무게를 측정한다.

(2) 무게를 측정한 후 유리나 얇은 뚜껑을 덮고 170±2 ℃ 오븐에 1시간±1분 동안 넣어 둔다.

(3) 1시간 후 오븐에서 비커를 꺼낸 뒤 흔들림이나 진동이 가해지지 않게 하고 유리비커 내의 혼합물을 비운다. 다시 혼합물의 중량(g)을 소수점 첫째자리까지 측정한 후 손실된 무게에 대한 비율(%)을 산정한다. 이 때의 비율(%)이 드레인 다운 시험값이다.

2.6 기준밀도

이 시방서 9-4절 2.7에 따른다.

3. 시 공

3.1 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물의 생산

믹싱 플랜트는 이 시방서 8-4절 3.2에 따르며, 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물 생산을 위하여 다음 사항을 준수하여야 한다.

3.1.1 섬유의 첨가

(1) 섬유 첨가재를 저장할 수 있는 적당한 건조 저장소를 준비하여야 하며, 요구되는 양을 일정하게 공급할 수 있도록 하여야 한다. 배치식 플랜트의 경우, 섬유첨가재가 골재 계량조나 혼합조(pug mill)속으로 자동 또는, 인력으로 투입될 수 있도록 별도의 주입장치 또는 투입구를 마련하고 이를 통하여 투입한다.

(2) 섬유 첨가재 투입은 골재 계량조나 혼합조에 가열된 골재가 채워지는 동안 이루어지도록 하여야 하며, 마른 비빔은 생략할 수 있다. 이 때 균일한 혼합물이 될 때까지 40초 이상 계속 혼합하여야 한다.

(3) 섬유 첨가재에 포함된 아스팔트량을 고려하여 현장배합기준에 적합하도록 아스팔트량을 조절하여야 한다.

3.1.2 채움재의 취급

(1) 채움재는 방습이 잘되는 장소에 저장하며, 300 mm 이상 높이의 마루를 설치한 창고에 저장하여 입하순으로 사용한다.

(2) 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물에 요구되는 채움재를 정확하게 계량하여 투입하여야 하며, 회수된 더스트(dust)는 절대 사용하여서는 안 된다.

3.1.3 혼합작업

이 시방서 9-4절 3.5 및 이 절 3.1.1에 따르며, 믹서에서 배출할 때 혼합물의 온도는 가열 혼합물의 경우 170±15 ℃, 중온 혼합물의 경우 140±15 ℃의 범위 내에 있어야 한다.

3.1.4 혼합물의 저장

생산 혼합물을 즉시 현장으로 운반하여 포설하지 않는다면 적절한 저장고를 준비하여야 한다. 저장고는 현장 소요량과 플랜트 생산량의 균형을 유지시킬 수 있는 저류고나, 가열이나 보온이 가능한 저장 사일로가 있다. 저장시간은 실내시험을 근거로 판단하여야 하며, 어떤 경우에도 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물을 하루 이상 저장하여서는 안 된다.

3.2 기상조건

이 시방서 9-4절 3.7에 따른다.

3.3 시험포장

이 시방서 9-4절 3.3에 따른다.

3.4 현장배합

3.4.1 계약상대자는 플랜트의 검사결과 각 성능에 대한 합격 판정이 얻어지면 시험포장 성과를 근거로 감독원의 승인을 받아 현장배합 입도와 현장 아스팔트 함량을 결정하여야 한다.

3.4.2 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물을 현장배합 할 때 허용오차 범위는 표 9-7-4에 따른다.

표 9-7-4 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물을 현장배합 할 때 허용오차 범위

호 칭 입 경 (mm)	허용오차범위(%)
13 ~ 10	±4
5, 2.5, 0.6, 0.3, 0.15	±3
0.08	±2

3.5 혼합물의 운반

이 시방서 9-4절 3.6에 따른다.

3.6 기존 포장면의 조건

3.6.1 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물은 포설하기 전에 기존 표면의 부스러기나 오염된 물질을 제거하여야 한다.

3.6.2 적합한 아스팔트 유제로 얇은 택 코팅을 실시하여 하부층이 균질하고 완전히 고착되도록 하여야 한다.

3.6.3 기존 표면이 편평하지 않은 경우 시공에 앞서 가열 아스팔트 혼합물로 레벨링층을 시공하거나 절삭하여야 한다.

3.7 포 설

3.7.1 포설장비는 이 시방서 9-4절 3.9에 따른다.

3.7.2 아스팔트 혼합물의 온도는 혼합물이 포설장비에 투입되기 직전의 트럭상재 상태에서 측정할 때 가열 혼합물은 140 ℃ 이상, 중온 혼합물은 120 ℃ 이상이어야 한다.

3.7.3 계약상대자는 포설과 다짐작업이 이루어지는 동안 적정한 포설온도가 유지되도록 하여야 한다. 이때, 감독원은 시험포장 결과를 근거로 시방온도의 범위를 지정하여야 하며, 시방온도보다 20 ℃ 이상 낮은 경우에는 그 혼합물을 폐기하여야 한다.

3.8 다 짐

3.8.1 쇄석 매스틱 아스팔트 혼합물의 특성상 포설 후 즉시 다짐을 실시하여야 한다.

3.8.2 전압다짐장비는 12톤 이상의 머캐덤 로울러 2대와 10톤 이상의 진동 가능한 탄댐 로울러 1대 또는 12톤 이상의 머캐덤 로울러 1대와 10톤 이상의 진동 가능한 탄댐 로울러 2대를 1조로 갖추어야 하며, 현장 여건상 필요한 경우 계약상대자는 다짐장비를 추가하여 갖추어야 한다.

3.8.3 전압 절차는 규정된 포장의 기준밀도가 확보되도록 설정하여야 한다. 로울러는 피니셔의 근접 위치에서 5 km/hr를 초과하지 않는 속도로 초기 다짐을 하여야 하며, 타이어 로울러는 아스팔트가 타이어의 표면에 접착되므로 사용하지 않는다.

3.8.4 전압은 로울러 자국이 제거되고 다짐기준밀도가 확보될 때까지 계속하여야 한다.

3.8.5 로울러에 혼합물이 부착되는 것을 방지하기 위하여 미량의 세제나 그와 유사한 승인된 재료는 혼합한 물로 철륜을 적셔 주어야 한다.

3.8.6 현장 다짐밀도는 이 시방서 9-4절 2.7 기준밀도의 97% 이상되어야 한다.

3.9 이 음

이 시방서 9-4절 3.12에 따른다.

3.10 마무리

이 시방서 9-5절 3.13에 따른다.

3.11 두께측정

이 시방서 9-4절 3.14에 따른다.

3.12 품질관리 및 검사

이 시방서 9-5절 3.15에 따른다.

9-7-2 배수성 아스팔트 포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 배수성 아스팔트 포장공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2337 마샬 시험기를 사용한 아스팔트 혼합물의 소성 흐름에 대한 저항력 시험 방법
KS F 2389 아스팔트의 공용성 등급
KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2508 로스엔젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
KS F 2491 배수성 아스팔트 바인더의 휨 굴곡 시험 방법
KS F 2492 배수성 아스팔트 혼합물의 칸타브로 시험 방법
KS F 2493 배수성 아스팔트 혼합물의 흐름 시험 방법
KS F 2494 배수성 아스팔트 혼합물의 실내 투수 시험 방법
KS F 2394 투수성 포장체의 현장 투수 시험 방법
KS F 2397 투수성 아스팔트 혼합물의 간이밀도 시험 방법

1.3.2 다음의 관련 지침을 참조한다.

국토교통부 '배수성 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침'

2. 재료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 아스팔트

아스팔트는 배수성 포장용 개질 아스팔트를 사용하여야 하며, 표 9-7-5의 기준에 적합하여야 한다.

표 9-7-5 배수성 포장용 개질아스팔트의 품질기준

항목 \ 개질 아스팔트 등급	P-82
저장안정성(%) (습식 혼합형만 적용)[1]	5 이하
용해시간 (분) (건식 혼합형만 적용)[2]	30 이하
공용성 등급[3]	PG 82-22
연화점(℃)	80 이상
신도(15℃, 5cm/min) (cm)	50 이상
터프니스(25℃) N · m	20 이상
Fraass 취하점(℃)	-12 이하
휨에너지(-10℃, kPa)	1500 이상
휨스티프니스(-10℃, MPa)	50 이하

주 1) 저장안정성 시험은 ASTM D7173에 따라 개질 아스팔트 시료를 상 · 하단으로 분리하여 KS F 2393에 따라 DSR 시험하여 G*의 차이가 규정에 만족하여야 한다.

2) 용해시간은 개질 첨가제가 아스팔트에 녹는 시간을 평가하는 시험이다. 용해시험용 시약으로 아로마틱계 프로세스 오일이나 투명한 실리콘 오일을 사용하여, 개질 첨가제 생산자가 제시한 '배합설계할 때의 혼합온도'로 가열한 상태에서 개질 첨가제를 투입한 후 일반 교반장치를 이용하여 2000 rpm의 교반 속도로 혼합한 후, 0.075 mm 체로 체가름하여 95 % 이상 통과하는 시간이다. 폴리머 계열 첨가제는 아로마틱계 프로세스 오일을 사용한다. 배합설계를 할 때 혼합온도로 오븐을 가열하고, 팬과 조합한 체를 오븐에서 사전가열 한 후 체를 꺼내어 교반한 아스팔트를 쏟은 후에 다시 오븐에 넣고, 30분간 놔둔 후 체의 질량을 측정한다.

3) 공용성 등급 시험은 개질 아스팔트가 저장안정성 또는 용해시간 기준에 적합할 경우에만 실시한다. 건식 혼합형 재료는 개질 첨가제 생산자가 제시한 '배합설계할 때 혼합온도'로 가열한 침입도 등급 60-80 또는 PG 64-22 아스팔트에 개질 첨가제를 생산자가 제시한 '표준 첨가비율'로 '용해시간' 동안 혼합하여 시료를 제작한 후 KS F 2389에 따라 시험하여 기준을 만족하여야 한다.

4) 개질 첨가제 또는 개질 아스팔트 생산자는 다음 사항을 필수적으로 보고하여야 한다.
① 제품명, ② 개질 첨가제 비율(개질 첨가제의 경우만 보고), ③ 배합설계할 때 혼합온도, ④ 배합설계할 때 다짐온도 ⑤ 밀도

2.1.2 골 재

배수성 아스팔트 포장용 골재는 굵은골재 CA-20 · CA-13 · CA-10 · 잔골재 FA-1 등을 사용하며, 표 9-7-6의 입도를 만족하여야 한다. 단, 잔골재는 입도가 5 mm 체의 통과중량백분율이 90 % 이상일 경우에는 현장 경험이나 실내시험 등으로 소요품질의 포장이 얻어질 수 있을 경우에는 표 9-7-6의 기준을 벗어나도 감독자의 판단에 의하여 사용할 수 있다.

굵은 골재의 품질은 표 9-7-7에 따라 편장석율이 10 % 이하인 1등급의 단입도 골재를 사용하여야 하며, 잔골재는 표 9-7-8을 만족하여야 한다.

채움재는 KS F 3501에 따르되, 석회석분 · 포틀랜드 시멘트 · 소석회 등의 재료만 사용하며, 회수더스트는 사용하지 않는다.

표 9-7-6 배수성 아스팔트 혼합물용 골재 입도

골재 번호	주요입도 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율 %									
		25 mm	20 mm	13 mm	10 mm	5 mm	2.5 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm	0.08 mm
CA-20	13~20	100	90~100	0~55	0~15	0~5	-	-			
CA-13	10~13		100	90-100	0-25	0-10	0-5				
CA-10	2.5~10	-	-	100	85~100	0~30	0~10	0~5			
FA-1	5이하 잔골재				100	86-100	55-75	16-42	7-29	2-18	0-10

주) 여기에서 체의 호칭크기는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm, 0.075 mm에 해당한다.

표 9-7-7 배수성 아스팔트 혼합물용 굵은골재의 품질

구 분	시험 방법	규 정
밀도(절대건조)	KS F 2503	2.5 이상
흡수율 (%)	KS F 2503	3.0 이하
피막박리시험에 의한 피복 면적(%)	KS F 2355	95 이상
편장석율 (%)	KS F 2575	10 이하
안정성 (%)	KS F 2507	12 이하
마모율 (%)	KS F 2508	35 이하
굵은골재 파쇄면 비율(%)	ASTM 5821	85 이상

표 9-7-8 잔골재의 품질

구 분	시 험 방 법	규 정
모래당량(%)	KS F 2340	50 이상
잔골재 입형(%)	KS F 2384	45 이상

2.2 재료의 입도

잔골재, 굵은골재 및 채움재를 혼합한 혼합골재의 입도는 표 9-7-9의 기준을 표준으로 한다.

표 9-7-9 배수성 아스팔트 혼합물의 표준 배합

체의 호칭크기 \ 아스팔트 혼합물의 종 류		PA-10	PA-13	PA-20
통과질량(%)	25 mm	-	-	100
	20 mm	-	100	95~100
	13 mm	100	92~100	53~78
	10 mm	85~100	62~81	35~62
	5 mm	20~40	10~31	10~31
	2.5 mm	5~20	10~21	10~21
	0.60 mm	4~13	4~17	4~17
	0.30 mm	3~10	3~12	3~12
	0.15 mm	3~8	3~8	3~8
	0.08 mm	2~7	2~7	2~7

2.3 재료의 승인 및 시험

이 시방서 9-4절 2.4에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 9-4절 2.5에 따른다.

2.5 배수성 아스팔트 혼합물 배합설계 기준

배수성 아스팔트 콘크리트 표층용 혼합물은 KS F 2337(다짐조건 : 양면 각 50회)으로 시험하였을 때 표 9-7-10의 기준에 합격하는 것이어야 한다.

표 9-7-10 배수성 혼합물의 배합설계 기준

항 목	시험 방법	기 준
안 정 도 (N)	KS F 2337	5,000 이상
흐 름 값 (1/100 cm)	KS F 2337	20 ~ 40
수침마샬잔류안정도 (%)	KS F 2352	75 이상
공 극 률 (%)	KS F 2397	20 이상
현장투수능력 (초) [1)]	KS F 2394	10 이내
동적안정도 (회/mm)	KS F 2374	3,000

주 1) 현장투수능력의 경우 400 cc의 물이 10초 이내에 흘러 나가는 것을 기준으로 한다.

2.6 기준밀도

이 시방서 9-4절 2.7에 따른다.

3. 시 공

3.1 믹싱 플랜트

이 시방서 9-4절 3.2에 따른다.

3.2 기상조건

이 시방서 9-4절 3.7에 따른다.

3.3 시험포장

이 시방서 9-4절 3.3에 따른다.

3.4 현장배합

3.4.1 이 시방서 9-4절 3.4에 따른다.

3.4.2 배수성 아스팔트 혼합물을 현장배합 할 때 허용오차 범위는 표 9-7-11에 따른다.

표 9-7-11 배수성 아스팔트 혼합물을 현장배합 할 때 허용오차 범위

호 칭 입 경(mm)	허용오차범위(%)
20, 13, 10	±4
5, 2.5, 0.6, 0.3, 0.15	±3
0.08	±2

3.5 혼합작업

이 시방서 9-4절 3.5에 따른다.

3.6 혼합물의 운반

이 시방서 9-4절 3.6에 따른다.

3.7 포 설

이 시방서 9-4절 3.8과 3.9에 따르며, 다짐 후 1층 두께는 골재최대치수 20 mm 혼합물에서 50 mm, 13 mm 혼합물에서 40 mm가 되도록 포설하여야 한다.

3.8 다 짐

3.8.1 이 시방서 9-4절 3.10과 3.11에 따른다. 다만, 타이어 로울러는 사용하지 않는다.

3.8.2 배수성 포장의 혼합물 특성상 온도가 쉽게 내려가기 때문에 전압장비의 편성 · 전압회수 · 전압시기 등은 시험포장을 실시하여 결정하여야 하며, 배수능력 · 내구성 등의 기능을 손상시키지 않도록 주의하여 신속히 전압하여야 한다.

3.8.3 진동로울러의 경우 골재의 부서짐에 대하여 특별히 유의하여야 한다.

3.8.4 현장 다짐밀도는 이 절 9-4절 2.7 기준밀도의 96 % 이상이어야 한다.

3.9 이 음

이 시방서 9-4절 3.12에 따른다.

3.10 마무리

이 시방서 9-4절 3.13에 따른다.

3.11 두께 측정

이 시방서 9-4절 3.14에 따른다.

3.12 품질관리 및 검사

이 시방서 9-5절 3.15에 따른다.

9-8 아스팔트 콘크리트 교면 포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로교의 바닥판에 아스팔트 콘크리트에 의한 포장 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1.도로포장 전문화 과정, 2 포장 기능원 교육과정, 3 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 9-5절과 9-7-1절 및 국토교통부의 '교면포장 설계 및 시공 잠정지침'을 참조한다.

2. 재 료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 바닥판용 방수재

도로교 바닥판에 적용되는 시트식과 도막식 방수재료의 품질기준은 다음의 표 9-8-1에 따른다.

2.1.2 아스팔트

아스팔트 콘크리트 표층에 사용할 아스팔트는 국토교통부 관련 지침에 적합한 것으로서 이 시방서 15-2절에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다. 특히, 중차량 통행이 많고, 지·정체가 심한 구간에는 개질아스팔트(PG 76-22 또는 W76 이상)를 적용하여야 한다.

2.1.3 골재

굵은골재는 이 시방서 15-3-2절과 15-3-3절을 따르고, 자연모래는 잔골재로 사용하지 않아야 한다. 또한 SMA 혼합물을 사용하는 경우에 굵은 골재는 이 시방서 9-7-1절 2.1.2에 따른다.

2.1.4 채움재

채움재는 KS F 3501의 규격에 맞는 것으로 감독자의 승인을 받아야 한다.

표 9-8-1 도로교 바닥판용 방수재의 품질기준

항 목			품질기준		시험기준
			시트식	도막식	
인장 성능	인장강도(N/㎟) 23 ℃, 40 ℃	무처리	4.0 이상		KS F 3211
		알칼리처리	무처리의 80 % 이상		
		가열처리	무처리의 80 % 이상		
	최대하중일 때 신장률(%) 23 ℃, 40 ℃	무처리	20 ~ 60		
		알칼리처리	무처리의 80 % 이상		
		가열처리	무처리의 80 % 이상		
비휘발분(%)			–	표시 값 ±3 % 이내	KS M ISO 3251
내투수성			투수되지 않을 것		KS F 4931
염화이온 침투 저항성(coulombs)			100 이하		KS F 2711
내움푹 패임			구멍이 생기지 않을 것		KS F 4917
내열치수 안정성(%)		150 ℃, 30분	± 2.0 이내		KS F 4931
저온 굴곡성		−10 ℃	균열이 없을 것		KS F 4917
접합강도(N/㎟)			3.0 이상	–	KS F 4931
내피로성			잔금, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것		KS F 4917
내균열성		−10 ℃	잔금, 찢김 및 파단이 생기지 않을 것		KS F 4931

2.1.5 섬유 첨가재

이 시방서 9-7-1절 2.1.4에 따른다.

2.2 재료의 입도

잔골재, 굵은골재 및 채움재를 혼합한 혼합골재 입도는 이 시방서 9-4절 2.3과 9-7-1절 2.2에 따른다.

2.3 재료의 승인 및 시험

이 시방서 9-4절 2.4에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 9-4절 2.5에 따른다.

2.5 아스팔트 혼합물의 품질 기준

이 시방서 9-4절 2.6과 9-7-1절 2.5에 따른다.

2.6 기준밀도

이 시방서 9-4절 2.7과 9-7-1절 2.6에 따른다.

3. 시 공

3.1 준비공

이 시방서 9-4절 3.1과 9-7-1절 3.6에 따른다.

3.2 믹싱 플랜트

이 시방서 9-4절 3.2과 9-7-1절 3.1에 따른다.

3.3 시험포장

이 시방서 9-4절 3.3에 따른다.

3.4 현장배합

이 시방서 9-4절 3.4에 따른다.

3.5 혼합작업

이 시방서 9-4절 3.5과 9-7-1절 3.4에 따른다.

3.6 혼합물의 운반

이 시방서 9-4절 3.6에 따른다.

3.7 기상조건

이 시방서 9-4절 3.7에 따른다.

3.8 포설장비

이 시방서 9-4절 3.8에 따른다.

3.9 포설작업

이 시방서 9-4절 3.9과 9-7-1절 3.7에 따른다.

3.10 다짐장비

이 시방서 9-4절 3.10과 9-7-1절 3.8에 따른다.

3.11 다짐작업

이 시방서 9-4절 3.11과 9-7-1절 3.8에 따른다.

3.12 이 음

이 시방서 9-4절 3.12에 따른다.

3.13 마무리

이 시방서 9-4절 3.13에 따른다.

3.14 두께측정

이 시방서 9-4절 3.14에 따른다.

3.15 품질관리 및 검사

이 시방서 9-5절 3.15에 따른다.

9-9 아스팔트 콘크리트 덧씌우기 표층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 노후 된 표층의 아스팔트 콘크리트에 의한 덧씌우기 포장공사에 적용한다.

1.2 참조표준

이 시방서 9-5절 및 9-7절에 따른다.

2. 재 료

이 시방서 9-5절 및 9-7절에 따른다.

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 포설할 노면을 점검하여 파손된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면의 먼지 및 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

3.1.2 균열의 상태를 조사하여 2급 균열 및 3급 균열의 경우는 팻칭을 하고, 균열이 중간층이나 기층까지 미치고 있는 경우는 부분적으로 재포장한다. (주. 2급 균열이란 균열이 거북 등과 같은 모양으로 균열부의 틈이 벌어져 있는 상태를 말한다. 3급 균열이란 2급 균열이 더욱 파괴가 진행되어 균열된 부분이 조각으로 되어 일어나는 상태를 말한다.)

3.1.3 교량접속부, 암거 등 지하매설물의 주변에 생겨있는 침하에 의한 단차는 길이 10 m의 실을 당기어 측정하여 그 단차의 크기가 40 mm를 넘을 때는 본 포장에 사용하는 혼합물로 사전에 단차를 보수하여야 한다.

3.1.3 소성변형의 깊이를 직선자로 측정하여 40 mm를 넘을 때는 요철부분을 절삭하고 수정하여야 한다. 이 때 절삭한 찌꺼기는 깨끗이 제거하여야 한다.

3.1.4 야간공사를 시행할 경우는 공사 시공 및 통행 차량의 안전을 위하여 100 럭스(lux) 이상의 조도(照度)를 유지할 수 있는 조명시설을 하여야 한다.

3.1.5 교통을 소통시키면서 통행의 일부를 차단하고 포장공사를 시행하는 경우는 차단구간은 가급적 단축하여 교통소통에 크게 지장을 주지 않도록 현

장을 관리하여야 하며, 안전관리요원을 현장여건을 감안하여 적정하게 배치하여야 한다.

3.1.6 작업장 및 도로상의 통행차량에 대한 안전운행을 위하여 설치하는 안전시설(장구 및 표지판)과 안전관리요원 및 신호수의 활용에 대하여는 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2 기존 아스팔트 콘크리트 포장 절삭

3.2.1 절삭 장비

(1) 기존 아스팔트 콘크리트 포장을 절삭하기 위한 장비는 상온 절삭이 가능한 노면파쇄기를 사용하여야 하며, 아스팔트 콘크리트 포장 파쇄와 병행하여 폐아스팔트를 운반차량에 자동으로 적재할 수 있어야 한다.

(2) 노면파쇄기는 공사 중 절삭 깊이 조절이 가능하여야 하며, 현장에 반입할 때 절삭드럼의 비트를 신품으로 교체하여야 한다.

(3) 공사에 사용할 노면파쇄기는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) 노면파쇄기 절삭드럼의 비트는 포장면 절삭상태에 따라 교체하여야 하며, 비트의 교체는 전체를 일시에 교체하여야 한다. 단, 부분교체를 하는 경우 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 절삭 작업

(1) 계약상대자는 감독자의 지시에 따라 포장면을 절삭하여야 한다.

(2) 절삭면은 평탄하여야 하며, 굴곡이나 요철이 심하게 발생한 구간은 다시 절삭 하여야 한다.

(3) 맨홀 주위 등 노면파쇄기로 절삭이 곤란한 구간은 별도의 절삭방안을 강구하여야 한다.

(4) 기존 포장면이 침하하거나 변형이 심한 구간의 절삭방법은 감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

(5) 절삭면에는 폐아스팔트가 남지 않도록 깨끗이 청소하여야 한다.

3.3 택 코트

3.3.1 택 코트를 시공할 포장면은 시공 전에 불안정한 돌, 먼지, 기타 유해물을 제거하고 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.2 택 코트의 시행에 대하여는 9-2절을 따른다.

3.4 교통개방

3.4.1 덧씌우기 공사는 공사의 특성상 조기에 개방이 불가피한 경우가 많고, 포

장 내부 혼합물의 온도가 저하되지 않은 상태에서 교통을 개방할 경우 중차량에 의한 소성변형이 우려되므로 살수 등의 방법으로 포장의 온도를 저하시키는 방법을 시행하여야 한다.

3.4.2 교통을 조기에 소통시키는 경우에는 표면의 온도가 40 ℃ 이하이어야 한다.

3.5 기타 사항

1층의 시공두께는 최대 70 mm 까지로 한다. 그 밖의 시험포장, 현장배합, 혼합작업, 혼합물의 운반, 기상조건, 포설장비, 포설작업, 다짐장비, 다짐작업, 이음, 마무리, 두께측정, 품질관리 및 검사 등에 대하여는 이 시방서 9-5절에 따른다.

9-10 품질관리 및 검사

(1) 아스팔트 콘크리트 중간층, 표층 및 특수포장용 재료에 대한 품질관리는 사용 전에 실시하여 각 재료의 품질 및 입도 규정에 적합한 지를 판정하여야 하며, 각 재료에 대한 시험결과를 감독자에게 제출하여 승인 받아야 한다.

(2) 각 층을 시공한 후에는 계획고와의 차이, 규정밀도, 층 두께 등을 규정된 방법에 따라 확인하여야 하며, 감독자의 검사를 받아야 한다.

(3) 공종별 재료의 품질 및 규격의 주요 항목을 열거하면 표 9-10-1와 같다.

표 9-10-1 공종별 재료의 품질 및 규격 기준

시험종목 \ 공종			아스팔트 콘크리트 중 간 층	아스팔트 콘크리트 표 층	시험방법
굵은골재품질	밀도(표면건조)		2.5 이상	2.5 이상	KS F 2503
	흡수량 (%)		3.0 이하	3.0 이하	KS F 2503
	안정성감량(%)		12 이하	12 이하	KS F 2507
	마모감량 (%)		35 이하	35 이하	KS F 2508
	편장석 함유량(%)[1]		30 이하	30 이하	KS F 2575
	피복면적 (%)		95 이상	95 이상	KS F 2355
다 짐 도 (%)			96 이상	96 이상	
규격	폭 (mm)			−25 이내	
	두 께 (%)		+10 ~ −5		
	평탄성 PrI (mm/km)	일반도로		토공부 : 80 이하, 교량접속부 : 160 이하	
		확장 및 시가지 도로		토공부 : 160 이하, 교량접속부 : 160 이하	

비고) 일반도로란 확장 및 시가지 도로를 제외한 도로임.
주 1) 표 9-4-1에 따른다.

제10장 시멘트 콘크리트 포장공사

10-1 시멘트 콘크리트 포장공사 …… 1035
10-2 시멘트 콘크리트 포장
유지보수 …… 1063
10-3 시멘트 콘크리트 교면 포장 …… 1092

제 10 장 시멘트 콘크리트 포장공사

10-1 시멘트 콘크리트 포장공사

10-1-1 빈배합 콘크리트 기층

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 빈배합 콘크리트(lean concrete) 기층의 건식(dry mixing type) 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취방법
KS F 2403 콘크리트의 강도시험용 공시체 제작방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2455 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험 방법
KS F 2502 굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험방법
KS F 2509 잔골재의 표면수 측정방법
KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08 mm 체를 통과하는) 시험방법
KS F 2512 골재 중에 함유되어 있는 점토 덩어리 양의 시험방법

KS F 2513 골재에 포함된 경량편 시험방법
KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
KS L 5211 플라이 애시 시멘트
KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 재료시험 성적서
(2) 골재생산 계획서
(3) 시험포장 계획서

2. 재 료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.1.2 물

기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질규정은 KS F 4009에 따른다.

2.1.3 굵은 골재

굵은 골재의 유해물 함유량 허용치는 15-3-1절 표 15-3-9를 따르며, 물리적 성질은 15-3-1절 표 15-3-10을 따른다.

2.1.4 잔골재

잔골재의 물리적 성질은 15-3-1절 표 15-3-2를 따르며, 유해물 함유량 허용치는 15-3-1절 표 15-3-1을 따른다.

2.2 골재의 입도

골재의 표준입도는 설계도서에 표시하는 경우를 제외하고 표 10-1-1 중에서 하나를 선정하여 사용하여야 한다.

표 10-1-1 빈배합 콘크리트 골재의 입도

구분 / 체크기 (mm)	체통과 중량백분율 (%)	
	최대치수 40 mm	최대치수 25 mm
50	100	–
40	90 ~ 100	100
25	–	90 ~ 100
20	50 ~ 85	50 ~ 100
10	40 ~ 75	40 ~ 75
5	25 ~ 60	35 ~ 60
0.6	10 ~ 30	10 ~ 30
0.08	0 ~ 8	0 ~ 8

2.3 결합재량

단위 결합재량은 설계도서에 표시한 경우를 제외하고, 150 kg/m³ 이상으로 표 10-1-2의 강도를 얻을 수 있는 양으로 한다.

표 10-1-2 빈배합 콘크리트의 강도

구 분	건 식	비 고
일축압축강도 (f_7, MPa)	5	습윤 6일, 수침 1일 양생

3. 시 공

3.1 준비공

3.1.1 빈배합 콘크리트 기층 시공에 앞서 보조기층 표면의 불안정한 돌(floating rock), 점토, 기타 유해물이 있어서는 안 된다. 보조기층면은 이 시방서 8-2절 3.7에 따라 양호한 상태로 유지 관리하여야 하며, 이 조건과 맞지 않을 때에는 계약상대자 부담으로 이를 제거하고 재시공하여야 한다.

3.1.2 보조기층면이 건조된 경우에는 균일하게 살수한 후 빈배합 콘크리트 기층을 시공하여야 한다.

3.2 시공기계

3.2.1 배치 플랜트

이 시방서 10-1-2절 3.1에 따른다.

3.2.2 포설 및 다짐장비

이 절 3.8 및 3.9에 따른다.

3.2.3 장비점검

사용장비(피니셔, 롤러 등)는 공사 전 점검을 실시하여 작업 중 장비의 고장을 사전에 예방할 수 있도록 제반조치를 강구하여야 한다.

3.3 기상조건

3.3.1 빈배합 콘크리트 기층의 포설은 일평균 기온이 4 ℃ 이하이거나 비가 내릴 때에는 공사를 중지하여야 한다. 다만, 부득이하게 시공하여야 할 경우에는 품질확보를 위한 제반조치에 대하여 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3.2 일평균기온이 25 ℃ 이상인 경우에는 함수비 관리에 특별히 유의하여야 한다.

3.3.3 양생기간중 동결이 예상되는 경우에는 기층면을 보호할 수 있도록 동상방지대책을 강구하여 감독자의 승인을 받아 이를 조치하여야 한다.

3.4 시험포장

3.4.1 계약상대자는 이 시방서 규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다. 시험포장 면적은 약 1000 ㎡ 정도로 하며, 다짐도, 다짐 후의 두께, 재료분리 여부, 포설 및 다짐방법 등을 검토한다.

3.4.2 계약상대자는 시험포장을 실시할 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법 등이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.

3.5 현장배합

계약상대자는 빈배합 콘크리트 기층에 사용할 대표적인 시료를 사용하여 감독자의 입회하에 시험생산 및 시험포장을 실시하고, 그 결과를 검토하여 재료의 배합비를 결정하고 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.6 혼합물 생산

3.6.1 골 재

골재는 잔골재와 굵은 골재로 구분하여 적재하고 계량하며, 잔골재율은 시험결과에 따라 감독자와 협의하여 조정하여야 한다.

3.6.2 혼 합

(1) 빈배합 콘크리트는 제15장 15-4 시멘트 콘크리트의 2.5.8에서 규정하는 믹서로 공장 내에서 균일하게 비빈다.

(2) 빈배합 콘크리트의 비빔량 및 비비기 시간은 KS F 2455에서 규정한 시험을 하여 결정한다.

3.7 혼합물 운반

3.7.1 빈배합 콘크리트 혼합물의 운반은 운반차에 싣거나 내릴 때 그 높이를 가능한 낮게 하여 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다. 운반차는 콘크리트를 내리는 작업이 쉬운 것이어야 하며, 내리기 작업 후에는 물로 씻어내야 한다.

3.7.2 콘크리트가 비벼진 후부터 치기가 끝날 때까지의 시간은 1시간 이내이어야 한다.

3.7.3 하절기, 강풍, 등 기상조건이 불리할 경우에는 콘크리트가 운반 도중에 건조되지 않도록 혼합물에 덮개를 씌워 보호하여야 한다.

3.8 포 설

3.8.1 혼합물은 피니셔(finisher)에 의하여 균일한 두께로 포설되어야 한다.

3.8.2 폭이 다르고 형상이 특수한 부분에는 인력으로 포설할 수 있다.

3.9 다 짐

3.9.1 다짐은 콘크리트가 비벼진 후부터 2시간 이내에 완료되도록 하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않은 상태로, 균일한 다짐도가 얻어지고 평탄하게 마무리하여야 한다.

3.9.2 콘크리트의 최대건조밀도는 KS F 2312의 D 또는 E 방법으로 구하며, 현장다짐도의 기준은 100 % 이상으로 한다.

3.9.3 다짐장비는 진동 롤러, 탄뎀 롤러와 타이어 롤러를 사용하며, 롤러별 다짐순서와 다짐횟수는 시험포장 결과에 따라 결정하며, 다짐장비의 종류를 변경하고자 할 경우에는 감독자의 사전승인을 받아야 한다.

3.9.4 다짐후의 두께 및 마무리면에 대한 허용오차는 다음과 같다.

- 다짐후의 두께 : 150 mm(또는 설계두께) ±10 %
- 마무리면 : 계획고 ±15 mm

3.10 시공 이음 및 단부처리

3.10.1 시공이음은 도로중심선의 직각 방향으로 설치하여야 한다.

3.10.2 시공이음부는 시멘트 콘크리트 포장 줄눈의 위치와 적어도 300 mm 이상 엇갈리게 설치하여야 한다.

3.10.3 시공이음부는 상부층의 포장공사를 할 때 손상되지 않도록 주의하여야 하

며, 시공 이음부의 다짐을 철저히 하여야 한다.

3.11 마무리

3.11.1 빈배합 콘크리트 기층의 완성면은 임의의 20 m 이내 2지점을 측정했을 때 계획고와의 차는 15 mm 이하이어야 하며 7.6 m 프로파일 미터(profile meter)를 사용할 때 PrI = 480 mm/km 이하이어야 한다.

3.11.2 완성면에 3 m 직선자를 대었을 때 가장 오목한 곳의 깊이가 10 mm 이하이어야 한다.

3.12 양 생

3.12.1 빈배합 콘크리트 기층은 수분이 소량이므로 증발에 의하여 표면이 건조 · 이완되지 않도록 살수 또는 비닐덮기 등으로 습윤양생을 철저히 하여야 한다.

3.12.2 재령 7일의 압축강도 및 평탄성 시험결과를 확인하여 감독자의 승인을 받아 교통개방을 하여야 한다.

10-1-2 시멘트 콘크리트포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 시멘트 콘크리트포장 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1.도로포장 전문화 과정, 2 포장 기능원 교육과정, 3 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취 방법
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법
KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험 방법 (질량방법)
KS F 2502 굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제
KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
KS F 8006 강재틀 합판 거푸집
KS F 2545 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(화학적 방법)
KS F 2546 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(모르타르 봉 방법)
ASTM C 1260 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method) : 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법 (촉진 모르타르 봉 방법)
ASTM C 1567 Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method) : 시멘트계와 골재 혼합물의 알칼리-골재 잠재 반응성 여부 결정 시험방법 (촉진 모르타르 봉 방법)

AASHTO PP 37-40 Determination of International Roughness Index(IRI) to Quantify Roughness of Pavements (포장의 평탄성을 평가하기 위한 IRI 결정법)

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 시방배합 및 시험포장 계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

2.1.1 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.1.2 물

기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질규정은 KS F 4009에 따른다.

2.1.3 잔골재

잔골재의 유해물 함유량 허용치는 15-3-1절 표 15-3-1을 따르며, 물리적 성질은 15-3-1절 표 15-3-2를 따른다.

2.1.4 굵은 골재

굵은 골재의 유해물 함유량 허용치는 15-3-1절 표 15-3-9를 따르며, 물리적 성질은 15-3-1절 표 15-3-10을 따른다.

2.1.5 혼화재료

이 시방서 15-6절에 따른다.

2.1.6 줄눈 재료

이 시방서 15-7절에 따른다.

2.1.7 양생재료

이 시방서 15-8절에 따른다.

2.1.8 강 재

이 시방서 15-10절, 15-12절에 따른다.

2.1.9 거푸집 재료

인력포설 구간의 거푸집 재료는 KS F 8006에 맞는 강재로 두께 6 mm

이상, 길이 3 m 이하, 폭은 포장두께 이상이어야 한다. 계약상대자는 곡선구간에 쓰일 거푸집을 미리 준비하여야 한다.

2.1.10 분리막

분리막은 취급이 용이하고 물을 흡수하지 않으며, 콘크리트를 타설할 때나 다질 때에 파손되지 않는 것이어야 한다. 재료의 특성은 이 시방서 15-8절에 따른다.

2.2 골재의 입도

2.2.1 잔골재의 입도는 표 10-1-3에 따른다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다. 단 부순 잔골재 및 고로슬래그 잔골재를 사용할 때의 입도는 이 시방서 15-3-1 콘크리트용 골재에 따른다.

표 10-1-3 포장용 콘크리트의 잔골재 입도기준

체의 호칭치수[1] (mm)	체를 통과한 것의 질량백분율(%)
10	100
5	95 ~ 100
2.5	80 ~ 100
1.2	50 ~ 85
0.6	25 ~ 60
0.3	10 ~ 30
0.15	2 ~ 10

2.2.2 굵은 골재의 입도는 표 10-1-4에 따른다. 단 부순 굵은 골재 및 고로슬래그 굵은 골재를 사용할 때의 입도는 이 시방서 15-3-1 콘크리트용 골재에 따른다.

표 10-1-4 포장용 콘크리트의 굵은 골재 입도기준

골재의 크기(mm) \ 체의 호칭 (mm)	각 체를 통과하는 것의 중량백분율								
	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5
40~5	100	95~100	–	–	35~70	–	10~30	0~5	–
30~5		100	95~100	–	40~75	–	10~30	0~10	0~5
25~5	–	100	–	95~100	–	25~60		0~10	0~5
20~5	–	–	–	100	90~100	–	20~55	0~10	0~5
13~5					100	90~100	40~70	0~15	0~5

2.3 재료의 시험 및 승인

2.3.1 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.3.2 골 재

이 시방서 15-3-1절에 따른다. 알칼리골재반응을 사전에 억제하기 위하여 사용골재에 대해서 ASTM C 1260 시험을 수행하고, 14일 팽창률이 0.1 % 이하인 경우에는 사용이 가능하다. 만약, 팽창률이 0.1 % 이상인 골재를 부득이하게 사용할 경우에는 ASTM C 1567 시험방법기준으로 재평가 한 후, 14일 팽창률이 0.1 % 이하인 경우에는 사용할 수 있으며, 실험에서 결정된 결합재량은 본 배합에 반영하여야 한다.

2.3.3 혼화재료

혼화재료는 공사에 사용하기 30일 전에 시료 및 시험성과표를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.3.4 줄눈재료

계약상대자는 줄눈판과 줄눈재의 시료 및 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.3.5 물

기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질규정은 KS F 4009에 따른다.

2.3.6 피막양생제

계약상대자는 피막양생제의 시험성과를 공사시행 이전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.4 재료의 저장

2.4.1 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.4.2 골 재

이 시방서 15-3-1절 2.3에 따른다.

2.4.3 혼화재료

이 시방서 15-6절 2.1에 따른다.

2.4.4 줄눈재료

줄눈판과 주입줄눈재는 창고 안에 보관하거나 적당한 덮개로 덮어서 보관하여야 하며, 평평한 판 위에 놓아 변형되지 않도록 하고 주입줄눈재가

변질되지 않도록 보관하여야 한다.

2.4.5 피막양생제

피막양생제는 동절기에 동결되지 않도록 창고 안에 보관하여야 하며, 이를 사용할 때에는 양생시험을 실시하여 변질여부를 확인한 후 사용하여야 한다.

2.4.6 강 재

강재는 창고 안에 보관하거나 또는 직접 땅에 닿지 않게 받침대를 설치하고 덮개로 덮어서 보관하여야 한다.

2.5 재료의 변경

계약상대자는 재료의 공급원 변경이 필요할 때는 신속히 감독자에게 보고하고 승인받아야 한다.

3. 시 공

3.1 시공장비

3.1.1 시공일반

시공조건에 맞는 장비의 선정은 콘크리트 포장의 품질 및 작업효율에 막대한 영향을 미치므로 계약상대자는 공사에 사용할 모든 장비의 기종, 기능, 기계상태, 배치계획, 오염대책 등을 기재한 장비 사용계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 공사현장에 반입하여 사용전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 배치플랜트(batch plant)

(1) 배치플랜트에는 잔골재 및 굵은 골재를 입도별로 계량할 수 있는 계량장치를 구비하여야 한다.

(2) 벌크시멘트를 사용할 경우에는 계량장치, 빈, 호퍼를 구비하여야 한다. 호퍼는 작업도중 먼지나 기타 유해물질이 혼입되는 것을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 산업부산물(플라이애시, 슬래그 미분말 등)을 콘크리트포장에 적용할 경우, 필요시 시멘트 혼화재의 사일로와 계량 장치를 추가 설치하여야 한다.

(4) 배치플랜트는 작업 중 점검과 검사를 할 수 있으며, 작업원의 안전을 도모하기 위한 안전장치가 부착되어 있어야 한다. 기타 사항은 15-4절 2.5에 따른다.

3.1.3 믹 서(mixer)

(1) 포장용 콘크리트는 현장 플랜트 또는 레디믹스트 콘크리트로 공급하거나

트럭믹서에서 혼합하여 공급하여야 한다. 각 믹서에는 혼합용 드럼의 용량을 혼합콘크리트의 부피로 표시하고, 블레이드의 회전속도를 표시하는 장비 제작자의 표찰은 잘 보이는 곳에 부착되어 있어야 한다.

(2) 콘크리트를 혼합할 믹서는 규정된 혼합시간 내에 골재, 시멘트 및 물을 완전히 혼합하여 균질한 혼합물을 만들고, 재료분리가 발생하지 않고 배출할 수 있는 것으로 감독자의 승인을 받은 것이어야 한다.

(3) 각 믹서는 드럼에 모든 재료가 완전히 채워졌을 때 배출 레버가 자동적으로 잠겨지고 혼합이 끝났을 때는 열릴 수 있는 승인된 시간조절장치를 구비하여야 하며, 각 배치 수를 정확하게 나타낼 수 있는 계수기가 부착되어 있어야 한다.

(4) 각 믹서는 적당한 시간간격을 두고 청소를 하여야 하며, 드럼 내의 날이 20 mm 이상 닳았을 때는 보수하거나 교체하여야 하며, 기타 사항은 15-4절 2.5.8에 따른다.

(5) 트럭믹서는 KS F 4009에 적합한 것이어야 한다.

3.1.4 백호(backhoe)와 스프레더(spreader)

다져지지 않은 콘크리트를 포설면에 고르게 펴는 장비로는 일반적인 경우 백호을 사용하며, 대규모 공사인 경우에는 스크류형 스프레더, 벨트형 스프레더, 호퍼용 스프레더를 사용한다. 또한, 소규모 공사인 경우에는 믹서의 동력을 이용한 스트라이크 오프(strike-off)를 사용하거나 인력포설을 할 수 있다.

3.1.5 슬리폼 페이버(slipform paver)

슬리폼 페이버는 오거(auger) 및 스트라이크 오프(strike-off)로 콘크리트를 적절한 높이로 깐 후 바이브레이터, 템퍼, 콘포밍 플레이트(conforming plate), 사이드 플레이트(side-plate)로 다지고, 플로우트, 트레일 폼(trail form) 및 에저(edger)로 마무리하면서 연속적으로 포설할 수 있어야 한다.

3.1.6 거친 면 마무리기

거친 면 마무리기는 설계도서에 따라 마무리 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

3.1.7 양생제 살포기

양생제 살포기는 전 포장면에 양생제를 균일하게 살포할 수 있는 일정한 압력을 갖는 분무장치와 교반장치를 갖추고 있어야 한다.

3.1.8 콘크리트 커터(concrete cutter)

(1) 콘크리트 커터는 수냉각식 다이아몬드 톱날이나 마모형 톱날이 부착되어 경화된 콘크리트에 설계 치수 및 능률로 줄눈을 자를 수 있어야 한다.

(2) 콘크리트를 절삭할 때 발생되는 오염 물질로 인한 환경 피해를 최소화하

기 위하여 계약상대자는 가능한 콘크리트를 절삭할 때 진공흡입장치 등 청소를 병행할 수 있는 장비를 이용하여 시공하여야 한다.

(3) 습식 줄눈을 절단할 때의 이물질은 비산하기보다 사용되는 물에 의하여 흘러내리므로 이를 적절히 수거하여야 한다.

3.2 시공면 준비

3.2.1 시멘트 콘크리트포장은 시공에 앞서 불안정한 돌(floating rock), 점토, 기타 유해물을 제거하여야 하며, 항상 양호한 상태로 유지되어야 하고 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.

3.2.2 완성된 기층면이 공사용 차량의 왕래로 인하여 훼손 및 골재의 탈리 등이 발생하였을 경우 계약상대자는 즉시 이를 보완하고 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.2.3 보조기층이 건조할 때는 소량의 물을 균일하게 살수한 후 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.2.4 슬래브 저면의 평탄성에 맞추어 규정된 직선자로 보조기층의 표면을 검사하고 요철부분은 고르게 수정하여야 한다.

3.2.5 보조기층 표면에 분리막을 설치할 경우에는 가능한 한 전 폭으로 깔아 겹이음부가 없도록 하여야 하며, 부득이하게 이음을 할 경우 세로방향으로 100 mm 이상, 가로방향으로 300 mm 이상 겹치도록 설치하여야 한다. 다만, 보조기층면과 슬래브 사이의 마찰저항이 구조적으로 필요한 연속철근콘크리트 포장에서는 분리막을 설치하지 않는다.

3.3 거푸집 설치

3.3.1 거푸집용 재료는 이 절 2.1.9에 적합한 것으로 강도와 강성을 가진 강재를 사용하여야 한다.

3.3.2 거푸집의 측면은 브레이싱으로 저판에 지지되어야 하고 이때 저판에서의 브레이싱 지지점은 측면으로부터 높이의 3분의 2지점 이상으로 하여야 한다.

3.3.3 거푸집은 설치 후 진동기의 충격다짐과 포설기계의 최대 윤하중에 충분히 견딜 수 있어야 하며, 거푸집 설치의 이격 허용오차는 거푸집용 강재두께 이하이어야 한다.

3.3.4 거푸집은 콘크리트를 치기 전에 깨끗이 닦고, 유지류를 발라 두어야 하며, 거푸집 설치 상태에 대한 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.5 포장두께의 변경이나 인력 마무리를 하여야하는 구간에 사용할 거푸집은

재질, 구조, 설치방법 및 제거에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.6 거푸집 설치의 상태 및 기층면의 정비에 대해서는 콘크리트를 치기 전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.3.7 거푸집은 길이 3 m 마다 윗면의 변형이 3 mm 이상 있어서는 안 되며, 측면의 변형이 6 mm 이상 있어서는 안 된다.

3.3.8 곡선반지름 50 m 이하의 경우에는 목재 거푸집을 사용할 수 있으며, 이때 600 mm 마다 강재 지지말뚝을 설치하여야 한다.

3.4 배 합

3.4.1 시공일반

(1) 포장용 콘크리트의 배합은 소요품질과 작업에 적합한 워커빌리티 및 피니셔빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 정하여야 한다. 포장용 콘크리트는 적정 공극체계에 의한 내구성 확보를 위하여 AE제와 감수제를 각각 사용하여야 한다. 또한, 인력타설 시공이 불가피한 경우에는 별도의 배합설계를 실시하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

(2) 알칼리골재반응의 방지를 위해서는 시멘트 양의 일정량을 산업부산물(플라이애시 또는 슬래그 미분말)로 대체할 수 있으며 산업부산물 종류 및 대체량은 국토교통부 '산업부산물 재활용 도로 포장 지침'을 참조한다.

3.4.2 배합기준

(1) 포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준은 표 10-1-5과 같다.

표 10-1-5 포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준

항 목	시 험 방 법	단 위	기 준
설계기준 휨강도 (f_{28})	KS F 2408	MPa	4.5 이상
물/결합재 비		%	45 이하
굵은 골재의 최대치수		mm	40 이하
슬 럼 프 값	KS F 2402	mm	40 이하
AE콘크리트의 공기량 범위	KS F 2409	%	4 ~ 6

3.4.3 시방배합

(1) 계약상대자는 감독자가 승인한 콘크리트의 재료를 사용하여 감독자의 입회하에 시방배합을 실시하며, 감독자는 이를 토대로 현장배합을 결정한다. 이 시방배합은 사용하는 플랜트의 관리상태 및 계약상대자의 시공경

험 등에 의하여 콘크리트 휨강도의 변동계수를 정하고, 목표로 하는 배합강도를 결정하여 설계한다.

(2) 계약상대자는 (1)항에 규정된 시멘트량의 범위 내에서 시방규정에 적합한 품질과 작업에 적합한 워커빌리티 및 피니셔빌리티를 갖는 콘크리트가 제조될 수 있는 플랜트를 준비함과 동시에 사용하는 플랜트의 성능, 관리방법, 계약상대자의 시공경험 등을 고려한 콘크리트 변동계수 자료를 감독자에게 보고하여야 한다.

(3) 시방배합의 수정은 감독자가 필요하다고 인정할 때, 골재원이 변경되었을 때, 또는 잔골재의 조립율이 0.2 이상 변화가 생겼을 때 실시하여야 한다.

3.4.4 현장배합

계약상대자는 시멘트 콘크리트 포장에 이용할 재료를 사용하여 시험포장을 실시한 후 그 결과를 제출하여야 하며, 감독자와 협의하여 현장배합을 결정하여야 한다.

3.4.5 기 타

기타 사항은 이 시방서 15-4절 2.3에 따른다.

3.5 시험포장

3.5.1 계약상대자는 이 시방서의 규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자의 입회하에 시험포장을 실시한다.

3.5.2 시험포장의 면적은 1,000 ㎡ 정도로 하며, 감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다. 감독자는 포장의 작업성 및 시공성을 판단하며, 두께 마무리 및 재료분리를 최소로 하는 양호한 시멘트 콘크리트 포장을 시행할 목적으로 시험포장을 실시한다.

3.5.3 계약상대자는 시험포장의 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 그 결과에 대해서는 감독자와 협의하여야 한다.

3.6 콘크리트 제조

3.6.1 재료의 계량

재료의 계량은 현장배합에 의한 배합비에 따라 실시하며, 각 재료는 1회분의 비비기양(각 배치)을 질량으로 계량하여야 하며, 물이나 혼화제 용액은 부피으로 계량할 수도 있다. 재료의 계량 허용오차는 표 10-1-6의 범위 이내이어야 한다.

표 10-1-6 시멘트콘크리트 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 한계오차
시멘트	질량	-1 %, +2 %
골재	질량	±3
물	질량 또는 부피	-2 %, +1 %
혼화재	질량	±2 %
혼화제	질량 또는 부피	±3

3.6.2 비비기

(1) 콘크리트의 비비기는 현장에서의 인력혼합, 고정식 플랜트 및 트럭믹서를 사용한다. 다만, 소규모 공사에는 이동식 플랜트도 사용할 수 있다.

(2) 믹서는 성능이 좋은 강제식 믹서 또는 가경식 믹서를 사용하여야 하며, 믹서 1회분 혼합량은 그 믹서의 제조업자가 제시하는 규격 용량 이상 혼합하여서는 안 된다.

(3) 계약상대자는 시험배합 결과보고서를 작성하여 제출하고, 감독자가 콘크리트의 비비기 시간을 결정할 수 있도록 하여야 하며, 시험이 불가능할 경우에는 믹서 안에 재료를 전부 투입한 후 강제식 믹서에서는 1분, 가경식 믹서에서는 1분 30초를 표준으로 혼합한다. 다만, 일반적인 경우 위의 시간을 3배 이상 초과하여서는 안 된다.

(4) 한 배치의 콘크리트를 비빈 후 다음 배치의 콘크리트를 비빌 때에는 믹서내의 모든 재료를 완전히 배출한 후 혼입하여야 한다.

(5) 비비기는 콘크리트 혼합물이 균질하게 될 때까지 충분히 실시하여야 하며, 배출할 때 재료의 분리가 일어나서는 안 된다. 믹서 드럼의 회전속도는 제조회사의 장비설명서에 따라야 한다.

(6) 비빈 후 경화되기 시작한 콘크리트를 되비벼서 사용하여서는 안 되며, 또한 믹서 내에서 30분 이상 경과한 콘크리트도 사용해서는 안 된다.

3.6.3 레디믹스트 콘크리트(ready mixed concrete)

(1) 레디믹스트 콘크리트는 이 시방서 15-5절의 규정에 적합한 것으로 감독자의 승인을 받아 사용하여야 하며, 품질규격은 KS F 4009에 적합하여야 한다.

(2) 레디믹스트 콘크리트는 이미 타설된 콘크리트에 해를 주지 않도록 운반하여야 하며, 내려놓을 장소나 그 방법은 감독자의 지시를 받아야 한다.

3.6.4 콘크리트의 운반

(1) 콘크리트의 운반은 재료분리와 함수비의 변화가 최소화될 수 있도록 하여

야 하며, 운반차는 싣거나 내리는 작업이 용이한 것이어야 한다.

(2) 콘크리트는 비비기를 시작한 후 1시간 이내에 타설을 완료하여야 하며, 애지데이터 트럭으로 운반하는 경우는 90분 이상 경과하여서는 안 된다. 그러나 기온이 매우 높거나 콘크리트가 빨리 응결할 경우에는 시간을 줄여야 한다.

(3) 콘크리트는 비빈 후 운반되는 과정에서 굳지 않아야 하며, 조금이라도 굳은 콘크리트는 사용하여서는 안 된다. 운반 도중 콘크리트가 건조되는 것을 방지하기 위해서 계약상대자는 운반차에 적절한 보호방법을 강구하여야 한다.

(4) 콘크리트를 운반차에 싣거나 내릴 때는 그 높이를 되도록 낮게 하여, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 하며, 운반차는 사용 후 적재함 내부를 깨끗이 청소하고 물기를 제거하여야 한다.

(5) 덤프트럭으로 운반할 경우에는 적재함의 틈을 없애고 적재함 상단보다 낮고 평평하게 적재하며, 수분증발 및 이물질 혼합을 막기 위하여 덮개를 설치하여야 한다.

(6) 운반차량은 포장장비의 작업능력에 맞는 종류와 소요대수를 결정하여야 한다.

(7) 중앙 혼합장에서 혼합하고 트럭믹서로 운반하는 경우에는 KS F 4009의 운반규정에 따른다.

3.6.5 기상조건

(1) 콘크리트의 배합, 타설 및 마무리는 주간에 실시하여야 하며, 부득이하게 야간에 시공하여야 할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 콘크리트를 타설할 때 콘크리트 온도가 4 ℃ 이하이거나 35 ℃ 이상인 경우 또는 비가 내릴때는 시공을 금지하여야 한다. 다만, 부득이하게 시공하여야 할 경우에는 품질확보를 위한 제반조치에 대하여 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 양생기간 중 동결이 예상되는 경우에는 감독자의 승인을 받아 동결방지대책을 강구하여 포장면을 보호하여야 한다.

(4) 서중 및 한중 콘크리트 시공에 관해서는 이 시방서 10-1-2절 3.18에 따른다.

3.7 콘크리트 포설 및 다짐

3.7.1 시공일반

(1) 콘크리트 포설은 페이버 또는 이와 동등한 장비에 의하여 시공하여야 하

며, 초기 경화가 시작되기 전에 시공하여야 한다.

(2) 콘크리트 포설방법으로는 고정 거푸집에 사용하는 인력에 의한 방법과 슬리폼 페이버에 의한 방법이 있으며 공사규모나 장비 및 작업여건에 따라 이를 선택하여 적용한다.

(3) 콘크리트 포설을 하고 난 다음에는 가능한 콘크리트를 다시 이동하지 않아야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.

(4) 동결된 보조기층에 콘크리트 포설을 하여서는 안 된다.

(5) 시공 당일 일평균 기온이 4 ℃ 이하로 내려가는 것이 예상되는 경우와 시공 당일 일평균 기온이 25 ℃ 이상이 예상되는 경우 반드시 한중 콘크리트와 서중 콘크리트 시공계획을 수립하여 감독자의 승인을 받은 후 콘크리트 포설을 하여야 한다.

3.7.2 포설

(1) 콘크리트는 승인된 장비와 공법을 사용하여 균일한 두께로 포설하여야 한다.

(2) 콘크리트는 소정의 위치에 균등량을 설계도서에 표시된 두께와 경사를 갖도록 그 양을 조절해서 다지고 마무리하여야 한다.

(3) 스프레더로 펴 고른 다음 불완전한 부분이 생기면 삽 등으로 고쳐야 한다. 콘크리트 슬래브의 모서리 또는 줄눈 부위의 콘크리트에 재료분리가 생기지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

(4) 줄눈의 위치는 포장면 외측에 미리 표시하여 두고, 콘크리트 포설을 중단하여야 할 경우에는 줄눈위치에서 최소한 500 mm 이상 포설을 하여 시공줄눈으로 자르고, 표면의 모르타르가 충분히 제거됐는지를 확인하고 다짐 후 마무리를 하여야 한다. 또한 콘크리트 포설이 1시간 이상 지연되거나, 비(雨)에 의하여 현저하게 손상을 입었을 경우에는 이음부 또는 손상부위를 제거하고 재시공하여야 한다.

(5) 일몰 후 또는 야간에는 포설 작업을 지양하여야 하며, 부득이한 경우 줄눈 절단계획 등을 검토하여 감독자의 승인을 얻은 후 실시하여야 한다.

3.7.3 다 짐

(1) 콘크리트 포설 후 신속하게 피니셔 등을 사용해서 연석부까지 규정에 적합한 다짐을 하여야 한다. 이때, 포장장비 특성을 파악하여 바이브레이터 위치, 간격 및 진동수와 포장장비 운행속도 등을 조정하여 콘크리트 표면에 모르타르가 과다하게 모이는 것을 방지하여야 한다. 거푸집 및 줄눈 부근은 봉다짐 진동기를 사용하여야 한다. 이때 진동기를 거푸집이나 줄눈 어셈블리에 직접 접촉시켜서는 안 되며, 모르타르가 떠 올라올 정도로 과도한 다짐을 하여서는 안 된다.

(2) 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 포설하고, 진동기를 이용하여 다짐을 한다.
(3) 진동기는 전기 또는 압축공기를 이용한 회전형이어야 하며, 진동횟수는 10~20초간의 정상다짐 동안에 혼합물을 충분히 다질 수 있는 것이어야 한다.
(4) 다짐 후 1층 두께는 350 mm 이하이어야 하며, 혼합물의 다짐은 콘크리트 비비기를 시작하여 다짐이 끝날 때까지 1시간 이내에 완료하여야 한다. 애지데이터 트럭으로 운반하는 경우는 90분 이내에 완료하여야 한다.
(5) 진동기는 콘크리트를 고르는데 사용하여서는 안 되며, 한 자리에 20초 이상 머물러 있어서도 안 된다.

3.8 슬리폼 페이버(slip form paver)에 의한 포설

3.8.1 콘크리트 포설은 굳지 않은 콘크리트를 펴고, 다지고, 고르고, 마무리하는 일을 일관된 작업으로 수행하는 슬리폼 페이버와 동등한 포설 장비를 사용하여야 한다.
3.8.2 콘크리트 타설은 인력이 최소화 되도록 한다.
3.8.3 타설한 콘크리트는 설계도서에 따른 균질한 것이어야 한다.
3.8.4 콘크리트의 진동다짐은 전 폭 및 길이에 대하여 실시하여야 한다.
3.8.5 콘크리트 포장의 선형은 전자감응식 유도장치를 설치하며, 설계도서에 나타난 정확한 선형이 이루어지도록 하여야 한다.
3.8.6 콘크리트를 포설할 때의 슬럼프 값은 40 mm 이하로 관리하여야 하며, 균일한 반죽질기를 갖고 있어야 한다.
3.8.7 콘크리트를 포설할 때 콘크리트의 비비기 · 운반 · 공급 등은 슬리폼 페이버(slip-form Paver)의 진행속도에 적합하도록 하여야 하며, 콘크리트의 포설은 가능한 한 연속적으로 실시하여야 한다.
3.8.8 콘크리트를 타설한 후 모따기 부분(edge)을 제외한 포장부분이 6 mm 이상 처짐이 발생하였을 때는 콘크리트의 초기응결이 시작되기 전에 수정하여야 한다.
3.8.9 슬리폼 페이버의 진행이 정지되었을 때는 모든 진동 및 다짐 장치를 계속 가동하여서는 안 된다.
3.8.10 장비의 정비를 위한 경우를 제외하고는 다른 장비에 의하여 페이버를 견인하여서는 안 된다.
3.8.11 기존 포장 위에 슬리폼 페이버가 주행할 때는 기존 포장면이 손상되지 않도록 고무패드 등을 깔아서 보호하여야 한다.

3.8.12 일몰 후 또는 야간에는 포설 작업을 지양하여야 하며, 부득이한 경우 줄눈절단계획 등을 검토하여 감독자의 승인을 얻은 후 실시하여야 한다.

3.9 보강용 철망의 설치

3.9.1 보강용 철망은 운반 또는 보관 적치할 때 철망의 비틀림, 솟음 등의 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

3.9.2 보강용 철망은 설계도서에 따라 표시된 위치에 종류별 수량을 정확하게 설치하여야 한다.

3.9.3 철망은 설계도서에 표시된 높이까지 하부 콘크리트를 포설한 후 설치하여야 하며, 철망 설치 후 상부 콘크리트를 포설하여야 한다. 또한, 포장의 전 두께를 포설한 후 기계적인 방법으로 표면에서 소정의 깊이까지 삽입하는 방법을 사용할 수도 있다.

3.9.4 하부 콘크리트의 포설 후 상부 콘크리트를 포설할 때까지 30분 이상 경과되었을 때에는 그 부분의 하부 콘크리트는 제거하고, 재시공하여야 한다.

3.9.5 철망의 겹치는 방법 등 상세한 사항은 설계도서에 따른다.

3.9.6 철망은 설치 중 또는 설치 후에도 이동되지 않도록 하여야 한다.

3.10 연속철근의 설치

3.10.1 연속철근은 설계도서에 따라 표시된 위치에 종류별 수량을 정확하게 설치하여야 한다.

3.10.2 연속철근의 설치는 콘크리트를 타설 전에 받침(chair)으로 철근이 이동되지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.

3.10.3 철근의 이음개소는 동일단면에 집중시켜서는 안 되며, 이음 개소가 서로 엇갈리도록 하여야 한다. 철근의 이음길이는 직경의 30배 이상 또는 400 mm 이상으로 하여야 한다.

3.10.4 철근을 운반, 보관, 적치할 때 변형되거나 심하게 부식되지 않도록 주의하여야 하며, 철근을 배근할 때는 변형된 철근을 사용하여서는 안 된다.

3.11 보강용 콘크리트 슬래브

3.11.1 보강용 콘크리트 슬래브는 교대의 뒤채움부에 설치하는 접속 슬래브(approach slab)와 토공부의 지지력의 불연속 구간에 설치하는 포장하부 보강슬래브로 구분된다.

3.11.2 접속 슬래브의 구조는 교대의 뒤채움부 다짐불량에 의한 부등침하와 포장파손으로 인한 주행성의 저하를 최소화 할 수 있는 구조이어야 하며, 연

장, 폭, 두께 등은 설계도서에 따른다.

3.11.3 포장하부 보강슬래브는 포장 슬래브 하부에 설치하는 철근 콘크리트 슬래브로서 지지력의 불연속, 지중구조물로 인한 부등침하 등이 예상되는 곳에 설치되며, 연장, 폭, 두께 등은 설계도서에 따른다.

3.11.4 교량접속부 전·후 10 m 구간은 감독자가 직접 평탄성을 측정(단차 2 mm 이내 관리) 및 관리하여야 한다.

3.11.5 표면마무리는 바이브레이팅 스크리드나 데크 피니셔에 의한 마무리 등의 기계 마무리를 하여야 한다.

3.12 포장 단부처리

연속철근 콘크리트 포장의 시·종점부 자유단(공법이 다른 포장 또는 교량 접속부)에는 포장 슬래브의 신축에 의한 충격흡수를 위하여 포장 단부처리를 하여야 하며, 그 방법은 설계도서에 따른다.

3.13 줄 눈

3.13.1 시공일반

(1) 줄눈형식, 설치위치 및 방향은 포장 전폭에 걸쳐서 동일한 형태의 줄눈을 설계도서에 따라 설치하여야 하며, 표 10-1-7를 기준으로 한다.

표 10-1-7 시멘트 콘크리트포장의 줄눈 간격

줄눈의 종류	시공시기	슬래브두께(mm)	줄눈간격(m)
가로수축줄눈	-	-	4 ~ 6
세로줄눈	-	-	3.25 ~ 4.5

(2) 줄눈의 콘크리트 슬래브는 다른 부분과 동일한 강도 및 평탄성을 갖도록 마무리하여야 한다. 줄눈부에 인접한 슬래브와 높이차는 2 mm 이하이어야 한다.

3.13.2 가로시공줄눈

(1) 시공줄눈은 포설작업이 완료되었을 때, 비가 올 때, 기계고장 등으로 인하여 치기작업이 30분 이상 중단되었을 때 설치하며, 가로줄눈의 설치위치에 맞추어 시공하여야 한다.

(2) 시공줄눈은 맞댐줄눈으로 한다. 시공줄눈을 홈줄눈 위치에다 설치할 경우에는 다웰바를 사용하고, 그 이외의 경우에는 타이바를 사용한다.

(3) 연속철근 콘크리트 포장의 경우 시공줄눈부에 대해서는 취약하지 않도록

보강하여야 하며, 보강방법 등은 설계도서에 따른다.

3.13.3 가로팽창줄눈

(1) 팽창줄눈은 포장슬래브와 구조물이 접하는 부분에 설치하여야 하며, 콘크리트가 경화한 다음 커터로 홈을 자를 경우에는 거푸집을 제거한 후 절단에 의하여 콘크리트가 해를 받지 않을 강도에 이르렀을 때 절단하여야 한다.

(2) 일반 토공부 콘크리트 포장에서는 가로팽창줄눈을 삭제한다. 다만, 다음과 같은 경우는 가로팽창줄눈을 설치하여야 한다.

① 가로수축줄눈의 간격이 18 m 이상인 경우

② 콘크리트 포장 시공할 당시 대기 기온이 4 ℃ 이하인 경우

③ 가로수축줄눈에 비압축성 이물질이 침입을 허용한 경우

④ 포장 공사에 사용된 재료가 과거 높은 팽창성을 보인 경우

3.13.4 가로수축줄눈

(1) 수축줄눈은 설계도서에 명시된 깊이까지 중심선에 대하여 수직으로 자르고, 홈 내의 이물질을 깨끗이 청소한 후 주입줄눈재로 홈을 채워야 한다.

(2) 가로수축줄눈은 균열을 방지하기 위하여 한 칸 씩 건너서 1차 컷팅을 하여야 한다.

(3) 연속철근 콘크리트 포장에서는 가로수축줄눈을 생략한다.

(4) 계약대상자는 재령 초기 환경하중에 의하여 콘크리트 포장 내에 발생하는 응력이 강도를 초과하지 않도록 가로수축줄눈의 설치시기를 결정한다.

(5) 가로수축줄눈 설치시기 조절만으로 균열을 억제하지 못하는 경우 양생 방법, 콘크리트 배합을 조정하여 재령 초기 환경하중에 의하여 콘크리트 포장 내에 발생하는 응력이 강도를 초과하지 않도록 한다.

(6) 길어깨나 분리대 측대를 콘크리트로 할 경우 반드시 본선 줄눈 위치와 동일하게 설치하여야 한다.

3.13.5 세로줄눈

세로줄눈은 홈줄눈, 맞댐줄눈으로 하며, 포장에 수직으로 정하여진 깊이의 홈을 만들고 주입 줄눈재로 홈을 채워야 한다.

3.13.6 다웰바 및 타이바

(1) 다웰바 및 타이바는 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치하여야 한다.

(2) 다웰바는 방부제 및 활동제로 도장하여야 한다.

(3) 다웰바 및 타이바를 체어에 지지할 경우, 체어는 철근을 용접 조립한 것이어야 하며, 철근을 견고하게 고정하여 시공 중에 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

(4) 타이바는 이형봉강으로 하며, 깊이와 길이 및 배치간격을 설계도서에 따라 설치하여야 한다.

3.13.7 줄눈재의 주입

(1) 양생기간이 끝난 후 기상조건이 허락하는 한도 내에서 줄눈에 주입줄눈재를 주입하거나 성형줄눈재를 삽입하여야 한다.

(2) 주입줄눈재는 주입하기에 앞서 홈을 깨끗하게 청소하고, 콘크리트 부스러기나 먼지 등을 제거하여 건조시켜야 한다.

(3) 주입줄눈재 시공은 홈 내면에 프라이머를 바른 다음 기포가 생기지 않도록 주입하고, 주입이 끝났을 때 줄눈재의 상면이 포장슬래브의 표면 보다 3 mm 정도 낮은 높이가 되도록 한다.

(4) 줄눈재로서 성형줄눈재를 사용할 경우에는 감독자와 협의하여 시행할 수 있다.

3.14 표면마무리

3.14.1 시공일반

(1) 표면마무리는 계획고까지 포설 및 다짐이 완료된 후, 초벌마무리, 평탄마무리, 거친마무리 순으로 시공한다.

(2) 기계에 의한 마무리 방법으로는 피니셔에 의한 초벌마무리, 표면마무리기에 의한 평탄마무리 및 브러쉬 등에 의한 거친면 마무리가 일반적이다.

(3) 특수지역 및 좁은 지역을 제외하고는 기계에 의한 마무리를 하여야 하며, 표면마무리에 사용할 기계 및 기구는 콘크리트 포장 시공계획서에 포함하여 감독자에 제출하고, 승인을 받아야 한다.

(4) 마무리를 용이하게 하기 위하여 물을 추가하여 시공하는 것은 절대 금한다.

3.14.2 초벌마무리

초벌마무리는 피니셔나 슬리폼 페이버 등과 같은 기계에 의한 방법을 사용하여야 한다. 다만, 기계의 고장이나 기타의 사유로 마무리 장비를 사용할 수 없는 경우에는 감독자의 승인을 받아 인력에 의한 간이 피니셔나 템플리트 템퍼(templet tamper)로 초벌마무리를 할 수 있다.

3.14.3 평탄마무리

(1) 초벌마무리를 한 후에는 표면마무리 장비에 의한 기계마무리나 플로우트(float)에 의한 인력마무리로 종·횡방향의 요철을 고르는 평탄마무리를 하여야 한다.

(2) 콘크리트 슬래브의 표면은 콘크리트가 굳기 전에 직선자로 평탄성을 점검하고, 필요에 따라 요철부분을 정정하여야 한다.

3.14.4 거친면 마무리

(1) 횡방향 거친면 마무리는 평탄마무리가 끝나고 콘크리트 포장의 표면에 물기가 없어지면 거친면 마무리를 실시한다. 거친면 마무리 방법에는 그루빙(grooving)에 의한 방법, 타이닝기에 의한 기계마무리, 마대처리 또는 비, 솔 등을 사용하는 인력마무리 등이 있다. 타이닝기를 사용할 때 홈의 깊이는 3 mm ~ 6 mm를 표준으로 하고, 홈의 간격은 20 mm ~ 30 mm로 규정에 적합하여야 한다.

(2) 종방향 거친면 마무리는 장비에 의한 평탄마무리 직후 슬리폼 페이버에 부착된 타이닝기를 이용하여 실시하여야 한다. 이때 홈의 깊이는 3 mm ~ 6 mm를 표준으로 하고 홈의 간격은 20 mm 이내로 하여야 한다.
또한, 형성된 홈의 함몰 방지를 위하여 콘크리트의 슬럼프는 40 mm 이내가 되도록 관리하여야 하며, 포설장비는 낮은 슬럼프에도 적합한 작업 능력을 갖는 기종을 선택하여야 한다.

(3) 거친면 마무리 완료 후 노면배수 상태를 조사하여 필요할 때에는 배수용 그루빙을 감독자와 협의하여 시행할 수 있다.

(4) 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 감독자의 지시에 따라 홈의 형식, 깊이 및 간격 등을 조정할 수 있다.

(5) 임의 간격 횡방향 타이닝은 도로의 중심선과 수직으로 시공하며, 일정 간격을 두지 않고 설계 도면에 따라 10 mm ~ 40 mm 간격으로 시공하고, 깊이는 3 mm ~ 6 mm로 한다.

3.15 거푸집 제거

3.15.1 거푸집은 콘크리트 타설 후 콘크리트의 강도가 자중 및 시공 중에 가해지는 강도 이상일 때 제거하도록 한다.

3.15.2 거푸집 제거 작업 중에 콘크리트 슬래브에 손상을 주어서는 안 되며, 손상을 주었을 경우에는 계약상대자 부담으로 즉시 보수하여야 한다.

3.15.3 거푸집 제거 후 콘크리트 슬래브의 양측면은 이 절 3.16에 따라 양생하여야 한다. 거푸집 제거 후 재료 이탈이 생긴 부분은 시멘트 모르타르로 깨끗이 메꾸어야 하며, 공용성 및 내구성 문제가 예상되는 경우에는 재시공하여야 한다.

3.16 양 생

3.16.1 표면마무리가 끝난 후 교통이 개방될 때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다. 특히, 양생기간 동안 습

윤상태를 유지하기 위하여 피막양생을 할 수 있다.

3.16.2 피막양생으로 수밀한 막을 만들기 위하여는 품질사양서에 따라 살포를 실시하며, 온도변화를 작게 하기 위하여 백색안료를 혼합할 수도 있다.

3.16.3 피막양생제는 콘크리트 슬래브 표면에 물기가 없어진 직후 초기응결이 시작되기 전에 종·횡방향으로 2회 이상 나누어 얼룩이 없도록 충분히 살포하여야 하며, 포장면의 양측면까지 양생제를 살포하여야 한다.

3.16.4 피막양생제의 사용량은 품질사양서에 따라 실시하며, 콘크리트 슬래브 표면에 블리딩으로 인한 물기가 없어진 직후에 2회 이상 나누어 얼룩이 없도록 살포하여야 한다. 일반적인 경우, 양생제 살포량은 0.4 ℓ/㎡ ~ 0.5 ℓ/㎡로 한다.

3.16.5 비가 내릴 때에는 아직 굳지 않은 콘크리트를 즉시 비닐시트, 방수지 등으로 덮어서 콘크리트의 손상을 막아야 한다.

3.16.6 습윤양생 기간은 시험에 의해서 정하여야 하며, 현장양생을 시킨 공시체의 휨강도가 배합강도의 70 %에 달할 때까지의 기간으로 한다. 이때 양생용 덮개로 사용하는 가마니, 마대 및 마포는 항상 습윤상태로 유지하여야 한다.

3.16.7 습윤양생 기간은 일반적으로 보통 포틀랜드 시멘트를 사용했을 경우 14일간, 조강포틀랜드 시멘트를 사용했을 경우 7일간, 중용열 포틀랜드 시멘트를 사용했을 경우 21일간을 표준으로 한다.

3.17 포장면 보호 및 교통개방

3.17.1 계약상대자는 포장 슬래브의 양생기간 중 차량 등의 진입에 의한 피해를 방지하기 위하여 양생 중 표지, 침입방지책 등을 설치하고, 감시인을 상주시켜 포장 슬래브를 보호하여야 한다.

3.17.2 교통개방은 강도시험 결과에 따라 감독자의 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

3.17.3 주입줄눈재의 양생이 완료된 후 감독자의 승인을 받아 교통을 개방하여야 한다.

3.18 특수기상 조건 하에서의 콘크리트 타설

3.18.1 한중콘크리트

(1) 한중콘크리트에 사용할 시멘트는 포틀랜드 시멘트를 표준으로 한다.

(2) 동결되거나 빙설이 혼입되어 있는 골재는 가열하여 사용하여야 한다.

(3) 시멘트의 급결 방지를 위해 비비기 전 물과 골재의 온도는 40 ℃ 이하로

하여야 하며, 시멘트는 어떠한 경우라도 직접 가열하여서는 안 된다.

(4) 콘크리트의 비비기, 운반 및 타설은 가열된 열량의 손실이 가급적 적게 되도록 하여야 한다.

(5) 타설할 때의 콘크리트 온도는 5 ℃ ~ 20 ℃를 유지하여야 한다. 다만, 콘크리트의 온도를 계속 유지하기 위해서는 필요한 경우 물과 골재를 가열하여 사용하여야 한다.

(6) 가열한 재료를 믹서에 투입하는 순서는 시멘트가 급결을 일으키지 않도록 정하여야 한다.

(7) 마무리된 보조기층은 콘크리트를 포설할 때까지 동결되지 않도록 보호하여야 한다. 또한, 거푸집, 철근 등에 빙설이 부착되어 있을 때에는 이를 제거하여야 한다.

(8) 콘크리트 타설은 포설부터 표면마무리까지 신속히 작업을 하여야 하며, 포설작업에 불편이 없는 양생덮개를 즉시 사용하여 콘크리트의 열량손실이 적게 되도록 하여야 한다.

(9) 한중에는 콘크리트가 동결되기 쉬우므로 응결, 경화의 초기에 동결이 되지 않도록 양생포, 비닐시트 등 보호덮개를 사용하여야 한다.

(10) 보호덮개만으로 부족할 경우에는 난로, 열풍기, 스팀 등을 사용하여야 하며, 히팅(heating)을 종료할 때에는 단계적으로 온도를 낮추어야 한다.

(11) 동해를 받은 콘크리트는 가장 가까이 있는 수축줄눈 또는 팽창줄눈까지 콘크리트 전체를 제거한 후 계약상대자 부담으로 재시공하여야 한다.

3.18.2 서중콘크리트

(1) 서중콘크리트에 사용할 시멘트는 고온상태인 것을 사용하여서는 안 되며, 직사광선에 직접 노출된 골재를 사용하여서도 안 된다. 또한 비비기에 사용하는 물은 저온의 물을 사용하여야 한다.

(2) 콘크리트를 타설할 때 콘크리트의 온도는 35 ℃를 넘어서는 안 된다.

(3) 콘크리트를 운반할 때에는 시트나 기타 적정한 방법으로 덮어서 건조하지 않도록 하여야 한다.

(4) 포설기계가 직사광선에 의하여 가열되는 것을 방지하기 위하여 감독자는 적절한 차광시설의 설치를 지시할 수 있다.

(5) 혼합된 콘크리트는 1시간 이내에 빨리 타설하여야 한다. 콘크리트의 타설이 끝났을 때나 시공이 중단되었을 때에는 콘크리트의 표면이 건조하지 않도록 보호하고, 습윤상태로 유지하여야 한다.

3.19 품질관리 및 검사

3.19.1 평탄성 측정

(1) 계약상대자는 다짐 및 마무리를 마친 후 콘크리트가 충분히 경화하면 포장표면의 평탄성을 검사하여야 한다.

(2) 평탄성의 측정은 7.6 m 프로파일미터를 사용하여 기준을 만족하여야 하며, 부득이하게 기타 기구를 사용할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 요철이 5 mm 이상 차이가 나서는 안 되며, 5 mm를 넘는 높은 부위는 승인된 기계로 갈아내어야 한다. 또한, 임의의 점에서의 계획고와의 차는 ±30 mm 이하이어야 한다.

(4) 프로파일 인덱스(profile index)는 7.6 m 프로파일미터를 사용할 경우, 1구간을 150m 이상으로 측정하여야 하며, PrI는 본선 토공부 및 편도 4차로 이상의 터널은 160 mm/km 이하이어야 한다. 다만, 현장여건상 대형 조합장비의 투입이 불가능한 경우와 종단경사 5 % 이상 및 평면곡선 반지름 600 m 이하 구간은 240 mm/km 이하로 한다.

(5) (3) 및 (4)의 평탄성 기준에 어긋나는 부분에 대하여는 감독자의 지시를 받아 재시공 또는 수정하여야 한다. 재시공 또는 수정을 하는 경우에는 이 부분에 대하여 평탄성 측정을 실시한 후 그 시험결과는 감독자에게 제출하여 재확인을 받아야 한다. 이때에 소요되는 모든 비용은 계약 상대자 부담으로 한다.

3.19.2 포장슬래브의 두께 측정

포장슬래브의 두께는 타설 후 측면에서 100 m 마다 측정하여야 한다. 측정한 평균두께가 설계두께보다 5 % 이상 얇을 경우에는 재시공하여야 하며, 재시공 범위의 결정은 감독자가 결정하며 계약상대자는 이에 따라야 한다.

3.19.3 품질시험

(1) 골재 및 콘크리트의 품질시험은 골재의 재료관리 및 콘크리트의 배합, 비비기, 다짐, 마무리 등의 적정성을 판정하기 위하여 시료를 채취한다.

(2) 시료의 채취 및 시험은 모두 계약상대자가 실시하고, 그 결과는 감독자에게 서면으로 제출하여 확인을 받아야 한다. 휨강도, 슬럼프, 공기량에 대한 시료의 채취 및 제작은 포설현장에서 하여야 한다

(3) 콘크리트 강도시험에 의한 콘크리트의 품질관리는 일반적인 경우 공시체의 재령 28일에서의 강도시험을 실시한다. 이때의 공시체는 수중 양생한 것으로 시험하여야 한다.

(4) 휨강도시험에 쓰이는 공시체는 일반적인 경우 동일 배치에서 샘플링하여

3개 이상의 공시체를 제작하며, 휨강도 시험 결과의 평균치를 대표값으로 한다. 이 경우 콘크리트의 시료채취 방법(KS F 2401), 공시체 제작 방법(KS F 2403) 및 휨강도 시험 방법(KS F 2408)을 따른다.

(5) 품질시험의 횟수는 300 ㎥ 시공량에 대하여 1회 시행하여야 한다. 배합이 변경되었거나 감독자가 필요하다고 판단될 경우 추가로 품질시험을 시행할 수 있으며, 1일 300 ㎥ 이하의 시공량에 대해서도 1회 시험을 수행한다. 그러나 필요에 따라, 공시체의 제작횟수, 제작개수, 재령 및 양생방법을 변경하여 적용할 수 있다.

10-2 시멘트 콘크리트 포장 유지보수

10-2-1 줄눈 및 균열 보수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 시멘트 콘크리트 포장의 줄눈 및 균열 보수공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3에 따른다.

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 포장 보수계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

이 시방서 10-1-2절 2.1에 따른다.

2.2 재료의 시험 및 승인

2.2.1 시멘트

이 시방서 15-1절에 따른다.

2.2.2 골 재

이 시방서 15-3절에 따른다.

2.2.3 혼화재

콘크리트 혼합에 쓰일 혼화재는 공사에 사용하기 15일 전에 시료 및 시험성과표를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.2.4 혼화제

콘크리트 혼합에 사용하려고 하는 각종 혼화제는 공사에 사용하기 15일 전에 시료 및 시험성과표와 제조업자의 보고서를 첨부하여 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.2.5 물

기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질규정은 KS F 4009에 따른다.

2.2.6 피막양생제

계약상대자는 피막양생제의 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.2.7 특수 혼합물

계약상대자는 에폭시 및 폴리머 수지 등 특수 혼합물을 사용할 경우 재료의 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.2.8 실란트

계약상대자는 줄눈 주입용 실란트의 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.3 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

2.4 재료의 변경

계약상대자는 재료의 공급원이 변경되었을 경우 신속히 감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

3. 시 공

3.1 줄눈 보수 준비

3.1.1 보수 대상인 줄눈과 균열은 새로운 줄눈용 실란트 설치 전에 완전하게 청소하여야 한다. 모든 유해한 물질은 새로운 실란트 설치 전에 줄눈과 균열부로부터 제거되어야 한다.

3.1.2 기존 실란트 제거

줄눈재 제거기나 다른 도구로 균열이나 줄눈부 실란트를 제거하며, 이음

재 및 백업재료도 제거하여야 한다. 기존 콘크리트에 손상을 줄 수 있는 도구나 시공방법을 사용하여서는 안 된다. 임의 균열이나 불규칙한 이음면의 덩어리 물질을 제거할 때는 수공구를 사용한다.

3.2 줄눈의 재형성

3.2.1 시공

줄눈의 절단면은 콘크리트 톱날로 다시 절단한다. 톱 절단 작업 즉시 고압 살수기로 톱으로 절단할 때 생기는 모든 부스러기 및 슬러지를 제거한다. 고압 공기로 줄눈 틈새에 남아있는 물이나 부스러기를 제거한 후 줄눈면의 청결 및 파편 부스러기에 대하여 검사하여야 한다. 줄눈면에 줄눈재 찌거기가 있다면 부가적인 톱 절단 · 압축공기 뿜기 작업 등을 하여야 하며, 이때 회전형 와이어 브러쉬를 사용하여서는 안 된다.

3.2.2 제한사항

강성포장 보수의 경우에는 다시 형성된 줄눈 폭이 25 mm 이거나 그 이상 이어야한다.

3.3 임의 균열면

임의 균열면은 소형 콘크리트 톱으로 시공할 수 있다. 회전 진동 절단기는 사용하지 않는다. 모든 결함 부스러기나 시멘트 모르타르를 제거하기 위하여 균열부에 고압 살수한다. 균열은 최소 13 mm 폭과 19 mm 깊이로 절단한다. 백업재료 설치가 요구될 때에는 백업재를 설치하기 위한 깊이를 확보하여야 한다.

3.3.1 심각하지 않은 균열

파손이 없고 6 mm 정도의 헤어균열은 보수하지 않는다. 파손이 있고 심각하지 않은 균열은 절단하고 충진한다.

3.3.2 6 mm 에서 13 mm 정도의 균열은 절단하여야 하고 충진하여야 한다.

3.3.3 큰 파손과 함께 9 mm 에서 19 mm 폭 정도의 균열은 콘크리트 포장 보수절차에 따라 보수하여야 한다.

3.3.4 파손없이 19 mm 에서 38 mm 정도의 균열은 절단하고 충진한다. 만약, 균열이 19 mm 보다 클 경우 백업재를 사용한다. 큰 파손과 함께 발생된 균열은 콘크리트 포장 보수 절차에 의거 균열부위를 줄눈으로 다시 만든다.

3.3.5 38 mm 보다 큰 균열은 콘크리트 포장 보수 방법에 따라 보수하여야 한다.

3.4 실란트 준비

3.4.1 고온 주입줄눈재 : 실란트는 제조업자 측에서 추천한 안전 가열온도를 초

과하지 않도록 가열하여야 하고 최소 적용온도 아래로 차갑게 하여서는 안 된다. 가열된 실란트는 4시간 이상 시공 온도로 유지하고, 작업 마지막까지 기구에 남겨진 것은 폐기처분한다.

3.4.2 상온 주입줄눈재 : 재료 사용 전 재료오염이나 손상에 대비하여 용기통을 검사하여야 한다. 물, 덩어리, 분리된 혼화제나 불만족스러운 것이 포함된 어떠한 재료도 사용하여서는 안 된다.

3.5 실란트 설치

3.5.1 적용 시간

백업재 설치 및 최종 청소 실시 후 즉시 줄눈 및 균열에 충진하여야 한다. 비나 다른 나쁜 상황으로 실란트 설치에 방해가 있을 때에는 작업을 중지한다. 작업을 재개할 때에는 줄눈과 균열을 다시 청소하고 실란트 충진 전에 건조시켜야한다. 신규 콘크리트의 줄눈면은 실란트 적용 전 최소 7일 동안 양생하여야 한다.

3.5.2 이음 및 균열 충진

실란트 충진에 앞서 압축공기를 사용하여 줄눈과 균열부위를 청소하여야 한다. 줄눈과 균열의 실란트 충진은 포장 상단면으로부터 1 mm ~ 3 mm 높이까지 채운다. 줄눈에 실란트를 과도하게 붓거나 누출되었을 때에는 이를 제거하여야 한다.

3.6 작업구역 보호

계약상대자는 감독자로부터 최종 작업 승인 전에 작업구역이 손상을 입는 일이 없도록 보호한다. 장애물이나 표지판을 세워 포장에 차량통행을 차단시켜야 한다. 작업구역을 깨끗이 유지하고 재료누출이 발생할 때에는 깨끗하게 하여야 한다.

3.7 품질관리 및 검사

3.7.1 공사 전 추출 견본과 시험

계약상대자는 공사착수 30일 이전에 공사에 사용될 줄눈용 실란트 재료 견본을 감독자에게 제출하여야 한다. 견본이 재료특성과 관련 시방서와 일치하는가를 결정하기 위하여 시험을 실시하여야 한다.

3.7.2 공사 절차 승인

(1) 시험시공

계약상대자는 감독자가 지정한 장소에서 최소 60 m 길이의 줄눈에 대하

여 시험시공을 실시한다. 시험시공을 통하여 확인된 장비, 재료 및 시공 방법을 이 공사에 그대로 적용한다.

(2) 시험시공 승인

계약상대자는 시험시공을 할 때 발주처로부터 승인을 받지 못한 부분은 제거하고 교체하여야 한다. 계약상대자는 시험시공을 통하여 시공능력을 충분히 입증하여야 한다.

(3) 줄눈 및 균열 청소와 대청소

계약상대자는 기존 줄눈 실란트, 균열 절단 및 줄눈면으로부터 부스러기는 매일 현장에서 제거 하여야 한다. 항상 물, 먼지, 부스러기 및 불안정한 재료는 통제되어야 한다.

10-2-2 부분단면/전단면 보수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 시멘트 콘크리트 포장면 보수 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3에 따른다.

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 포장 보수계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

이 시방서 10-1-2절 2.1에 따른다.

2.2 골재의 입도

이 시방서 10-1-2절 2.2에 따른다.

2.3 재료의 시험 및 승인

이 시방서 10-2-1절 2.2에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

2.5 재료의 변경

계약상대자는 재료의 공급원이 변경되었을 경우 신속히 감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

2.6 부분단면보수의 재료선정 품질기준

시멘트계 재료를 이용하는 부분단면보수 재료는 표 10-2-1의 기준에 따른다. 그리고 계약대상자는 표 10-2-1에 규정된 항목 이외에 초결시간과 KS에 규정되지 않은 주요 구성 성분의 비중 및 인체 유해성에 대한 자료를 제출하여야 한다.

표 10-2-1 시멘트계 재료를 이용하는 부분단면보수 재료선정 품질기준

구 분	항 목	시 험 기 준	기 준	비 고
구조 특성 (structural characteristics)	압축강도	KS F 2405	21 MPa 이상 (개방시간기준)	3개/1조, ϕ 10×20 cm
	휨강도	KS F 2408	3.15 MPa 이상 (개방시간기준)	3개/1조, 10×10×40 cm
	부착강도	KS F 2762	1.4 MPa 이상 (개방시간기준)	3개/1조
적합 특성 (compatibility)	건조수축[1]	KS F 2424	0.15 % 이하 (타설 4시간부터 7일)	3개/1조, 모르타르시험, 기건양생
	열팽창계수[2]	AASHTO T 336	$4.0\sim20.0\times10^{-6}$ /℃ (7일 양생)	3개/1조, 스트레인게이지시험가능
	탄성계수[2]	KS F 2438	$1.13\sim7.80\times10^{4}$ MPa (7일 양생)	압축강도시편 활용
내구 특성 (durability)	염분침투저항성[3]	KS F 2711	2000 C 이하 (7일 양생)	2개/조
	동결융해저항성[3]	KS F 2456	80% 이상 (14일 양생)	A법, 2개/1조, 300사이클 기준
	스케일링저항성[3]	SS 13 72 44 A법 ASTM C 672	적정(acceptable) 1 등급이상 (7일 양생)	56사이클, 2개/1조
	마모저항성[4]	ASTM C 779	2 mm 이하 (30분) (7일 양생)	절차B, 2개/1조

※ 초속경 재료의 개방시간 기준은 특별히 정하지 않는 경우 4시간으로 관리하고 초속경 재료가 아닌 경우의 시험은 14일 양생 시험체를 기준으로 함

주 1) 초속경 재료가 아닌 경우 타설 후 24시간부터 14일의 모르타르 기건 양생을 기준으로 함

2) 범위를 벗어난 재료의 경우 ASTM C 884 방법에 의한 시험결과와 별도의 적합성 해석검토 자료를 제시하여 승인을 받고 사용할 수 있음

3) 시멘트 콘크리트계 교면포장과 동일 시험방법 적용, 스케일링 저항성의 적정(acceptable)은 56 사이클 후에 평균 박리량(m56)이 1.00 kg/m² 보다 작고, 동시에 m56/m28이 2보다 작은 경우에 해당

4) ASTM C 944 방법을 사용할 수 있으며, 이 경우의 기준은 0.5 mm 이하로 함

3. 시 공

3.1 시공면 준비(제거)

제거작업에 들어가기 전 계약상대자는 현장을 조사하여 도면과 시방서에 표기한 보수 작업이 시행될 수 있는 작업 여건을 확인한 후 공사를 시작하여야 한다.

3.1.1 기존 포장면의 보호

계약상대자는 기존 포장면의 파손을 방지하기 위하여 모든 필요한 예방조치를 하여야 한다.

3.1.2 유해물 제거 및 폐기

계약상대자는 시공에 앞서 불안정한 돌(floating rock), 점토, 기타 유해물을 제거하여야 하며, 제거된 재료는 시공구역 밖으로 운반하여 적법하게 처리하여야 한다.

3.2 부분단면 보수(줄눈부)

부분단면 보수는 줄눈부의 모서리가 파손되었을 때 포장면의 일부를 절취하고 포장면을 재시공하면서 줄눈을 재설치하여 슬래브 가장자리를 보호하고 추가적인 파손을 방지하고자 하는 보수방법이다.

3.2.1 보수 범위 설정

(1) 포장절단

커터로 파손 부위 경계에서 최소한 75 mm 이격시켜 절단하되 슬래브 모서리까지 직사각형 형태로 절단하며, 절단의 깊이는 최소한 50 mm이다. (이때 인접한 다수의 보수 균열 중 가장 가까운 절단 경계 사이의 거리가 600 mm보다 작은 경우 한 개의 보수구역으로 결합한다.) 줄눈을 따라서 절단하는 경우 기존 줄눈재를 완전히 제거하고 줄눈의 절단면은 깨끗한 수직면이 될 수 있도록 최소 절단 깊이까지 절단하여야 한다.

(2) 기존 콘크리트 제거

절단 후 보수구역 내 콘크리트는 공기압 천공기를 사용하여 불량한 콘크리트를 모두 제거하여야 하며, 포장 파쇄기나 유압식 천공기는 사용하여서는 안 된다. 불량한 콘크리트가 모두 제거되었는지를 확인하여 불량한 콘크리트의 단면두께가 전체 슬래브 두께의 반 이상을 초과하는 경우에는 감독자에게 보고하여 단면보수방법을 결정하고 감독자의 지시에 따라 작업을 진행한다. 다웰바가 설치되어야 하는 경우에는 전단면 보수로 하여야 한다.

3.2.2 패치와 마무리

(1) 손질

패치하여야 되는 구역의 노출된 면은 고압수를 사용하여 씻어내고 공기로 건조시킨다. 노출된 콘크리트 면에 어떠한 잔재라도 남아서는 안 된다.

(2) 줄눈 이음 준비

패치작업 전에 압축된 삽입물을 줄눈면에 삽입하여 부분단면 패치와 마주보는 줄눈면의 접착을 사전에 방지한다. 부분 깊이와 마주보는 줄눈의 접합은 기존 줄눈의 이음 폭과 같거나 적어야 한다.

(3) 콘크리트 표면 준비

노출된 패치 구역은 에폭시 수지 등 승인된 신·구면 접착용 접착제를 도포하여야 한다. 접착제는 제조업체에서 제시하는 설명서를 참고하여 골고루 일정두께가 되도록 도포하며, 적정한 양생시간이 지난 후 패치 재료를 타설한다.

(4) 패치재료 타설과 완성

3.3 전단면 보수

전단면 보수의 목적은 파손된 지역을 원 상태로 복구하여 보수작업을 기존 슬래브의 한 부분으로 만드는 것이다. 보수면은 원래 슬래브에 연결시킨다.

3.3.1 보수 경계 설정

모서리가 깨지거나 보수 깊이가 슬래브 두께의 절반 이상일 때, 슬래브가 조각났을 때, 또는 전 깊이로 세로 또는 가로의 갈라진 틈이 벌어져서 깨졌을 때 전단면 슬래브의 보수가 필요하다. 보수하여야 되는 구역이 슬래브 폭의 반 이상일 때는 전 슬래브의 교체가 필요하다. 전단면 보수를 하기 위해서는 최소 1.8 m의 보수 폭이 필요하다.

(1) 절 단

보수 경계선은 쏘커터(saw cutter)로 절단 하여야 한다. 전단면 절단은 기존 줄눈 이음면에 하여야 한다. 기존 줄눈 이음면에 있지 않은 보수 경계는 최소 깊이 50 mm의 부분 깊이로 절단한다. 모든 절단은 기존이음에 직각으로 하여 전 깊이 보수 구역 주위에 직사각형 패턴이 이루어지도록 한다. 모든 부분 단면 절단은 기존 줄눈이나 균열된 곳에서 최소한 0.6 m 떨어진 곳에서 절단한다.

(2) 기존 콘크리트 제거

제거 작업은 작업 이 외 구간 콘크리트 포장면의 파쇄나 균열을 초래하면 안 된다.

① 파쇄작업은 백호장비나 진공압 도구 또는 도로 파쇄기를 이용하며, 남겨질 슬래브 면의 파손을 초래할 가능성이 있으면 제거장비의 크기를 줄이거나 전 깊이의 절단으로 교체한다. 파쇄작업은 보수 구역 중심에서 절단면의 주위까지 시행한다.

② 들어내기 작업은 백호나 로우더를 이용한다.

3.3.2 전단면 보수의 토공사

계약상대자는 기존 콘크리트 층 아래까지 굴착하여 포장을 다시 메울 수 있게 하여야 한다. 작업은 보통 굴착과 정리 작업, 기준틀 작업 및 다짐 작업으로 이루어진다.

(1) 보조기층 다짐 요구조건

원 위치의 재료들은 시험 최고 수치의 90 %로 다짐하여야 한다. 다짐은 준비된 면을 파손시키지 않는 장비를 사용하여야 하고, 남겨져야 할 기존 포장면의 옆은 수동 진동 다짐기를 사용한다. 계약상대자는 품질관리계획서에 명시된 과정대로 시험을 실시하여야 한다.

(2) 흙 시멘트 기층

포틀랜드 시멘트와 흙은 플랜트에서 혼합하여야 한다. 재료는 최적 함수비를 유지하여야 하며, 준비된 지반에 부어 다짐한 후 콘크리트 기층을 만들기 위하여 평평하게 만들어야 한다. 재료는 100 mm 미만으로 느슨하게 포설하고 100 %의 밀도로 다짐하여야 한다.

① 기본조건 : 혼합물들은 보호 커버가 있는 트럭으로 현장까지 운반되어야 한다. 기초층은 혼합물들을 다짐시키기 위하여 투하하기 전에 적당한 습윤상태를 유지하여야 한다. 흙시멘트 혼합물의 각 층을 균일한 밀도로 다짐하여야 한다.

② 마무리 : 다짐이 완성되었을 때 완성된 흙시멘트 혼합물 포장면은 일정한 편편함이 요구된다. 흙, 시멘트와 물을 섞은 후 2시간 내에 양생제를 살포하여야 한다.

3.3.3 다웰바와 타이바의 배치

원형 다웰바나 이형 철근 타이바의 홈은 적절한 곳의 노출된 콘크리트면에 뚫어야 한다. 홈은 천공기로 강성 프레임에 구멍을 뚫어 작업을 할 때 흔들림을 저지하거나 도로 면을 수평으로 잡게 하여야 한다.

홈은 철근지름보다 1.5 mm 크게 뚫어야 한다. 홈은 에폭시 수지로 가득 주입하고, 철근을 미리 뚫어 놓은 구멍에 한 바퀴 회전하여 삽입한다. 과다하게 투입된 에폭시는 콘크리트에서 제거하고 브러쉬로 쓸어 낸다. 에폭시 수지로 커버된 철근 끝은 깨끗이 청소하고 모든 먼지, 기름과 다른 코팅 재료는 제거하여야 한다.

(1) 다웰바 준비

다웰바는 연결된 슬래브 움직임을 수용할 때 쓰인다. 보수 지역까지 연장된 끝은 페인트를 칠한 후 기름칠을 하여 패치 재료와 접착이 되지 않게 하고, 팽창줄눈에서는 사용하지 않는다.

(2) 타이바 준비

타이바는 이형 철근으로서 주위의 콘크리트를 고정하고 정착할 때 쓴다. 타이바는 패치와 기존의 콘크리트의 접속부에 자리 잡고 활동을 허용하지 않게 하는 것이 목적이며, 녹 · 파편 · 기름이 없이 깨끗하여야 한다.

3.4. 콘크리트 양생과 보호

3.4.1 콘크리트 양생

보수 콘크리트는 최소 7일 동안 양생한다. 양생제는 두 겹의 코팅을 입혀 두 번째의 코팅이 첫 번째의 코팅과 직각 방향으로 덮어지게 한다. 처음 양생제를 살포한 후 3시간 이내 큰 폭우가 내린 경우 다시 양생제를 살포하여야 한다.

3.4.2 포장 보호

계약상대자는 감독자의 승인 전에 교통을 개방하여서는 안 되며, 포장이 손상되지 않도록 보호한다. 단, 특수재료의 경우는 공법 특별시방서에 따라 감독자의 승인하에 개방할 수 있다. 계약상대자는 공사지점 보호를 위하여 간판이나 장애물을 사용할 수 있다.

3.5 품질 검사 및 측정

3.5.1 품질 검사

(1) 공사 허용오차

시멘트로 안정처리 기층의 두께나 보조기층의 불규칙한 요철로 인한 콘크리트 포장면의 감소는 허용되지 않는다. 표면의 평탄성 기준은 부분단면 보수나 전단면 보수 양자 모두 적용된다. 전단면 보수를 할 때 보조기층 및 기층에는 세밀한 기준을 적용한다.

① 보조기층 및 기층의 평탄성 : 보조기층이나 기층에 인접한 슬래브나 부분 또는 다수의 슬래브에 전반적인 심층보수가 이루어졌을 때 마무리된 표면의 평탄성을 적당한 길이의 단단한 직선 자를 사용하여 검사한다. 마무리된 표면은 직선자로 검사하였을 때 13 mm 이상의 변화가 있어서는 안 된다.

② 보조기층 및 기층 다짐 : 설치되었거나 안정화된 재료의 밀도시험을 시행

하되 각 보수구역마다 최소한 3번의 밀도시험을 실시하여 3 % 이상 다르지 않음을 확인하여야 한다.

③ 표면 평탄성 : 강성 포장의 마무리 표면은 3 m 직선자로 측정하여 허용오차 3 mm 내에 있어야 한다.

④ 두께 : 허용되는 두께의 편차는 계획된 설치 두께의 5 % 범위 내이다.

(2) 마무리된 표면 평가 방법

마무리된 콘크리트 표면, 보조기층 및 시멘트로 안정화 기층은 표면의 평탄성 및 두께를 측정한다. 보조기층, 기층과 흙 재료는 밀도를 평가한다.

① 장비

계약상대자는 완성된 표면의 평탄성을 평가하기 위하여 3.6 m 길이의 프로파일미터를 사용하여 콘크리트 포장면의 평탄성을 측정한다.

② 표면의 평탄성 결정

보조기층, 기층이나 콘크리트 표면 작업이 완성되면 평탄성을 검사한다. 포장 표면의 평탄성을 측정할 때에는 감독자가 입회한다. 직선자를 표면에 설치하고 움직이며 표면의 불규칙함을 평가한다. 다른 표면과 이어진 이음에서의 콘크리트 표면을 검사할 때에는 직선자를 표면에 설치하고 이어진 다른 표면까지의 직선을 측정한다. 표면이 높은 구역이 발견된 경우, 직선자의 중심을 사용, 표면과 직선자의 거리를 측정한다.

③ 두께 측정

설치된 포장 두께나 기층두께는 감독자가 측정한다. 두께 결정 방식은 표면부터 보조기층까지 그리고 표면부터 기층 상단까지의 측정으로 이루어진다.

④ 콘크리트 품질 결정

슬럼프와 공기 함유량 및 콘크리트 강도를 결정하기 위하여 계약상대자는 콘크리트 공시체를 제작하여야 한다. 콘크리트 배치마다 무작위로 2번씩 추출하거나 150 m^3의 콘크리트 배치마다 추출하되 둘 중 적은 값을 선택한다.

가. 슬럼프 시험 : 슬럼프는 설계 슬럼프의 ±10 mm 이내로 유지한다.

나. 공기 함유량 : 공기 함유량은 설계 혼합의 ±1.5 %로 유지한다.

다. 강도시험 : 7일과 28일에 시험을 위하여 3개씩의 공시체를 제작한다.

(3) 표면 결함과 수정

① 높은 부위

콘크리트 표면의 높은 부위들은 방금 마무리된 콘크리트를 탄화규소 연마제 덩어리로 문질러서 낮추거나 단단해진 콘크리트를 갈아내는 방식을

사용한다. 콘크리트를 갈아내는 형식은 콘크리트가 적어도 36시간 경화 후 시행한다. 보조기층이나 기층의 높은 부위는 다듬거나 표면을 파헤쳐 재다짐한다.

② 두께 결함

기층이나 콘크리트 두께 측정 후 설계두께와의 차이가 ±5 % 이상일 경우 결함층은 제거하고 수정작업에 다시 들어간다.

③ 밀도 결함

보조기층이나 기층이 요구되는 다짐도 보다 못 미치는 경우 그 관련 층을 제거한 후 바닥 층은 재다짐하고, 결함이 있는 층은 교체한 후 재다짐을 실시한다.

④ 콘크리트 품질 결함

가. 공기 함유량 : 각각 시험 중 20 % 이상 또는, 두 번 연속 시험이 최대 허용량을 벗어난 경우 현장 콘크리트 타설작업을 중지한다. 혼합 비율을 평가하고 결함이 없도록 수정한다. 필요한 경우 혼합 비율을 수정한다.

나. 강도 부족 : 7일마다 행하는 5번의 강도 시험 평균이나 동일 재령 그룹의 마지막 다섯 번의 시험 중 하나가 최소 설계혼합 강도보다 미달일 경우 콘크리트 타설 작업을 중지한다. 다시 작업에 들어가기 전 콘크리트의 강도가 낮은 이유를 확인한다. 필요할 때에는 혼합 비율을 수정하며, 28일 강도 기준에 못 미치는 콘크리트는 계약상대자의 비용 부담으로 제거 및 교체되어야 한다.

3.5.2 측 정

(1) 콘크리트 전단면 보수

사용되는 콘크리트 양은 평방미터(m^2)당 제거 및 교체되는 콘크리트에 의하여 결정한다. 보수 물량의 측정은 콘크리트 층, 기층, 보조기층의 신규 재료와 기존 재료의 제거와 버림 작업이 포함되어야 한다.

(2) 콘크리트 부분단면 보수

사용되는 콘크리트 양은 평방미터(m^2)당 제거 및 교체되는 콘크리트에 의하여 결정한다. 보수물량 측정은 톱 절단, 쪼기 작업, 잔해 제거, 노출면의 그라우팅 그리고 콘크리트 타설 및 마무리 작업이 포함되어야 한다.

(3) 철근, 다웰바(dowel bar) 및 타이바(tie bar)

변단면 또는 부분단면 형상 슬래브에 쓰이는 철근 · 다웰바 · 타이바는 설계도에 명시된 바와 같이 콘크리트 비용에 포함하여야 한다.

(4) 시멘트 안정처리기층 재료

안정처리된 기층재료에 소요된 시멘트량은 별도 측정되지 않지만 전단면 보수를 할 때 콘크리트 비용에는 포함된다.

(5) 적절치 않은 기존 보조기층

적절치 않은 기존 보조기층의 제거 및 교체량은 입방미터(m^3)당 측정한다.

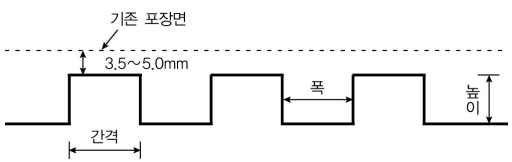
10-2-3 다이아몬드 그라인딩

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 시멘트 콘크리트 포장에 다이아몬드 톱날(diamond blade)을 이용하여 시행하는 그라인딩 공법에 적용한다.

1.2 규격

단 면	규격범위(mm)
	폭 : 3.0~4.0 간격 : 2.0~2.5 높이 : 1.5

주) 최적 규격은 시험작업을 통하여 선정

1.3 시공제한 구간

포장면에 미치는 영향을 고려하여 시멘트 콘크리트 포장 시공 후 14일 경과 후에 시행하되, 다음의 구간에 대해서는 시행하지 않아야 한다.

1.3.1 시멘트 콘크리트 포장의 줄눈부에 스폴링이 발생되거나 단면 파손이 심한 구간(단, 사전 보수 후에는 시행 가능)

1.3.2 D균열 등 포장체에 구조적인 문제가 발생된 구간

1.3.3 반응성 골재 등 재료관련 파손이 발생된 구간

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 장비

3.1.1 장비는 포장의 그라인딩을 위하여 제작된 전용장비로서, 커팅헤드에 다이아몬드 톱날을 장착하고, 자가 추진이 가능한 장비(self-propelled machine)를 사용하여야 한다.

3.1.2 그라인딩 장비의 절삭폭은 900 mm 이상이어야 하며, 시공할 때 발생되는 슬러리나 잔유물을 포장으로부터 지속적으로 제거할 수 있는 진공흡입

장치를 갖추어야 한다.

3.1.3 장비는 작업이나 이동할 때 포장면이나 포장면 이하의 줄눈부, 배수시설 등에 손상을 주거나 표면에 과도한 자국 등을 남겨서는 안 된다.

3.2 작업준비

3.2.1 작업 전에 다이아몬드 톱날과 부속품 등 장비운영에 필요한 사항을 확인 · 점검하고, 포장면은 깨끗이 청소한다.

3.2.2 기존의 포장면에 포트홀 · 줄눈부 파손 · 단면 파손 등 포장결함이 발생하였거나 예상되는 경우에는 적절한 공법과 절차에 의하여 사전에 보수, 보강을 실시하여 그라인딩 작업으로 인하여 포장파손이 촉진되지 않도록 하여야 한다.

3.3 시공일반

3.3.1 장비 셋팅 후 일부구간에 시험작업을 시행하여 최적의 단면과 품질이 형성되는 규격을 정하여 감독자의 승인을 받은 후 본 작업에 착수하여야 하며, 작업 중에 수시로 규격과 형상을 확인하여야 한다.

3.3.2 그라인딩 작업은 차량주행방향으로 시공하여야 하고, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 하며, 그라인딩 작업으로 인하여 전 · 후 구간과의 단차가 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.3.3 작업할 때에는 차로의 횡단경사를 유지하여 원활한 배수를 유지하여야 하며, 부가차로나 연결로(ramp)의 그라인딩은 원활한 배수와 적절한 주행성을 제공하기 위하여 본선차로와의 접속부 부터 시행하여야 한다.

3.3.4 작업 후의 포장표면은 종방향의 균일한 모양을 나타내어야 하며, 홈은 설계 규격으로 시공되어야 한다.

3.3.5 그라인딩 작업 면적 중 1.0 m × 30 m 구간을 선정하여 그라인딩이 정상적으로 시행된 면적이 95 % 이상이 되어야 한다. 단, 부분적으로 처짐이나 침하가 발생된 구간은 제외한다.

3.4 환경관리 및 안전관리

3.4.1 그라인딩 작업으로 발생되는 슬러리와 잔류물은 포장면에 방치되거나 배수시설로 유입되지 않도록 흡입장치나 청소장비를 사용하여 계속 제거하여야 한다.

3.4.2 슬러리와 잔류물은 폐기물관리법 등 관련 법령에 의거 처리되어야 하며, 계약자가 관련 행정기관의 인 · 허가를 받은 경우에는 계약자가 제시하는 장소에 처리할 수 있다. 이 경우 사전에 인 · 허가 서류 사본을 감독자에게 제출하여야 한다.

10-2-4 슬래브 잭킹 또는 언더씰링

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 포장체 하부에 주입재를 그라우팅하여 포장 하부를 안정화시키며, 콘크리트 슬래브를 인상시켜 평탄성을 회복하는 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3에 따른다.

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 균열 보수계획서를 함께 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

이 시방서 10-1-2절 2.1에 따른다.

2.2 재료의 시험 및 승인

이 시방서 10-1-2절 2.3에 따른다.

2.3 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

3. 시 공

3.1 처짐량 점검 및 균열점검

계약상대자는 작업에 들어가기 전 현장을 조사하여 도면과 시방서에 표기한 보수 작업이 시행될 수 있는 작업 여건을 확인한 후 공사를 시작하여야 한다.

3.1.1 처짐량 점검

계약상대자는 포장슬래브의 처짐도를 측정하여 공사계획을 세워야 한다. 반드시 적정한 길이에 걸쳐 처짐량을 측정하여 정확한 처짐량을 확인하여야 한다.

3.1.2 균열에 대한 점검 및 보수계획 수립

계약상대자는 시공에 앞서 균열을 점검하고 균열이 너무 심해 슬라브를 인상할 때 파손이 우려되는 경우에는 인상 전에 에폭시 그라우팅으로 사전에 균열을 보수한 후 인상하여야 한다.

3.2 슬래브 잭킹

슬래브 잭킹은 포장 슬래브에 처짐이 발생하였을 경우 그라우팅을 시행하여 지반을 압밀하고 슬래브를 들어 올려 슬래브의 평탄성을 확보하고, 추가적인 처짐을 방지하는 보수공법이다.

3.2.1 작업순서

(1) 천공

천공은 공압식이나 유압식 드릴로 천공을 한다. 천공지름은 일반적으로 45 mm로 하고, 천공깊이는 슬래브와 보조기층을 관통하는 깊이로 한다.

(2) 그라우팅

시멘트와 플라이애시를 1:3으로 혼합한 혼합물로 그라우팅을 실시하여 슬래브를 들어올린다. 슬래브를 들어올릴 때 과도한 주입이나 과도한 압으로 주입하는 경우 포장슬래브의 파손이 우려되고, 혼합물의 점도가 낮은 경우에는 혼합물이 다른 곳으로 주입되어 지반층을 교란할 우려가 있으므로 반드시 사전에 혼합계획을 제출하도록 한다.

3.2.2 천공 구멍 패치, 균열 보수 및 마무리

(1) 천공 구멍 패치

천공한 구멍은 반드시 고강도 모르타르로 메워야 한다.

(2) 균열 보수 및 마무리

처진 슬래브를 인상하면 슬래브의 처짐으로 인하여 발생되었던 균열이 나타나게 된다. 이러한 균열을 보수하여 마무리 한다.

3.3 환경관리 및 안전관리

3.3.1 그라우팅 작업을 할 때 발생되는 그라우트 잔류물은 포장면에 방치되거나 배수시설로 유입되지 않도록 청소장비에 의하여 제거하여야 한다.

3.3.2 그라우트 잔류물은 폐기물관리법 등 관련 법령에 의거 처리되어야 하며, 계약상대자가 관련 행정기관의 인 · 허가를 받은 경우에는 계약상대자가 제시하는 장소에 처리할 수 있다. 이 경우 사전에 인 · 허가 서류 사본을 감독자에게 제출하여야 한다.

10-2-5 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기(Bonded Concrete Overlay)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 기존 콘크리트 포장의 표면을 콘크리트로 덧씌우기(Bonded Concrete Overlay)하는 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3에 따른다.

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 현장배합 및 시험포장 계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료일반

접착식 콘크리트 덧씌우기에 사용되는 재료는 이 시방서 10-1-2절 2. 재료에 준한다. 다만, 조기교통개방이 요구되는 경우에는 감독자의 승인을 얻어 조기강도를 충분히 확보할 수 있는 재료와 내구성을 연장시킬 수 있는 재료를 사용할 수 있다.

2.2 골재의 입도

잔골재의 입도는 이 시방서 10-1-2절 표 10-1-3에 따른다. 굵은 골재의 입도는 굵은 골재 최대치수가 덧씌우기 단면두께의 1/3을 넘지 않도록 표 10-1-4에 따른다.

2.3 재료의 시험 및 승인

이 시방서 10-1-2절 2.3에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

2.5 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 재료선정 품질기준

시멘트계 재료를 이용하는 접착식 시멘트 콘크리트 덧씌우기 재료는 10-2-2절 2.6 표 10-2-1의 기준에 따른다. 계약대상자는 표 10-2-1에 규정된 항목 이외에 초결시간과 KS에 규정되지 않은 주요 구성 성분의 비중 및 인체유해성에 대한 자료를 제출하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공장비

3.1.1 노후 콘크리트의 표면 절삭장비

(1) 상온절삭기(cold milling equipment)

상온절삭기는 콘크리트의 표면을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있는 장비이어야 하며, 장비의 가동으로 생기는 이물질 또는 먼지 등을 수집 · 처리할 수 있어야 하며, 작업의 능률 및 환경차원에서 효율적인 장비이어야 한다.

(2) 숏블라스팅(shot blasting) 장비

숏블라스팅 장비는 상온절삭기로 적합한 표면처리가 곤란한 경우 포장 표면을 깨끗하게 처리할 수 있는 능력을 가진 장비이어야 한다.

3.1.2 2차 청소장비

2차 청소장비는 상온절삭기를 사용한 경우에 필요한 장비로서, 상온절삭으로 느슨해진 콘크리트를 깨끗이 제거하는데 사용된다.

(1) 샌드블라스팅(sand blasting) 장비

샌드블라스팅 장비는 표층 제거작업 후 느슨해진 콘크리트를 포함하여 모든 이물질들을 제거할 수 있어야 하며, 먼지가 심하게 날리지 않아야 한다.

(2) 연마제가 수반된 고압수 장비

고압수 장비를 사용할 경우에는 모래 또는 연마제가 포함된 고압수를 발사할 수 있는 장비이어야 하며, 표면에 오염된 모든 미세물질을 제거할 수 있어야 한다.

(3) 고압 워터 블라스팅(water blasting) 장비

고압 워터 블라스팅 장비는 42 MPa 이상의 압력을 생성하여야 하며, 표

층 표면으로부터 기름, 페인트 등 기타 오염물질을 제거할 수 있어야 한다.

3.1.3 최종 청소장비

덧씌우기 포설 전에 먼지를 비롯한 기타 미세물질을 제거하기 위하여 필요한 성능을 갖춘 장비를 선정하여 사용하여야 한다.

3.1.4 콘크리트 장비

콘크리트의 절단, 배합, 포설, 진동, 표면마무리에 쓰이는 장비는 이 시방서 10-1-2절 3.1에 따른다.

3.1.5 그라우트 혼합장비

기존 포장면과의 접착을 양호하게 처리하기 위한 시멘트 페이스트의 혼합장비이어야 한다.

3.2 시공 전 기존 포장 보수

3.2.1 시공일반

기존 포장의 보수는 덧씌우기 시공 후 예상되는 포장의 추가적인 파손을 방지하기 위하여 기존 포장의 파손된 부분을 미리 보수하여야 한다.

3.2.2 줄눈부 파손

기존 포장체 표면에 심한 스폴링 또는 D형 균열이 있는 경우에는 손상된 재료들을 제거하여야 하며, 제거한 부분을 콘크리트로 채워 넣는다. 만일 포장의 파손이 슬래브 전체에 퍼져 있다고 판단되면, 감독자가 승인한 재료로 전단면 보수를 실시하여야 한다.

3.2.3 파손된 슬래브

파손된 슬래브는 구조적 안정성을 판단한 후 감독자의 승인을 받아 보수하여야 한다.

3.2.4 불안정한 슬래브(unstable slab)

슬래브층 이하 기층의 파손, 침하, 공동으로 인하여 변형이나 파손의 발전이 예상이 될 때는 감독자의 승인을 받아 보수하여야 한다.

3.2.5 기타 보수

기타의 포장보수는 덧씌우기 전에 적합한 조사를 실시하여 보수공법, 보수면적, 보수재료 등에 대하여 감독자의 승인을 받은 후 보수하여야 한다.

3.3 기존 포장의 표면처리

3.3.1 시공일반

덧씌우기를 위한 기존 포장의 표면처리는 덧씌우기 할 모든 표면을 대상

으로 하며, 표면처리 작업에서 제거되는 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기물 관리법에 의거 처리하여야 한다.

3.3.2 포장 위에 남아있는 아스팔트 재료

기존 시멘트 콘크리트 포장면과 덧씌우기 할 층의 부착에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 감독자의 승인을 받아 모두 제거하여야 한다.

3.3.3 절삭깊이

기존 시멘트 콘크리트 포장의 표면은 절삭장비를 이용하여 제거하여야 한다. 절삭기나 파쇄기에 의한 절삭은 6 mm ~ 7 mm 또는 설계도서에 명시된 깊이까지 제거하며, 숏블라스팅의 경우 약 3 mm 또는 설계도서에 명시된 깊이까지 제거하여야 한다. 이때에는 기존 시멘트 콘크리트 포장체 표면의 레이턴스를 비롯한 느슨한 콘크리트, 기름, 먼지, 그리고 기타 이물질 등을 제거하여야 한다.

3.3.4 철근의 처리

표면에 노출된 철근은 절단하여 제거하여야 한다.

3.3.5 슬래브의 모서리

슬래브의 모서리는 접착이 확실히 되도록 샌드블라스팅 등으로 청소를 철저히 하여야 한다.

3.4 접착식 덧씌우기 포장의 포설과 마무리

3.4.1 일반사항

(1) 계약상대자는 덧씌우기 포장의 평탄성을 확보하기 위하여 작업 전에 장비, 공정, 인원 및 자재 등을 감독자와 협의하여야 한다.

(2) 콘크리트의 생산과 포설은 일정하고 연속적으로 수행하여야 한다.

(3) 단면의 평탄성이 불량하거나 평균두께가 설계두께보다 5 % 이상 부족할 경우에는 그 범위와 처리방법을 감독자와 협의하여 재시공하여야 한다.

3.4.2 기존 포장면의 청소

(1) 덧씌우기 콘크리트를 포설 전 덧씌우기 할 모든 표면 및 모서리는 에어블로우(airblow) 또는, 기타 승인된 장비를 이용하여 청소하여야 한다.

(2) 숏블라스팅 장비를 이용하여 청소가 된 표면은 에어블로우 공정(airblowing)이 필요 없으나, 상당기간 작업을 중지하여 오염된 경우에는 청소를 하여야 한다.

(3) 청소작업 후 덧씌우기 시공에 필요한 차량을 제외한 다른 모든 차량은 청소된 표면을 통행하지 않도록 하여야 한다.

(4) 기존 포장이 젖은 상태에서는 콘크리트를 포설하지 않아야 한다.

(5) 절삭된 기존 포장면은 콘크리트 또는, 접착용 그라우트가 약간 흡수될 수 있을 정도로 건조하여야 한다.

3.4.3 줄눈 표시(joint identification)

기존 포장체에 있는 모든 줄눈은 덧씌우기 후에도 정확한 위치를 알 수 있도록 포장 양측에 적절한 방법으로 표시한다. 전단면 보수를 한 경우에도 줄눈의 위치를 확인할 수 있도록 하여야 한다.

3.4.4 접착력 확보

기존 포장체와 덧씌우기 포장체 사이의 접착력 확보를 위하여 시공방법은 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다. 만약, 시험에 의하여 접착제의 사용없이 최소 1.4 MPa의 접착강도가 얻어지면 접착용 그라우트는 생략할 수 있다. 그라우트가 생략될 경우 계약상대자는 덧씌우기 전 표면의 청소 및 건조상태를 유지하는데 특별한 주의를 기울여야 한다.

3.4.5 접착용 그라우트

접착용 그라우트는 시멘트와 물을 혼합한 재료를 사용하며, 물-결합재 비가 62 %를 초과하지 않아야 한다. 접착용 그라우트는 혼합과 동시에 계속 교반하여야 하며, 시멘트와 물이 섞인 후 90분 이내에 살포하여야 한다.

3.4.6 그라우트 살포

(1) 그라우트 살포는 덧씌우기 바로 전에 실시하며 건조한 표면에 얇게 살포되어야 한다.

(2) 살포방법은 빗자루를 이용하는 방법 또는, 압력 스프레이를 이용하는 방법이 있으며, 압력스프레이를 이용하는 경우는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(3) 살포방법에 상관없이 모든 표면은 철저한 검사를 받아야 하며, 특히 그라우트가 부분적으로 몰려있지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 덧씌우기 전에 그라우트가 건조되면 안 되므로 신속히 살포하여야 하고, 포설이 지연되어 살포된 그라우트가 건조 징후가 보일 경우 감독자의 승인을 받아 그 위에 다시 그라우트를 살포하여야 한다.

(5) 그라우트가 완전히 건조된 지역은 건조된 그라우트를 걷어내고 새로운 그라우트를 다시 살포하여야 한다.

(6) 그라우트 제거는 감독자의 승인을 얻어 샌드블라스팅 또는 적절한 방법을 사용하여야 한다.

3.4.7 포 설

콘크리트 포설은 지정된 폭 전체에서 설계도서에 명시된 두께가 나올 수 있도록 하여야 하며, 포설은 확장 포장한 지역 또는 부분단면 보수에서

처진 부분의 메움도 포함할 수 있다.

3.4.8 양 생

타이닝이 끝난 직후 양생제 살포를 실시하여야 한다. 살포량은 0.4 ℓ/m^2를 기준으로 하며, 인접 차로에 양생제가 묻지 않도록 조심하여야 한다.

3.5 줄눈 처리

3.5.1 시공일반

모든 줄눈은 설계도서에 따라 콘크리트 절단기에 의하여 콘크리트가 손상을 입지 않는 시기에 절단하여야 하며, 절단부위의 청소 후 프라이머를 바른 다음 주입줄눈재로 채움을 하여야 한다.

3.5.2 횡방향 줄눈

횡방향 줄눈은 기존 포장의 줄눈부, 덧씌우기 포장 전 전단면 보수부위의 줄눈부 그리고 기존의 유지보수 활동에 의하여 생성된 줄눈 위치에 덧씌우기 포장체를 직접 절단하여야 한다. 모든 횡방향 줄눈은 줄눈을 절단할 때 스폴링이 발생하지 않는 한 가능하면 빨리 절단하여야 한다. 절단 깊이는 덧씌우기 두께에 따라 다르므로 다음 기준에 따라야 하며, 절단폭은 설계도서에 따른다.

(1) 덧씌우기 두께가 100 mm 이하인 경우

덧씌우기 두께가 100 mm 이하인 경우 줄눈의 깊이는 덧씌우기 두께에 13 mm 정도를 더한 깊이로 절단하여야 한다.

(2) 덧씌우기 두께가 100 mm 이상인 경우

덧씌우기 두께가 100 mm 이상인 경우 줄눈의 깊이는 덧씌우기 두께의 1/3 이상 깊이로 절단하여야 한다.

3.5.3 팽창줄눈 또는 수축줄눈

기존 포장체의 팽창줄눈과 가로수축줄눈은 덧씌우기 직후 또는 다른 줄눈 절단 이전에 우선하여 절단하여야 한다. 줄눈 깊이는 덧씌우기 두께이며, 콘크리트 절단기로 두 번에 걸쳐 절단하고, 두 줄눈 사이의 얇은 콘크리트(slice)를 제거한 후 주입줄눈재로 채움을 하여야 한다.

3.5.4 세로줄눈

세로줄눈의 절단깊이는 덧씌우기 두께의 1/2을 절단하며, 기존 포장 줄눈과 일치하도록 절단하여야 한다.

3.6 접착식 콘크리트 덧씌우기의 품질시험

3.6.1 슬럼프

콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402에 따라야 하며, 진동다짐기(vibrator)를 사용하는 경우에는 50 mm, 인력으로 시공하는 경우에는 75 mm 이하이어야 한다.

3.6.2 연행공기량(Entrained air)

이 시방서 표 10-1-5에 따른다.

3.6.3 포장면 보호 및 교통개방

이 시방서 10-1-2절 3.17에 따른다.

3.6.4 두 께

콘크리트 덧씌우기의 두께는 설계도서에 따라 시공하여야 한다.

3.6.5 접착강도

신구 콘크리트 포장의 접착강도는 최소 1.4 MPa 이상이어야 한다.

3.6.6 평탄성

이 시방서 10-1-2절 3.19.1에 따른다.

10-2-6 비접착식 시멘트콘크리트 덧씌우기(Unbonded Concrete Overlay)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비접착식 콘크리트 덧씌우기 포장공사에 적용한다. 비접착식 콘크리트 덧씌우기(UBCO : Unbonded Concrete Overlay)는 노후된 기존 콘크리트 포장체 위에 분리층을 시공하고, 필요한 두께만큼 콘크리트로 덧씌우기를 하여 장기간의 공용성을 부여하는 포장보강공법이며, 무근콘크리트 포장이나 철근콘크리트 포장공사에 모두 적용할 수 있다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3 따른다.
AASHTO M-1488

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 시방배합 및 시험포장 계획서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트 재료

이 시방서 10-1-2절에 따른다.

2.2 아스팔트 재료

2.2.1 분리층 또는 팻칭에 이용되는 아스팔트 재료는 설계도서에 따른다.

2.2.2 분리층의 시공에 이용되는 가열 아스팔트 혼합물은 배합설계 시방조건에 부합하여야 하며, 분리층의 최소두께에 따라 골재의 최대 입경을 결정하여야 한다.

2.3 재료의 시험 및 승인

이 시방서 10-1-2절 2.3에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

3. 시 공

3.1 장 비

3.1.1 콘크리트 배합장비

이 시방서 10-1-2절 3.1.2, 3.1.3에 따른다.

3.1.2 포설 및 표면 마무리 장비

이 시방서 10-1-2절 3.7, 3.8, 3.14에 따른다.

3.1.3 진동 장비

이 시방서 10-1-2절 3.7.3에 따른다.

3.1.4 분리층 포설장비

분리층 포설 장비는 설계도서에 따르며, 지정된 양을 포설할 수 있는 능력이 있어야 한다.

3.2 기존 포장 보수

이 시방서 10-2-1절에 따른다.

3.3 분리층(interlayer) 시공

3.3.1 시공일반

(1) 분리층은 기존 포장체의 파손이 덧씌우기 후의 포장에 영향을 미치지 못하도록 기존 포장체 위에 시공하여야 하며, 분리층 시공 전에 기존 포장면을 깨끗이 청소하여야 한다.

(2) 분리층의 재료 및 두께는 기존 포장층의 단차를 고려하여 결정하되, 설계도서에 따라 시공하여야 한다.

3.3.2 단차가 심한 포장

줄눈부와 균열부에서 단차가 6 mm 이상이고, 스폴링이 뚜렷하며, 슬래브가 많이 파손되었다면 아스팔트 콘크리트 분리층은 최소 25 mm 이상 시공하여야 한다.

3.3.3 단차가 심하지 않은 포장

단차와 파손이 심하지 않으면, 분리층은 최소 13 mm 이상의 아스팔트

콘크리트 또는, 3 mm 두께의 슬러리 씰을 시공하여야 한다.

3.3.4 단차가 없는 포장

줄눈부 및 균열부에 단차가 미세하거나 없는 경우는 3 mm 두께의 슬러리 씰을 시공하여야 한다.

3.4 분리층의 특수표면처리

3.4.1 시공일반

(1) 포장체 표면의 온도가 40 ℃를 초과하면 석회슬러리 혼합물 또는 화이트 워쉬(white wash)를 아스팔트 콘크리트 분리층의 표면에 도포하여야 한다.

(2) 무근 혹은 연속철근 콘크리트 포장에서 철근이나 다웰바가 설치되는 곳은 철근 또는, 다웰바를 설치하기 하루 전에 도포하여야 한다. 다만, 덧씌우기 콘크리트에 철근이 삽입되지 않는 포장인 경우에는 덧씌우기 포설 하루 전에 화이트 워쉬를 도포하여야 한다. 만일, 비(雨)로 인하여 화이트 워쉬의 색깔이 변색되거나 공사차량에 의하여 화이트 워쉬가 없어지면 2차 도포를 실시하여야 한다.

(3) 2차 도포를 할 때 철근에 화이트 워쉬가 묻지 않도록 유의하여야 한다.

3.4.2 석회슬러리(lime slurry)

석회슬러리 혼합물은 수화된 석회(hydrated lime)와 물로 구성된다. 도포하는 석회슬러리의 양은 포장체 표면에 균일한 색상을 유지할 정도로 하여야 하며, 양생된 콘크리트 색깔보다 어두워서는 안 된다.

3.4.3 양생제

화이트 워쉬로 사용되는 양생제는 왁스제(wax-based)이어야 하며, KS F 2540(AASHTO M-1488)에 적합하여야 한다. 양생제는 0.21 ℓ/m^2를 살포를 하여야 한다.

3.5 비접착식 덧씌우기 포장의 포설과 마무리

3.5.1 기존 포장면의 표면처리

이 시방서 10-1-2절 3.2에 따른다.

3.5.2 양생

이 시방서 10-1-2절 3.16에 따른다.

3.6 줄 눈

3.6.1 시공일반

(1) 줄눈은 이 시방서 10-1-2절의 3.13에 따라 시공하여야 한다. 단, 비접

착식 덧씌우기 포장에서는 가로줄눈이 기존 포장의 줄눈 위치와 일치하는 것을 권장하지는 않는다.

(2) 줄눈의 위치는 기존 포장의 줄눈위치 및 활동성 균열(working crack)로부터 가능한 한 1 m 이상 이격시켜 설치하여야 한다.

3.6.2 가로줄눈

이 시방서 10-1-2절의 3.13.2, 3.13.4에 따른다.

3.6.3 세로줄눈

이 시방서 10-1-2절 3.13.5에 따른다.

3.7 비접착식 콘크리트 덧씌우기의 품질시험

이 시방서 10-2-1절 3.7에 따른다.

10-3 시멘트 콘크리트 교면 포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 시멘트 콘크리트 교면포장 신설 및 덧씌우기 공사에 적용한다.

1.2 공사관리

국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 '도로포장 기술교육-1. 도로포장 전문화 과정, 2. 포장 기능원 교육과정, 3. 포장 전문 건설사업관리기술자 양성과정'을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

1.3 참조표준

이 시방서 10-1-2절 1.3 및 국토교통부의 '교면포장 설계 및 시공 잠정지침'을 참조한다.

2. 재 료

2.1 재료의 품질기준

이 시방서 10-1-2 절 2.1에 따른다. 실리카흄의 경우 KS F 2567에 적합한 것으로 사용하여야 하며, 라텍스는 표 10-3-1의 기준을 따른다.

표 10-3-1 콘크리트 혼입용 라텍스의 품질기준

구 분	시험방법	기 준
고형분 함유량(%)	KS M 6516	46~53
pH	KS M 6516	8.5~12.0
응고량(%)	KS M 6516	0.1 이하
표면장력(dyn/cm)	KS M 6516	50 이하 (최초 승인값의 ±5)
200번체 잔류량(g/l)	KS M 6516	0.5 이하
평균 입자크기(Å)	KS A ISO 13320-1	1,400~2,500 (최초 승인값의 ±300)
동결 융해 안정성	KS M 6403	응고량 : 0.1 % 이하
부타디엔 함유량(%)	FHWA-RD-78-35	30~40

2.2 골재의 입도

잔골재와 굵은 골재의 입도는 10-1-2절 표 10-1-3과 표 10-1-4를 따른다.

2.3 재료의 승인 및 시험

이 시방서 10-1-2절 2.3에 따른다.

2.4 재료의 저장

이 시방서 10-1-2절 2.4에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공장비

3.1.1 시공일반

시공조건에 맞는 장비의 선정은 콘크리트 포장의 품질 및 작업효율에 막대한 영향을 미치므로 계약상대자는 공사에 사용할 모든 장비의 기종 · 기능 · 기계상태 · 배치계획 · 오염대책 등을 기재한 장비 사용계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 하며, 공사현장에 반입하여 사용 전에 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 배치플랜트(batch plant)

이 시방서 10-1-2절 3.1.2에 따른다.

3.1.3 믹서

이 시방서 10-1-2절 3.1.3에 따른다.

3.1.4 이동식 믹서

(1) 이동식 믹서는 각 재료를 정량으로 혼합하여 생산과 포설이 연속적으로 이루어질 수 있는 생산능력을 갖추어야 한다.

(2) 장비 자체적으로 혼합 · 배출이 가능하고, 콘크리트를 4.5 m^3 이상 생산하기에 적합한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.

(3) 믹서에 투입되는 배합수와 혼화제의 양을 조정할 수 있는 장치, 배합수의 양을 나타내는 유량계 및 골재의 표면수 보정을 쉽게 할 수 있는 조절밸브 장치가 있어야 한다.

(4) 생산하기 전에 감독자 입회하에 검 · 교정을 하여야 하며, 재료의 계량오차는 다음 표 10-3-2의 범위 이내이어야 한다.

표 10-3-2 이동식 믹서의 계량오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 한계허용오차(%)
시멘트, 물	질량	±1
혼화재	질량	±2
골재, 혼화제	질량	±3

3.1.5 마무리 장비

(1) 자체 동력으로 전 · 후방 이동이 가능하여야 한다.

(2) 배면에서의 콘크리트 표면 마무리가 고르게 펴지도록 스크리드(screed) 전면을 위로 올릴 수 있어야 한다.

(3) 2개 이상의 회전 롤러와 오거(auger), 1,500 VPM ~ 5,000 VPM의 진동팬(vibrating pan)이 장착되어 있어야 한다.

(4) 마무리 장비는 콘크리트가 타설되면서부터 마무리 장비의 통과에 의해서 마무리될 때까지 10분을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.

(5) 마무리 장비는 실제 시공되는 교면에 맞게 조정된 상태를 유지하여야 한다. 기준을 벗어난 장비는 적절한 수정을 하여야 하며, 감독자에 의하여 승인을 받을 때까지 사용하여서는 안 된다.

3.1.6 거친면 마무리기

거친면 마무리기는 설계도서에 따라 마무리 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

3.1.7 양생제 살포기

양생제 살포기는 전 포장면에 양생제를 균일하게 살포할 수 있는 일정한 압력을 갖는 분무장치와 교반장치를 갖추고 있어야 한다.

3.1.8 노후 콘크리트의 표면 절삭장비

(1) 상온 절삭기는 콘크리트의 표면을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있는 장비이어야 하며, 장비의 가동으로 생기는 이물질 또는 먼지 등을 수집하거나 처분할 수 있어야 한다. 또한, 작업의 능률 및 환경차원에서 효율적인 장비이어야 한다.

(2) 핸드 브레이커로는 무게가 16 kg 이하의 잭 햄머가 사용되며, 교면으로부터 45° 이상의 각도로 사용하지 않아야 한다.

(3) 숏 블라스팅 장비는 상온 절삭기로는 필요한 표면처리가 곤란한 경우에 사용되며, 교면포장 표면을 깨끗하게 처리할 수 있는 능력을 가진 장비이어야 한다.

3.1.9 2차 청소장비

(1) 샌드 블라스팅 장비는 표층 제거작업 후 느슨해진 콘크리트를 포함하여

모든 이 물질들을 제거할 수 있어야 하며, 먼지가 심하게 날리지 않아야 한다.

(2) 연마제가 수반된 고압수 장비를 사용할 경우에는 모래 또는 연마제가 포함된 70 MPa 이상의 고압수를 발사할 수 있는 장비이어야 하며, 표면에 오염된 모든 미세물질을 제거할 수 있어야 한다.

(3) 고압 워터 블라스팅 장비는 42 MPa 이상의 압력을 생성하여야 하며, 표층 표면으로부터 기름 · 페인트 등 기타 오염물질을 제거할 수 있어야 한다.

3.1.10 워터제트

(1) 자체 동력으로 전 · 후방 이동이 가능하여야 한다.

(2) 펌프압력은 100 MPa 이상이며, 분당 유량은 80 ℓ 이상이어야 한다.

(3) 절삭된 콘크리트가 비산되지 않도록 방지망을 설치하여야 한다.

(4) 워터제트는 시험 운용을 통하여 절삭폭, 절삭 표면상태, 작업 능률 등에 대하여 감독자에 의해 승인을 받을 때까지 사용하여서는 안 된다.

3.1.11 진공흡입트럭

(1) 진공흡입장비는 워터제트에 의하여 분쇄된 미세물질 및 워터제트에 사용된 물을 흡입 · 청소하는 장비로서, 철근 아래 깊은 곳까지 절삭 이물질을 흡입할 수 있는 흡입력을 가진 장비이어야 하고, 적재용량은 6 m^3 이상이여야 하며, 흡입 호스(hose)가 장착되어 있는 장비이어야 한다.

3.1.12 최종 청소장비

(1) 덧씌우기 포설 전에 먼지를 비롯한 기타 미세물질을 제거하기 위하여 필요한 성능을 갖춘 장비를 선정하여 사용하여야 한다.

3.2 배합

3.2.1 시공일반

(1) 교면포장용 콘크리트 배합은 요구되는 시공성, 역학적 성능, 내구성 및 그 외의 성능을 만족하는 범위 내에서 단위수량이 가능한 한 적게 되도록 정한다.

(2) 이를 위하여 교면포장용 콘크리트는 내구성 향상을 위하여 적절한 혼화재료를 사용하여야 한다. 또한, 인력타설 시공이 불가피한 경우에는 별도의 배합설계를 실시하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

3.2.2 배합기준 / 내구성능기준

(1) 교면포장용 콘크리트의 배합기준은 아래 표 10-3-3에 제시하는 기준값을 만족하여야 한다.

표 10-3-3 교면포장용 콘크리트의 배합기준

항 목	시험방법	단 위	기 준
설계기준강도(f_{28})	KS F 2405	MPa	바닥판의 강도 이상[1)]
설계기준 접착강도(f_{28})	KS F 2762	MPa	1.4 이상
물/결합재 비		%	40 이하[2)]
굵은 골재 최대치수		mm	25 이하[3)]
공기량	KS F 2409	%	5 ~ 8

주 1) 교면포장의 재료는 가급적 바닥판의 제반 특성이 일치하는 재료로 선정하여 시공하여야 한다.
2) 교면포장은 겨울철 도로에 살포되는 염화칼슘 등의 제빙화학제로부터 바닥판 콘크리트 내부에 있는 철근에 대한 부식방지기능이 필요하다. 이러한 이유로 교면포장용 콘크리트의 물/결합재 비는 40 % 이하로 한다.
3) 굵은 골재 최대치수는 10-3절 3.2.2 (3)의 설명에 따른다.

(2) 교면포장용 콘크리트는 별도로 내구성능 품질기준을 두고 있으며, 표 10-3-4에 나타난 기준값을 만족하여야 한다.

표 10-3-4 교면포장용 콘크리트의 내구성능품질기준

내구성능	실험방법	내구성능등급
균열저항성	ASTM C 1581	재령 56일까지 균열 없음
동결융해저항성 (상대동탄성계수)	KS F 2456 A법 (300사이클)	80 % 이상
표면박리저항성	SS 13 72 44 A법 ASTM C 5456	적정(acceptable)등급 이상 Rating 1 등급 이상
염분침투저항성	KS F 2711	1,000 C (coulombs, 쿨롱) 이하

(3) 굵은 골재의 최대치수는 일체식(노출) 교면포장의 경우 사용되는 굵은 골재의 공칭 최대치수는 거푸집 양 측면 사이의 최소 거리의 1/5, 바닥판 두께의 1/3, 개별 철근 · 다발철근 · 긴장재 또는 덕트 사이 최소 순간격의 3/4을 초과하지 않아야 한다. 또한, 덧씌우기 교면포장에 사용되는 굵은 골재의 공칭 최대치수는 덧씌우기 두께의 1/2 값을 초과하지 않아야 한다.

(4) 교면포장용 콘크리트는 포설방법에 적합한 워커빌리티를 가지며, 요구되는 평탄성을 쉽게 얻을 수 있는 피니셔빌리티를 가져야 한다.

3.2.3 시방배합

이 시방서 10-1-2절 3.4.3에 따른다.

3.2.4 현장배합

이 시방서 10-1-2절 3.4.4에 따른다.

3.3 시험포장

이 시방서 10-1-2절 3.5에 따른다.

3.4 콘크리트 제조

이 시방서 10-1-2절 3.6에 따른다.

3.5 시공면 준비

3.5.1 일반사항

시공면의 표면 거칠기, 함수 조건, 청소 상태 등은 콘크리트의 부착력 증진과 균열방지에 매우 중요한 요인이 되므로 시공 전에 제출한 시공계획서에 따른다.

3.5.2 일체식(노출) 교면포장면의 준비

바닥판 거푸집 조립 후 모르타르가 새어나가는 일이 없도록 틈을 철저히 조사하여 틈 발생 부위는 적절한 조치를 강구하여야 한다.

3.5.3 신설 바닥판의 덧씌우기 교면포장면의 준비

(1) 깊이 2 mm 내외의 요철이 발생되도록 교면을 절삭한다.

(2) 절삭 후 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 제거한다. 교면청소는 콘크리트 타설 전 최소 12시간 전에 완료되어야 한다.

(3) 교면 청소 후 바닥판에 충분히 살수하고 비닐을 덮어 습윤상태를 유지한다. 습윤기간은 최소 12시간 이상을 유지한다.

3.5.4 공용 중인 교량의 덧씌우기 교면포장면의 준비

(1) 교면의 절삭은 지정된 깊이까지 절삭할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.

(2) 절삭 후 교면의 각종 이물질은 고압수로 살수하여 제거한다. 교면처리는 콘크리트 타설 전 최소 1시간 전에 완료되어야 한다.

(3) 아스팔트 교면포장층을 제거할 때에는 방수층을 포함하여 모두 제거하여야 한다. 또한, 일체화에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 감독자의 승인을 받아 모두 제거하여야 한다.

(4) 콘크리트 교면포장을 제거할 때는 손상된 교면의 지정된 깊이까지 제거되어야 한다. 또한, 일체화에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 감독자의 승인을 받아 모두 제거하여야 한다.

(5) 노후된 콘크리트는 워터제트로 제거할 수 있다. 워터제트 작업 후의 청소

는 진공흡입장비를 이용하여 실시한다.

(6) 기존 교면을 제거한 후, 노출된 면의 조사를 실시하여 느슨하거나 분리된 것으로 판단되는 모든 부위와 열화된 콘크리트는 제거하여야 한다.

(7) 제거된 모든 재료는 재활용분을 제외하고 폐기물관리법에 의거하여 처리하여야 한다.

(8) 교면처리 후 바닥판에 충분히 살수하고 비닐을 덮어 습윤상태를 유지한다. 습윤기간은 최소 1시간 이상을 유지한다.

3.5.5 마무리 장비 시험가동

(1) 마무리 장비의 레일과 받침대는 마무리 면이 도면에 나타난 종단과 횡단면에 일치하도록 실제 시공에 맞게 정확히 설치되어야 한다.

(2) 레일은 마무리 장비가 교면 전체를 마무리할 수 있도록 이동량을 고려하여 신축이음부 후면까지 연장 설치하여야 한다.

(3) 레일 받침대는 콘크리트를 타설하는 동안 발생할 수 있는 거푸집, 동바리, 구조적인 지지부재의 처짐을 적절히 고려하여 설치되고 수정되어야 한다.

(4) 받침대의 중심간격은 600 mm 이하이어야 한다.

3.6 타설

3.6.1 브루밍(brooming) 작업

(1) 경화된 바닥판 위에 덧씌우기를 실시하는 경우, 재료의 타설작업에 앞서 신 · 구 콘크리트의 부착력 증진을 위한 브루밍 작업을 실시하여야 한다.

(2) 브루밍 작업은 교면뿐만 아니라 덧씌우기 교면포장층이 접촉되는 방호벽, 중분대, 측벽에도 실시하여야 한다.

(3) 브루밍한 표면이 콘크리트가 포설되기 전에 건조되어서는 안 된다.

(4) 브루밍 작업 완료 후 남은 모르타르를 교면포장재료에 혼합 사용하여서는 안 된다.

3.6.2 포설

(1) 일체식(노출) 교면포장에 사용되는 콘크리트는 바닥판 콘크리트와 일체가 되도록 포설하여야 한다.

(2) 덧씌우기 교면포장에 사용되는 콘크리트는 브루밍 작업을 실시한 후 가급적 빨리 콘크리트를 포설한다.

(3) 포설된 콘크리트는 진동다짐으로 마무리하며, 채움이 취약한 부위는 봉다짐을 실시한다.

(4) 종단 및 횡단 측량을 실시하여 계획고에 맞추어 포설한다.

3.6.3 환경조건

(1) 대기조건을 고려한 수분증발량이 0.5 kg/㎡/hr 이상으로 예상되는 경우에는 낮에 콘크리트를 타설하지 않아야 한다. 단, 바람을 차단하거나 분무시스템을 사용하여 수분증발량을 낮출 수 있는 경우는 감독자의 승인하에 콘크리트를 타설할 수 있다.

(2) 타설 시점의 콘크리트 온도는 21±11 ℃ 범위에 있어야 한다.

(3) 비가 오거나 기온이 7 ℃ 이하이거나 양생할 때 기온이 7 ℃ 이하로 내려갈 가능성이 있는 경우에는 포설하지 않아야 한다.

3.7 마무리

3.7.1 평탄 마무리

(1) 기계 마무리가 불가능한 부위를 제외한 모든 교면은 전체적으로 기계식 마무리 장비에 의한 평탄 마무리가 되어야 한다.

(2) 인력 마무리는 최소화하여야 하며, 인력 마무리에 사용되는 흙손의 폭은 250 mm 이상이어야 하며, 콘크리트와 접촉되는 흙손의 면은 강재이어야 한다.

(3) 현장에서 타설이 지연되는 경우 현장에 있는 모든 콘크리트는 젖은 양생포, 양생 담요, 비닐 등으로 표면을 덮어서 수분 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생한 경우에는 칸막이를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.

(4) 콘크리트가 아직 소성 상태인 동안에 표면이 낮은 부위는 진행되고 있는 타설과 같은 등급의 콘크리트로 채워져야 한다. 종·횡방향으로 3 mm에서 5 mm보다 큰 표면의 불균일성은 감독자의 승인을 받은 방법으로 수정되어야 한다.

3.7.2 거친면 마무리

(1) 평탄마무리가 끝나고 시멘트 콘크리트 교면포장의 표면에 물기가 없어지면 타이닝 장비에 의한 기계마무리 또는, 비·솔 등을 사용하여 인력 마무리로 거친면 마무리를 하여야 한다.

(2) 타이닝은 감독자와 상의하에 횡방향 또는, 종방향 타이닝을 실시한다.

(3) 횡방향 타이닝은 타이닝 장비에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다. 횡방향 타이닝은 20 mm ~ 30 mm의 일정한 폭과 3 mm ~ 6 mm의 깊이로 시공한다.

(4) 종방향 타이닝은 타이닝 장비 후미에 갈고리를 장착하여 도로 중심선과 평행하게 시공한다. 종방향 타이닝은 20 mm 이내의 일정한 폭과 3 mm ~ 6 mm 깊이로 시공한다.

3.7.3 양생

(1) 콘크리트 타설 후 마무리 및 표면처리 후에 양생제를 살포한다.

(2) 피막양생제는 유성제품으로, 사용량은 1.5 ℓ/㎡(원액농도 0.105 kg/㎡) 이상으로 한다.

(3) 양생제 살포 또는, 비닐 양생 후에 젖은 양생포를 덮어서 14일 동안 균일한 습윤양생을 실시한다. 양생작업은 표면처리(타이닝) 완료 후로부터 5분, 평탄마무리 작업으로부터 30분 이내에 실시한다.

(4) 양생포는 양생 부위보다 300 mm 이상 연장하여 덮어야 하며, 양생포는 전체 면을 완전히 적셔야 하고, 양생포가 겹치는 길이는 300 mm 이상 이어야 한다.

(5) 양생기간 중에 양생포가 마르지 않도록 지속적으로 살수가 이루어져야 하며, 과도한 물은 배수되도록 한다. 이 작업은 양생포 설치 후 10분경에 시작하도록 한다.

(6) 표면마무리가 끝난 후 교통이 개방될 때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.7.4 쏘컷(saw cut) 그루빙

(1) 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우 쏘컷 그루빙 또는 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.

(2) 쏘컷 그루빙은 종방향 또는 횡방향 그루빙을 실시할 수 있다. 그루빙은 직사각형 형상으로 한 번에 실시되어야 한다.

(3) 종방향 그루빙은 여러 개의 원형 날을 가진 쏘컷 장비를 이용하여 도로 중심선과 평행하게 시공한다. 종방향 그루빙의 규격은 폭 3 mm(±0.5 mm), 깊이 4 mm(±2 mm), 중심간격 20 mm 이하로 한다.

(4) 횡방향 그루빙은 여러 개의 원형 날을 가진 쏘컷 장비를 이용하여 도로 중심선과 수직으로 시공한다. 횡방향 그루빙의 규격은 폭 3 mm(±0.5 mm), 깊이 4 mm(±2 mm), 중심간격 20 mm ~ 30 mm 이하로 한다.

(5) 그루빙이 실시된 면 위에 다시 그루빙을 실시하여서는 안 된다.

(6) 그루빙 작업으로 인하여 발생되는 슬러리 또는 파편은 쌓이지 않도록 계속해서 제거하여야 한다.

3.7.5 다이아몬드 그라인딩

(1) 거친면 마무리를 실시하지 않은 경우 쏘컷 그루빙 또는, 다이아몬드 그라인딩을 실시하여야 한다.

(2) 다이아몬드 그라인딩은 차량주행방향으로 실시하며, 시작과 끝은 포장의 중심선과 수직이 되어야 한다. 그라인딩은 직사각형 형상으로 한 번에 실시되어야 한다.

(3) 다이아몬드 그라인딩은 여러 개의 다이아몬드 톱날(diamond blade)를 장착한 전용장비를 사용하여야 한다. 규격은 폭 3.0 mm ~ 4.0 mm, 깊이 1.5 mm, 홈간격 2.0 mm ~ 2.5 mm로 한다.
(4) 그라인딩이 실시된 면 위에 다시 그라인딩을 실시하여서는 안 된다.
(5) 그라인딩 작업으로 인하여 발생되는 슬러리 또는, 파편은 쌓여지지 않도록 계속해서 제거하여야 한다.

3.7.6 교면방수
(1) 일체식(노출) 교면포장을 갖는 바닥판은 액상형 흡수방지재를 이용한 방수공법을 실시하여야 한다.
(2) 방수재의 품질기준은 KS F 4930에 따른다.

3.8 품질관리 및 검사

3.8.1 평탄성 측정
이 시방서 10-1-2절 3.19.1에 따른다.

3.8.2 교면포장슬래브의 두께측정
이 시방서 10-1-2절 3.19.2에 따른다.

3.8.3 품질시험
이 시방서 10-1-2절 3.19.3에 따른다.

3.8.4 내구성능 품질시험
이 시방서 10-3-3절 표 10-3-4에 나타낸 기준값을 만족하여야 한다.

3.8.5 균열관리
시멘트 콘크리트 교면에 발생한 0.1 mm 이상의 모든 균열은 감독자가 승인한 방법에 의하여 보수되어야 한다.

3.8.6 접착강도
덧씌우기 시멘트 콘크리트 교면포장의 시공완료 후에 접착상태를 확인하는 것이 필요하다고 판단되는 경우에는 KS F 2762의 방법에 따라 접착강도 시험을 실시하고, 접착강도는 1.4 MPa 이상이어야 한다.

제11장 안전시설공사

11-1 도로표지 및 교통안전표지 ···· 1105
11-2 노면표시 ····· 1110
11-3 시선유도시설 ····· 1114
11-4 차량방호안전시설 ····· 1127
11-5 낙석방지 울타리 ····· 1145
11-6 도로반사경 ····· 1148
11-7 과속방지턱 ····· 1152
11-8 미끄럼방지포장 ····· 1154
11-9 노면요철포장 ····· 1156
11-10 긴급제동시설 ····· 1159
11-11 조명시설 ····· 1161
11-12 교통관리시설 ····· 1169

제 11 장 안전시설공사

11-1 도로표지 및 교통안전표지

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로표지 및 교통안전표지의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 3505 반사 안전 표지판
KS A 3507 산업 및 교통안전용 재귀반사시트
KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS D 3051 열간 압연봉강 및 코일봉강의 모양, 치수, 무게와 그 허용차
KS D 3052 열간 압연평강의 모양, 치수, 무게와 그 허용차
KS D 3500 열간 압연강판 및 강재의 모양, 치수, 무게와 그 허용차
KS D 3501 열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3698 냉간압연 스테인레스 강판
KS D 3706 스테인레스 강봉
KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조
KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재
KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선
KS D 6770 알루미늄 및 알루미늄 합금 단조품
KS D 8304 전기아연도금
KS D 8308 용융아연도금
KS D 9521 용융아연도금 작업표준
KS M 3152 메타크릴 수지 성형 재료
KS M 3153 폴리카아보네이트 성형 재료
KS M 3811 일반용 메타크릴 수지판
도로표지 규칙(국토교통부)

도로표지 제작 · 설치 및 관리 지침(국토교통부)
도로교통법 시행규칙(안전행정부)
교통안전표지 설치 관리 매뉴얼(경찰청)

2. 재료

2.1 표지판 및 지주

2.1.1 표지판은 두께 3 mm 이상(현수식은 2 mm 이상)의 알루미늄판 KS D 6701의 A5052P-H32 또는 강판 KS D 3512의 1종 혹은 2종으로서 방식가공을 한 것을 사용하여야 한다.

2.1.2 알루미늄 찬넬을 사용할 경우에는 KS D 6759의 A6063S-T5 규격품을 사용하며, 찬넬과 지주결합용 크립은 KS D 6701의 A6061FD-T6 또는 용융도금한 KS D 3051의 규격품을 사용하여야 한다.

2.1.3 밴드는 KS D 3698의 STS304 또는 용융도금한 KS D 3501의 규격품을 사용하여야 한다.

2.1.4 볼트, 너트 및 와셔는 KS D 3706 STS304 NI-B에 준하며, 그 형상은 KS B 1002의 규격품을 사용하여야 한다.

2.1.5 표지에 사용되는 지주는 KS D 3566 및 KS D 3503의 규격품을 사용하여야 한다.

2.1.6 지주용 캡은 KS D 3501의 규격품을 사용하며, 지주연결용 강판은 KS D 3503의 규격품을 사용하여야 한다.

2.1.7 기초에 사용할 시멘트 콘크리트는 이 시방서에 따른다.

2.2 반사지

2.2.1 반사지는 고휘도 반사지 · 초고휘도 반사지 · 광각초고휘도 반사지를 사용하여야 하며, 반사성능 및 색상기준은 도로표지규칙 및 도로표지 제작 · 설치 및 관리지침(국토교통부)과 교통안전표지 설치 · 관리 매뉴얼(경찰청)을 참조한다.

3. 시공

3.1 제작

3.1.1 교통표지는 스포트 아르곤 용접을 양측 100 mm 간격으로 시행하고, 반사지 부착에 지장이 없어야 한다.

3.1.2 표지판은 판면을 약품으로 깨끗이 닦아낸 후 중성세제와 물로 씻어서 말

리되, 이면은 약품처리 하지 않아도 좋다.

3.1.3 지주는 이음부가 없어야 하며, 부득이 원형지주를 이음할 경우는 지하매설부분 300 mm 이하의 1개소에 한하며, 이음할 때에는 특히 견고하게 용접 처리하여 중소기업청 용접작업기준을 준수하여야 한다. 지주를 H형강으로 할 경우 이음부는 표지판 하단에 일치되도록 하여야 하며, 전면에는 이음부가 보이지 않아야 한다.

3.1.4 볼트, 너트, 와셔는 아연도금이 되고, 비틀림과 휨이 없는 것이어야 한다.

3.1.5 모든 강재는 제작 도중 휘어지거나 요철이 생겨서는 안 되며, 용접으로 인하여 강재의 강도가 약화되어서도 안 된다.

3.1.6 반사지의 가공 및 부착은 아래의 각 항에 따른다.

(1) 반사지의 부착은 표지판 표면의 기름 제거 및 가장자리 손질을 한 후에 깨끗이 닦고 건조시킨 다음 부착하여야 한다.

(2) 반사지의 가공 및 부착은 도면에 의거 정확하게 재단하고 정위치에 부착하여야 한다. 반사지를 부착할 때에는 가공된 반사지(바탕 및 문자)를 표면 처리된 알루미늄판에 가압 접착, 진공 압착하여 접착한다.

(3) 부착가공을 할 때 재료의 비틀어짐, 휨 또는 반사지의 표면에 위치변동, 휨, 주름, 부풀음 등이 없도록 부착하여야 한다.

(4) 2매 이상의 반사지를 접합시켜 부착시키거나 한 조로써 사용할 경우는 미리 반사지 상호간의 색의 조화와 휘도가 맞는지 검토하고 감독자의 승인을 받아야 한다.

(5) 반사지를 접합하여 사용하는 것은 바탕색상의 반사지를 부착하는 경우에만 허용되며, 이 경우 윗부분과 아래부분을 5 mm 이상 겹치도록 한다. 그 외 글자 · 기호 · 화살표 · 엠블럼 등 그래픽 요소는 컴퓨터에 의하여 자동 도안 및 절단되어야 하며, 조각난 반사지를 사용하여서는 안 된다.

(6) 반사지의 표면은 부착 완료 후 건조시켜야 한다.

(7) 판의 제작에 있어서는 부착 가공을 하여야 하며, 문자 · 숫자 · 기호 · 도안 등을 반사지에 인쇄 가공할 경우는 실크스크린 프로세스법 또는 이와 동등 이상 제품으로 한다.

(8) 반사지는 표지판에 완벽하게 부착되어야 하며, 야간 반사가 잘 되도록 표면에 불순물이 없도록 하여야한다.

3.1.7 표지판 글자의 자형, 크기 및 배치는 도로표지규칙과 관계 법령 및 설계도서에 따른다.

3.1.8 캡은 지주에서 떨어지지 않도록 2개소 이상 점 용접 또는 기타 방법으로 조치하여야 한다.

3.1.9 안내표지판용 찬넬을 볼트, 너트, 와셔로 연결 조립할 때는 찬넬과 찬넬 사이가 완전히 밀착되어 틈이 생기지 않도록 하고 견고하게 일정한 압력으로 조여야 한다.

3.1.10 제작 완료 된 표지판은 평면을 이루어야 하며, 제작할 때 전단 · 굴곡 · 용접 등의 작업으로 인하여 굴곡 · 휨 · 균열 등의 결함이 일절 없어야 한다.

3.1.11 모든 용접은 공장 용접을 하여야 하며, 부득이한 경우 감독자의 승인을 받아 현장 용접을 시행할 수 있다.

3.1.12 강재 절단부분 및 용접부분은 미끈하게 그라인더로 표면처리 하여야 하며, 삼각형 및 원형 표지판의 단부 마무리는 도면과 관계 법령에서 지시하는 치수와 각도에 일치하도록 구부러지게 제작되어야 한다.

3.2 방식처리

3.2.1 방식처리가 필요한 경우에는 KS D 8308 2종 HDZ55에 따르며, 아연도금 부착량은 550 g/㎡ 이상으로 한다. 단, 두께가 3.2 mm 이하의 강재에 대해서는 2종 HDZ35에 따르며, 아연도금 부착량은 350 g/㎡ 이상으로 한다. 그러나, 용융아연도금이 불가능하거나 소규모의 시설 및 보수공사에 있어서는 녹막이 페인트 1회, 조합페인트 2회를 실시하여야 한다.

3.2.2 용융아연도금의 작업은 KS D 9521에 따른다. 또한 나사부위는 도금 후 홈이 유지되도록 손질하여야 한다.

3.2.3 도금 후 가공하는 곳은 징크릿치 도장으로 아래의 방법에 따라 현장 끝마무리를 하여야 한다.

(1) 방식처리 전 강재 표면의 수분, 유분 등의 부착물은 깨끗이 제거하여야 한다.

(2) 도료는 아연분말의 무기질 도료로서 2회 도포하여야 한다. 이때의 표준 도포량은 2회 도포로써 400~500 g/㎡, 두께는 40 ㎛ ~ 50 ㎛로 한다.

(3) 도장을 계속할 때에는 전회 도장 후 1시간 이상 경과 후에 하여야 한다.

3.2.4 HGI(hot galvanized steel sheet)를 사용할 때의 절단면은 방식처리를 하여야 한다.

3.3 설치

3.3.1 표지판은 운반 도중 반사지나 페인트가 벗겨지지 않도록 포장을 하고, 얼룩이나 흠이 생기지 않도록 하여야 한다.

3.3.2 표지판의 설치위치는 설계도서에 따르고, 소형표지판을 제외하고는 차량과의 충돌피해 최소화를 위하여 가급적 방호울타리 변형거리 밖에 감독자

의 확인을 받아 설치하여야 한다.

3.3.3 표지판 설치를 위한 굴착을 할 때에는 비탈면 · 포장 등 기존 시설물에 손상을 주지 않도록 시공하여야 하며, 되메우기는 층상으로 다짐을 실시하여 붕괴의 원인이 되지 않도록 특별히 유의하여야 한다. 손상된 부분은 계약상대자 부담으로 원상복구 하여야 한다.

3.3.4 도로 이용자가 쉽게 판독할 수 있도록 시야가 좋은 장소를 선정하여야 하며, 곡선구간 · 땅깎기 비탈면 및 수림 등으로 시야가 제약되는 곳은 피하여 설치장소를 선정하여야 한다.

3.3.5 표지의 설치 방향은 차량 진행 방향에 직각이 되도록 설치하되 도로 형태에 따라 10° 이내에서 안쪽으로 설치한다.

3.3.6 교량구간에 도로표지를 설치할 경우에는 지주를 설치할 수 있도록 적절한 공간을 확보하여야 하며, 지주를 결속할 수 있는 적절한 조치를 하여야 한다.

11-2 노면표시

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 포장면 위에 표시를 하거나 표시를 제거하는 노면표시 공사에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS L 2521 도로 표지 도료용 유리알
KS M 5000 도료 및 관련 원료 시험방법
KS M 6080 노면표시용 도료
KS M 5550 도료용 색 분류 기준
노면표시 설치 관리 매뉴얼(경찰청)
도로교통법 시행규칙
차선도색 특별 시방서(표준안, 국토교통부)

1.3 형상

노면표시의 형상 및 색상은 관계 법령에 따라 설치하여야 한다.

2. 재료

2.1 도료 종류

2.1.1 상온건조형 도료는 KS M 6080 1종 상혼건조형 노면표시용 도료에 따른다.
2.1.2 수용성형 도료는 KS M 6080 2종 수용성형 노면표시용 도료에 따른다.
2.1.3 가열형 도로는 KS M 6080 3종 가열형 노면표시용 도로에 따른다.
2.1.4 융착식 도로는 KS M 6080 4종 융착식 노면표시용 도로에 따른다.
2.1.5 상온경화형 플라스틱 도료는 KS M 6080 5종에 따른다.

2.2 유리알

유리알의 품질기준은 KS L 2521 도로 표지 도료용 유리알에 따르며, 동등 이상의 제품은 사용할 수 있다.

표 11-2-1 유리알 살포방식과 규격

살포 방식	유리알 규격
Drop - in	2호 입도

2.3 재료의 반입 및 저장

2.3.1 도료와 유리알은 지정된 용기와 포대로 반입하여야 한다.

2.3.2 각 도료는 드럼의 뚜껑이 아래로 가도록 저장하여야 하며, 도료가 반입된 후 3개월마다 상하를 뒤집어 보관하고, 사용할 때에는 바닥에 앙금이 생기지 않도록 섞어 주어야 한다.

2.3.3 유리알은 창고에 저장하여야 하며, 냉습한 곳에 저장하여서는 안 된다.

2.4 재료의 승인

계약상대자는 재료를 사용하기 30일 전에 사용할 재료가 KS의 관련 규격에 적합한가를 증명할 수 있는 자료를 감독자에게 제출하고 확인을 받아야 한다.

2.5. 색상

시멘트 콘크리트 포장 도로에서 배경과 표시의 대비를 고려하여 감독자의 지시가 있을 때에는 상온건조형 흑색 페인트로 백색과 황색의 테두리를 도색하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공기계

3.1.1 계약상대자는 시공에 사용할 차선도색 장비의 기종, 성능, 기계상태 등을 기재한 차선도색장비 사용계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.1.2 차선도색용 차량은 자주식 가열형에 자동계측장비(타코메타)가 부착된 것이어야 하며, 우측핸들에 우측분사, 좌측핸들에 좌측분사를 할 수 있는 차량으로 좌·우측 동시 도색이 가능하도록 성능검사에 합격한 차량을 준비하여야 한다.

3.1.3 백색 또는 황색을 동시에 연속적으로 도색할 수 있는 것이어야 하며, 유리알을 도색선 표면 위에 규정된 비율로 균일하게 직접 자동 분사할 수 있어야 한다.

3.1.4 차선도색장비는 노즐을 통하여 일정한 압력으로 도료를 살포할 수 있는 분사식이어야 하며, 도료 탱크는 기계식 진동기를 갖추고 있어야 한다.

3.1.5 각 노즐은 규정된 비율로 균일하게 유리알을 뿌릴 수 있는 분사 노즐과 분사와 동시에 작동하는 유리알 살포기를 갖추고 있어야 한다.

3.1.6 작업장 안전관리에 투입되는 안전차량에는 차선도색 작업에 필요한 자재(페인트, 시너, 유리알)를 적재한 상태로 운행하여서는 안 된다.

3.2 노면표시 설치

3.2.1 도색할 시공면은 도색하기에 앞서 먼지나 기타 부착을 저해하는 유해물질 등을 깨끗이 청소하고 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.2.2 도색은 노면이 완전히 건조된 상태에서 도색하여야 하며, 도색된 도료가 노면으로부터 이탈되지 않아야 한다.

3.2.3 노면이 젖어있거나 노면의 기온이 5 ℃ 이하의 경우에 시공하여서는 안 된다.

3.2.4 노면표시의 형상 및 치수는 지정된 폭으로 깨끗하고 균등하게 도색하여야 하며, 적절한 곡선 또는 직선을 유지하여야 한다.

3.2.5 유리알 살포는 비드압입식(drop-in) 공법으로 살포하여야 하며, 도료의 살포와 동시에 비드가 살포되어 균등하게 혼입되도록 하여야 한다. 다만, 문자 · 기호 등의 경우에는 감독자의 지시에 따라 살포 방법을 달리 할 수 있다.

3.2.6 노면표시는 차선도색 차량에 의하여 차선도색을 하여야 한다. 다만, 차선도색 차량에 의한 도색이 어려운 경우에는 노면표시의 도색장비 및 도장방식에 대하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

3.2.7 차선도색이 끝난 부분은 도료가 완전히 건조할 때까지 통행차량으로부터 보호하여야 한다.

3.2.8 시공 중의 작업장 안전관리는 관련 규정에 의한 안전관리를 시행하여야 하며, 작업 중의 제반 안전사고에 대하여는 계약상대자가 책임을 진다.

3.2.9 계약상대자는 노면표시의 시공에 앞서 가열형 및 상온형을 감독자의 입회하에 각 2 km씩 시험도색을 실시하여 장비성능을 확인하여야 한다.

3.2.10 사용할 도료의 색상, 종류 및 유리알의 혼입량 등에 대해서는 설계도서에 따르며, 교통량 등 도로특성에 맞게 아래와 같이 달리 적용할 수 있다.

(1) 상온경화형 : 고속국도, 도시지역, 교통량 30,000대/일 초과
(2) 융착식 : 일반국도, 5,000 대/일 ~ 30,000대/일
(3) 수용성형 : 일반국도, 5,000대/일 미만
(4) 가열형 : 임시포장, 우회도로 등

3.2.11 준공할 때에는 반드시 반사성능을 측정하고 그 결과를 감독자에게 제출하여 확인받아야 한다. 반사성능은 표 11-2-2 노면표시의 반사성능 기준에 따른다.

표 11-2-2 노면표시의 반사성능 기준

입 사 각	관 찰 각	구 분	반사성능(mcd/㎡ · lux)	
			백 색	황 색
88.76°	1.05°	설치할 때	250	175
		재도색 시기	100	70

비고) 1. "설치할 때"는 준공검사기준치를 의미한다.
2. "재도색 시기"는 반사성능의 값이 기준치 이하일 때 재도색 시점으로 본다.
3. 위 기준은 설치기술 및 유리알 생산기술의 개선에 따라 조정할 수 있다.

3.2.12 비가 내릴 때 야간 시인성 확보가 필요한 경우는 표 11-2-3 비가 내릴 때의 노면표시 반사성능 기준에 따른다.

표 11-2-3 우천시 노면표시의 반사성능기준

구 분	재귀반사도 [mcd/(㎡ · lx)]		비 고
	설치시(Dry)	Wet Recovery시험	
백 색	250	175	KS M 6080 (EN 1436 시험법 참조)
황 색	175	123	

비고) 1. 노면이 젖은 상태에서의 재귀반사성능 값을 제시한 것이며, 이는 비가 오는 상태에서의 환경조건으로 오해의 소지를 방지하고 우천시 야간 시인성 시험을 보다 용이하게 측정하기 위하여 제시된 조건임
2. "재도색 시기"는 "일반적인 도로차선"의 규정을 준용한다.

3.3 휘도 측정

3.4.1 공사 착공 전 감독자 입회하에 실제 살포량(유리알 도료) 확인시험을 실시하여 자동계측장비와 일치되는지 여부를 확인하여야 한다.

3.4.2 휘도측정은 차선도색공사 후 최소 도로개통 1일 경과 이후 측정하여야 한다.

3.4.3 휘도측정은 KS M 6080 및 EN 13459 Road marking material – Quality control – Part3 Performance in use에 따른다.

3.4 제 거

3.3.1 노면표시 제거방법은 설계도서에 따라야 하며, 노면의 표시를 제거하기 위하여 흑색 페인트를 덮어 씌워서는 안 된다.

3.3.2 노면표시의 제거는 포장 표면의 손상을 최소로 할 수 있도록 실시하여야 하며, 흔적이 없도록 완전히 제거하여야 한다.

3.3.3 노면표시를 제거할 때 발생된 포장면의 손상은 계약상대자의 부담으로 즉시 보수하여야 하며, 노면표시 제거 후 시공구간의 청소는 계약상대자의 부담으로 실시한다.

11-3 시선유도시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 운전자의 시선을 유도하기 위한 시선유도표지, 태양열 시선유도기, 갈매기표지, 표지병 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 3505 반사 안전 표지판
KS A 3507 산업 및 교통안전용 재귀반사시트
KS A 3805 도로 시선유도표지용 재귀성 반사체
KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS D 3501 열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3698 냉간압연 스테인레스 강판 및 강대
KS D 6006 알루미늄합금 다이캐스팅
KS D 6008 알루미늄 합금 주물
KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조
KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재
KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선
KS D 6770 알루미늄 및 알루미늄 합금 단조품
KS D 8304 전기아연도금
KS D 8308 용융 아연 도금
KS D 9521 용융 아연 도금작업 표준
KS M 3153 폴리카보네이트 성형 재료
KS M 3305 섬화 강화플라스틱용 액상 불포화 폴리에스테르수지
KS M ISO 7391 플라스틱-폴리카보네이트(PC) 성형 및 압출재료
도로안전시설 설치 및 관리지침-시선유도시설 편(국토교통부)

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계

획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 시선유도표지

2.1.1 알루미늄 합금 중 판으로 사용하는 것은 KS D 6701의 합금번호 A5052 P의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.2 알루미늄 합금 다이캐스팅을 사용할 경우에는 KS D 6006의 7종(기호 : ALDC 7)의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.3 알루미늄 합금 주물을 사용할 경우에는 KS D 6008에 적합하여야 한다.

2.1.4 알루미늄 합금 파이프를 사용할 경우에는 KS D 6759에 적합하여야 한다.

2.1.5 강관을 사용하는 경우에는 KS D 3566 2종 SPS41의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다. 강판을 사용하는 경우에는 KS D 3512 1종에 SCP1의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.6 반사체에 사용하는 메타크릴수지는 KS M 3152, 반사지는 KS A 3507의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.7 반사체 및 반사체틀 그리고 지주에 사용되는 폴리카보네이트 수지는 KS M ISO 7391의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.8 지주용에 사용하는 폴리에틸렌 수지는 KS M 3353의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.9 반사체 틀 및 지주 등에 유리섬유를 사용하는 FRP는 KS M 3305에 적합하여야 한다.

2.1.10 반사체 틀 및 지주에 사용하는 PVC 수지는 KS M 3810의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.11 반사체 틀에 사용하는 ABS 수지는 KS M ISO 2580의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.1.12 반사체의 색은 백색 또는 황색을 적용하며, 도로 진행방향으로 운전자의 위치에서 볼 때 도로의 오른쪽과 같이 도로와 도로 밖의 경계를 나타내는 곳에는 백색의 반사체를 설치하고, 도로의 왼쪽이나 중앙분리대와 같이 반대방향의 교통류를 분리하는 곳에는 황색의 반사체를 설치한다. 단, 도로의 오른쪽 경계표시에 주·정차 금지를 나타내는 황색의 노면표시를 설치하더라도 이곳에는 백색 반사체를 적용한다.

2.1.13 반사체의 색도는 야간의 색도측정방법에 따라 반사체의 색도를 측정할 때 표 11-3-1, 그림 11-3-1의 색도좌표의 범위 이내에 들어와야 한다.

색도측정방법은 “도로안전시설 설치 및 관리 지침”의 시선유도시설 편(국토교통부, 이하 ‘시선유도시설 지침’이라 한다.)을 참조한다.

2.1.14 반사체의 반사성능은 시선유도시설 지침의 재귀반사체 반사성능 시험법에 따라 측정하여야 한다. 반사체의 재료로 합성수지와 반사지를 사용하는 경우에는 표 11-3-2에 제시된 반사성능 이상이어야 하며, 유리를 사용하는 경우에는 표 11-3-2의 반사성능 값에 보정계수 0.5를 곱한 값 이상이어야 한다.

2.1.15 반사체 내구성 시험은 육안검사와 방수성검사로 나누어, 각 사용재료별로 5개의 시료를 측정하여 4개 이상의 시료가 기준 값을 만족하여야 하며, 그렇치 못할 경우에는 다시 5개의 시료를 채취하고 동일한 시험을 수행한 후 5개 전체가 기준 값에 만족하여야 한다.

2.1.16 단, KS A 3805에 따라 KS 인증을 받은 제품은 별도의 시험을 실시하지 않고 시험 기준값을 만족한 것으로 볼 수 있다.

표 11-3-1 색도좌표의 범위

색 상	색도좌표의 범위						
	구분	1	2	3	4	5	6
흰 색	x	0.310	0.453	0.500	0.500	0.440	0.310
	y	0.348	0.440	0.440	0.380	0.380	0.283
노랑색	x	0.545	0.559	0.609	0.597	–	–
	y	0.424	0.439	0.390	0.390	–	–

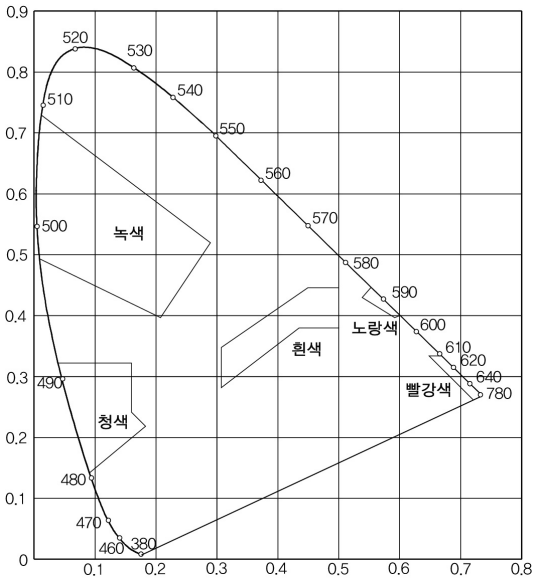


그림 11-3-1 색도 좌표

표 11-3-2 반사성능기준

(단위 : cd/lx · ㎡)

관측각	색상	백색			황색		
	입사각	0°	β_1 = 10°	β_2 = 20°	0°	β_1 = 10°	β_2 = 20°
0.2°		850	680	510	530	430	310
0.5°		410	340	240	270	220	140
1.5°		13	11	8	8	7	5

2.2 시선유도봉

2.2.1 시선유도봉은 교통사고 발생의 위험이 높은 곳으로서 운전자의 주의가 현저히 요구되는 장소에 동일 및 반대방향 교통류를 공간적으로 분리하고, 위험구간 예고 목적으로 시선을 유도하는 시설이다.

2.2.2 시선유도봉의 몸체 색상은 주황색을 사용하며, 반사체의 색상은 설치위치의 노면표시와 동일한 색상으로 하여야 한다.

2.2.3 시선유도봉의 품질기준은 도로안전시설 설치 및 관리 지침 또는 RS-FITI-2010-032을 참조한다.

2.3 갈매기표지

2.3.1 갈매기표지의 재료기준은 이 시방서 11-3절 2.1에 따른다.

2.3.2 갈매기표지에 사용하는 반사지의 재료는 반사지와 합성수지 등을 사용할 수 있으며, 이들의 재질은 이 시방서 11-3절 2.1에 따른다.

2.3.3 표지판은 KS D 6701의 A 5052 P의 규정에 적합한 것이어야 하며, 표지판의 두께는 3 mm 이상이어야 하며, 바람에 휘어지지 않아야 한다.

2.3.4 알루미늄 판넬 및 앵글은 KS D 6759의 A 6063S-T5의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.5 결합밴드는 KS D 3698 STS304의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.6 볼트, 너트 및 와셔는 비틀림과 휨이 없는 것이어야 한다.

2.3.7 지주에 사용하는 재료는 KS D 3503 및 KS D 3566의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.8 지주용 캡은 KS D 3501의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.9 지주 연결용 강판은 KS D 3503의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.10 판넬과 지주 결합용 크립은 KS D 6770 A 6061 FD-T6의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.3.11 기타 사항은 「도로표지 제작·설치 및 관리 지침」을 참조한다.

2.3.12 갈매기표지의 바탕은 황색, 꺾음표시는 흑색으로 하며, 색도측정방법은 「한국산업표준 KS A 3507」의 색도 측정방법에 따라 CIE 표준광원 C를 가지고, 「45/0 조명 및 관측」 조건하에서 주간의 색도 측정방법에 따라 측정할 때 표 11-3-3, 그림 11-3-2 내에 들어와야 한다.

2.3.13 반사체의 반사성능은 시선유도시설 지침의 재귀반사체 반사성능시험법에 따라 측정하여 그 결과가 표 11-3-4의 반사성능 기준 값 이상이어야 한다.

표 11-3-3 색도좌표의 범위

색 상	색도좌표의 범위					휘도율 (Y %)	
	구분	1	2	3	4	하한	상한
황색	x	0.498	0.557	0.479	0.438	12	30
	y	0.412	0.442	0.520	0.472		

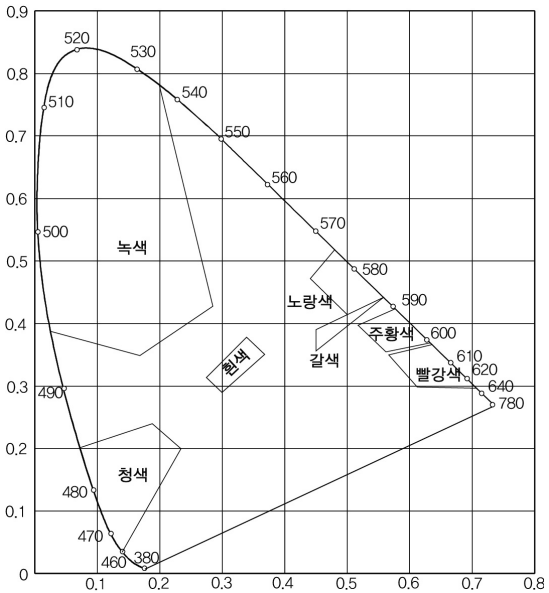


그림 11-3-2 색도 좌표

표 11-3-4 반사성능기준

(단위 : cd/㎡ · lx)

측광 기하조건		반사성능
관측각	입사각 (β)	황색
0.2°	− 4°	470
	+ 30°	270
0.5°	− 4°	110
	+ 30°	51

2.4 표지병

2.4.1 합성수지를 사용하는 경우 광학 성질을 가지고 있는 렌즈에 돌출이나 톱니 모양의 자국이 없어야 한다.

2.4.2 유리를 사용하는 경우 개별 유리구슬의 고정상태가 견고하여야 하며, 파손 · 긁힘 등이 없어야 한다.

2.4.3 표지병의 몸체는 알루미늄 합금 · 합성수지 또는 기타의 재료 등으로 제작할 수 있으며, 충격에 강하고 필요한 강도와 내구성을 가지고 있어야 한다.

2.4.4 표지병의 몸체로 알루미늄 합금 주물을 사용할 경우에는 KS D 6008 의 규정에 적합한 것이어야 하며, 알루미늄 합금 다이캐스팅을 사용할 경우에는 KS D 6006 의 규정에 적합한 것 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.4.5 표지병의 몸체로 메타크릴수지를 사용할 경우에는 KS M 3152, 폴리카보네이트수지를 사용할 경우에는 KS M ISO 7391 의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.4.6 반사체의 색상은 노면표시 색채규칙에 따르며, 백색 · 황색을 적용한다. 백색은 진출 · 진입 연결로 고어(gore)부 등 동일방향 교통류의 분리 및 경계에 사용하고, 황색은 중앙선 등 반대 방향 교통류 분리 · 안전지대 · 노상 장애물 등 제한 및 지시 등을 표시하는데 사용한다.

2.4.7 표지병의 시험은 국내 지침이나 규정에 의거하여 부식시험 · 렌즈충격시험 · 방수성시험 · 강도시험 · 온도순환시험 · 모래분사시험 · 내후성시험 등으로 나누어 실시하고, 시험은 5개의 시료를 측정하여 4개 이상의 시료가 기준값을 만족하여야 되고, 그렇지 못할 경우에는 다시 5개의 시료를 채취하고 동일한 시험을 수행한 후 5개 전체가 기준 값에 만족하여야 한다.

2.4.8 반사체의 색도는 색도측정방법에 따라 측정할 때 표 11-3-5, 그림 11-3-3의 색도좌표 범위 이내에 들어와야 한다. 표지병 반사체의 색도 측정은 시선유도시설지침을 참조한다.

2.4.9 반사체의 반사성능은 재귀반사체의 반사성능 시험법(시선유도시설 지침 참조)에 따라 측정하여 그 결과가 표 11-3-6 이상이어야 한다. 재귀반사체의 색상계수는 백색을 1로, 황색을 0.6으로 한다.

표 11-3-5 색도좌표의 범위

색 상	색도좌표의 범위						
	구분	1	2	3	4	5	6
백색	x	0.310	0.453	0.500	0.500	0.440	0.310
	y	0.348	0.440	0.440	0.380	0.380	0.283
황색	x	0.545	0.559	0.609	0.597	–	–
	y	0.424	0.439	0.390	0.390	–	–

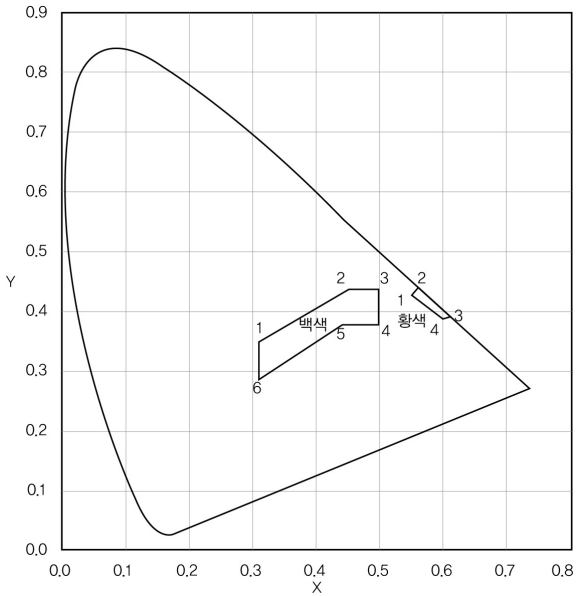


그림 11-3-3 색도좌표

표 11-3-6 반사성능 기준

측광기하조건		최소 R 값(mcd/lx)			
관측각	입사각	유리		플라스틱	
		흰색	노란색	흰색	노란색
0.2°	0°	–	–	279	167
0.2°	±20°	–	–	112	67
0.3°	±5°	20	12	220	132
1°	±10°	10	6	25	15
2°	±15°	2	1.2	2.5	1.5

3. 시 공

3.1 시선유도표지

3.1.1 제 작

(1) 합성수지를 사용하는 경우에는 광학 성질을 가지고 있는 렌즈에 돌출이나 톱니모양의 자국이 없어야 하고, 반사체의 뒷면에 물이나 기타 먼지 등이 안으로 들어가지 않도록 한다.

(2) 합성수지로 제작할 때의 접합은 접착제를 사용하여 떨어지지 않도록 하여야 한다.

(3) 반사지의 경우에는 반사지를 틀에 가열하거나 압력을 주어 부착하는 방식을 주로 사용하기 때문에 반사지의 표면에 균열, 기포, 얼룩 등이 생기지 않도록 부착하여야 한다.

(4) 유리를 사용하는 경우에는 개별 유리구슬의 고정상태 불량, 파손, 긁힘 등이 없어야 한다.

(5) 각 제품은 조립 및 시공 후에 육안으로 확인할 수 있는 유해한 결함이 있어서는 안 된다.

(6) 철재 절단부분 및 용접부분은 그라인더(grinder)로 표면을 매끈하게 하여야 하며, 요철이 없어야 한다.

(7) 완성된 제품은 안전하게 현장까지 운반 및 하차하여야 하며, 적당한 보호재로 포장하여 파손 및 손상이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(8) 운반 도중 발생한 불량품은 다시 제작하여 납품하여야 한다.

3.1.2 방식처리

(1) 강관을 지주로 사용할 경우에는 아연도금을 하고, 그 위에 공장에서 마무리 도장을 하는 것으로 한다.

(2) 도장의 밀착성을 좋게 하기 위하여 도금 면에 인산염 처리 등의 바닥처리를 하여야 한다.

(3) 도료는 열경화성 아크릴 수지 도료 또는 이와 동등한 도료를 사용하며, 도막두께는 최소 20 ㎛ 이상이어야 한다.

(4) 피복 강관을 지주로 사용할 경우에는 강관에 숏블라스트를 하여 접착제를 도포하고, 유동침적법에 의하여 0.5 mm 정도의 염화비닐의 피복층을 만든 후, 강관에 압출하여 2.0 mm 정도의 두께로 내부층은 검은색, 외부층은 백색의 피복층을 폴리에틸렌수지로 표면처리하여야 한다.

(5) 지주에 사용하는 강관 및 연결장치에 사용하는 강판 등을 용융아연도금 처리할 경우에는 KS D 8308 2종 HDZ35에 적합하여야 한다. 볼트, 너트 등의 표면처리에 관해서는 KS D 8304 2종 2급에 적합하여야 한다. 또한 나사는 도금 후 홈이 유지되도록 손질하여야 한다.

3.1.3 설 치

(1) 시선유도표지는 현지 지형을 고려하여 감독자가 확인한 정확한 위치에 설치하여야 하며, 수목 등 시각적 장애요인을 제거하는 등의 조치를 시행한 후 설치하여야 한다.

(2) 시선유도표지의 설치 위치는 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치하여야 하며, 일반적으로 방호울타리 변형거리 밖의 현지 지형에 따라 시인성이 양호한 곳에 설치하여야 한다.

(3) 시선유도표지의 설치높이는 노면으로부터 반사체의 중심까지 900 mm 로

설치하여야 한다. 시선유도표지는 연속적으로 설치하여 원활한 시선유도 효과가 있도록 하며, 도로의 평면곡선반지름에 따른 설치간격은 표 11-3-7에 따른다. 평면곡선부 가드레일 설치 구간의 간격은 표 11-3-8에 따른다. 직선구간의 최대 설치 간격은 48 m로 한다.

(4) 도로의 평면선형이 곡선에서 직선 또는 직선에서 곡선으로 연결되는 선형변이구간에 대해서는 시선유도표지가 시각적으로 연속성 있게 보이도록 설치 간격을 적정하게 조정하여 설치하여야 한다. 이에 대한 세부적 기준은 시선유도시설지침을 참조한다.

(5) 설치각도는 자동차의 진행방향에 대하여 직각으로 설치하며, 평면곡선반지름이 작은 구간 등 진행방향에 대하여 직각으로 설치함으로 인하여 반사성능이 약해질 것으로 예상되는 경우에는 주행조사를 실시하여 설치각도를 변경하여 설치하여야 한다.

(6) 지주가 침하될 염려가 없도록 바닥을 다져 연직으로 세우고, 매설할 때에도 지주 주위를 다져 지주가 기울거나 이동되지 않도록 하여야 한다. 지형상 소정 깊이를 유지할 수 없는 경우에는 매립깊이를 최소 450 mm로 하고 지주의 밑부분에 십자형 앵커 등 별도의 장치를 설치하여야 한다.

표 11-3-7 평면곡선부에서 반사형 시선유도표지 설치 간격

평면곡선반지름(m)	시선유도표지 설치간격(m)	평면곡선반지름(m)	시선유도표지 설치간격(m)
50 이하	5	406 ~ 500	22.5
51 ~ 80	7.5	501 ~ 650	25
81 ~ 125	10	651 ~ 900	30
126 ~ 180	12.5	901 ~ 1,200	35
181 ~ 245	15	1,201 ~ 1,550	40
246 ~ 320	17.5	1,551 ~ 1,950	45
321 ~ 405	20	1,951 이상	50

표 11-3-8 평면곡선부 가드레일 설치구간의 시선유도표지 설치 간격

평면곡선반지름(m)	시선유도표지 설치간격(m)	평면곡선반지름(m)	시선유도표지 설치간격(m)
50 이하	4	406 ~ 500	20
51 ~ 80	8	501 ~ 650	24
81 ~ 125	8	651 ~ 900	28
126 ~ 180	12	901 ~ 1,200	32
181 ~ 245	12	1,201 ~ 1,550	40
246 ~ 320	16	1,551 ~ 1,950	44
321 ~ 405	20	1,951 이상	48

3.2 시선유도봉

3.2.1 시선유도봉은 중앙분리대의 분리대 및 안전지대 내에 도로 횡단상으로 차로 밖의 측대 폭 만큼 차선과 이격하여 설치한다.

3.2.2 시선유도봉의 설치간격 및 설치방법은 도로안전시설 설치 및 관리지침을 참조한다.

3.2.3 시선유도봉은 도로면에 접착제와 앵커볼트를 사용하여 고정시킨다. 이때 앵커볼트는 차량진행방향에 앵커볼트 2개 면을 배치하여 앵커 빠짐을 줄일 수 있도록 시공하여야 한다.

3.3 갈매기표지

3.3.1 갈매기표지는 도로의 선형이 급격하게 변화하는 구간, 공사구간 또는 사고 많은 지점 등과 같이 운전자에게 도로의 상황에 관한 사전 정보제공이 필요한 구간에 설치하여야 한다.

3.3.2 갈매기표지의 설치 위치는 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치하여야 하며, 일반적으로 길어깨 가장자리로부터 2 m 이내에서 현지 지형에 따라 시인성이 양호한 곳에 설치하여야 한다.

3.3.3 갈매기표지의 설치높이는 노면으로부터 표지판 하단까지의 높이를 1.2 m로 하여 설치하여야 하며, 주위 환경에 따라 조정이 필요한 경우에는 감독자와 협의하여 조정하여야 한다.

3.3.4 갈매기표지는 평면곡선구간에서 연속으로 설치하여 시선유도 효과가 있어야 하며, 적용구간과 도로의 평면곡선반지름에 따른 설치간격은 표 11-3-9 · 표 11-3-10에 따른다.

3.3.5 연결로에서 갈매기표지는 시점에서부터 4개만 곡선반지름별 설치간격에 따라 설치하여야 한다.

3.3.6 표지판의 설치각도는 자동차의 진행방향에 대하여 직각으로 설치하여야 하며, 표지의 시인성이 양호하도록 조정이 필요한 경우에는 자동차의 진행방향을 고려하여 설치각도를 감독자와 협의하여 조정하여야 한다.

3.3.7 표지판의 설치는 지주에 단단히 고정하여 설치 후 바람 등 외압으로 인하여 설치각도가 변화되지 않도록 하여야 한다.

3.3.7 지주를 설치할 경우는 이 절 3.1.3 (6)에 따른다.

표 11-3-9 평면곡선부의 최소곡선반지름과 갈매기표지 적용구간의 곡선반지름

설계속도(km/hr)	최소곡선반지름(m)	갈매기표지 적용 구간 곡선반지름(m)
120	710	770
110	600	650
100	460	550
90	380	420
80	280	340
70	200	250
60	140	180
50	90	120
40	60	80
30	30	45

표 11-3-10 평면곡선부의 갈매기표지 설치 간격

평면곡선반지름 (m)	설치간격 (m)	평면곡선반지름 (m)	설치간격 (m)
50 이하	8	246 ~ 320	25
51 ~ 80	12	321 ~ 405	30
81 ~ 125	15	406 ~ 500	35
126 ~ 180	20	501 ~ 650	38
181 ~ 245	22	651 ~ 900	45

3.4 표지병

3.4.1 앵커형 표지병

(1) 설계도서에 명시된 설치간격을 노면에 표시하고, 천공기로 표지병의 앵커 길이 보다 10 mm 정도 더 깊게 구멍을 뚫는다.

(2) 표지병이 접착될 노면은 먼지나 기름 등의 불순물을 깨끗이 제거하여야 한다.

(3) 접착제는 천공된 구멍의 주위 아스팔트 높이만큼 주입한다.

(4) 표지병의 앵커부분을 삽입하고 표지병 몸체 상부부터 진동기를 통하여 진동을 준다. 진동을 줌에 따라 앵커 주변과 표지병 안쪽에 접착제가 고루 고루 퍼질 수 있도록 하여야 한다.

(5) 표지병 시공한 후에는 표지병 밖으로 흘러나온 접착제를 제거해 내고 청소를 하여야 한다.

3.4.2 접착제만을 사용한 표지병

(1) 표지병을 설치할 노면은 먼지나 기름 등의 불순물을 깨끗이 제거하여야 한다.

(2) 접착제는 청소가 완료된 노면과 표지병의 바닥에 고르게 바른다. 이때 접착제의 양은 표지병을 노면에 눌러 붙였을 때 접착제가 표지병의 가장자리로 밀려나올 정도로 바르고 밀려나온 접착제는 굳기 전에 제거하여야 한다.

(3) 접착제의 강도는 포장체의 전단력과 동일하여야 한다. 실제 생산되는 에폭시 수지의 물리적인 강도는 포틀랜드 시멘트나 아스팔트 콘크리트 보다 일반적으로 크다.

(4) 에폭시 수지를 사용하여 접착하는 경우에는 표지병의 노출면으로부터 접착제를 제거하기 위하여 미네랄수를 묻힌 천조각이나 등유를 사용하여야 하며, 다른 용제를 사용하여서는 안 된다.

(5) 역청접착제를 사용하는 경우에는 190 ℃ ~ 218 ℃ 의 온도조절장치에 의하여 조정되는 용해장치로부터 추출하고 저어 주어야 한다. 역청접착제는 표지병의 밑부분보다 약간 큰 덩어리로 만들어 가능한 한 빨리 표지병의 하단에 떨어뜨리며, 접착제 설치 후 5초 이내에 접착하여야 한다. 그리고 가볍게 압력을 주어 정확한 위치에 고정시켜 설치하여야 한다.

(6) 표지병은 완전히 부착되어 굳을 때까지 충격으로부터 보호하여야 하며, 표지병의 돌출된 부분은 20 mm 이하가 되어야 하며, 기타 규격 및 형상 · 설치기준 등은 도로안전시설 설치 및 관리지침 –시선유도시설 편(국토교통부)을 참조한다.

11-4 차량방호안전시설

11-4-1 방호울타리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 연성 방호울타리(가드레일, 가드 케이블, 가드 파이프, 박스형 보 등), 콘크리트 강성 방호울타리의 공사에 적용한다.

1.2 시공 일반사항

1.2.1 공사는 설계도서에 따라 시행하며, 공사 중 여건변동이 있을 경우에는 수정계획도서를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

1.2.2 새로운 방호울타리 형식의 개발 · 적용은 그 설치 목적 및 기능에 부합하는 것으로서, 실물차량 충돌시험을 수행하여 그 성능이 적합한 것이어야 한다.

1.3 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
KS D 3502 열간 압연 형강의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3506 용융 아연 도금 강판 및 강대
KS D 3514 와이어 로프
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관
KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선
KS D 8308 용융 아연 도금
KS D 9521 용융 아연 도금 작업 표준
KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 차량방호 안전시설 편(국토교통부)

2. 재료

2.1 연성 방호울타리

2.1.1 연성 방호울타리는 재료는 실물충돌시험에 합격한 각 제품별 표준설계도와 시방서대로 시공하여야 한다.

2.1.2 제품의 품질관리는 해당 제품의 도면에서 제시한 재질을 사용하는지를 점검한다.

2.1.3 제품의 검사는 다음 항목에 규정된 바에 따라 수행한다.

(1) 제품의 검사는 감독자의 지시에 따라야 하며 외관검사, 치수검사 및 부착량 시험으로 구분한다.

(2) 외관검사는 제품 모두에 대하여 실시하되, 도금되지 않은 곳 · 흠 · 변색 등 외관상 결함 유무를 공장에서 검사한다.

(3) 치수검사는 방호울타리 200 m 분마다 또는 그 단수(端數)마다 1회를 공장에서 검사하며, 그 허용오차는 설계도서와 재료 규정에 제시된 값의 범위로 한다.

(4) 제품의 포장 · 운반 중에 일어나는 형상 · 치수의 변화는 방지하여야 하며, 시공할 때 이를 바로 잡아야 한다. 또한 도금에 손상을 입히지 않도록 주의하여야 하며, 미관상 유해한 결함이 있는 것을 가려내어 교체하여야 한다.

(5) 아연 부착량 시험은 일반적으로 전자식 막 두께를 써서 비파괴의 방식으로 시험하여야 하며, 특히 필요한 경우는 KS D 0201을 준용한다. 그러나 빔, 지주, 볼트, 너트 및 가드 케이블의 와이어 로프는 KS D 0201의 염화안티몬법에 따라야 한다.

(6) 막 두께에 의한 시험부재는 방호울타리의 연장 500 m 분 또는 그 단수마다, 염화안티몬법에 의한 시험부재는 300 m 분마다 1회를 시험하여야 하며, 보의 경우 한 단면에 대하여 표면(表面) 6개소, 지주에 대하여는 표면 3개소를 측정하여야 한다.

(7) 재질시험이 필요한 경우 인장 · 항복강도, 연신율, 굴곡시험 등을 실시할 수 있다.

2.2 콘크리트 강성 방호울타리

2.2.1 본체는 무근 콘크리트로 하고, 골재의 최대 크기는 19 mm로 하며, 콘크리트의 압축강도는 24 MPa 이상으로 한다.

2.2.2 사용 재료는 콘크리트 표준시방서 등의 관련 규정에 부합하여야 한다.

2.2.3 품질관리

(1) 방호벽의 상단부의 요철은 3 m 직선자로 점검한다.

(2) 점검은 방호벽의 중심을 따라 연속적으로 전체 길이에 걸쳐 실시하여야 하며, 직선자를 반 이상 겹쳐서 실시한다. 직선자로 측정해서 6 mm 이상 요철이 발생한 부분은 제거하고 재시공하여야 한다. 또한 요철이 6 mm 미만이 되도록 장비를 재정비하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 방호울타리는 각 제품별 표준 설계도와 공사시방서대로 시공하여야 하는 것은 물론이고, 본래의 방호울타리 기능을 적합하게 발휘할 수 있도록 성능시험 성적서와 첨부도면 등을 참고하여 주의를 기울여 안전하고 확실하게 시행하여야 한다.

3.1.2 공용 중인 도로에서 시공할 때는 보행자 등의 안전을 적극적으로 고려하여야 한다.

3.1.3 쌓기 구간의 경사시작점(B.P: Break Point) 부근에 설치하는 연성 방호울타리는 지주의 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며, 그 값이 실물충돌시험장에서 확인된 수평지지력의 90 % 이상이어야 한다. 현장지지력이 시험지지력의 90 % 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 검토하여 현장지지력을 보강하여야 한다.

3.1.4 쌓기 구간의 지주의 수평지지력 시험은 유압실린더 등 가압장치를 이용하여 높이 650 mm에서 횡방향으로 밀어 하중-변위관계를 측정하며, 변위가 350 mm일 때의 하중을 지주의 수평지지력으로 본다. 설치현장은 최소 1개소 이상(1 km마다 2개소) 실시한다.

3.1.5 방호울타리의 단부가 발생할 경우 단부를 도로 바깥쪽으로 구부리며, 실물충돌시험에 합격한 단부처리시설을 설치한다. 실물충돌시험 제품이 없는 경우 단부곡선형 연성 방호울타리를 시점 측에서 15° 이상 외측으로 8 m를 꺾어 설치할 수 있다.

3.1.6 연성 방호울타리와 콘크리트 방호벽이 연결되는 전이구간은 실물충돌시험에 합격한 제품으로 전이구간처리를 하여야 한다. 실물충돌시험 제품이 없는 경우 가드레일은 콘크리트 방호벽과 강결 처리하고, 가드레일 지주 간격을 "4@500+4@1,000+일반구간"으로 설치할 수 있다.

3.2 연성 방호울타리

3.2.1 제작

(1) 보의 형태, 무게, 길이 및 단면은 설계도서에 맞아야 하며, 이에 일치하도록 구멍이 뚫어져 있어야 한다.

(2) 모든 제품은 소정의 치수에 맞아야 하며, 휘어지거나 요철이 있어서는 안 된다.

(3) 모든 부재는 완성품에다 이음, 천공, 용접을 하여서는 안 된다.

(4) 절단, 천공, 프레스 작업 중 재료에 굴곡, 균열 등이 발생하여서는 안 된다.

(5) 구멍은 정확한 위치에 뚫어야 하며, 허용 오차는 0.5 mm 이내이어야 한다.

(6) 자재는 가공할 때 용접 · 가열 등으로 인하여 기계적 성질이 변해서는 안 되며, 거친 면이 없이 깨끗이 다듬질되어야 한다.

3.2.2 방호울타리의 색채는 다음 각 항에 규정한 것으로 한다.

(1) 방호울타리의 색채는 시선유도 효과를 감안하여 흰색 또는 회색으로 하되 아연 도금된 그대로도 사용할 수 있다.

(2) 보도용 방호울타리의 색채는 경관의 조화를 고려하여 자유로이 할 수 있으나, 운전자의 시각장애를 일으킬 수 있는 현란한 색상은 사용하지 않는다.

3.2.3 지주를 흙 속에 설치하는 경우

(1) 방호울타리의 지주는 지면에 수직되게 설치한다.

(2) 지주의 설치 구멍을 파고 되메우는 방법을 적용할 경우에는 설계도에 표시된 위치에 구멍을 파고, 지주가 침하되지 않도록 설치 구멍의 저부를 다지고 지주를 설치한 후 토사로 되메운다. 이 때 되메우기 한 층의 두께는 100 mm를 넘어서는 안 되며, 다짐은 KS F 2312(흙의 다짐 시험 방법)에 의하여 건조밀도의 95 % 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다.

(3) 오거(auger) 등을 사용하여 설치깊이의 반 정도 굴착한 후 타입하거나 처음부터 타입하는 방법을 적용할 경우에는 망치 또는 바이브로 파일 해머(vibro pile hammer) 등으로 설계도에 표시된 깊이까지 타입하며, 이 때 지주 머리가 손상되지 않도록 하여야 한다.

(4) 지주를 흙속에 매입할 때는 지하 매설물에 주의를 기울여야 한다.

3.2.4 지주를 콘크리트 구조물에 설치하는 경우

(1) 교량, 옹벽, 암거 등 콘크리트 구조물에 설치하는 구멍은 구조물의 콘크리트 타설 전에 지주 설치용 거푸집을 설계도에 표시한 위치에 설치하여야 한다.

(2) 설치 구멍은 가설 및 보수 작업이 쉽도록 지주 지름 보다 60 mm 정도 크게 한다.

(3) 구멍 주위의 보강 철근은 구조물이 철근 콘크리트일 경우 꼭 필요하지는 않지만, 구조물의 해당 부분이 무근 콘크리트일 경우에는 보강 철근을 배근하여야 한다.

(4) 설치 구멍 주위에는 보강 철근을 배치하고 그림 11-4-1과 같이 아래 부분에 아스팔트를 뿌리고 주위를 모래로 채운 후 그 위 부분에 다시 아스팔트를 뿌리고, 충진재(sealant)를 추가로 채워 완전한 시공이 되도록 하여야 한다.

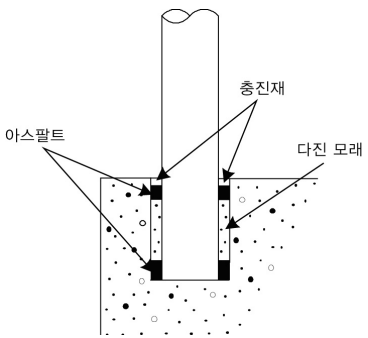


그림 11-4-1 지주의 설치(콘크리트 구조물에 설치하는 경우)

(5) 교량의 연석부에서 소정 매입 깊이를 유지할 수 없는 경우에는 차량이 충돌하였을 때 지주가 빠져나가거나 연석이 파괴되지 않도록 방호울타리의 등급 및 연석의 조건에 따라 매입부를 설계하고, 감독자의 승인을 얻어 시공한다.

3.2.5 원형 지주를 사용하여 시공하는 경우에는 캡이 이탈되지 않도록 하여야 한다. 특히, 지주 안으로 물이 스며들지 않도록 캡과 지주의 연결부위가 완전히 밀폐되도록 하여야 한다.

3.2.6 연결쇠는 설계도에 따라 지주에 연결쇠용 볼트로 붙인다.

3.2.7 곡선반지름이 작은 구간에서의 설치는, 미리 곡선으로 제작된 보를 사용하여야 한다.

3.2.8 보의 붙임은 그림 11-4-2와 같은 겹침이 되도록 엄밀히 시공하고, 볼트, 너트로 조여 붙인다. 보의 높이는 설계된 높이의 +30 mm, −20 mm 범위에 들어야 한다.

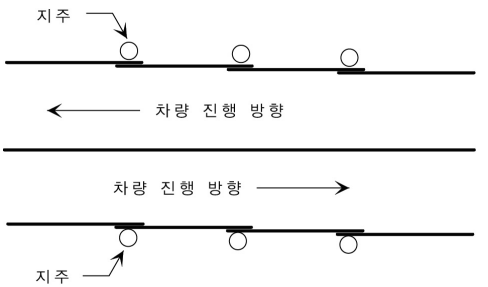


그림 11-4-2 보 붙임

3.2.9 방호울타리의 단부는 분리대 개구부 및 접속 도로와의 교차부 등에서 차량이 직접 지주에 충돌하거나 방호울타리에 스치는 것을 방지하는 조치를 취하여야 한다.

3.2.10 시공 완료 후, 다음 각 사항에 대하여 점검하여야 한다.

(1) 설계된 위치와 설치한 위치
(2) 차량 진행 방향에 대한 보의 겹이음 상태
(3) 보의 높이
(4) 볼트의 조임 상태
(5) 도장

3.3 콘크리트 강성 방호울타리

3.3.1 콘크리트 벽형 강성 방호울타리는 프리캐스트나 현장 콘크리트 타설로 하며, 슬립폼에 의해서 시공할 수 있다.

3.3.2 방호벽의 단부처리는 도면에 나타난 형상대로 실시하여야 한다.

3.3.3 수축줄눈은 설계도서 및 공사시방서에 따라 설치하며, 특별히 규정되지 않은 경우에는 6 m 이하의 간격으로 일정하게 설치하여야 한다. 수축줄눈의 형상은 절삭줄눈이나 타입줄눈 형식으로 하고 폭 6 mm, 깊이 50 mm로 한다.

3.3.4 방호벽의 기초는 포장 표면으로부터 최소한 200 mm 이상 깊이로 설치하여야 한다.

3.3.5 줄눈을 설치하기 위하여 콘크리트를 자르는 시기는 콘크리트가 건조 수축으로 인하여 균열이 발생하기 전에, 또 자를 때 콘크리트의 다른 부분이 손상을 입지 않을 정도로 경화된 후에 설치하여야 한다. 시공줄눈은 기구로 잘라서 설치하여야 한다. 팽창줄눈은 기성 팽창줄눈재를 사용해서 시공하여야 하며, 그 폭은 20 mm로 하고 시공줄눈으로 사용한다.

3.2.6 슬림폼에 의한 시공표면 홈의 직경이 15 mm 미만일 경우는 그냥 두어도 되나, 그 이상인 경우에는 슬립폼을 재정비하여야 한다. 완성된 콘크리트 벽형 강성 방호울타리를 재정비하기 위해서 물을 추가로 뿌려서는 안 된다. 콘크리트 혼합물은 슬럼프치 25 mm 이하로 한다.

11-4-2 중앙분리대용 방호울타리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 노면표시 중앙분리대, 녹지 중앙분리대, 콘크리트 중앙분리대, 그리고 가드레일 등의 방호울타리 중앙분리대와 그 부속시설물의 공사에 적용한다.

1.2 시공 일반사항

1.2.1 공사는 설계도서에 따라 시행하며, 공사 중 여건변동이 있을 경우에는 수정계획도서를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 이에 따라 엄밀히 시공하여야 한다.

1.2.2 새로운 형상의 중앙분리대 시설물의 개발 · 적용은 그 설치 목적 및 기능에 부합하는 것으로서, 실물차량충돌시험을 수행하여 그 성능이 적합한 것이어야 한다.

1.3 참조표준

1.3.1 다음의 제 기준을 적용한다.
도로안전시설 설치 및 관리 지침 – 차량방호 안전시설 편(국토교통부)

2. 재료

2.1 중앙선

2.1.1 중앙선에 사용되는 노면표시의 재료는 이 시방서 11-2 노면표시에서 정한 적합한 재료를 사용하여야 한다.

2.2 녹지 중앙분리대

2.2.1 분리대의 토사는 이 시방서의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 하며, 표토는 잔디 식재 및 수목 식재에 알맞은 것으로 한다.

2.2.2 지하배수시설에 사용하는 재료는 이 시방서의 규정에 적합한 재료를 사용하여야 한다.

2.3 콘크리트 중앙분리대

2.3.1 콘크리트 중앙분리대에 사용하는 다음의 각 재료는 이 시방서의 규정에 따른다.

(1) 시멘트 콘크리트
(2) 기성 팽창 조인트 채움재
(3) 철근
(4) 양생재
(5) 모르타르
(6) 프리캐스트 콘크리트 중앙분리대

2.4 방호울타리 중앙분리대

2.4.1 방호울타리 중앙분리대에 사용하는 다음의 각 재료는 연성 방호울타리 시방서의 규정에 따른다.

3. 시공

3.1 중앙선

3.1.1 도면에 나타낸 형상에 따라 이 시방서의 11-2 노면표시에서 정한 바와 같이 시공하여야 한다.

3.2 녹지 중앙분리대

3.2.1 연석은 현장 콘크리트 타설 또는 프리캐스트 제품을 사용한다.
3.2.2 맹암거 시설은 이 시방서의 규정에 적합하도록 시공하여야 한다.
3.2.3 흙쌓기 및 다짐은 불균일한 침하가 발생되지 않도록 시공하고, 또한 우수가 침투하지 않도록 다짐을 철저히 시행하여야 한다.

3.3 콘크리트 중앙분리대

3.3.1 콘크리트 중앙분리대는 프리캐스트나 현장 콘크리트 타설로 한다. 콘크리트 중앙분리대에 사용할 콘크리트의 배합, 혼합, 마무리, 보호 및 양생은 이 시방서의 해당 규정에 따른다.
3.3.2 콘크리트 중앙분리대의 기초는 포장표면으로부터 최소한 200 mm 이상 깊이의 두께로 설치하여야 한다. 보강철근은 도면에 나타난 대로 배근하여야 한다.
3.3.3 콘크리트의 중앙분리대는 슬립폼에 의해서 시공할 수 있다. 표면홈의 직경이 15 mm 미만일 경우는 그냥 두어도 되나, 그 이상인 경우에는 슬립폼을 재조정하여야 한다. 완성된 콘크리트 중앙분리대를 재조정하기 위해서 물을 추가로 뿌려서는 안 된다. 콘크리트 중앙분리대용 콘크리트를 칠 경우 슬럼프치를 25 mm 이하로 한다.
3.3.4 콘크리트 중앙분리대의 단부처리는 도면에 나타난 형상대로 실시하여야 한다.

3.3.5 줄눈

(1) 수축줄눈은 6 m 이하 간격으로 일정하게 설치하여야 한다. 수축줄눈의 형상은 절삭줄눈이나 타입줄눈 형식으로 하고 폭 6 mm, 깊이 50 mm로 한다.

(2) 줄눈을 설치하기 위하여 콘크리트를 자르는 시기는 콘크리트가 건조 수축으로 인하여 균열이 발생하기 전, 또 자를 때 콘크리트의 다른 부분이 손상을 입지 않을 정도로 경화된 후에 실시하여야 한다.

(3) 줄눈용 절삭 깊이는 포장 표면에 손상을 방지하기 위해서 포장 표면에 가까운 곳으로 갈수록 얕게 한다.

(4) 시공줄눈은 콘크리트 절단기를 잘라서 설치하여야 한다.

(5) 팽창줄눈은 기성 팽창줄눈재를 사용해서 시공하여야 하며, 그 폭은 20 mm로 하고 시공줄눈으로도 사용한다.

3.3.6 점검

(1) 콘크리트 중앙분리대의 상단부의 요철은 3 m 직선자로 점검한다.

(2) 이 점검은 중앙분리대의 중심을 따라 연속적으로 전장에 걸쳐 실시하여야 하며, 직선자를 반 이상 겹쳐서 실시한다.

(3) 직선자로 측정해서 6 mm 이상 요철이 발생한 부분은 제거하여야 하고 재시공하여야 한다. 또한 요철이 6 mm 미만이 되도록 장비를 재정비하여야 한다.

3.4 방호울타리 중앙분리대

3.4.1 방호울타리 중앙분리대, 단부처리 및 연결은 도면에 나타난 대로 시공하여야 한다.

3.4.2 구조물에 인접된 중앙분리대는 필요에 따라 조정하여야 한다.

3.4.3 모든 지주는 규정된 선형 및 경사에 일치하도록 설치하여야 한다.

3.4.4 감독자의 지시, 필요할 때에는 신 · 구 중앙분리대를 도면에 나타난 대로 연결하여야 한다.

3.4.5 조립이 끝난 후 레일, 연결대, 부속품 및 볼트 등의 절단된 부분은 승인된 방법으로 방식처리를 하여야 한다.

3.4.6 교통 통행 중에 방호울타리 중앙분리대를 설치하는 경우 규정에 의한 임시 교통통제시설을 설치하고, 안전관리를 시행하여야 한다.

3.4.7 지주는 주간에 설치하여야 하며, 지주에 부착할 레일 부품은 당일 작업이 종료되기 전에 완전히 설치하여야 한다. 일일작업을 종료할 때 시공 현장에 재료와 장비를 방치하여 두어서는 안 된다.

3.4.8 방호울타리의 시공에 관한 구체적인 사항은 11-4-1절 3. 시공에 따른다.

11-4-3 현광방지시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현광방지시설의 공사에 적용한다.

1.2 시공 일반사항

공사는 설계도서에 따라 시행하며, 공사 중 여건변동이 있을 경우에는 수정 계획도서를 작성하여 감독자의 승인을 받은 후 이에 따라 엄밀히 시공하여야 한다.

1.3 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS D 0201 용융아연도금 시험방법
KS D 3501 열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3502 열간 압연 형강의 모양 · 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3530 일반구조용 경량형강
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3601 익스팬디드 메탈
KS D 3706 스테인레스 강봉
KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조
KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선
KS D 8308 용융아연도금
KS D 9521 용융아연도금 작업표준
KS M ISO 7391 폴리카보네이트(PC) 성형 및 압출재료
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 차량방호안전시설 편(국토교통부)

2. 재 료

2.1 팽창 메탈(expanded metal)형

2.1.1 팽창 메탈형의 구조 제원 및 규격은 표 11-4-1을 표준으로 한다.
2.1.2 팽창 메탈형에 사용할 재료는 다음 각 항에 규정된 것이어야 한다.

(1) 현광방지시설에 사용하는 팽창 메탈의 재질은 KS D 3601 XS에 적합하고, 두께는 1.6 mm 판을 다이아몬드형의 그물 구조로 만들어야 한다.
(2) 지주의 재질은 KS D 3566 SPS400 이상이어야 하며, 강관의 외경은 50.8 mm, 두께는 1.4 mm의 것으로서, 품질이 균일하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.
(3) 프레임과 프레임을 연결하는 연결쇠(bracket)는 KS D 3503 SS400 또는 동등 이상의 것이어야 하며, 두께는 2.3 mm 이어야 한다.
(4) 현광방지시설에 사용하는 지주 연결쇠(base bracket)의 재질은 KS D 3503 SS400 이상의 것이어야 하며, 두께는 4.0 mm 이어야 한다.
(5) 볼트, 너트 및 기타의 부품은 KS D 3706 STS304 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

표 11-4-1 팽창 메탈형 현광방지시설의 구조제원

종 류		규 격 (mm)	수량	재 질	비 고
현광방지시설		496×3,592×1.6	1개	KS D 3601(익스팬디드 메탈) KS D 8308 2종 HDZ35	익스팬디드 메탈스탠다드 + 아연 도금
지주	일반	ϕ50.8×586×1.4	2개	KS D 3566 SPS400 KS D 8308 2종 HDZ35	일반 구조용 탄소 강관 + 아연 도금
	개구부	ϕ50.8×657×1.4	2개		
프레임		30×44×1.6	8.528m	KS D 3566 SPS400 또는 KS D 3503 SS400 KS D 8308 2종 HDZ35	일반 구조용 탄소강관 또는 일반 구조용 압연강재 + 아연 도금
지주 받침대	일반	130×180×4.0	2개	KS D 3503 SS400 KS D 8308 2종 HDZ35	일반 구조용 압연강재 + 아연 도금
	개구부	200×200×4.0	4개		
연결쇠		100×100×2.3	8개	KS D 3503 SS400 KS D 8308 2종 HDZ35	일반 구조용 압연강재 + 아연 도금
지주 덮개		ϕ54.8×16×1.2	2개	KS D 3512 2종 SCP2	냉간 압연강재 + 아연 도금
볼트, 너트, 와셔		ϕ10×25	8조	KS D 3706 STS304(일반)	스테인레스 강
			16조	KS D 3706 STS304(개구부)	스테인레스 강
앵커볼트		ϕ10×90	4조	KS D 3706 STS304	스테인레스 강

2.2 루 버 형

2.2.1 루버형 또는 기타 형태의 신소재 제품을 사용할 경우에는 사용 목적과 환경적인 면을 고려하고, 감독자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

2.2.2 루버형의 재질은 KS D 3501 SHP1 이상으로서, 두께 1.2 mm · 폭 190 mm를 S형으로 성형한 것으로 한다. 또 양단 루버의 재질은 KS D 3501 SHP1 이상으로서, 두께 2.3 mm · 폭 190 mm를 S형으로 성형한 것이어야 한다.

2.2.3 지주의 재질은 KS D 3566 SPS400 이상의 것으로서, 강관의 외경은 50.8 mm · 두께는 1.4 mm의 것으로서 품질이 균일하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

2.2.4 프레임의 재질은 KS D 3530 SSC41 또는 그와 동등 이상의 것이어야 한다.

2.2.5 볼트, 너트 및 기타 부품은 이 시방서 이 절의 2.1.2항 (5)에 따른다.

2.3 합성수지 형

2.3.1 합성수지 현광방지시설의 용도별 구조 제원 및 규격은 다음 표 11-4-2에 따른다.

표 11-4-2 합성수지 현광방지시설의 구조 제원

용도별	종 류	규 격 (mm)	수량(개)	재 질
토공용	지 주	ϕ50×600×310×5T	2	합성수지
	차 광 판	120×509×3T	14	합성수지
	프 레 임	40×50×3500×3T	2	합성수지
	중간지주	50×50×600×5T	1	합성수지
	고 정 핀	ϕ6×190L	32	합성수지
	앵커볼트세트	M10×90L	4	스테인레스
	앵커볼트세트	M8×75L	2	스테인레스
교량용	지 주	ϕ50×600×310×5T	2	합성수지
	차 광 판	120×509×3T	15	합성수지
	프 레 임	40×50×3500×3T	2	합성수지
	홀 더	65×63×6T	2	합성수지
	고 정 핀	ϕ6×190L	32	합성수지
	앵커볼트세트	M10×90L	4	스테인레스
개구부용	지 주	ϕ50×600×310×5T	2	합성수지
	차 광 판	120×509×3T	14	합성수지
	프 레 임	40×50×3500×3T	2	합성수지
	중간지주	50×50×600×5T	1	합성수지
	브 라 켓	286×3.2T	2	아연도금철판
	고 정 핀	ϕ6×190L	32	아연도금철판
	볼트너트와셔	M10×90L	4	스테인레스
	볼트너트와셔	M8×50L	4	스테인레스

2.3.2 합성수지 현광방지시설 각 재료의 품질기준은 다음 표 11-4-3에 따른다.

표 11-4-3 합성수지 현광방지시설 품질기준

구 분	지 주	프 레 임	차 광 판
밀 도 (g/㎤)	0.940 이상	1.510 이상	0.900 이상
인장강도 (MPa)	24 이상	30 이상	21 이상
신 장 율 (%)	1,000 이하	250 이하	600 이하
듀로미터경도 (HDD)	60 이상	60 이상	60 이상

2.4 검사 및 시험

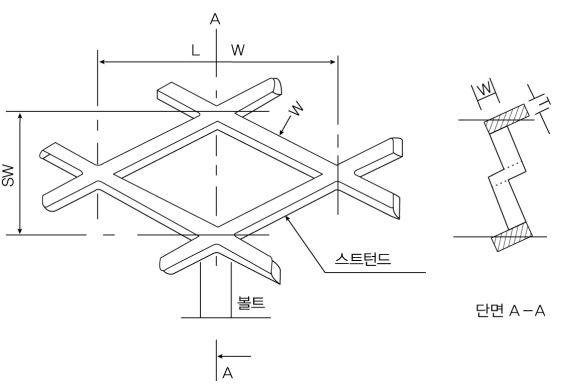
2.4.1 현광방지시설의 내구성 및 내식성을 보증하기 위하여 반입 전 품질검사전문기관에 의뢰하여 합격한 제품이어야 한다.

2.4.2 외관검사는 육안으로 실시하되 사용상 결함이 없어야 한다.

2.4.3 아연 부착량 시험은 KS D 0201에 의한다.

2.4.4 치수검사는 적정한 계기로 각 부의 치수를 측정하여 제 조건을 만족하여야 한다.

2.4.5 팽창 메탈형 현광방지시설의 치수는 그림 11-4-3과 같이 KS D 3601에 따르며, 표 11-4-4의 허용범위 이내에 들어야 한다.



T : 판의 두께
W : 자르는 폭
SW : 메쉬의 단목방향 중심간의 거리
LW : 메쉬의 장목방향 중심간의 거리

그림 11-4-3 팽창 메탈형의 치수

표 11-4-4 팽창 메탈형의 치수 허용 범위

구 분	허 용 오 차
SW의 허용차 (%)	± 5
LW의 허용차 (mm)	± 2
T 의 허용차	강판 KS에 표시하는 값
W의 허용차 (%)	± 10
길이의 편차 (mm)	XS 1000 mm 에 대하여 10

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 현광방지시설의 차광 각도는 10° 정도로 제작되어야 한다.

3.1.2 현광방지시설은 열팽창에 견딜 수 있는 구조로 제작되어야 한다.

3.1.3 각 제품은 조립 및 시공 후에 육안으로 확인할 수 있는 유해한 치수상의 오차가 없어야 한다.

3.1.4 완성된 제품은 안전하게 현장까지 운반 및 하차하여야 하며, 적당한 보호재로 포장하여 파손 및 손상이 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.1.5 운반 도중 발생된 불량품은 다시 제작하여 납품하여야 한다.

3.1.6 이상 기상일 때 강풍에 의한 피해가 우려되는 장소에서는 고정장치를 적절히 보강하여야 한다.

3.2 팽창 메탈형 및 루버형 제작

3.2.1 광택도는 10 % ± 3의 광도를 벗어나서는 안 된다.

3.2.2 스프링 와셔는 경강선재(hard drawn steel wire rod) 로 하며, 특히 스프링 와셔는 5회 압축한 후 높이가 두께의 5/3배 이상이어야 한다.

3.2.3 철재 절단 부분 및 용접 부분은 그라인더로 표면을 매끈하게 하여야 하며, 요철이 없어야 한다.

3.2.4 지주, 팽창 메탈, 루버, 와셔 및 볼트, 너트는 전 표면을 용융 아연 도금한다. 나사부는 도금 후 나사 홈이 유지되도록 손질하여야 한다.

3.2.5 이 시방 규정에 명기되지 않은 사항 및 관련된 사항에 대해서는 KS D 8308, KS D 9521에 따른다.

3.2.6 아연 부착량은 KS D 8308 2종 HDZ35로 하고, 겉모양의 도금면은 매끄러워야 하며, 도금이 불충분하거나 해로운 결함이 없어야 한다.

3.2.7 위의 3.2.4 규정에 관계없이 지주의 절단면(상 · 하부)에 대해서는 도금하지 않고 고농도 아연계 도료를 바를 수 있다.

3.2.8 도금의 마무리는 전 제품에 대하여 균일하게 마무리되어야 하고, 광택에 심한 차이가 있어서는 안 된다.

3.2.9 제품에 도금되지 않은 부분이 있으면 재 도금하여야 한다.

3.2.10 제품을 취급할 때 각 제품의 도금에 손상을 입히지 않도록 주의하여야 한다.

3.3 합성수지 현광방지시설 제작

3.3.1 차광판 두께는 3 mm로 일정하여야 하고, 뒤틀림 등 변형이 있어서는 안 되며, 상 · 하 프레임에 고정핀을 삽입하여 조립식으로 제작하여야 한다. 또한, 차광효과가 양호하도록 계단식의 판넬형이어야 한다.

3.3.2 지주 고정에 사용하는 볼트는 KS B 1002, 너트는 KS B 1012, 앵커볼트는 KS D 3702 규격에 따르며, 녹 발생이 없는 STS304 재질의 규격품을 사용하여야 한다.

3.3.3 지주 연결쇠와 프레임 등은 유지보수가 용이하도록 조립식으로 제작하여야 한다.

11-4-4 충격흡수시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 주행차로를 벗어난 차량이 도로상의 구조물 등과 충돌하기 전에 차량의 충격에너지를 흡수하여 정지하도록 하거나 차량의 방향을 교정하여 본래의 주행차로로 복귀시키기 위하여 시공하는 충격흡수시설(주행 복귀형, 주행 비복귀형) 공사에 적용한다.

1.2 시공 일반사항

1.2.1 공사는 설계도서에 따라 시행한다.

1.2.2 새로운 충격흡수시설의 개발 적용은 그 설치 목적 및 기능에 부합하는 것으로, 실물차량충돌시험을 수행하여 그 성능이 적합한 것이어야 한다.

1.3 참조표준

도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설 편(국토교통부)

2. 재 료

2.1 일반사항

2.1.1 실물충돌시험에 합격한 제품의 재질 기준에 따른다.

2.1.2 품질관리는 해당 제품의 도면에서 제시한 재질을 사용하였는지를 검점한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 탑승자의 안전과 다른 구조물에 미치는 영향에 유의하여 설치하여야 한다.

3.1.2 충격흡수시설의 수행도를 보장하기 위해서 필요한 여유공간을 확보하여야 한다.

3.1.3 충격흡수시설의 거동과 구성 부재의 비산 정도 및 충돌 후 차량의 거동 등을 파악하여 후속차량, 인근차로 또는 대향차로의 주행차량에 영향을 미치지 않도록 설치형식과 변형거리, 탈출거리, 등급선정에 주의하여야 한다.

3.1.4 충돌설계속도에 따른 시설 설치 여유공간은 도로안전시설 설치 및 관리지

침(차량방호안전시설 편, 국토교통부)의 표 3.2 충돌설계속도에 따른 시설 설치 여유공간과 그림 3.4 연결로 출구 분기점에서의 시설 설치 여유공간을 참조하여 결정한다.

3.1.5 설치방향은 도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호안전시설 편, 국토교통부)의 그림 3.5 충격흡수시설의 설치방향을 참조한다.

3.1.6 유출 연결로 분기점에 설치하는 충격흡수시설은 본선의 평균주행속도를 고려하여 설치한다.

3.1.7 충격흡수시설은 실물충돌시험을 거쳐 인증된 제품별 공사시방서에 따른다.

11-5 낙석방지 울타리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 비탈면으로부터 떨어져 내리는 낙석 등을 저지시켜 사고를 예방하기 위하여 설치되는 낙석방지 울타리 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3514 와이어로프
KS D 7018 체인 링크 철망
KS D 7036 염화비닐 피복철선

1.3 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 지 주

2.1.1 낙석방지 울타리 지주는 H형강으로서, KS D 3503의 SS400에 적합하여야 한다. 인장강도는 400 MPa ~ 510 MPa, 항복점은 245 MPa 이상이어야 하며, 연신율은 17 % 이상이어야 한다.

2.1.2 아연부착량은 편면마다 600 g/㎡ 이상이어야 한다.

2.2 와이어 로프

2.2.1 와이어 로프는 KS D 3514(와이어 로프)에 적합한 제품으로서, 외접원 직경은 20 mm 이상으로, G종과 A종을 사용한다.

2.2.2 G종의 경우 183 kN, A종의 경우 197 kN 이상의 하중을 견디어야 한다.

2.2.3 와이어 로프의 강연선 수는 6개이며, 1개 강연선의 소선수는 24가닥으로 보통 Z 꼬임이어야 한다.

2.2.4 소선의 지름은 0.88 mm 이며, 아연부착량은 G종의 경우 85 g/㎡ 이상 · A종의 경우 70 g/㎡ 이상이어야 한다.

2.3 철 망

2.3.1 철망은 KS D 7036(염화비닐 피복철선)과 KS D 7018(체인링크철망)에 적합하여야 한다.

2.3.2 철망 심선의 지름은 3.2 mm ~ 4.0 mm로 아연도금 후 PVC로 코팅한 선의 지름은 4.0 mm ~ 5.0 mm이며, 망눈의 치수는 50 mm × 50 mm 이하의 것을 사용한다.

2.3.3 아연부착량은 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 심선 직경 3.2 mm는 30 g/㎡ 이상, 심선 직경 4.0 mm는 35 g/㎡ 이상이어야 한다.

2.3.4 피복선의 색은 녹색계통을 사용한다.

2.4 결속선

철망과 같은 규격의 제품을 사용한다.

2.5 와이어로프 단부 고정장치

2.5.1 KS D 3503(일반구조용 압연강재)에 적합한 SS400 이상의 제품을 사용한다.

2.5.2 아연도금은 600 g/㎡ 이상이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 낙석방지울타리 지주는 연직방향으로 설치하여야 한다.

3.1.2 와이어 로프는 시공완료 후 초기장력이 500 kg/개를 유지하도록 설치하여야 한다.

3.1.3 결속선은 철망과 철망이 겹치는 부위와 철망과 와이어 로프를 결속하는 경우에 사용하는 것으로서, 철망과 같은 규격의 제품을 사용하여 풀리지 않도록 지주 경간 길이의 20 % 이상 망눈에 맞추어 망눈마다 와이어 로프와 일체가 되게 견고히 설치하여야 한다.

3.1.4 망과 망이 겹치는 부위는 500 mm 이상 겹이음이 되도록 설치하여야 하며, 겹이음 부위 중앙부 상단에서 하단까지 망눈마다 감는 형식으로 결속하여야 한다.

3.1.5 깎기부의 연장이 긴 경우에는 60 m ~ 100 m 간격으로 나누어 설치하고, 낙석방지울타리 배면이나 깎기부의 유지관리를 위한 출입문을 설치하여야 하며, 깎기부의 연장이 긴 경우에는 깎기 높이와 토질 여건 등을 고려하여 다른 형식의 낙석방지울타리를 설치할 수 있다.

3.1.6 낙석방지울타리의 모든 나사부에는 방청을 위한 그리스를 칠하여 유지관리할 때 해체가 용이하게 하여야 한다.

3.1.7 계약상대자는 반드시 낙석방지울타리의 설치 위치 및 연장을 감독자와 사전 협의를 거친 후 현장에 적합하게 설치하여야 한다.

3.1.8 불필요한 위치에 계약상대자 임의로 설치한 낙석방지울타리 시설은 계약상대자 부담으로 철거하여야 한다.

11-6 도로반사경

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로반사경의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 도로반사경 편(국토교통부)

2. 재료

2.1 구조 및 형상

2.1.1 도로반사경의 형식은 둥근형과 사각형을 사용하며, 둥근형의 거울면 형상은 상하방향의 시계와 좌우방향 시계가 같고, 사각형의 거울면 형상은 상하방향의 시계가 좌우방향의 시계만큼 필요가 없는 장소나 두 면의 영상을 연결해서 보여주어야 할 경우에 적용한다.

2.1.2 거울면의 크기와 곡선반지름은 표 11-6-1을 적용한다. 거울면의 크기는 도로반사경 자체가 쉽게 눈에 뜨이는지 여부와 시계에 연관이 되어있고, 거울면의 곡선반지름은 영상의 크기와 시계에 관련이 되어있다. 현장 여건에 적합한 조합을 적용하여야 한다.

2.1.3 도로반사경의 선정에 있어서는 영상의 시인성과 시계를 고려하여 확인되어야 할 위치에 있는 물체가 확인될 수 있는 시인성을 갖는 도로반사경 형식을 선정하여야 한다. 이를 위한 거울면의 곡선반지름은 표 11-6-2을 적용한다.

2.1.4 시계에는 확인되어야 할 차량은 물론이고 그 부근의 교통 및 도로의 상황을 판단하기 위하여 필요한 범위가 포함되도록 한다. 또한 시계는 거울면의 곡선반지름, 거울면 수, 거울면 형상 및 거울면의 크기에 관련되었기 때문에 각각의 특징과 상호연관성에 유의하여 시설물을 설치한다.

2.1.5 거울면 수는 주행부는 일면경을 사용하고, 교차로에서 1방향만을 확인하는 경우는 일면경을, 2방향을 확인하는 경우는 이면경으로 한다.

표 11-6-1 거울면의 크기 및 거울면의 곡선반지름

(단위 : mm)

거울면의 형상	거울면의 크기	거울면의 곡선반지름
둥근형	ϕ 600 ϕ 800 ϕ 1,000	1,500 2,200 3,000 3,600 이상
사각형	□ 450×600 □ 600×800	

표 11-6-2 곡선반지름

필요한 정지시거(D)	D < 40 m	40 m ≦ D ≦ 60 m	D > 60 m
거울면의 곡선반지름(mm)	1,500 2,200	3,000	3,600 이상

2.2 재료의 품질기준

2.2.1 거울면의 두께는 거울면 형상, 거울면의 크기 및 재료에 따라 표 11-6-3에 의거하여 선정한다.

표 11-6-3 거울면의 두께의 표준

(단위 : mm)

거울면의 형상	거울면의 크기	재 료			
		메타크릴 수지	폴리카보네이트 수지	스텐인레스	유리
둥근형	ϕ 600	3	3	0.8	5
	ϕ 800	3	3	0.9	5
	ϕ 1,000	3	3	1.0	5
사각형	□ 450×600	3	3	0.8	5
	□ 600×800	3	3	0.9	5

2.2.2 지주는 KS D 3503 또는 KS D 3566에 적합하여야 한다. 도로 반사경의 지주는 거울면 형상 및 거울면의 크기 등에 따라 표 11-6-4에 따라 선정한다.

2.2.3 도로반사경의 지주 등의 색채는 주황색으로 한다.

표 11-6-4 지주(강관)의 제원

(단위 : mm)

거울면의 형상	거울면의 크기	일 면 경			이 면 경		
		외경	두께	길이	외경	두께	길이
둥근형	ϕ 600	76.3	3.2	3,600	76.3	3.2	4,000
	ϕ 800	76.3	3.2	4,000	89.1	3.2	4,400
	ϕ 1,000	89.1	3.2	4,400	101.6	4.0	4,800
사각형	□ 450×600	76.3	3.2	3,600	76.3	3.2	4,000
	□ 600×800	76.3	3.2	4,000	89.1	3.2	4,400

2.2.4 거울면의 재질 기준은 다음과 같이 하며, 이외의 것에 대해서는 동등 이상의 품질을 갖는 것이어야 한다.

(1) 메타크릴 수지

KS M 3811(일반용 메타크릴 수지판)

(2) 스테인레스 스틸

KS D 3698(냉간압연 스테인리스 강판 및 강대) STS 304 또는 STS 304를 사용한 접합강판에 표면다듬질 BA 또는 No.2B를 실시한 것

접합강판의 경우는 추가로 표 11-6-5의 시험 기준 이상의 것을 사용할 것

(3) 유리

KS L 2002(강화 유리) 중 플로트 강화 유리로 두께 5 mm인 것

표 11-6-5 스테인레스 스틸 접합강판 추가시험 기준

항목	시험방법	평가기준	시험법
접착강도	평균 박리력	67.8 N	KS M ISO 11339
	온도별 (-40 / 100 °C)		KS M 3718
염수분무시험	5% NaOH × 500 hr	구멍, 균열, 부품	KS D 9502
촉진내후성	Sun shine Carbon Arc법, 500 hr	변색, 박리, 부품	KS F 4751

3. 시공

3.1 일반시공

3.1.1 거울면의 설치 높이는 거울면 하단에서 노면까지의 높이로서, 2.5 m를 표준으로 하며, 주의판을 설치할 때는 보행자의 통행에 방해가 되지 않도록 한다.

3.1.2 거울면의 설치 각도로, 상하방향과 좌우방향의 각도는 필요로 하는 시계의 범위에 따라 정한다. 대형차와 소형차, 어른과 어린이 등의 눈의 높이에 따른 차이 및 도로반사경에 가까이 감에 따라 변화하는 시선의 입사각 등도 고려하여야 한다.

3.1.3 거울면을 최적 위치에 설치하기 위하여 굽은 지주나 금속구조물 등을 사용하고, 1개의 지주에 이면경을 설치하는 경우 가로로 설치한다.

3.1.4 도로반사경은 교차하는 차량, 보행자, 장애물 등을 가장 잘 볼 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 이 때 도로의 시설한계를 고려해서 거울면이나 지주 등이 차량통행에 지장을 주지 않도록 설치하여야 한다. 또한, 반사경 주변을 주 · 정차 금지구역으로 지정한다.

3.1.5 도로반사경의 기초는 거울면, 지주 등의 자중, 풍하중을 고려하여 설치하여야 한다. 기초의 표준 근입 깊이는 표 11-6-6의 값으로 한다.

3.1.6 설계풍속은 40 m/초를 표준으로 한다.

3.1.7 지주에는 전면반사식 주의판 및 시설관리표를 붙인다. 주의판의 치수는 600 mm × 180 mm, 시설관리표는 200 mm × 150 mm로 한다.

표 11-6-6 기초의 표준 근입 깊이

(단위 : mm)

종 류		일 면 경	이 면 경
둥근형	ϕ 600 ϕ 800 ϕ 1,000	600 900 1200	900 1200 1500
사각형	□ 450×600 □ 600×800	600 900	900 1200

비고) 기초폭 500 mm

11-7 과속방지턱

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 과속방지턱의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

도로안전시설 설치 및 관리 지침 – 과속방지턱 편(국토교통부)

1.3 설치위치

일반국도는 간선도로 또는 보조간선도로의 이동성 기능을 갖는 도로이므로 과속방지턱을 설치할 수 없다. 단, 왕복 2차로 국도에서 보행자 안전을 위하여 제한속도가 30 km/h 이하로 설정되어 있는 구역에서 보행자 무단횡단 금지시설을 설치할 수 없는 경우 교통정온화시설의 하나로 과속방지턱 설치를 검토할 수 있다.

2. 재료

2.1.1 과속방지턱은 도로의 노면포장 재료와 동일한 재료를 사용하여 노면과 일체가 되도록 설치하여야 한다. 다만, 고무, 플라스틱, 기타 재료로 과속방지턱을 제작하여 설치하는 경우에는 타이어와의 마찰계수가 인접 도로의 노면 마찰계수보다 커지도록 제작하여 볼트 등으로 노면에 부착시켜 설치할 수 있다. 각 재료의 품질 기준은 이 시방서의 해당 항목에 따른다.

2.1.2 과속방지턱의 표면은 반사성 도료로 도색하여야 한다. 다만, 과속방지턱을 유색포장 재료로 만들거나 유색 블럭으로 표면을 처리한 경우에는 도색을 생략할 수 있다.

2.1.3 반사성 도료의 재료 기준은 11-2 노면표시의 재료 기준에 따른다.

3. 시공

3.1.1 자동차의 통과속도를 30 km/h 이하로 유지하고자 하는 도로에 설치하는 과속방지턱의 제원은 길이 3.6 m, 높이 100 mm의 원호형으로 하여야 한다.

3.1.2 운전자가 과속방지턱을 쉽게 인지할 수 있도록 흰색과 황색의 반사성 도료를 도로안전시설 설치 및 관리 지침을 참조하여 빗금으로 도색한다.

3.1.3 도로에 과속방지턱을 설치하였을 때에는 통행 안전을 위하여 운전자에게 알리는 관련 교통표지와 노면표시를 하여야 한다.

3.1.4 과속방지턱의 인지성을 향상시키기 위하여 조명시설을 병행하여 설치할 수 있다.

3.1.5 과속방지턱은 차도 전폭에 걸쳐서 설치하고 도로폭에 직각으로 설치한다. 다만, 차도에 L형측구 등 배수시설이 포함된 경우에는 이를 제외한 포장폭을 대상으로 한다.

3.1.6 과속방지턱의 시·종점부는 깨지기 쉬우므로 기존 아스팔트를 파내고 설치한다.

3.1.7 과속방지턱의 시공 후 적정한 강도로 굳을 때까지 충격으로부터 보호하여야 하며, 과속방지턱의 강도를 확인한 후 골재의 회수 및 청소가 끝난 다음 감독자의 승인을 받은 후 교통을 개방한다.

11-8 미끄럼방지포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 미끄럼방지포장의 공사에 적용한다.

1.2 시공 일반사항

미끄럼방지포장의 형식 및 재료는 설치장소와 사용 목적에 따라, 감독자의 승인을 얻어 달리할 수 있다.

1.3 참조표준

KS F 2502 골재의 체가름 시험 방법
KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리량의 시험 방법
KS M 3006 플라스틱의 인장성 측정 방법
KS M 5000 도료 및 관련 원료 시험 방법
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 미끄럼방지포장 편(국토교통부)

2. 재료

2.1.1 미끄럼방지포장용 골재는 마찰계수가 크고 파쇄각이 많은 내마모성의 경질 골재로서, 표 11-8-1과 같은 물성을 만족하여야 한다.

2.1.2 수지계 결합재 재료의 품질기준은 제15장 공사용 재료 표 15-15-3과 같은 물성을 만족하여야 한다.

2.1.3 결합재는 온도가 높은 곳이나 직사일광의 영향을 받으면 주제, 경화제 성분이 변질을 일으키기 쉽기 때문에 30 ℃ 이하의 통풍이 좋은 장소에 밀폐된 상태로 보관하여야 한다. 제조 후 일정기간(제조 회사별 사양 참조, 일반적으로 6개월)이 경과한 제품에 대해서는 품질을 재확인 후 사용하도록 하여야 한다.

표 11-8-1 골재의 물성

구 분	기 준	시험 방법
흡수량	2.0 % 이하	KS F 2503
입도	No. 4(4.76 mm) 통과 90 % ~ 100 % No. 7(2.83 mm) 잔류 90 % ~ 100 %	KS F 2502
마모율	20 % 이하	KS F 2508
유해물 함유량 점토, 점토괴 연한 석편	0.25 % 이하 5.0 % 이하	KS F 2515 KS F 2516

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 공용 중인 도로에 설치할 때에는 시공구간의 교통을 차단하고, 노면을 깨끗이 청소하여 포장면과 수지간의 접착이 완전히 되도록 하여야 한다. 또한 노면의 건조상태를 확인하고, 도포면 외측 노면 및 차선에는 마스킹 테이프를 부착하여 불필요한 장소에 시공되지 않도록 하여야 한다.

3.1.2 도포 면적에 따라 주제와 경화제 및 분말의 혼합량을 미리 배합율에 따라 계산하고, 이에 따라 주제와 분말을 전동식 핸드 믹서를 사용하여 혼합한 후 경화제를 첨가하고 다시 혼합하여야 한다. 혼합이 완료된 수지는 시공 부위에 쏟아 놓고 철제 또는 고무 레이크 등으로 균일하게 도포하여야 한다.

3.1.3 골재는 수지의 도포가 끝난 직후 삽을 이용하여 살포량이 표준 7 kgf/㎡가 되도록 인력으로 살포하고, 30 kg의 수동식 다짐롤러를 사용하여 다짐을 하여야 한다.

3.1.4 다짐작업이 완료된 직후 테이프를 제거하고, 수지의 경화 후 잔류하고 있는 골재는 재사용할 수 있도록 삽, 비 등을 사용하여 1차 회수하여야 한다. 1차 회수 작업 후에도 잔류하고 있는 골재는 콤프레서를 이용하여 2차 회수 및 노면 청소를 하여야 한다.

11-9 노면요철포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 노면요철포장 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

도로안전시설 설치 및 관리 지침 – 노면요철포장 편(국토교통부)

2. 재 료

해당사항 없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 설치위치는 운전자의 부주의, 지루함, 피로 및 졸음에 의한 차로이탈사고가 우려되는 구간에 일반적으로 설치한다.

3.1.2 길어깨나 중앙선(복선)의 포장이 아스팔트 콘크리트 포장인 경우 포장의 표층 두께가 최소 60 mm 이상이 되어야 적용이 가능하다.

3.1.3 다음 구간은 설치를 금지하거나 주의하여 설치하여야 한다.

(1) 출입시설 구간은 진입연결로 및 진출연결로 전후 200m 구간 포함하여 설치 금지

(2) 잔존수명이 3년 이하인 길어깨는 설치 금지

(3) 주거지역은 거주자의 소음피해를 고려하여 가급적 설치 금지

(4) 방음벽 설치구간은 전후 100 m 구간을 포함하여 설치 금지

(5) 구조물(터널, 교량) 구간은 설치 금지

(6) 공사 중 교통우회가 예상되는 구간은 설치시기를 조정

(7) 공용 중인 구간은 가급적 재포장 또는 재표면 처리시기에 맞추어 시공

3.2 절삭형 노면요철포장

3.2.1 일반사항

이 시방은 운전자의 부주의 및 졸음 운전으로 인하여 차량이 차로를 이탈하려 할 때 소음과 진동을 발생시켜 주행차로로 복귀시키기 위한 절삭형(milled type) 노면요철포장에 적용한다.

3.2.2 시공장비

(1) 절삭장비는 규정된 폭, 간격 및 깊이를 형성할 수 있는 절삭드럼을 갖춘 장비이어야 한다.

(2) 절삭장비의 최대 공칭외경은 600 mm 이어야 하며, 공칭폭이 300 mm 인 절삭드럼으로 구성된다.

(3) 절삭드럼으로 절삭된 홈의 깊이는 13 mm 미만이어야 한다.

(4) 길어깨 노면이 불규칙한 지점이나 경사진 구간에서도 기울어지지 않도록 자체 현가장치가 부착되어 있어야 한다.

3.2.3 시공방법

(1) 아스팔트 포장 노면의 찢김, 긁힘이 없도록 하여야 한다.

(2) 아스팔트 · 시멘트 콘크리트 포장은 길어깨 차선의 우측 끝단에서 100 mm 이격시켜 절삭한다.

(3) 설치규격은 폭(차량 진행방향 길이) 180 mm , 설치길이(차량 진행방향의 직각방향) 300 mm, 최대 홈 깊이 13 mm, 중심간격 300 mm 로 하며, 절삭된 부분은 원형의 오목한 형상을 가져야 한다.

(4) 드럼의 직경에 따라 도면에 맞게 길이와 깊이를 조정할 수 있다.

(5) 작업구간의 절삭된 입자들은 노면으로부터 완전히 제거하여야 한다.

(6) 공사완료 후 노면을 깨끗이 청소한 다음 개방하여야 한다.

3.3 다짐형 노면요철포장

3.3.1 일반사항

이 시방은 운전자의 부주의 및 졸음운전으로 인하여 차량이 차로를 이탈하려 할 때 소음과 진동을 발생시켜 주행차로로 복귀시키기 위한 다짐형 노면요철포장에 적용한다.

3.3.2 시공장비

(1) 다짐장비는 규정된 폭, 간격 및 깊이를 형성하기에 적당한 크기와 중량을 가져야 한다.

(2) 각 봉강의 길이는 300 mm 이며, 양 끝단은 100 mm 의 경사가 포함되어야 한다.

(3) 각 봉강의 중심간격은 300 mm가 되도록 드럼에 배열하여야 한다.

(4) 각 봉강은 균일한 하중을 전달할 수 있도록 드럼의 중앙에 위치하도록 한다.

(5) 단, 시멘트 콘크리트 포장에서는 틀형(formed type) 노면요철포장을 시공하며, 일정 모양의 틀을 제작하여 시멘트 콘크리트 포장과 동시에 노면

요철포장을 시공할 수 있도록 한다.

3.3.3 시공방법

(1) 전압할 때에는 규정된 형상을 얻을 수 있도록 하여야 한다.

(2) 이상적인 전압온도는 80 ℃ 이며, 온도관리에 특히 유의하여야 한다.

(3) 필요할 때에는 시공선 유지를 위한 유도장치를 설치한다.

(4) 아스팔트 콘크리트 포장은 길어깨 차선의 우측 끝단에서 100 mm 이격시켜 설치한다.

(5) 작업 중 손상된 곳이나 파손된 곳은 즉시 원상복구 시킨다.

(6) 시멘트 콘크리트 포장에서의 틀형 노면요철포장은 길어깨 차선의 우측 끝단에서 100 mm 이격시켜 설치하며, 적용규격은 설치길이 250 mm, 폭 100 mm, 최대 홈 깊이 10 mm, 중심간격 200 mm로 한다.

11-10 긴급제동시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 자동차가 주행 중에 제동장치가 고장 날 경우 자동차의 도로 이탈 및 충돌사고, 승객 및 차체에 대한 손상을 최소화하기 위하여 산지부의 내리막 급경사가 연속된 곳에 설치하는 긴급제동시설 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

도로안전시설 설치 및 관리 지침- 긴급제동시설 편(국토교통부)

2. 재 료

2.1 골 재

2.1.1 사용재료는 진입차량 제동 효과와 배수, 동결을 감안하여 반드시 소요입경의 둥근 모양의 자갈(pea gravel)을 부설한다.

2.1.2 골재의 입도는 13 mm ~ 19 mm의 단일 입도 둥근 골재를 사용하여야 한다.

2.2 이탈방지둑

2.2.1 이탈방지둑의 재료는 유지관리를 위하여 골재부설구간 부설재료와 동일재료를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 긴급제동시설의 설치 위치 및 형태는 피난과정에서 핸들조작에 의한 도로 본선으로의 침입, 인접한 시설물(가옥 등)로의 추락으로 인한 2차 사고의 우려가 없는 곳으로 선정하여야 한다.

3.1.2 골재부설구간의 종단경사는 현지 여건을 고려하되 10 % ~ 25 %의 기울기로 설치하여야 하며, 골재부설구간의 연장은 펜실베니아 추천 식을 사용하여 결정한다.

3.1.3 부설된 골재에 대하여 다짐을 실시하지 않으며, 제동능력의 확보를 위하여 주기적인 밭갈이 작업 등의 유지관리를 실시한다.

3.1.4 골재부설구간은 동결과 골재의 공극 막힘으로 인한 성능감소를 최소화하기 위하여 반드시 배수시설을 설치하여야 한다.

3.1.5 소요 정지거리 확보가 곤란한 곳은 감속보조시설 설치에 대한 세밀한 검토 · 분석 후 골재부설구간+이탈방지둑, 골재부설구간+감속원통+이탈방지둑 등으로 긴급제동시설을 구성한다.

3.1.6 이탈방지둑은 높이 2.5 m, 상단폭 0.5 m, 하단 폭 5m 이상으로 설치한다.

3.1.7 감속원통의 규격은 0.63 m^3 이상을 사용하여야 한다.

3.1.8 제동장치 고장차량 운전자에게 긴급제동시설에 대한 정보를 제공하기 위해 예고표지를 2 km 전방, 1 km 전방, 400 m 전방에 설치하고 진입표지를 진입부에 설치한다.

11-11 조명시설

11-11-1 가로등 시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로조명시설의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 3701 도로조명기준
KS A 3011 조도기준
KS C IEC 60050-845 조명용어
KS C 4805 전기기기용 커패스트
KS C 7601 형광램프(일반조명용)
KS C 7607 메탈 핼라이드 램프
KS C 7610 나트륨 램프
KS C 7801/7802 무전극 형광램프
KS C 7658 LED 가로등 및 보안등 기구의 안전 및 성능요구사항
KS C 7611 도로조명기구
KS C IEC 61347-2-9 방전등용 안전기-개별요구사항
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3600 철재 가로등주
KS D 8308 용융 아연도금
KS D 9521 용융 아연 도금 작업 표준
전기사업법 동 시행령 및 시행규칙
전기공사업법 동 시행령 및 시행규칙
전기설비 기술기준령 및 시행규칙 및 관련 자료에 관한 KS C (전기부분)의 기준
전기설비 기술기준
한국전력공사의 전기공급 약관
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 조명시설 편(국토교통부)
건축전기설비공사표준시방서

2. 재료

2.1 가로등주

2.1.1 가로등주는 등기구의 중량에 따른 비틀림, 풍력에 의한 모멘트, 지진에 의한 흔들림, 차량 충돌 등의 외력에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

2.1.2 가로등주가 철재인 경우 KS D 3600 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

2.1.3 철재 가로등주의 볼트, 너트 등은 용융 KS D 9521에 따라 아연도금제품 또는 스테인레스강을 사용하여야 한다.

2.1.4 가로등주가 스테인레스강인 경우, STS 304N1 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

2.1.5 가로등주를 설계할 때에는 점검구를 감안하여 좌굴검토를 하여야 한다.

2.2 등기구

2.2.1 등기구는 KS C 7611에 따르고, 도로의 종류 및 특성에 따라 조명성능의 달성 여부, 눈부심 제한, 빛공해 방지, 효율 등을 고려하여 적정한 것을 선정한다.

2.3 램프 및 안정기

2.3.1 가로등에 사용하는 광원은 고압나트륨 램프, 메탈헬라디드 램프, 콤팩트 메탈헬라이드 램트, 무전극 형광램프, LED 등을 사용한다.

2.3.2 안정기는 방전램프가 점등될 때의 전류를 제한시키는데 사용되며, 안정기의 성능에 대해서는 KS C IEC 61347-2-9에 의한 기술기준에 적합한 것을 선정한다.

2.3.3 초절전용 램프 및 안정기는 감독자의 승인을 받아 설치할 수 있다.

2.4 기타 재료

2.4.1 케이블, 전선관 및 부속자재는 KS 규격에 적합한 제품을 사용한다.

2.4.2 가로등 기초는 일반 구조용 콘크리트를 사용하고, 압축강도는 21 MPa 이상이어야 한다.

3. 시공

3.1 조명기구의 배치 · 배열

3.1.1 조명기구의 설치높이는 균제도와 글레어 등을 파악하여 적절한 높이로 선

정한다.

3.1.2 조명기구의 경사각도는 평균 노면휘도, 휘도 균제도와 함께 TI를 확인하여야 한다.

3.1.3 설치장소, 간격 등 기타 도로 조명에 관한 사항은 도로안전시설 설치 및 관리지침 또는 KS A 3701을 참조한다.

3.2 도로조명 등급

3.2.1 도로 조명의 등급은 도로안전시설 설치 및 관리지침 또는 KS A 3701을 참조한다.

3.3 가로등주 설치

3.3.1 가로등주의 설치 간격, 위치 및 높이는 KS A 3701, 도로안전시설 설치 및 관리 지침과 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치한다.

3.3.2 가로등주를 보관, 설치할 때에는 표면이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3.3.3 연속적으로 설치되는 가로등주로 인하여 발생되는 선형은 도로의 미관을 고려하여 일정하게 유지하여야 한다.

3.3.4 안정기 부착구는 도로의 외측을 향하도록 설치하여야 한다.

3.3.5 가로등주 접지를 시행하고, 안정기 외함과 철주는 접합하여야 하며, 접지가 용이하도록 단자볼트를 설치하여야 한다.

3.3.6 등주내부에 배선용 차단기를 설치하여 부하를 보호하고 개별 소등이 가능하도록 한다.

3.3.7 앵커 볼트 · 너트는 아연용융도금이 된 것을 사용하고, 기초면에서 50 mm ~ 60 mm가 돌출되도록 설치한다.

3.3.8 와셔는 규정에 적합한 크기와 두께를 갖추어야 한다.

3.3.9 램프 및 안정기는 점등 및 작동시험을 실시한 후 설치한다.

3.4 전선 및 배관

3.4.1 가로등주 내부의 케이블 결선 부위는 적정한 절연내력을 갖도록 테이프 처리를 한다. 단, 전선관 내에서는 절대로 케이블 접속개소가 발생하여서는 안 된다.

3.4.2 전선관의 깊이는 도로를 따라 설치할 때에는 지표로부터 0.6 m 이상, 도로를 횡단할 때는 1.2 m 이상으로 한다.

3.4.3 전선관과 부속품은 전기적 기계적으로 완전하게 연결하여야 한다.

3.4.4 입선을 할 때 윤활재로서 기름이나 그리스 등과 같은 고무나 비닐을 상하게 하는 것을 사용해서는 안 된다.

3.5 가로등주 기초

3.5.1 앵커 볼트에 테이핑을 하여 콘크리트 타설로 인하여 볼트의 나사가 손상되지 않도록 한다.

3.5.2 가로등주 기초는 현장 타설로 하여야 하나 여건에 따라 제작하여 설치할 수도 있다.

3.5.3 기초 상단면이 지면으로 돌출되지 않도록 설치한다.

3.5.4 가로등 콘크리트를 타설할 때 접지용 배관을 선시행하여 접지를 용이하게 한다.

11-11-2 조명탑 시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 가로등을 설치할 수 없는 도로 주변상황 등에 따라 인터체인지 및 분기점, 넓은 도로, 광장 등에 설치하는 조명탑 시설의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

이 시방서 11-11-1의 1.2에 따른다.

2. 재료

2.1 지주

(1) 지주는 KS D 3566외 KS D 3503(일반구조용 압연강재) 2종 (SS41) 또는 이와 동등 이상의 강도를 유지하여야 한다.

(2) 플랜지 및 플랜지 보강재는 강판 KS D 3503의 제2종 (SS41) 또는 이와 동등 이상의 강도를 유지하여야 한다.

(3) 각 부재의 내외표면은 산 처리 후 불순물과 용접 개소의 용재를 완전 제거하여야 하며, 도금은 KS D 8308에 맞아야 하고, 부재별 2등급 분할 도금은 하지 않아야 한다.

(4) 도금 부착량은 550 g/㎡ 이상이어야 한다.

2.2 투광등기구

(1) 몸체는 알루미늄 주물로 제작하여야 하며, 두께는 5.0 mm 이상이어야 하며, 지지대를 부착 상하작동이 용이하여야 한다.

(2) 지지대 및 손잡이는 평철로 제작하고, 도금은 KS D 8308의 규격에 맞게 처리하여야 하며, 각도조절과 등기구 조정이 원활하게 제작되어야 한다.

(3) 각종 패킹은 내열성 제품인 내오프랜 패킹이어야 한다.

(4) 전면 유리는 투명경질유리로 두께 3 mm 이상이어야 한다.

(5) 전면 반사판은 알루미늄 판으로 두께 2 mm 이상으로 제작되어야 하며, 반사판과 표면은 전해 연마처리로 높은 반사효율을 얻을 수 있도록 제작되어야 한다.

2.3 램프 및 안정기

2.3.1 조명탑 광원으로 사용하는 램프 및 안정기는 다음 규정에 적합한 것이어야 한다.

(1) 메탈 할로이드 램프 및 안정기는 KS C 7607, KS C 8109에 적합하여야 한다.

(2) 나트륨 램프 및 안정기는 KS C 7610, KS C 8108에 맞아야 한다.

(3) 안정기에 사용하는 역률개선용 콘덴서는 KS C 4805에 규정하는 것 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것으로 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 조명탑 위치선정은 조명을 필요로 하는 장소의 중심과 지면의 높이를 고려하여 결정하며, 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치한다.

3.1.2 지반이 연약한 경우 기초 콘크리트는 반드시 지반을 보강한 후 타설한다.

3.1.3 조명탑(20 m 이상)에는 피뢰설비를 설치하여야 한다.

3.1.4 모든 접지공사는 전기설비기준, 내선규정, 배전규정 등에서 규정하고 있는 기준에 적합하도록 시공하여야 한다.

3.1.5 도로 이용자가 눈부시지 않도록 등기구를 설치하여야 한다.

3.1.6 투광기 등을 설치할 경우 지지물을 견고하게 설치하여야 하며, 금속부분은 아연도금을 하거나 녹막이 도료를 도포하여야 한다.

11-11-3 터널 조명시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널내부에 설치하는 터널조명시설의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 3703	터널조명기준
KS C 4805	전기기기용 커패스트
KS C 7601	형광램프(일반조명용)
KS C 7607	메탈 핼라이드 램프
KS C 7610	나트륨 램프
KS C 7801/7802	무전극 형광램프
KS C 7658	LED 가로등 및 보안등 기구의 안전 및 성능요구사항
KS C 7611	도로조명기구
KS C 7611	도로조명기구
KS C 8108	나트륨 램프용 안정기

전기사업법 동 시행령 및 시행규칙
전기공사업법 동 시행령 및 시행규칙
전기설비 기술기준령 및 시행규칙 및 관련재료에 관한 KS C (전기부분)의 기준
전기설비 기술기준
한국전력공사의 전기공급 약관
도로안전시설 설치 및 관리 지침- 조명시설 편(국토교통부)
건축전기설비공사표준시방서

2. 재료

2.1 등기구

2.1.1 터널용 등기구의 광원은 효율, 광색, 연색성, 주위 온도 특성, 수명 등이 터널 조명에 적합한 것을 사용한다.

2.1.2 터널용 등기구는 배광, 눈부심 제어, 조명률, 구조 등이 터널 조명에 적합한 것을 사용한다.

2.1.3 터널용 등기구 설치는 노면 및 벽면의 휘도 분포가 균일하도록 설치하고, 운전자에게 불쾌한 플리커(flicker) 현상이 발생하지 않아야 한다.

2.2 케이블 트레이

2.2.1 케이블 트레이의 종류, 규격 및 형상은 설계할 때 작성한 공사시방서에 의한다.

2.2.2 재질은 아연도강판제(용융아연도금) 또는 알루미늄 합금제를 사용한다.

2.3 램프 및 안정기

2.3.1 터널용 등기구의 광원은 고압 나트륨 램프, 메탈핼라디드 램프, 콤팩트 메탈핼라이드 램트, 무전극 형광램프, LED 등을 사용한다.

2.3.2 안정기는 방전램프가 점등될 때 전류를 제한시키는데 사용되며, 안정기의 성능에 대해서는 KS C IEC 61347-2-9에 의한 기술기준에 적합한 것을 선정한다.

2.3.3 기타 부속자재는 KS 또는 동등 이상의 재질을 사용하여야 한다.

3. 시공

3.1 터널조명등기구

3.1.1 등기구의 설치 위치는 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치한다.

3.1.2 터널 등기구는 하단이 도로 포장면으로부터 4.5 m 이상 시설한계를 확보하도록 설치한다.

3.1.3 차량 진동을 감안하여 등기구를 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.4 터널 입구에서 출구까지 접지선을 연장 배선하며, 조명기구까지의 접지선은 등기구 인입선으로 분기 접속한다.

3.1.5 터널 내부의 조명등 제어는 외부의 휘도에 따라 세분화되어 단계별 제어가 이루어져야 한다.

3.1.6 터널 라이닝에 부착된 등기구는 일정한 선형이 유지되도록 설치하여야 한다.

3.2 케이블 트레이

3.2.1 케이블 트레이의 고정지지물의 간격은 1.0 m ~ 2.0 m로 하여야 한다.

3.2.2 케이블이 외력을 받아 위험 및 손상될 염려가 있는 곳에 트레이를 설치할 경우에는 별도 안전시설을 고려하여야 한다.

3.2.3 케이블 트레이에 설치되는 전선류는 유지 · 보수할 때 식별이 편리하도록 각 굴곡 개소 및 일정 수평거리마다 소정의 회로 명판을 설치하여야 한다.

11-12 교통관리시설

11-12-1 교통신호기

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 교통신호기의 공사에 적용한다.

1.1.2 이 시방은 주로 신호기, 제어기, 검지기의 재료 및 시공에 관한 사항이며, 신호기의 종류·만드는 방식·설치하는 곳·신호의 종류·신호의 뜻·신호등의 배열·신호순서 등은 도로교통법 및 동 시행령, 교통신호기 설치 관리 매뉴얼(경찰청) 및 공사시방서에 따른다.

1.2 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS C 3304 비닐 코드
KS C 8302 소켓
KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3507 배관용 탄소 강관
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄합금 판 및 조
KS D 8308 용융 아연 도금
KS D 9521 용융아연 도금 작업 표준
KS M ISO 7391 폴리카보네이트 성형 및 압출재료
UL 1007 AWG 22
UL 1015 AWG 16
UL 1015 AWG 10
도로교통법 및 동 시행령
교통신호기설치 관리 매뉴얼(경찰청)
LED교통신호등 표준지침(경찰청)
교통신호제어기 표준규격서(경찰청)
건축전기설비공사표준시방서

1.3 구조 및 형상

신호기의 구조, 형상 및 색상은 도로교통법 시행규칙 및 교통신호기설치 관리 매뉴얼(경찰청) 등 관계 법령에 따라 제작 · 설치하여야 한다.

2. 재료

2.1 재료의 품질 기준

2.1.1 모든 자재는 규격품, KS 표시품, 전자표시품 등 우수제품을 사용하여야 한다.

2.1.2 신호기

신호기의 신호등 및 지주에 사용되는 재료는 필요한 강도를 갖고 내구성이 우수하며, 유지관리가 용이하고 부근 상황에 잘 조화되는 재질이어야 한다.

(1) 신호등

① 신호등두 함체의 재료로 사용되는 것은 알루미늄 합금판 및 폴리카보네이트이며, 이들의 특성을 고려하여 적용하여야 한다.

② 소켓은 KS C 8302의 규격에 적합하여야 한다.

③ 단자판 및 배선은 KS C 3304의 규격에 적합하여야 한다.

(2) 지주

신호기의 지주로 사용되는 철주류는 KS D 3507의 규격에 적합하여야 한다.

(3) 신호등 외함의 규격 및 재료는 표 11-12-1과 같다.

(4) 신호등 광학장치의 규격 및 재료는 표 11-12-2와 같다.

2.1.3 제어기

(1) 사양

제어기의 기본 및 모든 사양은 다음과 같다.

① 전압 범위 : 100 V AC(95 V ~ 130 V), 220 V AC(190 V ~ 250 V) 겸용

② 주파수 범위 : 60 Hz ± 3.0 Hz

③ 작동온도 : −34 ℃ ~ +74 ℃

④ 상대습도 : 95 % 이하

(2) 함체

① 재질은 KS D 3512에 적합하고 2종 SPC2 이상인 것으로 하고, 두께는 2.0 mm 이상으로 한다.

② 외부도색은 방식용 초벌 페인트를 칠한 다음 색채 페인트를 그 위에 칠하고 열처리한다.

③ 함체에는 내부 기기들을 볼 수 있고 보호할 수 있는 주 덧문과 긴급 제어를 할 때 사용할 수 있는 제 스위치가 장치된 소형문으로 제작되어 있어야 한다.(함체문의 경첩은 상 · 하반부에 한 개씩 두 개로 되어 있어야 함)

④ 주 덧문의 상단 혹은 하단부에는 공기 흡입용 창구가 있으며, 덧문 내측에 재사용이 가능한 고분자 화합물로 만들어진 필터가 있어 먼지가 들어오는 것을 방지 할 수 있어야 한다.

⑤ 함체문 안쪽에 먼지나 빗물의 침입을 방지할 수 있는 고무 가스켓이 부착되어 있어야 한다.

표 11-12-1 신호등 외함의 형식, 규격 및 재료

부품명	형 식		규 격		재 료
함체	원형	300 mm형	가로×세로 폭 두께	355 mm×355 mm ±5 220 mm 이상 3.5 mm ±0.2	KS M ISO 7391 KS D 6701
		200 mm형	가로×세로 폭 두께	255 mm×255 mm ±5 160 mm 이상 3.5 mm ±0.2	
	사각형	300 mm형	가로×세로 폭 두께	355 mm×355 mm ±5 220 mm 이상 3.5 mm ±0.2	
문 (개구부)	원형	300 mm형	가로×세로 두께	290 mm×290 mm ±5 3.5 mm ±0.2	KS M ISO 7391 KS D 6701
		200 mm형	가로×세로 두께	190 mm×190 mm ±5 3.5 mm ±0.2	
	사각형	300 mm형	가로×세로 두께	190 mm×190 mm ±5 3.5 mm ±0.2	
챙	원형	300 mm형	둘레 길이 두께 하향 경사도	300° 240 mm 이상 3.5 mm ±0.2 4°	KS M ISO 7391 KS D 6701
		200 mm형	둘레 길이 두께 하향 경사도	300° 180 mm 이상 3.5 mm ±0.2 4°	
	사각형	300 mm형	길이 두께 하향 경사도	240 mm 이상 3.5 mm ±0.2 4°	
배면판			폭 두께	110 mm ±0.2 2.0 mm ±0.2	KS D 6701

표 11-12-2 신호등 광학장치의 형식, 규격 및 재료

부 품 명	형 식		규 격		재 료
렌즈	원형	300 mm형	직 경 두 께	300 mm ±2 3 mm ±0.2	KS M ISO 7391 KS D 6701
		200 mm형	직 경 두 께	200 mm ±2 3 mm ±0.2	
	사각형	300 mm형	가로×세로 두 께	300 mm×300 mm ±2 3 mm ±0.2	
단자판 및 배선			공칭 단면적 1.5 mm^2 이상		KS C IEC 60227-3

⑥ 모든 함체는 자동 온도 조절과 공기를 배기시킬 수 있는 팬을 장착한다. (14 ℃ ~ 60 ℃ 사이에서 작동)

⑦ 신호등 전원 차단용 스위치, 신호등 점멸 스위치는 120 V, 15 A 이상 전류가 흐를 수 있는 스위치를 사용하여야 한다.

(3) 도선

제어기의 단자함에 사용된 모든 도선은 통신용 PVC 나일론 도선으로 그 규격은 표 11-12-3과 같다.

표 11-12-3 단자함 도선 규격표

번호	배선 구분	사용 도선 규격
1	단자함, 일반배선	UL 1007 AWG 22
2	신호등 구동기에서 신호등 단자함까지 내선	UL 1015 AWG 16
3	점멸기에서 신호등 단자판까지 배선	UL 1015 AWG 16
4	기지 단자함에 관련된 배선	UL 1015 AWG 16
5	No. 234의 COMMON 배선	UL 1015 AWG 16
6	전원차단기에서 AC POWER BUS BAR까지의 모든 배선	UL 1015 AWG 10
7	No. 6의 모든 COMMON 배선	UL 1015 AWG 10

2.1.4 검지기

(1) 검지기는 루프검지기, 초음파검지기, 초단파검지기, 화상검지기, 적외선검지기를 사용한다.

2.3 재료의 검수

2.3.1 계약상대자는 신호 기자재를 사용하기 전에 사용할 기자재가 KS 관련 규격, 경찰청 규격에 적합한가를 증명할 수 있는 자료를 감독자에게 제출하고 승인을 얻어야 한다.

3. 시공

3.1 제작

3.1.1 지주는 이음부가 없어야 하며, 부득이 이음할 경우는 지하매몰부분 1개소에 한하며, 견고하게 용접 처리하여야 한다.

3.1.2 강재 절단부분 및 용접부분은 그라인더로 표면을 매끈하게 하여야 하며, 요철이 없어야 한다.

3.1.3 볼트, 너트, 와셔는 아연도금이 되고 비틀림과 휨이 없는 것이어야 한다.

3.1.4 모든 강재는 제작 도중 휘어지거나 요철이 생겨서는 안 되며, 용접으로 인하여 강재의 강도가 약화되어서는 안 된다.

3.1.5 캡은 지주에서 떨어지지 않도록 2개소 이상 점용접 또는 기타 방법으로 떨어지지 않도록 조치하여야 한다.

3.1.6 모든 용접은 공장 용접을 하여야 하며, 부득이 한 경우 감독자와 협의하여 현장 용접을 시행할 수 있다.

3.1.7 신호기 및 지주를 제작할 때의 용접은 중소기업청 용접작업 기준에 의하여야 한다.

3.1.8 교통신호등과 제어기는 최소한 아래와 같은 내구연한 이상 견딜 수 있도록 설계 제작되어야 한다.

(1) 교통신호등
① 외함 : 10년
② 렌즈 : 5년
③ 반사경 : 10년

(2) 교통신호제어기
① 전자장비 : 10년
② 함체 : 10년

(3) 차량검지장치(루프검지기) 18개월

3.2 표면처리

3.2.1 표면은 외관상 흠이 없고 요철이나 얼룩이 없어야 한다.

3.2.2 도료의 표준 색상은 NO. 80740으로 한다.

3.2.3 도장을 계속할 때는 시 전회 도장 후 1시간 이상 경과 후에 하여야 한다.

3.2.4 지주는 지상에서 2.5 m까지 스티커가 붙지 않는 도료로 도색한다.

3.2.5 보행, 보조 등의 보호금구는 무광 흑색으로 도장한다.

3.3 설치

3.3.1 일반사항

(1) 신호기는 운반 도중 페인트가 벗겨지지 않도록 포장을 하고, 얼룩이나 흠이 생기지 않도록 하여야 한다.

(2) 신호기의 설치위치는 설계도서 및 감독자의 지시에 따르고 시인성이 좋은 위치에 설치하여야 한다.

(3) 신호기 설치를 위한 굴착을 할 때 비탈면 · 포장 등 기존 시설물에 손상을 주지 않도록 시공하여야 하며, 되메우기는 층상으로 다짐을 실시하여 붕괴의 원인이 되지 않도록 특별히 유의하여야 하며, 손상된 부분은 계약상대자 부담으로 원상복구 하여야 한다.

(4) 도로 이용자가 쉽게 판독할 수 있도록 시야가 좋은 장소를 선정하여야 한다. 곡선구간, 땅깎기 비탈면 및 수림 등으로 시야가 제약되는 곳은 피하여 설치한다.

(5) 지주 타입 전에는 반드시 도로관리청 등과 협의하여 매설물 위치를 확인하여 지주 타입으로 인한 지하 매설물 손상이 없도록 하여야 한다.

3.3.2 기초 앵커 설치

(1) 기초 터파기(깊이 × 가로 × 세로)

① ϕ 350 mm 다단식 : 1.8 m × 1.2 m × 1.2 m
② ϕ 250 mm : 1.8 m × 1.2 m × 1.2 m
③ ϕ 200 mm : 1.5 m × 1.0 m × 1.0m
④ ϕ 150 mm : 1.2 m × 0.8 m × 0.8 m
⑤ ϕ 125 mm : 0.8 m × 0.6 m × 0.6 m

(2) 신호등 지주 설치를 위한 터파기를 할 때 다른 시설물에 손상을 주지 않도록 시공하고, 잔토 정리 및 구덩이에 빠지는 안전사고 등이 없도록 즉시 조치하여야 한다.

(3) 기초 앵커를 설치할 때 주의사항

① 앵커 상판(플렌지) 수평자를 사용, 수평이 유지되도록 정밀성을 기하여 철주가 수직으로 결합되도록 한다.

② 기초 콘크리트는 도면상 상단 돌출부분은 규격에 맞게 거푸집을 완비한 후 정밀 시공하고 미관상 미려하게 한다.

3.3.3 철주 설치

(1) 철주를 결합할 때에는 기초앵커 상단 플렌지의 용접 부스러기, 시멘트 가루 등 이물질을 완전히 제거하고 결합시킨다.

(2) 부착대를 결합할 때 각 와이어의 인장력은 균형을 유지하여 설치한다.

(3) 철주 수직유지를 위하여 와셔 고임은 최소화하고, 4방향 균형있게 고인다. 볼트와셔는 규격품(ϕ65 mm × 6 t)을 사용한다.

(4) 철주 하단 배선문은 반드시 부착한다.

3.3.4 신호등 설치

(1) 차량신호등 설치

① 지상으로부터 5.5 m ~ 6 m 간격을 유지한다.

② 등과 등사이의 간격을 유지한다.

(2) 보행신호등 설치 : 지상으로부터 3 m 이내에 설치한다.

(3) 보조신호등 설치 : 보행등 밑으로 밀착하여 부착하고, 신호기 설치시 횡단보도 부근에 가로등을 설치한다.

3.3.5 전원선 설치

(1) 도로 굴착 : 설계도서에 따라 굴착하고, 관계 법규의 제 규정에 의하여 되메우기 한다.

(2) 아스팔트 포장의 절단 : 설계도서에 따라 절단하고 케이블 매설 후 에폭시를 주입하여 케이블이 돌출하는 것을 방지한다.

(3) 가공 배선 : 가공선은 조가선을 설치한 후 700 mm 마다 바인더선을 묶어 늘어지는 일이 없도록 한다.

(4) 전주 및 철주에 전선을 연결 접속할 때에는 반드시 밴드, 애자를 사용한다.

3.3.6 맨홀 설치

(1) 맨홀은 케이블의 차도 횡단 양측에 반드시 설치하고, 연동구간은 50 m ~ 60 m에 1개씩 설치한다.

(2) 맨홀은 설계도서와 같이 규격품을 사용하고, 고장일 때 정비가 용이하도록 내부를 깨끗이 정리한다.

3.3.7 제어기 좌대 설치

(1) 좌대의 규격은 공사시방서에 따른다.

(2) 외관상 미려하게 하기 위하여 거푸집을 견고하고 깨끗하게 설치하여 콘크리트 양생 중 변형이 되지 않도록 한다.

(3) 좌대 안전표시 페인팅은 간격과 각도를 일정하게 한다.

11-12-2 도로전광표지

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로전광표지의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1002	6각볼트
KS C ICE 60227-3	염화비닐 절연 케이블
KS D 0201	용융 아연 도금 시험 방법
KS D 3051	열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양, 치수, 무게와 그 허용차
KS D 3052	열간 압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3500	열간 압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3501	열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3503	일반 구조용 압연 강재
KS D 3512	냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3566	일반 구조용 탄소 강관
KS D 3698	냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 3706	스테인리스 강봉
KS D 6701	알루미늄 및 알루미늄 합금판 및 조
KS D 6759	알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재
KS D 6770	알루미늄 및 알루미늄합금 단조품
KS D 8304	전기아연도금
KS D 8308	용융 아연 도금
KS D 9521	용융 아연 도금 작업 표준
KS M 3811	일반용 메타크릴 수지판

도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙 해설 및 관련 지침(국토교통부)
도로안전시설 설치 및 관리 지침 – 도로전광표지 편(국토교통부)
건축전기설비공사표준시방서

2. 재료

2.1 재료의 품질기준

2.1.1 계약상대자는 신호 기자재를 사용하기 전에 사용할 기자재가 KS 관련 규

격, 설계도서의 규격에 적합한가를 증명할 수 있는 자료를 감독자에게 제출하고 승인을 받아야 한다.

2.2.2 알루미늄 찬넬을 사용할 경우에는 KS D 6759의 A6063S-T5 규격품을 사용하며, 찬넬과 지주결합용 크립은 KS D 6701의 A6061FD-T6 또는 용융도금한 KS D 3051의 규격품을 사용하여야 한다.

2.2.3 밴드는 KS D 3698의 STS304 또는 용융도금한 KS D 3501의 규격품을 사용하여야 한다.

2.2.4 볼트, 너트 및 와셔는 KS D 3706 STS304 NI-B에 준하며, 그 형상은 KS B 1002의 규격품을 사용하여야 한다.

2.2.5 표지에 사용되는 지주는 KS D 3566 및 KS D 3503의 규격품을 사용하여야 한다.

2.2.6 지주용 캡은 KS D 3501의 규격품을 사용하며, 지주연결용 강판은 KS D 3503의 규격품을 사용하여야 한다.

2.2.7 기초에 사용할 콘크리트는 이 시방서에 따른다.

2.2.8 그 이외의 재료에 대해서는 설계도서에 따른다.

3. 제작 및 시공

3.1 구조물

3.1.1 지주와 가로보는 적재 하중에 견딜 수 있도록 제작 · 설치하여야 한다.

3.1.2 기초는 적재 하중과 노상 조건에 맞게 설계된 대로 시공하여야 한다.

3.1.3 표시면의 높이는 노면으로부터 6 m 이상 확보하여야 한다.

3.1.4 지주는 이음부가 없어야 하며, 부득이 원형지주를 이음할 경우는 지하매설부분 300 mm 이하의 1개소에 한하며, 이음할 때에는 특히 견고하게 용접 처리하여야 한다. 지주를 H형강으로 할 경우 이음부는 표지판 하단에 일치되도록 하여야 하며, 전면에는 이음부가 보이지 않아야 한다.

3.1.5 볼트, 너트, 와셔는 아연도금이 되고, 비틀림과 휨이 없는 것이어야 한다.

3.1.6 모든 강재는 제작 도중 휘어지거나 요철이 생겨서는 안 되며, 용접으로 인하여 강재의 강도가 약화되어서는 안 된다.

3.1.7 강재 절단부분 및 용접부분은 미끈하게 그라인더로 표면처리 하여야 하며, 삼각형 및 원형 표지판의 단부 마무리는 도면과 관계 법령에서 지시하는 치수와 각도에 일치하도록 구부러지게 제작되어야 한다.

3.2 표시판의 구성

3.2.1 표지의 글자의 자형, 크기 및 배치는 도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규칙과 관계 법령 및 설계도서에 따른다.

3.2.2 표지판의 모듈 등 정보 표출방법은 도로안전시시설 설치 및 관리지침-도로전광표지 및 설계도서에 따른다.

3.3 표시면 함체

3.3.1 여름철 함체 내부의 고온 상태를 방지하기 위하여 일정 온도를 유지할 수 있는 용량의 환기 팬을 설치하고, 비 · 습기 · 먼지 등이 유입되지 않는 구조의 교체 가능 필터를 부착하여야 한다.

3.3.2 표시면 함체 내부에는 온도 센서를 설치하여 기준 온도 이상 상승할 경우 팬이 자동으로 가동되어야 하며, 정지할 때에는 환기구를 통한 이물질 유입을 방지하도록 하여야 한다.

3.3.3 가로보 등 구조물과의 고정은 프레임 밑면 철판과 구조물 상단에 볼트로 견고하게 고정하여야 한다.

3.3.4 상단에 피뢰침을 설치하고, 표시면 함체와 구조물을 연결하여 접지한다.

3.3.5 표시면 함체는 녹 방지 기능이 있는 도난 방지용 시건 장치를 하여 외부인의 접근으로부터 보호하여야 한다.

3.3.6 표시면 함체의 외함은 도로의 안전을 위하여 무게, 풍압 등에 견딜 수 있도록 견고하게 제작 설치하여야 한다.

3.3.7 유지 보수를 할 때 차도 차단으로 인한 교통 흐름 방해를 최소화하기 위하여 표시면 내부 공간 및 표시면 후면에 관리자를 위한 그릴망 발판을 확보하여야 하며, 이에 따른 구조적 문제가 발생하지 않아야 한다. 특히, 지주에 설치된 유지 보수용 사다리와 함체 사이는 관리자의 안전을 고려하여 발판을 연결 설치하여야 한다.

3.3.8 야간의 유지 보수를 용이하게 하기 위하여 간이 조명을 설치하여야 한다.

3.4 제어기

3.4.1 도로전광표지의 제어기는 시설 보안상 표시면 함체 내부에 설치하여야 하나, 유지 보수를 용이하게 하기 위하여 바닥에 설치할 수도 있다.

3.4.2 외부 바닥에 설치하는 경우에는 시설 보안이 보장되고 유지 보수가 용이한 구조로 설치하여야 한다.

3.4.4 제어기 함체에는 회로도, 지침서, 유지 보수용 비품 등을 보관할 수 있도록 프레임을 부착하여야 한다.

3.4.5 제어기 함체는 외부 환경(온도, 습도, 비, 먼지 등)에 대하여 녹이 슬지 않는 재질로 설치한다.

3.5 보호 설비

3.5.1 낙뢰 방지를 위하여 설치되는 장치로서, 피뢰 및 전원, 통신 써지 방지 장치를 하여야 한다.

3.5.2 피뢰기 보호각은 45° 이하로 하며, 접지는 10 Ω 이하의 1종 접지를 하여야 한다.

3.6 현장에 설치할 때의 유의사항

3.6.1 구조물의 안전과 관련된 다음의 문제점을 검토하여야 한다.

(1) 광선로, 가스관 등의 지하 매설물 통과 여부 확인

(2) 설계도서와 상이한 연약지반이나 지하수 용출 여부 확인

(3) 옹벽, 지하 구조물의 전도 및 붕괴 우려 유무 점검

3.6.2 현장에 설치할 때 안전성을 확보하여야 한다.

(1) 시설설치 중 공사 안내, 교통 통제 등에 필요한 안전시설을 설치한 후 안전하게 교통 통제를 실시하여야 한다.

(2) 교통통제기간은 가능한 단축하여야 하여야 하며, 교통 수요에 맞추어 탄력적으로 통제하여 교통 혼잡을 최대한 완화할 수 있는 교통관리기법을 적용하여야 한다.

3.6.3 설치 지점에 인접하여 있는 도로면, 가드 레일 등 기존 구조물의 변경 및 훼손이 불가피할 경우 관련 부서와 사전 협의를 하여 대책을 수립한 후 설치하여야 한다.

제12장 환경관리공사

12-1 환경관리 일반사항 ····· 1183
12-2 항목별 환경관리 ····· 1184
12-3 비산먼지 방지시설공사 ····· 1187
12-4 공사장 폐수처리 시설공사 ····· 1194
12-5 토사유출 저감시설공사 ····· 1197
12-6 가설사무실 오수처리시설공사 · 1201
12-7 항타, 발파를 할 때의
소음 · 진동방지시설공사 ····· 1203
12-8 공사장비 소음저감시설공사 ···· 1206

제 12 장 환경관리공사

12-1 환경관리 일반사항

1. 일반사항

1.1 도로를 건설할 때의 환경관리는 환경정책기본법, 환경영향평가법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률, 대기환경보전법, 소음 · 진동관리법, 자연환경보전법, 폐기물관리법, 토양환경보전법, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법 등의 기준과 환경정책기본법상 환경기준 및 건설기술진흥법상 환경관련 기준(환경관리표준시방서)에 따라야 한다.

1.2 이 시방서에 기술되지 않은 환경관리에 관한 사항은 별도로 작성되어 있는 환경관리표준시방서에 따르는 것으로 한다.

1.3 해당공사의 전략환경영향평가, 소규모환경영향평가, 환경영향평가 및 환경보전방안 등에 반영된 협의내용을 이행하여야 한다.

2. 재료

해당사항 없음

3. 시공

해당사항 없음

12-2 항목별 환경관리

1. 일반사항

1.1 대기질

1.1.1 계약상대자는 국민의 건강을 보호하고 공사장 주변의 쾌적한 대기환경을 조성하기 위하여 환경정책기본법 제12조 및 제13조 에 의한 환경기준을 설정, 유지하도록 하여야 한다.

1.1.2 계약상대자는 건설공사를 수행할 때 일정한 배출구 없이 대기 중에 비산먼지를 발생시키는 경우에는 그 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하거나 필요한 조치를 하여야 한다.

1.1.3 건설공사 현장에서 운행하는 모든 차량은 대기환경보전법 제57조의 운행차 배출허용기준에 적합하게 운행하여야 한다.

1.1.4 계약상대자는 건설공사를 수행할 때 악취를 발생하는 물질을 소각하고자 할 때에는 대기환경보전법에서 정하는 적합한 소각시설을 이용하여 이를 소각하여야 한다.

1.2 수질

1.2.1 계약상대자는 공사장 주변의 하천, 호소, 해역, 습지 등 공공수역에 수질오염물질 배출로 인한 오염을 방지하기 위하여 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제32조에 의한 배출허용기준을 준수하여 환경정책기본법에 의한 수질환경기준을 유지하도록 하여야 한다.

1.2.2 계약상대자는 건설공사를 수행할 때 발생하는 수질오염물질을 공종별 특성에 맞는 적절한 수질오염 방지대책을 수립, 시행하여야 한다.

1.2.3 계약상대자는 공사현장에 폐수배출시설을 설치하고자 할 때에는 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 의한 설치허가 및 신고를 득하고 시설을 운영하여야 한다.

1.2.4 계약상대자는 건설공사를 수행할 때 환경오염을 유발하는 물질이 유출되어 상수원 또는 하천 · 호소 · 해역 등을 오염시키지 않기 위하여 수질오염 방지시설을 설치하여 운영하여야 한다.

1.3 소음 · 진동

1.3.1 계약상대자는 건설공사를 시행함에 있어 소음 · 진동관리법 제21조의 생활소음과 진동의 규제 기준을 준수하여 현장에 투입되는 공사장비에 의한

소음 · 진동의 영향을 최소화하여야 한다.

1.3.2 계약상대자가 건설현장 내 생활소음진동이 발생하는 공사로서, 환경부령으로 정하는 특정 공사를 시행하려는 경우 소음진동관리법 제22조에 따라 관할 특별자치도지사 또는 시장 · 군수 · 구청장에게 사전 신고하고, 방음 · 방진시설 등을 설치하여 한다.

1.3.3 계약상대자는 공사차량운행으로 인한 소음의 영향을 저감하기 위해서 차량의 운행속도를 제한하거나 소음방지시설을 설치하여 주변 생활환경지역에 대한 영향을 최소화하여야 한다.

1.3.4 계약상대자는 건설공사를 위하여 발파작업이 필요할 경우에는 굴착에 앞서 시험발파를 실시하여 인근 보안시설물에 미치는 영향을 분석하고, 인근에 피해를 방지하기 위한 발파공법, 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 지발당허용장약량 등의 발파작업계획과 적정한 소음 · 진동저감대책을 수립 · 시행하여야 한다.

1.4 폐기물

1.4.1 계약상대자는 공사현장에서 배출되는 폐기물을 폐기물관리법, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법 및 건설폐기물 처리기준 및 방법 등에 관한 업무처리지침에 따라 적정하게 수집, 운반, 보관, 처리하여야 한다.

1.4.2 계약상대자는 공사현장에서 배출되는 폐기물을 처리하기 위하여 소각시설 등을 설치할 경우 폐기물관리법에 의하여 적정한 시설을 설치 · 운영하여야 한다.

1.4.3 계약상대자는 공사현장에서 배출되는 폐기물 중 재활용이 가능한 폐기물이 “폐기물관리법 및 건설폐기물의재활용촉진에관한법률”에 의하여 처리되도록 시공하기 전에 적합한 처리대책을 수립하여 시행하여야 한다.

1.4.4 계약상대자는 건설공사를 수행함에 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제38조에 따라 순환골재 및 순환골재 재활용제품의 사용의무를 준수하여 품질기준에 맞는 순환골재 및 기준에 적합한 순환골재 재활용 제품을 사용하여야 한다.

1.5 토양보전

1.5.1 계약상대자는 건설공사를 수행할 때 공사장에서 발생하는 토양오염유발시설에 대하여 토양환경보전법 제4조의 2와 제16조에 토양오염 우려기준 및 대책기준에 의거 토양오염방지를 위한 조치계획를 수립하여야 한다.

1.5.2 계약상대자는 토공작업을 할 때 반드시 목적하는 바에 따라 사전에 토양

조사를 실시하고, 그 결과에 따라 비옥도가 높은 토양을 일정장소에 수집 · 보관하여 비탈면 녹화공사를 할 때 식재토양으로 재활용하여야 한다.

1.5.3 계약상대자는 비탈면에 대한 녹화 및 피복처리는 가능한 한 조기에 실시하고, 토사의 운반은 가능한 한 우기를 피하여야 한다.

1.6 기타

1.6.1 계약상대자는 비탈면 발생지역의 안전을 도모하고 산사태를 방지하여야 하며, 연약지반 등에서 발생하는 지반침하방지대책을 수립 · 시행하여야 한다.

1.6.2 계약상대자는 공사를 시행할 때 자연경관의 훼손을 저감하기 위하여 과도한 지형의 변형, 수목벌채를 금지하여야 한다.

1.6.3 계약상대자는 공사장 주변의 주거지역 등 공사 중 각종 환경오염의 피해대상지역 상태를 사전에 파악하고, 생활환경보전에 만전을 기하여야 한다.

1.6.4 계약상대자는 공사를 시행할 때 공사장 주변 문화재의 훼손을 사전에 방지하기 위하여 관련법령에 의하여 조치를 취하여야 한다.

1.6.5 계약상대자는 환경영향평가법에 의한 전략환경영향평가, 소규모환경영향평가, 환경영향평가의 협의 결과를 이행하여야 한다.

2. 재료

해당사항 없음

3. 시공

해당사항 없음

12-3 비산먼지 방지시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 공사현장의 공사장 진·출입로, 토사 야적장, 레디믹스트콘크리트 제조시설, 골재파쇄시설, 가설도로 건설, 토사 운반, 구조물 철거, 토석 채취 등 비산먼지가 발생하는 공종에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 적용기준

대기환경보전법 제43조 (비산먼지의 규제)
동법 시행령 제44조 및 동법 시행규칙 제57조 (비산먼지 발생사업), 시행규칙 제58조 (비산먼지 발생사업의 신고등) 관련 별표 14, 15

1.4 제출물

1.4.1 다음의 공사를 수행하고자 하는 계약상대자는 비산먼지발생사업 신고서를 착공 전 관할 특별자치도지사·시장·군수·구청장에 제출하여야 한다. 신고한 사항을 변경하려는 경우에는 비산먼지 발생사업 변경신고서를 변경 전에 관할 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

(1) 건축물축조공사(건축물의 증·개축 및 재축을 포함하며, 연면적 1,000 ㎡ 이상인 공사만 해당한다. 다만, 굴착공사는 총연장 200 m 이상 또는 굴착토사량 200 ㎥ 이상인 공사만 해당한다.)

(2) 토목공사(구조물의 용적 합계가 1,000 ㎥ 이상이거나 공사면적이 1,000 ㎡ 이상 또는 총연장이 200 m 이상인 공사만 해당한다.)

(3) 조경공사(면적의 합계가 5,000 ㎡ 이상인 공사만 해당한다)

(4) 지반조성공사 중 건축물해체공사(연면적이 3,000 ㎡ 이상인 공사만 해당한다.) 토공사 및 정지공사(공사면적의 합계가 1,000 ㎡ 이상인 공사만 해당하되, 농지정리를 위한 공사는 제외한다.)

(5) 그 밖에 공사(1항부터 4항까지의 공사에 준하는 공사로서, 해당 1항부터 4항까지의 공사 규모 이상인 공사만 해당한다)

1.4.2 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공

사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.3 계약상대자는 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 살수차 운행일지

(2) 흙, 먼지 공사장 관리일지

2. 재료

2.1 방진덮개, 방진망, 방진벽 (이하 '방진덮개 등'이라 한다.)

2.1.1 방진덮개 등은 비산먼지 확산을 저감할 수 있고 탄력성이 좋으며, 튼튼하게 만들어진 제품이어야 한다.

2.1.2 현장에 설치하는 방진덮개 등은 용도, 설계조건, 시공환경 등을 고려하여 적절한 제품을 선정하여야 한다.

2.1.3 방진덮개 등은 용도와 시공 편의성을 고려한 규격으로 현장 접합량을 최소화하고, 취급 및 보관이 용이하도록 하여야 한다.

2.1.4 방진덮개 등은 햇빛이나 자외선을 방사하는 인공 조명에 노출되지 않고 지면과 직접 닿지 않도록 하며 건조한 상태로 보관되도록 하여야 한다.

3. 시공

3.1 토사운반

3.1.1 적재함을 최대한 밀폐할 수 있는 덮개를 설치하여 적재물이 외부에서 보이지 아니하고 흘림이 없도록 하여야 한다.

3.1.2 적재함 상단으로부터 50 mm 이하까지 적재물을 수평으로 적재하여야 한다.

3.1.3 토사를 수송할 때에는 적재함에 반드시 덮개를 설치하여 운행하여야 한다.

3.1.4 도로가 비포장 사설도로인 경우 비포장 사설도로로부터 반지름 500 m 이내에 10가구 이상의 주거시설이 있을 때에는 해당 마을로부터 반지름 1 km 이내의 경우에는 포장, 간이포장 또는 살수 등을 하여야 한다.

3.1.5 공사차량을 운행할 때에는 자동식 세륜시설 또는 수조를 이용한 세륜시설을 설치하여야 한다.

3.1.6 공사장 주출입구에 환경전담요원을 배치하고 순회감독을 실시하여 출입차량의 세륜 · 세차이행을 통제하고, 공사장 밖으로 토사가 유출되지 않도록 관리하여야 한다. 다만, 통행도로를 포장할 수 없을 경우 살수차 등을 운영하여 비산먼지를 최대한 억제하여야 한다.

3.1.7 통행차량은 먼지가 흩날리지 않도록 공사장 안에서 시속 20 km 이하로 운행하여야 한다.

3.1.8 통행차량의 운행기간 중 공사장 안의 통행도로에는 1일 1회 이상 살수를 하여야 한다.

3.2 자동식 세륜시설

3.2.1 금속지지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 닿게 한 후 전력 또는 차량의 동력을 이용하여 차바퀴를 회전시키는 방법으로 차바퀴에 묻은 흙 등을 제거할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.

(1) 설치도면에 의거 기초 콘크리트 구조물을 설치한다.
(세륜기가 안착될 밑면은 수평을 유지하여야 한다.)

(2) 세륜기가 안착될 기초 콘크리트 구조물 내의 이물질들을 제거한다.

(3) 기초 콘크리트에 크레인이나 지게차로 세륜기를 기울거나 흔들림 없이 안착시킨다.

(4) 전원 케이블을 세륜기 운전반 내 단자반에 연결한다.(3상4선식 380 / 220 V)

(5) 용수공급 배관을 연결한다.

(6) 정상작동 여부를 시운전한다.

3.2.2 자동식 세륜시설을 설치할 경우에는 다음 규격의 측면살수시설을 설치하여야 한다.

(1) 측면살수시설은 수송차량의 바퀴부터 적재함 하단부 높이까지 살수할 수 있어야 한다.

(2) 측면살수시설의 살수길이는 수송차량 전장의 1.5배 이상이어야 한다.

(3) 살수압 0.3 MPa 이상의 측면살수시설을 설치하여야 한다.

(4) 측면살수시설의 전원은 220 V 혹은 380 V를 사용하여야 한다.

(5) 측면살수시설의 슬러지는 컨베이어에 의한 자동배출이 가능한 시설을 설치하여야 한다.

(6) 세륜시간은 25초/대 ~ 45초/대를 만족하여야 한다.

(7) 용수공급은 우수를 모아서 사용하거나 공사용수를 활용하여야 하며, 단지내 지하수로 전환이 가능한 지구는 기 개발된 지하수를 이용하고, 부존지하수량이 부족한 지구는 상수도를 이용하며 용수는 자체순환식으로 이용하여야 한다.

3.2.3 자동식 세륜시설은 다음과 같이 운영 · 관리하여야 한다.

(1) 세륜수조의 용수를 교체할 때에는 간이침전시설을 활용하여 부유물 및 기

름띠 제거 등 필요한 조치를 취한 후 필요할 때 재활용하거나 방류할 수 있다.

(2) 세륜 후 컨베이어에 의하여 배출되는 슬러지는 건조대에서 건조 후 폐기물 처리한다. 다만, 쌓기재료로 재활용하고자 하는 경우는 시험 · 분석을 실시하여 유해성이 없음을 확인 후 사용하여야 한다.

(3) 매일 세륜시설 가동 전에 1일 출입차량 30대를 기준으로 침전제(황산반토, 고분자 응집제)를 투입하여 항시 세륜용수가 깨끗하게 유지될 수 있도록 하여야 한다.

(4) 세륜시설 출구에 필요할 때에는 부직포 등을 설치하여 세륜할 때 바퀴에 묻은 물이 외부로 유출되지 않도록 하여야 한다.

3.3 수조를 이용한 세륜시설

3.3.1 콘크리트로 만든 수조에 물을 채우고 차량이 통과하게 하여 바퀴를 세척한다.

(1) 수조를 이용한 세륜시설의 수조의 넓이는 수송차량의 1.2배 이상이 되어야 한다.

(2) 수조를 이용한 세륜시설의 수조의 깊이는 200 mm 이상이어야 한다.

(3) 수조의 길이는 수송차량 전체길이의 1.2배 이상이어야 한다.

(4) 수조를 이용한 세륜시설을 설치할 때에는 수조수 순환을 위한 침전조 및 배관을 설치하거나 물을 연속적으로 흘려보낼 수 있는 시설을 설치하여야 한다.

(5) 수조를 이용한 세륜시설을 설치할 때에는 위 3.2.2의 (2)항 측면살수시설을 설치하여야 한다.

3.3.2 수조식 세륜시설은 다음과 같이 운영 · 관리하여야 한다.

(1) 수조의 세륜용수는 수송차량의 바퀴부분이 1/2정도 침수될 수 있도록 항시 일정하게 유지하여야 한다.

(2) 수조수는 항상 깨끗하게 유지할 수 있도록 교환 및 보충하여야 한다.

(3) 수조 내의 수조수 및 슬러지는 1일 1회 제거하여야 하며, 슬러지가 수조 바닥에 설치된 침사지에 80 % 정도가 차면 제거하여 위 3.2.3의 (2)항에 따른다.

(4) 세륜시설 출구에 필요할 때 부직포 등을 설치하여 세륜할 때 바퀴에 묻은 물이 외부로 유출되지 않도록 하여야 한다.

3.4 방진덮개

3.4.1 방진덮개를 설치 전에 토사더미의 돌출물, 잡목 등을 제거하고 평탄하게 한다.

3.4.2 방진덮개를 현장에서 봉합할 때 봉합사는 가급적 방진덮개의 구성 재질과 동일하게 한다. 또한, 감독자의 승인을 얻어 봉합대신 일정길이 이상 단부를 겹치게 하는 방법으로 방진덮개를 연속적으로 설치할 수 있다.

3.4.3 방진덮개를 설치할 때에는 주름이 지거나 겹쳐지지 않도록 하여야 하며, 바람 등에 의하여 벗겨지지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.

3.4.4 계약상대자는 방진덮개 설치에 필요한 각종 기구와 부품을 사전에 준비하여 작업에 지장이 없도록 하여야 한다.

3.4.5 방진덮개는 수시로 점검하여 찢어지거나 벗겨진 곳이 없는지 확인하여야 한다.

3.5 방진망

3.5.1 방진망은 바람에 의하여 쓰러지지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.5.2 방진망을 봉합할 때의 봉합사는 가급적 방진망의 구성 재질과 동일하게 한다.

3.5.3 방진망은 수시로 점검하여 찢어진 곳이 없는지 확인하여야 한다.

3.5.4 방진망의 설치는 가설방음판넬을 설치할 때 그 상부에 설치할 수 있다.

3.6 방진벽

3.6.1 건축물축조 및 토목공사장, 조경공사장, 건축물해체공사장 경계에는 방진벽을 설치하여야 한다.

3.6.2 야적장의 경우 야적물 최고 저장높이의 $\frac{1}{3}$ 이상의 방진벽을 설치하고 최고 저장 높이의 1.25배 이상 방진벽을 설치한다. 가능한 한 1.8 m 이상의 방진벽을 설치한다.

3.7 야적

3.7.1 야적물질을 1일 이상 보관하는 경우에는 방진덮개로 덮어야 한다. 방진덮개의 시공방법은 위 3.4에 따른다.

3.7.2 건축물 축조 및 토목공사장 · 조경공사장 · 건축물해체공사장의 공사장 경계에는 높이 1.8 m(공사장 부지 경계선으로부터 50 m 이내에 주거 · 상가 건물이 있는 곳의 경우에는 3 m) 이상의 방진벽을 설치하되, 둘 이상의 공사장이 붙어 있는 경우의 공동경계면에는 방진벽을 설치하지 아니할 수 있다.

3.7.3 야적물질로 인한 비산먼지 발생억제를 위하여 물을 뿌리는 시설을 설치한다(야적장과 수용성 물질 등의 경우는 제외한다).

3.7.4 3.7.1 내지 3.7.3과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 3.7.1 내지 3.7.3 중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치를 제외한다.

3.8 싣기 및 내리기

3.8.1 싣거나 내리는 장소 주위에 고정식 또는 이동식 물을 뿌리는 시설(살수반지름 5 m 이상, 수압 0.3 MPa 이상)을 설치 · 운영하여 작업하는 중 다시 흩날리지 않도록 하여야 한다.

3.8.2 풍속이 평균 초속 8 m 이상일 경우에는 작업을 중지하여야 한다.

3.8.3 주행차량에 골재를 적재할 때에는 적재함 상단으로부터 50 mm 이하까지 적재물을 수평으로 적재하여야 한다.

3.9 이송

3.9.1 야외 이송시설은 밀폐하여 이송 중 먼지의 흩날림이 없도록 하여야 한다.

3.9.2 이송시설은 낙하, 출입구 및 국소배기부위에 적합한 집진시설을 설치하고, 포집된 먼지는 흩날리지 않도록 제거하는 등 철저히 관리하여야 한다.

3.9.3 기계적(벨트콘베어, 바켓엘리베이트 등)인 방법이 아닌 시설을 사용할 경우에는 살수 또는 기타 제진방법을 사용하여야 한다.

3.9.4 3.9.1 내지 3.9.3와 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 3.9.1 내지 3.9.3 중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치를 제외한다.

3.10 살수

3.10.1 가설도로는 비산먼지가 발생하지 않도록 적정한 습윤상태를 유지하도록 한다.

3.10.2 3.10.1과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치를 제외한다.

3.11 기타

3.11.1 주거지 통과지역 공사장에서는 먼지가 공사장 밖으로 흩날리지 아니하도록 다음과 같은 시설의 설치 또는 조치를 한다.

(1) 비산먼지가 발생되는 작업을 할 때에는 해당 작업부위 혹은 해당 지역에 대하여 방진망 등을 설치한다.

(2) 가설교량 등의 철골구조물 내화피복작업을 할 때에는 먼지발생량이 적은 공법을 사용하고, 비산먼지가 외부로 확산되지 아니하도록 방진망 등을 설치한다.

(3) 콘크리트 구조물의 내부마감공사를 할 때의 거푸집 해체에 따른 조인트 부위 등 돌출면의 면고르기 연마작업을 할 때는 방진망 등을 설치한다.

3.11.2 토목공사장 및 건물축조공사장에서 철구조물의 분사방식에 의한 야외도장을 할 때에는 방진망 등을 설치한다.

3.11.3 상기 3.11.1과 3.11.2항의 경우와 동등 이상의 효과가 있는 시설을 설치할 경우에는 3.11.1 또는 3.11.2에 해당하는 시설의 설치 또는 조치를 제외한다.

12-4 공사장 폐수처리 시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 건설현장 중 폐수가 발생되는 터널 침출수 처리시설, 레디믹스트 콘크리트 제조시설 등에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 적용기준

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제32조(배출허용기준)
동법 시행규칙 제34조(배출허용기준)

1.4 제출물

1.4.1 폐수배출시설의 설치허가 · 변경허가를 받거나 설치신고를 하려는 자는 배출시설 설치허가 · 변경허가 신청서 또는 배출시설 설치신고서를 시 · 도지사에게 제출하여야 한다.

1.4.2 폐수배출시설 설치허가신청서(신고서)에 포함하여야 할 내용은 다음과 같다.

(1) 배출시설의 위치도 및 폐수배출공정 흐름도
(2) 원료(용수를 포함한다.)의 사용명세 및 제품의 생산량과 발생할 것으로 예측되는 수질오염물질의 발생예측서
(3) 방지시설의 설치명세서와 그 도면. (다만, 설치신고를 하는 경우에는 도면을 배치도로 갈음할 수 있다.)
(4) 배출시설 설치허가증 (변경허가를 받는 경우에만 제출한다.)

2. 재료

2.1 침사조, 유량조정조, 응집 · 응결조, 침전조, 저류조, 방류조를 콘크리트 구조물로 사용할 때에는 필요할 때 에폭시 등으로 피복된 수밀 콘크리트를 사용한다. 다만, 강재를 사용할 때에는 내식성 및 내구성이 강한 재질을 사용하여야 한다.

2.2 스크린, 교반기 등 물과 접촉이 되는 장치는 부식에 강한 내식성 재질을 사용한다.

2.3 난간, 경사안전사다리 등 부속시설물 등은 안전이 확보되는 재질을 사용한다.

3. 시공

3.1 조목스크린

3.1.1 유입수 중 포함되어 있는 조대부유물질 및 협잡물의 제거를 위하여 조목스크린을 설치하여야 한다.

3.1.2 스크린으로 인양된 협잡물은 현장여건에 맞는 이송설비를 이용하여 협잡물 호퍼 또는 콘테이너에 저류한다.

3.2 침사설비

3.2.1 모래 및 무기물의 침적을 위하여 침사설비를 두어야 한다.

3.2.2 침사제거설비는 유입하는 모래를 제거할 수 있어야 하며, 기종은 KS 규격에 적합하고, 작업환경 등을 고려하여 유지관리가 쉬운 경제적이고 단순한 구조로 한다.

3.3 유수분리시설

3.3.1 터널공사에 따른 폐수는 물과 유분의 비중차를 이용하여 유분을 제거하여야 한다.

3.3.2 유수분리조(침전조)는 강재 또는 철근콘크리트로 하며, 뚜껑을 설치하여야 한다.

3.3.3 유수분리조에 집수된 폐수가 유량조정조로 유입되도록 배관을 구성하여야 한다.

3.4 유량조정조

3.4.1 적정처리수량의 확보를 위하여 유량조정조를 설치하여야 한다.

3.5 응집 · 반응조

3.5.1 물리적 · 화학적 응집을 위하여 교반시설이 있는 응집 · 반응조를 설치하여야 한다.

3.5.2 필요한 응집 반응시간을 고려하여 설치 · 제작하여야 한다.

3.5.3 응집 · 응결조의 교반기 및 교반기 지지대는 견고하게 제작 · 설치하여야 한다.

3.6 침전시설

3.6.1 물리적 · 화학적 응집에 의한 오니의 침전을 위하여 침전조를 설치한다.

3.6.2 침전조는 변형 및 외부충격에 의한 손상을 방지할 수 있는 구조로 제작 · 설치하여야 한다.

3.6.3 발생되는 슬러지는 탈수 후 위탁 또는 폐기물관리법에 적합하게 처리하여야 한다.

3.7 방류조

3.7.1 방류조를 콘크리트 구조물로 사용할 때에는 필요할 때 에폭시 등으로 코팅이 되어야 하며, 배출유량을 측정할 수 있도록 제작 · 설치하여야 한다.

12-5 토사유출 저감시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 건설현장의 토사가 유출되어 방류 하천 및 하수도에 미치는 영향을 저감하기 위한 시설인 침사지 및 오탁방지막을 설치할 때 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 한국산업표준(KS)

KS K 0415 실의 겉보기 번수 측정방법
KS K 0511 직물의 밀도 측정방법
KS K 0520 직물의 인장강도 및 신도 시험방법
KS K 0514 천의 무게 측정방법 작은 시험편법
KS K 0536 직물의 인열강도 시험방법 : 텅법
KS K 0601 직물의 수축률 시험방법 : 상온수 침지법
KS F 2126 지반용 섬유의 유효구멍 크기시험 방법
KS F 2128 지반용 섬유의 수직투수성 시험방법

1.2.2 국제표준규격(ISO)

ISO 12956 Geotextilies and geotextilie-related product-Determination of the characteristic opening size

1.2.3 하천공사 표준시방서 '오탁방지막시설'의 해당 요건

1.3 적용기준

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제15조(배출 등의 금지) 제1항 제4호
환경정책기본법 제12조 (환경기준의 설정)
환경정책기본법 동법 시행령 제2조 (환경기준)
환경정책기본법 제13조 (환경기준의 유지)

1.4 제출물

1.4.1 계약상대자는 공사기간 중 공사구간 내에 침사지를 설치할 경우에는 다음 사항이 포함된 시공계획서를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

(1) 공사지역의 가배수로 및 가물막이 위치도
(2) 가물막이 및 배수구조물의 공법, 수리 및 구조계산을 포함하는 시공계획서

(3) 시공범위, 시공순서, 시공방법 등이 포함된 시공계획서
(4) 침사지 용량을 포함한 명세서
(5) 필요할 때 관련전문가의 확인을 필한 검증서류

1.4.2 계약상대자는 오탁방지막 설치에 필요한 재료는 품질검사전문기관에서 시행한 시험성적서를 사용 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 하다.

2. 재료

2.1 가마니, 마대

2.1.1 가마니, 마대 등은 모래를 담아 사용할 수 있는 재질이어야 한다.

2.2 시멘트 콘크리트

2.2.1 시멘트 콘크리트는 소요의 강도, 내구성, 수밀성 등이 있으며, 품질이 균일한 재료를 사용하여야 한다.

2.3 오탁방지막

2.3.1 오탁방지막은 수중 및 햇빛에 노출된 상태에서도 내구성이 강하고, 여과성이 양호하여 수중의 혼탁확산을 방지할 수 있는 재질을 사용한다.

2.3.2 오탁방지막의 재질은 하천공사 표준시방서의 오탁방지막시설에서 요구하는 조건을 만족하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

3.1.1 공사를 할 때 토사유출로 인하여 주변 농경지 · 마을 · 하천 등에 피해가 발생하지 않도록 가능한 우기를 피하여 공사를 시행하고, 공사구간 내 · 외부에는 적합한 크기의 통수단면과 경사로 우수배제시설, 토사유출 방지시설 등을 설치하여야 한다.

3.1.2 공사를 할 때 발생하는 잔토 또는 사토는 가급적 바로 처리하도록 하고, 불가피하게 현장에서 보관할 경우 토사유출 방지대책을 수립하여야 한다.

3.1.3 골재를 채취할 때 발생하는 되메우기용 표토를 장기간 보관할 때에는 토사유출로 인한 2차 환경오염이 우려되므로 비닐 등으로 덮고 주변에는 가배수로를 설치한다.

3.1.4 집중호우가 내릴 때를 대비하여 담수구역 내에 있는 토취장에서의 토사유출 방지대책을 수립 · 시행하여야 한다.

3.1.5 토사유출방지를 위하여 적치장에 가배수로 및 덮개를 설치하여야 한다.

3.1.6 땅깎기 · 흙쌓기 비탈면을 장기간 방치할 경우는 경사면을 가마니쌓기, 비닐덮기 등의 보호조치를 하여야 한다.

3.1.7 땅깎기 비탈면 상단부에 산마루측구를 설치하거나 조기에 녹화하여 비탈면을 보호하고, 비탈면 붕괴 및 토사유출을 방지하여야 한다.

3.1.8 하수관거에 유입될 때의 침사지 유출수 수질은 하수처리장 설계유입 수질을 초과하지 않아야 한다.

3.2 침사지

3.2.1 강우로 인한 토사의 유출을 최소화하기 위하여 공사할 때 발생되는 땅깎기 · 흙쌓기 비탈면의 안정화 작업을 우선 시행하고, 유출이 예상되는 부분에는 가마니나 비닐 · 토목섬유 등을 덮고 상 · 하부에는 가배수로 및 물막이공을 토사유출이 예상되는 지점에 설치하여야 한다.

3.2.2 일반적으로 토사유출방지시설은 조기에 설치하도록 하고, 강우 등으로 인하여 매몰되거나 토사가 퇴적될 때에는 수시로 준설하도록 한다.

3.2.3 산악지나 계곡부의 하단부 등 자연상태 개거로부터의 유출수가 유입되는 하수관거의 유입구에는 반드시 침사지를 설치하고, 바위 등이 굴러와 관로를 막는 일이 없도록 침사지 입구에 스크린 또는 방지턱을 설치하여 공공 하수관거 내 토사유입을 사전에 방지하도록 한다.

3.2.4 침사지에 유입되는 유입수의 양과 침사지 내의 흐름 · 침전 등을 고려하여 적정 용량의 침사지를 설치하여야 하며, 필요할 때에는 침전율을 향상시키기 위하여 침사지 내에 수류경사판을 설치하여야 한다.

3.3 오탁방지막

3.3.1 토목공사 및 수중공사 중 발생하는 토사, 세립토가 유출수 등에 섞여 하천 및 해양으로 유입되어 확산 우려가 있는 곳에 설치하여야 한다.

3.3.2 사업지역 내 또는 하류 10 km 이내에 상수원보호구역이 위치한 경우 상수원보호구역 유입부에 오탁방지막을 설치하여야 한다.

3.3.3 오탁방지막 설치는 실시 전에 시공계획을 수립하여 시공이 편리하고 소요의 목적을 최대한으로 달성할 수 있도록 감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

3.3.4 오탁방지막의 설치기간은 공사내용, 현지여건을 감안한 구조계산과 경험적인 안전율을 고려하여 설정한다.

3.3.5 계약상대자는 오탁방지막 설치 예정위치에 대하여 수심과 홍수 때의 유속

등 수문현상을 파악하여 현지여건에 맞도록 설치하여야 한다.

3.3.6 설치계획선에 따라 오탁방지막을 설치하고 유수에 의하여 이동되거나 유실되지 않도록 하며, 이음부는 분리되지 않도록 견고히 연결하여야 한다.

3.3.7 오탁방지막의 설치 후 바람 · 유수 · 파랑 등에 의하여 유동하지 않도록 하여야 하며, 투수성이 좋도록 해충 · 해초류 · 부유물질 부착 제거 등 항상 유지관리를 철저히 하여야 한다.

3.3.8 공사장을 통과하는 하천수의 부유물질(SS, suspended solids) 함유량은 전략환경영향평가, 소규모 환경영향평가, 환경영향평가 협의내용을 만족하여야 한다.

12-6 가설사무실 오수처리시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 건설현장에서 사용하는 모든 가설사무실의 생활오수를 처리하기 위한 오수처리시설 설치공사에 적용한다.

1.1.2 하수처리구역 밖에서는 1일 오수 발생량이 2 ㎥를 초과하는 건물 · 시설 등(이하 "건물 등"이라 한다)을 설치하려는 자는 오수처리시설(개인하수처리시설로서 건물 등에서 발생하는 오수를 처리하기 위한 시설을 말한다. 이하 같다)을 설치하여야 하며, 1일 오수 발생량 2 ㎥ 이하인 건물 등을 설치하려는 자는 정화조(개인하수처리시설로서 건물 등에 설치한 수세식 변기에서 발생하는 오수를 처리하기 위한 시설을 말한다. 이하 같다)를 설치하여야 한다.

1.1.3 하수처리구역 안(합류식 하수관거 설치지역만 해당한다)에서 수세식 변기를 설치하려는 자는 정화조를 설치하여야 한다.

1.1.4 특별대책지역, 수변구역에서 수세식 변기를 설치하거나 1일 오수 발생량이 1 ㎥를 초과하는 건물 등을 설치하려는 자는 오수처리시설을 설치하여야 한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 적용기준

하수도법 제7조 (방류수 수질기준)
하수도법 제34조 (개인하수처리시설의 설치)
동법 시행령 제24조의 2 (개인하수시설의 설치기준), 별표 1

1.4 제출물

1.4.1 개인하수처리시설을 설치할 때에는 다음의 서류를 구비하여 관할시장 · 군수 · 구청장에게 제출하여야 한다.

(1) 개인하수처리시설의 설계도서
(2) 건물 · 시설 등의 배수계통도
(3) 건물 · 시설 등의 평면도, 건축물 대장의 사본

2. 재료

제32조(개인하수처리시설제조업) [별표 6] 재질 및 성능검사대상

3. 시공

3.1 개인하수처리시설

3.1.1 개인하수처리시설의 방류수 수질기준을 준수할 수 있는 처리능력을 갖춘 구조 · 규격이어야 한다.

3.1.2 개인하수처리시설 제조제품의 구조 · 규격 · 재질 및 성능 기준에 적합하여야 한다.

3.2 유지관리 관로

3.2.1 개인하수처리시설은 1회/년 청소를 실시하고, 정상적으로 유지 · 관리하여 관련법의 방류수 수질기준에 적합하도록 하여야 한다.

12-7 항타, 발파를 할 때의 소음 · 진동방지시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 공사현장에서 부지정지작업을 할 때의 발파 및 구조물설치를 위한 항타 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 적용기준

환경정책기본법 제12조(환경기준의 설정)
환경정책기본법 시행령 제2조(환경기준)
환경정책기본법 제13조(환경기준의 유지)
소음 · 진동관리법 제21조(생활소음과 진동의 규제)
소음 · 진동관리법 시행규칙 제20조(생활 소음 · 진동의 규제)
제21조(특정공사의 사전신고)
제22조(저소음 건설기계의 범위 등)
제24조(폭약 사용 규제 요청)

1.4 제출물

1.4.1 항타기 등의 다음 장비를 5일 이상 사용하는 공사로서 소음 · 진동관리법 제22조 제1항에 해당하는 특정공사는 공사 시행 전(건설공사의 경우 착공 전)까지 특정공사 사전신고서를 특별자치도지사 또는 시장 · 군수 · 구청장에게 제출하여야 한다.

(1) 항타기 · 항발기 또는 항타항발기(압입식 항타항발기는 제외한다)
(2) 천공기
(3) 공기압축기(공기토출량이 분마다 2.83 m^3 이상의 이동식인 것으로 한정한다.)
(4) 브레이커(휴대용을 포함한다.)
(5) 굴삭기
(6) 발전기
(7) 로더

(8) 압쇄기
(9) 다짐기계
(10) 콘트리트 절단기

1.4.2 특정공사 사전신고서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여야 한다.
(1) 특정공사의 개요(공사목적과 공사일정표 포함)
(2) 공사장 위치도(공사장 주변의 주택 등 피해 대상 표시)
(3) 방음 · 방진시설의 설치명세 및 도면
(4) 그 밖의 소음 · 진동 저감대책

1.4.3 폭약을 사용할 경우 관할 경찰서에 신고하여야 한다.

2. 재료

해당사항 없음

3. 시공

3.1 항타할 때의 소음 · 진동 방지

3.1.1 타입공법과 매입공법 중 소음 · 진동의 영향을 고려하여 현장여건에 맞는 적합한 공법을 선택하여야 한다.

3.1.2 저소음 공법을 선정하여야 한다.

3.1.3 기성말뚝을 시공할 때에는 중굴공법, 프리보링(pre-boring) 공법으로 하여야 한다.

3.1.4 항타기는 유압해머, 초고주파 항타기 등 방음대책이 강구된 항타기를 사용하여야 한다.

3.1.5 말뚝을 하역하거나 달아 올리는 작업을 할 때 불필요한 소음이 발생하지 않도록 한다.

3.2 발파할 때의 소음 · 진동 방지

3.2.1 발파계획
(1) 건설공사의 발파작업은 발파원으로부터의 소음 · 진동 등에 의한 환경오염과 민원발생의 원인이 되므로 환경오염을 저감시킬 수 있는 발파공법을 계획하고, 시공에 앞서 시험발파를 실시하여 발파계획의 적정성 및 조정 · 검토가 시행되어야 한다.
(2) 발파계획서에는 주변의 환경에 주는 영향을 고려하여 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 장약량 등의 발파패턴과 보안시설물과의 이격거리별 지발당

허용장약량 및 소음 · 진동대책 등이 수립되어 있어야 한다.

3.2.2 시험발파

(1) 시험발파의 목적은 발파작업을 할 때 발생하는 진동 · 소음(폭음)의 수준이 지질, 암반의 강도, 발파방법, 지형 등에 따라 변화되기 때문에 발파대상 암반을 대상으로 천공규모, 장약량 등을 달리 시행함으로써 파쇄효과와 공해발생정도를 파악하여 현지에 적합한 발파공법과 발파패턴을 계획하는데 있다.

(2) 시험발파를 할 때에는 장약량에 따른 거리별로 진동과 소음에 대한 계측을 실시하여야 하며, 최소한 30개 이상의 계측자료를 획득하여 발파영향권을 분석하여야 한다.

(3) 시험발파의 계측결과가 허용기준을 상회할 때는 천공장, 천공간격, 공당 장약량 및 지발당 장약량을 조정하는 등의 별도의 저감대책이 수립되어야 한다.

3.2.3 발파작업

(1) 발파작업은 미리 정하여진 발파패턴에 따라 정확하고 안전하게 시공하여야 한다.

(2) 발파작업은 인근 보안시설물에 영향을 미치지 않도록 시공하여야 하고, 각 보안시설물의 진동과 허용기준은 설계적용기준에 의거 설정하여야 하며, 시공할 때 규제치를 초과하지 않도록 하여야 한다.

(3) 발파작업을 할 때마다 발파 진동 · 소음(폭음)의 계측작업을 실시하고, 계측자료는 발파횟수별 발파시간과 일자별로 기록 · 정리하여 보관한다.

12-8 공사장비 소음저감시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 건설현장의 공사장비를 가동할 때 공사소음을 저감할 목적으로 설치하는 가설방음벽 설치공사에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 적용기준

환경정책기본법 제12조(환경기준의 설정)
환경정책기본법 시행규칙 제2조(환경기준)
환경정책기본법 제13조(환경기준의 유지)
소음 · 진동관리법 제21조(생활소음과 진동의 규제)
소음 · 진동관리법 시행규칙 제20조(생활 소음 · 진동의 규제)

1.4 제출물

이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 공사장비에 대한 제품자료, 시험성적서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 가설방음벽 공사에 사용하는 재료의 기준은 다음 각 항의 규정에 적합하거나 동등 이상이어야 한다.

2.1.1 가설방음판 및 수직 조이너는 KS D 3520을 사용하여야 한다.

2.1.2 강관의 재질은 KS D 3566에 적합하고 그에 준하는 제품을 사용하며, 흠이 없어야 하며 아연도금을 하여야 한다.

2.1.3 클램프는 KS F 8014에 적합하여야 하며, 강관 조인트는 KS F 8002에 적합하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공 전 점검

3.1.1 설치작업을 시작하기 전에 공사의 배치계획 및 위치를 확인하여야 한다.

3.1.2 지주설치 전 관계기관과 협의하여 지하 매설물의 위치를 확인하여야 한다.
3.1.3 감독자는 공사를 준비, 진행할 수 있는 현장상태를 확인하여야 한다.
3.1.4 현장상황에 대하여 감독자에게 서면으로 보고한다.

3.2 시공 전 준비

3.2.1 가설방음벽을 설치하기 전에 가설방음벽 계획위치의 중심선 양측 최소 1 m 이내의 모든 나무류, 잡목, 뿌리, 통나무 및 부스러기 등 공사에 방해가 될 수 있는 것을 제거한다.
3.2.2 일반적으로 지반의 윤곽선을 따라 평탄작업을 한다.
3.2.3 지반의 불규칙한 부분을 제거할 필요가 있는 곳은 땅을 정지하여 반듯하게 고른다.

3.3 설치

3.3.1 지주는 좌우이동이 없도록 견고히 설치하여야 한다.
3.3.2 방음판은 움직임이 없도록 고정시킨다.
3.3.3 공사를 할 때에는 안전에 유의하여야 하며, 감독자의 지시 및 현장안전수칙에 따른다.

제13장 조경공사

13-1 식재 조성 ····· 1211
13-2 잔디 조성 ····· 1244
13-3 비탈면 녹화 ····· 1252
13-4 생태 복원 ····· 1276

제 13 장 조경공사

13-1 식재 조성

13-1-1 일반사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로 공간, 녹지 등의 외부 공간 및 구조물과 관련된 조경 공간의 식재공사에 적용한다.

1.1.2 식물재료의 굴취, 운반, 식재와 잔디류를 제외한 지피류와 초화류의 식재 및 수목의 이식, 식재 후 관리 등의 공정을 포함한다.

1.1.3 노거수(老巨樹), 대형목 등 특수목에 대한 굴취, 운반, 식재는 관련 공사 시방서에 따른다.

1.1.4 주요내용은 다음과 같다.

(1) 수목 식재

(2) 수목 이식

(3) 지피 및 초화류 식재

1.2 관련규정

1.2.1 참고규격

(1) 한국산업표준

KS F 4521 건축용 턴버클

KS M 3498 재생플라스틱 수목보호판 및 지주대

(2) 비료공정규격(농촌진흥청)

1.2.2 관련규정

(1) 조경설계기준(국토교통부)

(2) 가로수조성 및 관리규정(국립산림과학원)

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 식물재료를 반입할 때에는 산지, 규격, 수량 등 관련사항이 명시된 자재

수급계획서를 감독자에게 사전에 제출하여야 한다.

1.3.3 식재지의 토양관련 시험, 검사, 확인 보고서를 감독자에게 제출하여야 한다.

1.3.4 기타 부자재의 견본 또는 제품 관련 자료를 감독자에게 제출하여야 한다.

1.4 요구조건

(1) 계약상대자는 식재를 실시하고자 하는 장소에 대하여서는 공사착공에 앞서 현장여건을 잘 파악하고 식재공사가 원활히 시행될 수 있도록 공사착수 전에 정비하여 두어야 한다.

(2) 특히, 토목공사 · 건축공사 등 타 공사와 관련되는 경우에는 시공일정과 식재지의 사전 정비요건 등 관련사항에 대하여 감독자와 협의하여 공사를 시행하여야 한다.

(3) 식재지 토양은 배수성과 통기성이 좋은 단립구조로서 일정용량 중 토양입자 50 %, 수분 25 %, 공기 25 %의 구성비를 표준으로 한다.

(4) 식물재료의 굴취에서 운반, 식재까지의 기간은 수목생리상 지장이 없는 범위 내에서 신속하게 행하여야 한다.

(5) 수목은 식재지의 넓이 및 각 공간에 요구되는 식재기능, 수목의 생육특성 등을 고려하여 적정 식재간격을 유지하도록 배식한다.

(6) 식재공사의 하자를 줄이고 기계화 시공을 촉진하기 위하여 식물재료는 포트, 콘테이너 등의 용기 재배품을 우선적으로 채용한다.

(7) 계약당사자은 식재시공에 앞서 조경공사표준시방서의 관련 항목에 따라 식재지역 토양의 식재적합도를 검토하고 시행하여야 한다.

(8) 부적합할 경우에는 객토, 토양개량제 혼합, 암거 설치, 마운딩 처리 등을 감독자와 협의하여야 하며 필요한 경우 조경공사표준시방서의 관련 항목에 따른다.

(9) 공사착수 전에 설계도서에 따라 식재 위치를 감독자와 협의 하에 결정한다.

(10) 계약상대자의 사정에 의하여 부득이하게 부적기에 식재를 하여야 할 경우 이에 따른 보호 및 특별한 조치계획을 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

1.5 식재시기

1.5.1 식재는 수목의 활착에 지장이 없는 온도와 습도 및 토양상태를 고려하여 양호한 시기에 식재한다.

1.5.2 부득이 활착이 어려운 시기에 식재할 경우에는 이에 따른 보호 등 특별한 조치를 취하여야 한다. 단, 기후 및 현장여건에 따라서 감독자와 협의하여 식재시기를 조정할 수 있다.

1.5.3 식재시기는 다음 표의 기간을 기준으로 하며, 이 기준에 따른 식재시기의 결정은 기후 및 현장여건에 따라서 감독자와 협의하여 조정할 수 있다.

표 13-1-1 식재적기 판단기준

구 분	해당지역	식재적기
중북부지역	경기북부, 강원	3월 20일~5월25일, 9월 25일~11월 20일
중부지역	경기남부, 서울, 인천, 충북, 충남북부, 경북북부	3월 10일~5월 20일, 10월 1일~11월 30일
남부지역	동해안, 충남남부, 대전, 전북, 전남, 광주, 경북남부, 대구, 경남, 울산	3월 1일~ 5월 15일, 10월 5일~12월 10일
남해안지역	전남 · 경남의 해안, 부산 및 도서지구	2월 20일~5월 10일, 10월 10일~12월 20일
제주지역	제주	2월 10일~5월 5일, 10월 20일~1월 10일

1.6 기존 식생보호

1.6.1 공사시방서에 명시되지 않은 경우에는 가급적 기존식생을 보존시켜야 하며, 공사로 인한 주변 환경과 자연생태계의 훼손 및 오염을 최소화하도록 한다.

1.6.2 보존시켜야 할 식생은 감독자와 협의하여 별도로 구분하고, 공사 중 손상을 입지 않도록 관리한다.

1.6.3 공사용 가도, 진출입로, 가설시설 등을 위한 부지는 주변녹지의 훼손이 최소화될 수 있는 지역을 선정하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.6.4 공사 중 보호동물, 보호식물 또는 보호식생군락과 희귀동식물의 서식지 등이 발견되는 경우에는 감독자에게 보고하고 별도의 조치를 하여야 한다.

1.6.5 공사현장의 자생수목으로서 도로공사 후 활용이 가능하다고 판단되는 수목은 감독자에게 보호방안을 제출하고 승인을 받아 굴취, 가식 등의 보호조치를 취하고 전정, 증산억제, 제처리 등을 시행하여 도로공사 후 활용한다.

1.6.6 기존수목 주변을 흙쌓기 할 때에는 뿌리가 기존 위치 이상으로 묻히지

않도록 하고, 돋우는 흙은 배수가 양호한 사질양토를 사용한다. 흙쌓기를 할 때 기존 수목의 수간이 묻힐 경우에는 수간 주위에 수목의 밑동이 흙으로 매몰되지 않도록 굵은 자갈 등으로 채워 공기, 수분, 양분 등이 잘 공급되도록 한다. 이 때 채움두께는 근원직경의 2배 이상으로 하며, 흙쌓기한 부분은 필요할 때 비탈면 처리 또는 석축 등을 구축하고, 근원부에 물이 고이지 않도록 하여야 한다.

1.6.7 기존수목의 주위를 땅깎기 할 때에는 최소한 수관폭 이내의 지반을 깍지 않으며, 또한 뿌리가 노출된 경우에는 흙이나 물에 적신 거적 등으로 덮어 보양하는 등의 조치를 취하여 뿌리가 노출된 상태로 수일간 방치되지 않도록 한다.

1.7 고사식물의 하자보수

1.7.1 일상적으로 수목은 수관부 가지의 약 2/3 이상이 고사하는 경우 고사목으로 판정하고, 지피 · 초화류는 식물의 특성상 해당공사의 목적에 부합되는지를 기준으로 고사여부를 판정한다.

1.7.2 고사여부는 감독자와 계약상대자가 함께 입회한 자리에서 판정한다.

1.7.3 하자보수 식재는 하자가 확인된 후 다음의 식재적기 만료일 전까지 이행하고 식재종료 후 검수를 받아야 한다. 이때 하자보수 의무의 판단은 고사확인 시점을 기준으로 한다. 다만, 부득이 부적기에 식재할 경우에는 이에 따른 보호 등 특별한 조치를 하며 이에 따른 비용은 원인자가 부담한다.

1.7.4 하자보수할 때의 식재수목 규격은 원설계규격 이상으로 한다.

1.7.5 하자보수의 대상

(1) 보수의 대상이 되는 식물은 수목, 다년생 초화류(지피류, 숙근류 등 다년생식물)를 말한다.

(2) 전쟁, 내란, 폭동 등에 준하는 사태, 천재지변(폭풍, 홍수, 지진)과 이의 여파에 의한 경우 등을 제외하고는 식재식물의 고사는 보수의 대상이 된다.

(3) 위의 범위에 대하여 화재, 낙뢰, 파열, 폭발 등에 의한 경우는 모두 보수의무에서 제외된다.

(4) 준공 후 유지관리비를 지급하지 않은 상태에서 혹한, 혹서, 가뭄, 염해(염화칼슘) 등에 의한 고사, 인위적인 원인(교통사고, 동물침입)으로 인한 수목고사의 경우는 보수대상에서 제외한다.

1.7.6 지급품으로 식재하는 경우, 법정하자 보수기간 내에 고사목이 발생하면 발주자와 계약상대자가 별도 합의하지 않는 한 계약상대자는 다음의 기준에 따라 보수한다.

표 13-1-2 고사율에 따른 지급수목재료의 보수의무

고사기준율 (수종별, 규격별, 수량대비)	보 수 의 무
10 % 미만	- 전량 하자보수 면제
10 % 이상 ~ 20 % 미만	- 10 % 이상의 분량만을 지급품으로 보수
20 % 이상	- 10 % 이상 20 % 미만의 분량은 지급품으로 보수 - 20 % 이상의 분량은 계약상대자가 동일 규격 이상의 수목으로 보수

13-1-2 수목굴취

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 농장에서 굴취, 야생수의 굴취 등의 공사에 적용한다.

1.1.2 뿌리돌림이나 뿌리분의 규격에 대한 예외조치는 공사시방서에 따른다.

2. 재료

2.1 재료 일반

2.1.1 식물생장조절제, 상처유합제는 표면에 막을 형성하는 유제로서 식물에 유해하지 않아야 한다.

2.1.2 뿌리분, 줄기보호 및 결속재에 관한 사항은 다음과 같다.

(1) 뿌리분의 보호를 위한 비계목은 육송원목을 2등분하여 사용한다.

(2) 뿌리분 보호를 위한 말목은 육송원목을 사용한다

(3) 뿌리분 보호를 위한 거적은 가마니 및 마대를 사용하되, 1회에 한하여 재사용할 수 있다.

(4) 뿌리분 및 줄기보호를 위한 마대는 천연섬유 시트를 사용한다.

(5) 결속재료는 새끼, 천연섬유 노끈, 고무밴드, 철선 등을 사용하며, 고무밴드는 폐튜브를 폭 30 mm로 절단한 것이나 시판용 고무밴드를 사용하고 노끈은 직경 6 mm의 천연섬유 노끈을 사용한다.

(6) 뿌리돌림 및 굴착을 할 때 사용되는 버팀대는 직경 100 mm 이상의 원형강관을 사용한다.

2.1.3 가지주재로 통나무, 각재, 대나무, 플라스틱재, 강관, 철선 등을 사용한다.

2.2 식재지 피복재

2.2.1 식재지 피복재는 볏짚, 왕겨, 수목의 대팻밥 등은 썩지 않고 잘 건조된 것으로 잡초종자나 식물생육에 해로운 물질이 섞이지 않은 것이어야 한다.

2.2.2 식재지에 설치하는 차광막의 차광율은 일정하여야 한다.

2.2.3 피복재로 사용하는 부직포는 내구성이 있고 균일한 두께를 가지고 있어야 한다.

2.2.4 바크퇴비는 충분히 건조한 것으로서 바람에 날리지 않을 정도의 크기를 가지고 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 뿌리돌림

3.1.1 뿌리돌림은 수종 및 이식시기를 고려하고, 큰 뿌리는 절단하지 않도록 하며 적절한 폭으로 형성층까지 둥글게 다듬어야 한다.

3.1.2 뿌리돌림의 시기는 설계서에 따르되, 최소 이식 1년 전 휴면기에 실시하여야 한다.

3.1.3 이식력이 약한 대형목 또는 수세가 약한 수목의 경우에는 1회의 전면 뿌리돌림 보다는 1년 이상의 기한을 두고 2회 ~ 3회에 걸쳐 부분적인 뿌리돌림을 실시하여야 한다.

3.1.4 뿌리돌림의 크기(직경)는 뿌리목 지름의 4배로 하여야 하나 수목의 수관폭과 뿌리의 발육상태에 따라 크기를 조절할 수 있다.

3.1.5 뿌리분 밖으로 돌출된 부위를 깨끗이 절단하고 직경 2.5 cm 이상의 뿌리 절단부는 상처유합제를 도포하여 치료한다.

3.1.6 작업할 때 파낸 흙은 불순물을 제거하고 발근촉진제를 투여한 후 되메우기를 한다.

3.1.7 뿌리돌림을 할 때 수종의 특성에 따라 가지치기, 잎따주기, 증산억제제 살포 등을 하고 필요한 경우 가지주를 설치한다.

3.2 굴취

3.2.1 수목을 굴취할 때 수고 4.5 m 이상의 수목은 감독자와 협의하여 가 지주를 설치하고 가지치기 등 기타 양생을 하여 작업에 착수한다.

3.2.2 표준적인 뿌리분의 크기는 근원직경의 4배를 기준으로 하며, 분의 깊이는 세근의 밀도가 현저히 감소된 부위로 한다.

3.2.3 뿌리분의 형태는 아래 그림에 따른다.

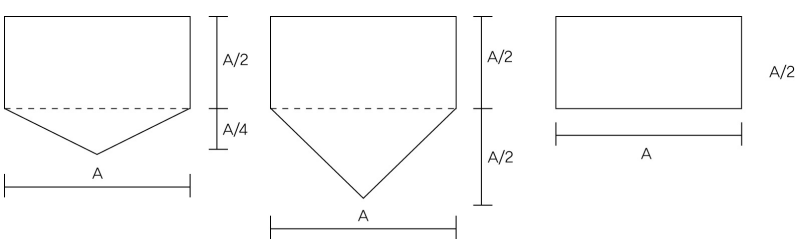


그림 13-1-1 뿌리분의 형태

3.2.4 표준규격을 벗어나거나 뿌리분을 만들 필요가 없다고 판단되는 경우에는 감독자와 협의하여 승인을 받아야 한다.

3.2.5 기계굴취의 경우에는 기계에 의하여 굴취수목이 손상되지 않도록 주의한다.

3.2.6 뿌리분의 둘레는 원형으로, 측면은 수직으로, 저면은 둥글게 다듬는다.

3.2.7 뿌리분의 외부로 돌출한 굵은 뿌리는 약간 길게 톱질하여 자르며, 절단면은 거적 등으로 양생하고, 세근이 밀생한 곳은 이를 뿌리분에 붙여 보존한다. 절단된 뿌리 부분이 일그러지거나 깨지는 등 손상을 받는 곳은 예리한 칼로 절단하고 석회유황합제 등으로 방부처리한다.

3.2.8 뿌리분은 분이 부서지지 않도록 결속재료로 고정시켜 분이 잘 형성되도록 굴취한다.

3.2.9 지엽이 지나치게 무성한 수목은 굴취할 때 수형의 기본형이 변형되지 않는 범위 내에서 지엽을 정지하고, 필요한 경우 증산억제제 등의 약품을 처리하여 증산억제 및 운반에 도움이 되도록 한다.

3.2.10 굴취하는 수목은 운반에 지장을 받지 않도록 새끼, 밧줄 등으로 잡아맨다.

3.2.11 굴취 후에는 지반을 고르게 정리하여야 하며, 정리방법은 감독자의 지시에 따른다.

13-1-3 수목운반

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 수목의 포장, 굴취장 등으로부터 공사현장까지의 원거리 운반과 가식장, 하치장 등에서 식재위치까지 근거리 운반 등 수목의 제반 운반작업에 적용한다.

2. 재 료

2.1 재료 일반

2.1.1 수목운반에 사용하는 기기는 체인블록, 크레인, 운반차량 등이 있다.

2.1.2 수목을 운반할 때 사용하는 결속 · 완충재는 새끼, 철선, 고무바, 가마니, 보습재, 기타 보토재료 등이 있다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 운반할 때에는 수목에 손상을 주지 않도록 주의하여 운반하고, 필요에 따라 새끼, 밧줄 등으로 감거나 건조방지를 위하여 거적, 시트 등으로 덮어 보호한다.

3.1.2 운반 중 회복 불가능한 손상을 입거나 가지가 부러져 원형이 심하게 손상된 수목은 동종 규격품으로 교체하고, 경미한 가지부러짐 등에 대해서는 감독자의 지시에 따라 조치한다.

3.1.3 수목의 상 · 하차는 인력에 의하거나, 대형목의 경우 체인블록이나 크레인 등 중기를 사용하여 안전하게 다룬다.

3.1.4 운반 중 뿌리와 수형이 손상되지 않도록 다음과 같은 보호조치를 한다.

(1) 뿌리분의 보토를 철저히 한다.
(2) 세근이 절단되지 않도록 충격을 주지 않아야 한다.
(3) 가지는 가볍게 결박한다.
(4) 수형의 손상을 고려하여 이중적재를 하지 않는다.
(5) 비포장도로로 운반할 때는 뿌리분이 충격을 받지 않도록 흙, 가마니, 짚 등의 완충재료를 깐다.
(6) 수목과 접촉하는 고형부에는 완충재를 삽입한다.
(7) 운반 중 바람에 의한 증산을 억제하며, 강우로 인한 뿌리분의 토양유실을 방지하기 위하여 덮개를 씌우는 등 조치를 취한다.
(8) 운반차량의 크기와 수목의 무게 및 부피에 따라 적정 수량만을 적재한다.

13-1-4 수목가식

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 반입수목 또는 이식수목의 당일 식재가 불가능한 경우에 적용한다.

1.1.2 하절기에는 수목증산억제제 살포, 전지전정, 배수 등의 조치를 취하여야 하며, 동절기에는 동해방지를 위하여 거적, 짚 등을 이용하여 보온을 위한 조치를 한다.

2. 재 료

2.1 재료 일반

2.1.1 관수 및 배수시설, 수목의 유지관리 관련 자재는 관련 시방 항목에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공 일반

3.1.1 가식장소는 공사시방서에서 별도로 정하는 바가 없을 때에는 사질지반의 양질토사로서 배수가 잘되는 곳으로 하여야 하며, 배수가 불량할 때에는 배수시설을 설치하도록 한다.

3.1.2 가식수목 간에는 원활한 통풍을 위하여 충분한 식재간격을 확보한다.

3.1.3 가식장은 관수 등 가식기간 중의 관리를 위한 작업통로를 설치한다.

3.1.4 가식수목의 뿌리분은 복토하여 분이 공기 중에 노출되지 않도록 한다.

3.1.5 가식 후에는 뿌리분 주변의 공기가 완전히 방출되도록 관수한다.

3.1.6 가식장의 외주부 수목은 가지주 혹은 연결형 지주를 설치하여 수목이 바람 등에 흔들리지 않도록 한다.

3.2 가식장 확보

3.2.1 가식장은 작업장 여건 및 추후 관리를 고려하여 선정하며, 공사구간 내 유휴부지 확보가 곤란한 경우 인근 경작지 등을 임대하여 사용한다.

3.2.2 가식장에 관한 기준은 다음과 같다.

(1) 공사구간 내의 용지가 이용이 가능한 경우 최우선으로 활용한다.

(2) 가식장 운영기간은 본 공사를 종료할 때까지로 한다.

(3) 가식장 단위면적기준은 다음의 소나무 사례를 참조하되 소나무 외 여러가지 수종은 감독자와 협의하여 그 규모를 아래 기준에서 가감하여 사용한다.

표 13-1-3 가식장 단위면적 기준 (소나무의 예)

근경(R, cm)	기준 근경(R, cm)	소요면적 (㎡)	비고
6 ~ 8	8	1.5	작업로 및 배수로 면적은 20 %로 별도 계상
10 ~ 12	12	2.5	
14 ~ 18	16	6.0	
20 ~ 22	22	10.0	
24 ~ 30	28	16.0	

3.3 자생수목 이식

3.3.1 활용이 가능한 자생수목은 환경영향평가 이행에 따른 자연자원보존 및 공사원가절감을 위하여 이식 또는 채취, 관리 후 조경공사에 활용한다.

3.3.2 자생수목 선정기준은 다음과 같다.

(1) 해당지역의 자생수목으로서 조경적 가치가 있는 수종을 선정하며, 수형과 규격이 적절한 것을 선정하여야 한다.

(2) 규격은 관목일 경우 수고 1.0 m 이상, 교목일 경우 수고 3.5 m 이상, 흉고(근경) 10 cm ~ 15 cm 이상이 되는 성목을 기준으로 하되 공사지역 주변여건과 부합되는 규격조건을 갖추었을 경우에는 감독자와 협의하여 기준을 가감할 수 있다.

3.3.3 조사등급의 기준은 다음과 같다.

(1) 고유수형이 유지된 정자수, 관상가치가 있는 특별수형목, 독립 대형목이어야 한다.

(2) 병충해 감염이 없는 강건한 수목이어야 한다.

(3) 필요한 생육공간과 양호한 토양조건에서 정상적으로 생육중인 수세가 양호한 수목이어야 한다.

(4) 분뜨기에 양호한 토질과 여건을 갖춘 수목이어야 한다.

(5) 운반거리가 짧고 작업에 유리한 여건을 갖춘 장소에 있어야 한다.

표 13-1-4 이식대상 수목 조사등급

구분	양호 (A)	보통 (B)	불량 (C)
수 형	고유수형이 유지된 정자수, 관상가치가 있는 특별수형목, 독립대형목, 보호수	고유수형이 비교적 양호하게 유지된 수목	사후관리로 수형 교정이 필요한 수목
병충해 감염여부	병충해 감염이 없는 수목		사후관리 및 약제 살포가 요구되는 수목
수 세	필요한 공간과 양호한 토양조건으로 정상적으로 생육중인 수목		불리한 조건으로 생육중인 수목
굴 취	분뜨기에 양호한 토질과 여건을 갖춘 수목		분뜨기에 불리한 여건을 가진 수목
운 반	작업로를 별도 개설할 필요가 없고 여건이 좋은 장소		운반에 불리한 여건을 가진 장소로 별도 작업로가 필요한 지역

13-1-5 수목식재

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 교목, 관목 등 수목식재공사에 적용하여, 특수목식재 및 인공지반 식재의 경우에는 공사시방서에 따른다.

1.2 주요내용

1.2.1 식재

1.2.2 관리 및 부대시설

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 식물재료의 명칭은 우리말 관용명을 사용하되 필요한 경우 학명을 병기한다.

2.1.2 검사는 재배지에서의 사전검사와 지정장소 반입 후 검사로 구분하여 시행한다.

2.1.3 사전 검사에 합격하여도 굴취, 운반, 포장 등의 취급이 나쁘거나 굴취 후 장기간이 경과한 것은 지정장소 반입 후 검사에서 합격품으로 인정하지 아니한다. 다만 경우에 따라서는 재배지에서의 사전검사를 생략할 수 있으며, 야생수목은 굴취할 때 검사하여 사전검사를 대신할 수 있다.

2.2 수목재료

2.2.1 수목재료는 지정된 규격에 적합한 것으로서 발육이 양호하고 지엽이 치밀하며, 수종별로 고유의 수형을 유지하여야 한다.

2.2.2 병충해의 피해나 손상이 없고 건강한 생육상태를 유지하여야 하되, 병충해의 감염정도가 미미하고 심각한 확산의 우려가 없는 경우 적절한 구제조치를 전제로 선정할 수 있다.

2.2.3 농장에서 활착이 용이하도록 공사착수 전에 이식 또는 완전한 단근작업과 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달한 재배품이어야 한다.

2.2.4 부득이 자연산 굴취품을 사용하는 경우에는 양호한 뿌리분을 갖추고, 수형 · 지엽 등이 표준 이상으로 우량하며, 설계도서에 의하여 지정된 분의 크기 이상인 제품에 한하여 감독자의 승인을 얻어 선정할 수 있다.

2.2.5 수목재료는 수종 및 성상에 따라 철저히 검사하며, 감독자가 지엽 등의 제거를 지시할 경우에는 제거 전의 규격을 확인할 수 있도록 사진 등으

로 촬영하여 제출한다.

2.2.6 수목규격의 허용오차는 수종별로 −5 % ~ +10 % 사이에서 여건에 따라 발주청이 정하는 바에 따른다. 단 허용치를 벗어나는 규격의 것이라도 수형과 지엽 등이 지극히 우량하거나 식재지 및 주변여건에 조화될 수 있다고 판단되어 감독자가 승인한 경우에는 사용할 수 있다.

2.2.7 용어의 정의

(1) 수고(H)는 지표면에서 수관 정상부까지의 수직거리를 말하며 도장지는 제외한다. 단, 덩굴식물은 줄기의 가장 길게 자란 것을 말하며, 측정할 때에는 측량용 스타프를 사용한다.

(2) 흉고직경(B)은 근원으로부터 1.2 m 높이의 수관 직경을 말한다. 쌍간 이상의 수목에 있어서는 각 수관이 흉고직경 합의 70 %가 당해 수목의 최대 흉고직경보다 클 때는 이를 선정하며, 작을 때는 최대 흉고직경을 그 수목의 흉고직경으로 선정한다. 또한 흉고에서 분지하는 경우는 그 상단의 측정치를 기준으로 하며, 흉고직경을 측정할 때에는 수목직경 측정용 직경자나 줄자로 된 π 자를 사용하여야 한다.

(3) 근원직경(R)은 흉고직경을 측정할 수 없는 관목이나 흉고 이하에서 분지하는 성질을 가진 교목성 수종, 만경목, 어린 묘목 등에 적용하며 지표면(또는 최초발근지점) 줄기의 굵기를 말하고 측정부위가 원형이 아닐 경우 최대치와 최소치의 산술평균치를 채택한다. 단 쌍간 및 다간일 경우 흉고직경과 동일한 방법을 적용한다. 직경이 거의 완전한 원형이 아닌 경우에는 줄자로 된 π 자를 사용하여야 한다.

(4) 수관폭(W)은 수관이 가장 넓은 높이에서의 직경을 말하며, 타원형 수관은 최대 폭의 수관축을 중심으로 한 최단과 최장의 폭을 합하여 나눈 것을 수관폭으로 한다. 또한 여러 가지 형태로 조형한 교목이나 관목도 이에 준하며 도장지는 제외한다. 수관이 길게 일정방향으로 성장하였거나 조형한 것은 수관폭과 수관길이로 표시한다. 수관폭의 경우 측정도구는 스틸자나 줄자를 사용한다.

(5) 수관 길이(L)는 수관의 최대길이를 말하며, 수관이 수평 혹은 능수형 등 세장하는 성장특성을 가진 수종이나 이에 준하여 조형한 수관은 최대길이를 수관길이로 한다. 수관이 불규칙하게 성장하는 특징을 가진 수목이나 조형된 수관일 경우 수관길이를 적용하되 도장지는 제외한다.

(6) 지하고는 수관을 구성하는 가지 중에서 맨 아래가지로부터 지면까지의 수직거리를 말하며, 능수형은 최하단의 지조 대신 역지의 분지된 부위를 채택한다.

(7) 수판고는 역지 끝을 형성하는 최하단의 지조에서 정상까지의 수직거리를 말한다. 능수형은 최하단의 지조 대신 역지의 분지된 부위를 채택한다.

(8) 줄기의 수는 교목류의 경우 주간에서 뻗어 나온 가지 수를 말하며, 관목류의 경우 지표면에서 분지한 주지수(主枝樹)를 말한다. 이때, 성장이 불량한 가지는 제외한다.

2.2.8 수목검수를 위한 용어는 다음과 같다.

(1) 밀식은 수목의 성장을 위한 적당한 폭이 확보되지 않아 수고에 비하여 수관 폭이 좁아지는 경우를 말하며, 이는 수목의 고유 수형을 유지하는데 방해요소가 된다.

(2) 편기는 주간을 중심으로 한 변의 수관폭이 다른 한 변의 수관폭에 비하여 지나치게 많이 편중되어 양호한 수형을 형성하기 어려운 것을 말한다.

(3) 생장간격은 주간에서 뻗어 나온 수평가지와 가지 사이의 간격을 말하며, 그 간격이 다른 가지 사이의 간격에 비하여 너무 넓거나, 좁으면 수목 본래의 수형을 형성하기가 어렵다.

2.2.9 수목규격의 명칭과 표시방법은 다음과 같다.

(1) 교목류의 규격표시

① 「수고(m)×흉고직경(cm)」으로 표시하며, 필요에 따라 수관 폭, 수관길이, 지하고, 뿌리분의 크기, 근원직경 등을 지정할 수 있다. 근원직경으로 규격이 표시된 수목은 수종의 특성에 따른 「흉고직경-근원직경」관계식을 구하여 산출하되, 특별히 관련성이 구하여지지 않은 경우 R=1.2B의 식으로 흉고직경을 환산, 적용할 수 있다.

② 곧은 줄기가 있는 수목으로서 흉고부의 크기를 측정할 수 있는 수목은 「수고 H(m)×흉고직경 B(cm)」또는 「수고 H(m)×수관폭 W(m)×흉고직경 B(cm)」으로 표시한다.

③ 줄기가 흉고부 아래에서 갈라지거나 다른 이유로 흉고부의 크기를 측정할 수 없는 수목은 「수고 H(m)×근원직경 R(cm)」또는 「수고 H(m)×수관폭 W(m)×근원직경 R(cm)」으로 표시한다.

④ 상록수로서 가지가 줄기의 아래 부분부터 자라는 수목은 「수고 H(m)×수관폭 W(m)」으로 표시한다.

(2) 관목류의 규격표시

① 「수고 H(m)×수관폭 W(m)」으로 표시하며, 필요에 따라 뿌리분의 크기, 지하고, 가지수(주립수), 수관길이 등을 지정할 수 있다.

② 일반적인 관목류로서 수고와 수관폭을 정상적으로 측정할 수 있는 수목은 「수고 H(m)×수관폭 W(m)」으로 표시한다.

③ 수관이 한쪽 길이 방향으로 성장이 발달하는 수목은 「수고 H(m)×수관폭 W(m)×수관길이 L(m)」로 표시한다.

④ 줄기의 수가 적고 도장지가 발달하여 수관폭의 측정이 곤란하고 가지수가 중요한 수목은 「수고 H(m)×수관폭 W(m)×가지수(지)」로 표시한다.

⑤ 수고 H(m)

⑥ ○년 생×가지수(지)

(3) 만경류의 규격표시

① 「수고H(m)×근원직경R(m)」으로 표시하며, 필요에 따라 「흉고직경B(cm)」을 지정할 수 있다.

② 다른 표시방법으로는 「수관길이L(m)×근원직경R(m)」,「수관길이L(m)」 또는 「수관길이 L(m)×○년생」 등으로 표시한다.

(4) 묘목의 규격표시

① 「수간길이(幹長)」와 묘령으로 표시하며, 필요에 따라 「근원직경」을 적용할 수 있다.

(5) 초화류의 규격표시

① 분얼 또는 포트 규격으로 표시하며 뿌리성장이 발달하여 뿌리 나누기로 번식이 가능한 초종에 적용한다.

(6) 수목의 규격과 명칭은 다음과 같다.

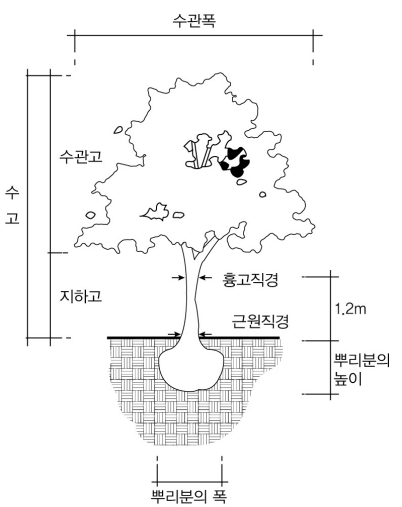


그림 13-1-2 수목 규격 명칭

2.2.10 특수한 수형이나 용기재배품을 채택하는 경우에는 별도의 지침을 적용한다.

2.2.11 수목검수를 위한 규격기준은 다음과 같다.

(1) 침엽수

① 침엽수는 줄기가 곧고 가지가 고루 발달하여 균형 잡힌 것으로 신초와 나무표피가 손상되지 않고, 도장지를 제외한 가지는 잘 발육된 것이어야 한다.

② 편기되지 않아야 하며, 주간에서 편기된 수관 단변의 거리가 전체 수관폭의 20 % 이상인 것을 양호한 수형으로 판정한다. 단, 4 m 이상의 수목에서는 편기 문제가 발생하지 않으므로 4 m 이하의 수목만을 대상으로 한다.

③ 수관폭은 수고의 1/3 이상을 유지하여야 한다.

④ 3.5 m 이상의 수목이 바른 수형을 형성하기 위하여서는 어느 정도의 지엽이 필요하기 때문에 최소 3개 이상의 마디가 형성되는 것이 바람직하다.

2.2.12 수목검수를 위한 수형기준은 다음과 같다.

(1) 주간의 모양에 따른 수형의 기준은 다음과 같다.

① 직간형은 줄기가 지표에서 초단부까지 똑바로 자란 상태의 것을 직간이라 한다. 직간이라도 본수나 형태에 따라서 줄기 본수가 하나이면 단간이라 하고, 두 본이 나란하면 쌍간, 3본이면 3간, 본수가 5본 이상이면 다간이라 한다.

② 곡간형은 환경과 수목의 습성에 따라 줄기가 자연스럽게 곡선형이 되어 자라는 것을 말한다. 주간이 굽은 경우 편기가 나타나며 전체 수형이 왜곡되어 양호한 수형 형성이 이루어지지 못하므로 곡간의 정도가 심한 경우 불량한 수형으로 판정한다. 단, 이 기준은 감독자의 육안판단에 따른다.

③ 총상형은 수목의 밑둥지에서 여러 개의 줄기가 생기는 성질의 것을 모두 총괄한 것이다. 주간이 쌍간으로 한쪽 가지만 지엽이 형성되어 수형이 편중된 경우 고유수형을 갖추지 못하므로 육안 검수를 할 때 불량한 수형으로 판정한다. 단, 어린 수목에서 쌍간이 발생되는 경우 편기가 되어 고유수형 형성이 어려우나, 경우에 따라 쌍간의 수형이 더 아름답고, 독특한 수형을 형성할 수도 있으므로 이 기준은 감독자의 육안판단에 따른다.

(2) 가지의 모양에 따른 수형 기준은 다음과 같다.
① 수직형은 가지가 줄기에 거의 평행하며 수직에 가깝도록 신장하는 형태이어야 한다.
② 경사형은 가지가 줄기에서 예각으로 신장하는 형태이어야 한다.
③ 수평형은 가지가 줄기에서 둔각으로 신장하거나 지면에 수평으로 신장하는 형태이어야 한다.
④ 분산형은 일정 높이의 주간에서 가지가 아주 무성하게 분산하여 신장하는 형태이어야 한다.
⑤ 능수형은 가지가 지표로 수직에 가깝도록 밑으로 처지는 형태이어야 한다.
⑥ 도장지는 기본 수형을 이루나 눈에 띄게 도장되어진 가지는 수목의 고유수형을 형성하는데 방해요소가 되므로 불량으로 판정한다.
⑦ 반입당시의 수목의 주간이 절단되지 않아야 한다.
⑧ 지엽발달 및 가지발달이 미약한 수목은 고유수형을 형성하지 못하므로 수목을 검수할 때 제외되어야 한다.
⑨ 가지가 고사하면 수세가 약해지고 수형형성을 기대하기 어려운 상태이므로 고사된 수목은 절대 반입하여서는 안 된다.
(3) 수관의 모양에 따른 수형 기준은 다음과 같다.
① 원주형은 기둥 같은 긴 수관을 형성하여야 한다.
② 원통형은 아래, 위 수관폭이 동일한 수관을 형성하여야 한다.
③ 원추형은 수고의 끝이 뾰족한 긴 삼각형 모양의 수관을 형성하여야 한다.
④ 우산형은 우산모양의 수관을 형성하여야 한다.
⑤ 첨탑형은 위, 아래의 수관선이 양쪽으로 들어가는 원추형곡선 모양의 수관을 형성하여야 한다.
⑥ 원개형은 지하고가 낮고, 지엽이 옆으로 확장되는 수관을 형성하여야 한다.
⑦ 타원형은 타원 모양의 수관을 형성하여야 한다.
⑧ 난형은 달걀 모양의 수관을 형성하여야 한다.
⑨ 구형은 공 모양의 수관을 형성하여야 한다.
⑩ 배상형은 수관 상부가 평면 또는 곡선으로 이루는 술잔 모양의 수관을 형성하여야 한다.

2.3 지주재

2.3.1 지주재는 소정의 박피통나무, 각목, 대나무 또는 특별히 고안된 재료(각

종 파이프, 와이어, 플라스틱)로 한다.

2.3.2 지주목 목재는 내구성이 강하고 방부처리된 것으로 하며, 말뚝용 통나무는 마구리를 가공하고 절단면과 측면을 골고루 잘 다듬는다.

2.3.3 지주목 대나무는 3년생 이상으로, 강도가 뛰어나고 썩거나 벌레먹음, 갈라짐이 없어야 한다.

2.2.4 당김줄은 12게이지의 담금질한 아연도금 강선으로 하며, 당김줄 중간에 부착하는 턴버클은 KS F 4521의 규정에 적합하여야 한다.

2.2.5 노끈, 새끼줄 등의 결속재료는 잘 짜여진 튼튼한 것으로 결속 후 쉽게 풀리지 않아야 한다.

2.4 객토용 흙

2.4.1 객토용 흙은 공사시방서에 별도로 명시하지 않은 경우, 부식질이 풍부하고 식물의 생육을 저해하는 물질을 포함하지 않은 사질지반의 양질토사를 사용한다.

2.5 농약, 비료, 토양개량제, 식물생장조절제 등

2.5.1 설계도서에 지정된 것 또는 동등품 이상의 것으로 하며, 사용 전에 견본 등을 제출하여 감독자의 승인을 얻어야 한다.

2.5.2 유효기간 내의 것으로서 각각의 형상을 유지하고 지정된 성분을 함유하며, 변질되지 않고 이물질이 혼입되지 않아야 한다.

2.5.3 품질을 유지할 수 있는 포장 또는 용기에 넣어져 있는 것으로 성분, 용량 등이 명기되어야 한다.

2.5.4 식재 될 토양의 영양공급 및 물리성이 개선될 수 있어야 한다.

2.5.5 제초제, 살충제 등은 잔류기간이 짧고 속효성인 것을 사용한다.

2.5.6 수목의 활력조절을 위한 생장조절제의 제품기준은 별도의 공사시방서에 따른다.

2.5.7 비료관리법과 농약관리법에 따라 제조공정과 제품이 등록된 것이어야 한다.

2.5.8 유기질 비료는 양질의 소재로 비료성분에 손실이 없도록 제조하고, 유해물 · 기타 다른 물질이 혼합되지 않았으며, 건조하고 완전 부숙된 것이어야 한다.

2.5.9 완전 부숙되어 제조된 제품으로 농림축산식품부 비료공정규격 중 부산물 비료의 부속왕겨 및 톱밥퇴비 기준을 준용하여 아래 기준치를 부합되어야 한다.

(1) 유기물 함량 : 30 % 이상

(2) 유기물 질소의 비(OM/N) : 70 % 이하

(3) 유해물질 함유량
① 비　소 : 50 mg/kg 이하
② 카드뮴 : 5 mg/kg 이하
③ 수　은 : 2 mg/kg 이하
④ 납 : 150 mg/kg 이하
⑤ 크　롬 : 300 mg/kg 이하
⑥ 구　리 : 300 mg/kg 이하
⑦ 니　켈 : 50 mg/kg 이하
⑧ 아　연 : 900 mg/kg 이하
(4) 수분함량 : 45 % 이하

3. 시 공

3.1 식재구덩이의 굴착

3.1.1 식재 구덩이는 식재 당일에 굴착 한다. 다만 부득이한 경우 공사착수 전에 굴착할 수 있으며, 이때는 감독자와 협의하여 안전대책을 수립한다.

3.1.2 식재 구덩이의 위치는 설계도서에 의거 식재 위치를 선정하여야 한다. 단, 다음의 경우에는 감독자와 협의하여 그 위치를 다소 조정할 수 있다.
(1) 암반, 구조물, 매설물 등과 같은 지장물로 인하여 굴착이 불가능한 경우나
(2) 지하수 등으로 인하여 식재 후 생육이 불가능하다고 판단되는 경우
(3) 배식미를 위하여 바람직하다고 판단되는 경우

3.1.3 식재 구덩이의 크기는 너비를 최소한 분 크기의 1.5배 이상으로 하고, 깊이는 분의 깊이(높이)와 구덩이 바닥에 깔게 되는 흙, 퇴비 등의 높이를 고려하여 적절한 깊이를 확보한다.

3.1.4 식재 구덩이를 팔 때는 표토와 심토는 따로 갈라놓아 표토를 활용할 수 있도록 조치한다.

3.1.5 식재 구덩이는 굴착 후 감독자의 검사를 받아 식재 및 객토를 한다.

3.1.6 기계, 인력 병행의 굴착을 할 때에는 기존의 공작물 및 지하매설물에 손상을 주지 않도록 특히 주의하여 시공한다.

3.1.7 굴착에 의하여 발생된 토사 중 객토 또는 물집에 사용하는 토사는 생육에 지장을 주는 토질을 제거하여 사용한다.

3.1.8 대형목 등 특수목 식재를 위한 구덩이는 수종 및 수목크기에 따라 굴착한다.

3.2 객토

3.2.1 식재지의 토질이 수목생육에 부적합한 경우 감독자와 협의하여 처리하고 채움흙은 전량 객토 한다. 토질은 배수성과 통기성이 좋은 사질지반의 양질토사를 표준으로 한다.

3.2.2 활성추비, 비료 등은 현장에 반입할 때에 감독자에게 수량을 확인 받는다.

3.2.3 혼합토를 사용할 때의 혼합재료 선정비율이 설계도서에 없을 경우에는 식재식물의 관련자료를 감독자에게 제출한 후 승인을 받아 시행한다.

3.3 식재

3.3.1 수목을 가식 또는 보양조치 하였다가 식재할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.3.2 보습, 보온 및 부패방지 등을 위한 활착보조재는 제품별 용법에 따라 식재 구덩이에 넣거나 뿌리부분에 도포하여 식재한다.

3.3.3 식재지 표토의 최소토심은 식재할 식물이 생육하는데 필요한 깊이 이상이어야 한다.

3.3.4 흙쌓기 또는 땅깎기를 할 때 수거한 표토는 식재할 때에 식재 구덩이에 넣어 식재하거나 잔디면에 복토한다.

3.3.5 기비는 완숙된 유기질비료를 식재 구덩이 바닥에 넣어 수목을 앉히며, 흙을 채울 때에도 유기질 비료를 혼합하여 넣는다.

3.3.6 식재는 뿌리를 다듬고 주간을 정돈하여 굴취 전 방향을 고려하여 식재구덩이의 중심에 수직으로 식재한다. 이 때 분의 흙이 무너지지 않도록 주의한다.

3.3.7 식재할 때에 뿌리분을 감은 거적과 고무바, 비닐끈 등 분해되지 않는 결속재료는 완전히 제거한다. 단, 이들의 제거로 뿌리분 등에 심각한 손상이 예상되는 경우에는 감독자와 협의하여 최소량을 존치시켜 식재할 수 있으나 이때에도 근원경 결속부분은 제거하고 잔여재료가 지표면에 노출되지 않도록 말끔히 정리하여야 한다.

3.3.8 식재할 때 수목이 묻히는 근원부위는 굴취 전에 묻혔던 부위에 일치시키고, 식재방향은 원래의 생육방향과 동일하게 식재한다. 다만 경관, 기능 등을 고려하여 적절히 조정하여 식재할 수 있다.

3.3.9 식재구덩이를 판 후 수목의 생육에 해로운 불순물을 제거한 다음 바닥을 부드럽게 파서 좋은 흙을 넣고 고른다.

3.3.10 수목의 뿌리분을 식재구덩이에 넣어 방향을 정하고 원지반의 높이와 분의

높이가 일치하도록 조절하여 나무를 앉힌다. 잘게 부순 양질토질 흙을 뿌리분 높이의 1/2정도 넣은 후, 수형을 살펴 수목의 방향을 재조정하고, 다시 흙을 깊이의 3/4정도까지 추가하여 넣은 후 잘 정돈시킨다.

3.3.11 수목 앉히기가 끝나면 식재구덩이에 물을 넣고, 각목이나 삽으로 저어 흙이 뿌리분에 완전히 밀착되고 흙속의 기포가 제거되도록 한다.

3.3.12 물조임이 끝나면 고인물이 완전히 흡수된 후에 흙을 추가하여 구덩이를 채우고 물넓이를 낸 다음 식재구덩이의 주변을 정리한다.

3.3.13 배수, 지하수위 등의 식재조건이 열악한 경우에는 감독자의 지시에 따라 필요한 조치를 취한다.

3.4 지주세우기

3.4.1 지주목과 수목을 결박하는 부위에는 수간에 완충재를 대어 수목의 손상을 방지한다.

3.4.2 대나무지주의 경우에는 선단부를 고정하고, 결속부에는 대나무에 흠집을 넣어 유동을 방지한다.

3.4.3 삼각형지주 등은 수간, 주간 및 기타 통나무와 교착하는 부위에 2곳 이상 결속한다.

3.4.4 특수지주는 그 기능을 잘 이해하여 움직임이나 기울어짐이 없도록 시공한다. 지중부는 감독자의 지시를 받아야 한다.

3.4.5 식재지역에 지반침하가 우려되는 경우에는 침하 후 지주목이 유동하지 않도록 조치한다.

3.4.6 설계도서에 별도의 지시가 없는 경우의 지주목세우기 방법은 다음의 기준을 적용한다.

3.5 양생

3.5.1 기후나 물리적 원인에 의해서 수목의 수피의 손상이 우려되는 수목에 대하여서는 주간 또 주지의 일부를 새끼 또는 거적 등을 사용하여 탈락하지 않도록 감싸주어야 한다.

3.5.2 식물의 보호양생에 증산억제제를 사용할 경우에는 사용제 및 사용방법에 대하여 감독자와 협의한다.

표 13-1-5 지주목 세우기 적용

지주형	시 공 방 법
단각지주	- 1개의 말뚝을 수목의 주간 바로 옆에 깊이 박고 그 말뚝에 주간을 묶어 고정한다.
이각지주	- 수목의 중심으로부터 양쪽으로 일정 간격을 벌려서 각목이나 말뚝을 깊이 30 cm 정도로 박고, 박은나무를 각목과 연결 못으로 고정시킨 다음 가로지르는 각목과 식물의 주간을 새끼나 끈으로 묶는다.
삼발이	- 박피 통나무나 각재를 삼각형으로 주간에 걸쳐 새끼나 끈으로 묶어 수목을 안정시킨다.
삼각 (사각) 지주	- 각재나 박피통나무를 이용하여 삼각이나 사각으로 박아 가로지른 각재와 주간을 결속한다. 지주경사각은 70°를 표준으로 한다.
연계형	- 각 수목의 주간에 각목 또는 대나무 등의 가로막대를 대고 주간과 결속하여 고정한다.
매몰형	- 식재구덩이 하부 뿌리분의 양쪽에 박피통나무를 눕혀 단단히 묻고 이를 지주대로하여 뿌리분을 철선 또는 로프로 고정한다.
당김줄형	- 완충재를 감아 수피를 보호하고 그 부위에서 세 방향으로 철선을 당겨 지표에 박은 말뚝에 고정한다.

3.6 관수

3.6.1 식재 후에는 물집이 손상되지 않도록 주의하여 관수한다.

3.6.2 여름의 관수는 정오 전후의 직사일광이 강한 시간대는 가능한 한 피한다. 또 겨울에는 따뜻한 날에 관수하며, 혹한기는 피하도록 한다.

3.7 모양잡기

3.7.1 수목식재 후에는 수형을 정리하고 적정한 성장을 유도하기 위하여 전지 · 전정한다. 전지 · 전정은 위에서부터 아래로, 우측에서 좌측으로 돌아가면서 다음의 공통 사항을 지켜 시행하며, 감독자의 특별한 지시가 있는 경우에는 그에 따른다.

(1) 고사지나 병든 가지는 제거한다.

(2) 통풍과 일광이 양호하도록 가지를 솎아준다.

(3) 수세가 고르게 수형의 균형을 잡아준다.

(4) 그 나무 고유의 수형이나 이식전의 수형을 잘 살펴서 다듬는다.

3.7.2 가로수의 경우에는 보차도의 통행 및 조망에 지장이 없도록 가지를 제거한다.

3.7.3 가지의 제거는 잔가지부터 자르고, 굵은 가지를 제거한 경우에는 유합제

를 도포하여 부패를 방지한다.

3.7.4 생울타리, 관목을 열식한 경우에는 감독자의 지시에 따라 사진을 촬영하여 형상과 규격을 확인한 후 지시된 높이로 전정한다.

3.8 약제살포

3.8.1 부적기에 수목을 식재하여야 할 경우 감독자와 협의하여 뿌리 절단부위에 발근촉진제를 처리하여야 하며, 식재 후에도 일정한 간격을 두고 영양제, 증산억제제를 살포 주입하여 수목을 보호한다.

3.8.2 식재수목에서 병충해가 발견되는 경우에는 약제를 뿌려 구제하고 확산을 방지한다.

3.9 식재 부대시설

3.9.1 화분대

(1) 화분대는 식재수목의 최소 생육토심을 확보한다.

(2) 지하에 쓰레기나 콘크리트 등의 이물질이 없도록 하고, 수분의 이동이 용이한 토양으로 객토한다.

(3) 객토할 때에는 쓰레기나 건축 폐자재 등의 이물질 없도록 하고, 수분의 생육에 양호한 토양으로 객토한다.

(4) 식재지역의 토양부분은 배수구를 설치하여 포장면의 배수관에 연결시켜야 한다.

(5) 플랜터의 토양은 플랜터의 최상부보다 낮게 하여 관수나 강우 때 수시로 플랜터 내의 토양이 외부로 흘러나오지 않도록 한다.

(6) 석재 갓돌을 사용하는 경우에는 플랜터의 가장자리와 코너부위를 둥글게 마감하여 예각에 의한 파손을 방지한다.

(7) 사각형 플랜터의 코너부위의 예각 접속은 피하기 위하여 코너부위에는 통돌을 사용한다.

(8) 플랜터가 의자로 복합이용 될 경우에는 이용에 편리한 높이와 폭으로 설치하여야 한다.

3.9.2 수목보호판

(1) 일반사항

① 상부하중으로부터 견딜 수 있는 허용강도를 갖는 재료를 사용하여야 한다.

② 토양접촉부위는 토양의 고결화를 방지하기 위하여 일정간격으로 이격·설치한다.

③ 수목보호덮개와 받침틀은 견고하게 고정하고, 상부의 지주목과 결속이

가능하여야 한다.

④ 수 목보호덮개에 인접하는 포장은 가장자리를 정확하게 처리하여 완성도를 높여야 한다.

(2) 설치준비

① 가로수는 차도경계블록이 설치되고 양생되는 즉시 수목을 식재하고 물다짐하여 주변 토양이 안정된 뒤에 주변 포장공사와 병행하여 수목보호대를 설치할 수 있도록 준비한다.

② 수목보호대 상단이 보도의 상단면과 일치하도록 터파기하고, 지반을 수평으로 다진 뒤에 소정의 두께로 모래를 포설한다.

(3) 수목보호덮개 설치

① 모래위에 수목보호틀을 수평이 되게 설치하고 틀 내부를 자갈이나 인조석, 파쇄목으로 포설한다.

② 받침틀 위에 덮개를 덮고 안전밴드를 조여 마감한다.

③ 수목보호판은 인접하는 포장재료와의 접속부는 틈이 생기지 않도록 마무리 하여야 한다.

13-1-6 지피류 및 초화류 식재

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 잔디 및 비탈면 녹화를 제외한 지피류와 초화류의 식재공사 등에 적용한다.

1.1.2 식재에 적용되는 재료에 따른 다양한 생육 및 재배조건을 충족시켜야 한다.

1.2 주요내용

1.2.1 식물재료

1.2.2 식재

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 지피류 및 초화류 소재는 종자 및 1년생, 2년생, 숙근류, 구근류 등으로 구분된다.

2.1.2 종자의 규격은 중량단위의 수량과 순량률 및 발아률, 초화류의 규격은 분얼, 포기 등으로 표시한다.

2.1.3 종자는 신선하고 병충해가 없으며, 잡초의 종자가 혼합되지 않고 발아율이 양호한 것이어야 한다.

2.1.4 지피류 및 초화류는 원래의 형태와 성상을 유지하고 병충해 · 상해가 없으며 건전한 생육을 유지하여야 한다.

2.1.5 지피류 및 초화류는 지정된 규격에 맞아야 하고, 줄기, 잎, 꽃눈의 발달이 양호하며, 병충해의 피해가 없고, 뿌리가 충실하여 적정량의 흙이 붙어 있어야 한다.

2.1.6 지피 및 초화류의 규격은 다음과 같다.

(1) 포트(pot) : 포트란 식물의 재배용기로서 지름으로 표기하며 검은색 비닐포트에 육묘한 것으로써 초종에 따라 주로 8 mm ~ 10 mm 규격의 포트가 사용되며 식재 직전에 흙이 부숴지지 않게 포트를 벗겨내야 한다.

(2) 분얼 : 식물의 성장 엽아의 수량으로, 발아 가능한 엽아를 기준으로 하며 다년생 식물 중 숙근류는 일반적으로 분얼수를 식물단위로 삼으며 “촉”으로도 지칭되고 1분얼로도 식재는 가능하나 식재 후 초기효과를 고려하여 2 ~ 3분얼, 4 ~ 5분얼로 식물에 따라 분얼수의 기준을 달리 한다.

2.1.7 지피류 및 초화류의 품질기준은 다음과 같다.

(1) 각 식물은 합본하지 않은 것으로 새잎이 많으며 뿌리는 충실하고, 병충해가 없어야 한다.

(2) 포트용 식물은 포트를 제거했을 때 용토가 흩어지지 않을 정도로 세근이 발달되어 포트의 형태를 유지하여야 한다.

(3) 한 개체의 작은 분얼이 큰 분얼 크기의 1/3 이하인 것은 하나의 분얼로 인정하지 않는다.

(4) 구근의 경우에는 반드시 당해 년도에 꽃을 피울 수 있는 것이라야 한다.

(5) 야생채취 식물은 분이 충실하여야 하며 채취로 인한 손상이 없어야 한다.

2.1.8 수생식물의 품질기준

(1) 수생식물이란 수변 및 수중에서 생육이 가능 식물로서, 각 수종에 따라 성장 속도 및 성장 초장의 길이가 차이가 나며, 초기 식재를 할 때 자연상태의 모양을 고려하여 식재지역을 선정하여야 한다.

(2) 수생식물은 수변의 경관 촉진과 수생생물체의 서식환경을 제공하므로 식재 후 다른 생물체의 생육공간으로서 기능을 발휘할 수 있어야 한다.

2.1.9 야생화의 품질기준

(1) 야생화는 산야에서 직접 채취한 것을 사용하여서는 안 되며, 농장에서 생산한 제품을 사용한다.

3. 시 공

3.1 지반조성

3.1.1 식재에 앞서 지반을 정지하고, 쓰레기 · 낙엽 · 잡초 등을 제거한 후 적당하게 관수하여 식재상을 조성한다.

3.1.2 객토는 일반적인 객토용 사질양토를 사용하여야 하나 지피류, 초화류의 종류와 상태에 따라 부식, 부엽, 이탄토 등을 첨가할 수 있으며, 화분재배의 경우에는 인공적으로 생산되는 특수토양 등으로 배양토를 조성하여 사용한다.

3.1.3 토심은 초장의 높이와 잎, 분얼의 상태에 따라 다르나, 표토 최소토심은 300 mm ~ 400 mm 범위로 한다.

3.2 식 재

3.2.1 식재 전에 먼저 생육에 해로운 불순물을 지표면으로부터 제거한 후 바닥을 부드럽게 파서 고른다. 뿌리가 상하지 않도록 주의하면서 근원부위를 잡고 약간 들어올리는 듯 하면서 재배용 흙이 뿌리사이에 빈틈없이 채워

지도록 심고 관수한다.

3.2.2 덩굴성 식물은 식재 후 필요한 경우 주요장소를 대나무 또는 지정재료로 고정한다.

3.2.3 종자의 파종은 각 재료별 파종방법에 따라 화단 전면에 걸쳐 균일하게 파종하며, 파종시기는 기후조건을 충분히 고려하여 파종직후 강우에 의하여 종자가 유출되지 않고, 지나치게 건조하지 않도록 양생 · 관리하여 발아를 촉진시킨다.

3.2.4 특수한 식물의 식재와 파종에 대해서는 각 식물별 재식 및 파종방법 또는 공사시방서를 따른다.

3.2.5 야생화를 식재할 때에는 원래 식재되어 있던 지역의 토질조건, 음양성, 습윤상태 등 모든 생육조건을 고려하여 그와 유사한 환경을 조성한 후 식재한다.

3.2.6 왜성 대나무류 및 지피류 식재간격은 설계도서에 지정하지 않은 경우 150 mm(44주/㎡)를 표준으로 한다.

3.2.7 지피류 및 초화류의 식재 후에는 멀칭재를 사용하여 냉해나 건조피해를 막아주어야 한다.

3.2.8 지피류 및 초화류 뗏장 또는 기타의 방법으로 식재하는 경우에는 제조업체의 관련 제품 시방서에 따른다.

13-1-7 벽면 녹화

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 방음벽, 옹벽 등 각종 수직면의 구조 벽면에 식재하여 미관 향상, 경관 향상, 시설물 벽면온도 완화, 표면반사조절, 차음 등의 효과를 기대하는 녹화 식재공사에 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 방음벽 녹화

(2) 옹벽 녹화

(3) 구조물, 담장 등

1.2 요구조건

1.2.1 능소화의 꽃은 인체에 유해하므로 사람의 손이 직접 닿지 않는 위치와 높이로 한다.

1.2.2 격자형 등반보조시설은 어린이들의 놀이에 이용되지 않도록 안전성에 유의하여야 한다.

1.2.3 벽면을 녹화할 때에는 관련되는 공종과 협의한 후 시공하여야 한다.

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 자력등반 수종 : 담쟁이덩굴, 미국담쟁이, 송악, 헤데라류, 마삭줄, 줄사철, 능소화 등으로 구분할 수 있다

2.1.2 보조등반 수종 : 포도나무, 등나무, 노박덩굴, 인동덩굴, 칡나무, 오미자 으름덩굴 등 으로 구분할 수 있다

2.1.3 덩굴성 식물 : 개나리, 참싸리, 황매화 등 으로 구분할 수 있다

2.2 등반보조재

2.2.1 목재 등격자 틀은 두께 0.10 m ~ 0.30 m 범위의 것을 0.40 m의 간격으로 설치한다.

2.2.2 철망형 와이어메쉬는 0.10 m ~ 0.30 m 간격의 것으로서, 녹방지처리가 된 제품을 사용한다.

2.2.3 네트형은 0.40 m 간격으로서 와이어로프, 턴버클 등을 이용하여 그물망이나 선형으로 벽에 설치한다.

3. 시 공

3.1 공사준비

3.1.1 기존 구조물에 대한 벽면을 녹화할 때에는 기존 구조물의 안전, 포장재 철거 등에 따라 예상되는 문제점 등을 검토하고 시공하여야 한다.

3.1.2 방음벽, 옹벽, 석축 등의 설계와 관련하여 관련 공사와 연관성을 긴밀히 검토하여 누락 및 중복이 발생하지 않도록 한다.

3.1.3 식재지의 공간이 협소하고 수목의 생육기반이 불량한 경우 사질양토로 객토하고, 필요할 경우 토양개량제를 사용하여야 한다.

3.2 등반보조재 설치

3.2.1 보조재를 설치할 때에는 벽면에 간격을 두어 식물이 감고 올라갈 수 있는 여유공간을 확보하여야 한다.

3.2.2 겨울철 미관을 고려하여 보조재의 형태 변화를 고려한 시설의 경우 견고하게 부착되도록 한다.

3.2.3 현장여건상 보조재의 사용을 줄여야 할 경우 자력 등반이 가능한 수종을 혼식한다.

3.2.4 등반보조시설은 녹화하는 목적 등을 고려하여 당김줄형과 격자형으로 구분하여 사용하고 필요할 때에는 복합적으로 설치한다.

3.2.5 당김줄형 등반보조시설은 벽면 상하에 앵커로 고정시킨 후 와이어 로프를 수직 연결하고 턴버클로 조정하여 설치하여야 한다.

3.2.6 격자형 등반보조시설은 벽면에 일정 간격으로 결합구를 박아 고정시킨 후 와이어 로프 등을 연결하여 설치하여야 한다.

3.3 옹벽, 석축 녹화

3.3.1 식재지에 이물질이 포함되거나 식물생육에 부적합한 토양일 경우 전면객토 또는 토양개량을 실시한다.

3.4 방음벽

3.4.1 대부분 긴 구간으로서 시각적 단조로움을 피하기 위하여 다양한 수종을 혼식할 경우 생육속도에 따른 변화를 고려하여 띄워심기를 한다.

3.5 담 장

3.5.1 투시형 담장일 경우 투시형 담장을 등반보조재로 활용하여 성장에 따른 유인대책이 필요하다.

3.5.2 폐쇄형 담장의 경우 벽면의 안전성을 검토한 후 보조재를 설치한다.

13-1-8 가로수 식재

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 가로경관의 조성, 환경오염 저감과 녹음제공, 생활환경과 교통환경의 개선, 자연생태계와의 연결 등을 위하여 도로구역, 가로구역 또는 그 주변에 가로수를 식재하는 공사에 적용한다.

1.2 요구조건

1.2.1 도로의 폭, 도로 주변의 장애물 등 주변여건에 따라 보행자와 자동자 운전자의 안전 그리고 가로(街路)에 설치된 각종 장치물 등에 문제가 없는 범위 내에서 시공되도록 사전에 감독자와 협의하여야 한다.

1.2.2 가로수 식재 전 선행개발용지 또는 토목공사와 복합공정으로 시공되는 식재구간에는 시공일정, 식재위치와 수량의 증감내용 등 현장여건을 파악하여 식재공사가 원활히 시행될 수 있도록 감독자와 협의하여야 한다.

1.2.3 식재간격은 설계도면을 따르되, 식재지역 상층부 및 하층부의 환경조건, 가로수의 수관 폭과 생장속도, 가로수에 대한 생활환경의 피해문제 등을 복합적으로 고려하여 식재간격을 조정할 수 있다.

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 발육이 양호하고 수형이 정돈되어 있으며, 가지와 잎이 치밀하고 병충의 피해가 없으며, 가급적 대기 중 공해물질을 정화할 수 있는 수목을 우선으로 한다.

2.1.2 이식을 할 때에는 활착이 용이하도록 단근작업 또는 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달된 재배품이어야 한다.

2.2 수목보호재료

2.2.1 가지주대는 이 시방서의 수목식재 편의 해당항목을 따른다.

2.2.2 관리 · 보양시설로는 가로수 보호틀과 보호덮개 및 보호대 등을 사용한다.

2.3 기 타

2.3.1 기타시설로는 관수 · 배수시설 등이 있다.

2.3.2 가로수 식재 후 농약 및 비료, 토양개량제 등을 사용한다.

2.4 수목검수를 위한 규격기준

2.4.1 지하고는 보행에 지장을 주지 않는 범위 내에 있어야 하므로 수관고의 최하단까지를 기준으로 한다.

2.4.2 수고는 충분한 지하고 확보를 위하여 일정규격 이상의 수목을 사용한다.

2.4.3 도로의 가로수나 공원, 휴게소의 가로수로 사용되는 경우 지하고의 높이는 수고의 1/2 ~ 1/5 범위 내에 있어야 한다.

2.4.4 수관의 가지가 편기되지 않아야 하며, 주간에서 편기된 수관 단변의 거리가 전체 수관 폭의 20 % 이상인 것은 양호한 수형으로 판정한다. 단, 고유한 특성이 있는 일부 수종은 편기의 기준을 달리할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 가로수는 교통장애가 없는 범위 내에서 일정한 선형을 유지하여야 하며, 구간별 수형 및 수고 · 지하고가 유사한 수목을 반입하여 시공하여야 한다.

3.1.2 도로의 길어깨, 도로의 평면곡선구간 중 내측지역, 수려한 자연경관을 차단하는 구간, 신호등 등과 같은 도로안전시설의 시계를 차단하는 지역, 장거리 이동을 주기능으로 하는 교외지역 일반국도의 도로구역과 그 주변지역, 교차로의 교통섬 내부, 농작물 피해 우려지역, 전기 · 통신시설물의 지하매설 또는 이설이 불가능할 경우 등은 감독자와 협의한 후 가로수의 식재위치를 변경하거나 식재수량을 변경하여 시공할 수 있다.

3.1.3 식재지역 상층부 및 하층부에 전기 · 통신시설 등으로 가로수의 정상적인 생육이 곤란할 경우 감독자와 협의하여 유지 및 관리방안을 수립하여야 하며, 경관을 저해하지 않는 범위 내에서 가지치기 등으로 수고, 수관 폭을 조절하여 시공할 수 있다.

3.1.4 가로수 식재기반이 불투수층 · 쓰레기 매립지 등 불량토층을 형성할 경우 배수시설을 설치하거나 객토 등의 방법으로 수목의 하자를 방지하도록 하되, 식혈작업을 할 때 굴취된 부적합 토양과 모래 등은 전량 반출하고 양질의 토사를 반입하여 식재하여야 한다.

3.1.5 수목보호대 및 보호덮개의 설치상태와 지주목 설치의 적합성 등을 검토하고, 관수 · 배수시설 및 관리시설의 하자 및 손 · 망실처리에 대한 책임한계를 감독자와 협의하여야 한다.

3.1.6 가을철 식재공사를 시행할 경우에는 동해를 고려하여 수간을 녹화마대 등으로 감싸는 등의 보양조치를 하여야 한다.

3.1.7 보도가 없는 도로에 가로수를 식재하는 경우에는 길어깨 끝으로부터 수평

거리 2 m 이상 떨어지도록 식재하여야 한다. 다만, 현지 여건상 불가능할 경우에는 가지치기 등을 통하여 수고 · 지하고 · 수관폭 등 지속적인 관리방안을 수립하여 감독자와 협의하여 1 m ~ 2 m 범위에 식재할 수 있다.

3.1.8 식재 후 보행과 운전, 자전거 이용 등에 지장을 주는 가로수의 지하고 이하 가지 및 하향지 등은 설계도면 또는 공사시방서에서 제시한 지정 높이 이상으로 제거하여야 한다.

3.1.9 식재공사 완료 후 각종 공사로 인한 가로수의 훼손, 제설제 등 화학약품에 의한 약해, 차량 등으로부터의 물리적 피해 등은 감독자와 협의하여 하자 및 손 · 망실 처리에 대한 책임한계를 설정하고 훼손자에게 원상복구 하도록 조치하여야 한다.

13-2 잔디 조성

13-2-1 일반사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로, 녹지, 잔디 광장, 잔디 운동장 등 토공사가 완료된 비탈면 또는 평지의 잔디 조성 등에 적용한다.

1.1.2 잔디 식재 및 잔디 파종과 종자뿜어붙이기 등 잔디조성공사를 포함한다.

1.1.3 비탈면 잔디 조성은 이 시방서의 13-3 비탈면 녹화 편에 따른다.

1.1.4 주요내용

(1) 잔디 식재

(2) 잔디 파종

1.2 관련 시방 절

1.2.1 13-1 식재 조성

1.3 관련 작업

1.3.1 토공사

1.3.2 관수 및 배수공사

1.3.3 식재공사

1.3.4 비탈면녹화공사

1.4 관련 규정

1.4.1 참고규격

(1) 비료공정규격(농림축산식품부)

1.5 요구조건

1.5.1 표토 사용 및 자연생태계를 고려한 생태계 복구를 감안하여 시공한다.

1.5.2 공사지역은 대규모 토공을 포함한 도로공사 등 기반시설공사가 종료되고, 토양에 폐자재 · 진흙 · 잡초 · 자갈 등 불순물이 혼입되지 않고, 청소가 완료된 상태로 인수되어야 한다.

1.6 제출물

1.6.1 자재조달계획서

(1) 이 잔디 조성 편에 속한 모든 재료는 구매 전 자재조달계획서를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 자재조달계획서에는 재료 종류, 투입예정일, 투입량, 재료사양서 또는 품질보증서, 시험성적서 등이 포함되어야 한다.

1.6.2 잔디관리지침

(1) 잔디식재가 완료되기 전 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

1.7 운반, 보관 및 취급

1.7.1 잔디를 운반할 때에는 햇볕에 노출되어서는 안 되며, 항상 적당한 습기를 유지시켜야 한다.

1.7.2 잔디는 서늘하고 그늘진 곳에 보관하고, 잔디에 붙은 흙이 떨어지지 않도록 유의하여야 한다.

1.7.3 잔디를 보관할 때 비를 맞을 경우 흙이 떨어질 우려가 있으므로 비닐 등으로 덮어야 한다.

1.7.4 잔디를 여러 장 쌓아서 오랫동안 두었을 경우 부패의 우려가 있으므로 수시로 환기가 되도록 하여야 한다.

2. 재료

2.1 잔 디

2.1.1 잔디는 일반잔디와 롤형 잔디로 구분되며, 일반잔디는 자연산 또는 재배잔디로 시공한다.

2.1.2 잔디의 품질은 재배품이거나 야생잔디를 채취한 것으로서, 구비조건은 다음과 같다.

(1) 잡초가 없고, 지하경이 치밀하게 발달한 것이어야 한다.

(2) 잎이 불규칙하거나 잎 끝이 찢어지지 않은 것이어야 한다.

(3) 잡초가 섞이지 않고 병충해의 피해가 없는 것이어야 한다.

(4) 두께 및 크기가 균일하게 굴취된 것이어야 한다.

(5) 장기간 적재에 의하여 부패되지 않은 것이어야 한다.

2.1.3 현장에 도착된 잔디는 1일 이내에 식재하여야 한다.

2.2 잔디종자

2.2.1 이 시방서 제3장 3-1-1 비탈면 녹화의 해당항목에 따른다.

2.3 포복경 또는 지하경

2.3.1 이 시방서 제3장 3-1-1 비탈면 녹화의 해당항목에 따른다.

2.4 토양개량제, 비료

2.4.1 토양개량제와 비료는 비료공정규격(농림축산식품부) 또는 한국산업표준에 적합한 제품 또는 감독자가 승인하는 제품을 사용하되 배합비율과 사용량 등은 승인된 비율로 사용한다.

2.5 종자뿜어붙이기

2.5.1 종자뿜어붙이기를 할 때 사용하는 화이바, 접착제, 색소, 양생제 등은 파종종자의 배합비율과 시공방법 등에 관하여 감독자의 승인을 받은 후 사용한다.

2.6 잔디식재 용수

2.6.1 잔디식재에 사용되는 용수는 잔디 및 기타 식재지에 유해하지 않은 것으로 한다.

3. 시 공

해당내용 없음

13-2-2 잔디 식재

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로, 녹지, 잔디광장 등 토공사가 완료된 비탈면 또는 평지의 잔디식재공사 등에 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 기반 조성

(2) 잔디 식재

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 이 장 13-2-1 일반사항의 2. 재료 편 해당항목에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 토양이 잔디생육에 부적당하다고 판단되는 경우에는 잔디생육에 적합한 토양상태로 개량한다.

3.2 식재지반조성

3.2.1 시공대상지에 산재한 큰 부스러기 · 쓰레기 등을 제거하고, 식재지반을 토심 0.20 m로 조성한 후 흙덩어리를 잘게 부수고, 돌 · 잡초 등 불순물을 제거한다.

3.3 잔디 식재

3.3.1 전면식재는 토양개량과 정지작업이 이루어진 지면을 롤러나 인력으로 다진 후 잔디를 식재한다.

3.3.2 일반잔디는 전체지면에 틈새 없이 붙이거나 10 mm ~ 20 mm 간격으로 서로 어긋나게 붙인 후 모래나 사질양토를 살포하고 다시 롤러나 인력으로 다진 후 충분히 관수한다.

3.3.3 롤형 뗏장은 전체 지면에 틈새 없이 붙이고, 모래나 사질토를 가볍게 살포한 후 롤러로 다지고 관수한다.

3.3.4 줄떼식재는 잔디를 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm 정도로 잘라

서 150 mm, 200 mm, 30 mm의 간격으로 식재하며, 잔디의 간격이 넓으므로 호미 또는 괭이로 잔디뿌리가 흙속에 묻히도록 표토를 파가면서 식재한다.

3.3.5 어긋나기 식재는 뗏장을 0.20 m ~ 0.30 m 간격으로 어긋나게 놓거나 서로 맞물려 여유 있게 배열하여 호미 또는 괭이로 잔디뿌리가 흙속에 묻히도록 표토를 파가면서 식재한다.

3.3.6 풀어심기(stolonizing or sprigging)는 잔디의 포복경 또는 지하경을 50 mm ~ 100 mm 정도로 잘라 산파한 후 잔디뿌리가 묻히도록 흙을 덮는다.

3.3.7 비탈면에 잔디를 붙일 때에는 1매마다 2개의 떼꽂이로 잔디가 움직이지 않도록 고정한다.

3.3.8 잔디를 고정한 후 뿌리가 노출되지 않도록 사질양토로 잔디 사이를 채우고 인력이나 롤러 등으로 잔디 식재면을 다진다.

3.3.9 식재완료 후 남은 뗏장 및 돌, 기타 부스러기, 쓰레기 등을 제거하고 정리한다.

13-2-3 잔디 파종

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로, 녹지, 잔디광장 등 토공사가 완료된 비탈면 또는 평지의 잔디 씨 파종 등에 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 잔디 파종

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 이 장 13-2-1 일반사항의 2. 재료 편 해당항목에 따른다.

2.1.2 파종용 잔디종자는 감독자의 승인을 받아 구매한다.

2.1.3 혼합잔디의 경우에는 승인된 배합비율로 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 식재지반 조성

3.1.1 토양이 잔디생육에 부적당하다고 판단되는 경우에는 잔디생육에 적합한 토양상태로 개량한다.

3.1.2 시공대상지에 산재한 큰 부스러기 · 쓰레기 등을 제거하고, 지반을 토심 0.20 m로 경운한 후 흙덩어리를 잘게 부수고, 돌 · 잡초 등 불순물을 제거한다.

3.2 파종

3.2.1 파종시기는 난지형 잔디는 5월 ~ 6월 초순, 한지형 잔디는 9월 ~ 10월 또는 3월 ~ 5월경을 기준으로 하되, 잔디품종의 특성을 고려하여 공기 및 현장여건에 따라 감독자와 협의하여 결정한다.

3.2.2 잡초의 발생이 우려되는 곳은 대상지 전면에 제초제를 살포하고, 일정기간이 경과한 후에 파종하여야 한다.

3.2.3 파종지는 인력 또는 경운기로 깊이 200 mm 이상 부드럽게 갈아 주고, 비료를 뿌리고 흙을 곱게 부수어 고른 후 롤러로 가볍게 다진다.

3.2.4 파종량의 1/2을 모래와 섞어 종으로 파종하고, 나머지 1/2을 모래와 섞어 횡으로 파종한다.

3.2.5 들잔디를 파종할 때 설계서에 명시된 경우 이외에는 50 kg/ha ~ 150 kg/ha를 기준으로 하되, 잔디의 종류에 따라 감독자와 협의하여 조정할 수 있다.

3.2.6 파종 후 롤러로 가볍게 눌러서 종자가 흙 속에 박히도록 하며, 파종지가 충분히 젖도록 관수하되 흙이 흘러내리지 않을 정도로 물을 뿌려야 한다.

3.2.7 발아를 위한 적절한 수분과 토양온도 유지를 위하여 폴리에틸렌 필름(두께 0.03 mm)이나 볏짚, 황마천, 차광막 등으로 피복하고 바람에 날리지 않도록 고정한다.

3.2.8 씨드벨트(seed belt)로 파종할 때에는 정지된 지면에 종자가 닿도록 벨트를 깔고 충분히 관수한 다음 1 mm 정도의 고운 흙을 복토하고 다시 관수한 후 폴리에틸렌 필름을 덮어 준다.

3.3 파종 후 관리

3.3.1 종자가 발아하면 상태를 주시하여 웃자라거나 고온장애를 받을 우려가 있으면 즉시 폴리에틸렌 필름을 제거한다.

3.3.2 파종지가 건조할 경우에는 전면에 살수하되 표면이 마르지 않게 하여야 한다.

3.3.3 발아 후 2개월이 경과된 때부터 시비를 하되 자생잔디의 경우 질소, 인산, 칼리를 각각 15 g/㎡, 10 g/㎡, 10 g/㎡의 비율로 생육기간 중 2개월 ~ 3개월 간격으로 시비한다.

3.3.4 파종 후 20일 이내에 발아되지 않거나 전면에 고르게 발아되지 않고 일부만 발아하는 경우에는 처음과 동일한 공법으로 재파종하여야 한다.

13-2-4 종자뿜어붙이기

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 공사의 효율을 위하여 잔디종자를 섬유(fiber), 색소, 접착제, 비료 등을 물과 혼합하여 고압분사기로 파종하는 잔디조성공사에 적용한다.

2. 재 료

2.1 재료 일반

2.1.1 잔디종자는 재료조달계획을 승인받았을 때의 살포량과 혼합률에 따라 준비하여야 한다.

2.1.2 도입하는 잔디종자는 품질보증서가 있는 것이어야 한다.

2.1.3 비료는 질소, 인산, 칼리의 성분이 혼합된 복합비료를 사용하되 재료조달계획을 승인받았을 때의 감독자 승인을 받은 것을 사용한다.

2.1.4 섬유(fiber)는 재료조달계획서에 제시한 제품이나 제지용 펄프를 사용한다.

2.1.5 접착제, 색소는 재료조달계획서에 제시하여 감독자가 승인한 제품을 사용한다.

2.1.6 물은 깨끗한 시냇물이나 상수도물을 사용하며, 오염되거나 식물생육에 유해한 물질이 섞여 있는 물을 사용하여서는 안 된다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 파종지는 잡석을 제거하고 계획된 기울기에 따라 평활하게 정지한다.

3.1.2 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사부착물의 침투를 좋게 하기 위하여 1 ㎡마다 1 ℓ ~ 3 ℓ 의 물을 미리 살포한다.

3.1.3 한지형 잔디종자를 비료, 섬유(fiber), 접착제, 색소, 물과 혼합하고, 살포기계를 이용하여 분사파종으로 시공한다.

3.1.4 파종 후 1개월 이내에 발아되지 않거나 전면에 고루 발아되지 않고 일부만 발아되었을 때에는 처음과 동일한 공법으로 재파종하여야 한다.

13-3 비탈면 녹화

13-3-1 일반사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 땅깎기 및 흙쌓기 등에 의한 인공비탈면이나 침식 등에 의하여 발생한 자연비탈면에 대하여 인공재료나 자연재료를 이용하여 지표면의 안정과 식물군락의 조성 및 경관보전을 도모하기 위한 비탈면의 녹화공사에 적용한다.

1.1.2 대상지를 조형적으로 조성하거나 식물군락이 지속적으로 건강하게 생존하는 생태적인 복원 및 경관의 보전을 도모하기 위한 시공을 포함한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 13-1 식재 조성

1.2.2 13-2 잔디 조성

1.3 관련 규정

1.3.1 참조규격

(1) 한국산업표준

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3514 와이어 로프
KS D 7011 아연도금 철선
KS D 7018 체인링크 철망
KS D 7036 염화비닐 피복 철선
KS F 2302 흙의 입도 시험방법
KS F 2324 흙의 공학적 분류방법

(2) 비료공정규격(농촌진흥청)

1.3.2 관련 규정

(1) 토목공사표준시방서(국토교통부)
(2) 도로공사표준시방서(국토교통부)
(3) 건설공사비탈면표준시방서(국토교통부)
(4) 도로비탈면 녹화공사 설계 및 시공지침(국토교통부)

1.4 요구조건

1.4.1 토공계획 초기단계부터 비탈면의 안정을 전제로 비탈 조형과 녹화계획을 수립하여 경관이 뛰어나고 지속 가능하며 유지관리가 용이한 녹화계획을 수립한다.

1.4.2 비탈면 녹화는 비탈면의 침식과 세굴을 방지하여 비탈면의 안정과 보호를 도모하고, 야생동물의 먹이와 은신처 제공 및 경관 향상을 목표로 하며, 기존 녹지와 연계성 확보 및 종 다양성 증진에 기여할 수 있는 식물군락의 조성을 목표로 한다.

1.4.3 주변의 토지이용과 산림 구조 · 비탈면의 토질 · 경사 · 방위 등을 고려하여 키 큰 수림형 · 키 낮은 수림형 · 초본주도형 군락 등으로 구분하여 목표로 하되, 해당 지역에 적합한 자생식물을 적극 활용한다.

1.4.4 비탈면의 토질, 토양, 경사 등이 복원녹화의 목표로 설정된 식물군락의 생육에 적합하지 못하면 식물 생육환경의 개선과 생육기반의 안정이 선행되어야 한다.

1.4.5 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 산마루 측구, 소단 측구, 종배수구, 비탈면 종배수구, 암거, 유공관 등의 배수시설을 계획하여야 한다.

1.5 제출물

1.5.1 계약상대자는 각종 종자의 종류와 품질에 대한 품질보증서를 제출하여야 하며, 토양 및 비탈면, 보호재의 화학적, 물리적 성질에 대한 품질보증서를 사용설명서와 함께 제출하여야 한다.

1.5.2 계약상대자는 비탈면 녹화를 위한 사전조사 및 분석, 복원녹화목표, 도입식물의 선정과 종자배합, 시공시기 및 방법을 포함하는 시공계획서를 감독자에게 제출하여야 한다.

1.5.3 계약상대자는 야자섬유망(코어네트)이나 황마섬유망 · PVC코팅철망 등의 보조자재와 각종 식생매트 등의 식생자재, 이들을 고정하기 위한 앵커 · 핀 등의 부자재에 대한 견본품을 제조업체로부터 제출받아 확인한 뒤 현장에 비치하여야 한다.

1.6 운반, 보관 및 취급

1.6.1 종자 · 비료 등은 건조하고 서늘한 곳에 보관하여야 하며, 비탈면 보조자재와 보호 철물류 및 기타 식생자재는 통풍이 잘되고 비나 눈을 피할 수 있는 곳에 자재별로 구분하여 보관하여야 한다.

1.6.2 사용재료와 그 부속자재는 이물질 등과 혼합되지 않도록 적정장소를 선정하여 종류별, 규격별로 보관한다.

1.6.3 비료 등은 성분분석표, 안전사용기준, 취급제한기준, 사용법, 기타 주의사항이 부착되어 포장된 채로 반입하여야 한다.

1.6.4 비탈면 공사를 할 때에는 추락방지 등 안전관리에 철저를 기하여야 하며, 작업으로 인한 비산 · 통행장애 · 장비소음 등으로 민원이 발생하지 않도록 사전에 조치하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료 일반

2.1.1 도입식물의 선정은 식물의 생육특성과 복원녹화의 목표, 비탈면의 토질과 기울기 등 입지조건을 고려하여 결정하되, 척박한 땅에 잘 자라며, 발아가 빠르고 뿌리 발달이 좋은 것으로 종자의 확보가 용이하여야 한다.

2.1.2 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며, 외래종자와 재래종자를 적정 비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않도록 종자를 배합한다.

2.1.3 별도의 규정이 없는 경우 계약상대자가 제출한 종자배합계획서에 따라 조정하도록 하되, 파종으로 식물군락을 조정할 경우 외래종자와 재래 목 · 초본 종자의 파종량은 최초 성립기대본수를 1 ㎡마다 800본 ~ 2,000본을 기준으로 한다.

2.1.4 녹화공법의 식생기반재료는 도입식물 및 환경기준에 맞는 제품을 사용하여야 한다.

2.1.5 섬유제품 등의 멀칭재료는 종자의 발아 및 생육에 지장이 없도록 유기재료를 사용하여야 한다.

2.1.6 부착망은 능형망철선과 염화비닐피복철선의 기준에 합당한 제품을 사용하여야 한다.

2.1.7 앵커핀(혹은 고정핀)과 착지핀의 경우는 설계에 맞는 규격 제품을 사용하여야 한다.

2.1.8 비료는 복합비료 또는 유기질 비료를 사용하며, 복합비료는 질소(N) · 인산(P_2O_5) · 칼리(K_2O)의 성분이 혼합된 것으로 사용하고, 유기질 비료는 퇴비 · 부엽토 · 계분 및 부숙 톱밥비료 등을 사용한다.

2.1.9 복합비료의 성분혼합비율 등은 비료공정규격(농촌진흥청)을 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 녹화공법의 안정성 및 경제성은 물론 선정된 녹화식물의 생육과 식물군락 형성에 가장 적합한 공법을 선정하되, 동일한 비탈면에는 동일한 공법을 적용하여야 한다.

3.1.2 파종시기는 복원목표에 의하여 선정된 식물의 발아 및 성장에 가장 적합한 시기와 조건에서 시행하되, 파종적기는 공사시방서에 따르고 파종시기에 따라 종자배합을 적절히 조정하여야 한다.

3.1.3 공사와 관련하여 특허권 및 기타 제3자의 권리로 되어 있는 자재 또는 공법을 사용하고자 하는 경우에는 그 사용에 관한 일체의 책임을 계약상대자가 진다.

3.1.4 비탈면 녹화와 관련하여 비탈면의 토질, 경사 및 방위, 주변 임상 및 환경, 표면풍화 및 침식정도, 용수 및 배수처리 등 현장여건의 변경이나 신자재 · 신공법의 적용을 위한 설계변경은 반드시 관련 근거자료를 첨부하여 서면으로 요구하고 감독자의 승인을 받아야 하며, 감독자의 검토 요청이 있는 경우에 이에 응하여야 한다.

3.1.5 비탈면 녹화공사는 주로 급한 기울기 및 고지대에서 작업이 이루어지므로 제반 규정에 의한 안전조치를 취한 후에 시공하여야 한다.

3.2 복구 및 청소

3.2.1 비탈면 녹화공사가 끝나면 산재된 생육기반재 및 각종 부자재 등이 비탈면에 남아 있지 않도록 깨끗이 청소하고, 자재나 기타 쓰레기는 반출하여야 한다.

3.2.2 각종 포장재 등은 수거하여 재활용할 수 있도록 한다.

3.2.3 비탈면 녹화공사로 인하여 훼손 또는 오염된 지역과 불필요한 위치의 낙석방지망 등의 시설은 철거하여 계약상대자의 부담으로 원상 복구하여야 한다.

13-3-2 생육기반조성

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 비탈면의 지표면 안정과 식물의 지속적 생장에 적합한 생육기반을 동시에 조성하고자 하는 비탈면 녹화공사의 생육기반조성에 적용한다.

1.1.2 이 절에서 서술되지 않은 생육기반조성은 토목공사표준시방서, 도로공사표준시방서, 도로비탈면 녹화공사 설계및시공지침, 건설공사 비탈면표준시방서의 해당 항목과 공사시방서에 따른다.

1.1.2 주요내용

(1) 생육기반조성

(2) 장비 등

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 조경 수목, 초화류, 잔디, 식물종자, 생육기반재, 토양개량재(유기물, 무기물)

2.2 생육기반 조성재

2.2.1 생육기반 조성재료는 토양단립형성, 접착기능, 고흡수성 및 침식방지 등의 각종 특수기능을 갖는 고분자재, 각종 천연 섬유네트(core, jute), 철망, 앵커, 합성수지 및 콘크리트 블록 제품, 각종 멀칭재료(볏짚 및 관련제품, 비닐), 유 · 무기질 비료 등이 있다.

2.3 생육기반조성 보조재

2.3.1 합성수지제품은 내부식성이 있고 성형이 자유로워야 하며, 변형 및 탈색이 되지 않고 자연미가 나타나도록 제작되어야 한다.

2.3.2 침식방지망은 부식될 수 있는 천연재료로 보습, 보온효과가 있고 종자발아에 유해한 물질이나 해충이 묻어있지 않아야 한다.

2.3.3 격자틀 및 블럭제품은 접합부가 일체식으로 연결될 수 있어야 하며, 도입식물에 따른 생존조건 이상의 토심깊이를 확보하여야 한다.

2.3.4 낙석방지망은 내부식성이 있고 성형이 자유로워야 하며, 비탈면의 불안정한 조건에 따라 낙석되는 토석류를 견딜 수 있도록 필요한 강도를 갖추어야 한다.

2.3.5 각 사용재료는 한국산업표준 표시품 또는 동등 이상의 것이어야 한다.

2.4 장비

2.4.1 생육기반조성에 사용되는 장비는 취부기, 발전기, 에어콤프레서, 레카, 포크레인, 급수탱크, 건설용 펌프, 핸드드릴, 착암기, 숏크리트건, 크레인 등이 있다.

3. 시공

3.1 면정리 및 고르기

3.1.1 토사지반의 면정리 및 고르기

(1) 풍화침식으로 지반면과 분리되어 흘러내리거나 소단부에 퇴적된 토사와 얕게 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.

(2) 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.

(3) 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화, 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피하여 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 경우에는 재검토하여 고르기를 하지 않고 자연상태로 존치할 수도 있다.

(4) 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

3.1.2 암지반의 면정리 및 고르기

(1) 토목시공면은 주변 자연환경과의 조화를 위한 부분 녹화가 가능하게 하기 위하여 매끈하게 정리하지 않고 굴곡 있는 암지반이 되도록 자연스럽게 조성한다.

(2) 절취, 발파 등에 의한 거친돌·불안정한 돌 등을 제거하되, 여러 규격의 파쇄된 돌들이 자연스럽게 쌓여서 안정되어 있을 때에는 예외로 한다.

3.2 비탈면 배수공사

3.2.1 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈면 산마루측구, 소단측구, 종배수구, 비탈면 도수로, 암거, 유공관, 배수판 설치 등의 배수시설을 설계도에 따라 설치하며, 필요할 때 감독자와 협의하여 추가적으로 설치할 수 있다.

3.2.2 소단부는 암반 비탈면이라도 생육지반재가 침식되지 않도록 횡단경사를 두거나 배수구를 설치한다.

3.2.3 항상 습한 상태의 비탈면은 생육지반이 항상 흡수 포화되어 병충해 발생이 우려되고, 식물생육이 곤란하므로 종·횡배수구 및 배수매트, 배수망, 배수관 등을 설치하여 집수 처리한다.

3.2.4 용수의 처리는 설계도서에 의하여 지상 집배수공을 설치하여야 하며, 비탈면 녹화공사를 하기 위하여 생육지반과 분리된 배수층을 조성한다.

3.2.5 각 배수시설의 설치는 토목공사표준시방서 해당 항목 및 공사시방서에 따른다.

3.3 비탈면 녹화기초

3.3.1 훼손된 비탈면의 생태적, 경관적 복원 및 보전을 위하여, 지속적인 식물생육이 건강하게 이루어질 수 있는 안정적인 생육환경을 조성하여야 한다.

3.3.2 비탈면 보강용 심박기

(1) 비탈면에 생육지반재의 안정된 부착을 도모하기 위하여 말뚝, 철근 등의 비탈심을 3개/㎡ ~ 4개/㎡ 정도로 비탈면에 연직방향으로 깊이 박아야 한다.

(2) 비탈면에 암반이 있을 경우 암반의 절리방향 및 경사를 조사하고 심박기 각도를 조정하여 설치하여야 한다.

3.3.3 비탈면 침식방지망

(1) 침식방지망을 사용하여 비탈면의 지표면 침식방지와 종자유실방지를 통하여 발아촉진과 활착이 용이하도록 시공한다.

(2) 종자뿜어붙이기를 시공한 뒤에 시공비탈면 위에서 아래로 침식방지망을 굴려 비탈면 모양대로 자연스럽게 펼치도록 하고, 방지망이 팽팽해지지 않도록 주의하여 지표면과 완전히 밀착되도록 한다. 또한, 방지망은 0.10 mm ~ 0.20 mm 정도 겹치게 설치하며, 횡으로 고정줄을 설치하고, 1 ㎡마다 1개 이상의 고정핀을 박아서 고정한다.

3.3.4 비탈면보호용 격자블록

(1) 소형의 수로를 격자상으로 구획하여 지표수를 분산 집·배수함으로써 지표면 침식을 억제하고, 공사 전 채집된 표토 및 생육지반재를 채워 녹화가 용이하도록 시공한다.

(2) 격자블록을 설치할 때에는 비탈면을 평활하게 고른 다음 격자블록이 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 올려 붙여야 한다.

(3) 격자의 교점부분에 활동막이를 사용할 때에는 활동막이가 격자와 충분히 고정되도록 한다.

(4) 비탈면 보호용 격자블록의 설치는 비탈 끝 아래쪽으로부터 위쪽으로 시공하게 되므로 격자블록의 속채움 흙을 확보할 수 있도록 여유공간을 확보하여야 한다.

(5) 비탈면에 용수가 있을 때에는 배수로를 설치하여 시공면에 물이 흘러들지 않도록 하여야 한다.

(6) 비탈면의 붕괴 등이 예상되거나 비탈면에 있는 수목을 보호하여야 할 경우에는 감독자와 협의하여 붕괴방지시설 또는 수목보호를 위한 조치를 취하여야 한다.

(7) 보호블록의 연결 및 조립방법은 설계도서에 따라 보호블록을 접합시킨 다음 앵커봉을 비탈면에 설계깊이까지 고정시켜야 한다.

(8) 앵커봉을 비탈면에 박을 때에는 연결판(조립판)이 파손되지 않도록 지면에 직각으로 고정시켜야 한다.

(9) 종 · 횡 방향으로 격자블록의 완전조립 배열이 끝나면 보호블록 내면에 복토를 시행하여야 한다. 이때에는 잔디의 발육을 위하여 부식된 비옥한 흙을 비탈면 보호블록 내에 가득히 채우고 나무방망이 등을 사용하여 균등하게 다짐을 하여야 한다.

(10) 잔디공사는 풍화암 및 화강풍화토(마사토) 지역인 경우 흙이 많이 붙은 평떼로 블록 내 전체를 조밀하게 떼붙임 하여야 한다.

(11) 흙을 다질 때에는 약간 젖은 상태로 다져야 하며, 폐자재나 나무뿌리, 큰 암석 및 기타 불순물을 골라내어 다져야 한다.

(12) 보호블록의 설치위치 및 형태는 현장여건에 따라 변경할 수 있으나, 공사착수 전에 감독자의 승인을 받아 시행하여야 한다.

(13) 격자블록 내에 식재하기 위하여서는 도입식물의 원활한 생육을 위하여 채집표토를 채워서 충분히 다진 후 식재하며, 채집표토가 없을 때에는 생육지반재를 채우도록 한다.

3.3.5 조립식 식생블럭 쌓기

(1) 내부에 표토나 생육지반재를 채우면서 비탈면에 일체식으로 쌓아 녹화되도록 시공한다.

3.3.6 식생울타리

(1) 암반 비탈면 소단부 등에 수목의 원활한 생육이 가능하도록 선상(線狀)의 식생울타리를 설치하고, 표토 및 생육지반재로 자연토양을 재현하여 녹화되도록 설치한다.

(2) 토양수분의 충분한 저장 및 배수가 용이하도록 설치한다.

3.3.7 콘크리트 힘줄박기

(1) 현장치기 콘크리트 격자를 만들어 급경사 비탈면의 표층부 붕락을 방지하고, 식물의 생육기반을 조성할 수 있도록 한다.

(2) 비탈면의 조건에 따라 생육기반재의 채움 깊이를 충분히 확보하여 도입식물에 의하여 콘크리트면이 감소, 은폐되도록 시공한다.

(3) 도입식물의 생장에 시멘트의 해가 미치지 않도록 조치한다.

3.3.8 비탈면 보호공

(1) 비탈면의 지표면 안정 및 보호가 되도록 시공하되 경관적 관점에서 조형적으로 시공하여야 한다.

(2) 식재공을 병용하기 위해서 충분한 깊이의 식혈을 확보하고, 양질의 생육지반재를 투입하여 식생의 활착을 도모한다.

(3) 인조암붙이기는 각 기본단위를 서로 견고하게 조립하며, 원지반에도 견고히 지지하고, 조립이음새 부분은 제품 바위색과 동일한 색상의 재료로 빠짐없이 채워 방수를 도모한다.

(4) 모르타르 및 콘크리트 뿜어붙이기를 할 때에는 시공면에 적당히 요철을 주어 자연미가 살아나도록 하며, 10 ㎡마다 1개소 이상의 식생혈이 가능하도록 한다.

3.3.9 돌망태

(1) 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 지반을 고른 다음 빈 돌망태를 설치하고, 철선으로 각각의 돌망태를 연결하여야 한다.

(2) 돌망태는 적합한 방법으로 철선을 잡아 늘려 형상을 유지시켜 고정하여야 한다.

(3) 돌망태가 완전히 채워질 때까지 돌채우기와 철선 연결을 번갈아 실시하고, 돌망태의 빈틈을 적게 하여 공극이 최소화가 되도록 기계나 인력으로 돌을 채워 넣어 설계도서의 규격이 유지되도록 하여야 한다.

(4) 모든 철망과 철선의 연결은 이중 감기를 하여야 한다.

(5) 돌망태를 시공할 때에는 구조적인 면을 고려하여 20 ㎡마다 1개소 이상의 식생상을 설치한다.

13-3-3 비탈면 녹화

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 인공적으로 축조 또는 땅깎기 및 흙쌓기 된 비탈면과 물이나 중력에 의한 침식으로 이루어진 자연비탈면 등 모든 비탈면의 녹화공사에 적용한다.

1.1.2 사업의 대상지를 조형적으로 조성하거나 식물군락이 지속적으로 건강하게 생존하는 생태적인 복원 및 경관의 보전을 도모하기 위한 시공에 관한 일반적 사항을 포함한다.

1.1.3 주요내용

(1) 잔디 식재

(2) 씨앗뿜어붙이기 등

2. 재 료

2.1 종자, 식생상 등

2.1.1 초본류 종자중 향토초종은 발아율 30 % 이상, 순량률 80 % 이상이어야 한다.

2.1.2 목본류 종자는 발아율 20 % 이상, 순량률 50 % 이상이어야 한다.

2.1.3 생육기반재는 동 · 식물에 무해하고 토양 및 수계를 오염시키지 않아야 하며, 유기물 함량이 건조중량비로 5 % 이상, 토양경도가 24 mm 이하, 공극률이 60 % 이상이어야 한다.

2.1.4 차폐 식재공사에 사용되는 수목은 교목, 관목 및 타 수목에 피해를 주지 않는 덩굴식물 등으로 차폐특성을 갖춘 수종으로 한다.

2.1.5 식생상을 공사할 때 소규모 식생분을 사용하거나, 식생혈공 공사를 할 때 수목을 사용하는 경우에는 2년 이상 강건 육묘된 것을 사용한다.

2.1.6 식생상은 인조목 · 통나무 · 철근콘크리트 · 각종 합성수지 등이 사용되며, 각각 한국산업표준 표시품 또는 동등 이상이어야 하고, 식생이 안정적으로 유지되도록 배수를 고려하고 견고하게 제작한다.

2.1.7 각종 고분자재는 동 · 식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 한다.

2.1.8 기타 재료의 품질 등은 설계도면 및 공사시방서에 따르며, 이를 변경 · 조정하고자 할 때에는 감독자의 승인을 받아 시행한다.

3. 시 공

3.1 토사비탈면 녹화공사

3.1.1 비탈면 잔디 식재

(1) 잔디생육에 적합한 토양의 비탈면 기울기가 1:1 보다 완만할에는 비탈면을 일시에 녹화하기 위하여 흙이 붙어 있는 재배된 잔디를 사용하여 붙인다.

(2) 비탈면 전면(평떼)붙이기는 줄눈을 틈새 없이 붙이고 십자줄이 형성되지 않도록 어긋나게 붙이며, 잔디 소요면적은 비탈면 면적과 동일하게 적용한다.

(3) 비탈면 줄떼 다지기는 잔디폭이 0.10 m 이상 되도록 하고, 비탈면에 0.10 m 이내 간격으로 수평골을 파서 수평으로 심고 다짐을 한다.

(4) 선떼붙이기는 비탈면에 일정 높이마다 수평으로 단끊기 후 되메우기한 앞면에 떼를 세워 붙이되, 흙층에 완전히 밀착되도록 다지기를 하고 줄눈이 수평이 되도록 시공하며, 침하율을 감안하여 계획높이보다 덧쌓기를 하고, 부위별 떼의 규격은 설계도서 및 감독자의 지시에 따라 정한다.

(5) 잔디고정은 떼꽂이를 사용하여 잔디 1매마다 2개 이상 견실하게 고정하며, 시공 후에는 모래나 흙으로 잔디붙임면을 얇게 덮은 후 달구판으로 고루 두들겨 다져준다.

(6) 잔디판 붙이기는 비탈면의 침식방지 및 활착이 용이하도록 잔디판을 비탈면에 밀착 · 고정한다.

3.1.2 비탈면 수목식재

(1) 비탈면의 안정적이고 생태적인 녹화를 조기에 달성하기 위하여 비탈면에 수목을 도입하여 식재 · 시공한다.

(2) 식재구덩이, 수목식재, 굴취 및 관수작업 등의 식재와 관련된 작업을 할 때에는 비탈면 유지와 관련된 시설에 피해가 없도록 하여야 한다.

(3) 비탈면에서의 작업은 장비 및 인원에 대한 안전대책을 수립하여 감독자와 사전에 협의하여야 한다.

(4) 새집붙이기

① 암석을 채굴하고 깎아낸 요철이 많은 일반 비탈면에 점적 녹화를 목적으로 시공한다.

② 수목생육에 충분한 깊이로 표토나 생육기반재를 채우고 배수시설을 하여야 한다.

(5) 차폐식재

① 일반식생의 도입이 불가능한 암반 비탈면 및 채석장 등은 수목으로 차폐식재 한다.

② 비탈면 하단부나 소단, 옹벽 등에 생육기반을 조성한 후에 2열 이상으로 식재한다.

(6) 덩굴식재

① 일반식생의 도입이 불가능한 암 절개지나 채석장 등은 덩굴식물로 차폐 혹은 녹화한다.

② 비탈면의 상단부, 소단부, 하단부에 생육기반을 조성 · 식재하여 상향식 및 하향식 녹화가 동시에 이루어질 수 있도록 한다.

3.1.3 종자뿜어붙이기

(1) 비탈면에 종자를 기계적으로 뿜어 붙여 일시적으로 조기에 녹화될 수 있도록 시공한다.

(2) 종자뿜어붙이기 할 비탈면은 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 하여야 한다.

(3) 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사물의 침투를 용이하게 하기 위하여 1 ℓ /㎡ ~ 3 ℓ /㎡의 물을 미리 살포한다.

(4) 종자뿜어붙이기는 1 ㎡ 마다 소요되는 자재{초본류의 종자, 복합비료, 펄프 또는 화이버(fiber), 합성접착제, 색소 등}를 4ℓ 의 물에 혼합하여 살포기계를 이용, 분사 파종하는 것을 표준으로 하며, 뿜어붙이기 후 섬유류{펄프 또는 화이버(fiber)}가 종자크기의 2배 ~ 3배의 두께로 파종지역이 골고루 피복되어 있어야 한다.

(5) 파종 2개월 이내에 골고루 발아가 되지 않거나, 일부만 발아되었을 때에는 재 파종한다. 단, 10월 이후 시공할 때에는 다음해 6월 초순 이전에 재 파종 여부를 결정한다.

(6) 생육판정은 피복율과 성립본수로 하되, 성립본수는 초본위주로 파종할 때에는 1,500본/㎡ 이상, 목 · 초본 혼합파종할 때에는 1,150본/㎡ 이상을 표준으로 하며, 피복률은 95 % 이상이어야 한다.

(7) 시공시기는 동절기(11월 ~ 2월)를 제외하고 연중 시행가능 하나 보통 봄(3월 ~ 6월), 가을(8월 ~ 11월)에 시행한다.

(8) 종자뿜어붙이기 후 침식이 우려될 때에는 폴리에틸렌 필름 등 피복재를 전면에 덮도록 하며 바람에 날리지 않도록 잘 고정하여야 한다.

(9) 종자뿜어붙이기용 장비는 살포할 때 균일한 농도를 유지할 수 있도록 믹

싱엔진을 갖춘 고압분사기를 사용하여야 한다.

(10) 탱크차와 펌프를 사용하여 교반기에 물, 종자, 피복제, 비료, 침식방지안정제, 색소의 순으로 투입하여 10분 이상 혼합한 후 사용하여야 하며, 혼합된 재료는 즉시 살포하여야 하며 5시간 경과되었을 때는 추가 혼합 후 사용하여야 한다.

(11) 흙쌓기 비탈면을 시공할 때에는 식생도입 후 시거장애 방지 및 효율적인 유지관리를 위하여 흙쌓기 비탈면이 3단 이상일 경우에는 최상단, 2단 이하일 경우에는 다이크에서 5 m 이내 구간에는 참싸리류를 사용하여서는 안 된다.

(12) 땅깎기 비탈면을 시공할 때에는 경관향상 및 효율적인 유지관리를 위하여 참싸리류의 사용을 지양한다.

(13) 종자뿜어붙이기를 시공할 때 종자가 비탈면 한쪽에 치우치지 않도록 분사공은 대상지를 면밀히 살피면서 골고루 살포하여야 하며, 지형에 따라 상 · 하, 좌 · 우로 여러 번 고르게 기준량을 살포하여야 한다.

(14) 시공 후 검측방법은 대상지 비탈면을 대상으로 1 ㎡의 방형구를 선정하여 종자의 발아율 · 피복도 · 고사율 등을 3회 이상 반복하여 조사 후 평가하는 것으로 하되, 피복도는 기본적으로 80 % 이상 되어야 한다.

(15) 종자뿜어붙이기를 시공할 때 기 설치된 구조물 및 수목에 살포되지 않도록 주의하여야 한다.

(16) 종자뿜어붙이기는 유사한 모든 비탈면 녹화공사에 적용할 수 있다.

(17) 종자배합설계를 할 때 종자의 배합비율은 계절 · 토질 · 암질 · 기후특성 등을 고려하여 결정하며, 혼합한 후 종자가 골고루 살포되도록 하고, 주변 경관과 조화되도록 식물종을 적절히 배합하여 적용한다.

(18) 자연경관복원형 적용지역과 기타 적용지역의 얇은 식생기반재 뿜어붙이기와 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기에서의 종자배합은 각각 다음 표 13-3-1~5의 종자배합량 조견표에 따른다.

표 13-3-1 자연경관복원형 적용 지역의 얇은 식생기반재 뿜어붙이기 (두께 50 mm 미만)의 종자배합량 조견표 예시

단위 : g/㎡

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본 위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	9.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반재래초본류(도입 야생화 포함)	15.0
		쑥류, 야생화, 지역고유종	3.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	3.0
	합 계		30 (30 : 60 : 10)
초본 · 관목 혼합형	관목류 아교목류	붉나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류	10.5
	초본, 야생화	새류, 비수리, 숙류 등 초종	10.0
		구절초, 산국, 쑥부쟁이 등 지역고유 야생화류	8.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	1.5
	합 계		30 (35 : 60 : 5)
목본 군락형	관목류 아교목류	소나무, 참나무류, 호랑버들, 산초나무, 붉나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류, 교목류	12.0
	초본, 야생화	새류, 비수리, 숙류, 까치수염 등 초종	10.0
		구절초, 산국, 감국, 쑥부쟁이, 양지꽃, 산마늘, 마타리, 뚝갈 등의 지역고유 야생화류	8.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	0
	합 계		30 (40 : 60 : 0)

1. 자연경관복원을 위하여 새류, 쑥류, 억새류, 도라지, 구절초, 쑥부쟁이 등의 재래초본과 붉나무, 소나무, 산초나무, 병꽃나무 등의 재래목본 등을 혼합하여 파종할 수 있다. 필요한 경우 재래목본의 묘목식재와 지역고유종을 근주이식한 다음 식생기반재 뿜어붙이기 공법을 병행하는 방법, 혹은 지역의 표토를 재활용 하는 방법 등을 고려할 수 있다.
2. 생태적으로 중요한 지역이므로 외래초본(양잔디류)이 우월적으로 점유하지 않도록 한다.

※「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」 국토해양부, 2009.

표 13-3-2 자연경관복원형 적용 지역의 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기 (두께 50 mm 이상)의 종자배합량 조견표 예시

단위 : g/㎡

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본 위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	21.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화포함)	23.0
		쑥류, 야생화, 지역고유종	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	7.0
	합 계		70 (30 : 60 : 10)
초본 · 관목 혼합형	관목류 아교목류	붉나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류	24.5
	초본, 야생화	새류, 비수리, 숙류 등 초종	23.0
		구절초, 산국, 쑥부쟁이 등 지역고유 야생화류	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	3.5
	합 계		70 (35 : 60 : 5)
목본 군락형	관목류 아교목류	소나무, 참나무류, 호랑버들, 산초나무, 붉나무, 병꽃나무, 개쉬땅나무 등 관목류, 아교목류, 교목류	28.0
	초본, 야생화	새류, 비수리, 숙류, 까치수염 등 초종	23.0
		구절초, 산국, 감국, 쑥부쟁이, 양지꽃, 산마늘, 마타리, 뚝갈 등의 지역고유 야생화류	19.0
	외래초종 (양잔디류)	Kentucky bluegrass 등	0
	합 계		70 (40 : 60 : 0)

1. 자연경관의 조기 복원을 위하여 새류, 쑥류, 억새류, 도라지, 구절초, 쑥부쟁이 등의 재래초본과 붉나무, 소나무, 산초나무, 병꽃나무 등의 재래목본 등을 혼합하여 파종할 수 있다. 필요한 경우 재래목본의 묘목식재와 지역고유종을 근주이식한 다음 식생기반재뿜어붙이기 공법을 병행하는 방법, 혹은 지역의 표토를 재활용 하는 방법 등을 고려할 수 있다.
2. 생태적으로 중요한 지역이므로 외래초본(양잔디류)이 우월적으로 점유하지 않도록 한다.

표 13-3-3 기타 적용 지역의 일반적인 도로 비탈면 적용
종자뿜어붙이기(seed spray) 및 얇은 식생기반재 뿜어붙이기(두께 50 mm 미만)의 종자배합량 조견표 예시

단위 : g/㎡

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본 위주형	관목류	병꽃나무 등 관목류	5.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(야생화포함)	14.0
		쑥류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	5.0
	합 계		25 (20 : 60 : 20)
초본 · 관목 혼합형	관목류, 아교목류	병꽃나무 등 관목류 붉나무 등 아교목류	7.5
	초본, 야생화	억새 등 새류 비수리 등 일반초본류(야생화포함)	14.0
		쑥류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	2.5
	합 계		25 (30 : 60 : 10)
목본 군락형	관목류, 아교목류, 교목류	자귀나무, 붉나무, 소나무(곰솔) 등 교목류, 아교목류 병꽃나무 등 관목류	10.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(야생화포함)	12.5
		쑥류 및 기타	1.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	1.3
	합 계		25 (40 : 50 : 10)

1. 경관적으로 중요한 지역에서는 금계국, 패랭이꽃, 끈끈이대나물, 붓꽃류(봄), 수레국화, 도라지(여름), 구절초, 산국, 벌노랑이, 쑥부쟁이류, 벌개미취 등(가을)을 혼합 파종할 수 있다.

표 13-3-4 기타 적용 지역의 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기 (두께 50 mm 이상)의 종자배합량 조견표 예시

단위 : g/㎡

복 원 목 표	종 자 배 합		종 자 량 (종자배합비율)
초본위주형	관목	병꽃나무 등 관목류	12.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화 포함)	30.0
		쑥류, 야생화, 지역고유종	6.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	12.0
	합 계		60 (20 :60 :20)
초본 · 관목 혼합형	관목류 아교목류	병꽃나무 등 관목류 붉나무 등 아교목류	18.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화 포함)	30.0
		쑥류, 야생화, 지역고유종	6.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	6.0
	합 계		60 (30 : 60 : 10)
목본군락형	관목류 아교목류 교목류	자귀나무, 붉나무, 소나무(곰솔) 등 교목류,아교목류 병꽃나무 등 관목류	24.0
	초본, 야생화	억새 등 새류 일반초본류(도입야생화 포함)	26.0
		쑥류, 야생화, 지역고유종	4.0
	외래초종 (양잔디류)	Tall fescue Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue 등	6.0
	합 계		60 (40 : 50 : 10)

1. 경관적으로 중요한 지역에서는 금계국, 패랭이꽃, 끈끈이대나물, 붓꽃류(봄), 수레국화, 도라지(여름), 구절초, 산국, 벌노랑이, 쑥부쟁이류, 벌개미취 등(가을)을 혼합하여 파종할 수 있다.
2. 생태적으로 중요한 지역에서는 외래초종(양잔디류) 보다는 자생종(재래초본, 목본류)을 우선으로 배합한다.

(19) 식생기반재 뿜어붙이기의 종자파종량은 다음 표 13-3-5에 따른다.

표 13-3-5 식생기반재 뿜어붙이기 종자파종량 조견표

지 역 구 분 / 종자층의 두께	국토핵심생태녹지축지역	해안생태계지역, 내륙생태계지역
10 mm ~ 20 mm[1)]	20 g/㎡ 이상[2)]	20 g/㎡ 이상
30 mm ~ 4 mm	30 g/㎡ 이상	25 g/㎡ 이상
5 mm ~ 7 mm	70 g/㎡ 이상	60 g/㎡ 이상
7 mm 이상	100 g/㎡ 이상	90 g/㎡ 이상

1. 식생기반재 두께는 종자취부층과 식생기반층을 합한 것을 말한다. 단, 2층 뿜어붙이기(식생기반층을 우선 조성하고, 그 위에 종자층을 분리하여 시공하는 공법)인 경우 종자뿜어붙이기 층의 두께에 맞게 파종량을 정한다.
2. 종자파종량은 위의 조견표를 따르되,비탈면 복원목표별 식생 생육판정 기준을 만족시킬 수 있도록 발아율이 우수한 녹화식물 종자를 사용하고, 특정종이 전체를 우월적으로 점유하지 않도록 종자배합설계를 적용하여야 한다.

※「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침」국토해양부, 2009.

3.1.4 식생대(종자대)

(1) 띠모양의 일정 규격 식생대에 종자와 비료 등을 부착시켜 비탈면에 일정한 간격으로 설치하여 녹화되도록 시공한다.

(2) 식생기지가 지표면보다 약간 나오도록 하고, 종자가 표면의 내측에 위치하도록 놓는다.

3.1.5 식생자루(종자자루)

(1) 생육지반 및 종자를 자루에 담아 비탈면에 판 수평구 속에 넣어 붙여 일시적으로 녹화되도록 시공한다.

(2) 자루를 넣는 구멍은 설계도서에 규정된 깊이로 파고, 틈에는 흙으로 채우며, 자루 밑에는 고형비료를 시비한다.

(3) 자루의 고정을 위하여 경질제 · 염화비닐 · U철선(길이 0.25 m) 등의 떼꽂이 또는 맹아력 · 발근력이 좋은 목본류의 가지로 된 떼꽂이를 1자루에 1본 ~ 2본을 사용한다.

3.1.6 식생매트(종자매트)

(1) 매트에 종자를 붙여 비탈면에 포설, 부착하여 조기녹화가 되도록 시공한다.

(2) 비탈면을 깨끗하게 끝손질한 후 고정핀 등을 꽂아주어 바람에 날리지 않도록 한다.

(3) 비탈면 상부 200 mm 이상을 흙으로 덮고 단부를 흙속에 묻어 넣어 물의 침투를 방지한다.

(4) 긴 매트류로 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔고, 흙쌓기 비탈면을 다지고 붙일 때에는 수평으로 깔며, 양단을 50 mm 이상 중첩한다.

3.1.7 볏짚거적 덮기

(1) 비탈면 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 한다.

(2) 씨앗뿜어붙이기를 실시 후 그 위에 볏짚으로 짠 거적을 비탈면 전체에 균일하게 덮는 공법과 식생용지에 종자와 비료를 접착시킨 후 볏짚을 입힌 제품을 비탈면 전체에 덮는 공법이 있다.

(3) 볏짚거적이 바람에 날리지 않도록 고정핀으로 고정한다.

(4) 비탈면 상부 200 mm 이상을 흙으로 덮고 단부를 흙속에 묻어 넣어 고정한다.

(5) 볏짚거적을 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔면서 양단이 50 mm 이상 중첩되게 시공한다.

(6) 볏짚거적은 비탈면 세굴방지 및 파종지역의 건조피해 방지를 위하여 설치하는 것으로 올과 올 사이가 촘촘하여야 하며, 피복 후 지면이 노출되어서는 안 된다.

3.1.8 네트 · 종자 분사파종

(1) 비탈면이 대면적일 경우 적용하며, 토양조건이 양호한 비탈면에 시공하여야 하나 감독자의 협의 하에 대상지를 변경 시공할 수 있다.

(2) 비탈면 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 한 후 시공하여야 한다.

(3) 사용되는 네트 또는 거적의 재료는 자연적으로 썩어 식물에 비료역할을 할 수 있어야 한다.

(4) 종자를 분사 파종 후 그 위에 각종 네트 및 거적 등을 덮는 방법과 식생용지에 종자와 비료를 담아 볏짚거적에 부착하여 시공하는 방법이 있다.

(5) 비탈면 상부 0.20 m 이상을 흙으로 덮고 단부를 흙속에 묻어 넣어 말뚝 또는 고정핀으로 고정한다.

(6) 네트 또는 거적을 덮을 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔면서 양단이 50 mm 이상 중첩되게 시공한다.

3.1.9 식생기반재 뿜어붙이기(종비토 뿜어붙이기)

(1) 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관 녹화와 생태적 복원 및 보전이 도모될 수 있도록 시공한다.

(2) 비탈면이 특히 건조하거나 이물질이 붙어 있을 때에는 살수를 시행한 후 시공한다.

(3) 발파암에 분사붙이기를 할 때에는 설계도서에 의하여 시공 전 재료배합관리실험을 반드시 실시한다.
(4) 일반 비탈면을 시공할 때에는 전면 피복녹화를 지양하고, 균열과 요철에 따른 자연스런 부분 녹화를 시행하여 주변 식생과 조화를 이룰 수 있도록 한다.
(5) 암의 균열간격이 클수록 시공두께를 두껍게 조절한다.
(6) 암의 돌출부 및 수직 · 역경사 비탈면은 녹화시공을 지양하고, 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.
(7) 시공 후 검사는 500 ㎡마다 1개소 이상의 측정구를 설치하여 조사하며, 측정이 곤란할 경우에는 시공 투입량을 대신할 수 있다.
(8) 생육판정은 피복률과 성립본수로 하되, 피복률은 경사도 및 종자배합에 따라 조정하여야 한며, 55° 이상은 60 % 이상, 45° 이상 ~ 55° 미만은 80 % 이상, 45° 미만은 100 %로 하고, 목본류를 배합할 때에는 각 기준에 70 %를 적용한다. 또한, 성립본수는 초본류만 배합할 때에는 300 본/㎡ 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 200 본/㎡ 이상으로 한다.
(9) 생육판정시기는 시공 후 90일 후를 기준으로 하는 것으로 하되 목본종 위주로 녹화한 경우 잠재발아를 고려하여 기준의 70 %를 적용하여 판단하고, 10월 이후에 시공할 때에는 다음해 6월 ~ 7월 초순으로 한다.

3.2 암깎기 비탈면 녹화공사

3.2.1 암깎기 비탈면 녹화식재공법

(1) 식물의 자연생육이 곤란한 암깎기 비탈면에 일정한 품질로 제조된 식생지반재에 종자와 비료를 섞어서 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 시공한다.
(2) 시공에 앞서 시공부분의 흙깎기 비탈면을 정리하고 주위의 잡석을 완전히 제거하여야 한다.
(3) 시공두께는 비탈면의 경사, 암반조건 등에 따라 구분하여 표 13-3-6을 적용한다.
(4) 철망깔기는 비탈면 전면에 골고루 깔릴 수 있도록 적당히 당겨서 설치하여야 하며, 요철이 심한 경우에는 오목한 곳에도 철망이 잘 설치되도록 착지핀을 설치하여 시공하여야 한다. 단, 여건상 부착망이 취부 두께의 중간에 위치하지 못할 경우에는 각목 또는 스페이서 등을 사용하여 부착망을 설치하여야 한다.

(5) 앵커핀, 착지핀 설치를 위한 천공작업은 암깎기 비탈면에 수직으로 천공하는 것으로 하되 암반의 절리발달 상태를 확인한 후 천공방향과 깊이를 정한다.
(6) 시공지에서는 앵커 설치, 부착망 설치, 종·횡선 설치, 착지핀 설치를 완료한 후 감독자의 검측 후에 취부작업을 시행한다.
(7) 비탈면이 건조되어 있거나 이물질이 붙어있을 때에는 살수를 먼저 시행한 후 시공한다.
(8) 비탈면의 상단부는 철망을 지지할 수 있도록 앵카핀을 0.30 m 이상의 깊이로 고정하여야 하며, 철망이 겹치는 부분은 벌어지지 않도록 철선 및 앵카핀으로 고정시켜야 한다.
(9) 설치된 철망 위에는 특수배양토, 접착제, 비료 및 혼합종자 등을 물과 혼합하여 습식 시공하여야 한다.
(10) 암깎기 비탈면 녹화식재공법의 재료기준은 표 13-3-7과 같다.

표 13-3-6 암깎기 비탈면 녹화식재공법의 시공두께 적용기준

시공두께	적용대상 지역	비고
T = 10 mm	경사가 완만한 깎기 비탈면	1:1경사보다 완만한 지역은 망설치 생략
T = 30 mm	경사가 1:1 이하의 완만한 깎기 비탈면	1:1경사보다 완만한 지역은 망설치 생략 경사가 1:0.3 보다 급한 지역은 식생이 불량하여, 경암 이외의 구간은 시공두께를 0.10 m로 적용

표 13-3-7 녹화식재공법 재료기준

품명	규격	단위	T = 0.10 m	비고
종 자	혼합종자	g	120	
암깎기 비탈면 녹화용 토양		m^3	0.11	
부착망	ϕ3.2(58×58) PVC코팅	m^2	1.30	
철 선	#8, PVC코팅 포함	m	1.30	
앵카핀	ϕ16, L = 0.3 m	개	0.23	
착지핀	ϕ16, L = 0.2 m	개	0.50	

(11) 암깎기 비탈면 녹화식재공법은 시공표준도에 의거 작업을 시행하여야 한다.

(12) 혼합종자의 배합비율은 계절, 토질, 기후특성을 고려하여 다음과 같이 혼합하여 종자가 골고루 살포되도록 하며, 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 초·목본류를 선정하되 주위 경관과 조화된 초종을 선정한다.

설계서상에 별도로 명기되지 않은 경우 다음 표 13-3-8 종자배합기준표에 준한다.

표 13-3-8 종자배합기준

(단위 : g/㎡)

구 분	초 종	배 합 량		비 고
		T = 0.10 m		
		춘 계	추 계	
계		120	120	
재래종	비수리 참싸리 쑥 야생초화류	20 25 3 5	15 20 3 10	- 춘계 까치수영, 달맞이꽃 등 - 추계 구절초, 코스모스

(13) 작업장이 비탈면인 경우 강우, 강풍 등의 기상여건 악화로 인하여 작업조건이 좋지 않을 때에는 작업을 중지하여야 한다.

(14) 검측은 취부 표면적을 매 100 ㎡마다 1개소 ~ 2개소를 지정하여 검측하고, 총 검측 개소에 대한 평균값이 기준두께 최소허용치는 설계두께의 75 % 이상이어야 한다.

(15) 생육판정은 피복률과 성립본수로 하되, 피복률은 경사도 및 종자배합에 따라 조정하여야 하며, 55° 이상은 60 % 이상, 45° 이상 ~ 55° 미만은 80 % 이상, 45° 미만은 100 %로 하고, 목본류를 배합할 때는 각 기준에 70 %를 적용한다. 또한 성립본수는 초본류만 배합할 때에는 1,500 본/㎡ 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 1,150 본/㎡ 이상으로 하고, 생육판정시기는 시공 60일 후를 기준으로 하되 10월 이후에 시공할 때에는 다음해 4월 ~ 5월 초순으로 한다.

(16) 암의 돌출부 및 수직·역경사 비탈면은 무리한 시공을 지양하고 자연스럽게 노출시키며 시공면적에서 공제시킨다.

(17) 종자의 초기발아 때까지 시공 후 3일 ~ 5일 간격으로 관수작업을 한다.

(18) 암깎기부 취부를 할 때에는 취부면과 노즐을 약 1 m 정도 간격으로 유지하여야 하며, 암깎기면과 수직이 되도록 상부에서 하부로 진행하며, 내부에 공극이 없도록 시공한다.

(19) 암비탈면에 설치할 pvc코팅망은 깎기 비탈면의 요철을 감안하여 망과 망을 pvc코팅선을 이용하여 단단히 결속시켜 깎기 비탈면 상단에서 하단부로 내려서 깔고 종방향으로 겹쳐지는 부위로 코팅선을 이용하여 단단히 결속시킨다.

(20) 암깎기 비탈면에 용수 또는 용수 예상지점이 있을 때에는 반드시 배수처리를 강구하여야 한다.

(21) 비탈면의 가장자리 시공마감은 주변 식생과 조화되도록 자연스럽게 한다.

(22) 뒷정리작업 및 작업장 주변을 깨끗이 정리하여야 한다.

(23) 이 항은 유사한 모든 비탈면 녹화공법에 적용할 수 있다.

3.2.2 차폐 식재

(1) 식생의 도입이 불가능한 암비탈면 전면에 수목에 의한 차폐를 도모하기 위하여 식재한다.

(2) 수종은 지엽이 치밀하여 척박지에서 잘 자라는 교목을 사용한다.

(3) 비탈면 하단부나 소단, 옹벽 등에 생육지반을 조성한 후 2열 ~ 3열로 식재 한다.

(4) 식재지반은 충분한 객토를 시행하고 유기질 비료를 시비한다.

(5) 옹벽 상단 관목류 식재, 흙깎기부의 시 · 종점부 식재는 이 시방서 13-1 식재조성 편을 적용하며, 이 절에서는 제외한다.

3.2.3 덩굴 식재

(1) 일반 식생의 도입이 불가능한 암깎기 비탈면을 덩굴식물에 의한 차폐와 녹화를 도모하기 위하여 시공한다.

(2) 비탈면의 상단부, 소단부, 하단부에 생육지반을 조성, 식재하여 상향식 및 하향식 녹화가 이루어질 수 있도록 한다.

(3) 주변 임상과 조화되는 덩굴식물을 선정하여 식재한다.

(4) 식혈의 크기는 직경 0.3 m, 깊이 0.3 m로 한다.

(5) 암 비탈면 하단부에 식재하는 등나무는 포트(pot) 재배한 1년생 ~ 2년생 수목을 사용하며, 상부 유인용 지주목은 결속된 상태로 식재하고, 식재지역의 비탈면에는 유인용 철선을 설치하여야 한다. 수목의 규격은 근경 10 mm ~ 15 mm 묘를 사용하며, 2 m 간격으로 식혈마다 1주를 식재한다.

(6) 흙깎기부 하단에 식재하는 담쟁이 덩굴은 포트(pot)에 재배한 묘목으로 1

포트(pot)에 3본이 식재된 것을 사용한다. 식재간격은 1 m ~ 2 m 간격으로 하며 담쟁이덩굴의 규격은 1년생 ~ 2년생 묘목으로 덩굴길이 0.3 m 이상 묘목을 사용한다.

(7) 포트(pot) 재배묘를 식재할 때에는 포트는 제거하여야 한다.

(8) 포트(pot) 재배묘는 지표면에서 20 mm 정도 깊게 식재하고 관수 후 복토한다.

(9) 식재지반은 충분한 객토를 시행하고, 유기질비료를 기준에 의거 시비한다.

표 13-3-9 덩굴식물류 유기질비료 시비기준

수 종	규 격	시비량 (kg/식혈)	비 고
등나무	1년생 ~ 2년생 묘목	6	특수비료
담쟁이덩굴	1년생 ~ 2년생 묘목 (L = 0.30 m)	6	특수비료

3.3 식생관리

3.3.1 모든 비탈면 녹화공사에 대하여 비탈면 조건 및 지역적 · 기후적 조건에 따라 멀칭 및 관수, 시비 등을 준공시점까지 시행하여야 한다.

3.3.2 지역적 특성 및 복원 목표에 따라 풀베기 등을 시행한다.

3.3.3 복원목표에 따라 별도의 식생관리계획 따라 추가 보식을 시행할 수도 있다.

13-4 생태 복원

13-4-1 일반사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 친환경 기술을 적용하여 인공적인 복원이 필요한 공간을 대상으로 도로, 수로, 습지, 산림, 사토장, 토취장, 채석장, 폐광지, 토양오염지 등의 생태복원에 적용한다.

1.1.2 경관보전 비탈면(녹화, 경관), 습지, 훼손된 임야 등의 생태계 복원과 생물서식공간 조성공사 그리고 생태계 이전공사 등을 포함한다.

1.1.3 주요내용

(1) 훼손지 복구

(2) 비오톱 조성

1.2 관련 시방 절

1.2.1 13-1 식재 조성

1.2.2 13-2 잔디 조성

1.2.3 13-3 비탈면 녹화

1.3 관련규정

1.3.1 참조규격

(1) 비료공정규격(농촌진흥청)

1.3.2 관련 규정

(1) 산림청 천연보호림 및 보호수의 보호관리 요강

(2) 하천설계기준(국토교통부)

(3) 하천법 시행령(국토교통부)

(4) 수질 및 수생태계보전에 관한 법률(환경부)

(5) 자연환경보전법(환경부)

1.4 요구조건

1.4.1 도면으로 표현하기 어려운 생태적 조건이나 복구방안은 설명서나 보고서로 대신 할 수 있다.

1.4.2 현장시공 전에 인근 지역의 생태조사자료를 활용하여 설계도서의 적합성

여부를 확인하여야 한다.

1.4.3 생태복원을 위한 예상복구상태를 추정할 수 있는 생태적으로 원형에 가까운 대조 구역을 선정하여 시공 후에도 계속하여 비교할 수 있도록 한다.

1.4.4 시공조건 등은 기록 · 보존 · 관리하여 추후 연결되는 공사에 적용하여야 한다.

1.5 제출물

1.5.1 시공상세도는 시공 전 감독자의 승인을 얻어야 하며 승인신청 시에는 생태복구방안, 복구기간, 관리방법 등을 제시한 복구방안(설명서, 보고서 등)을 함께 제출하여야 한다.

1.5.2 생태계 복원지역의 환경조건을 검토하고 복원 가능성에 대한 검토 의견서를 제출한다.

1.5.3 공사시행 전에 현장여건을 점검하고 실측자료, 전경사진 등의 현황자료와 이전목적의 생태구조를 조사 · 분석한 보고서 및 분석도면, 그리고 복원예정지역의 지형 · 식생 · 토양 등 제반 자연현황을 조사 · 분석한 자료를 제출한다.

1.5.4 시공 전 생태복원상태, 이전기간, 관리방법 등을 제시한 이전 방안에 대한 시공도서(설명서, 보고서, 설계도면, 시공계획서 등)을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.5.5 식생매트를 제작 · 사용할 경우에는 제작 장소와 품종 · 규격 · 수량 등 관련 사항이 명기된 조달계획서를, 각종 공사용 부자재 · 기기 등의 반입에는 재료 · 기기 반입계획서를 사전에 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.5.6 공사를 종료할 때 공사기간 및 일정, 식재현황도와 목록, 예상되는 복원생태계의 구조 및 유지관리기록 등 각종 자료를 감독자의 승인을 받아 제출한다.

2. 재 료

2.1 재료선정기준

2.1.1 생태계 복원을 위한 제반 기술에는 자생수목 및 자생식물과 향토적 특성을 나타내는 자연재료를 사용한다.

2.1.2 식생과 같은 자연재료 이외의 인공재료를 사용할 수 있으나 생태적 환경복원을 전제로 제작된 재료이어야 한다.

2.1.3 도입식생은 자연향토경관과 조화되고 미적 효과가 높으며, 생태적 특성에

대한 교육적 가치 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다.

2.2 식생재료

2.2.1 복원목표식생은 해당지역의 식생조사를 거쳐 식물개체를 활용하거나, 종자를 채취하여 번식 · 재배한 식물을 이용한다.

2.2.2 도입식생은 번식이 용이하고 유묘의 대량생산이 가능하며, 불량 · 척박한 환경에도 잘 적응할 수 있어야 한다.

2.2.3 도입식생은 정착되기까지의 기간이 짧아야 하고 환경 형성 작용이 뛰어나며, 근계가 치밀하여 토양 안정 효과가 높아야 한다.

2.2.4 도입되는 초본류는 매년 자연적으로 출현하여 재생능력이 있어야 하며, 영구적으로 고착될 수 있어야 한다.

2.3 토양

2.3.1 뿌리의 충분한 발달이 가능하도록 토양층 단면은 표토층 0.30 m 이상을 포함하여 유효토심 0.80 m 이상이 확보되어야 한다.

2.3.2 토양층은 통기성과 투수성이 양호하고 유기물 형성을 촉진할 수 있어야 하며, 양분과 수분이 도입식생의 생육에 적합한 토양이어야 한다.

2.4 환경복원용 재료

2.4.1 녹화용 콘크리트는 다공질로서 뿌리가 성장할 수 있는 적정 조건과 구조적 안정성을 충족시켜야 한다.

2.4.2 수변 공간에 식생을 도입할 기반재료로는 부도(浮島)와 녹화용 포대 등 물 환경조건을 고려하고 수공간 환경복원을 전제로 제작한 것이어야 한다.

3. 시 공

해당내용 없음

13-4-2 훼손지복원

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 인공적인 복원이 필요한 도로, 채석장, 임야, 오염된 토양, 생태통로, 절개지 등과 산불, 홍수 등 자연재해에 의하여 훼손된 산림 등의 생태복원공사에 적용된다.

1.1.2 훼손된 도로절개지, 임야 등의 지반안정화와 식생복원공사를 포함한다.

1.1.3 훼손지 주변의 현존식생조사를 토대로 추정되는 원식생을 복원한다.

1.1.4 야생풀포기 심기를 위주로 하고, 파종공법을 병행한다.

1.1.5 단계별 식생복원사업을 시행하되, 1단계 사업에서는 초본류, 2단계 사업에서는 목본류를 식재한다.

1.1.6 개량표토는 대상지 외부에서 조제하여 반입한다.

1.1.7 대상지 미기후(微氣候)의 특성을 고려한다.

1.1.8 폐기된 부지인 토취장 · 사토장 · 폐기된 도로 등 개발사업 후 용도 없이 방치된 땅으로서, 경관적이나 생태적으로 복원이 필요한 지역을 말한다.

1.1.9 훼손지 복원은 단계적 복원계획이 필요하며, 계획완료 후 일정기간 유지관리에 대한 계획을 시행하여야 한다.

1.1.10 주요내용

(1) 도로 절개지 생태복원

(2) 채석장, 토취장, 사토장 생태복원

(3) 오염된 토양 복원

(4) 생태통로

1.2 관련 규정

1.2.1 토양환경보전법

1.2.2 수질 및 생태계 보전에 관한 법률

1.2.3 농촌진흥청 비료공정규격(농촌진흥청)

1.2.4 환경친화적인 생태통로

1.3 요구조건

1.3.1 도면으로 표현하기 어려운 생태적 조건이나 복원방안은 설명서나 보고서로 대신 할 수 있다.

1.3.2 현장시공 전에 설계서에 나타난 인근 지역의 식물군락 및 생태조사자료를 토대로 설계서의 적합성 여부를 확인하여야 한다.

1.3.3 훼손지 복원 상태를 추정할 수 있는 생태적으로 원형에 가까운 대조구를 선정하여 시공 후에도 비교할 수 있도록 한다.

1.4 제출물

1.4.1 훼손지 복원지역의 환경조건을 검토하고 훼손지 복원과정, 복원기간, 관리방법 등을 제시한 복원방안에 대한 시공도서를 감독자에게 제출한다.

1.4.2 공사시행 전에 현장여건을 검토하고, 실측자료 · 전경사진 등의 현황자료와 이전 목적의 생태구조를 조사 · 분석한 보고서 및 분석도면 그리고 복원예정지역의 지형 · 식생 · 토양 등 제반 자연현황을 조사 · 분석한 자료를 감독자에게 제출한다.

1.4.3 공사 중 현장에 반출되는 폐기물이나 쓰레기는 사전에 처리계획서를 제출하고, 반입되는 종자묘목 · 수목 · 토양은 반입계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4.4 채석장, 쓰레기 매립장, 토양 오염지 등에서 발생하는 중금속 및 폐기물의 성분과 양을 사전에 조사 · 분석하여 처리방안을 수립하고 계획서를 제출한다.

1.4.5 공사를 종료할 때 공사기간 및 일정, 식재현황도와 목록, 예상되는 복원생태계의 구조 및 유지관리기록 등 각종자료를 감독자의 승인을 받아 제출한다.

1.5 식재시기 및 기상

1.5.1 파종시기는 복원목표에 의거하여 선정된 식물의 발아 및 성장에 가장 적합한 시기와 조건에서 시행하되, 피복도와 생육상태를 감안한 일반적인 파종적기는 4월 ~ 6월 또는 9월 ~ 10월이며, 종자배합은 복원목표에 따라 지역환경을 고려하여 조정한다.

1.5.2 훼손지 복원지역의 미기후(微氣候) 특성을 고려한다.

1.6 기존식생보호

1.6.1 훼손지에 남겨진 기존 식생은 보호하여야 하며, 공사 중 손상을 입지 않도록 한다.

1.6.2 기존 수목 주변을 흙쌓기 할 때에는 뿌리가 기존의 높이 이상으로 묻히지 않도록 하고, 땅깎기 할 때에는 수관폭 이내의 지반을 땅깎기하지 않도록 한다.

1.6.3 땅깎기, 흙쌓기 등 정지작업으로 인하여 지하수위의 변동이나 지표수의

흐름에 변화가 발생할 경우에는 수분의 이동에 대한 면밀한 조사 · 분석을 통하여 식물생육에 지장이 없도록 대책을 강구한다.

1.7 환경오염방지시설

1.7.1 강우에 의하여 훼손지 내 토사가 유출되어 환경피해가 발생하지 않도록 방지시설을 설치한다.

1.7.2 채석장, 토취장, 사토장, 토양 오염지 등에서 발생하는 중금속 및 폐기물은 사전 조사 · 분석을 통하여 환경오염방지를 위한 시설을 설치한다.

1.8 청소

1.8.1 훼손지 복원공사가 완료되면 주변을 깨끗이 청소하고, 남은 잔재와 쓰레기는 건설폐기물 처리규정 및 사전 제출된 폐기물 처리계획서에 따라 현장 밖으로 반출 · 처리한다.

2. 재 료

2.1 사용기준

2.1.1 훼손지 주변의 식생, 동식물, 경관, 토양, 기후 등 자연환경에 부합하는 재료를 선정하여야 한다.

2.1.2 도입식생은 인근의 자연군락과 생태적으로 조화를 이루며 경관적으로 미적가치가 높은 것을 사용하도록 한다.

2.1.3 훼손지 복원을 위하여 사용하는 재료를 구하기 위하여 추가적인 훼손이나 오염이 발생하지 않도록 한다.

2.1.4 목재계단의 통나무는 말구 직경 0.10 m 이상의 방부처리된 박피원목을 사용하며, 침목은 계단용으로 적합하게 제재하여 사용한다.

3. 시 공

3.1 식생복원

3.1.1 시공일반

(1) 훼손으로 인한 식생복원이 필요한 지역을 대상으로 한다.

(2) 훼손지 주변의 현존식생조사를 토대로 추정되는 원식생을 복원한다.

(3) 야생풀 포기심기를 위주로 하고 파종공법을 병행한다.

(4) 단계별 식생복원사업을 시행하되, 1단계 사업에서는 초본류, 2단계 사업에서는 목본류를 식재한다.

(5) 개량 표토는 대상지 외부에서 조제하여 반입한다.

(6) 미기후(微氣候)를 고려한다.

3.1.2 생육지반조성 및 보호

(1) 깊이 0.15 m 미만으로 침식된 훼손지에는 원지형선까지 깊이 0.15 m 이상 침식된 지역에는 지반안정공사 후 0.15 m 두께의 개량된 표토를 깐 뒤, 다짐처리하고 땅고르기를 한다.

(2) 지형 안정, 미기후(微氣候) 조절기능을 하는 기존 암석·돌 등은 그 자리에 놓은 채 지반 안정, 표토 깔기를 실시한다.

(3) 표토를 깔 때, 소반상(小斑狀) 또는 방석모양으로 분포하는 잔존식생은 그 자리에 보존하면서 표토를 채워 지면높이를 맞춘다. 그러나 불가피한 경우는 잔존식생을 떼어 한쪽에 가식하였다가 야생풀포기 심기에 사용한다.

(4) 강한 바람맞이 지역이나 바람통로 지역에는 방풍울타리를 설치하여 초기 식생활착을 위한 미기후를 조성한다.

3.1.3 표토개량

(1) 표토가 유실된 훼손지에는 지반안정공사 후 주변 식생지역의 토양수준으로 개량한 표토를 깔며, 개량표토의 기준항목은 다음과 같다.

가. 토성	라. 전질소(%)	사. 염기총량(CEC)
나. 토양산성도(pH)	마. 인산(P_2O_5)	아. 기타
다. 유기질 (%)	바. 치환성양이온 : K^+, Na^+, Ca^{++}, Mg^{++}	

1. 개량토양의 양료기준은 유사지역 대조구의 토양과 동일한 수준으로 감독자와 협의하여 결정한다.
2. 토양산성도(pH) 측정방법은 증류수와 1 : 5 비율

(2) 개량토는 녹지 외부에서 반입한 사양토성의 심토에 피트모스를 15 ℓ /㎥, 특수 코팅된 완효성 복합비료(14-14-14) 30 kg/㎥ 등을 잘 섞은 토양 또는 감독자가 인정하는 기준을 따른다.

(3) 토양이 오염된 경우는 별도의 오염처리 공사를 먼저 시행한 후 양질의 토양을 반입하여 식생기반을 조성한다.

3.1.4 야생풀포기 심기

(1) 겨울철의 동해를 막기 위하여 식재공사는 현지에 자생하는 야생풀포기로 4월 ~ 5월 사이에 실시한다.

(2) 야생풀포기 심기는 경사도 20 % 이상이거나 훼손이 심한 지역에 우선적으로 실시한다.

(3) 대상지 주변의 초원지대, 관목지대에서 0.10 m × 0.20 m 정도의 야생

풀포기를 떼어내어 줄심기를 하며, 줄간격은 0.15 m 정도로 한다.

(4) 야생풀포기는 가능한 탐방객들의 시야에서 벗어난 곳에서 채취하며, 야생풀포기를 떼어낸 다음 반드시 개량된 표토를 원지표선까지 채우고 다짐을 한다.

(5) 야생풀포기를 떼어 낼 때는 30 m 이상 거리를 두어야 하고, 연속적으로 떼어내지 않는다.

(6) 풀포기를 두께 50 mm 정도로 떼어내고, 가능한 뿌리흙을 부착시킨 채 운반한다.

3.1.5 파종

(1) 현지에서 채종한 식물의 종자를 사용하며, 채종량의 범위 안에서 10종 ~ 15종으로 혼파한다.

(2) 발아율을 높이기 위하여 파종공사는 4월 중순부터 5월 사이에 실시한다.

(3) 볏짚식생매트는 피도 75 %, 전 중량 250 g/㎡ 정도의 볏짚거적에 현지에서 채종한 종자, 2겹의 식생용지, 완효성 특수코팅복합비료(14-14-14) 30 g/㎡를 부착시켜 제조한다.

(4) 파종용 종자는 선별 후 1 ℃의 저온에 저장 후, 파종할 때 호마이수화제 등으로 소독처리한 후 볏짚식생매트에 부착시킨다.

(5) 미세종자(1 g마다 100립 이상)는 삶아 말린 "조"와 부피비율 1 : 1,000 이상으로 혼합한 후에 부착시킨다.

(6) 개량표토를 깐 생육지반공사지에 볏짚식생매트를 깔고, 그 위에 개량한 표토를 10 mm 정도의 두께로 살포한다. 그리고 볏짚식생매트 위에 거친 황마그물로 멀칭한 후, 2 m 간격으로 녹화핀을 꽂아 고정한다.

(7) 멀칭재료는 규격 6.5세선/0.10 m × 4.5세선/10 m의 황마로 짠 그물로서, 차광률 35 %, 중량 520 g/㎡ 정도이다.

(8) 녹화핀은 끝을 'U을' 자형으로 구부린 철근으로서, 동결심도(약 0.30 m) 이상으로 충분히 길고(ϕ10 mm, L = 0.45 m), 끝은 뾰족하게 다듬어야 한다.

(9) 파종에 사용할 혼합종자는 20종으로 파종공사 직전에 저장창고에서 꺼내어 1 ㎡마다 2 g의 야생식물종자를 삶은 '조'와 함께 파종한다.

(10) 파종식물은 가능한 훼손지역에서 잘 생육하는 선구식물종과 식생천이 계열상 중기식 물종을 중심으로 선정한다.

3.1.6 야생초본류 뗏장 심기

(1) 뗏장용 식물은 훼손지 주위에서 야생하는 초본류를 중심으로 선정하며 일부 관목류도 포함한다.

(2) 현지에서 채종한 식물의 종자를 파종하여 뗏장을 만들되, 한 가지 식물만을 이용한 단용 뗏장과 여러 식물을 혼파한 혼용 뗏장으로 구분하여 사용한다.
(3) 뗏장의 조기 성숙을 위하여 잔디류를 혼파하여 뗏장을 생산한다.
(4) 야생초본류의 뗏장심기는 이 시방서 13-2 잔디조성의 3. 시공 항에 따른다.
(5) 시공 후 뗏장이 활착할 때까지 1일 1회 관수하여야 한다.

3.2 폐기된 부지의 생태복원

3.2.1 일반사항

(1) 적용범위

폐기된 부지는 토취장 · 사토장 · 채석장 · 광산 · 폐기된 도로 등 개발사업 후 용도가 없이 버려진 땅으로서, 경관적 · 생태적으로 복원이 필요한 지역을 말한다.

(2) 관련 규정

- 도로 비탈면 녹화공사 설계 및 시공지침 (국토교통부)
- 도로 유휴부지 활용방안

3.2.2 재료 일반

(1) 복원에 사용되는 재료는 표층토, 이식수목, 식물의 잔재물을 파쇄한 우드칩 등 재활용 재료를 최대한 이용한다.
(2) 표토는 잠재종자가 포함되어 있는 표층토와 물리성이 양호한 양질 표토로 구분하여 재활용한다.
(3) 표층토는 잠재종자의 발아를 돕기 위하여 별도의 위치에 보관한다.
(4) 양질 표토는 복원지역의 토층 상부에 포설될 수 있도록 보관 및 적치한다.

3.2.3 시공

(1) 일반사항

① 개발사업을 시행할 때에는 사업종료 후 자연환경의 복원을 고려하여 시행하여야 한다.
② 환경영향평가에 따른 표토의 재활용 및 이식수목에 대한 조사와 활용계획을 수립하여야 한다.
③ 표토를 활용할 때에는 토양조사를 실시하여 표층토와 양질 표토의 깊이를 측정하고, 표층토와 양질표토의 활용량을 산정하여야 한다.
④ 수목을 이식 활용할 때에는 표층토를 우선 채취하고, 초본 · 관목 · 교목을 굴취한 후 양질표토를 채취하며, 식생복원 할 때에는 이의 역순으로

시행한다.

⑤ 식재방법은 다층구조로 이식하며, 표토는 잠재종자의 발아가 용이하도록 토층의 상부에 포설하여야 한다.

(2) 표토 모으기 및 활용

① 폐기된 부지의 복원을 위하여 복원지역 인근의 표층토를 채집하여 활용할 수 있으나 이로 인한 2차 훼손이 발생하지 않도록 감독자와 협의하여 채취한다

② 표토의 채취 두께는 토양분석결과에 따라 식재용토의 적합성 판단기준 및 사용기계의 작업능력과 안전 등 현장여건을 고려하여 감독자와 협의하여 결정한다.

③ 표층토 채취는 대상지역 벌개제근, 토양 내 불필요한 잔재물, 이물질 등을 제거하고, 대상지 여건에 따라 인력 또는 기계의 사용여부를 감독자와 협의하여야 한다. 단, 장비를 사용할 때에는 과도한 접지압에 의하여 토양의 물리성이 훼손되지 않도록 한다.

④ 표토의 채취 및 보관 중에 유실 또는 훼손되지 않도록 주의하여야 한다.

⑤ 표토가 유실되어 활용이 불가능한 지역에서는 식재용토의 적합성 판단기준의 시방에 따라 양질의 토사와 유기질 비료, 화학 비료 등 토양개량제를 혼합하여 인공토양을 만들어 사용하거나 단목 객토 등 토양개량대책을 수립하여야 한다.

(3) 비탈면의 땅깎기

① 폐기된 부지의 땅깎기 형태는 가급적 주변과 이질적인 지형이 형성되지 않도록 원지형과 비슷한 형태로 땅깎기하여야 한다.

② 복원이 어려운 급격한 기울기와 좁은 소단은 가급적 지양되어야 한다.

③ 비탈면을 땅깎기할 때 절리 사이에 시간이 지남에 따라 토양과 종자가 정착되어 자연스러운 경관이 형성될 수 있도록 암질과 절리에 따라 밋밋한 형태보다는 요철의 형태로 땅깎기 할 수 있다.

(4) 평지부 대체습지 조성

① 폐기된 부지가 지하로 굴착되었거나 넓을 경우에는 물이 모이는 곳을 만들어 습지로 조성하는 등 보다 나은 환경으로 대체하여 생물다양성을 증진시킬 수 있는 방안도 고려할 수 있다.

② 습지 주변에는 바위, 고사목, 통나무 높기 등 다공질 공간을 최대한 확보하여 준다.

(5) 식재기반 조성

① 식재기반을 조성할 때에는 전석이나 폐석을 정리하여 최하부층에 묻고

그 위에 C층, B층 토양과 보관하여 놓은 양질표토, 표층토를 순서대로 시공하여야 한다.

② 식재하부용 토층으로 전석이나 폐석층을 사용할 때에는 식재하부용토와 식재용토층 사이에 필요에 따라 유공관, 자갈배수층 등 심토층 배수시설을 설치할 수 있다.

(6) 표층의 복원

① 최상층에는 표토나 인공토양을 복원지역 전체에 0.3 m 이상 고루 펴고 경운하거나 식혈에 객토하여야 한다.

② 식혈은 토양의 경도 등 물리성을 개선하기 위하여 굴삭기 등 중장비를 이용하거나 가급적 넓게 파야 한다.

③ 표층은 개발사업 이전에 보관 적치한 표층토 및 양질표토를 적극 활용한다.

(7) 식생도입

① 표토나 인공토양으로 표층이 만들어지면 토양 유실을 방지할 수 있도록 1단계 복원공사를 시행한다.

② 1단계 복원공사는 표층토의 잠재종자와 선구식물종을 배합하여 장기적으로는 잠재종자에 의하여 주변 식생과 유사한 군락으로 복원될 수 있도록 한다.

③ 1단계 복원공사가 완료된 후 지반이 안정화되면 2단계 복원공사를 시행한다.

④ 2단계 복원공사에서는 목표 수종을 식재하여 조속한 복원을 유도한다.

⑤ 목표수종은 인근 주변의 현존식생과 잠재식생을 조사하여 복원하며 종자는 자생종을 위주로 선정하여 장기적인 천이를 도모하여야 한다.

3.3 생태통로의 복원

3.3.1 일반사항

(1) 적용범위

① 이 장은 교량형, 암거형, 지하통로형, 구조물 부착형 등 생태통로 조성에 적용한다.

② 동물이동경로 연결을 위한 생태통로는 환경조건과 목표생물의 이동습성에 맞추어 구조를 선택하여 조성하여야 한다.

3.3.2 재료

(1) 선정기준

① 생태통로에 사용하는 재료는 주변의 토양, 돌, 자생 향토수종을 활용한다.

② 표층토는 낙엽과 낙지를 제거하고 잠재종자가 있는 시드뱅크(seed bank) 부분만을 이용한다.

3.3.3 시공

(1) 일반사항

① 생태통로의 설치위치는 능선이나 건조한 지역을 선호하는 종과 계곡이나 습한 지역을 선호하는 종에 대한 생태적 특성에 따라 선정하므로 공사 중 추적조사를 병행하여 생태통로의 기능이 제대로 발휘될 수 있도록 하여야 한다.

② 경사로를 설치하여야 하는 생태통로는 콘크리트 측구를 설치할 때 기울기를 주어 파충류, 양서류 등이 빠지더라도 쉽게 빠져나올 수 있도록 일정한 간격으로 설치되어야 하므로 공사 중 모니터링을 병행하여야 한다.

(2) 표토 모으기 및 활용

① 부식되지 않은 낙엽과 낙지를 제거한 후 표층의 50 mm ~ 100 mm 부위의 표토를 인력으로 채취하여 활용한다.

② 표층토를 채취한 후 양질의 표토를 공사시방서에 따라 보전 활용하여야 한다.

(3) 인공지반의 조성

① 인공지반의 배수 및 흙쌓기는 공사시방서에 따른다.

② 도로로부터 반사되는 빛과 소음을 차단하기 위하여 가장자리를 흙쌓기하여 아늑하게 조성한다.

③ 양질의 토사로 식재 토심을 확보한 후 수목을 식재한다.

④ 수목은 주변의 산림과 유산한 종과 층위로 식재하며, 이식 수목과 표토를 적극 활용한다.

(4) 박스형 통로의 설치

① 통로바닥의 포장재료는 야생생물의 특성을 감안하여 자연상태와의 이질감을 최소화할 수 있도록 선정하여야 한다.

② 시 · 종점부 양측 일정거리에는 주변과 유사한 유도식재와 침입방지유도울타리를 설치하여 동물이 도로로 침입하는 것을 방지한다.

(5) 측구 경사로의 설치

① 측구 경사로의 재질은 요철이 있어 미끄럽지 않아야 하며, 기울기는 30° ~ 45° 이하로 하여 소형동물의 탈출이 쉽도록 하여야 한다.

(6) 식생의 도입

① 생태통로 주변의 식생은 기존의 식생을 이식 활용하여야 하며, 입구에는 주변과의 이질감이 없도록 주변 환경과 유사한 식생으로 복원한다.

② 생태통로 주변에 식재되는 수종은 향토수종이나 자생 초화류를 선정하여 식재하여야 하며, 공사를 할 때 발생하는 나무 그루터기나 부산물을 적극 재활용하여야 한다.

(7) 침입방지유도울타리의 설치

① 유도울타리는 이질적이지 않도록 주변 자연과 조화된 색상으로 한다.

13-4-3 생물서식공간 조성

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 식생이행대(생물 상호 간의 교류증진 녹지대 : ecotone), 생태공원(eco-park), 자연환경림, 습지 등의 생물서식공간 조성공사에 적용한다.

1.1.2 생물서식공간 조성과 관련한 생태계복원 목표수준은 종, 개체군, 생태계 등으로 구분하여 설정할 수 있다.

1.2 일반조건

1.2.1 생물서식공간은 가능한 한 본래 자연형상에 가깝도록 조성하여야 하고 기존의 향토식생이나 토석류 등을 적극 활용하는 복원방식을 채택하는 등 현장여건에 적합한 생태복원 방안을 채택하여 획일적인 인위적 경관이 발생되지 않도록 시공하여야 한다.

1.2.2 생물이 서식하기에 좋은 생태조건을 갖추어 자연환경과 같은 분위기가 조성되도록 하며, 자연지역과 점적인 생물서식공간과의 연결체계를 구축하여 전체적으로 체계화된 비오톱을 조성하여야 한다.

1.2.3 야생동물이 인공환경에 거부감을 갖지 않도록 시각적 차폐, 공간규모와 시설의 폭 및 구조 등을 종합적으로 고려하여 적합한 서식공간이 되도록 조성하여야 한다.

2. 재 료

2.1 식물재료

2.1.1 식생천이단계의 극상을 감안한 잠재식생을 선정하여야 한다.

2.1.2 번식이 용이하고 유묘의 대량생산이 가능하며, 미적 효과가 높고 생태적 특성에 대한 가치가 높은 식물을 우선적으로 선정한다.

2.1.3 자생수종과 향토수종 또는 야생초화류나 인근 수림대의 주요 수종 등 생육환경에 적합한 식물을 선정하여야 한다.

2.1.4 육상생물 서식을 위한 관목숲 또는 덤불 등은 서식 및 은신처가 확보되도록 잎과 가지가 밀생하고 가시가 없으며 생육이 원활한 수종으로 한다.

2.1.5 식생을 선정할 때 생물서식을 유도하기 위하여 수목의 생태적 지위를 감안하여 결정하고 동물을 유인할 수 있는 식이식물을 적극 도입하여야 한다.

2.2 기타재료

2.2.1 생물서식에 적합한 다공질 토양환경 조성을 위하여서는 통나무 쌓기, 자갈 또는 잡석쌓기, 통나무집 등을 도입한다.

2.2.2 생태호안복구와 훼손지복원 재료를 포함한다.

2.2.3 특수한 재료의 사용과 구체적인 재료의 품질기준은 공사시방서에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공 일반

3.1.1 복원식생은 해당지역의 식생조사를 거쳐 대상지 내 식물개체와 같은 종의 개체를 활용한다.

3.1.2 야생동물의 서식과 관련하여 둥지, 보금자리, 은신처로서의 틈새, 웅덩이, 관목숲, 덤불 등을 조성할 때에는 인위적 형태나 인공적 마감재는 배제시킨다.

3.1.3 생태연못 등의 수생비오톱 조성에는 오염되지 않은 물을 수원으로 확보하여야 하며, 곤충류와 어류가 공존할 수 있도록 수심의 변화를 주어 성충을 유인할 수 있는 서식공간을 조성하고 곤충과 어류의 산란조건을 구비하여야 한다.

3.1.4 수생비오톱의 오염을 방지하기 위하여 식생정화대를 설치하고 정화효과가 탁월한 수생식물을 선정하여야 한다.

3.2 생물서식 기반복원

3.2.1 지형복원

(1) 지형변경에 의하여 훼손되거나 단순화된 지형을 흙쌓기나 유사한 형태로 조성하여 원래의 지형상태를 최대한 복구하도록 한다.

(2) 절개지일 경우 생물이동을 원활히 할 수 있도록 기존 지형의 흐름에 맞춰 흙쌓기를 한다.

(3) 기존지형을 이용하거나 흙쌓기, 벽, 식재 등을 통하여 차량소음 및 차량 불빛의 부정적 영향을 최소화한다.

13-4-4 생태계 이전공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 깎기, 쌓기 등의 토공작업으로 사라질 녹지, 산림지역 등의 보전 가치가 있는 생태계의 이전공사에 적용한다.

1.1.2 생태계 이전은 대상지역 내의 자연생태계 구성요소를 다른 장소로 이전하는 것을 말하며, 식생구조 및 기반을 포함한다.

1.1.3 동물생태계를 포함하는 생태적 구조는 성공적인 식생구조 이전과 자연천이에 따라 재생될 것으로 보며, 해당지역 자연생태계 구성요소들을 사전에 조사하고 복원목표를 설정하여 설계되어야 한다.

1.2 제출문

1.2.1 계약상대자는 공사 착수 전 기존 생태계 현황관련자료, 검토의견서, 시공도서 등을 제출하여야 한다.

1.2.2 공사를 종료할 때 이식된 식재현황도와 목록, 이전 생태계의 구조 및 유지관리기록 등 각종자료를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.2.3 현황관련 자료에는 식생현황도, 동물서식현황, 특이식물 등 생태계 복원에 필요한 사항을 포함시켜야 한다.

2. 재 료

2.1 이식식생

2.1.1 이식대상수목은 식생구조에 따라 층위별로 구분하고, 생태계 이전 대상지의 식물상 · 식물군집구조 · 토양 · 지형 등을 조사한 생태조사결과를 토대로 이전대상 생태계를 대표할 수 있는 식생지역을 선정한다.

2.1.2 자연식생이 풍부하여 생태적으로 보전하여야 할 가치가 있는 지역을 이전대상 식생으로 하며, 이식대상 초본 또는 관목류는 식생조사를 토대로 가능한 생육이 왕성한 선구식물종과 식생천이계열상 중기식물종을 중심으로 선정한다.

2.1.3 이전 대상지에서 이전 예정지역으로 이전할 이식량을 산정하여 이전에 필요한 장비 등의 수량을 산출한다.

2.1.4 습지를 조성할 때에도 습지토양을 적극 이전 활용한다.

2.2 토양

2.2.1 생태계를 유지하는 토양 등은 이식대상지의 현황을 그대로 이전한다.

2.2.2 수목활력 및 생장조절제, 기타 부속재 등을 사용한다.

3. 시 공

3.1 식재기반정비

3.1.1 이전대상지의 식재기반조성을 위하여 복토가 요구될 경우, 중장비에 의한 지반다짐의 피해를 방지할 수 있는 조치를 취하여야 한다.

3.1.2 식재토양의 물리성 악화 및 고결방지를 위하여 비가 오거나 온 직후에 대형장비에 의한 작업을 시행하지 않도록 한다.

3.1.3 설계도서에 명시되지 않은 한 마운딩을 조성할 때는 표토를 200 mm ~ 300 mm 두께로 다짐하되, 평균 기울기는 30 % 이하로 완만하게 조성하여야 한다.

3.1.4 토양경도 23 mm 이상으로 불투수층이 형성될 것으로 예상될 경우에는 중장비를 이용하여 전면 경운을 실시한 후 양질의 토사로 흙덮기 후 표토를 포설한다.

3.2 기존식생보호

3.2.1 보호 및 보존을 필요로 하는 식생에 대하여서는 울타리를 설치하는 등의 보호조치를 취하여야 한다.

3.2.2 흙쌓기로 인하여 기존 수목의 줄기가 묻힐 우려가 있는 경우에는 대상 수목수관 폭의 1/2 ~ 3/4 정도를 남겨 두고 수목의 밑둥이 흙으로 매몰되지 않게 주변을 굵은 자갈 등으로 채워 공기, 수분, 양분 등의 공급이 원활하도록 하여야 한다.

3.2.3 수목 주위의 쌓기 부분은 안정성이 확보되도록 자연스러운 비탈면의 조성 또는 석축 등을 설치하고, 배수시설을 설치하도록 하여야 한다.

3.2.4 기존 수목 주위를 깎기할 때에는 수관 폭 이내의 지반을 깎지 않도록 하고, 일정기간 동안 흙 또는 물에 적신 거적 등으로 덮어 보양하여 준다.

3.2.5 기존 식생이 흙쌓기로 인하여 뿌리의 호흡기능 장애 등이 예상될 때에는 흙덮기, 흙덮음 재료를 걷어 주고 우드와 같이 부식 및 다공질 재로로 덮어 준다

3.2.6 기존 수목은 흙덮기에 의한 호흡피해가 발생하지 않도록 주의한다.

3.2.7 기존 수목 주변에 흙쌓기 또는 흙깎기를 할 때에는 지하수의 흐름이 변경되지 않도록 하여야 한다.

3.3 교목과 관목류 이식

3.3.1 이전수목의 뿌리돌림은 이 시방서 13-1 식재조성 13-1-2 수목굴취의 해당 항목을 따른다.

3.3.2 이전수목의 굴취는 다음과 같은 순서로 실시한다.

(1) 낙엽채취
(2) 이상식물과 표토
(3) 관목층
(4) 하부토양 채취
(5) 아교목층
(6) 교목층

3.3.3 식재는 굴취작업과 반대의 순서로 실시하며 아교목층, 교목의 이전으로 시작하여 낙엽의 피복순으로 완료한다.

3.3.4 복원지역의 미기상(微氣象) 및 토양 등의 생육환경은 굴취지역과 최대한 유사한 환경으로 조성하여야 한다.

3.4 초본 및 관목의 복원

3.4.1 단계별 식생복원사업을 시행하되, 1단계 사업에서는 초본류, 2단계 사업에서는 목본류를 식재한다.

3.4.2 야생풀포기 심기를 위주로 하고 파종공법을 병행한다.

3.4.3 파종에 의한 종자는 현지에서 채종한 것으로 하고, 포기는 이전 대상지의 야생풀을 굴취하여 사용한다.

제14장 부대공사

14-1 방음벽 ····· 1297
14-2 방음터널 ····· 1307
14-3 생태통로 ····· 1311
14-4 가드펜스 ····· 1317

제 14 장 부대공사

14-1 방음벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 교통소음을 저감할 목적으로 설치하는 방음벽 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1012	6각너트
KS B 1016	기초 볼트
KS D 3503	일반구조용 압연강재
KS D 3506	용융 아연도금 강판 및 강대
KS D 6701	알루미늄 및 알루미늄합금의 판 및 조
KS F 2274	건축용 합성수지재의 촉진 노출 시험 방법
KS F 2805	잔향실법 흡음률 측정방법
KS F 2808	건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 실험실 측정 방법
KS F 4770-1	방음판-금속재
KS F 4770-2	방음판-금속재컬러
KS F 4770-3	방음판-비금속재컬러
KS F 4770-4	방음판-목재
KS L 2004	접합 유리
KS L 2513	유리 섬유 일반 시험 방법
KS L 2514	판유리의 가시광선 투과율, 반사율, 태양열 취득률 시험 방법
KS M 3026	플라스틱의 황색도 및 황변도 시험 방법
KS M 5982	도료의 촉진 내후성 시험 방법(형광 UV 응축 방식)
KS M ISO 75-2	플라스틱 하중 변형 온도의 측정-제2부 : 플라스틱 및 에보나이트
KS M ISO 4892-3	플라스틱-실험실 광원에 의한 폭로 시험 방법-제3부 자외선 형광 램프
KS M ISO 5470-1	고무 또는 플라스틱 피복 직물-내마모성 측정 방법-제1부 테이버 마모 시험기

KS M ISO 9352 플라스틱-연마륜에 의한 내마모성의 측정
KS M ISO 14782 플라스틱-투명재료의 흐림도 측정

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 공통사항

2.1.1 방음판은 조립식으로 설치할 수 있고, 조립할 때 접속부에서 소음누출이 없는 구조이어야 한다.

2.1.2 방음벽의 방음판 투과손실 측정은 KS F 2808에 따라 품질검사 전문기관에서 측정하여야 하며, 방음벽의 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10 ㏈을 더한 값 이상으로 하거나, 500 ㎐의 음에 대하여 25 ㏈이상, 1,000 ㎐의 음에 대하여 30 ㏈ 이상을 표준으로 한다.

2.1.3 흡음형 방음판에 대한 흡음률 측정은 KS F 2805에 따라 품질검사전문기관에서 측정하여야 하며, 흡음률은 시공 직전 완제품 상태에서 250 Hz, 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz의 음에 대한 흡음률의 평균이 70 % 이상인 것을 표준으로 한다.

2.1.4 하중 변위시험

(1) 방음판의 구조는 지역별 풍속을 고려하여 조정하며, 하중 변위 시험은 KS F 4770의 탄성 변위 시험 및 영구 변위 시험에 따라 수행하여 표 14-1-2를 만족하여야 한다. 시험 중 지지대로부터 방음판이 시험 하중에 의해 분리되거나 방음판의 좌굴 등이 일어나서는 안 된다.

(2) 투명 방음판의 경우는 건조 모래, 강구 등을 채운 주머니를 하중체로 사용하여 등분포 하중과 유사한 조건이 되도록 재하하고, 방음판 길이 방향의 중간의 양 끝단에서 처짐량을 측정한다. 시험 중 투광부재가 프레임 부재로부터 이탈되거나 균열 등의 손상이 발생하여서는 안 된다.

(3) 시험용 방음판은 현장에서 설치되는 형식 및 횡단면이 동일한 방음판 중 가장 긴 것을 선택한다.

표 14-1-1 지역별 풍속에 따른 내하중 등급

지 역	지 명	기본 풍속 (m/s)	설계 하중 (kN/m^2)	시험 하중 (kN/m^2)	내하중 등 급
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30	1.2	1.6	5호
서해안	서산, 인천	35	1.7	2.2	4호
서남해안 남해안 동남해안	군산 연수, 충무, 부산, 포항, 울산	40	2.2	2.9	3호
동해안 제주지역 특수지역	속초, 강릉, 제주, 서귀포, 목포	45	2.8	3.6	2호
기타지역	울릉도	50	3.4	4.4	1호

표 14-1-2 최대 변위량

단위 : mm

항목	탄성 변형량	영구 변형량
최대 변위량	50	$\frac{L_A}{500}$

L_A : 시험용 방음판의 최대 길이(mm)

2.1.5 방음판의 내충격 시험은 KS F 4770의 충격시험에 따라 시험하여 충격원이 방음판을 관통하거나 방음판 내부의 흡음재를 손상시켜서는 안 되며, 방음판 표면의 사소한 균열 발생은 허용한다. 다만, 투명 방음판의 내충격 시험은 2.5.5에 따른다.

2.1.6 흡음형 방음판의 내부에 사용되는 흡음재는 발암물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 아니한 것으로서 내구성이 있어야 하며, 햇빛 반사가 적고 부식되거나 동결융해 등으로 인하여 변형되지 않는 재료를 사용하여야 한다. 단, 유리면 및 암면 등 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 흡음재를 사용할 경우에는 흡음재 보호재를 씌워 대기 중으로 누출이 되는 것을 방지하여야 한다. 흡음재 보호재를 사용하는 경우 수분이 침투되지 않고 내구성을 가진 것으로 한다. 또한 흡음용 구멍은 빗물 및 자외선의 침투를 방지할 수 있는 구조로 천공되어야 한다. 흡음재의 연소 시험은 KS L 2513에 따라 시험하여 표 14-1-3의 조건을 만족하여야 한다.

표 14-1-3 흡음재의 연소성 평가

평가 항목	평가 방법
잔염 시간 (s)	20 이하
잔진 시간 (s)	30 이하
탄화 면적 (㎠)	50 이하
탄화 길이 (cm)	20 이하

2.2 금속재 및 금속재 컬러 방음판

2.2.1 방음판의 전면판 및 후면판이 금속 재질로 제작된 금속재 방음판의 재질은 표 14-1-4의 조건을 만족하여야 한다.

표 14-1-4 금속재 방음판의 재질기준

구 분		품질기준
금속재	전면판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 mm 이상의 것
	후면판	KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것
금속재 컬 러	전면판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 mm 이상의 것
		KS D 3506의 SGCC로서 두께 0.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것
	후면판	KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것

2.2.2 금속재 방음판의 전면과 후면의 표면을 내구성 있는 컬러 합성수지 도료로 균일하게 도장한 후 열처리한 금속재 컬러 방음판은 도장 후 생성된 도막에 대한 품질이 표 14-1-5의 조건을 만족하여야 한다.

표 14-1-5 금속재 컬러 방음판의 도막 품질 평가

평가항목	평가방법	비 고
광 택 도 (60° 경면 광택도)	40 % 이하이어야 함	KS M 5000
염수 분무 시험 (500시간)	'X'표시 부위면측 5 mm 이외에서 녹발생이 없어야 함	KS D 9502
촉진 내후성 시험 (형광 UV 응축 방식, 500시간)	도막이 벗겨지지 않아야 하고, 색차 표시 방법에 의한 ΔE^*_{ab}가 2.0 이하이어야 함	KS M 5982 KS A 0063
밀착성 시험 (바둑판 눈금 시험)	도막이 벗겨지지 않아야 함	KS D 3520

2.3 비금속재 컬러 방음판

2.3.1 방음판의 전면판 및 후면판이 플라스틱 수지로 제작된 비금속재 컬러 방음판의 재질은 전면판이 두께 2 mm 이상, 후면판이 두께 2.5 mm 이상의 것 또는 동등 이상의 성능을 갖는 것을 사용한다.

2.3.2 비금속재 컬러 방음판은 KS M 5982의 형광 UV 시험을 500시간 하거나, KS F 2274의 시험 중 자외선 카본으로 600시간 시험하여 황변도(△YI)가 3 이하이어야 한다.

2.4 목재 방음판

2.4.1 방음판 제작 및 설치에 사용되는 목재는 부패 방지를 위한 방부 · 방충 처리된 목재를 사용하여야 한다.

2.4.2 외장형 흡음재는 KS F 4770-4의 흡수량 시험을 실시하여 흡수된 물의 양이 4시간 후에는 1.0 kg/㎡, 28일 후에는 4.0 kg/㎡을 초과해서는 안 된다.

2.5 투명 방음판

2.5.1 투명 방음판의 투광부재는 투광성의 재료를 사용한 판재로서 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 수지 · 폴리카보네이트(PC) 수지 등의 투명 플라스틱 수지 또는 접합 유리를 사용하며, 한국산업표준에 품질규정이 있는 것에 대해서는 그 품질을 기본적으로 만족하여야 한다.

2.5.2 투광부재를 고정하는 데 이용되는 프레임 부재는 녹이나 부식이 발생하지 않는 소재 또는 적절한 방법에 의해 방청 처리된 강재를 사용하여야 한다.

2.5.3 방음판은 충분한 내구성이 있어야 하며, 가시광선 투과율 시험방법 KS L

2514에 의한 무색 투광부재의 가시광선 투과율은 85 % 이상을 표준으로 한다.

2.5.4 투광부재에 대한 촉진 내후성 시험은 KS M ISO 4892-3에 따라 시험하여 표 14-1-6을 만족하여야 한다. 황변도는 KS M 3026에 따라 측정하며, 흐림도는 KS M ISO 14782에 따라 측정한다. 촉진 내후성 시험 후 백색을 배경으로 검사했을 때, 현저한 변색 및 사용상 지장이 있는 기포, 흐림 등이 없어야 한다. 투광부재의 소재가 동일하더라도 내후성에 관한 첨가제, 표면처리 방법 등이 다른 경우에 대해서는 동일 재료로 간주하지 않으며, 내후성 시험 결과는 동일 재료의 다른 두께에 대해서도 유효하다고 간주할 수 있다. 현장에 반입되는 투명 방음판 자재는 투광부재의 제조회사별, 재질별로 2,000 ㎡ 마다 촉진 내후성 시험을 실시하여 그 품질을 확인하여야 한다.

표 14-1-6 투광부재의 내후성 평가기준

시험항목	평가기준	비고
촉진내후성시험 (1,500시간)	황변도(△YI) 3 이하 흐림도 변화(△H) 10% 이하 [자외선형광램프(UV-A), 폭로방식 1]	KS M 3026 KS M ISO 14782

2.5.5 투광부재에 대한 내충격 시험

(1) 낙구 충격 시험 : KS L 2004의 낙구 충격 시험에 따라 시험하여 충격 후 균열이나 손상이 발생하지 않아야 한다. 이때, 강구는 KS B 2001에 규정하는 호칭 2 1/2의 강구 중에서 무게 1,040±10 g인 것을 사용하고, 낙하 높이는 1.2 m로 한다.

(2) 진자 충격 시험 : KS L 2004의 쇼트백 충격 시험에 따라 시험하여 충격 후 파편의 결락(缺落)에 따른 노출 부분이 없어야 한다. 다만, 시험 장치의 가격체는 무게가 45±0.1 kg인 원형 강구로 한다. 이때, 가격체의 낙하 높이는 가격체 최대 지름의 중심이 정지 상태의 위치로부터 480 mm가 되도록 한다.

2.5.6 내마모용 투광부재는 KS M ISO 5470-1, KS M ISO 9352에 따라 CS-10F 마모륜을 사용하여 시험편에 4.9 N의 하중을 가하면서 100회 전시킨 후, 흐림도의 변화(△H)가 15 % 이하를 만족하는 것을 기준으로 한다. 마모륜의 표면 재생 시에는 ST-11 Refacing Stone (Fine Side)을 사용한다. 투광부재의 소재가 동일하더라도 두께나 내마모성에 관한 표면처리 등이 다른 경우에 대해서는 동일 재료로 간주하지 않는다.

2.5.7 투광부재의 내열성은 표 14-1-7의 조건을 만족하여야 한다.

표 14-1-7 투광부재의 내열성 평가기준

구 분	평가기준	비 고
플라스틱 수지	하중변형온도 85 ℃ 이상	KS M ISO 75-2 PC 수지 : 방법 A PMMA 수지 : 방법 B
접합유리	내열성 시험 후 시료의 유리 부분에 균열이 생기는 것은 허용하나, 시료의 가장자리 또는 균열된 곳으로부터 13 mm를 초과하는 곳에 사용상 지장이 있는 기포 또는 그 밖의 결점이 없을 것	KS L 2004

2.6 지주 및 앵커 볼트, 너트

2.6.1 지주는 일반 구조용 압연강재로서 KS D 3503의 SS400 강판 및 형강에 적합한 것이어야 한다.

2.6.2 지주의 아연도금은 설계도서에 따른 소정의 두께를 유지하여야 하며, 지주 전체가 골고루 도금이 되도록 하여야 한다.

2.6.3 지주를 제작할 때 용접 및 천공에 따른 사항은 이 시방서 강교제작 기준에 따라 제작하여야 한다.

2.6.4 앵커 볼트 · 너트는 녹 발생이 없어야 하며, KS 규정에 적합한 강재를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 방음벽 기초옹벽 상단면과 판 사이에는 소음의 유출이 없도록 정교하게 시공하여야 하며, 재질이 불량한 자재의 사용이나 틈이 있는 경우에는 계약상대자의 부담으로 고무판 · 접착제 · 실런트 등을 사용하여 소음의 유출이 없도록 하여야 한다.

3.1.2 방음벽 후면의 비탈면은 빗물에 의한 침식이 없도록 비탈면 다짐을 하여야 한다.

3.1.3 방음벽의 설치연장이 300 m 이상 되는 구간은 유지관리 및 교통사고가 발생하였을 때 비상통로로 이용이 가능하도록 출입문을 설치하여야 하며, 출입문의 위치선정은 현장여건을 고려하여 감독자와 협의하여 선정하여야 한다.

3.1.4 방음벽의 기초는 침하가 발생되지 않도록 다짐을 하여야 하며, 되메우기

를 할 때에도 풍압에 견딜 수 있도록 주변 다짐을 하여야 한다.

3.1.5 방음벽의 설치위치 및 높이는 수음점의 위치와 교통소음 발생량에 따라 결정되므로 현장여건을 고려하여 설치하여야 한다. 설계위치와 높이를 변경할 경우에는 시공계획서를 공사착공 전에 발주청에 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.1.6 방음판은 바닥이 평평한 곳에 받침목을 설치한 후 적재하여야 하며, 한곳에 많이 적재하여 방음판에 변형이 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.1.7 방음벽의 설치가 완료되면 방음판의 틈새와 볼트 조임 등을 점검하여 이상 유무를 확인하여야 한다.

3.1.8 방음벽의 상단부 구부림은 차량의 통과높이를 고려하여 설치하여야 한다.

3.1.9 컬러 방음판 전면의 색상은 차량의 이동속도와 운전자의 시각피로를 최소화 할 수 있는 컬러와 디자인을 고려하여야 하며, 방음판 후면의 색상은 주위 환경과 조화를 이루고 도시미관 개선 및 산뜻한 분위기를 표현할 수 있도록 감독자와 협의하여 선정하고, 그에 따라 색상배열을 결정하고 색상배열에 따라 시공하여야 한다.

3.1.10 방음판은 제품이 0.5 m 단위로 생산되므로 높이 간격을 0.5 m 단위로 조정하여 경제적인 측면을 고려하여 시공하여야 한다.

3.1.11 방음벽의 단부처리는 동일한 방음벽 구간에서 높이별 단차가 발생하지 않도록 높이 변화구간에서 경사지게 연결되도록 조정하여 시공하여야 한다.

3.2 투명 방음벽 설치기준

3.2.1 구조물 마감선의 수평을 확인하고, 기초 구조물에 완전히 밀착되도록 받침판을 설치하여야 한다.

3.2.2 지주 고정 받침판(gauging jig)에 적합한 드릴작업을 하여야 한다.

3.2.3 용접부의 슬래그(slag)는 완전히 제거하여야 하며, 비드(bead)는 모양이 깨끗하여야 한다.

3.2.4 지주는 수직, 수평을 맞춘 후 너트를 조여야 한다.

3.2.5 고무판은 접착제를 사용하여 완전 접착시켜야 하며, 지주 위에서부터 지주 아래로 프레임이 조립된 투명판을 삽입하고 고정하여야 한다.

3.2.6 방음판 설치 후에는 상단부가 수직과 수평을 유지하여야 하며, 방음판 설치 후 기밀을 유지할 수 있는 구조이어야 한다.

3.2.7 마감부분은 일직선이 되도록 맞추며, 접합부 등 틈새가 발생한 경우에는 소음차단을 위해 밀폐 · 처리하여야 한다.

3.2.8 투명 방음판을 감싼 보호 피막지는 투명판 설치완료 후 제거하여야 한다.

3.3 방음벽을 시공할 때 주의사항

3.3.1 방음벽 기초의 구체 콘크리트 상단부와 방음판을 밀착시킨다.

3.3.2 앵커볼트를 시공할 때 방음벽의 앵커볼트와 지주의 기초판 홈이 일치되도록 하여야 한다.

3.3.3 앵커볼트의 녹 발생을 억제하기 위하여 아연용융도금 또는 녹 발생이 억제되는 제품을 사용하여야 한다.

3.3.4 방음벽의 높이가 8 m(방음판 7 m) 이상인 경우에는 기초판 하부 콘크리트에 보강철근(D13 : 철근중심과 철근중심 간의 거리 100 mm)을 삽입하여 허용 지압응력을 상향시켜야 한다.

3.3.5 방음벽의 높이가 5.5 m(방음판 4.5 m) 이상인 경우에는 지주의 좌굴방지를 위해 2 m ~ 3 m 간격으로 적정한 간격의 보강판(강판두께 6 mm)을 부착하여야 한다.

3.3.6 계약상대자는 시공 중 방음판의 파손, 도장부위의 손상 등이 없도록 하여야 한다.

3.3.7 투명방음벽을 설치하는 지역이 조류서식지나 이동경로에 위치하는 경우에는 조류의 충돌을 방지하기 위하여 투명방음벽에 조류가 인식할 수 있는 무늬를 붙이거나 고무링이 삽입된 방음판을 설치한다.

3.3.8 방음벽의 적정한 유지관리를 통하여 설치 초기의 음향특성, 안전성, 가시광선 투과율(투명방음벽에 한함) 및 미관 등이 공사시방서에 제시된 기간까지 유지되도록 하여야 한다.

3.4 방음벽의 성능평가 및 사후관리

3.4.1 계약상대자는 표 14-1-8의 방음벽 성능평가서를 발주청에 제출하여야 한다.

3.4.2 방음벽 시공 후의 성능평가는 보호대상시설의 소음환경기준 적합여부로 한다.

3.4.3 방음벽 설치목표를 환경기준에 두지 않는 경우에는 삽입손실측정으로 방음벽의 성능평가를 할 수 있다.

표 14-1-8 방음벽의 성능평가서

평가항목	검 토 항 목	세 부 검 토 항 목
일 반 사 항		1. 방음벽 설계자의 인적사항 – 음향 및 구조 – 예술분야 2. 부지도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음벽 설치지점의 지반상태 4. 도로 상황 및 교통량(대/hr)
음향설계서		5. 방음벽의 높이, 설치길이 6. 방음벽 설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별 계산) 사용된 소음도 예측식 계산과정
성 능 평 가		7. 동일수음점 · 동일조건에서의 설치 전 · 후 소음도dB(A) – 설치 전 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) – 환경기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) – 설계기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) – 설치 후 : 낮 dB(A), 밤 dB(A)
방 음 판	투 과 손 실	8. 시험성적서 및 검토자료
	흡 음 률	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 가시도, 가시광선 투과율 등
구 조	구조설계서	10. 풍하중, 기초공법, 통로설치 여부 등
시 공	시 공 도 면	11. 시공계획서
미 관	주위경관고려	12. 수림대 조성, 덩굴식물 식재, 화분 설치여부 등
	시각적효과고려	13. 방음벽 전 · 후면에 대한 색채 및 형태
안 전 성	안전설계서	14. 방호시설 설치여부 등

14-2 방음터널

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 교통소음 저감을 목적으로 설치되는 터널형 방음시설의 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3503	일반구조용 압연강재
KS F 2274	건축용 합성 수지재의 촉진노출 시험 방법
KS F 2805	잔향 실내 흡음률 측정 방법
KS F 2808	건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 실험실 측정 방법
KS F 4770-1	방음판-금속재
KS F 4770-2	방음판-금속재 컬러
KS F 4770-3	방음판-비금속재 컬러
KS F 4770-4	방음판-목재
KS M ISO 5470-1	고무 또는 플라스틱 피복 직물-내마모성 측정 방법 - 제1부 : 테이버 마모 시험기
KS M ISO 9352	플라스틱-연마륜에 의한 내마모성의 측정

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 방음터널

2.1.1 방음터널을 구성하는 시스템은 지붕재와 강재 · 외장판 등으로 구성되며, 방음터널의 방음성능은 흡음형 방음판의 음향성능으로 대체하고, KS F 4770 기준 흡음률 1등급 이상이어야 한다.

표 14-2-1 방음터널 시스템의 구성

구 분	지붕재	강 재	외장판
방음터널 시스템	투명 방음판	H-Beam (SS400)	현장에서 요구될 때 흡음형, 투명형을 적용

2.1.2 강재는 KS D 3503의 SS400 규격과 재질에 적합한 것이어야 한다.

2.1.3 강재의 표면처리는 탈지 · 산세 · 수세 등의 공정을 거친 후 용융아연도금을 하여야 하며, 아연부착량은 550 g/㎡ 이상으로 하여야 한다.

2.2 흡음형 방음판

2.2.1 흡음형 방음판에 대한 기준은 14-1 방음벽의 2.1 공통사항의 기준에 따른다.

2.2.2 흡음형 방음판의 재질은 KS F 4770-1~4 규정에 적합하거나 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

2.2.3 흡음형 방음판의 색상은 다음의 기준에 따라야 한다.

(1) 방음판 재질에 따라 조립 전에 양면에 정전분체도장을 하거나, 원료에 안료 및 UV 안정제를 배합하여 용융 후 압출 또는 사출 성형한다.

(2) 색상 조화는 전면판과 후면판의 색상을 동일하게 하거나, 전면판은 차량 이동속도를 고려하여 컬러디자인을 함으로써 운전자에게 심리적 안정감을 주고, 후면판은 주위 환경과 조화를 이룰 수 있도록 전면판과 색상을 달리할 수도 있다.

(3) 색상 지정은 컬러합성사진을 제출하여 협의한 후 결정하며, 결정된 컬러합성사진을 근거로 컬러배열시트를 제출하여 승인을 얻어야 한다.

(4) 색상 검사는 육안으로 검사하여 색의 번짐 및 주름현상이 없어야 하며, 또한 KS F 4770에 규정된 시험방법에 따른 시험을 실시하여 규격을 만족하여야 하고, 결과를 증명하기 위하여 품질검사 전문기관의 시험성적서를 제출하여야 한다.

2.3 투명형 방음판

2.3.1 투명형 방음판은 일정시간이 경과한 후에도 황변현상이 발생하지 않아야 하며, 적정한 표면강도와 가시광선 투과율 등 일정한 품질기준을 만족하여야 한다.

2.3.2 투명형 방음판의 품질과 성능에 관한 사항은 14-1 방음벽의 2.5 투명방음판에 기술된 사항에 따른다.

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 자재의 손상으로 방지하고 상 · 하차가 용이하도록 운반 자재의 하부에

운반용 파렛트를 사용하며, 운반하는 자재는 견고하게 묶어서 운반 도중에 파손이나 전도되는 것을 방지하여야 한다.

3.1.2 자재를 하차하는 방법은 각 현장 조건에 맞추어 시행하되 장비를 이용하여 하차하고, 현장에 반입된 자재의 인양은 크레인을 사용한다.

3.1.3 지붕에 자재를 인양할 경우는 지붕 구조물에 집중하중이 발생하지 않도록 소요물량만큼 분산하여 적재한다.

3.1.4 현장에 반입되는 자재는 작업예정 근접위치에 적재하는 것을 원칙으로 하며, 자재의 휨 또는 변형 등이 발생되지 않도록 평탄한 곳을 선택하여 3개소 이상 고임목을 설치한 후 자재를 적재한다.

3.1.5 현장 내 적재한 자재는 보호조치를 충분히 하여 외부충격 또는 이물질 오염 등으로 손상이 가지 않도록 하며, 적재 장소는 감독자와 사전 협의하여 결정한다.

3.2 설치 및 검사

3.2.1 계약상대자는 시공 전 정밀한 현장 실측을 하여 필요할 때에 설계안에 부합되며 시공에 유리한 시공계획 및 도면을 작성하여 감독자와 협의한다.

3.2.2 앵커볼트의 시공에 있어서 기초볼트(anchor bolt)는 구조설계에 따라 지주 한 군데마다 4개 또는 6개를 설치한다.

3.2.3 기초볼트 설치간격은 중심점이 각각 2 m 간격으로 수직 · 수평을 맞추어 기존 철근에 용접하여 설치하되, 기초볼트가 구조물에서 노출되는 길이는 와셔 · 너트를 조이고 나서 10 mm 정도 여유 있게 높이를 정한다.

3.2.4 철골작업은 구조물 마감선의 수평을 확인하고, 돌출된 부분은 제거하고 낮은 부분은 무수축 모르타르로 마감하여 기초판과 구조물이 완전히 밀착되게 지주를 설치한다.

3.2.5 지주의 수직, 수평을 맞추어 너트를 조인다.

3.2.6 지붕 골조용 부재를 양쪽 지주의 이음부에 정확히 밀착시키고, 고장력 볼트 또는 토크쉐어 볼트로 연결, 고정시킨다.

3.2.7 변위 방지용 서브 빔(sub-beam)은 지붕 골조에 수평간격을 정확히 맞추며, 고장력 볼트 또는 토크쉐어(torque shear)볼트를 사용한다.

3.2.8 터널 투명판은 열팽창과 수축을 고려하여 절단하여야 한다.

3.2.9 상 · 하부 및 측면 프레임의 접합은 일정 길이 · 높이 · 두께의 사각 밀폐형으로서 녹이 발생되지 않는 합금재 볼트(ϕ 4 mm)를 사용하여 조립한다.

3.2.10 상 · 하 프레임을 한쪽 방향으로만 날개 형식으로 하여 이음새가 잘 들어맞도록 하고, 투명 패널은 연결할 때 뒷면 이음새 부분에 틈새가 발생되지 않도록 제작하여 밀착시킬 수 있도록 한다.

3.2.11 프레임을 조립한 후 알루미늄 프레임과 투명판 사이를 탄력성과 밀착성이 뛰어난 재료로 투명판을 밀착 결합하고, 조립된 패널은 현장에서 투명 원판의 보호막을 쉽게 제어할 수 있도록 프레임과 투명판 이음매 사이를 자른다.

3.2.12 근각고정볼트를 브라켓에 고정하고 투명판 안전 고정핀을 이용한 가부착 상태에서 파스너(fastener)를 간극 조정하고 파스너를 끼워 고정하며, 파스너와 미들 커버(middle cover), 탑 커버(top cover)에는 우수침투 방지를 위한 완충 고무재질인 부싱(bushing, 우레탄 재질)을 삽입하고 볼트를 체결한다.

3.2.13 미들 커버를 볼트 홀에 고정하고 탑 커버인 와형 캡을 끼워 고정한다.

3.2.14 풀림방지 너트를 고정하고, 캡 볼트 조임으로 마감 처리한다.

3.2.15 지붕과 벽체의 우수관 주변에는 강판을 사용하여 누수 및 소음차단의 목적으로 코킹 마감한다.

3.2.16 기초앵커볼트를 가리기 위한 볼트 캡은 여건에 맞게 감독자과 협의하여 설치한다.

3.2.17 설치가 완료된 방음터널은 감독자로부터 다음 사항의 검사를 받아야 한다.

(1) 앵커볼트 고정상태
(2) 각 방음판의 손상 및 오염
(3) 각 설치 부자재의 조립 및 결합상태
(4) 기초 및 방음시설 전 구간에 걸친 밀폐여부

14-3 생태통로

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로 건설로 인한 동물 서식지 연결 및 이동통로 설치에 적용한다.

1.2 참조표준

해당사항 없음

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 공통 재료

2.1.1 재료는 자연 재료를 사용하되 안전성, 기능성, 친환경성 등을 고려하여 특별한 경우 인공재료(콘크리트, 블록 등)를 사용할 수 있으나 생태복원을 전제로 제작된 재료이어야 하며, 감독자의 승인을 얻은 후 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공 일반

3.1.1 생물이동통로 연결을 위한 생태통로는 환경조건과 목표생물종의 이동습성에 맞추어 교량형, 암거형, 지하통로형, 구조물 부착형 등을 선정하여 시공하여야 한다.

3.1.2 교량형 생태통로는 목표생물종의 서식 및 이동습성에 맞게 교량 상부층의 구조와 자연녹지를 조성하되 토심과 상부하중을 감안하여 구조적으로 안정하여야 하며, 시 · 종점부 양측 일정거리에 동물이동 차단 울타리 또는 목책 등 완충시설을 설치하여야 한다.

3.1.3 생물서식공간에 자연관찰 · 학습의 기능을 수용할 수 있도록 포함시키는 경우에는 생태통로의 관찰, 탐방로 · 학습장 등과 연계시키고, 정보안내기능 시설과 휴게공간 등은 생물서식지 공간이 확보될 수 있도록 시설물을 설치하여야 한다.

3.2 지형복원

3.2.1 지형변경에 의하여 훼손되거나 단순화된 지형을 쌓거나 유사한 형태로 조성하여 원래의 지형 상태로 자연스럽게 복원하여야 한다.

3.2.2 절개지일 경우 동물의 이동이 원활히 이루어질 수 있도록 기존 지형의 흐름에 맞춰 흙쌓기를 한다.

3.2.3 기존 지형, 마운딩(mounding), 벽, 식재 등을 통하여 차량 소음 및 불빛의 부정적 영향을 최소화 한다.

3.3 식생복원

3.3.1 식생기반이 될 토양층은 수분함유능력이 뛰어나야 하며, 인공토양소재를 자연토양과 혼합하여 토양의 보습능력을 최대한 높여야 한다.

3.3.2 토양의 양분이 부족하여 공급이 필요한 경우 주변의 논, 밭의 표토와 부엽토를 적절한 비율로 혼합하여 표토층을 형성하도록 한다.

3.3.3 야생동물을 유인할 수 있도록 주변 식생유형과 유사한 수종을 식재하되 먹이식물, 밀원식물종 등을 고려하여 식재하도록 한다.

3.3.4 식재는 야생동물이 이동할 때 은폐와 먹이원으로 활용할 수 있도록 다층구조로 형성시킨다.

3.3.5 야생동물 이동로와 도로가 접하는 부분은 소음과 불빛을 최소화할 수 있도록 침엽수와 관목을 밀식하고, 동물의 도로침입방지와 이동통로의 유도기능을 할 수 있도록 유도식재를 실시한다.

3.3.6 식재 후 주기적인 유지관리를 통해 귀화식물의 침입과 생육을 억제하여 주변 생태계와 자연스럽게 연결되도록 한다.

3.4 생물서식기반 복원

3.4.1 습지환경은 최대한 복원하고, 바위 · 자연석 · 고사목 · 통나무 놓기 등을 통해 다공질 공간을 최대한 확보되도록 한다.

3.4.2 도로개설로 인하여 동물의 이동이 단절된 장소는 동물의 횡단이동을 위하여 상자형 암거, 흄관 암거 등을 설치한다.

3.4.3 생태통로 주변에 식재할 때에는 주변에 자생하는 고유수종을 활용한다.

3.4.4 표층토는 낙엽과 낙지를 제거하고, 잠재종자가 있는 시드뱅크(seed bank) 부분만을 이용한다.

3.4.5 부식되지 않은 낙엽과 낙지를 제거한 후 표층의 0.05 m ~ 0.1 m 부위의 표토를 인력으로 채취하여 활용한다.

3.4.6 표층토를 채취한 후 양질표토를 이 시방서 2-10 비옥토 모으기 및 활용

의 시방규정에 따라 보전 활용하여야 한다.

3.4.7 흙쌓기 구간의 도로 하부에 횡단 통로를 설치할 경우 중대형 포유류(노루, 멧돼지 등)를 위하여 통로의 높이는 최소 2 m 이상으로 설치하고, 왕복 4차로 이상의 도로에서는 가급적 3 m 이상으로 한다. 통로 폭은 높이의 2배 정도를 확보한다.

3.4.8 암거의 노면은 포장하지 않은 흙으로 하되, 사람과 차량이 동시에 통행하여야 하는 곳에 대해서만 최소한도로 포장한다.

3.4.9 암거 옆도랑에는 작은 동물의 이동이나 탈출이 가능하도록 경사로, 소단 등을 설치한다.

3.4.10 흄관을 설치하는 경우 중형 포유류(너구리 등)의 이용을 고려하여 직경이 1 m 이상이 되도록 한다.

3.4.11 소동물(양서류, 파충류)의 이동을 위해 흄관 암거의 양끝을 45° 이하의 경사로를 설치한다.

3.4.12 동물전용 육교형 생태통로 설치할 때는 육교 측면이나 입구 주변을 차폐시킨다.

3.4.13 동물전용 육교형 생태통로의 노면은 흙으로 하되, 경량토를 사용하여 최소 토심이 1.0 m 이상 되도록 한다.

3.4.14 동물전용 육교형 생태통로의 흙쌓기 부분은 중심부분이 낮은 자연스러운 계곡 형상으로 조성하여 차량의 소음과 불빛이 차단되도록 한다.

3.4.15 사람 및 차량 겸용 육교형 생태통로일 경우 옆 도랑 또는 식재용지(관목, 초본류)를 측면에 조성하여 동물의 이동기능이 병행될 수 있도록 한다.

3.4.16 동물의 침입과 동물과 차량 간의 충돌이 잦은 지역에 침입방지용 울타리를 설치할 경우 목표종을 고려하여 울타리 높이는 1.2 m ~ 1.5 m로 설치한다.

3.4.17 동물의 침입과 차량과의 충돌이 잦은 지역에는 주변에 서식하는 동물을 보호하기 위한 안전한 생태환경을 조성하기 위하여 다음과 같이 보호시설을 설치한다.

(1) 나무 그루터기 벽

① 동물을 통로로 유도하거나 울타리 대용으로 사용할 수 있도록 설치한다.

② 나무 그루터기나 줄기 일부를 일렬로 쌓고, 참나무류 등 교목을 식재한다.

(2) 침입방지 유도울타리

① 동물이 울타리에 매달리는 것을 방지하기 위해 하부(약 200 mm 높이)에 별도 울타리를 설치한다.

② 동물이 울타리를 넘지 못하게 상부 약 300 mm는 통로쪽으로 굽힌다.

③ 동물침입 방지용 울타리를 설치할 때 배수시설에 동물들의 침입이 예상되는 구간에는 별도의 조치를 취하여야 한다.

(3) 동물 출현 표지판

① 동물들이 많이 출현하는 지역임을 알려주고, 차량 및 보행자에게 경각심을 유도하도록 한다.

② 그 지역의 대표적인 동물 모습이 담겨있는 표지판을 설치하여 동물들이 많이 출현하는 지역임을 알려주도록 하고 속도를 줄이거나 주의하도록 유도한다.

③ 동물 모습과 제한속도를 함께 표시하여 설치한다.

(4) 야생동물 경고 거울과 반사경

① 침입방지 유도울타리가 설치되지 않은 지역에 설치하여 동물이 도로의 횡단을 주저하게 함으로써 도로상의 사고를 미연에 방지하도록 한다.

② 거울에 반사된 자동차의 불빛에 놀라게 함으로써 동물이 이동을 주저하도록 한다.

(5) 조류의 횡단유도를 위한 시설

① 조류의 이동이 잦은 지역의 경우 도로를 횡단하여 비행하는 조류가 차량에 충돌하지 않을 정도의 고도를 유지하도록 키가 큰 교목을 식재해 준다.

② 가능한 한 식재밀도를 높게 하되, 차량의 주행에 지장을 주지 않아야 한다.

(6) 측구 경사로

① 야생동물들이 도로변 측구를 자유롭게 드나들 수 있도록 한다.

② 도로변의 측구를 일정한 간격으로 구획한 후 야생동물들이 측구를 벗어날 수 있도록 경사로를 설치한다.

③ 주로 양서류, 파충류 혹은 소형 포유류들의 이동을 돕도록 설치한다.

3.4.18 양호한 야생동물 서식처 주변이나 계곡부에 설치되는 도로의 횡단배수로의 경우 이를 생태통로(eco-corridor)로 적극 활용하되, 생태통로 크기와 종류는 도로 여건을 감안하여 상자형 암거(box-culvert) 또는 흄관 암거(pipe-culvert) 등으로 설치한다.

(1) 지하박스를 이용한 야생동물 이동통로 조성

① 인접된 경사면은 주변의 수림과 지하박스의 거리를 짧게 하여 동물이 불안하지 않게 이용할 수 있도록 유도식재를 한다.

② 사슴, 멧돼지 등은 철제를 싫어하기 때문에 박스 등은 판재 등으로 덮어준다.

③ 바닥면은 주변에 분포하는 동일한 종류의 흙으로 처리한다.

④ 너구리와 족제비 등은 지하박스에 병설한 측구를 잘 이용하므로 측구를 이용한 설치가 되도록 한다.

⑤ 측구를 이용하거나 측구에 떨어진 소동물의 탈출이 용이하도록 경사로를 설치한다.

⑥ 측구 내에 흐르는 물의 양이 많지 않을 경우 동물의 발이 물에 젖지 않도록 측구 속에 소단을 설치한다.

⑦ 입구 주변은 야생동물의 이동과 파충류가 이동할 때 은폐를 위하여 인근 자생수목과 동일한 수목을 식재하여 수림을 조성한다.

⑧ 통로입구에 비껴선 위치에 은폐할 수 있는 작은 숲을 조성하여 야생동물이 은폐수림 속에서 이동할 수 있게 하여 준다.

⑨ 유도를 위해 날개벽은 곡선으로 하는 것이 좋으나 직선 날개벽일 경우 유도식재를 하도록 한다.

⑩ 쥐 등의 소동물은 벽쪽에 붙어 이동하는 습성이 있으므로 측구에 빠지지 않도록 덮개를 만들어 주거나 측구에 탈출할 수 있는 작은 경사로를 만들어 준다.

⑪ 도로 외의 부분에서는 야생동물이 횡단하는 것을 막기 위하여 펜스의 유도식재 등에 의하여 횡단용 시설에 진입할 수 있도록 야생동물을 유도한다. 횡단용 시설과 주변에 띠 모양의 식재요소가 직접 접하고 있지 않는 경우에는 도로에 평행하게 도로변에 유도식재를 한다.

⑫ 횡단용 시설의 입구 부근에서는 불빛과 시각적 영향을 완화하기 위해서 밀식되도록 식재하고, 식재높이는 1.5 m 이상으로 한다.

⑬ 비가 내릴 때에는 지하박스 내 물이 흐를 수 있도록 수로를 조성하고 수로 옆 측벽에 자연스런 경사를 주어 이동동물이 물에 빠지더라도 쉽게 빠져 나올 수 있도록 해 주어야 한다.

(2) 지하수로를 이용한 야생동물 이동통로 조성

① 지하배수관에 단을 설치하여 동물이 발이 젖지 않고 통행할 수 있도록 한다.

② 지하배수관 출입구의 집수 웅덩이에 동물이 편리하게 이용할 수 있도록 계단 또는 경사로(slope) 등을 설치한다.

③ 집수정은 집수정으로서의 기능뿐만 아니라 생태연못의 기능도 수행할 수 있도록 수생식물을 식재하여 소생물권이 형성되도록 하여야 하며, 45 % 이하의 경사로를 만들어 소동물들이 오르내리기가 쉽도록 설치한다.

(3) 양서류, 파충류 등의 횡단유도를 위한 시설 조성

지하박스(box-culvert) 설치장소가 양서류, 파충류 등의 이동가능성이

있을 경우에는 U자형 구조물을 이용하여 박스 내 이동로와 외부공간을 연결하여 이동이 용이하도록 해 주어야 한다.

3.4.19 생태교량(eco-bridge)은 능선부와 높은 지역에 서식하는 야생동물의 이동통로로 활용되도록 설치하여야 한다.

3.4.20 생태교량의 크기는 동물전용의 경우 폭이 최소 7 m 이상 확보되어야 하며, 길이 방향으로 주변부가 높고 가운데 부분이 낮은 자연스런 라운딩이 되도록 조성하며, 라운딩 부에는 침엽수, 주변부는 활엽수, 계곡부에는 비가 올 경우 물이 흘러서 습지식물이 자랄 수 있도록 조성하여야 한다. 또한, 습지 주변은 야생동물을 자연스럽게 유도할 수 있는 관목과 초본류를 식재하여야 한다.

3.4.21 생태교량은 야생동물을 자연스럽게 유도하기 위하여 깔때기 모양의 형태를 갖추고, 깔때기 부분에 동물의 이동을 촉진하는 관목과 초본류를 식재한다.

3.4.22 생태교량의 상부 여러 곳에 파충류, 양서류, 곤충류 등의 서식처가 될 수 있는 작은 규모의 돌무덤을 설치한다.

3.4.23 생태통로의 식재는 주변 목표종의 서식환경과 유사한 식생환경이 형성되도록 한다.

3.4.24 입체교차로와 같은 대규모 녹지공간의 경우, 습지나 배수불량지의 특성을 활용할 수 있는 지역에 한하여 습지환경(연못 등)을 적극적으로 조성하고, 습지 주변에는 바위 · 자연석 · 고사목 · 통나무 놓기 등을 통해 다양한 공간을 최대한 확보해 준다.

14-4 가드펜스

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로의 연도변 주민이나 동물의 침입을 방지하기 위하여 설치하는 가드펜스 공사에 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1002 6각볼트
KS B 1012 6각너트
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 7018 체인링크 철망

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.4에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 네 트

2.1.1 네트는 KS D 7018에 적합한 체인링크 철망을 사용한다.

2.1.2 철망의 철선은 지름 2.5 mm ~ 4.0 mm 이상의 제품으로서 아연도금 이상의 방청대책이 완비된 제품을 사용하여야 한다.

2.2 지 주

2.2.1 지주는 KS D 3566 중 SPS400 이상의 용융아연도금된 제품을 사용하여야 한다.

2.2.2 구체적인 규격은 설계도서에 따른다.

2.3 기 타

2.3.1 볼트는 KS B 1002, 너트는 KS B 1012에 적합한 제품으로서 녹 방지를 위하여 스테인레스 재질을 사용하여야 한다.

2.3.2 기타 자재는 설계도서에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 지주와 철망 및 기타 부속품은 서로 일체가 되도록 견고히 고정하여야 한다.

3.1.2 기초 콘크리트는 타설할 때 재료분리가 되지 않도록 하여야 한다.

3.1.3 가드펜스는 설치 목적에 적합하도록 현장 지형조건을 상세히 조사하여 시공하여야 한다.

3.1.4 기초 콘크리트의 상단면은 지면으로부터 30 mm 정도 돌출되도록 시공하여야 한다.

제15장 재료

15-1 시멘트 ····· 1321
15-2 역청재 ····· 1327
15-3 골재 ····· 1337
15-4 시멘트 콘크리트 ····· 1365
15-5 레디믹스트 콘크리트 ····· 1374
15-6 혼화재료 ····· 1379
15-7 줄눈재료 ····· 1384
15-8 콘크리트 양생재 ····· 1389
15-9 말뚝 ····· 1393
15-10 철근 콘크리트용 봉강 ····· 1396
15-11 PS 강재 ····· 1405
15-12 구조용 강재 ····· 1413
15-13 리벳 ····· 1440
15-14 고장력 볼트 ····· 1442
15-15 도료 ····· 1446
15-16 도로 표지 도료용 유리알 ····· 1477
15-17 콘크리트용 표면보호재료 ····· 1480

제 15 장 재 료

15-1 시멘트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로공사에 사용하는 시멘트에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS L 5101	시멘트의 시료 채취 방법
KS L 5105	수경성시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법
KS L ISO 679	시멘트의 강도시험 방법
KS L 5106	공기 투과 장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험 방법
KS L 5107	시멘트의 오토클레이브 팽창도 시험 방법
KS L 5108	비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 응결시간 시험 방법
KS L 5120	포틀랜드 시멘트의 화학 분석 방법
KS L 5121	포틀랜드 시멘트의 수화열 시험 방법
KS L 5201	포틀랜드 시멘트
KS L 5204	백색 포틀랜드 시멘트
KS L 5205	내화물용 알루미나 시멘트
KS L 5210	고로 슬래그 시멘트
KS L 5211	플라이 애시 시멘트
KS L 5401	포틀랜드 포졸란 시멘트

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 포장 및 운반

포대시멘트는 KS T 1065, KS T 1066, KS T 1073 또는 시멘트 포장에 적합한 포대에 넣어 실무게 40 kg으로 포장하여야 하며, 포장시멘트는 지대

바깥면에, 비포장 시멘트는 납품서에 시멘트의 종류 · 제조자 명 · 상표 · 실무게 및 제조년월일 또는 출하년월일을 명시하여야 한다. 시멘트를 차량으로 장거리 운반할 때에는 방습포 등으로 씌워 기상의 영향을 받지 않도록 하여야 한다. 비포장 시멘트는 방수, 방풍이 된 전용시설에 수용하여야 한다.

2.2 저 장

2.2.1 시멘트는 방습적인 구조로 된 사이로 또는 창고에 품종별로 구분하여 저장하여야 한다.

2.2.2 시멘트 사이로의 용량은 1일 평균 작업량의 3일분 이상을 저장할 수 있는 크기이어야 한다.

2.2.3 포대시멘트는 지상 300 mm 이상 되는 마루에 쌓아올려서 검사나 반출에 편리하도록 배치하여 저장하여야 하며, 쌓는 포대수는 12포대 이하이어야 한다.

2.2.4 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트를 공사에 사용해서는 안 되며, 제조일로부터 3개월 이상 된 시멘트는 사용하기 전에 시험을 실시하여 그 품질을 확인하여야 한다.

2.2.5 포대시멘트를 일시적으로 야적하고자 할 때에는 감독자의 승인을 받아야 하며, 이때에는 방습포로 덮어야 한다.

2.2.6 벌크시멘트(bulk cement)는 저압력(0.035 MPa ~ 0.070 MPa)에서도 압축공기를 이용하여 20 m 높이까지 배출해 낼 수 있는 공기압 벌크탱크에 저장 사용하여야 한다. 또한, 벌크탱크는 중력에 의하여 계량 홉퍼로 배출될 수 있도록 가급적 높게 설치하여야 하며, 외기 온도에 영향을 받지 않도록 적절한 보온 조치를 취하여야 한다.

2.3 검 사

2.3.1 모든 시멘트는 감독자의 검사를 받은 후 사용하여야 한다.

2.3.2 계약상대자와 시멘트 공급자는 시료 채취 및 검사에 필요한 모든 시설을 제공하여야 한다.

2.3.3 검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과, 품질 기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체하여야 한다.

2.4 시멘트의 종류

시멘트는 혼합재의 유무, 화학 성분의 함유량 내지는 혼합 상태에 따라 표 15-1-1과 같이 구분한다.

표 15-1-1 시멘트의 종류

구 분		종 류	비 고
포틀랜드 시멘트[1]	1종	보통 포틀랜드 시멘트, 보통 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)[1]	KS L 5201
	2종	중용열 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	3종	조강 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	4종	저열 포틀랜드 시멘트, 저열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	5종	내황산염 포틀랜드 시멘트, 내황산염 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
특수시멘트		백색 포틀랜드 시멘트	KS L 5204
		초속경 시멘트	-
		내화물용 알루미나 시멘트	KS L 5205
혼합시멘트		고로 슬래그 시멘트	KS L 5210
		플라이애시 시멘트	KS L 5211
		포틀랜드 포졸란 시멘트	KS L 5401
		저열 혼합시멘트	-

주 1) ( )의 저알칼리형은 KS L 5201의 부속서 [포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)]에 따라 부기한 것이다.

2.4.1 포틀랜드 시멘트

포틀랜드 시멘트의 물리성능은 표 15-1-2, 화학성분은 표 15-1-3에 적합하여야 한다.

표 15-1-2 포틀랜드 시멘트의 물리성능

항목 \ 종류			1 종	2 종	3 종	4 종	5 종
분 말 도	비 표면적 (Blaine) (㎠/g)		2800 이상	2800 이상	3300 이상	2800 이상	2800 이상
안 정 도	오토클레이브 팽창도(%)		0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하
	르샤틀리에 (Lechatelier) (mm)		10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
응결시간	비카트 시 험	초결 (분)	60 이상	60 이상	45 이상	60 이상	60 이상
		종결(시간)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
수 화 열 (J/g)	7 일		–	290 이하	–	250 이하	–
	28 일			340 이하		290 이하	
압축강도 MPa (N/mm^2)	1 일		–	–	10.0 이상	–	–
	3 일		12.5 이상	7.5 이상	20.0 이상	–	10.0 이상
	7 일		22.5 이상	15.0 이상	32.5 이상	7.5 이상	20.0 이상
	28 일		42.5 이상	32.5 이상	47.5 이상	22.5 이상	40.0 이상
	91 일		–	–	–	42.5 이상	–

비고) 1. 안정도 시험방법은 수요자의 요구에 따라 오토클레이브 시험과 르샤틀리에 시험 중 택일하여 실시한다.
2. 중용열 시멘트의 28일 수화열은 수요자의 요구가 있을 때에 적용한다.
3. 3일 강도는 1일 강도보다, 7일 강도는 3일 강도보다, 28일 강도는 7일 강도보다 커야 한다.
4. 압축강도 중 포장시멘트의 28일 강도, 비포장 시멘트의 7일, 28일 강도는 수요자가 요구하지 않을 때는 생략할 수 있다.

표 15-1-3 포틀랜드 시멘트의 화학성분

항목 \ 종류	1종	2종	3종	4종	5종
산화마그네슘(MgO, %)	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하
삼산화 황(SO_3, %)	3.5 이하	3.0 이하	4.5 이하	3.5 이하	3.0 이하
강열감량(%)	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하
C_3S		50 이하			
C_2S				40 이상	
C_3A		8 이하		6.0 이하	4.0 이하

2.4.2 특수 시멘트

해당 KS 규격에 따른다.

2.4.3 혼합 시멘트

(1) 고로슬래그 시멘트는 KS L 5210에 규정된 품질기준에 따른다.

(2) 플라이애시 시멘트는 KS L 5211에 규정된 품질기준에 따른다.

(3) 포틀랜드 포졸란 시멘트는 KS L 5401에 규정된 품질기준에 따른다.

(4) 저열 혼합시멘트는 고로슬래그 미분말 · 플라이애시 등을 혼합하여 제조되는 시멘트로서, 매스 콘크리트의 수화열 발생을 완화시켜 수화열에 의한 균열저감을 목적으로 사용된다. 단, 염해 · 제설제 등이 사용되는 매스 구조물의 경우 별도의 내구성 검토를 실시하여야 한다. 저열혼합시멘트의 물리성능 및 화학성분은 표 15-1-4에 적합하여야 한다.

표 15-1-4 저열 혼합시멘트의 물리성능 및 화학성분

항 목		품질기준	시험방법
비표면적(Blaine, ㎠/g)		3,000 이상	KS L 5106
응결시간 (비카시험)	초결(분)	60 이상	KS L 5108
	종결(시간)	10 이하	
오토클레이브	오토클레이브(%)	0.8 이하	KS L 5107
	르샤틀리에(mm)	10 이하	
압축강도 (MPa)	3일	7.5 이상	KS L ISO 679
	7일	15.0 이상	
	28일	32.5 이상	
	91일	42.5 이상	
수화열 (J/g)	3일	230 이하	미소열량계법[1)]
	7일	250 이하	KS L 5121 (용해열법)
	28일	290 이하	
화학성분 (%)	삼산화황(SO_3)	4.0 이하	KS L 5120
	산화마그네슘(MgO)	6.0 이하	
	강열감량 (1g loss/%)	3.0 이하	

주 1) 재령 3일 미소열량계에 의한 수화열 측정방법은 다음 조건에 따라 실시한다.

- 시험방법 : PCA에서 제정한 시멘트 수화열 측정방법 초안(A법)
  DRAFT Standard Test Method for Measurement of Heat of Hydration of Hydraulic Cementitious Materials Using Isothermal Conduction Calrorimetry
- 온도 : 23.0±1.0℃
- 시멘트 및 시멘트계 재료 : 10 g(0.01 g 정밀도로 측정 및 기록)
- 물-결합재비 : 50 %

2.5 시료 채취 및 시험 방법

2.5.1 시료 채취

시멘트의 시료 채취는 KS L 5101에 따른다.

2.5.2 화학 성분

포틀랜드 시멘트의 화학 분석은 KS L 5120에 따른다.

2.5.3 분말도

공기 투과 장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험은 KS L 5106에 따른다.

2.5.4 안정도

시멘트의 오토클레이브 팽창도 시험은 KS L 5107에 따른다.

2.5.5 응결시간

비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 응결시간 시험은 KS L 5108에 따른다.

2.5.6 압축 강도

시멘트의 압축 강도 시험은 KS L ISO 679에 따른다.

2.5.7 수화열

포틀랜드 시멘트의 수화열 시험은 KS L 5121에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-2 역청재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로포장용 역청재에 대하여 적용하며, 도로 포장용 역청재에는 도로포장용 아스팔트, 유화 아스팔트 및 블론 아스팔트 등이 있다.

1.2 참조표준

KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
KS F 2525 도로용 부순골재
KS F 2389 아스팔트의 공용성 등급
KS M 2001 원유 및 석유제품 시료채취 방법
KS M 2010 원유 및 석유제품 인화점 시험방법 - 테그밀폐식 시험방법
KS M 2013 원유 및 석유제품의 세이볼트 점도 시험방법
KS M 2201 스트레이트 아스팔트
KS M 2203 유화 아스팔트
KS M 2204 블론 아스팔트
KS M 2208 점도분류에 의한 도로포장용 아스팔트
KS M 2247 아스팔트의 절대점도 시험방법
KS M 2248 아스팔트의 동점도 시험방법
KS M 2250 역청재료의 연화점 시험방법(환구법)
KS M 2252 역청재료의 침입도 시험방법
KS M 2254 역청재료의 신도 시험방법
KS M 2255 기름 및 아스팔트질 혼합물의 증발감량 시험방법
KS M 2256 역청재료의 트리클로로에탄에 대한 용해도 시험방법
KS M 2258 아스팔트계 재료의 박막 가열 시험방법
KS M 2259 아스팔트성 재료의 로울링 박막가열 시험방법
(이동 아스팔트막에 미치는 열과 공기의 영향)

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 포장 및 운반

역청재를 용기에다 포장할 때에는 보기 쉬운 곳에 품명, 종류, 무게, 제조회사명이나 상표 및 제조년월일 또는 로트 번호를 표시하여야 한다. 벌크로 운반할 경우에는 품명, 종류, 용량, 제조년월일 등이 명기된 제조회사의 확인서를 별도로 감독자에게 제출하여야 한다.

2.2 저 장

2.2.1 용기에 포장된 역청재는 마개 부분이 아래로 가지 않도록 하여 세워서 저장하여야 한다.

2.2.2 입하 순으로 식별할 수 있고 검사에 편리하도록 분류하여 저장하여야 한다.

2.2.3 유화 아스팔트는 2개월 이상 저장하여서는 안 되며, 저장 도중 때때로 흔들어서 유제가 분리되는 것을 막아야 한다.

2.2.4 겨울철에는 얼지 않도록 저장하여야 한다.

2.3 검 사

2.3.1 현장에 반입된 역청재는 감독자의 검사를 받은 후 사용하여야 한다.

2.3.2 계약상대자와 역청재 공급자는 시료 채취 및 검사에 필요한 모든 편의 및 시설을 제공하여야 한다.

2.4 도로 포장용 아스팔트

원유를 상압 · 감압 증류장치 등을 통하여 경질분을 제거하고 얻은 균질하고 수분이 거의 포함되지 않은 아스팔트를 말하며, 180 ℃까지 가열하여도 거품이 생기지 않아야 한다. 도로포장용 아스팔트 분류 방법에는 침입도에 의한 방법과 공용성 등급에 의한 방법이 있으며, 아스팔트 선정할 때에는 공용성 등급을 적용한다. 공용성 등급의 적용이 어려운 경우에는 감독자의 승인을 받은 후 침입도 등급을 적용할 수 있다.

2.4.1 침입도 분류에 의한 도로포장용 아스팔트

(1) KS M 2201에 따르며, 그 종류에 따른 품질기준은 표 15-2-1에 적합하여야 한다.

(2) 시료 채취 및 시험 방법

① 도로포장용 아스팔트의 시료채취는 KS M 2001에 따른다.

② 도로포장용 아스팔트의 시험 방법은 KS M 2201에 따른다.

표 15-2-1 침입도 분류에 의한 도로포장용 아스팔트 품질기준

항목 / 종류	침입도 (25℃)	연화점 (℃)	신도		톨루엔 가용분 무게 (%)	인화점 (℃)	박막가열		증발		밀도 (15 ℃) kg/m³
			15℃ (cm)	25℃ (cm)			질량 변화율 (무게 %)	침입도 잔유율 (%)	질량 변화율 (무게 %)	후의침입도비 (%)	
0-10	0 이상 10 이하	55.0 이상	–	–	99.0 이상	260 이상	–	–	0.3 이하	–	1000 이상
10-20	10 초과 20 이하		–	5 이상			–	–		–	
20-40	20 초과 40 이하	55.0~65.0	–	50 이상			–	–		–	
40-60	40 초과 60 이하	47.0~55.0	10 이상	–			0.6 이하	58 이상	–	110 이하	
60-80	60 초과 80 이하	44.0~52.0	100 이상	–				55 이상	–		
80-100	80 초과 100 이하	42.0~50.0		–				50 이상	–		
100-120	100 초과 120 이하	40.0~50.0		–					–		
120-150	120 초과 150 이하	38.0~48.0		–		240 이상	–	–	0.5 이하	–	
150-200	150 초과 200 이하	30.0~45.0		–			–	–	1.0 이하	–	
200-300	200 초과 300 이하			–		210 이상	–	–		–	

비고) 도로포장용 아스팔트의 종류 40~60, 60~80, 80~100 및 100~120에 대하여는 120 ℃, 150 ℃, 180 ℃의 각각 동점도를 시험표에 부기하여야 한다.

(3) 취급상의 주의사항

① 도로포장용 아스팔트는 인화점 이상 가열하지 않아야 한다.

② 용융 아스팔트가 피부에 닿으면 화상을 입을 염려가 있으므로 작업 중에는 장갑이나 기타 보호 장구를 착용하여야 한다.

③ 용융 아스팔트는 물과 접촉되면 튀기 때문에 수분이 혼입되지 않도록 주의하여야 한다.

④ 옥내에서 아스팔트를 용융할 경우에는 충분히 환기시키고 화기에 주의하여야 한다.

(4) 표 시

포장 용기의 보기 쉬운 곳에 품명, 종류, 실무게, 제조자명 또는 그 약호 및 제조년월일 또는 로트 번호를 표시하여야 한다.

2.4.2 공용성 등급(P.G)에 의한 도로포장용 아스팔트

KS F 2389에 따르며, 그 종류에 따른 품질기준은 표 15-2-2에 적합하여야 한다.

표 15-2-2 아스팔트의 공용성 등급에 대한 기준

공용성 등급	PG 46			PG 52							PG 58					PG 64					
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-40	-16	-222	-228	-334	-440
7일간 평균 최고포장설계온도 ℃[1]	< 46			< 52							< 58					< 64					
최저포장설계온도 ℃[1]	> -34	> -40	> -46	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40	> -46	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40	> -10	> -16	> -222	> -228	> -334	> -440
원아스팔트																					
인화점, KS M 2010 : ℃	230																				
점도 KS F 2392[2] 3Pa · 초 이하 시험온도, ℃	135																				
동적전단, KS F 2393 $G^*/\sin\delta$, 1.0kPa 이상 시험온도@ 10rad/초, ℃	46			52							58					64					
로울링 박막 오븐(KS M 2259) 또는 박막 오븐(KS M 2258) 노화 후 잔사																					
질량손실, % (이하)	1.0																				
동적전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 2.2kPa 이상 시험온도 @10 rad/초, ℃	46			52							58					64					
압력노화 용기(PAV) 노화 후 잔사(KS F 2391)																					
압력노화 온도, ℃[3]	90			90							100					100					
동적전단, KS F 2393 : $G^*\sin\delta$, 5,000kPa 이하 시험온도 @10rad/초, ℃	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
물리적 경화	보고																				
휨크리프강성, KS F 2390 : S, 300MPa 이하 m값, 0.3 이상 시험온도 @ 60초, ℃	-224	-330	-336	0	-6	-112	-118	-224	-330	-336	-6	-112	-118	-224	-330	0	-6	-112	-118	-224	-330

표 15-2-2 아스팔트의 공용성 등급에 대한 기준 (계속)

공용성 등급	PG 70						PG 76					PG 82				
	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	-16	-22	-28	-34
7일간 평균 최고포장설계온도 ℃[1]	< 70						< 76					< 82				
최저포장설계온도 ℃[1]	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34
원아스팔트																
인화점, KS M 2010 : ℃	230															
점도 KS F 2392[2] 3Pa · 초 이하 시험온도, ℃	135															
동적전단, KS F 2393 $G^*/\sin\delta$, 1.0kPa 이상 시험온도 @10rad/초, ℃	70						76					82				
로울링 박막오븐(KS M 2259) 또는 박막오븐(KS M 2258) 노화 후 잔사																
질량손실, 최대, %	1.0															
동적전단, KS F 2393 : $G^*/\sin\delta$, 2.2kPa 이상 시험온도 @10rad/초, ℃	70						76					82				
압력노화 용기(PAV) 노화 후 잔사(KS F 2391)																
압력노화 온도, ℃[3]	100(110)						100(110)					100(110)				
동적전단, KS F 2393 : $G^*\sin\delta$, 5,000kPa 이하 시험온도 @10rad/초, ℃	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
물리적 경화	보고															
휨크리프강성, KS F 2390 ; S, 300MPa 이하 m값, 0.3 이상 시험온도 @ 60초, ℃	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

주 1) 포장온도는 대기온도로부터 추정하는 것도 가능하며 기관의 규정에 약술된 절차에 따라 조사하여도 된다. 포장온도는 대기온도의 약 1.8배이다.

2) 아스팔트가 모든 안전기준을 만족하는 온도에서 적절히 압송되고 혼합된다는 것을 생산자가 보장한다면 생산자의 시험성적서로 갈음할 수 있다.

3) 압력노화온도는 가상 기온조건에 근거하였으며, 90 ℃ · 100 ℃ · 110 ℃의 3종류 중 하나로 하였다. PG 64-xx 이상의 등급에 대하여는 노화온도가 100 ℃이며, 사막기후에 사용할 포장재료는 예외로 110 ℃로 적용한다.

2.5 유화 아스팔트

2.5.1 유화 아스팔트 종류

아스팔트를 유화제 또는 안정제 등을 사용하여 물속에 분산시킨 것으로 KS M 2203에 따른다. 유화 아스팔트의 종류에는 그 성상에 따라 양이온계(카티온, cation) 유화아스팔트와 음이온계(아니온, anion) 유화 아스팔트와 비이온계 유화아스팔트로 나누고, 표 15-2-3과 같이 구분한다.

표 15-2-3 유화 아스팔트의 종류

종 류			용 도
양이온계 유화 아스팔트	음이온계 유화 아스팔트	비이온계 유화 아스팔트	
RS(C) - 1	RS(A) - 1	-	보통(온난기) 침투용 및 표면처리용 (겨울철용은 제외)
RS(C) - 2	RS(A) - 2	-	한랭기(겨울철)침투용 및 표면처리용
RS(C) - 3	RS(A) - 3	-	프라임 코트용 및 시멘트 안정처리층 양생용
RS(C) - 4	RS(A) - 4	-	택 코트용
MS(C) - 1	MS(A) - 1	-	조립도 골재 혼합용
MS(C) - 2	MS(A) - 2	-	밀입도 골재 혼합용
MS(C) - 3	MS(A) - 3	-	흙덩어리(토양) 골재 혼합용
-	-	MS(N) - 1	시멘트 유화 아스팔트 안정처리 혼합용

비고) C : 양이온계 유제 (cationic emulsion)
A : 음이온계 유제 (anionic emulsion)
N : 노이온 유제 (nonion emulsion)

2.5.2 품질기준

양이온계 유화 아스팔트는 표 15-2-4의 품질기준에 적합하여야 하고, 음이온계 유화 아스팔트는 표 15-2-5의 품질기준에 적합하여야 한다.

표 15-2-4 양이온계 유화 아스팔트의 품질기준

항목 \ 종류		RS(C)				MS(C)		
		1	2	3	4	1	2	3
엥글러 도(25 ℃) (점도)		3~15		1~6		3~40		
체잔류분 (1.18 mm)질량(%)		0.3 이하						
저장 안정도(24 hr) 질량(%)		1 이하						
부 착 도		2/3 이상				–		
동결 안정도 (-5 ℃)		–	거친입자 덩어리가 없을 것.	–				
조립도 골재 혼합성		–				균등할 것	–	
밀립도 골재 혼합성		–					균등할 것	–
흙덩어리 골재혼합성 질량(%)		–						5 이하
입자의 전하		양 (+)						
증발 잔류분 질량 (%)		60 이상		50 이상		57 이상		
증발잔류물	침입도 (25 ℃) 1/10 mm	100~200	150~300	100~300	60~150	60~200	60~200	60~300
	신 도 (15 ℃) cm	40 이 상						
	톨루엔 가용분 질량 (%)	98 이상				97 이상		

비고) 엥글러도가 15 이하인 유화아스팔트에 대하여는 KS M 2203의 6.3에 따라 구하고, 15를 초과하는 유화 아스팔트에 대하여는 KS M 2203의 6.4에 따라 점도를 구하여 엥글러도로 환산한다.

표 15-2-5 음이온계 유화 아스팔트의 품질기준

항목 \ 종류		RS(A)				MS(A)		
		1	2	3	4	1	2	3
엥글러도(25 ℃) (점도)		3~15		1~6		3~40		
체잔류분 (1.18 mm)질량(%)		0.3 이하						
저장 안정도(24 hr) 질량 %		1 이하						
골재 피막도(40 ℃, 5 min)		2/3 이상						
동결 안정도 (-5 ℃)		-	거친입자 덩어리가 없을 것.	-				
조립도 골재 혼합성		-				균등할 것		
밀립도 골재 혼합성		-					균등할 것	-
흙덩어리 골재혼합성 질량 %		-						2 이하
입자의 전하		음(-)						
증발 잔류분 질량 (%)		60 이 상		50 이 상		57 이상		
증발 잔류물	침입도 (25 ℃) 1/10 mm	100~200	150~300	100~300	60~150	60~200	60~200	60~300
	신 도 (15 ℃) cm	40 이상						
	톨루엔 가용분 질량 (%)	98 이상				97 이상		

비고) 엥글러도가 15 이하인 유화아스팔트에 대하여는 KS M 2203의 6.3에 따라 구하고, 15를 초과하는 유화 아스팔트에 대하여는 KS M 2203의 6.4에 따라 점도를 구하여 엥글러도로 환산한다.

2.5.3 시료채취 및 시험방법

(1) 시료채취 : 원유 및 석유제품 시료채취는 KS M 2001의 11.5에 따른다.

(2) 시험방법 : KS M 2203에 따른다.

2.5.4 취급상의 주의 사항

(1) 다른 종류의 유제를 혼합하지 않아야 한다.

(2) 저장 중에는 물이나 이물질을 혼입시키지 않아야 한다.

(3) 사용 전에는 반드시 혼합하여야 한다.

(4) 겨울철에 보관하는 경우는 시트 등으로 싸서 보온을 하여 동결되지 않도록 하여야 한다.

(5) 가열은 80 ℃를 초과하지 않도록 하여야 한다.

(6) 저장 후 2개월 이상 경과한 것은 규격에 적합한가를 확인하여야 한다.

2.5.5 표 시

용기의 보기 쉬운 곳에 지워지지 않는 방법으로 명칭 및 종류 또는 그 기호, 용량, 제조자명 또는 그 약호, 제조년월일 또는 그 약호를 표시하

여야 한다.

2.6 블론 아스팔트

2.6.1 블론 아스팔트의 종류

석유 아스팔트에 공기를 취입하여 가공한 아스팔트를 말하며, KS M 2204에 따른다. 종류는 침입도(25 ℃에서)의 정도에 따라 표 15-2-6과 같이 5가지로 구분한다.

표 15-2-6 블론 아스팔트의 종류

종 류	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40
침입도(25 ℃)	0 이상 5 이하	5 초과 10 이하	10 초과 20 이하	20 초과 30 이하	30 초과 40 이하

2.6.2 품질기준

균질하고 수분을 거의 함유하지 않은 것으로 175 ℃까지 가열하여도 거품이 생기지 않아야 하며, 표 15-2-7의 기준에 적합하여야 한다.

표 15-2-7 블론 아스팔트 품질기준

종 류 / 항 목	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40
침 입 도 (25 ℃)	0 이상 5 이하	5 초과 10 이하	10 초과 20 이하	20 초과 30 이하	30 초과 40 이하
연 화 점 (℃)	130.0 이상	110.0 이상	90.0 이상	80.0 이상	65.0 이상
신 도 (25 ℃) (cm)	0 이상	0 이상	1 이상	2 이상	3 이상
증발질량 변화율 (질량 %)	0.5 이하				
침입도 지수	2.5 이상	3.0 이상	2.0 이상		0.5 이상
톨루엔 가용분 (%)	98.5 이상				
인 화 점 (COC) (℃)	210 이상				

2.6.3 시료 채취 및 시험 방법

(1) 시료채취 : 원유 및 석유제품 시료채취는 KS M 2001의 11.4에 따른다.

(2) 시험방법 : KS M 2204에 따른다.

2.6.4 취급상의 주의사항

스트레이트 아스팔트 취급상의 주의사항과 동일하다.

2.6.5 표 시

스트레이트 아스팔트의 표시와 동일하다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-3 골재

15-3-1 콘크리트용 골재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트용 잔골재 및 굵은골재에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 5101-1	시험용체-제1부 : 금속 망 체
KS F 2405	콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2408	콘크리트 휨강도 시험방법
KS F 2456	급속동결융해에 대한 콘크리트 저항 시험방법
KS F 2501	골재의 시료채취 방법
KS F 2502	굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
KS F 2503	굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
KS F 2505	골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험방법
KS F 2507	골재의 안정성 시험방법
KS F 2508	로스엔젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법
KS F 2510	콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험방법
KS F 2511	골재에 포함된 잔입자(0.08 mm체를 통과하는) 시험방법
KS F 2512	골재 중에 함유되는 점토 덩어리 량의 시험방법
KS F 2513	골재에 포함된 경량편 시험방법
KS F 2515	골재 중의 염화물 함유량 시험방법
KS F 2516	긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험방법
KS F 2523	골재에 관한 용어의 정의
KS F 2526	콘크리트용 골재
KS F 2527	콘크리트용 부순골재
KS F 2544	콘크리트용 고로 슬래그 골재
KS F 2545	골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(화학적 방법)
KS F 2545	골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(모르타르 봉 방법)
KS F 2575	굵은골재 중 편장석 함유량 시험방법
KS F 2825	골재의 알칼리 실리카 반응성 신속 시험방법 (콘크리트 생산공정 관리용)
ASTM C 1260	Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 잔골재

콘크리트용 잔골재란 5 mm 체를 다 통과하고, 0.08 mm 체에 다 남는 골재 또는 10 mm 체를 전부 통과하고 5 mm 체를 거의 다 통과하며, 0.08 mm 체에 거의 다 남는 골재를 말한다. 잔골재에는 자연모래, 부순모래, 해사, 고로슬래그 잔골재 및 그 혼합물이 있다.

잔골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고, 알맞은 입도를 가져야 하며, 먼지 · 흙 · 유기불순물 · 염화물 등의 유해량을 함유하여서는 안 된다.

자연모래란 빙하작용 또는 물에 의한 퇴적작용으로 인하여 생성된 잔골재를 말하며, 부순모래란 암석을 기계적으로 파쇄하여 단단한 입방체 모양의 입자로 만든 잔골재를 말한다. 해사는 바다에서 채취하여 물로 세척한 모래를 말한다. 고로슬래그 잔골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 서서히 냉각시켜 부순 것이다.

2.1.1 잔골재의 입도

잔골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서, 그 입자는 이 시방서 10-1-2절 표 10-1-3의 범위를 표준으로 한다.

2.1.2 유해물 함유량의 허용치

(1) 잔골재의 유해물 함유량의 허용치는 표 15-3-1과 같다.

표 15-3-1 콘크리트용 잔골재의 유해물 함유량의 허용값

종 류	시험 방법	기준(%)
점 토 덩 어 리[1]	KS F 2512	1.0
0.08 mm 체 통과량 – 콘크리트의 표면이 마모작용을 받는 경우 – 기타의 경우	KS F 2511	 3.0 5.0
밀도 2,000 kg/m^{3}의 액체에 뜨는 것 – 콘크리트의 표면이 중요한 경우 – 기타의 경우	KS F 2513	 0.5 1.0
염화물 (NaCl 환산량)[2]	KS F 2515	0.04

주 1) 점토덩어리와 연한 석편의 합이 5 %를 넘으면 안 된다.
2) 무근 콘크리트에 사용할 경우에는 적용하지 않는다.

2.1.3 잔골재의 물리적 성질

(1) 콘크리트용 잔골재의 품질기준은 표 15-3-2와 같다.

표 15-3-2 콘크리트용 잔골재의 물리적 성질

구 분	시험 방법	규 정 값
밀도 (절대건조, kg/m³)	KS F 2503	2.500 이상
흡 수 율 (%)	KS F 2503	3.0 이하
안 정 성 [1] (%)	KS F 2507	10 이하
소 성 지 수 [2]	KS F 2303	9 이하

주 1) 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산값을 말한다.
2) 소성지수는 빈배합 콘크리트 기층의 잔골재에 적용한다.

(2) 유기불순물

잔골재는 유기불순물의 유해량을 함유하여서는 안 된다. 유기불순물은 KS F 2510에 의하여 시험하여야 하며, 이때 모래위에 있는 용액의 색깔은 표준색보다 엷어야 한다. 용액의 색깔이 표준색보다 진한 경우라도 그 모래로 만든 모르타르 공시체의 압축강도가 그 모래를 3 %의 수산화나트륨에 씻고 다시 물로 씻어서 사용한 모르타르 공시체의 압축강도의 90 % 이상 된다면 감독자의 승인을 받아 그 모래를 사용하여도 좋다. 이때 모르타르 공시체의 재령은 보통 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트 및 혼합시멘트에 대해서는 7일과 28일, 조강포틀랜드 시멘트에 대해서는 3일과 7일로 한다.

콘크리트에 사용되는 잔골재가 젖어 있거나 습한 대기 중에 노출되거나 또는 습지에 접속하는 콘크리트에 사용될 경우에 잔골재는 시멘트 중의 알칼리와 반응하는 유해물질을 모르타르 또는 콘크리트의 과잉팽창을 일으킬 정도로 함유하여서는 안 된다. 다만, 이러한 재료의 유해량이 함유되어 있더라도 수산화나트륨으로 계산한 알칼리량이 0.6 % 이하인 시멘트와 같이 사용하거나 또는 알칼리와 골재의 반응으로 인한 과잉 팽창을 방지할 수 있는 혼화재료를 사용한 콘크리트인 경우에는 예외로 한다.

2.1.4 내구성

황산나트륨에 의한 안정성 시험을 5회 반복하였을 때, 잔골재의 손실중량 백분율의 한도는 10 % 이하이어야 한다. 손실중량이 이 한도를 넘는 잔골재라 할지라도 이것을 사용한 같은 정도의 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내구성을 나타낸 실례가 있거나 또는 실례가 없는 경우라 할지라도 동결융해시험결과 만족할 만한 것이라고 인정이 될

경우에는 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.1.5 부순 잔골재

콘크리트용 부순 잔골재는 공장에서 생산되는 잔골재로 KS F 2527의 규격에 적합하여야 한다. 부순 잔골재는 현무암, 안산암, 사암, 석회암 또는 이에 준하는 석질로 만들어진다. 연질의 사암, 연질의 응회암, 풍화한 암석 등 석질이 약한 것 또는 부술 때 결정 사이에 균열이 남아 있을 우려가 있는 것은 사용하여서는 안 된다.

(1) 부순 잔골재의 종류는 알칼리 골재 반응에 따라, A형은 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것을 말하고, B형은 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것으로 판정이 나지 않은 것 또는 이 시험을 하지 않은 것을 말한다.

(2) 부순 잔골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 먼지 · 진흙 · 유기불순물 등의 해로운 양을 함유하지 않아야 하며, KS F 2527의 6.2~6.5, 6.7에 따라 시험하였을 때 표 15-3-3의 규격에 적합하여야 한다.

표 15-3-3 부순 잔골재의 품질기준

시 험 항 목		규 정 치
부순 모래	절 대 건 조 밀 도(kg/m³)	2,500 이상
	흡 수 율	3 % 이하
	안 정 성[1)]	10 % 이하
	0.08 mm 체 통과량	4 % 이하
	조 립 율	2.3 ~ 3.1 (±0.15)
	입자모양판정 실적율	55 % 이상
	알칼리 골재 반응시험[2)]	팽창율 0.1 미만
콘크리트	동결융해 저항성 시험	80 % 이상 (300 cycle 적용할 때)

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 시험한다.
2) 촉진 알칼리 골재 반응성 시험(ASTM C 1260)에 의한 시험결과 팽창율 0.1 % 미만이어야 한다.

(3) 부순 잔골재의 입도는 표 15-3-4에 적합하여야 한다.

(4) 부순 잔골재의 조립율 변동 허용범위는 생산자가 정한 조립율에 대하여 ±0.15 로 한다. 부순 잔골재는 표 15-3-4에 나타낸 어떤 체에서도 인접한 체에 남아 있는 양과의 차이가 45 % 이상이 되어서는 안 된다.

(5) A형 부순 잔골재는 골재의 알칼리-실리카 반응성 신속 시험방법(KS F 2825)에 따른 결과가 무해하여야 하며, 알칼리 골재 반응 시험(ASTM C 1260)에 따른 팽창율이 0.1% 미만이어야 한다.

(6) 급속동결융해에 대한 콘크리트 저항 시험방법(KS F 2456)에 따라 시험하였을 때 그 값이 80 % 이상(300 cycle 적용 할 때)이어야 한다.

표 15-3-4 부순 잔골재의 입도

체의 호칭 치수[1] (mm)	체를 통과한 것의 중량백분율 (%)
10	100
5	90 ~ 100
2.5	80 ~ 100
1.2	50 ~ 90
0.6	25 ~ 65
0.3	10 ~ 35
0.15	2 ~ 15

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm 에 해당한다.

2.1.6 고로슬래그 잔골재

고로슬래그 잔골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성하는 용융 슬래그를 물, 공기 등으로 급냉한 다음 입도를 조정한 것이다.

(1) 고로슬래그 잔골재는 KS F 2544에 적합한 골재를 말하며, 표 15-3-5와 같은 종류가 있다.

표 15-3-5 고로슬래그 잔골재의 종류

종 류	입자의 크기 (mm)
5 mm 고로슬래그 잔골재	5 이하
2.5 mm 고로슬래그 잔골재	2.5 이하
1.2 mm 고로슬래그 잔골재	1.2 이하
5 mm ~ 0.3 mm 고로슬래그 잔골재	5 ~ 0.3

(2) 고로슬래그 잔골재는 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 해로운 양의 물질을 함유하지 않아야 하며, 그 품질은 KS F 2544의 5.2~5.4에 따라 시험하였을 때 표 15-3-6에 적합하여야 한다.

표 15-3-6 고로슬래그 잔골재의 품질기준

항 목		규 정 값
화학성분 총함유량 (%)	산화칼슘 (CaO)	45.0 이하
	황 (S)	2.0 이하
	삼산화황 (SO_3)	0.5 이하
	철 (FeO)	3.0 이하
물리적 성질	절대건조밀도 (g/㎤)	2.5 이하
	흡수율 (%)	3.5 이하
	단위용적질량 (kg/㎥)	1,450 이상

(3) 고로슬래그 잔골재의 입도는 KS F 2544의 5.5에 따라 시험하여 표 15-3-7의 규격에 적합하여야 한다.

표 15-3-7 고로슬래그 잔골재의 입도

체의 호칭치수 (mm) / 종 류	체를 통과한 것의 질량 백분율 (%)						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
5 mm 고로슬래그 잔골재	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15
2.5 mm 고로슬래그 잔골재	100	95~100	85~100	60~95	30~70	10~45	2~20
1.2 mm 고로슬래그 잔골재	–	100	95~100	80~100	35~80	15~50	2~20
5~0.3 mm 고로슬래그 잔골재	100	95~100	65~100	10~70	0~40	0~15	0~10

(4) 고로슬래그 잔골재의 조립율은 공급원을 승인할 때의 시험결과에 따른 조립율과 비교하여 ±0.20 이상 변화하지 않아야 한다.

2.1.7 해 사

(1) 해사에 포함되는 염화물의 허용한도는 KS F 2515에 따라 시험하였을 때 해사의 절대건조중량에 대하여 염화나트륨(NaCl)로 환산하여 0.04 % 이하로 한다. 0.04 %를 초과한 것에 대해서는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 상기의 허용한도를 초과하는 해사는 물로 씻거나 기타의 방법을 써서 허용한도 이하로 하여 사용하거나 또는 염화물 함유량의 정도에 따라 감독자의 지시에 의하여 적당한 조치를 강구하여 사용하여야 한다.

(3) 해사를 사용할 때는 큰 조개껍질 조각이 섞이지 않도록 한다.

(4) 무근콘크리트 구조물에 사용할 콘크리트는 염화물 함유량의 허용한도를 따로 정하지 않아도 좋으나 이 경우도 감독자의 승인을 받아야 한다.

(5) 조개껍질의 혼입에 대해서는 10 mm 이하의 트롬멜(trommel)을 통과시

켜 사용한다.

(6) 조개껍질 최대크기가 5 mm ~ 13 mm일 경우에는 조개껍질 함유율이 4 % 이하이어야 하며, 최대크기가 5 mm 이하일 경우에는 함유율이 20 % 이하이어야 사용할 수 있다.

2.2 굵은골재

콘크리트용 굵은골재란 5 mm 체에 다 남거나 또는 거의 다 남는 골재를 말하며, 부순골재 · 자갈 · 고로슬래그 및 그 혼합물이 있다. 굵은골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고 적당한 입도를 가지며, 얇은 석편 · 먼지 · 흙 · 유기불순물 · 염화물 등의 유해량을 함유하여서는 안 된다. 굵은골재로 사용할 부순골재는 KS F 2527에 적합하여야 하며, 자갈은 사용 전에 물로 깨끗이 씻어야 한다. 콘크리트용 굵은골재로 사용할 슬래그는 고로슬래그로써 강하고 내구적이고 균일한 재질과 밀도를 가지며, 얇은 조각 · 가느다란 토막 · 유리질의 슬래그 등의 유해물을 함유하여서는 안 된다.

2.2.1 굵은골재의 입도

굵은골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서, 그 입도는 표 15-3-8의 범위를 표준으로 한다.

표 15-3-8 굵은골재의 입도

골재 번호	체의 호칭치수[1] (mm) / 체의크기 (mm)	각 체를 통과하는 무게 백분율 (%)												
		100	90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90 ~ 40	100	90-100		25-60		0-15		0-5					
2	65 ~ 40			100	90-100	35-70	0-15		0-5					
3	50 ~ 25				100	90-100	35-70	0-15		0-5				
357	50 ~ 5				100	95-100		35-70		10-30		0-5		
4	40 ~ 20					100	90-100	20-55	0-15		0-5			
467	40 ~ 5					100	95-100		35-70		10-30	0-5		
57	25 ~ 5						100	95-100		25-60		0-10	0-5	
67	20 ~ 5							100	90-100		20-55	0-10	0-5	
7	13 ~ 5								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
8	10 ~ 2.5									100	85-100	10-30	0-10	0-5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정하는 표준체 106 mm, 90 mm, 75 mm, 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm 및 1.18 mm에 해당한다.

2.2.2 유해물 함유량의 허용치

굵은 골재의 유해물 함유량의 허용치는 표 15-3-9와 같다.

표 15-3-9 굵은골재의 유해물 함유량의 허용치

종 류	전 시료에 대한 최대중량 백분율 (%)
점토 덩어리[1)]	0.25
연한 석편[1)]	5.0
0.08 mm 체 통과량	1.0
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2,000 kg/m^{3}의 액체에 뜨는 것 – 콘크리트의 표면이 중요한 경우 – 기타의 경우	 0.5 1.0

주 1) 이 허용치는 굵은골재의 연한 석편이 콘크리트 구조물에 중대한 영향을 미치는 부분, 보기를 들면 육중한 상판 표면의 경도가 특별히 요구되는 노출면에 적용된다. 다만, 점토덩어리와 연한 석편의 합이 5 % 넘으면 안 된다.

2.2.3 알칼리 함유량

젖어있거나 습한 대기 중에 노출되거나 또는 습지에 접속하는 콘크리트에 사용할 굵은골재는 시멘트 중의 알칼리와 반응하는 유해물질을 모르타르 또는 콘크리트가 과잉 팽창을 일으킬 정도로 함유하여서는 안 된다. 다만, 이러한 재료의 유해량이 함유되어 있더라도 수산화나트륨으로 계산한 알칼리량이 0.6 % 이하인 시멘트와 같이 사용하거나 또는 알칼리와 골재의 반응으로 인한 과잉 팽창을 방지할 수 있는 혼화재를 사용한 콘크리트인 경우는 예외로 한다.

2.2.4 내구성

(1) 콘크리트용 굵은 골재의 물리적 성질은 표 15-3-10에 적합하여야 한다.

표 15-3-10 콘크리트용 굵은골재의 물리적 성질

구 분	시험방법	규 정 값
밀 도 (절대건조, g/cm^3)	KS F 2503	2.5 이상
흡 수 율 %	KS F 2503	3.0 이하
안 정 성[1)] %	KS F 2507	12 이하
마 모 율[2)] %	KS F 2508	
– 포장용		25 이하
– 기 타		40 이하

주 1) 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산 값을 말한다.
2) 마모율도 콘크리트에 사용된 입도에 따라 측정한다. 하나 이상의 입도를 콘크리트에 사용할 경우에 마모율의 허용 값은 각각의 입도에 적용한다.

(2) 안정성의 손실량이 표 15-3-10의 한도를 넘는 굵은골재라 할지라도 이것을 사용한 같은 정도의 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내구성을 나타낸 실례가 있거나 또는 실례가 없는 경우라 할지라도 동결융해 시험결과 만족할만한 것이라고 인정이 될 경우에는 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2.5 부순 굵은골재

부순 굵은골재는 KS F 2527에 적합한 굵은골재를 말한다.

(1) 부순 굵은골재는 현무암 · 안산암 · 경질 사암 · 경질 석회암 또는 이에 준한 석질을 가진 암석으로 만든 골재로 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 먼지 · 흙 · 유기 불순물 · 얇고 가느다란 석편 등의 유해물을 함유하지 않아야 한다.

(2) 부순 굵은골재의 종류는 크게 알칼리 골재 반응에 따라 A형(알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것), B형(알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것으로 판정되지 않은 것 또는 이 시험을 하지 않은 것)으로 구분한다.

(3) 부순 굵은골재의 품질은 KS F 2527의 6.2~6.5에 따라 시험하였을 때 표 15-3-11의 규격에 적합하여야 한다.

표 15-3-11 콘크리트용 부순 굵은골재의 품질기준

시 험 항 목	규 정 값
절대건조밀도 (g/cm³)	2.5 이상
흡 수 율 (%)	3 이하
안 정 성[1] (%)	12 이하
0.08mm 체 통과량 (%)	1.0 이하
마 모 율 (%)	
- 포 장 용	35 이하
- 기 타	40 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 시험한다.

(4) A형 부순 굵은골재는 KS F 2825의 시험방법에 따른 결과가 무해하여야 하며, ASTM C 1260에 따른 팽창율이 0.1 % 미만이어야 한다.

(5) 부순 굵은골재의 입도는 표 15-3-12의 범위로 한다.

(6) 부순 굵은골재의 입형판정 실적율은 KS F 2527의 6.7에 따라 시험을 하여 그 값이 55 % 이상이어야 한다.

표 15-3-12 부순 굵은골재의 입도

부순굵은 골재번호	체의호칭치수[1] (mm) / 체의크기 (mm)	각 체를 통과하는 무게 백분율 (%)											
		90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90~40	90-100		25-60		0-15		0-5					
2	65~40		100	90-100	35-70	0-15		0-5					
3	50~25			100	90-100	35-70	0-15		0-5				
357	50~5			100	95-100		35-70		10-30		0-5		
4	40~20				100	90-100	20-55	0-15		0-5			
467	40~5				100	95-100		35-70		10-30	0-5		
57	25~5					100	95-100		25-60		0-10	0-5	
67	20~5						100	90-10		20-55	0-10	0-5	
7	15~5							0	90-100	40-70	0-15	0-5	
78	13~2.5							100	90-100	40-75	5-25	0-10	0-5
8	10~2.5							100	100	85-100	10-30	0-10	0-5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 90 mm, 75 mm, 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm 에 해당한다.

2.2.6 고로슬래그 굵은골재

고로슬래그 굵은골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 서서히 냉각시켜 부순 것이다.

(1) 고로슬래그 굵은골재는 표 15-3-13과 같이 분류한다. 굵은골재로 사용할 고로슬래그 굵은골재는 KS F 2544에 적합한 것이어야 한다.

표 15-3-13 고로슬래그 굵은골재의 분류

분류 / 항목	절대건조밀도[1] (kg/m³)	흡수율[1] (%)	단위용적질량[2] (kg/m³)
A	2,200 이상	6 이하	1,250 이상
B	2,400 이상	4 이하	1,350 이상

주 1) KS F 2544의 5.3에 따른다.
2) KS F 2544의 5.4에 따른다.

(2) 고로슬래그 굵은골재는 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질을 함유하지 않아야 하며, KS F 2544의 5.2~5.4에 따라서 시험하였을 때 표 15-3-14의 규격에 적합하여야 한다.

표 15-3-14 고로슬래그 굵은골재의 품질기준

항 목		규 정 값
화학 성분 총함 유량	산화칼슘 (CaO)	45.0 % 이하
	황 (S)	2.0 % 이하
	삼산화황 (SO_3)	0.5 % 이하
	철 (FeO)	3.0 % 이하
수 중 침 지 시 험		균열, 분해, 진흙화, 분화 등의 현상이 없을 것
자외선(360.0 nm) 조사시험		발광하지 않거나 또는 균일한 자주색을 띠고 있을 것

(3) 고로슬래그 굵은골재의 입도는 KS F 2544의 5.5에 따라 시험하고, 대소 입자가 적당히 혼합된 것으로서, 표 15-3-15의 규격에 적합하여야 한다.

표 15-3-15 고로슬래그 굵은골재의 입도

종류 및 입자 크기의 범위 (mm) \ 체의호칭	치수[1] (mm)	체를 통과하는 것의 무게 백분율 (%)							
		50	40	25	20	16	10	5	
고로슬래그 굵은골재 467	40~5	100	95~100	–	35~70	–	10~30	0~5	
고로슬래그 굵은골재 4	40~20	100	90~100	20~55	0~15	–	0~5	–	
고로슬래그 굵은골재 57	25~5	–	100	95~100	–	30~70	–	0~10	
고로슬래그 굵은골재 67	20~5	–	–	100	90~100	–	20~55	0~10	
고로슬래그 굵은골재 7	13~5	–	–	–	100	90~100	40~70	0~15	

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 16 mm, 9.5 mm, 4.75 mm에 해당한다.

(4) 고로슬래그 굵은골재의 조립율은 공급원을 승인할 때의 시험결과에 따른 조립율과 비교하여 ±0.3 이상 변화하지 않아야 한다.

2.3 골재의 저장

2.3.1 잔골재, 굵은골재 및 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장하여야 한다.

굵은골재의 최대치수가 40 mm 이상인 경우에는 적당한 체로 2종 이상으로 체가름하여 따로따로 저장하여야 한다.

2.3.2 골재의 반입, 저장 및 취급할 때에는 대소의 입자가 분리되지 않도록 하고, 먼지 · 잡물 등이 혼입하지 않도록 주의하여야 한다.

2.3.3 골재의 저장설비는 적당한 배수시설을 설치하고, 표면수가 균일하게 되도록 하여야 하며, 사용에 편리하여야 한다.

2.3.4 골재의 저장설비는 겨울의 빙설 혼입이나 동결을 방지하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 한다.

2.3.5 여름에는 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위하여 직사광선을 막는 적당한 시설을 갖추어야 한다.

2.3.6 골재는 완성된 노상 위, 보조기층 또는 길어깨 위 등에 저장하여서는 안 된다.

2.4 시료채취 및 시험방법

2.4.1 시료채취 : 골재의 시료채취는 KS F 2501에 따른다.

2.4.2 입 도 : 골재의 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

2.4.3 0.08 mm 체 통과량 : 골재에 포함된 잔입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험은 KS F 2511에 따른다.

2.4.4 유기불순물 : 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험은 KS F 2510에 따른다.

2.4.5 압축강도 : 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

2.4.6 휨강도 : 콘크리트의 휨강도 시험은 KS F 2408에 따른다.

2.4.7 안정성 : 골재의 안정성 시험은 KS F 2507에 따른다.

2.4.8 점토덩어리 : 골재 중에 함유되는 점토덩어리량의 시험은 KS F 2512에 따른다.

2.4.9 석탄 및 갈탄 : 골재에 포함된 경량편 시험은 KS F 2513에 따른다.

2.4.10 슬래그의 질량 : 골재의 단위용적질량 및 공극율 시험은 KS F 2505에 따른다.

2.4.11 굵은골재의 마모 : 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험은 KS F 2508에 따른다.

2.4.12 조립율 : 골재에 관한 용어의 정의는 KS F 2523에 따른다.

2.4.13 연석량 : 긁기 경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험은 KS F 2516에 따른다.

2.4.14 알칼리 골재반응 : 골재의 알칼리 잠재반응 시험(화학적 방법)은 KS F 2545, 골재의 알칼리 잠재반응 시험(모르타르 봉 법)은 KS F 2546, 골재의 알칼리-실리카 반응성 신속 시험 방법은 KS F 2825 및 골재의 촉진 알칼리 반응성 시험은 ASTM C 1260에 따른다.

2.4.15 동결융해 : 급속 동결융해에 대한 콘크리트 저항 시험은 KS F 2456에 따른다.

2.4.16 밀도 및 흡수량 : 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험은 KS F 2503에 따른다.

2.4.17 세장 또는 편평 석편 : 굵은골재 중 편장석 함유량 시험은 KS F 2575에 따르며, 감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

2.4.18 혈암 : 육안 판단에 의하여 손으로 가려내어 그 중량을 측정하며 감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

2.4.19 유리질입자 : 육안 판단에 의하여 손으로 가려내어 그 중량을 측정하며, 감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

2.4.20 철 입자 : 철 입자 함유량은 양질의 자석을 사용하여 철 입자를 가려내어 그 중량을 측정한다. 철 입자를 함유한 슬래그는 모두 철로 간주한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-3-2 아스팔트 포장 혼합물용 골재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 아스팔트 포장 혼합물용 잔골재 및 굵은골재에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
KS F 2340 사질토의 모래 당량 시험 방법
KS F 2357 아스팔트 혼합물용 골재
KS F 2384 다져지지 않은 잔골재의 공극률 시험방법
KS F 2501 골재의 시료채취 방법
KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적율 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2508 로스엔젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험 방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08 mm 체를 통과하는) 시험방법
KS F 2512 골재 중에 함유되어 있는 점토 덩어리량의 시험방법
KS F 2513 골재에 포함된 경량 편 시험방법
KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험방법
KS F 2523 골재에 관한 용어의 정의
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2575 굵은골재 중 편장석 함유량 시험방법
KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
ASTM D 5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 잔골재

아스팔트 포장 혼합물용 잔골재에는 자연모래 · 암석이나 자갈 등을 깨어 얻어진 부순모래 또는 그 혼합물로서 단단하고 강하고 내구적이며, 부착물이 없어야 하고, 점토나 실트 · 기타 해로운 물질이 함유되어 있지 않은 것이어야 한다.

2.1.1 잔골재의 입도

아스팔트 포장 혼합물용 잔골재의 입도는 표 15-3-16의 범위를 표준으로 하며, 품질 기준은 표 15-3-17에 따른다.

표 15-3-16 아스팔트 포장 혼합물용 잔골재의 입도

체의 호칭치수[1)]	각 체를 통과하는 중량백분율 (%)				
	입도 No.1	입도 No.2	입도 No.3	입도 No.4	입도 No.5
10 mm	100			100	
5 mm	95 ~ 100	100	100	80 ~ 100	100
2.5 mm	70 ~ 100	75 ~ 100	95 ~ 100	65 ~ 100	85 ~ 100
1.2 mm	40 ~ 80	50 ~ 74	85 ~ 100	40 ~ 80	
0.6 mm	20 ~ 65	28 ~ 52	65 ~ 90	20 ~ 65	25 ~ 55
0.3 mm	7 ~ 40	8 ~ 30	30 ~ 60	7 ~ 40	15 ~ 40
0.15 mm	2 ~ 20	0 ~ 12	5 ~ 25	2 ~ 40	7 ~ 28
0.08 mm	0 ~ 10	0 ~ 5	0 ~ 5	0 ~ 10	0 ~ 20

비고) 다른 종류의 잔골재와 혼합 사용할 때, 입도는 혼합한 후 위 규격에 만족하여야 한다.

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm, 0.075 mm 에 해당한다.

(1) 이 규격에 맞지 않는 잔골재가 어떠한 경우에는 충분한 결과를 얻을 때가 있다. 이러한 경우에는 현장 경험이나 현장에서 사용할 재료에 대한 배합설계가 품질상 혼합조건에 적합한 아스팔트 포장 혼합물이라고 증명할 수 있는 경우에 한해서 사용하여도 좋다.

(2) 골재원에서 채취한 잔골재의 입도는 사용할 골재원에서 대표적으로 채취한 시료에 의하여 결정되어야 하며, 대표적 시료의 조립율이 ±0.25 이상 변동되었을 때에는 감독자의 승인을 얻어 배합설계를 재실시하여 사용할 수 있다.

표 15-3-17 가열 아스팔트 포장 혼합물용 잔골재의 품질기준

항목	시험방법	기준치
모래당량 (%)	KS F 2340	최소 50
잔골재 입형 (%)	KS F 2384	최소 45
절대건조밀도 (kg/m^3)	KS F 2504	2,500 이상
흡수율 (%)	KS F 2504	3.0 이하
안정성[1] (%)	KS F 2507	15 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

2.1.2 내구성

황산나트륨에 의한 안정성 시험을 5회 반복하였을 때 잔골재의 손실중량 백분율의 한도는 15 % 이하로 한다.

2.2 굵은 골재

2.2.1 아스팔트 포장 혼합물용 굵은골재에는 부순자갈이 있다. 굵은골재는 단단하고 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 먼지 · 흙 · 유기불순물 등 유해물을 함유하여서는 안 된다.

2.2.2 아스팔트 포장 혼합물용 굵은골재는 골재를 일정 크기별로 생산하는 단입도 관리를 표준으로 한다.

2.2.3 입도는 표 15-3-18의 범위를 표준으로 하며, 품질기준은 표 15-3-19에 따른다.

표 15-3-18 가열 아스팔트 포장 혼합물용 굵은골재의 입도

골재 번호	체의 호칭치수[1] (mm) / 입도범위 (mm)	각 체를 통과하는 것의 중량백분율 (%)									
		65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
3	50 ~ 25	100	90-100	35-70	0-15		0-5				
4	40 ~ 20		100	90-100	20-55	0-15		0-5			
5	25 ~ 13			100	90-100	20-55	0-10	0-5			
5-1	25 ~ 20			100	90-100	0-10					
6	20 ~ 10				100	90-100	20-55	0-15	0-5		
6-1	20 ~ 13				100	90-100	0-10				
7	13 ~ 5					100	90-100	40-70	0-15	0-5	
8	10 ~ 2.5						100	85-100	10-30	0-10	0-5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36, 1.18mm에 해당한다.

표 15-3-19 가열 아스팔트 포장 혼합물용 굵은골재의 품질기준

항목	시험방법	기준치
마모율(%)	KS F 2508	기 층 용 : 40 이하 중간층, 표층용 : 35 이하 SMA : 30 이하
안정성(Na_2SO_4) [1] (%)	KS F 2507	12 이하
파쇄면 2면 이상 비율(%)	ASTM 5821	85 이상
피막박리시험에 의한 피복면적(%)	KS F 2355	95 이상
흡수율(%)	KS F 2503	3.0 이하
절대건조밀도(kg/m^3)	KS F 2503	2,500 이상
편장석 함유량 [2](%)	KS F 2575	1등급 : 10 이하 2등급 : 20 이하 3등급 : 30 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.
2) 1등급 골재는 4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기), 중차량 통행이 빈번한 도로, 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
2등급 골재는 2차로이하의 일반국도, 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
3등급 골재는 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등

2.3 채움재

채움재의 품질기준, 입도 등은 이 시방서 8-4절 2.1.3에 따른다.

2.4 골재의 저장

골재의 저장은 이 시방서 8-4절 2.4에 따른다.

2.5 시료채취 및 시험방법

2.5.1 시료채취 : 골재의 시료채취는 KS F 2501에 따른다.

2.5.2 입도 : 골재의 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

2.5.3 슬래그의 중량 : 골재의 단위용적질량 및 공극율 시험은 KS F 2505에 따른다.

2.5.4 안정성 : 골재의 안정성 시험은 KS F 2507에 따른다.

2.5.5 굵은골재의 마모율 : 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험은 KS F 2508에 따른다.

2.5.6 0.08 mm 체 통과량 : 골재에 포함된 잔입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험은 KS F 2511에 따른다.

2.5.7 점토덩어리 : 골재 중에 함유되는 점토덩어리량의 시험은 KS F 2512에 따른다.

2.5.8 석탄 및 갈탄 : 골재에 포함된 경량편 시험은 KS F 2513에 따른다.

2.5.9 연석량 : 긁기 경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험은 KS F 2516 에 따른다.

2.5.10 비중 및 흡수량 : 굵은골재의 비중 및 흡수율 시험은 KS F 2503에 따른다.

2.5.11 세장 또는 편평석편 : KS F 2575에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-3-3 스크리닝스

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 린콘크리트와 보조기층 및 동상방지층용 잔골재인 스크리닝스에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS F 2303 흙의 액성 · 소성한계 시험방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08 mm 체를 통과하는) 시험방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토덩어리량의 시험방법

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 스크리닝스의 원석

스크리닝스는 구조물용 및 포장용 골재를 생산할 때 부산물로 얻어지는 5 mm 이하의 골재 부산물을 말한다. 스크리닝스의 원석은 강경하고 내구적인 석질을 지닌 것으로 하고, 파쇄를 할 때에 결정 간에 균열이 생기지 않아야 하며, 풍화한 암석 등 석질이 연약한 것을 사용하여서는 안 된다. 스크리닝스의 원석은 표토 및 기타 불순물을 제거한 것을 사용하여야 한다.

2.2 불순물의 제거

스크리닝스는 깨끗하고 내구적이며, 먼지 · 진흙 · 유기불순물 등이 포함되지 않아야 한다.

2.3 스크리닝스의 품질기준

스크리닝스는 표 15-3-20의 규격에 적합하여야 하며, 이 기준을 만족하지 못할 경우 천연모래와 혼합하여 사용할 수 있으며, 혼합비는 시험에 의하여 구한다.

표 15-3-20 스크리닝스의 품질기준

시 험 항 목	규 정 치
소성지수	9 이하
안정성 시험(%) (황산나트륨 사용)	10 이하
0.08 mm 체 통과량 (%) – 린콘크리트용 – 보조기층 및 동상방지층용	 7 이하 10 이하
점토덩어리 함유량 (%)	1 이하
밀도 2.0(g/㎤)의 액체에 뜨는 것 (%)	0.5 이하

2.4 스크리닝스의 저장

2.4.1 스크리닝스의 반입 · 저장 및 취급할 때에는 먼지 · 잡물 등이 혼입되지 않도록 주의하여야 하며, 골재의 저장설비는 적당한 배수시설을 설치하고, 표면수가 균일하게 되도록 하여야 한다.

2.4.2 스크리닝스의 투입을 위한 저장 빈에는 빗물에 의한 응집현상을 억제하기 위하여 천장 덮개 등의 우수방지시설을 갖추어야 한다.

15-3-4 순환골재

1. 일반사항

1.1 적용범위

순환골재라 함은 “건설폐기물의재활용촉진에관한법률” 제2조제7호의 규정(건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 제35조의 규정에 의한 품질기준에 적합하게 한 것)에 적합한 골재를 말한다. 이 시방에서는 노체, 노상, 되메우기 및 뒷채움, 동상방지층, 보조기층, 빈배합 콘크리트 기층, 연약지반처리에 사용되는 순환골재에 대하여 적용한다

2. 흙쌓기(노체 및 노상)

2.1 품질기준

2.1.1 흙쌓기에 사용되는 순환골재 품질기준은 표 15-3-21에 적합하여야 한다.

표 15-3-21 흙쌓기용 순환골재의 품질기준

품질목표	노체	노상	비 고
최대치수 (mm)		100 이하	-
수정CBR(시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5 mm 체 통과율 (%)		25~100	-
0.08 mm 체 통과율(%)		0~25	KS F 2301, KS F 2309
소성지수(PI)		10 이하	KS F 2303
유기이물질(용적비, %)	1 이하	1 이하	KS F 2576(용적비)

2.1.2 노체용 순환골재의 품질 규정은 순환골재의 특성을 고려하여 수정 CBR값을 2.5 이상으로 하였다. 또한, 순환골재의 최대치수는 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 시행규칙 별표 1 제3호 나목의 규정에 따른다.

2.1.3 흙쌓기에 사용되는 순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 목재 · 천조각 등 유기성 이물질 시험결과, 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 하고, 기타 환경 및 품질에 악영향을 줄 수 있는 유해물을 함유하여서는 안 된다.

2.2 시공

2.2.1 석축 쌓는 부분을 제외하고 노체 비탈면에 순환골재가 노출되면 경관상 좋지 않으며, 순환골재에 묻어있는 시멘트 모르타르가 강알카리성을 나타내기 때문에 유수의 알카리도를 상승시킬 수 있고 식물의 성장에 지장을 준다. 따라서 비탈면에 1 m 이상 양질의 토사를 덮고 다짐하여 식생이 가능하도록 조치한다.

2.2.2 노체용 순환골재는 일반적으로 1차 파쇄만으로 제조되므로 다량의 모르타르가 부착되어 있으며, 흡수율이 매우 크게 나타난다. 따라서 시공 중 적정함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

2.2.3 폐콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 하며, 품질관리는 수시로 각종 시험을 엄격히 하여 사용 중에 품질상태에 대한 의심이 없도록 한다.

2.2.4 기타 시공과 관련한 사항은 이 시방서 토공사 편 2-5절 흙쌓기에 규정된 시공사항을 따른다.

3. 되메우기 및 뒷채움

3.1 품질기준

3.1.1 폐콘크리트를 파쇄한 순환골재가 우수 또는 지하수 유입이 예상되는 지점에 사용되는 경우 유수의 pH를 변화시킬 수 있으며, 농업용수 등으로 사용되는 경우는 작물의 생육에 문제가 될 수 있다.

3.1.2 따라서 땅깎기부 등과 같이 지하수가 용출되는 지역에서 순환골재의 사용은 가급적 억제하며 부득이한 경우 맹암거 설치 등으로 유수의 유입을 방지하거나 유입수가 농수로 등으로 유입되지 않도록 배수처리에 주의한다.

3.1.3 되메우기 재료로 순환골재를 사용하는 경우 품질기준은 시공위치에 따라 표 15-3-21의 노체 또는 노상의 품질기준에 따른다.

3.1.4 순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576(순환골재의 이물질 함유량 시험방법)에 의하여 목재 · 천조각 등 유기성 이물질 시험결과, 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 하고, 기타 환경 및 품질에 악영향을 줄 수 있는 유해물을 함유하여서는 안 되며, 표 15-3-22의 품질기준에 맞는 것이어야 한다.

표 15-3-22 뒤채움용 순환골재 품질기준

구 분	선택층 재료	양질의 토사
	피토고[1)] (3.5 m 미만)	피토고 (3.5 m 이상)
최대치수 (mm)	이 시방서 제 8장 표 8-2-1, 8-2-2 보조기층재료 (SB-1)	100 이하
5 mm 통과량 (%)		25~100
0.08 mm 통과량 (%)		15 이하
소성지수		10 이하
수정CBR (%)		10 이상
유기이물질(용적비, %)	1.0 이하	

주 1) 피토고 산정기준은 암거 중심선의 상단에서 길어깨부를 제외한 도로 유효 폭원까지의 최소 높이를 말한다.

3.1.5 순환골재는 다량의 모르타르가 부착되어 흡수율이 크기 때문에 시공 중 적정 함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

3.1.6 기타 시공에 관한 사항은 이 시방서 토공사 편 2-7절 구조물 기초 터파기, 되메우기, 뒷채움 편에 규정된 사항을 따른다.

4. 동상방지층

4.1 품질기준

4.1.1 동상방지층에 사용되는 순환골재는 표 15-3-23의 품질기준에 따른다.

표 15-3-23 동상방지층용 순환골재 품질기준

구 분		시 험 방 법	기 준
소 성 지 수		KS F 2303	10 이하
수정 CBR 값 (%)		KS F 2320	10 이상
모 래 당 량		KS F 2340	20 이상
이물질 함유량 (%)	유기이물질	KS F 2576	1.0 이하(용적 기준)
	무기이물질		5.0 이하(질량 기준)

4.1.2 동상방지층용 순환골재의 이물질 함유량은 폐아스팔트콘크리트를 제외한 적벽돌, 폐타일 등 무기이물질에 대하여 전체 골재에 대한 질량비 5% 이하이어야 하며, 목재, 천조각 등 유기 이물질은 총 골재용적의 1% 이하가 되도록 하여야 한다.

4.1.3 무기이물질에 대한 시험은 KS F 2576에 의해 분리 선별된 이물질에 대해 105± 5 ℃에서 24시간 항량시킨 후 질량을 측정한다.

4.1.4 동상방지층에 사용되는 순환골재의 입도는 이 시방서 동상방지층, 보조기층 및 기층공사 편 8-2절 보조기층에 규정된 표 8-2-2에 따른다.

4.2 시 공

4.2.1 현장 이동식 파쇄기로 1차 파쇄만으로 순환골재를 생산하는 경우 재료분리가 발생할 수 있기 때문에 가급적 SB-2 입도를 권장하며, 생산 중 재료분리를 방지할 수 있는 경우에는 SB-1 입도를 사용할 수 있다.

4.2.2 순환골재는 다량의 모르타르가 부착되어 흡수율이 크기 때문에 시공 중 적정 함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

4.2.3 폐콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 하며, 품질관리는 수시로 각종 시험을 엄격히 수행하여 사용 중에 품질상태에 대한 의심이 없도록 한다.

4.2.4 기타 시공에 관한 사항은 이 시방서 동상방지층, 보조기층 및 기층공사 편 8-1절에 규정된 사항을 따른다.

5. 보조기층

5.1 품질기준

5.1.1 보조기층에 사용되는 순환골재의 품질은 표 15-3-24에 따른다.

5.1.2 보조기층용 순환골재의 이물질 함유량은 폐아스팔트콘크리트를 제외한 적벽돌 · 폐타일 등 무기이물질에 대하여 전체 골재에 대한 질량비 5 % 이하이어야 하며, 목재 · 천조각 등 유기이물질은 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 한다.

5.1.3 무기이물질에 대한 시험은 KS F 2576에 의해 분리 선별된 이물질에 대해 105±5 ℃에서 24시간 항량시킨 후 질량을 측정한다.

표 15-3-24 보조기층용 순환골재 품질기준

구 분		시 험 방 법	기 준
소성지수		KS F 2303	6 이하
수정CBR치 (%)		KS F 2320	30 이상[1)]
마모감량 (%)		KS F 2508	50 이하
모래당량		KS F 2340	25 이상
액성한계 (%)		KS F 2303	25 이하
이물질 함유량 (%)	유기이물질	KS F 2576	1.0 이하(용적 기준)
	무기이물질		5.0 이하(질량 기준)

주 1) 시멘트콘크리트포장 공법에서 콘크리트 슬래브 바로 밑에 사용되는 보조기층은 수정CBR치가 80 이상이어야 한다.

5.1.4 보조기층에 사용되는 순환골재의 입도는 이 시방서 동상방지층, 보조기층 및 기층공사편 8-2절 보조기층에 규정된 표 8-2-2에 따른다. 다만, 현장 이동식 파쇄기로 순환골재를 생산하는 경우 재료분리가 발생할 수 있기 때문에 가급적 SB-2 입도를 권장한다. 단, 조합형 파쇄기(1차 죠크러셔, 2차 콘 또는 임팩트 크러셔)를 사용하고, 생산 중 재료분리를 방지할 수 있는 경우 SB-1 입도도 가능하다.

5.2 시공

5.2.1 순환골재는 다량의 모르타르가 부착되어 흡수율이 크기 때문에 시공 중 적정 함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

5.2.2 폐콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 한다.

5.2.3 기타 시공에 관한 사항은 이 시방서 동상방지층, 보조기층 및 기층공사편 8-2절에 규정된 사항을 따른다.

6. 빈배합콘크리트 기층

6.1 품질기준

6.1.1 빈배합콘크리트 기층에 사용되는 순환골재의 품질은 표 15-3-25 및 표 15-3-26에 따른다.

표 15-3-25 빈배합 콘크리트 기층용 순환 굵은골재 품질기준

구 분		시험방법	기준
점토덩어리 함유량 (%)		KS F 2512	0.25 이하
연한 석편 (%)		KS F 2516	5.0 이하
밀도 2.0 g/㎤의 액체에 뜨는 것 (%)		KS F 2513	0.5 이하
흡수율 (%)		KS F 2503	7 이하 (8 이하)[1]
밀 도		KS F 2503	2.2 이상
마모감량 (%)		KS F 2508	50 이하
이물질 함유량(%)	유기이물질	KS F 2576	1.0 이하(용적 기준)
	무기이물질		5.0 이하[2](질량 기준)

주 1) 도로공사 중 발생되는 폐콘크리트 현장파쇄 순환골재에 대하여 8.0 % 이하로 할 수 있다.
2) 폐아스팔트 콘크리트 부스러기의 한계 혼합율은 10 % 이하로 한다.

표 15-3-26 빈배합콘크리트 기층용 잔골재 품질기준

구 분		시험방법	기준
소성지수		KS F 2303	9 이하
안정성 시험(%)(황산나트륨 사용)		KS F 2507	10 이하
골재씻기 시험 손실률 (0.08 mm 체 통과량)(%)		KS F 2511	3 이하
점토덩어리 함유량(%)		KS F 2512	1 이하
이물질 함유량 (%)	종이, 나무, 플라스틱 등의 이질재료	KS F 2576	1.0 이하 (용적 기준)
	폐아스콘, 적벽돌, 폐타일 등		5.0 이하[1] (질량 기준)

주 1) 폐아스팔트 콘크리트 부스러기의 한계 혼합율은 10 % 이하로 한다.

6.1.2 빈배합 콘크리트 기층용 골재의 입도는 이 시방서 시멘트콘크리트포장 편 10-1-1절 빈배합 콘크리트 기층에 규정된 표 10-1-1에 따른다. 다만, 현장파쇄 순환골재는 가급적 최대치수를 낮추는 것이 골재에 부착된 모르타르 함유율을 감소시킬 수 있으며, 경화한 후 역학적 특성을 양호하게 하므로 입도 선정에 주의하여야 한다.

6.1.3 순환골재의 골재의 입도는 빈배합콘크리트의 다짐효율에 큰 영향을 미치므로 이 시방서에서 규정하고 있는 소요 입도를 얻을 수 있도록 파쇄 시스템을 선정하여야 한다.

6.1.4 현장 이동식 임팩트 크러셔나 조합형 크러셔로 순환골재를 생산하는 경우에는 5 mm 이하 미분량 발생이 증가하여 다짐효율이 낮아질 수 있으나 잔골재의 미분량 부족으로 빈배합콘크리트 기층용 합성입도를 경제적으로 얻을 수 없는 경우에는 다짐효율을 고려하여 5 mm 이하 미분을 전체 골재질량의 10 % 범위 내에서 혼합하여 사용할 수 있다. 다만, 이 경우 빈배합콘크리트의 최적함수비 증가, 최대건조밀도, 압축강도 등이 감소될 수 있으므로 실험에 의하여 확인하여야 한다.

6.1.5 빈배합콘크리트 기층은 콘크리트 포장의 하부에 위치하며 포장층의 두께가 300 mm ~ 350 mm 정도이고, 불투수층을 형성하기 때문에 빈배합콘크리트 기층이 동결융해를 직접적으로 받을 수 있는 가능성은 거의 없다. 또한 흡수율 6 % ~ 8 %인 순환골재를 대상으로 실시한 안정성 시험결과 대부분 40 % 이상을 나타내고 있어 동해를 받는 일반콘크리트용 골재로서 활용은 불가능하지만 빈배합콘크리트 기층의 압축강도는 품질기준을 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 빈배합콘크리트 기층용 순환골재의 안정성 시험을 삭제하였다.

6.1.6 순환골재는 모재 콘크리트의 모르타르가 부착되어 있는 경우 흡수율이 증가한다. 따라서 일반적인 경우 흡수율 7 % 이하, 도로공사 중 발생된 폐콘크리트를 현장파쇄하여 빈배합콘크리트 기층용으로 사용하는 경우 8 % 이하로 규정하였다.

6.1.7 빈배합콘크리트용 순환골재의 이물질 함유량은 폐플라스틱, 폐비닐 등 환경오염에 문제가 될 수 있는 유기 이물질은 폐기물관리법 시행규칙 별표 4에 따라 용적비 1 % 이하로 규정하였다.

6.1.8 적벽돌, 폐타일 등 무기이물질에 대하여 전체 골재에 대한 질량비 5 % 이하로 규정하였다. 그러나 고속도로 공사 중 발생한 폐콘크리트를 현장파쇄하기 위하여 적치, 운반 파쇄하는 과정에서 불가피하게 혼입되는 경우 폐아스팔트 콘크리트 부스러기의 한계 혼합율을 10 % 이하로 하였다.

6.2 빈배합콘크리트 기층 배합설계

6.2.1 순환골재는 모르타르 부착량이 많아 흡수율이 6 % ~ 8 %로서 높은 특징이 있어 혼합수의 상당수가 순환골재에 계속 흡수되므로 순환골재를 사용한 빈배합콘크리트 기층의 배합설계를 할 때 골재의 함수상태는 표면건조 포화상태를 기준으로 한다.

6.2.2 기타 배합설계에 관한 사항은 이 시방서 시멘트콘크리트포장공사 편 10-1절에 따른다.

6.3 시공

6.3.1 순환골재는 흡수율이 큰 관계로 프리웨팅을 실시하여 함수율 변동에 따른 품질변화를 최소화하고, 균일한 함수상태 유지를 위한 방안을 강구하여야 한다.

6.3.2 순환골재는 흡수율이 큰 관계로 천연골재에 비하여 건조속도가 빠르므로 함수율 관리에 주의하여야 한다.

이 시방서 2-7절 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒷채움 편에 규정된 사항을 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-4 시멘트 콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현장배합용 시멘트 콘크리트에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취 방법
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2403 콘크리트 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법
KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법
KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위용적질량 및 공기량에 의한 시험 방법 (질량방법)
KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험방법
KS F 2455 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 (차) 시험 방법
KS F 2509 잔골재의 표면수 측정 방법

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-4절 1.2에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 품질시험성과표를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트의 강도

콘크리트의 소요강도는 설계도서에 따르며, 일반적으로 표준양생을 한 콘크리트 공시체의 재령 28일의 압축강도를 기준으로 한다. 포장 콘크리트의 강도는 재령 28일의 휨강도를 기준으로 한다. 다만, 부득이한 경우 감독자의 승인을 받아 조기재령에 따른 장기강도 환산식을 적용할 수 있다.
또한 광물질 혼화재를 사용한 경우 재령 28일 이후 장기재령에서 강도증진율이 큰 경우에는 감독자의 승인을 받아 설계기준재령을 재령 56일 또는 91일로 정할 수 있다.

콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405에 따르고, 휨강도 시험은 KS F 2408에 따른다.

2.2 콘크리트의 재료

2.2.1 시멘트

시멘트는 이 시방서 15-1절에 적합한 것을 사용하여야 한다. 15-1절에 규정된 시멘트 이외의 시멘트를 사용하고자 하는 경우에는 감독자의 서면 승인을 받아야 한다.

2.2.2 골 재

잔골재는 이 시방서 15-3-1절의 2.1에 적합한 것을 사용하여야 하며, 굵은 골재는 15-3-1절의 2.2의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.2.3 물

물은 깨끗하여야 하며, 기름 · 산 · 알칼리 · 염분 · 유기 불순물 등 콘크리트의 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유한 것을 사용하여서는 안 되며, 철근 콘크리트에는 해수를 혼합수로 사용할 수 없다.

2.2.4 혼화재료

콘크리트용 혼화재료는 이 시방서 15-6절에 적합한 것을 사용하여야 하며, 사용 전에 그 품질을 확인하고 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다.

2.3 콘크리트의 배합

콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 알맞는 워커빌리티를 가지는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 하여야 하며, 별도로 규정하지 않는 한 질량에 의하여야 한다.

2.3.1 골재의 표면수량으로 인한 질량 조절

골재를 계량할 때 골재의 표면수에 대한 질량을 감안하여 조절하여야 하며, 골재의 표면수량은 골재 저장 장소로 부터 채취하여 온 시료의 실험결과를 기준으로 하여야 한다.

2.3.2 배합설계

(1) 계약상대자는 감독자와 협의하여 배합설계를 콘크리트 타설 최소한 1주일 이전에 완료하여야 한다. 배합설계는 콘크리트 표준시방서의 규정에 따른다.

(2) 배합설계를 할 때에는 당해 공사에 사용할 재료들로 배합하여야 하며, 배합설계결과가 시방기준에 맞지 않을 경우, 계약상대자는 감독자의 서면 승인을 받아 필요한 조치를 하여야 한다.

(3) 각종 콘크리트의 배합설계 결과는 현장에 적용하기 전에 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 하며, 승인된 배합설계 결과는 감독자의 승인없이 계약상대자 임의로 변경시킬 수 없다.

(4) 시멘트 콘크리트 배합의 표시법은 표 15-4-1과 같다.

표 15-4-1 콘크리트 배합 표시법

굵은 골재의 최대치수 (mm)	슬럼프의 범위 (mm)	공기량의 범위 (%)	물-결합재비, W/B (%)	잔골재율, S/a (%)	단 위 량 (kg/m³)						
					물 (W)	시멘트 (C)	잔골재 (S)	굵은골재		혼화재료[1]	
								mm-mm	mm-mm	혼화재	혼화제[2]

주 1) 같은 종류의 재료를 여러 가지 사용할 경우 각각의 난을 나누어 표시한다.
2) 혼화재의 사용량은 ml/m³ 또는 g/m³ 으로 표시하며, 희석시키거나 녹이거나 하지 않은 것으로 한다.

2.3.3 현장 배합 실시

계약상대자는 콘크리트 공사를 착수하기 전에 승인된 배합설계 결과를 최종적으로 현장실정에 맞도록 조정하기 위하여 규정된 믹서와 재료혼합과정 전부가 장치된 배치 플랜트를 설치하여 현장시험배합을 실시하여야 한다. 현장시험배합은 감독자 입회하에 실시하여야 하며 현장 시험배합에 소요되는 모든 재료, 장치 및 작업은 계약상대자가 부담하여야 한다.

2.3.4 콘크리트 품질관리요원 배치 의무

계약상대자는 콘크리트 배합설계, 골재의 품질시험과 입도 조정 · 공기량 시험 · 슬럼프 시험 · 휨 강도 또는 압축 강도 시험 등을 실시하고, 배치 플랜트의 운영과 콘크리트 운반 업무를 관장하기 위하여 상당한 기술과 경험이 있는 콘크리트 품질관리요원들을 작업장에 배치하여 콘크리트 혼합물이 규정된 시방에 맞도록 하여야 한다.

콘크리트 품질관리요원은 상기 작업을 수행함에 있어 감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

2.4 재료의 계량

콘크리트의 각 재료는 정확하게 계량 및 기록이 되어야 하며, 계량장치는 공사개시 전 및 공사 도중 정기적으로 점검하여야 한다. 재료는 계량하기 전에 시방배합을 현장배합으로 고치고 현장배합에 따라 계량하여야 한다. 시방배합을 현장배합으로 고칠 경우에는 골재의 함수상태, 잔골재 중 5 mm 체에 남는 양과 굵은골재 중 5 mm 체를 통과하는 양 및 혼화제를 물에 희석시키

는 수량을 고려하여야 한다.

2.4.1 시멘트

(1) 시멘트는 중량으로 계량하여야 하며, 계량장치는 다른 재료의 계량과 겸용하지 말고 별개의 계량기를 써야 한다.

(2) 시멘트의 계량은 골재 계량 호퍼 속에 또는 분리된 칸막이 속에 별도로 실시할 수도 있으며, 골재와 동시에 믹서 속에 투입하여도 좋다.

(3) 시멘트의 계량 허용오차는 ±1 % 이내이어야 한다.

2.4.2 골 재

(1) 골재는 질량으로 계량하여야 하며, 한 배치분 골재의 중량은 표면건조포화상태를 기준으로 하여야 한다.

(2) 골재의 계량은 표면수량의 무게를 고려하여야 하며, 골재의 표면수량은 골재 저장소로부터 채취하여 온 시료의 실험결과를 기준으로 하여야 한다.

(3) 골재의 계량 허용오차는 ±3 % 이내이어야 한다.

2.4.3 물

물은 용적 또는 중량으로 계량하여야 하며, 계량 허용오차는 ±1 % 이내이어야 한다. 계량장치는 중량이 자동으로 계량되고 정하여진 양의 물이 믹서의 드럼 안에 들어가면 자동적으로 정지되는 것이어야 한다.

2.4.4 혼화재료

혼화제는 용적 또는 중량으로 계량하여야 하며, 혼화제에 물을 혼합하여 사용할 경우 물은 단위수량의 일부로 본다. 계량장치에는 계량하는 도중에 혼화제가 계량기 안에 들어오지 않도록 안전밸브가 부착되어 있어야 하며, 혼화제의 계량 허용오차는 ±3 % 이내이어야 한다.

2.5 배치 플랜트

배치 플랜트를 포함한 콘크리트 작업에 필요한 모든 장비 및 시설은 공사 착수 전에 그 성능, 용량, 상태 등에 대하여 감독자의 검사 및 승인을 받아야 한다. 또한, 배치 플랜트는 다음의 조건에 맞아야 한다.

2.5.1 골재나 시멘트의 계량장치에 붙어 있는 저울의 최소눈금은 저울 전체 용량의 1/200보다 커서는 안 되며, 저울의 정도를 확인할 수 있도록 공인기관의 검정을 받은 20 kg 짜리 추 10개 이상, 1 kg 표준분동 5개 이상을 항상 비치하여야 한다.

2.5.2 계약상대자는 배치 속에 들어 있는 재료의 정확한 질량을 배치플랜트 조종원과 감독자가 쉽게 확인 할 수 있는 위치에 계량기를 설치하여야 한다.

2.5.3 계량장치

(1) 자동식 배치 플랜트는 완전 자동식이며, 시멘트, 골재, 물을 한 배치분씩 자동으로 계량할 수 있어야 하고, 혼화재료의 계량 및 투입 또한 자동이어야 한다.

(2) 또한 계량시간 및 정밀도 유지를 위하여 90 %용 및 10 %용의 2게이트 형식으로 구성되어야 한다.

(3) 하중감지장치의 교체 및 추락방지를 위하여 별도의 장치를 구비하여야 한다.

(4) 하중감지장치는 접지선으로 반드시 연결하여 파손 및 오작동을 방지하여야 한다.

(5) 혼화제 계량장치는 종류별로 구성되며, 단독 계량하여야 한다. 또한 과다계량 방지장치가 구비되어야 한다.

2.5.4 저장시설

(1) 굵은골재는 서중 콘크리트 생산을 위하여 살수장치를 구비한다.

(2) 중간 저장시설은 원활한 배수를 위하여 4 % 이상 경사와 서중 및 한중 때를 대비하여 수분 및 온도 변동방지시설을 설치하여야 한다.

(3) 굵은골재 세척시설을 구비하여야 한다. 단, 이송 및 낙하에 의한 재료분리 방지설비가 부착되어야 한다.

(4) 시멘트 및 광물질 혼화재의 인수 검사 및 사용 중 품질변동을 수시로 검사할 수 있도록 별도의 시료채취 설비가 설치되어야 한다.

(5) 화학혼화제 저장시설은 자동 온도조절장치 · 잔량확인장치 · 교반장치 · 희석장치가 설치되어야 하고, 침전물 등을 청소할 수 있는 설비를 구축하여야 한다.

(6) 회수수를 사용할 경우 KS F 4009 부속서 2에 규정한 품질기준에 적합여부를 확인하여야 하며, 슬러지수는 고형분율 3 %(단위결합재량 질량비)를 초과할 수 없다. 또한 슬러지 고형분율 1 %를 초과하여 사용하는 경우 콘크리트 배합을 보정하여야 한다.

(7) 서중 및 한중 때를 고려하여 혼합수 온도조절장치를 설치하여야 한다.

(8) 잔골재의 표면수율 변동을 실시간으로 확인하기 위하여 표면수 측정기를 설치하여야 하며, 측정 센서의 신뢰도는 실측 표면수율 대비 1 % 이하이어야 한다.

2.5.5 자동식 배치 플랜트를 사용할 경우에는 각 배치마다 투입되는 골재, 시멘트, 물 및 혼화재료의 양을 자동적으로 정확하게 기록할 수 있도록 기록장치가 부착되어 있어야 한다. 배치의 각종 기록결과(굵은골재의 최대치수, 슬럼프, 공기량, 물-결합재비, 각종 단위 재료량)는 감독자에게 제출

하여야 한다.

(1) 투입골재, 시멘트, 물, 혼화재료의 각 배치분의 질량, 골재 표면수율, 입도보정비율 등

(2) 각 배치의 일자 및 시간

(3) 콘크리트 등급의 표시

(4) 각 배치의 일련번호

2.5.6 배치플랜트장에는 규정된 시험을 실시하기에 충분한 시설과 공간을 갖춘 시험실을 설치하여야 한다.

2.5.7 고강도, 내염해성 등 맞춤형 콘크리트 생산이 가능한 설비 구축

(1) 혼화재 혼입 콘크리트를 사용할 때에는 혼화재 저장용 사일로 별도 설치 (150 t 이상)

(2) 혼화제 저장탱크 3기 이상 설치

(3) 골재저장시설 및 골재투입빈 5칸으로 설치

2.5.8 시멘트 콘크리트 믹서

(1) 믹서형식 : 강제식 이축형식(rpm 30회 이상)

(2) 혼합상태를 파악할 수 있는 믹서 혼합상태 확인용 웹 카메라 설치 등 전자동 생산 시스템 설치

(3) 믹서의 성능은 KS F 2455에 따라 시험한 값이 다음 값 이하여야 하며, 감독자의 승인을 받은 것을 사용하여야 한다.

① 콘크리트 중의 모르타르와 단위용적 질량의 차 : 0.8 %

② 콘크리트 중의 단위 굵은골재량의 차이 : 5 %

(4) 시멘트 콘크리트 믹서에는 물을 계량하는 장치와 반죽된 콘크리트를 배출하여 내는 적절한 장치가 부착되어 있어야 한다.

(5) 믹서는 그 내부에 단단한 콘크리트나 모르타르가 부착되어 있거나 믹서의 날개 마모로 인하여 기능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 발생하므로 매일 검사를 하여야 한다.

(6) 믹서의 날개는 제작 당시의 날개보다 20 mm 이상 마모되었을 경우에는 이를 즉시 교체하여야 한다.

(7) 혼합수 방출구는 믹서내부의 코팅과 깊은 관계가 있으므로 축의 전면에 걸쳐 살수될 수 있도록 분사장치를 설치한다.

(8) 현장 기능공은 믹서 가동 초기, 중간 및 마지막 무렵에 반죽된 콘크리트 시료를 채취하여 반죽질기(consistency) 시험을 실시하여야 한다.

(9) 만약 시험한 결과 슬럼프 및 공기량의 값이 규정된 허용치를 초과할 경우에는 믹서 가동을 중지하고 조정하여야 한다.

(10) 모든 믹서에는 초 단위 타이머 장치가 부착되어 있어서 비비는 시간 동안은 자동적으로 배출 레버를 잠그고, 비비는 시간이 끝나면 자동적으로 배출하게 하여야 한다.

(11) 믹서의 드럼 속에 든 한 배치분의 혼합물은 일체를 비운 후 다음분 배치 재료를 투입하여야 하며 만약 한 배치 재료 이상이 투입되었을 경우에는 그 재료 전부를 버려야 한다.

(12) 믹서성능시험은 반기마다 1회 실시하여 종별 혼합시간을 조정하여야 한다.

① 고강도, 저슬럼프, 일반콘크리트에 대한 종별 믹서성능시험을 실시하여야 한다.

② 자동생산시스템 구축 및 생산기록지를 '초' 단위로 출력 관리 한다.

(13) 서중 · 한중콘크리트 타설을 대비한 보온시설(보일러, 히팅시설 등) 및 보냉시설(스프링클러, 칠러 등)을 설치한다.

(14) 계량장치 검 · 교정 : 공인기관 1회/반기, 자체 1회/월(계량정밀도 : 1 % 이내)

2.6 시멘트 콘크리트의 품질기준

구조물용에 사용할 콘크리트의 품질기준은 설계도서에 규정된 것과 같아야 한다. 설계도서에 명시되지 않은 사항이나 규정된 품질기준보다 높은 품질기준의 콘크리트를 사용하고자 하는 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

콘크리트 포장용으로 사용하는 시멘트 콘크리트는 휨 강도를 기준으로 품질관리 하여야 하며, 기타 공사용 시멘트 콘크리트는 별도로 규정하지 않는 한 압축 강도를 품질관리기준으로 한다. 시멘트 콘크리트의 품질기준은 표 15-4-2와 같다.

2.6.1 조강 콘크리트

설계도서에 조강 콘크리트로 명시된 콘크리트포장 표층 보수공사와 교량슬래브 보수공사, 기타 감독자가 서면으로 승인한 콘크리트 공사에 사용한다.

표 15-4-2 시멘트 콘크리트 품질기준

구분		설계기준강도 (MPa)	Gmax (mm)	최대 W/B (%)	표준 공기량 (%)	슬럼프 (mm)	적용 구조물 (일반적 기준)
구조물공	PSC (고강도)	45	13	40	5	150	PSM교 세그멘트
			20	40	5	150	FCM교 세그멘트
		40	20	40	5	150	PSC Box GR. 및 슬래브, PSC빔, Preflex 하부플랜지
	일반 콘크리트	30	25	40	6	130	교량 노출 바닥판
		27	25	45	6	130	주형교량 슬래브, PSC빔교 바닥판, RC슬래브, Steel Box 거더교, 교각, 중분대 기초
						150 (80)	
		24	25	50	6	150	터널 라이닝 및 필요할 때
			30				교량하부구조(교각, 교대, 우물통본체), 교량날개벽, RC옹벽, 암거, 암거접속슬래브, 방음벽기초
		24	25	50	4% 이하	450±50 (플로우)	수중불분리성 콘크리트 (호칭강도 : 30 MPa)
		21	25	50	6	80	절성토부 도수로, 도수로집수거, V・L・U형측구, 중분대 및 길어깨 집수정
				50	6	150	
			40	55	1~2	80	중력식옹벽, 매스콘크리트, 부대시설기초, 배수관기초
		15	50(40)	–	1~2	80	레벨링 콘크리트, 속채움 콘크리트(우물통기초)
	중앙분리대	24	25	45	6	20~50	
	난간	24	19(25)	45	6	20~50	
	L형측구 (다이크)	21	19(25)	50	6	20~50	
포장	기계	f_{bk}=4..5	30	45	6	40 이하	
	인력					80	
빈배합		f_7=5	40	–	1~2	–	
숏크리트		f_{28}=20	10	50	1~2	80~120	강섬유 미첨가
		f_{bk}=4.5	10	50	1~2	80~120	강섬유 첨가

주 1) 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.
2) 상기 품질기준은 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우이며, 특수한 조건의 경우에는 관련 시방서를 적용한다.

2.7 시료 채취 및 시험 방법

2.7.1 시료 채취 : 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취는 KS F 2401에 따른다.

2.7.2 슬럼프 시험 : 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402에 따른다.

2.7.3 공시체 제작 : 콘크리트 강도 시험용 공시체 제작은 KS F 2403에 따른다.

2.7.4 압축 강도 : 콘크리트의 압축 강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

2.7.5 휨 강도 : 콘크리트의 휨 강도시험은 KS F 2408에 따른다.

2.7.6 공기량 시험 : 굳지 않은 콘크리트의 단위용적질량 및 공기량에 의한 시험은 KS F 2409에 따르며, 굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험(공기실 압력방법)은 및 KS F 2421에 따른다.

2.7.7 믹서의 비비기 성능시험 : 믹서로 비빈 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험은 KS F 2455에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-5 레디믹스트 콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 레디믹스트 콘크리트에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2455 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험 방법
KS F 2509 잔골재의 표면수량 측정 방법
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-4절 1.2에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 품질시험성과표를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

레디믹스트 콘크리트용 재료는 별도로 규정하지 않는 한 이 시방서 15-4절의 2.2의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.1 콘크리트의 품질에 관한 지정 및 지시

2.1.1 콘크리트의 설계기준 강도, 슬럼프 및 굵은골재의 최대치수는 설계도서에 따르며, 기타 필요한 사항에 대하여는 감독자의 승인을 받아야 한다.

(1) 시험실에서 양생한 공시체의 강도는 다음의 두 가지 요건이 충족되면 만족할 만한 것으로 간주할 수 있다.

① 3번의 연속강도 시험의 결과 그 평균값이 f_{ck} 이상일 때

② 개개의 강도 시험값이 $f_{ck} \leq 35$ MPa인 경우 ($f_{ck}-3.5$) MPa 이상일 때, 또는 $f_{ck} > 35$ MPa인 경우 0.9 f_{ck} 이상일 때

(2) 강도 시험에서 공시체의 재령은 표준품인 경우 28일, 특수품인 경우 구입자가 지정한 일수로 한다.

(3) 슬럼프 및 공기량은 설계도서에 명시한 것에 대하여 표 15-5-1, 표 15-5-2의 허용차 범위 이내이어야 한다.

표 15-5-1 슬럼프의 허용차

항 목		허 용 차 (mm)
슬 럼 프 (mm)	25	±10
	50 및 65	±15
	80 이상	±25

표 15-5-2 공기량의 허용차

항 목	공 기 량 (%)	허 용 차 (%)
보통 콘크리트	4.5	±1.5
경량 콘크리트	5.5	
포장 콘크리트	4.5	
고강도 콘크리트	3.5	

표 15-5-3 강도

항 목	제 작
강 도	- 3조 이상 제작할 때 fck ≤ 35 MPa: ① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상 ② 1회 시험값이 설계기준 압축강도-3.5 MPa 이상 fck > 35 MPa: ① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상 ② 1회 시험값이 설계 기준 압축강도의 90 % 이상 - 3조 미만 제작할 때 : 각 1조(3개) 압축강도 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상

(4) 콘크리트에 포함된 염화물 함유량은 콘크리트 배출 지점에서 염소 이온(Cl^-)량으로서 0.30 kg/m³ 이하이어야 한다. 다만, 구입자의 승인을 얻은 경우에는 0.60 kg/m³ 이하로 할 수 있다.

2.1.2 공장은 원칙적으로 KS 표시허가 인증 공장으로서 재료시험기사의 자격을 가진 기술자 또는 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하는 공장을 선정하여야 한다.

2.2 재료의 계량

2.2.1 각 시료는 시방배합을 현장배합으로 고쳐 계량한다. 잔골재의 표면수량 시험은 KS F 2509에 따라야 한다.

2.2.2 각 재료는 1회 비비기 양마다 중량으로 계량한다. 단, 물과 혼화제 용액은 중량 또는 체적으로 계량한다.

2.2.3 각 재료의 계량오차는 표 15-5-4의 값 이하로 한다.

표 15-5-4 재료의 계량 오차

재 료 의 종 류	허 용 오 차 (%)	비 고
물, 시멘트	±1	
혼 화 재	±2	
골 재	±3	
혼화제 용액	±3	

2.2.4 혼화재는 중량으로 계량하여야 하며, 포대수로 계량할 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.3 제조설비

2.3.1 재료저장 설비

(1) 시멘트의 저장 설비는 품종별로 구분하며, 시멘트의 풍화를 방지할 수 있어야 한다.

(2) 골재의 저장설비 및 저장설비로부터 배치 플랜트까지의 운반설비는 골재를 균등하게 공급할 수 있어야 한다.

① 골재의 저장 설비는 종류별 · 품종별로 칸막이를 설치하고, 크고 작은 골재가 각각 분리되지 않도록 되어 있어야 한다.

② 골재의 저장바닥은 콘크리트 등으로 하고, 배수시설을 하여야 하며, 해로운 물질이 혼입되지 않아야 한다.[1)]

주[1)] 경량골재를 사용할 경우에는 살수설비를 갖추어야 한다.

③ 골재의 저장은 콘크리트 최대 출하량의 1일분 이상에 상당하는 골재를 저장할 수 있어야 한다.

(3) 혼화재료의 저장설비는 종류별 · 품종별로 구분하고, 혼화재료의 품질의 변화가 생기지 않도록 되어 있어야 한다.

2.3.2 배치 플랜트

(1) 배치 플랜트에는 각 재료별 저장빈(bin)을 구비하여야 한다.

(2) 계량기는 이 시방서 15-5의 2.2에 규정한 오차로 각 재료를 계량할 수 있는 정밀도를 갖는 것이어야 하며, 계량한 값은 정밀도로 지시할 수 있는 지시계를 갖추어야 한다.

(3) 모든 지시계는 조종원이 볼 수 있는 곳에 위치하고, 계량기는 조종원이 용이하게 조작할 수 있어야 한다.

(4) 계량기는 서로 다른 배합의 각 재료를 연속적으로 계량할 수 있어야 한다.

(5) 계량기는 잔골재의 표면수량에 따른 계량치의 보정을 쉽게 할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

2.3.3 믹 서

(1) 믹서는 고정식 믹서를 사용하여야 한다.

(2) 믹서는 소정 슬럼프의 콘크리트를 규정한 용량으로 비빌 때 각 재료를 충분히 비벼 균일한 상태로 배출할 수 있어야 한다.[2)]

주 [2)] 믹서는 소정의 용량을 소정의 시간에 혼합하여 KS F 2455 (믹서로 비빈 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험방법)에 따라 시험한 값이 다음에 표시한 값 이하이면 콘크리트를 균등히 비빌 성능을 가졌다고 판단하여도 좋다.

콘크리트 중의 모르타르의 단위용적 질량차 ····· 0.8 %

콘크리트 중의 단위 굵은 골재량의 차 ····· 5 %

2.3.4 운반차

(1) 콘크리트의 운반에는 다음 성능을 가진 트럭 믹서 또는 트럭 에지테이터를 사용한다.

① 비빈 콘크리트를 충분히 균일하게 유지하고 재료분리를 일으키지 않도록 쉽고도 완전하게 배출할 수 있어야 한다.

② 콘크리트의 1/4과 3/4의 부분에서 각각의 시료를 샘플링[3)]하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 그 양쪽의 슬럼프 차가 30 mm 이내이어야 한다.

주 [3)] 이때는 배출되는 콘크리트 흐름의 개개 부분의 전 단면을 끊어지도록 시료를 채취한다.

(2) 덤프 트럭은 포장용 콘크리트를 덤프 트럭으로 운반하는 계약을 했을 때만 사용할 수 있다. 덤프 트럭의 적재함 바닥은 평활하고 방수성능이 있는 것으로 하고, 필요에 따라 바람 · 비에 대한 보호를 위하여 방수 덮개를 가진 것이어야 한다.

2.4 혼 합

2.4.1 콘크리트는 이 절 2.3.3에서 규정하는 믹서로 공장 내에서 균일하게 비비는 것으로 한다.

2.4.2 콘크리트의 비빔량 및 비비기 시간은 KS F 2455에서 규정한 시험을 하여 결정하는 것으로 한다.

2.5 운 반

2.5.1 콘크리트의 운반은 이 절 2.3.4에서 규정하는 운반차로 운반하여야 한다.

2.5.2 트럭 믹서나 트럭 에지테이터를 사용할 경우, 콘크리트는 비비기를 시작하여 1.5시간 이내에 공사지점에서 배출할 수 있도록 운반하여야 한다. 감독자의 승인을 받았을 경우에는 운반시간의 한도를 단축 또는 연장할 수 있다.[4)]

2.5.3 포장용 콘크리트를 운반할 경우, 덤프 트럭 운반시간의 한도는 비비기를 시작하여 1시간 이내로 한다.[4)]

공사 지점에서 배출할 때, 콘크리트 표면에서 1/3과 2/3의 분량에서 각각의 시료를 채취하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 그 양쪽의 슬럼프 차가 20 mm 이상 되어서는 안 된다.

주 [4)] 더운 여름철에는 운반시간의 한도를 짧게 하는 것이 좋다.

2.6 비비기 및 운반에 대한 통제

2.6.1 한 배치와 다음 배치의 콘크리트를 치는 시간 간격을 통제하여야 하며, 어떠한 경우라도 30분을 초과하여서는 안 된다.

2.6.2 콘크리트 혼합물의 균질성과 품질관리를 위하여 계약상대자는 현장과 배치플랜트 장에 2방향 통신시설을 설치하여야 한다.

2.6.3 레디믹스트 콘크리트의 운반방향과 시간을 통제하기 위하여 감독자는 배치플랜트 장에서 콘크리트 기록표를 작성하여 트럭 운전자에게 발부하여야 한다.

2.6.4 콘크리트 기록표에는 배치플랜트 명칭 및 위치, 한 배치의 크기, 콘크리트의 등급, 비비기 완료시간과 필요할 때에는 드럼의 회전수도 기록하여야 한다.

2.6.5 현장 도착 후 트럭 운전원은 콘크리트의 기록표를 타설 현장에 있는 감독자에게 제출하여야 하며, 현장에 도착된 콘크리트는 콘크리트 기록표에 의하여 시방기준에 맞는지의 여부를 확인한 후 사용하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-6 혼화재료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트용 혼화재료로 사용할 혼화재와 혼화제에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화재
KS F 2561 철근콘크리트용 방청제
KS F 2562 콘크리트용 팽창재
KS F 2563 콘크리트용 고로 슬래그 미분말
KS L 5106 공기투과장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험방법
KS L 5405 플라이애시
ASTM C 1017/C 1017M Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete
ASTM C 1107 Standard Specification Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout(Nonshrink)

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 저장상 유의점

2.1.1 혼화재료는 먼지 기타의 불순물이 혼입되지 않도록 유의하여야 하며, 분말상으로 된 혼화재는 습기를 흡입하거나 굳어지는 일이 없도록 하여야 하고, 액체상의 혼화제는 분리되거나 변질되는 일이 없도록 저장하여야 한다.

2.1.2 혼화재는 비산하지 않도록 취급에 주의하여야 한다.

2.1.3 혼화재는 방습적인 사이로 · 창고 등에 품종별로 구분하여 저장하고, 입하 순으로 사용하여야 한다.

2.1.4 혼화재료의 저장기간이 너무 오래되었거나 이상이 있다고 인정될 경우에는 사용하기 전에 시험하여야 한다. 시험결과 규정된 성질을 얻지 못할 때는 그 혼화재료를 사용하여서는 안 된다.

2.2 혼화재료의 종류 및 품질기준

콘크리트용 혼화재료에는 혼화재와 혼화제가 있다. 혼화제에는 AE제 · AE감수제 · 고성능AE감수제 · 감수제 · 응결경화촉진제 · 지연제 · 급결제 · 방수제 · 발포제 · 접착제, 유동화제 및 철근의 방청제 · 수중불분리성혼화제 · 무수축그라우트제 등이 있으며, 혼화재에는 플라이애시 · 고로슬래그 미분말 · 천연 포졸란 · 실리카퓸 · 팽창혼화재 · 착색재 등이 있다.

2.2.1 혼화제

(1) 혼화제로 사용할 AE제, AE감수제, 고성능AE감수제 및 감수제는 KS F 2560에 적합한 것이어야 한다.

(2) 콘크리트용 화학 혼화제의 종류는 표 15-6-1과 같다.

표 15-6-1 콘크리트용 화학 혼화제의 성능에 따른 구분

종 류	
A E 제	-
감 수 제	표 준 형
	지 연 형
	촉 진 형
AE 감수제	표 준 형
	지 연 형
	촉 진 형
고성능 AE 감수제	표 준 형
	지 연 형

(3) 혼화제의 품질은 KS F 2560의 6. 시험방법에 따라 시험하였을 때 표 15-6-2의 품질기준에 적합하여야 한다.

(4) 유동화제는 별도로 규정하는 규준(콘크리트용 유동화제 품질규준)에 적합한 것이어야 한다.

(5) 수중불분리성 혼화제는 별도로 정하는 규준(콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준)에 적합한 것이어야 한다.

(6) 무수축그라우트제는 ASTM C 1107에 적합한 것이어야 한다.

(7) 방청제는 KS F 2561에 적합한 것이어야 한다.

(8) (3)~(7) 이외의 혼화제에 대하여서는 그 품질을 확인하고 사용법을 충분히 검토한 후 감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

표 15-6-2 콘크리트용 화학 혼화제의 성능

품질항목 \ 종류		AE제	감수제			AE 감수제			고성능 AE 감수제	
			표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형
감수율 (%)		6 이상	4 이상	4 이상	4 이상	10 이상	10 이상	8 이상	18 이상	18 이상
블리딩 양의 비 (%)		75 이하	100 이하	100 이하	100 이하	70 이하	70 이하	70 이하	60 이하	70 이하
응결시간의 차 (min)	초결	-60~+60	-60~+90	+60~+210	+30 이하	-60~+90	-60~+210	+30이하	-30~+120	+90~+240
	종결	-60~+60	-60~+90	+210 이하	0 이하	-60~+90	+210 이하	0 이하	-30~+120	+240 이하
압축강도의 비 (%)	재령 3일	95 이상	115 이상	105 이상	125 이상	115 이상	105 이상	125 이상	135 이상	135 이상
	재령 7일	95 이상	110 이상	110 이상	115 이상	110 이상	110 이상	115 이상	125 이상	125 이상
	재령 28일	90 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	115 이상	115 이상
길이 변화비 (%)		120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	110 이하	110 이하
동결융해에 대한 저항성 (상대 동탄성계수, %)		80 이상	-	-	-	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상
경시 변화량	슬럼프 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	60 이하	60 이하
	공기량 (%)	-	-	-	-	-	-	-	±1.5 이내	±1.5 이내

비고) 1. 슬럼프 80 mm 및 180 mm의 어느 콘크리트에 대하여서도 위의 규격에 적합하여야 한다. 단, AE제 및 AE감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수)의 규정값은 슬럼프 80 mm, 고성능 AE감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수) 및 경시변화량의 규정값은 슬럼프 180 mm의 콘크리트에 대하여 각각 적용한다.

2. 전체 알칼리양은 0.3 kg/m³ 이하이어야 한다.

2.2.2 혼화재

(1) 플라이애시

① 혼화재로 사용할 플라이애시는 KS L 5405에 적합한 것이어야 한다.

② 플라이애시란 미분탄 연소보일러의 연소가스로부터 집진기로 채취한 재로서 콘크리트의 혼화재로 사용할 때 콘크리트의 워커빌리티를 개선하여

단위수량을 감소시키고, 수화열로 인한 온도상승을 감소시킬 수 있고, 장기강도를 증가시킬 수 있으며, 수밀성 증대 및 화학적 침식에 대한 내구성 증대효과를 기대할 수 있어야 한다.

③ 플라이애시의 품질은 표 15-6-3의 규격에 적합한 것으로 한다.

표 15-6-3 플라이애시의 요구사항

항 목 \ 종 류		플라이애시 1종	플라이애시 2종	비 고
이산화규소 (%)		45.0 이상	45.0 이상	
수 분 (%)		1.0 이하	1.0 이하	
강열감량 (%)		3.0 이하	5.0 이하	
밀 도 (g/㎤)		1.95 이상	1.95 이상	
분말도	4.5 ㎛체 잔분 (망체 방법)[1](%)	10 이하	40 이하	
	비표면적 (브레인 방법)(㎠/g)	4,500 이상	3,000 이상	
플로값 비(%)		105 이상	95 이상	
활성도 지수 (%)	재령 28일	90 이상	80 이상	
	재령 91일	100 이상	90 이상	

주 1) 브레인 방법(공기투과 장치에 의한 분말도)에 따르되 망체 방법은 참고값으로 한다.

④ 플라이애시를 포장할 때는 시멘트용 크라프트 종이포대 등 방습용 포대를 사용하거나 벌크차를 사용한다. 지대 표면에는 명칭, 무게 또는 부피, 제조자명 또는 그 약호, 제조년월일 또는 그 약호, 취급상의 주의사항에 대하여 표시한다.

(2) 팽창재

① 혼화재로 사용할 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562에 적합한 것이어야 한다.

② 콘크리트용 팽창재를 적절하게 사용하여 팽창콘크리트를 만듦으로써 콘크리트의 건조수축이나 경화수축 등에 기인하는 균열의 발생을 저감할 수 있고 혹은 화학적 프리스트레스를 도입하여 균열에 대한 내력을 향상시킬 수 있는 등 뛰어난 효과가 얻어진다.

③ 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562 5.~7.에 의하여 시험하고 표 15-6-4에 적합한 것으로 한다.

표 15-6-4 콘크리트용 팽창재 품질 기준

항 목			규 정 값	적용 시험항목
화학 성분	산화마그네슘 (%)		5.0 이하	KS F 2562의 6.1
	강열 감량 (%)		3.0 이하	KS F 2562의 6.2
물리적 성질	비표면적 (㎠/g)		2,000 이상	KS F 2562의 7.1
	1.2 mm 체 잔분[1] (%)		0.5 이하	KS F 2562의 7.2
	응 결	초 결 (분)	60 이후	KS F 2562의 7.3
		종 결 (시간)	10 이내	
	팽창성 (길이 변화율,%)	7일	0.030 이상	KS F 2562의 7.4
		28일	−0.020 이상	
	압축 강도 (MPa)	3일	6.9 이상	KS F 2562의 7.5
		7일	14.7 이상	
		28일	29.4 이상	

주 1) 1.2 mm 체는 KS A 5101-1에 규정하는 시험용체 1.18 mm이다.

④ 콘크리트용 팽창재를 포장할 때는 시멘트용 크라프트 종이포대 등 방습 포장 포대에 포장하여야 하며, 포장하지 않는 경우에는 벌크차의 송장에 명칭 · 무게 또는 부피 · 제조자명 또는 그 약호 · 제조년월일 또는 그 약호 · 취급상의 주의사항에 대하여 표시한다.

(3) 고로 슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합한 것이어야 한다.

(4) (1), (2) 및 (3) 이외의 혼화재에 대하여서는 그 품질을 확인하고 그 사용 방법을 충분히 검토한 후 감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-7 줄눈재료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 신축이음에 사용하는 줄눈판과 주입 줄눈재에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

ASTM C 920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants

ASTM C 1193 Standard Guide for Use of Joint Sealants

ASTM D 994 Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete(Bituminous Type)

ASTM D 1752a Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction

ASTM D 2628 Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements

ASTM D 5893 Standard Specification for Cold Applied, Single Component, Chemically Curing Silicone Joint Sealant for Portland Cement Concrete Pavements

ASTM D 6690 Standard Specification for Joint and Crack Sealants, Hot Applied, for Concrete and Asphalt Pavements

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 줄눈판

2.1.1 줄눈판은 콘크리트 슬래브 팽창수축에 순응하고 팽창시에 밀려 빠져나오지 않아야 하며, 수축시에는 콘크리트 슬래브 사이에 틈이 생기지 않는 것이어야 한다. 줄눈판은 또한 내구적이고 설치할 때나 콘크리트를 다질 때에 부서지거나 구부러지거나 비틀어지지 않는 것으로 감독자의 승인을

받은 것을 사용하여야 한다.

2.1.2 줄눈판의 종류에는 목재계, 역청질계, 고무스폰지 및 수지발포체계 등이 있다.

2.1.3 역청질계 줄눈판은 KS F 2538에 적합하여야 하며, 줄눈판의 시험방법은 KS F 2471에 따른다.

2.1.4 줄눈재료의 품질에 대한 시방은 KS를 기준으로 하되 KS에 규정되지 아니한 것은 ASTM D 994, D 1752, D 1854, D 2628, D 6690 등을 참조하여 감독자의 승인을 받아 품질시험을 하여 사용하여야 한다.

2.2 주입줄눈재

2.2.1 콘크리트포장용 주입줄눈재에는 가열시공식과 상온시공식이 있다.

2.2.2 주입줄눈재는 콘크리트 슬래브의 팽창수축에 순응하고, 콘크리트와 잘 부착하며, 물에 녹지 않고 방수성이며, 고온일 때 유출되지 않고 저온일 때에도 충격에 잘 견디며, 수분 및 이물질의 침입을 막고 또한 내구적인 것으로서 감독자가 승인한 것을 사용하여야 한다.

2.2.3 주입줄눈재용 프라이머는 주입줄눈재 재질에 따라 적합한 품질의 것을 사용하여야 한다.

2.3 성형줄눈재

2.3.1 콘크리트포장용 성형줄눈재에는 내화학성 및 내구성이 우수한 재료를 줄눈 폭, 깊이에 맞추어 사전 제작한 후 적정한 도구를 사용하여 줄눈에 삽입하여야 한다.

2.3.2 성형줄눈재는 줄눈 절단 폭에 비하여 충분히 큰 폭의 것을 선택하여 줄눈에 삽입된 후 줄눈이 수축할 때에도 함몰 또는 돌출이 발생하지 않고 제자리를 유지하여 수분 및 이물질의 침입을 막을 수 있어야 한다.

2.3.3 성형줄눈재용 프라이머는 줄눈재 재질에 따라 적합한 품질의 것을 사용하여야 한다.

2.4 품질기준

2.4.1 아스팔트 계열의 줄눈재료 품질기준은 표 15-7-1과 같다.

표 15-7-1 아스팔트 계열 줄눈재료 품질기준 (ASTM D 6690)

종 류	Type Ⅰ	Type Ⅱ	Type Ⅲ	Type Ⅳ
설계사용 조건	-18 ℃, 50 % 신장 (extension) 【D 6690】	-29℃, 50 % 신장 (extension) 【D 3450】	-29 ℃, 50 % 신장 (extension) 【SS-S1401C】	-29 ℃, 200 % 신장 (extension)
콘 침입도 (25℃)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90 ~ 150
흐름성 (60 ℃, mm)	5.0	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)
접착성 (비침지)	- 18 ℃에서 시편 (25.4 mm) 시편을 5 0%, 5회 왕복 시험 후 3개 중 2개 이상 이상 없을 것	- 29 ℃에서 시편 (12.7 mm)시편을 50% , 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것	- 29 ℃에서 시편 (12.7 mm) 시편을 50%, 3회 왕복 시험 후 3개 모두 이상 없을 것	- 29 ℃에서 시편 (12.7 mm) 시편을 200 %, 3회 왕복 시험 후 3개 모두 이상 없을 것
접착성 (침수)	-	-	-29℃에서 시편 (12.7 mm) 시편을 50% , 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것	-
원상회복률, (%)	-	60 이상 (min)	60 이상 (min)	60 이상 (min)
노화시험 후 회복률, (%)	-	-	60 이상 (min)	-
아스팔트 호환성	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것

※ 국내 콘크리트 포장체의 온도를 고려 Type Ⅱ 이상 적용 가능하다.
※ 움직임 허용치는 ASTM C 719 및 ASTM C 920에 의거하여 -50/+100으로 한다.

2.4.2 실리콘 실란트의 품질기준은 표 15-7-2와 같다. 다만 국내 고속도로 여건에 따라 ASTM C 920 규정에 따른 Class 100/50 등급이 사용되어야 하며, 균일한 두께 유지를 위하여 Self-levelling 타입을 적용하고 중분대 구체, L형 측구 및 다이크부에는 흐름방지를 위하여 Non-Sag 타입을 적용한다.

표 15-7-2 실리콘 실란트 품질기준(ASTM D 5893-04 및 ASTM 920)

시험항목	시험방법	품질기준
유동성	ASTM C 639	굴곡 없는 매끄러운 표면
성형율(mℓ /min)	ASTM C 1183	≥50
가열처리후 효과	ASTM C 792	무게변화 10 % 미만, 균열, 백탁없을 것
불 점착성(h)	ASTM C 679	≤5
접착성 (-29 ℃, 100 % ext., immersed, non-immersed, oven-aged)	ASTM D 5893	이상없을 것
경도(-29 ℃, Type A2)	ASTM C 661	≤25
경도(23 ℃, Type A2)	ASTM C 661	≥30
흐름성	ASTM D 5893	No flow
최대 신장율, %	ASTM D 412(C)	≥600
인장력 150 %, 23 ℃, kPa	ASTM D 412(C)	≤310
촉진내후성, 5,000시간	ASTM C 793	흐름, 끈적함, 필름형성, 재전환, 수포, 균열, 백탁 등이 없을 것
복원력, %	ASTM D 5893	≥75
움직임허용치(-50/100 %)	ASTM C 719	흐름, 끈족암, 필름형성, 재전환, 수포, 균열, 백탁등이 없을 것
주사전자현미경을 이용한 EDS시험	ASTM E 1508	Si>C

※ 촉진내후성 시험은 공급원 승인을 위한 최초 시험단계 단계에서 1회 실시하며 그 결과는 5년간 유효한 것으로 하며 이후 「주사전자현미경을 이용한 EDS 시험법(ASTM E 1508)」에 따른 성분분석 시험결과에서 종전의 재료성분과 차이가 나타나면 추가 촉진내후성 시험을 실시하여야 한다.

2.4.3 성형줄눈재의 품질기준은 재료의 종류에 따라 표 15-7-3과 15-7-4를 적용한다.

표 15-7-3 EPDM(ethylene propylene rubber)계 성형줄눈재 품질기준 (TL Fug-StB 01)

종 류	시험방법	품 질 기 준
경 도	KS M 6784	IRHD 또는 듀로미터 경도 60~80(±5)
내구성과 팽창성	KS M 6782	내구성 ≥9 MPa 강도 등급에서의 팽창성: 60/300 %, 70/200 %, 80/125 %
열 숙 성	KS M 6788	하중을 받지 않는 표본에 대한 최대 변화, IRHD 경도 : -5에서 +8까지 팽창성 : -30에서 +10%까지

표 15-7-3 EPDM(ethylene propylene rubber)계 성형줄눈재 품질기준 (TL Fug-StB 01) 계속

종 류		시험방법	품 질 기 준
저온과 고온 에서의 회복력		ASTM D 2628-91	-10℃: ≥ 70-%, 70℃: ≥ 80-%
과도한 팽창에 대한 보호력		*	초기신장률 2.5 % 이하 300 N에서의 신장률 4.5 % 이하
노화시험 (70±1℃, 96시간)	인장강도 변화율	KS M 6518	≤-20 %
	신장율 변화율	KS M 6518	≤-10 %
영구 압축율		KS M 6518	≤-20 %
영구 신장율		KS M 6518	≤-12 %

※ 시편을 물림거리 500 mm, 인장속도 50 mm/min 으로 시험하여 인장하중이 300 N 이상이 되도록 한 후 기울기가 급격히 변하는 초기점과 300 N에서의 각각의 신장율을 구한다.

표 15-7-4 폴리클로로프렌계 성형줄눈재 품질기준 (ASTM D 2628)

종 류	시험방법	품 질 기 준
인장강도(최소, MPa)	ASTM D 412	13.8
파단시 신장율(%)	ASTM D 412	250
오븐 처리후 성능, 70시간, 100℃ 인장강도 손실율(최대, %) 신장율 감소(최대,%) 경도, A형 경도계, point change	ASTM D 573	 최대 20 % 최대 20 % 1~+10
오일팽윤율, ASTM oil 3, 70시간, 100 ℃ 무게변화율(최대변화율, %)	ASTM 471	최대 45 %
오존 저항성, 70시간, 40 ℃, 공기중 농도 300 ppm 처리 후 20 % 변형	ASTM D 1147	균열 없을 것
저온 경화도 7일, -10 ℃ 경도, A형 경도계, point change	ASTM D 2240	0~+15
저온회복율(최소, %) 72시간, -10 ℃ 50 % 굽힘	ASTM D 2628	88
저온회복율(최소, %) 22시간, -29 ℃ 50 % 굽힘	ASTM D 2628	83
고온회복율 70시간, 100 ℃ 50 % 굽힘	ASTM D 2628	85
굽힘 압축강도(최소, N/m) 폭의 80 %	ASTM D 2628	613

3. 시 공

해당사항 없음

15-8 콘크리트 양생재

15-8-1 콘크리트 양생용 액상피막 형성제

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트를 양생할 때 수분의 손실 방지에 사용하는 액상피막 형성제에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 2406 콘크리트 양생용 재료의 보수능력 시험방법
KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종 류

콘크리트 양생용 액상 피막 형성제에는 다음의 5가지 형식이 있으며, 이들은 굳지 않은 콘크리트의 양생제로 사용하는데 적합할 뿐만 아니라 거푸집 제거 후의 콘크리트 또는 초기 습윤양생 후의 콘크리트 양생제로도 사용할 수 있어야 한다.

1형 : 투명 또는 반투명
1-D형 : 투명 또는 퇴색이 잘되는 염료를 지닌 반투명
2형 : 백색안료 사용
3형 : 담회색 안료 사용
4형 : 흑색

2.2 품질기준

2.2.1 성분 및 성질

(1) 액상 피막 형성제의 성분은 제한되지 않으나, 유독하거나 인화성이 있어서는 안 된다. 벤젠, 4염화탄소, 메틸알코올, 기타 유독재료는 허용될 수 없다.

(2) 투명 또는 반투명 1형 액상 피막 형성제는 담색으로서, 일시적으로 염료가 함유되어 있어도 좋으며, 콘크리트 표면에 사용 후 적어도 4시간 동안 쉽게 식별할 수 있어야 하고, 이 색은 필요하다면 사용 후 7일 이내에 눈에 띄지 않아야 한다.

(3) 백색안료를 사용한 2형 액상 피막 형성제는 미분 백색안료와 전색제로 구성되며, 기존 제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 적용비율로서 새로운 콘크리트에 적용할 경우에는 균등한 백색 겉모양을 나타내고, 콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이어야 한다. 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우에 햇볕에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사능력이 마그네시아의 반사능력의 60 % 이상이어야 한다.

(4) 담회색 안료를 사용한 3형 액상 피막 형성제는 미분 담회색 안료와 전색제로 구성되며, 기존 제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 비율로 새로운 콘크리트에 사용하는 경우에 균등한 담회색 외관을 나타내고, 콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이어야 한다. 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우 햇볕에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사능력이 마그네시아 반사능력의 50 % 이상이라야 한다.

(5) 흑색의 4형 액상 피막 형성제에 대해서는 특별한 규정이 정하여져 있지 않다.

2.2.2 피막의 성질

형성제는 습윤 콘크리트에 부착하고, 소정의 비율로 사용하였을 경우 연속된 밀착 박막을 형성하여야 한다. 건조했을 때 피막은 연속하여 유연하고, 찢어지거나 구멍이 없어야 한다. 시험 공시체에 대하여 사용 후 적어도 7일간 찢어지지 않는 피막으로 존재하여야 한다. 액상 피막형성제는 콘크리트에 대하여 해로운 작용을 하여서는 안 된다.

2.2.3 컨시스턴시(consistency)

액상 피막 형성제의 컨시스턴시는 24 ℃ 이상의 온도에서 분무노즐로 균등한 피복을 만들 수 있도록 쉽게 살포할 수 있어야 한다.

2.2.4 저장 안정도

피막 형성제는 변질되지 않고 3개월 이상 저장할 수 있어야 한다. 다만 유제형의 형성제는 동해에 견딜 수 있다고 기대할 수 없다. 형성제는 침강하였을 때에도 약간의 교반으로 쉽게 균등질성이 되어야 한다.

2.2.5 건조시간

습윤 콘크리트 면에 소정의 비율로 사용하였을 경우 피막 형성제는 온도

23±2 ℃, 상대습도 50±10 %, 최대공기유속 180 m/min 표준시험실 조건에서 4시간 이내에 건조되어야 하며, 붙는 일이 없어야 한다.
12시간 후 형성제는 그 위를 걸었을 때 자국이 나거나 붙지 않아야 하며, 미끈미끈한 면이 되어서는 안 된다.

2.2.6 습기유지

보수성 시험에서 액상 피막 형성제는 KS F 2406에 따라 시험할 때 72시간 동안 표면에서 물이 0.55 kg/㎡보다 더 손실되어서는 안 된다.

2.3 시료채취 및 시험방법

2.3.1 시료채취

액상 피막 형성제는 채취하기 전에 용기를 흔들어 잘 교반한다. 각각의 로트, 배치 또는 제조단위를 대표하는 1개의 용기에서 임의로 1개의 시료를 채취한다. 다만, 1개의 시료는 8,000 ℓ 이하를 대표하여야 한다.

2.3.2 시험방법

보수성 시험은 KS F 2406에 따른다.

2.4 포장 및 표시

액체 피막 형성제는 제조자가 봉인을 하는 용기에 넣어야 한다.
용기에는 제조자명, 형성제명 및 제조자 배치번호를 알기 쉽게 표시하여야 한다. 용기의 내용은 시험한 시료와 같은 것이어야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-8-2 분리막

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 포장의 분리막 공사에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS T 1093　포장용 폴리에틸렌 필름
KS M 7501　크라프트지

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재　료

2.1 종 류

일반적으로 사용하고 있는 분리막에는 폴리에틸렌 필름(polyethylene film)과 크라프트지(kraft paper)가 있다.

2.2 품질기준

분리막은 무근 콘크리트포장 슬래브 바닥과 보조기층면 또는 빈배합 콘크리트층면과의 마찰저항을 감소시켜 슬래브의 수축 · 팽창작용을 원활하게 하고, 콘크리트 모르타르의 손실을 방지하며, 보조기층면이나 빈배합 콘크리트의 이물질이 포장용 콘크리트에 혼입 되는 것을 방지하기 위하여 설치하는 재료를 말하며, KS M 3509(포장용 폴리에틸렌 필름), KS M 7501(크라프트지)의 규정에 적합한 것이어야 한다.

3. 시　공

해당사항 없음

15-9 말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 철근 콘크리트 말뚝, 강재 말뚝에 적용한다.

1.2 참조표준

KS F 4301 원심력 철근 콘크리트 말뚝
KS F 4303 프리텐션방식 원심력 PC 말뚝
KS F 4306 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
KS F 4307 프리텐션방식 진동 PC 말뚝
KS F 4602 강관말뚝
KS F 4603 H형강 말뚝
KS F 4604 열간 압연강 널말뚝

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 기성 철근콘크리트(RC) 말뚝

2.1.1 기성 철근콘크리트 말뚝은 중공원형단면을 가진 프리캐스트 말뚝을 사용하여야 하며, 말뚝의 종류 및 규정을 변경하고자 하는 경우에는 감독자의 승인을 받아야 한다.

2.1.2 기성 철근콘크리트 말뚝은 소정의 시설을 갖춘 승인된 제작자에 의하여 원심력 방법에 의하여 제작되어야 하며, 제작자는 말뚝의 콘크리트 강도, 비인장보강에 관한 설명서 등 상세한 자료를 첨부하여야 한다. 기성 철근콘크리트 말뚝은 KS F 4301(원심력 철근 콘크리트 말뚝)의 규격에 적합한 것을 표준으로 한다.

2.1.3 기성 철근콘크리트 말뚝의 선단은 타입에 대하여 충분히 안전함과 동시에 지반에 적합한 구조이어야 한다.

2.1.4 기성 철근콘크리트 말뚝의 머리부는 타격에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

2.1.5 기성 철근콘크리트 말뚝의 이음은 원칙적으로 이음 철구를 이용한 아크용접 이음으로 한다.

2.2 PSC·PHC 말뚝

2.2.1 PSC(Pre-tensioned Spun Concrete) 말뚝은 KS F 4303(프리텐션방식 원심력 PC말뚝), PHC(Pre-tensioned Spun High strength Concrete) 말뚝은 KS F 4306(프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝)의 규정에 적합한 것을 표준으로 한다.

2.2.2 PSC·PHC 말뚝의 선단은 타입에 대하여 충분히 안전하고 시공법을 고려한 구조임과 동시에 지반에 적합한 구조이어야 한다.

2.2.3 PSC·PHC 말뚝의 머리부분은 타격에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

2.2.4 PSC·PHC 말뚝의 머리부를 절단할 경우에는 필요에 따라 미리 말뚝의 머리부에 말뚝 본체 내 보강철근을 배치하여야 한다.

2.3 강재말뚝

2.3.1 강재말뚝은 말뚝 본체 · 선단부로 구분하며, 특별히 규정되어 있는 경우 기타 부분으로 구성된다. 그 형태는 설계도서에 따라야 한다. 강재말뚝은 이음이 없어야 하나 부득이한 경우에는 이음부분의 길이가 3 m 이상 되도록 또는 말뚝머리에서 1 m 이상 되는 부분에 이음을 할 수 있다. 이음 말뚝은 길이가 긴 부분이 말뚝의 끝단이 되게 타입하여야 한다. 이음하는 부분의 상세에 대하여서는 타입 전에 감독자의 승인을 받아야 한다. 강관말뚝은 KS F 4602의 규정에 적합한 것을 사용하여야 하며, H형 강말뚝은 KS F 4603의 규정에 적합한 것이어야 하고, 강널말뚝은 KS F 4604의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.3.2 강관말뚝 각 부분의 두께는 강도계산상 필요한 두께에다 부식에 의한 감소두께를 더한 것으로 결정되는데 최소 9 mm 이상으로 한다. 시공할 때 말뚝에 생기는 응력에 대하여서는 전단면을 유효한 것으로 한다.

2.3.3 강관말뚝의 부식감소두께는 말뚝이 흙 혹은 물에 접하는 면에 대하여서 고려한다. 다만, 강관의 안쪽 면에 대하여서는 고려하지 않아도 된다.

2.3.4 말뚝머리가 타입에 의하여 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우에는 필요에 따라 보강하며, 보강밴드의 두께는 9 mm를 표준으로 하고, 지반조건(자갈, 호박돌 등) 등으로 말뚝 선단부에 과다 응력이 발생하여 말뚝 손상이 예상되는 경우에는 선단부 밴드 두께 확대에 대하여 검토 후 적용한다.

2.3.5 말뚝 선단이 장애물 등에 의하여 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우 혹은 굳은 지반에 쉽게 타입되도록 할 경우에는 필요에 따라서 보강한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-10 철근 콘크리트용 봉강

15-10-1 일반철근

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 철근 콘크리트에 사용하는 원형 및 이형 봉강에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강

KS D 3051 열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 봉강의 종류

이형봉강은 8종류로 하고, 그 종류 및 기호는 표 15-10-1에 따른다.

표 15-10-1 봉강의 종류 및 기호

종 류	기 호	용 도
이형봉강	SD300 SD350 SD400 SD500 SD600 SD700	일반용
	SD400W SD500W	용접용

2.2 봉강의 치수, 무게 및 그 허용차

2.2.1 이형봉강의 치수, 무게 및 마디의 허용한도는 표 15-10-3의 기준에 따른다.

표 15-10-2 표준길이

표준길이 (m)	3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0

비고) 1. 코일의 경우에는 적용하지 않는다.
2. 표준길이 이외의 치수는 주문자와 제조사 사이의 협의에 따른다.

2.2.2 이형봉강의 표준길이는 표 15-10-2와 같고, 길이의 허용차는 표 15-10-5와 같다.

2.2.3 이형봉강 무게의 허용차는 계산 중량과 실제 중량과의 차를 계산 중량으로 나누어 백분율로 표시하는 것으로 하고, 다음의 두 가지 방법에 따른다.

(1) 이형봉강 1개를 선정하여 계량하였을 때의 무게와 표 15-10-3에 규정한 단위중량에 이 공시체의 길이를 곱하여 계산한 무게와의 차는 표 15-10-6의 허용차 범위 내이어야 한다.

(2) 이형봉강을 한 묶음으로 하여서 계량하였을 때의 무게와 표 15-10-3에 규정한 단위중량에 길이와 개수를 곱하여 계산한 무게와의 차는 표 15-10-7의 허용범위 내이어야 한다.

표 15-10-3 이형봉강의 치수, 무게 및 마디의 허용차

호칭명	단위무게 (kg/m)	공칭지름 (d) (mm)	공칭단면적 (S) (cm^2)	공칭둘레 (l) (cm)	마디의 평균간격 최대값 (mm)	마디 높이		마디 틈의 합계의 최대값[1] (mm)	마디와 축선과의 각도(°)
						최소 (mm)	최대 (mm)		
D4	0.110	4.23	0.1405	1.3	3.0	0.2	0.4	3.3	
D5	0.173	5.29	0.2198	1.7	3.7	0.2	0.4	4.3	
D6	0.249	6.35	0.3167	2.0	4.4	0.3	0.6	5.0	
D8	0.389	7.94	0.4951	2.5	5.6	0.3	0.6	6.3	
D10	0.560	9.53	0.7133	3.0	6.7	0.4	0.8	7.5	
D13	0.995	12.7	1.267	4.0	8.9	0.5	1.0	10.0	
D16	1.56	15.9	1.986	5.0	11.1	0.7	1.4	12.5	
D19	2.25	19.1	2.865	6.0	13.4	1.0	2.0	15.0	
D22	3.04	22.2	3.871	7.0	15.5	1.1	2.2	17.5	45
D25	3.98	25.4	5.067	8.0	17.8	1.3	2.6	20.0	이상
D29	5.04	28.6	6.424	9.0	20.0	1.4	2.8	22.5	
D32	6.23	31.8	7.942	10.0	22.3	1.6	3.2	25.0	
D35	7.51	34.9	9.566	11.0	24.4	1.7	3.4	27.5	
D38	8.95	38.1	11.40	12.0	26.7	1.9	3.8	30.0	
D41	10.5	41.3	13.40	13.0	28.9	2.1	4.2	32.5	
D43	11.4	43.0	14.52	13.5	30.1	2.2	4.4	33.8	
D51	15.9	50.8	20.27	16.0	35.6	2.5	5.0	40.0	
D57	20.3	57.3	25.79	18.0	40.1	2.9	5.8	45.0	

비고 1) 공칭 단면적, 공칭 둘레 및 단위무게의 산출방법은 다음에 따른다.

공칭단면적(s) : $\frac{0.7854\times d^2}{100}$ (유효숫자 넷째자리에서 끝맺음한다.)

공칭둘레(l) : 0.3142×d (소숫점 이하 첫째자리에서 끝맺음한다.)

단위무게 : 0.785×S (유효숫자 셋째자리에서 끝맺음한다.)

1개 무게=단위 무게×길이 (유효숫자 넷째자리에서 끝맺음한다.)

2) 마디간격은 그 공칭지름의 70 % 이하로서, 산출 값을 소수점 이하 첫째자리에서 끝맺음한다.

3) 이형봉강의 마디의 틈[1]의 합계는 공칭둘레의 25 % 이하로 하고, 산출값은 소수점 이하 첫째자리에서 끝맺음한다.

주 1) 리브와 마디가 떨어져 있는 경우 및 리브가 없는 경우에는 마디의 결손부의 나비를, 또 마디와 리브가 접속하고 있는 경우에는 리브의 나비를 각각 마디의 틈으로 한다.

4) 마디의 높이는 다음 표 15-10-4에 따르고, 산출 값을 소수점 이하 첫째자리에서 끝맺음한다.

표 15-10-4 마디의 높이

치 수	마 디 높 이	
	최 소	최 대
호칭명 D13 이하	공칭지름의 4.0 %	최소값의 2배
호칭명 D13 초과 D19 미만	공칭지름의 4.5 %	최소값의 2배
호칭명 D19 이상	공칭지름의 5.0 %	최소값의 2배

표 15-10-5 이형봉강 길이의 허용차

길 이	길이의 허용차
7 m 이하	$^{+\ 40}_{0}$ mm
7 m 초과	길이 1 m 및 그 단수가 증가할 때마다 위의 허용차에 5 mm를 더한다. 단, 최대값은 120 mm까지로 한다.

주 1) 코일의 경우에는 적용하지 않는다.

2) 주문자는 표기 이외의 허용차를 지정할 수 있다.

표 15-10-6 이형봉강 1개의 무게 허용차

치 수	무게의 허용차	적 용
호칭명 D10 미만	+ 규정하지 않음, −8 %	시험체의 채취 방법 및 허용차의 산출방법은 KS D 3504의 9.3의 규격에 따른다.
호칭명 D10 이상 D16 미만	± 6 %	
호칭명 D16 이상 D29 미만	± 5 %	
호칭명 D29 이상	± 4 %	

표 15-10-7 이형봉강 1조의 무게 허용차

치 수	무게의 허용차	적 용
호칭명 D10 미만 호칭명 D10 이상 D16 이하 호칭명 D16 이상 D29 이하 호칭명 D29 이상	± 7 % ± 5 % ± 4 % ± 3.5 %	시험체의 채취 방법 및 허용차의 산출방법은 KS D 3504의 9.3의 규격에 따른다.

2.3 품질 기준

2.3.1 봉강은 모양이 양호하고 품질이 균일하여야 하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

2.3.2 봉강의 기계적 성질은 표 15-10-8에 적합하여야 한다.

표 15-10-8 봉강의 기계적 성질

종 류 기 호	항복점 또는 0.2% 항복강도 (N/㎟ = MPa)	인장강도 (N/㎟ = MPa)	인 장 시 험 편	연신율[1] (%)	굽 힘 성	
					굽힘각도 (°)	안쪽 반지름
SD300	300 이상	440 이상	2호에 준한 것	16 이상	180	D16 이하 공칭지름의 1.5배
			3호에 준한 것	18 이상		D16 초과 공칭지름의 2배
SD350	350 이상	490 이상	2호에 준한 것	18 이상	180	D16 이하 공칭지름의 1.5배
			3호에 준한 것	20 이상		D16 초과 D41 이하 공칭지름의 2배
						D51 초과 공칭지름의 2.5배
SD400	400 이상	560 이상	2호에 준한 것	16 이상	180	공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것	18 이상		
SD500	500 이상	620 이상	2호에 준한 것	12 이상	90	D25 이하 공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것	14 이상		D25 초과 공칭지름의 3배
SD600	600 이상	710 이상	2호에 준한 것	10 이상	90	D25 이하 공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것			D25 초과 공칭지름의 3배
SD700	700 이상	800 이상	2호에 준한 것	10 이상	90	D25 이하 공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것			D25 초과 공칭지름의 3배
SD400W	400 이상	560 이상	2호에 준한 것	16 이상	180	공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것	18 이상		
SD500W	500 이상	620 이상	2호에 준한 것	12 이상	90	D25 이하 공칭지름의 2.5배
			3호에 준한 것	14 이상		D25 초과 공칭지름의 3배

주 1) 이형봉강에서 치수가 호칭명 D32를 초과하는 것에 대하여서는 호칭명 3을 증가할 때마다 표 15-10-8의 연신율의 값에서 각각 2 %를 감한다. 다만, 감하는 한도는 4 %로 한다.

2.3.3 봉강의 화학성분은 KS D 3504의 규정에 따른다.

2.4 시험편 제작 및 시험 방법

철근 콘크리트용 봉강 시험편 제작 및 시험은 KS D 3504에 규정된 방법에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-10-2 에폭시 피복 철근

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 철근 콘크리트 보강용 이형 철근을 정전 스프레이 방법에 의하여 피복한 에폭시 피복 철근(이하 “피복 철근”이라 한다)에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 0006 시험 장소의 표준 상태
KS B 5521 인장시험기
KS D 0001 강재의 검사 통칙
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS D 3512 냉간 압연 강판 및 강대
KS D 3565 상수도용 도복장 강관
KS D 3629 에폭시 피복철근
KS D 9502 염수 분무 시험 방법
KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 8004 콘크리트 봉형 진동기
KS M 5000 도료 및 관련원료의 시험 방법

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

피복 철근에 사용하는 철근은 KS D 3504의 규정에 적합한 것이어야 한다. 다만, 그 이외의 철근을 필요로 할 때에는 인수·인도 당사자 사이의 협정에 따른다.

피복 철근에 사용하는 에폭시 수지 분체도료는 KS D 3629의 부속서 1에 따른다.

2.1 종류 및 기호

피복 철근의 종류 및 기호는 표 15-10-9에 따른다.

표 15-10-9 종류 및 기호

종 류	기 호
피복 철근	SD300A - FBE
	SD300B - FBE
	SD350 - FBE
	SD400 - FBE
	SD500 - FBE

비고) 종류 기호는 KS D 3504의 이형 철근 기호 뒤에 FBE(fusion bonded epoxy)의 뜻이다.

2.2 품질기준

2.2.1 겉모양

피복면은 경화 후 균일하여야 하며, 육안으로 식별할 수 있는 구멍 · 기포 · 갈라짐 · 미피복면 등이 없어야 한다.

2.2.2 피복 두께

피복 두께는 경화 후 KS D 3629의 6.1의 시험을 하여 180±50 ㎛ 이어야 한다. 다만, 손상된 피복 수리 부분은 이 절 2.3.4에 따라 보수하고, 보수된 부분은 이 한계를 적용시키지 않는다.

2.2.3 핀홀(pinhole)

피복 철근의 핀홀[1] 빈도는 KS D 3629의 6.2의 시험을 하여 미터마다 5개 이하이어야 한다.

주 [1] 핀홀은 육안으로 식별할 수 없고 핀홀 시험기로 감지되는 작은 구멍을 말한다.

2.2.4 굽힘성

피복 철근의 굽힘성은 KS D 3629의 6.3의 시험을 하여 구부러진 철근의 바깥면에 피복의 갈라짐이나 벗겨짐이 없어야 한다.

2.2.5 열특성(피복경화)

피복 철근의 열특성은 KS D 3629의 6.4 및 부속서 2의 시험을 하여 Δ Tg의 값이 ±5 ℃ 이내이어야 한다.

2.3 제조 방법

2.3.1 전처리

(1) 철근 외면에 부착되어 있는 밀 스케일, 녹, 기타 이물질은 숏 또는 그릿에 의하여 준나금속 브라스트 세정(Sa $2\frac{1}{2}$) 이상으로 처리되어야 하며, 브라스

팅에 압축공기를 사용할 때는 압축공기 중의 기름이나 수분 등을 처리하여야 한다.

(2) 브라스트 후의 상태는 전반적으로 회백색의 금속표면이 나타나야 하며, 피복이 충분한 접착력을 갖도록 앵커패턴[2]을 0.05 mm ~ 0.10 mm로 하여야 한다.

주 [2] 앵커패턴이란 피복의 접착력을 갖도록 표면에 요철을 주는 것을 말한다.

(3) 전처리된 철근은 육안으로 식별되는 표면산화가 일어나기 전에 피복하여야 하며, 8시간 이상 지난 뒤에 피복 작업을 하여서는 안 된다.

2.3.2 예 열

전처리된 철근은 인덕션 히터에 의하여 예열한다. 이때의 예열온도는 피복면이 완전히 경화될 수 있는 온도이어야 하며, 과열에 의한 청록산화가 발생하지 않도록 한다.

2.3.3 피 복

에폭시 수지 분체 도료를 정전 스프레이 방법에 의하여 예열된 철근에 피복하여야 한다.

2.3.4 손상된 도막의 보수

(1) 손상된 도막의 보수도장은 철근 0.3 m마다 최대 표면적 1 %를 초과하여서는 안 된다.

(2) 제작과 취급할 때의 손상된 모든 도막 부위는 보수도료를 이용하여 도장한다.

(3) 도막의 부착에 결함이 있을 경우에는 떨어진 도막을 제거하고 깨끗이 처리한 후 보수재료로 도장하여야 한다.

(4) 철근의 절단 부위에도 보수도료를 사용하여 도장하여야 한다.

2.4 시 험

피복 두께, 핀홀, 굽힘성 및 열특성(피복경화) 시험은 KS D 3629의 6에 따른다.

2.5 검 사

겉모양, 피복 두께, 핀홀, 굽힘성, 열특성(피복경화) 및 KS D 3629의 부속서상의 콘크리트에 대한 부착력이 KS D 3629의 3. 및 부속서 1의 규정에 적합하여야 한다.

2.6 재검사

피복 두께 검사 및 굽힘성 검사에서 합격하지 못한 피복 철근에 대하여서는 다시 2개를 샘플링하여 검사하고, 2개가 같이 합격하였을 때는 그 로트를 합격으로 한다.

2.7 표 시

피복 철근에는 종류의 기호, 지름 또는 호칭 지름, 제조자명 또는 그 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-11 PS 강재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 PS 강재에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 3505 PS 강봉
KS D 3509 피아노 선재
KS D 3514 와이어 로프
KS D 7002 PS 강선 및 PS 강연선

1.3 제 출 물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

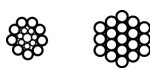
2.1 PS 강선 및 강연선

PS 강선에는 원형과 이형이 있으며, PS 강연선에는 2연선 · 3연선 · 7연선 및 19연선이 있다. PS 강선 및 PS 강연선은 KS D 7002의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.1.1 종 류

PS 강선 및 PS 강연선의 종류 및 기호, 호칭은 표 15-11-1, 표 15-11-2와 같다.

표 15-11-1 종류 및 기호

종 류			기 호	단 면
PS 강 선	원형선	A 종	SWPC1AN, SWPC1AL	
		B 종	SWPC1BN, SWPC1BL	
	이 형 선		SWPD1N, SWPD1L	
PS 강연선	2 연 선		SWPC2N, SWPC2L	
	이 형 3 연 선		SWPD3N, SWPD3L	
	7 연선	A 종	SWPC7AN, SWPC7AL	
		B 종	SWPC7BN, SWPC7BL	
		C 종	SWPC7CL	
		D 종	SWPC7DL	
	19 연 선		SWPC19N, SWPC19L	

비고) 1. 원형선 B종은 A종보다 인장강도가 100 MPa 높은 종류를 나타낸다.
2. 7연선 A종은 인장강도 1720 MPa급, B종은 1860 MPa급, C종은 2160 MPa급, D종은 2400 MPa급을 나타낸다.
3. 릴렉세이션 규격 값에 따라 보통선은 N, 낮은선은 L의 기호를 끝에 붙인다.
4. 19연선에서 단면이 28.6 mm 인 것은 실형이나 워링톤형으로 하고, 그 외의 19연선 단면은 실형으로 한다.

표 15-11-2 호 칭

기 호	호 칭
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm), (3.5 mm), (4 mm), (4.5 mm), 5 mm, (6 mm), 7 mm, 8 mm, 9 mm
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm), (7연선 7.9 mm), 7연선 9.3 mm, 7연선 10.8 mm, 7연선 12.4 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm, 7연선 11.1 mm, 7연선 12.7 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC7CL SWPC7DL	7연선 12.7 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm, 19연선 19.3 mm, 19연선 20.3 mm, 19연선 21.8 mm, 19연선 28.6 mm

비고) ( )를 붙인 호칭의 선 및 연선은 사용하지 않는 것이 좋다.

2.1.2 치수 및 허용차

PS 강선 및 PS 강연선의 표준지름과 각각에 대한 허용차, 공칭단면적 및 단위무게는 표 15-11-3 및 표 15-11-4에 따른다. 이형선의 공칭지름은 SWPC1AN, SWPC1AL, SWPC1BN, SWPC1BL의 표준지름을 적용하고, 그 허용차는 규정하지 않는다. 또한, 이형3연선의 바탕선의 표준지름은 2연선의 경우와 같은 것으로 하고, 그 허용차는 규정하지 않는다. 연선의 꼬는 길이는 연선의 각부에서 일정하고, 2연선 및 이형 3연선에서는 표 15-11-3의 2연선의 표준지름의 24배 ~ 32배, 7연선 및 19연선에서는 표 15-11-3의 각각의 표준지름의 12배 ~ 18배이어야 한다.

표 15-11-3 치수 및 허용차

기 호	호 칭	표준지름 (mm)	허용차 (mm)	심선 지름과 측선 지름의 차 (mm)
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL	(2.9 mm)	2.90	± 0.03	–
	(3.5 mm)	3.50	± 0.04	–
	(4 mm)	4.00	± 0.04	–
	(4.5 mm)	4.50	± 0.05	–
	5 mm	5.00	± 0.05	–
	(6 mm)	6.00	± 0.05	–
	7 mm	7.00	± 0.05	–
	8 mm	8.00	± 0.06	–
	9 mm	9.00	± 0.06	–
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선	2.90	± 0.03	–
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm)	6.2	+ 0.4 – 0.2	0.03 이상
	(7연선 7.9 mm)	7.9	+ 0.4 – 0.2	0.04 이상
	7연선 9.3 mm	9.3	+ 0.4 – 0.2	0.05 이상
	7연선 10.8 mm	10.8	+ 0.4 – 0.2	0.07 이상
	7연선 12.4 mm	12.4	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	9.5	+ 0.4 – 0.2	0.05 이상
	7연선 11.1 mm	11.1	+ 0.4 – 0.2	0.07 이상
	7연선 12.7 mm	12.7	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
SWPC7CL SWPC7DL	7연선 12.7 mm	12.7	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 – 0.2	0.08 이상
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm	17.8	+ 0.6 – 0.25	–
	19연선 19.3 mm	19.3	+ 0.6 – 0.25	–
	19연선 20.3 mm	20.3	+ 0.6 – 0.25	–
	19연선 21.8 mm	21.8	+ 0.6 – 0.25	–
	19연선 28.6 mm	28.6	+ 0.6 – 0.25	–

비고) 7연선 및 19연선의 표준지름은 연선의 외접원의 지름으로 한다.

표 15-11-4 공칭단면적 및 단위무게

기 호	호 칭	공칭단면적 (mm^2)	단위무게 (kg/km)
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm)	6.605	51.8
	(3.5 mm)	9.621	75.5
	(4 mm)	12.57	98.7
	(4.5 mm)	15.90	125
	5 mm	19.64	154
	(6 mm)	28.27	222
	7 mm	38.48	302
	8 mm	50.27	395
	9 mm	63.62	499
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선	13.21	104
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선	19.82	156
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm)	23.23	182
	(7연선 7.9 mm)	37.42	293
	7연선 9.3 mm	51.61	405
	7연선 10.8 mm	69.68	546
	7연선 12.4 mm	92.90	729
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	54.84	432
	7연선 11.1 mm	74.19	580
	7연선 12.7 mm	98.71	774
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC7CL SWPC7DL	7연선 12.7 mm	98.71	774
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm	208.4	1,652
	19연선 19.3 mm	243.7	1,931
	19연선 20.3 mm	270.9	2,149
	19연선 21.8 mm	312.9	2,482
	19연선 28.6 mm	532.4	4,229

2.1.3 품질기준

PS 강선 및 PS 강연선의 품질은 다음 기준에 적합하여야 한다.

(1) PS 강선 및 PS 강연선에는 해로운 흠이나 결함이 없어야 하며, 표면에 유류 및 기타 잡물이 부착되어서는 안 된다. 다만, 점식되지 않을 정도의 표면 녹은 무방하다.

(2) PS 강연선은 바인드 없이 절단하였을 때, 흐트러져서는 안 된다.

(3) 이형선은 거의 둥근단면을 가지고 일정한 돌기 또는 오목자국을 연속 또는 일정 간격으로 낸 것으로 한다.

(4) PS 강선 및 PS 강연선의 기계적 성질은 KS D 7002 표 3 및 표 15-11-5에 따른다.

표 15-11-5 기계적 성질

기 호	호 칭	0.2 % 영구연신율에 대한 하중(kN)	인장하중 (kN)	연신율 (%)	릴렉세이션 값 (%)	
					N	L
SWPC1AN SWPC1AL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm)	11.3 이상	12.7 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(3.5 mm)	14.2 이상	16.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(4 mm)	18.6 이상	21.1 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(4.5 mm)	22.6 이상	25.5 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	5 mm	27.9 이상	31.9 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(6 mm)	38.7 이상	44.1 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7 mm	51.0 이상	58.3 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	8 mm	64.2 이상	74.0 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	9 mm	78.0 이상	90.2 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC1BN SWPC1BL	5 mm	29.9 이상	33.8 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7 mm	54.9 이상	62.3 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	8 mm	69.1 이상	78.8 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선	22.6 이상	25.5 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선	33.8 이상	38.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm)	33.8 이상	40.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(7연선 7.9 mm)	54.9 이상	64.7 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 9.3 mm	75.5 이상	88.8 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 10.8 mm	102 이상	120 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 12.4 mm	136 이상	160 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	204 이상	240 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	86.8 이상	102 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 11.1 mm	118 이상	138 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 12.7 mm	156 이상	183 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	222 이상	261 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7CL	7연선 12.7 mm	182 이상	214 이상	3.5 이상	–	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	255 이상	300 이상	3.5 이상	–	2.5 이하
SWPC7DL	7연선 12.7 mm	202 이상	237 이상	3.5 이상	–	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	283 이상	333 이상	3.5 이상	–	2.5 이하
SWPC19N SWPC19L	19연선 17. 8 mm	330 이상	387 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 19.3 mm	387 이상	451 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 20.3 mm	422 이상	495 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 21.8 mm	495 이상	573 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 28.6 mm	807 이상	949 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하

2.1.4 시험편 채취 및 시험방법

PS 강선 및 PS 강연선의 시험편 채취 및 시험은 KS D 7002에 따른다.

2.2 PS 강봉

PS 강봉에는 원형강봉과 이형강봉이 있다. PS 강봉은 KS D 3505의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.2.1 종 류

PS 강봉의 종류, 기호 및 호칭은 표 15-11-6과 같다.

2.2.2 PS 강봉의 치수 및 허용오차

PS 강봉의 표준지름, 그 허용차 및 공칭단면적은 표 15-11-7, 표 15-11-8과 같다.

표 15-11-6 기호 및 호칭

종 류			기 호	호 칭
원형강봉	A종	2호	SBPR 785/1030	9.2 mm 11 mm 13 mm (15 mm) 17 mm (19 mm) (21 mm) 23 mm 26 mm (29 mm) 32 mm 36 mm 40 mm
	B종	1호	SBPR 930/1080	
		2호	SBPR 930/1180	
	C종	1호	SBPR 1080/1230	
이형강봉	B종	1호	SBPD 930/1080	7.4 mm 9.2 mm 11 mm 13 mm
	C종	1호	SBPD 1080/1230	
	D종	1호	SBPD 1275/1420	

비고) ( ) 안에 있는 호칭명의 강봉은 사용하지 않는 것이 좋다.

표 15-11-7 원형 PS 강봉의 표준지름, 허용차 및 공칭단면적

호 칭	표준지름 (mm)	허용차 (mm)	공칭단면적 (mm^2)
9.2 mm	9.2	− 0.2, +측은 규정하지 않음	66.48
11 mm	11.0		95.03
13 mm	13.0		132.7
(15 mm)	15.0		176.7
17 mm	17.0		227.0
(19 mm)	19.0		283.5
(21 mm)	21.0	− 0.6, +측은 규정하지 않음	346.4
23 mm	23.0		415.5
26 mm	26.0		530.9
(29 mm)	29.0		660.5
32 mm	32.0		804.2
36 mm	36.0		1018.0
40 mm	40.0		1257.0

표 15-11-8 이형 PS 강봉의 공칭지름 및 공칭단면적

호 칭	공 칭 지 름 (mm)	공칭단면적 (mm^2)
7.4 mm	7.4	40.0
9.2 mm	9.2	64.0
11 mm	11.0	90.0
13 mm	13.0	125.0

2.2.3 품질기준

(1) PS 강봉의 화학성분은 해당 KS 규격에 따른다.

(2) PS 강봉의 기계적 성질은 표 15-11-9에 따른다.

표 15-11-9 PS 강봉의 기계적 성질

기 호	인 장 시 험			릴렉세이션시험
	0.2 % 항복강도 (N/mm^2)	인장강도 (N/mm^2)	연신율 (%)	릴렉세이션 값 (%)
SBPR 785/1030	785 이상	1030 이상	5 이상	4.0 이하
SBPR 930/1080	930 이상	1080 이상	5 이상	4.0 이하
SBPR 930/1180	930 이상	1230 이상	5 이상	4.0 이하
SBPD 1080/1230	1080 이상	1230 이상	5 이상	4.0 이하
SBPD 930/1080	930 이상	1080 이상	5 이상	1.5 이하
SBPD 1080/1230	1080 이상	1230 이상	5 이상	1.5 이하
SBPD 1275/1420	1275 이상	1275 이상	5 이상	1.5 이하

비고) 내력은 0.2 % 영구 연신율에 대한 응력을 말한다.

2.2.4 시험편 채취 및 시험방법

PS 강봉의 시험편 채취 및 시험은 KS D 3505에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-12 구조용 강재

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 일반구조용 압연강재와 용접구조용 압연 강재, 교량구조용 압연강재 및 용접구조용 내후성 열간 압연강재에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS A 0021	수치의 맺음법
KS D 3051	열간 압연 봉강 및 코일 봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3052	열간 압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3500	열간 압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게와 그 허용차
KS D 3502	열간 압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3503	일반 구조용 압연 강재
KS D 3529	용접 구조용 내후성 열간 압연 강재
KS D 3515	용접 구조용 압연 강재
KS D 3710	탄소강 단강품
KS D 3868	교량 구조용 압연 강재
KS D 4101	탄소강 주강품
KS D 4102	구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품
KS D 4106	용접 구조용 주강품
KS D 4301	회주철품

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 일반 구조용 압연강재

일반 구조용 압연강재는 KS D 3503의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다. 일반 구조용 압연강재 중 SS490은 용접구조에 사용하여서는 안 되며, SS400은 용접구조에 사용할 수 있지만 판 두께가 두꺼워짐에 따라 강철의 조직이

거칠어지고 취성이 증가하며, 수축응력에 따라 다축응력상태로 될 염려가 있기 때문에 두께 22 mm 이하일 때만 사용하여야 한다.

2.1.1 종 류

일반 구조용 압연강재의 종류의 기호는 표 15-12-1과 같다.

표 15-12-1 일반 구조용 압연강재의 종류의 기호

종류의 기호	적 용
SS330	강판, 강대, 평강 및 봉강
SS400	강판, 강대, 형강, 평강 및 봉강
SS490	
SS540	두께 40 mm 이하의 강판, 강대, 형강, 평강 및 지름, 변 또는 맞변거리가 40 mm 이하의 봉강
SS590	

비고) 봉강에는 코일봉강을 포함한다.

2.1.2 품질기준

(1) 일반 구조용 압연강재의 화학성분 및 기계적 성질은 KS D 3503을 따른다. 다만, 굽힘성의 경우는 그 바깥쪽에 균열이 생겨서는 안 된다.

표 15-12-2 일반 구조용 압연 강재의 화학성분

단위 : %

종류의 기호	C	Mn	P	S
SS330	–	–	0.050 이하	0.050 이하
SS400				
SS490				
SS540	0.30 이하	1.60 이하	0.040 이하	0.040 이하
SS590				

비고) 1. 필요에 따라 위 표의 원소 이외의 합금원소를 첨가할 수 있다.

표 15-12-3 일반 구조용 압연강재 기계적 성질

종류의 기호	항복점 또는 항복 강도(MPa) 강재의 두께[1] (mm) 16 이하	16초과 40이하	40초과 100이하	100 초과하는 것	인장 강도 (MPa)	강재의 두께 (mm)	인장 시험편	연신율 (%)	굽힘성 굽힘 각도 (°)	안쪽 반지름
SS330	205 이상	195 이상	175 이상	165 이상	330~430	강판, 강대, 평강의 두께 5 이하	5 호	26 이상	180	두께의 0.5배
						강판, 강대, 평강의 두께 5 초과 16 이하	1A호	21 이상		
						강판, 강대, 평강의 두께 16 초과 40 이하	1A호	26 이상		
						강판, 평강의 두께 40 초과하는 것	4 호	28 이상		
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 이하	2 호	25 이상	180	지름, 변 또는 맞변거리의 2.0배
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 초과하는 것	14A호	28 이상		
SS400	245 이상	235 이상	215 이상	205 이상	400~510	강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 이하	5 호	21 이상	180	두께의 1.5배
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 초과 16 이하	1A호	17 이상		
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 16 초과 40 이하	1A호	21 이상		
						강판, 평강, 형강의 두께 40 초과하는 것	4 호	23 이상		
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 이하	2 호	20 이상	180	지름, 변 또는 맞변거리의 1.5배
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 초과하는 것	14A호	22 이상		
SS490	285 이상	275 이상	255 이상	245 이상	490~610	강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 이하	5 호	19 이상	180	두께의 2.0배
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 초과 16 이하	1A호	15 이상		
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 16 초과 40 이하	1A호	19 이상		
						강판, 평강, 형강의 두께 40 초과하는 것	4 호	21 이상		
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 이하	2 호	18 이상	180	지름, 변 또는 맞변거리의 2.0배
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 초과하는 것	14A호	20 이상		
SS540	400 이상	390 이상	–	–	540 이상	강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 이하	5 호	16 이상	180	두께의 2.0배
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 초과 16 이하	1A호	13 이상		
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 16 초과 40 이하	1A호	17 이상		
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 이하	2 호	13 이상	180	지름, 변 또는 맞변거리의 2.0배
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 초과하는 것	14A호	16 이상		
SS590	450 이상	440 이상	–	–	590 이상	강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 이하	5호	14 이상	180	두께의 2.0배
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 5 초과 16 이하	1A호	11 이상		
						강판, 강대, 평강, 형강의 두께 16 초과 40 이하	1A호	15 이상		
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 이하	2호	10 이상	180	지름, 변 또는 맞변거리의 2.0배
						봉강의 지름, 변 또는 맞변거리 25 초과 40 이하	14A호	12 이상		

주 1) 형강의 경우, 강재의 두께는 KS D 3503 그림 A. 1의 시험편 채취 위치의 두께로 한다. 봉강인 경우, 원형강은 지름, 각강은 변, 육각강은 맞변거리의 치수로 한다.

비고) 1. 두께 90 mm를 초과하는 강판 4호 시험편의 연신율은 두께 25.0 mm 또는 그 끝수를 늘릴 때마다 위 표에서 제시한 연신율 값에서 1 %를 감한다. 다만, 감하는 한도는 3 %로 한다.

2.1.3 치수 및 허용차

일반 구조용 압연강재의 모양, 치수, 무게와 허용차는 KS D 3051, KS D 3052, KS D 3500, KS D 3502의 규정에 따른다. 이 경우, 강판 및 강대의 컷 에지인 경우의 나비 및 강판 길이의 허용차는 특별한 지정이 없는 한 KS D 3500의 허용차 A에 따른다.

2.1.4 시험편 채취 및 시험방법

일반 구조용 압연강재의 시험편 채취 및 시험방법은 KS D 3503의 규정에 따른다.

2.2 용접구조용 압연강재

용접구조용 압연강재는 평로, 전기로 또는 산소전로에 의한 강괴로부터 제조하여야 하며, 강재를 압연한 상태 그대로 사용하여야 한다. 다만, 필요에 따라 노멀라이징, 퀜칭. 템퍼링 또는 템퍼링을 할 수 있으며, 인수·인도 당사자 사이의 협의에 따라 열가공제어 또는 적당한 열처리를 할 수 있다.

용접 구조용 압연강재는 KS D 3515에 적합한 것이어야 한다.

2.2.1 종 류

용접 구조용 압연강재의 종류의 기호는 표 15-12-4와 같다.

표 15-12-4 종류의 기호

종 류 의 기 호	적 용 두 께 (mm)
SM400A	강판, 강대, 형강 및 평강 200 이하
SM400B	
SM400C	강판, 강대 및 형강 100 이하
SM490A	강판, 강대, 형강 및 평강 200 이하
SM490B	
SM490C	강판, 강대 및 형강 100 이하
SM490YA	강판, 강대, 형강 및 평강 100 이하
SM490YB	
SM520B	강판, 강대, 형강 및 평강 100 이하
SM520C	강판, 강대 및 형강 100 이하
SM570	강판, 강대 및 형강 100 이하

비고) 1. SM520B, SM520C 및 SM570은 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 두께 150 mm까지의 강판을 제조할 수 있다.

2. SM400C 및 SM490C에 대하여는 두께 75 mm, SM520C에 대하여는 두께 50 mm까지 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 평강을 제조하여도 좋다.

2.2.2 품질기준

(1) 용접구조용 압연강재는 형태가 양호하고, 품질이 균일하여야 하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

(2) 용접구조용 압연강재의 화학성분 및 기계적 성질은 KS D 3515 규격에 따른다.

표 15-12-5 용접 구조용 압연 강재의 화학성분

종류의 기호	C	Si	Mn	P	S
SM400A	두께 50 mm 이하 0.23 이하 두께 50 mm 초과 0.25 이하 200 mm 이하	–	2.5×C 이상[1)]	0.035 이하	0.035 이하
SM400B	두께 50 mm 이하 0.20 이하 두께 50 mm 초과 0.22 이하 200 mm 이하	0.35 이하	0.60~1.40	0.035 이하	0.035 이하
SM400C	두께 100 mm 이하 0.18 이하	0.35 이하	1.40 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM490A	두께 50 mm 이하 0.20 이하 두께 50 mm 초과 0.22 이하 200 mm 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM490B	두께 50 mm 이하 0.18 이하 두께 50 mm 초과 0.20 이하 200 mm 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM490C	두께 100 mm 이하 0.18 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM490YA	두께 100 mm 이하 0.20 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM490YB					
SM520B	두께 100 mm 이하 0.20 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하
SM520C					
SM570	두께 100 mm 이하 0.18 이하	0.55 이하	1.60 이하	0.035 이하	0.035 이하

주 1) C의 값은 레이들 분석값을 적용한다.

비고) 1. 필요에 따라 위 표 이외의 합금 원소를 첨가할 수 있다.

2. SM520B, SM520C 및 SM570의 두께 100 mm를 초과하고, 150 mm 이하인 강판의 화학 성분은 주문자, 제조자 사이의 협의에 따른다.

3. 제품 분석의 경우 레이들 분석과의 편차는 KS D 0228의 표 1에 따른다.

표 15-12-6 용접 구조용 압연 강재의 기계적 성질

종류의 기호	항복점 또는 항복강도(MPa)						인장강도(MPa)		연 신 율		
	강재의 두께[1] (mm)						강재의 두께[1] (mm)		강재의 두께[1] (mm)	시험편	%
	16 이하	16 초과 40 이하	40 초과 75 이하	75 초과 100 이하	100 초과 160 이하	160 초과 200 이하	100 이하	100 초과 200 이하			
SM400A	245 이상	235 이상	215 이상	215 이상	205 이상	195 이상	400~510	400~510	5 이하	5 호	23 이상
SM400B									5 초과 16 이하	1A호	18 이상
									16 초과 50 이하	1A호	22 이상
SM400C					–	–			50 초과하는 것	4 호	24 이상
SM490A	325 이상	315 이상	295 이상	295 이상	285 이상	275 이상	490~610	490~610	5 이하	5 호	22 이상
SM490B									5 초과 16 이하	1A호	17 이상
									16 초과 50 이하	1A호	21 이상
SM490C					–	–			50 초과하는 것	4 호	23 이상
SM490YA	365 이상	355 이상	335 이상	325 이상	–	–	490~610	–	5 이하	5 호	19 이상
SM490YB									5 초과 16 이하	1A호	15 이상
									16 초과 50 이하	1A호	19 이상
									50 초과하는 것	4 호	21 이상
SM520B	365 이상	355 이상	335 이상	325 이상	–	–	520~640	–	5 이하	5 호	19 이상
SM520C									5 초과 16 이하	1A호	15 이상
									16 초과 50 이하	1A호	19 이상
									50 초과하는 것	4 호	21 이상
SM570	460 이상	450 이상	430 이상	420 이상	–	–	570~720	–	16 이하	5 호	19 이상
									16 초과하는 것	5 호	26 이상
									20 초과하는 것	4 호	20 이상

주 1) 형강의 경우 강재 두께는 KS D 3515 부속서A 그림1의 시험편 채취 위치의 두께로 한다.

비고) 1. 두께 100 mm를 초과하는 강재의 4호 시험편의 연신율은 두께 25 mm 또는 그 끝수가 증가할 때마다 위에서 제시된 연신율 값에서 1 %를 감한다. 다만, 감하는 한도는 3 %로 한다.

2. SM520B, SM520C 및 SM570의 두께 100 mm를 초과 150 mm 이하인 강판의 항복점 또는 항복 강도, 인장 강도 및 연신율은 주문자, 제조자 사이의 협의에 따른다.

(3) 두께 12 mm를 초과하는 용접구조용 압연강재의 샤르피 흡수 에너지는 표 15-12-7에 따른다. 이 경우 샤르피 흡수에너지는 3개의 시험편의 평균값으로 한다.

표 15-12-7 샤르피 흡수에너지

종류의 기호	시험온도 (℃)	샤르피 흡수에너지 (J)	시험편
SM400B	0	27 이상	V노치 압연방향
SM400C	0	47 이상	
SM490B	0	27 이상	
SM490C	0	47 이상	
SM490YB	0	27 이상	
SM520B	0	27 이상	
SM520C	0	47 이상	
SM570	- 5	47 이상	

(4) 탄소당량 및 용접 균열 감수성은 다음에 따른다.

① SM570의 탄소당량 또는 용접 균열 감수성 또한 탄소당량의 적용은 퀜칭 · 탬퍼링의 강재로 한다.

가. 탄소당량

탄소당량은 KS D 3515 10.1의 레이들 분석값을 사용하여 다음의 식에 의하여 계산하고, 그 값은 표 15-12-8에 따른다.

$$\text{탄소당량}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{14}$$

표 15-12-8 탄소 당량

강재의 두께(mm)	50 이하	50 초과 100 이하	100을 초과하는 것.
탄소당량 (%)	0.44 이하	0.47 이하	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

나. 용접 균열 감수성

주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 탄소당량 대신에 용접 균열 감수성을 적용할 수 있다. 용접 균열 감수성은 KS D 3515 10.1의 레이들 분석값을 사용하여 다음의 식에 의하여 계산하고, 그 값은 표 15-12-9에 따른다.

$$\text{용접 균열 감수성}(\%) = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{14} + 5B$$

표 15-12-9 용접 균열 감수성

강재의 두께 (mm)	50 이하	50 초과 100 이하	100을 초과하는 것.
탄소당량 (%)	0.28 이하	0.30 이하	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

② 열가공 제어를 한 강판의 탄소당량 또는 용접 균열 감수성

주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 열가공 제어를 한 강판의 탄소당량 및 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 탄소당량 대신에 적용할 수 있는 용접 균열 감수성은 다음에 따른다.

가. 탄소당량

탄소당량은 KS D 3515 5.1의 식(1)에 따라 KS D 3515 10.1의 레이들 분석을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-10에 따른다.

표 15-12-10 탄소당량

종류의 기호		SM490A, SM490YA SM490B, SM490YB SM490C	SM520B, SM520C
적용 두께 (mm)	50 이하	0.38 이하	0.40 이하
	50 초과 100 이하	0.40 이하	0.42 이하

비고) 적용 두께 100 mm를 초과하는 강판의 탄소당량은 주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

나. 용접 균열 감수성

용접 균열 감수성은 KS D 3515 5.1의 식(2)에 따라 KS D 3515 10.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-11에 따른다.

표 15-12-11 용접 균열 감수성

종류의 기호		SM490A, SM490YA SM490B, SM490YB SM490C	SM520B, SM520C
적용 두께 (mm)	50 이하	0.24 이하	0.26 이하
	50 초과 100 이하	0.26 이하	0.27 이하

비고) 적용 두께 100 mm를 초과하는 강판의 용접 균열 감수성은 주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

2.2.3 모양, 치수, 무게 및 그 허용차

용접구조용 압연강재의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차는 KS D 3052, KS D 3500, KS D 3502의 규정에 따른다.

2.2.4 시험편 채취 및 시험방법

용접구조용 압연강재의 시험편 채취 및 시험방법은 KS D 3515에 따른다.

2.3 교량구조용 압연강재

교량구조용 압연강재는 세립킬드강을 사용하고, 열가공제어압연(TMCP)하여 제조한다. 다만, 필요할 때에는 알루미늄처리를 실시하여도 좋다.

필요에 따라 노멀라이징, 퀜칭, 템퍼링 및 주문자와 제조자의 협의에 따라 적당한 열처리를 할 수 있다.

2.3.1 종류

교량구조용 압연강재의 종류의 기호는 표 15-12-12와 같다.

표 15-12-12 종류의 기호

종류의 기호	적용두께 (mm)	용도
HSB500	100 이하의 강판	교량 구조용
HSB500L		
HSB500W		
HSB600		
HSB600L		
HSB600W		
HSB800	80 이하의 강판	
HSB800L		
HSB800W		

비고) 1. HSB500, HSB600에 있어 두께 100 mm를 초과하는 강재 및 HSB800의 두께 80 mm를 초과하는 두께의 강재는 주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.
2. L(Low temperature)을 붙인 것은 저온인성을 가진 강재를 의미한다.
3. W(Weather resistance)를 붙인 것은 내후성을 가진 강재를 의미한다.

2.3.2 품질기준

(1) 교량구조용 압연강재는 형태가 양호하고, 품질이 균일하여야 하며, 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

(2) 교량구조용 압연강재의 화학성분은 및 기계적 성질은 KS D 3868에 따른다.

표 15-12-13 교량 구조용 압연 강재의 화학성분

단위 : %

종류의 기호	적용두께 (mm)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
HSB500	100 이하	0.18 이하	0.55 이하	1.80 이하	0.020 이하	0.006 이하	–	–	–
HSB500L									
HSB500W		0.18 이하	0.65 이하	1.80 이하	0.020 이하	0.006 이하	0.10 ~ 0.50	0.45 ~ 0.75	0.05 ~ 0.80
HSB600	100 이하	0.10 이하	0.55 이하	1.80 이하	0.020 이하	0.006 이하	–	–	–
HSB600L									
HSB600W		0.10 이하	0.65 이하	1.80 이하	0.020 이하	0.006 이하	0.10 ~ 0.50	0.45 ~ 0.75	0.05 ~ 0.80
HSB800	80 이하	0.10 이하	0.55 이하	2.20 이하	0.015 이하	0.006 이하	–	–	–
HSB800L									
HSB800W		0.10 이하	0.65 이하	2.20 이하	0.015 이하	0.006 이하	0.10 ~ 0.50	0.45 ~ 0.75	0.05 ~ 0.80

비고) 1. 적용 두께를 초과하는 강재는 주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.
2. 필요에 따라 위의 내용 이외의 합금원소를 첨가할 수 있다.
3. Al, Nb, V 또는 기타의 세립화 원소를 단독 또는 조합으로 첨가할 수 있다. 다만, 원소 중 Nb, V, Ti의 합계 함유량은 0.12 %를 넘지 않아야 한다.
4. 내후성능에 유효한 원소의 첨가는 주문자와 제조자 사이의 사전 협의에 따른다. 다만, 내후성 지수(I)는 최소 5.8 이상이 되어야 하며, 계산식은 다음에 따른다.

$$I = 26.01(\%Cu) + 3.88(\%Ni) + 1.2(\%Cr) + 1.49(\%Si) + 17.28(\%P) - 7.29(\%Cu)(\%Ni) - 9.1(\%Ni)(\%P) - 33.39(\%Cu)2$$

표 15-12-14 교량 구조용 압연 강재의 기계적 성질

종류의 기호	적용 두께 (mm)	항복점 또는 항복 강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율		
				두께(mm)	시험편	연신율(%)
HSB500	100 이하	380 이상	500 이상	16 이하 16 초과 40 이하 40 초과	1A호 1A호 4호	15 이상 19 이상 21 이상
HSB500L		380 이상	500 이상	16 이하 16 초과 40 이하 40 초과	1A호 1A호 4호	15 이상 19 이상 21 이상
HSB500W		380 이상	500 이상	16 이하 16 초과 40 이하 40 초과	1A호 1A호 4호	15 이상 19 이상 21 이상
HSB600	100 이하	450 이상	600 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	19 이상 26 이상 20 이상
HSB600L		450 이상	600 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	19 이상 26 이상 20 이상
HSB600W		450 이상	600 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	19 이상 26 이상 20 이상
HSB800	80 이하	690 이상	800 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	15 이상 22 이상 16 이상
HSB800L		690 이상	800 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	15 이상 22 이상 16 이상
HSB800W		690 이상	800 이상	16 이하 16 초과 20 이하 20 초과	5호 5호 4호	15 이상 22 이상 16 이상

비고) 적용 두께를 초과하는 강재의 항복점 또는 항복강도, 인장강도 및 연신율은 주문자와 제조사 사이의 협의에 따른다.

(3) 두께 12 mm를 초과하는 교량구조용 압연 강재의 샤르피 흡수에너지는 표 15-12-15에 따른다. 이 경우 샤르피 흡수에너지는 3개 시험편의 평균값으로 한다.

표 15-12-15 샤르피 흡수에너지

종류의 기호	적용두께 (mm)	시험온도(℃)	샤르피 흡수에너지 (J)	시험편
HSB500	100 이하	-5	47 이상	V노치 시험편 압연방향
HSB500L		-20	47 이상	
HSB500W		-5	47 이상	
HSB600	100 이하	-5	47 이상	
HSB600L		-20	47 이상	
HSB600W		-5	47 이상	
HSB800	80 이하	-20	47 이상	
HSB800L		-40	47 이상	
HSB800W		-20	47 이상	

비고) 1. 적용 두께를 초과하는 강재의 샤르피 흡수 에너지는 주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.
2. 주문자와 제조자의 협의에 따라 시험온도 및 샤르피 흡수 에너지 값을 지정할 수 있다.

(4) 교량구조용 압연 강재의 탄소당량 또는 용접균열 감수성은 다음에 따른다.

① 탄소당량

강재의 탄소당량은 다음식에 따라 KS D 3868 11.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-16에 따른다.

$$\text{탄소당량}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

표 15-12-16 탄소당량

종류의 기호 / 적용두께(mm)	HSB500 HSB500L	HSB500W	HSB600 HSB600L	HSB600W	HSB800 HSB800L	HSB800W
80 이하	0.40 이하	0.47 이하	0.42 이하	0.47 이하	0.55 이하	0.60 이하
80 초과 100 이하					주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.	
100 초과	주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.					

② 용접 균열 감수성

주문자와 제조자 사이의 협의에 따라 탄소당량을 대신하여 용접 균열 감수성을 적용하여도 좋다. 이 경우 용접 균열 감수성은 다음 식에 따라 KS D 3868 11.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-17에 따른다.

$$\text{용접균열감수성}(\%) = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

표 15-12-17 용접 균열 감수성

적용두께 (mm)	종류의 기호					
	HSB500 HSB500L	HSB500W	HSB600 HSB600L	HSB600W	HSB800 HSB800L	HSB800W
80 이하	0.20 이하	0.22 이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하
80 초과 100 이하					주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.	
100 초과	주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.					

2.3.3 모양, 치수, 무게 및 허용차

교량구조용 압연강재의 모양, 치수, 무게 및 허용차는 KS D 3500 규정에 따른다.

2.3.4 시험편 채취 및 시험방법

교량구조물 압연강재의 시험편 채취 및 시험방법은 KS D 3868 규정에 따른다.

2.4 용접구조용 내후성 열간 압연 강재

용접구조용 내후성 열간 압연 강재는 KS D 3529의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다. 내후성이라 함은 대기 중에서 부식에 견디는 성질을 말한다. 필요에 따라 노멀라이징, 퀜칭템퍼링 또는 템퍼링을 하여도 좋다. 또, 전 종류의 기호에 대하여 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라서 열가공제어 등의 적당한 열처리를 하여도 좋다.

2.4.1 종류

용접구조용 내후성 열간압연강재의 종류의 기호는 표 15-12-18과 같다.

표 15-12-18 종류 및 기호

종류			기호	적용두께 (mm)
1종	A	W	SMA400AW	내후성을 갖는 강판, 강대, 형강 및 평강 200 이하
		P	SMA400AP	
	B	W	SMA400BW	
		P	SMA400BP	
	C	W	SMA400CW	내후성을 갖는 강판, 강대 및 형강 100 이하
		P	SMA400CP	
2종	A	W	SMA490AW	내후성이 우수한 강판, 강대, 형강 및 평강 200 이하
		P	SMA490AP	
	B	W	SMA490BW	
		P	SMA490BP	
	C	W	SMA490CW	내후성이 우수한 강판, 강대 및 형강 100 이하
		P	SMA490CP	
3종	W		SMA570W	내후성이 우수한 강판, 강대 및 형강 100 이하
	P		SMA570P	

비고) W는 보통 압연한 그대로 또는 녹 안정화 처리를 하여 사용하고, P는 보통 도장하여 사용한다.

2.4.2 품질기준

(1) 용접구조용 내후성 열간 압연 강재는 형태가 양호하고, 품질이 균일하여야 하며 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.

(2) 용접구조용 내후성 열간 압연 강재의 화학성분 및 기계적 성질은 KS D 3529에 따른다.

표 15-12-19 용접 구조용 내후성 열간 압연 강재의 화학성분

종류의 기호		화학 성분								
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	기타
SMA 400 A,B,C	W	0.18 이하	0.15~ 0.65	1.25 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.30~ 0.50	0.45~ 0.75	0.05~ 0.30	각 종류 모두 내후성에 유효한 원소인 Mn, Nb, Ti, V, Zr 등을 첨가하여도 좋다. 다만, 이들 원소의 총계는 0.15 %를 넘지 않는 것으로 한다.
	P	0.18 이하	0.55 이하	1.25 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.20~ 0.35	0.30~ 0.55	–	
SMA 490 A,B,C	W	0.18 이하	0.15~ 0.65	1.40 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.30~ 0.50	0.45~ 0.75	0.05~ 0.30	
	P	0.18 이하	0.55 이하	1.40 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.20~ 0.35	0.30~ 0.55	–	
SMA 570	W	0.18 이하	0.15~ 0.65	1.40 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.30~ 0.50	0.45~ 0.75	0.05~ 0.30	
	P	0.18 이하	0.55 이하	1.40 이하	0.035 이하	0.035 이하	0.20~ 0.35	0.30~ 0.55	–	

비고) 1. 필요에 따라 위 표에 언급한 것 이외의 합금원소를 첨가할 수 있다.

표 15-12-20 용접 구조용 내후성 열간 압연 강재의 기계적 성질

종류의 기호	항복점 또는 항복강도 (MPa) 강재의 두께[1] (mm)						인장강도 (MPa)	연신율 강재 및 시험편의 적용		
	16 이하	16 초과 40 이하	40 초과 75 이하	75 초과 100 이하	100 초과 160 이하	160 초과 200 이하		두께 (mm)	시험편	%
SMA400AW SMA400AP SMA400BW SMA400BP	245 이상	235 이상	215 이상	215 이상	205 이상	195 이상	400~540	5 이하	5호	22 이상
								16 이하	1A호	17 이상
SMA400CW SMA400CP	245 이상	235 이상	215 이상	215 이상	–	–		16 초과	1A호	21 이상
								40 초과	4호	23 이상
SMA490AW SMA490AP SMA490BW SMA490BP	365 이상	355 이상	335 이상	325 이상	305 이상	295 이상	490~610	5 이하	5호	19 이상
								16 이하	1A호	15 이상
SMA490CW SMA490CP	365 이상	355 이상	335 이상	325 이상	–	–		16 초과	1A호	19 이상
								40 초과	4호	21 이상
SMA570W SMA570P	460 이상	450 이상	430 이상	420 이상	–	–	570~720	16 이하	5호	19 이상
								16 이상	5호	26 이상
								20 초과	4호	20 이상

비고) 인장 강도의 상한은 강판, 강대 및 평강에 적용한다. 주문자는 형강에 대하여 지정하여도 좋다.

주 1) 형강의 경우 두께는 KS D 3529 그림 A.1의 시험편의 두께로 한다.

(3) 두께 12 mm를 초과하는 용접구조용 내후성 열간 압연강재의 샤르피 흡수 에너지는 표 15-12-21에 따른다. 이 경우 샤르피 흡수에너지는 3개 시험편의 평균값으로 한다.

표 15-12-21 샤르피 흡수에너지

종류의 기호	시험온도(℃)	샤르피 흡수에너지(J)	시험편
SMA400BW SMA400BP	0	27 이상	V노치 압연 방향
SMA400CW SMA400CP	0	47 이상	
SMA490BW SMA490BP	0	27 이상	
SMA490CW SMA490CP	0	47 이상	
SMA570W SMA570P	-5	47 이상	

비고) 주문자는 위 내용 이상의 샤르피 흡수에너지 값을 지정하여도 좋다

(4) 용접구조용 내후성 열간 압연 강재의 탄소당량 또는 용접균열 감수성은 다음에 따른다.

① SMA570W 및 SMA570P의 탄소당량 및 용접 균열 감수성은 다음에 따른다. 또한 탄소당량의 적용은 켄칭템퍼링의 강재로 한다.

가. 탄소당량 : 탄소당량은 다음 식에 따라 KS D 3529 9.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-22에 따른다.

$$\text{탄소당량}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

표 15-12-22 탄소당량

강재의 두께 (mm)	50 이하	50 초과 100 이하
탄소당량 (%)	0.44 이하	0.47 이하

나. 용접균열감수성 : 주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 탄소당량 대신에 용접 균열 감수성을 적용하여도 좋다. 이 경우의 용접 균열 감수성은 KS D 3529 9.1의 레이들 분석값을 사용하여 다음 식에 따라 계산하고, 그 값은 표 15-12-23에 따른다.

용접 균열 감수성(%) $C+\frac{Si}{30}+\frac{Mn}{20}+\frac{Cu}{20}+\frac{Ni}{60}+\frac{Cr}{20}+\frac{Mo}{15}+\frac{V}{10}+5B$

표 15-12-23 용접 균열 감수성

강재의 두께 (mm)	50 이하	50 초과 100 이하
용접 균열 감수성 (%)	0.28 이하	0.30 이하

② 열 가공제어를 한 강판의 탄소당량 및 용접 가능성

주문자와 제조자 사이의 협정에 따라 열 가공제어를 한 강판의 탄소당량 및 탄소당량 대신에 적용할 용접 균열 감수성은 다음에 따른다.

가. 탄소당량 : 탄소당량은 다음의 식에 따라 KS D 3529 9.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그값은 표 15-12-24에 따른다.

$$\text{탄소당량}(\%) = C+\frac{Mn}{6}+\frac{Si}{24}+\frac{Ni}{40}+\frac{Cr}{5}+\frac{Mo}{4}+\frac{V}{14}$$

표 15-12-24 탄소당량

종류의 기호		SMA490AW, SMA490BW, SMA490CW	SMA490AP, SMA490BP, SMA490CP
적용 두께 (mm)	50 이하	0.41 이하	0.40 이하
	50 초과 100 이하	0.43 이하	0.42 이하
	100 이상	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

나. 용접균열 감수성 : 용접 균열 감수성은 다음의 식에 따라 KS D 3529 9.1의 레이들 분석값을 사용하여 산출하고, 그 값은 표 15-12-25에 따른다.

용접 균열 감수성(%)

$$C+\frac{Si}{30}+\frac{Mn}{20}+\frac{Cu}{20}+\frac{Ni}{60}+\frac{Cr}{20}+\frac{Mo}{15}+\frac{V}{10}+5B$$

표 15-12-25 용접 균열 감수성

종류의 기호		SMA490AW, SMA490BW, SMA490CW	SMA490AP, SMA490BP, SMA490CP
적용 두께 (mm)	50 이하	0.24 이하	0.24 이하
	50 초과 100 이하	0.26 이하	0.26 이하
	100 이상	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.

2.4.3 겉모양, 치수 무게 및 허용차

용접구조용 내후성 열간 압연 강재의 겉모양, 모양, 차수, 무게 및 그 허용차는 KS D 3502, KS D 3500 규정에 따른다. 이 경우, 강판의 길이 및 컷에지(cut edge)의 경우의 나비 허용차는 특별한 지정이 없는 한 KS D 3500의 허용차 A에 따른다. 또한 SMA570W 및 SMA570D의 강판의 용접보수는 사전에 주문자의 승낙을 얻은 경우에 적용한다.

2.4.4 시험편 채취 및 시험방법

용접구조용 내후성 열간 압연 강재의 시험편 채취 및 시험방법은 KS D 3529 규정에 따른다.

2.5 탄소강 단강품

탄소강 단강품이란 탄소강 강괴를 단조 혹은 압연과 단조에 의하여 성형한 재료로서, 제조방법 및 품질은 KS D 3710에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.5.1 종 류

탄소강 단강품의 종류의 기호는 표 15-12-26에 따르며, A, B 구분은 열처리 차이에 따른다.

표 15-12-26 탄소강 단강품의 종류의 기호

종 류 의 기 호	열처리의 종류
SF340A SF390A SF440A SF490A SF540A SF590A	어닐링(annealing), 노멀라이징 또는 노멀라이징 템퍼링
SF540B SF590B SF640B	칭 템퍼링

2.5.2 품질기준

(1) 탄소강 단강품은 품질이 균일하며, 사용상 해로운 흠 · 기타 결함이 없어야 한다.

(2) 탄소강 단강품의 화학성분 및 기계적 성질은 KS D 3710에 따른다. 다만, 굴곡의 경우에는 이의 바깥쪽에 균열이 발생하여서는 안 된다.

표 15-12-27 탄소강 단강품의 화학적 성질

(단위 : %)

C	Si	Mn	P	S
0.60 이하	0.15~0.50	0.30~1.20	0.030 이하	0.035 이하

비고) 1. 탄소당량은 인수 인도 당사자 사이의 협의에 따라 정할 수 있다.
2. 화학성분은 위의 표 범위 내에서 인수 인도 당사자 사이의 협의에 따라 정할 수 있다.

표 15-12-28 어닐링, 노멀라이징 또는 노멀라이징 템퍼링을 한 단강품의 기계적 성질

종류의 기호	항복점 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%) 14 A 호 시험편		단면수축율 (%)		경 도[1] (HB)
			축방향	절선방향	축방향	절선방향	
SF340A	175 이상	340~440	27 이상	23 이상	50 이상	38 이상	90 이상
SF390A	195 이상	390~90	25 이상	21 이상	45 이상	35 이상	105 이상
SF440A	225 이상	440~540	24 이상	19 이상	45 이상	35 이상	121 이상
SF490A	245 이상	490~590	22 이상	17 이상	40 이상	30 이상	134 이상
SF540A	275 이상	540~640	20 이상	16 이상	35 이상	26 이상	152 이상
SF590A	295 이상	590~690	18 이상	14 이상	35 이상	26 이상	167 이상

주 1) 동일 로트 탄소강 단강품의 경도 편차는 HB30 이하로 하고, 1개 탄소강 단강품의 경도 편차도 HB30 이하로 한다.

표 15-12-29 퀜칭 템퍼링을 한 단강품의 기계적 성질

종류의 기호	열처리할 때의 공시부 지름 두께 또는 축방향길이(mm)	항 복 점 (MPa)	인장강도[2] (MPa)	연 신 율 %		단면수축율 (%)		샤르피 충격치 (J/㎠)		경 도[1] (HB)
				14 A 호 시험편				3호 시험편		
				축방향	절선방향	축방향	절선방향	축방향	절선방향	
SF540B	100 미만	335 이상	540~690	21이상	17이상	45이상	36이상	59이상	39이상	152이상
	100 이상 250 미만	315 이상		21이상	17이상	43이상	34이상	59이상	39이상	
	250 이상 400 미만	295 이상		20이상	16이상	40이상	32이상	49이상	34이상	
SF590B	100 미만	360 이상	590~740	19이상	15이상	43이상	34이상	49이상	34이상	167이상
	100 이상 250 미만	335 이상		19이상	14이상	40이상	32이상	49이상	34이상	
	250 이상 400 미만	325 이상		18이상	14이상	38이상	30이상	39이상	29이상	
SF640B	100 미만	390 이상	640~780	16이상	11이상	40이상	32이상	39이상	29이상	183이상
	100 이상 250 미만	360 이상		16이상	11이상	38이상	30이상	39이상	29이상	
	250 이상 400 미만	345 이상		15이상	10이상	35이상	28이상	29이상	25이상	

주 1) 동일 로트 탄소강 단강품의 경도편차는 HB50 이하로 하고, 1개 단강품의 경도 편차는 HB30 이하로 한다.
2) 1개 탄소강 단강품의 인장강도 편차는 100 MPa 이하로 한다.

2.5.3 시험편 채취 및 시험방법

탄소강 단강품의 시험편 채취 및 시험방법은 KS D 3710 에 따른다.

2.6 회주철품

회주철품이란 용선로, 전기로 기타 적당한 용해로에서 제조한 재료로서, 그 제조법 및 품질은 KS D 4301의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.6.1 종 류

회주철품의 종류의 기호는 표 15-12-30에 따른다.

표 15-12-30 회주철품 종류의 기호

회주철품 종류의 기호
GC100
GC150
GC200
GC250
GC300
GC350

2.6.2 품질기준

(1) 회주철품은 품질이 균일하고, 사용상 해로운 흠 · 블로우 홀(blow hole) 등이 없어야 한다.

(2) 별도 주입한 공시재의 기계적 성질은 표 15-12-31에 따른다. 다만, 최대하중, 휨 및 경도는 특히 주문자의 요구가 있는 경우에 적용한다.

(3) 본체 붙임 공시재 및 실제 강도용 공시재의 인장강도는 KS D 4301의 6.에 따른다.

표 15-12-31 별도 주입한 공시재의 기계적 성질

종류의 기호	인장강도 (MPa)	경 도 (HB)
GC100	100 이상	201 이하
GC150	150 이상	212 이하
GC200	200 이상	223 이하
GC250	250 이상	241 이하
GC300	300 이상	262 이하
GC350	350 이상	277 이하

2.6.3 공시재 제작 및 시험방법

회주철품의 공시재 제작 및 시험방법은 KS D 4301에 따른다.

2.7 주 강 품

주강품은 교량 등 구조물의 중요부분에는 사용하지 않으나 받침부 · 배수장치 · 난간 등에 사용하게 되는 경우가 있으며, 탄소강 주강품 · 고장력 탄소강 주강품 및 용접 구조용 주강품 등이 있다.

2.7.1 탄소강 주강품(KS D 4101)

(1) 탄소강 주강품의 종류의 기호는 표 15-12-32와 같다.

표 15-12-32 종류의 기호

종류의 기호	적 용
SC360	일반구조용, 전동기 부품용
SC410	일반구조용
SC450	일반구조용
SC480	일반구조용

비 고 : 원심력 주강관에는 기호 뒤에 이것을 표시하는 기호 -CF를 붙인다.
보기 : SC410-CF

(2) 제조방법, 모양, 치수 및 그 허용차는 KS D 4101에 따른다.
(3) 주강품은 품질이 균일하여야 하며, 사용상 해로운 흠 · 갈라짐 · 주물기공 등이 없어야 한다.
(4) 주강품의 화학성분은 레이들 분석치로서, C의 함유량은 0.20 % ~ 0.40 % 이하, P 및 S 함유량은 각각 0.04 % 이하이어야 한다.
(5) 기계적 성질은 표 15-12-33과 같다.
(6) 탄소강 주강품의 시험방법은 KS D 4101에 따른다.

표 15-12-33 기계적 성질

종류의 기호	항복점 또는 내구력 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	단면 수축률 (%)
SC360	175 이상	360 이상	23 이상	35 이상
SC410	205 이상	410 이상	21 이상	35 이상
SC450	225 이상	450 이상	19 이상	30 이상
SC480	245 이상	480 이상	17 이상	25 이상

2.7.2 고장력 탄소강 주강품(KS D 4102)

이 시방은 교량의 받침부, 배수장치, 난간 등에 쓰이는 구조용 고장력 탄소강 주강품에 대하여 규정한다.

(1) 구조용 고장력 탄소강 주강품의 종류의 기호는 표 15-12-34와 같다.

표 15-12-34 구조용 고장력 탄소강 주강품의 종류의 기호

종류의 기호	적 용
SCC3	구조용
SCC5	구조용, 내마모용
SCMn1	구조용
SCMn2	구조용
SCMn3	구조용
SCMn5	구조용, 내마모용
SCSiMn2	구조용{주로 앵커 체인 (anchor chain)용}
SCMnCr2	구조용
SCMnCr3	구조용
SCMnCr4	구조용, 내마모용
SCMnM3	구조용, 강인재용
SCCrM1	구조용, 강인재용
SCCrM3	구조용, 강인재용
SCMnCrM2	구조용, 강인재용
SCMnCrM3	구조용, 강인재용
SCNCrM2	구조용, 강인재용

비고) 원심력 주강관에는 기호 뒤에 이것을 표시하는 기호 CF를 붙인다.
보기 : SSC3-CF

(2) 제조방법, 모양, 치수, 무게 및 그 허용차는 KS D 4102 중 고장력 탄소강 주강품에 따른다.

(3) 주강품은 품질이 균일하고, 해로운 흠 또는 블로우 홀(blow hole) 등이 없어야 한다.

(4) 구조용 고장력 탄소강 주강품의 화학성분 및 기계적 성질은 KS D 4102에 따른다.

(5) 구조용 고장력 탄소강 주강품의 시험방법은 KS D 4102 에 따른다.

표 15-12-35 구조용 고장력 탄소강 주강품의 화학적 성질

단위 : %

종류의 기호	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SCC3	0.30~0.40	0.30~0.60	0.50~0.80	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCC5	0.40~0.50	0.30~0.60	0.50~0.80	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCMn1	0.20~0.30	0.30~0.60	1.00~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCMn2	0.25~0.35	0.30~0.60	1.00~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCMn3	0.30~0.40	0.30~0.60	1.00~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCMn5	0.40~0.50	0.30~0.60	1.00~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCSiMn2	0.25~0.35	0.50~0.80	0.90~1.20	0.040 이하	0.040 이하	–	–	–
SCMnCr2	0.25~0.35	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.40~0.80	–
SCMnCr3	0.30~0.40	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.40~0.80	–
SCMnCr4	0.35~0.45	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.40~0.80	–
SCMnM3	0.30~0.40	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.20 이하	0.15~0.35
SCCrM1	0.20~0.30	0.30~0.60	0.50~0.80	0.040 이하	0.040 이하	–	0.80~1.20	0.15~0.35
SCCrM3	0.30~0.40	0.30~0.60	0.50~0.80	0.040 이하	0.040 이하	–	0.80~1.20	0.15~0.35
SCMnCrM2	0.25~0.35	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.30~0.70	0.15~0.35
SCMnCrM3	0.30~0.40	0.30~0.60	1.20~1.60	0.040 이하	0.040 이하	–	0.30~0.70	0.15~0.35
SCNCrM2	0.25~0.35	0.30~0.60	0.90~1.50	0.040 이하	0.040 이하	1.60~2.00	0.30~0.90	0.15~0.35

비고) 특별히 필요한 경우, 규정되어 있지 않은 원소에 대하여는 인수 · 인도 당사자 사이의 협정에 따른다.

표 15-12-36 구조용 고장력 탄소강 주강품의 기계적 성질

종류의 기호[3]	열 처 리		항복점 또는 내구력 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	단면 수축률 (%)	경 도 (HB)
	노멀라이징 후의템퍼링의 경우[1]	퀜칭후의 템퍼링의 경우[2]					
SCC3A	○	–	265 이상	520 이상	13 이상	20 이상	143 이상
SCC3B	–	○	370 이상	620 이상	13 이상	20 이상	183 이상
SCC5A	○	–	295 이상	620 이상	9 이상	15 이상	163 이상
SCC5B	–	○	440 이상	690 이상	9 이상	15 이상	201 이상
SCMn1A	○	–	275 이상	540 이상	17 이상	35 이상	143 이상
SCMn1B	–	○	390 이상	590 이상	17 이상	35 이상	170 이상
SCMn2A	○	–	345 이상	590 이상	16 이상	35 이상	163 이상
SCMn2B	–	○	440 이상	640 이상	16 이상	35 이상	183 이상
SCMn3A	○	–	370 이상	640 이상	13 이상	30 이상	170 이상
SCMn3B	–	○	490 이상	690 이상	13 이상	30 이상	197 이상
SCMn5A	○	–	390 이상	690 이상	9 이상	20 이상	183 이상
SCMn5B	–	○	540 이상	740 이상	9 이상	20 이상	212 이상
SCSiMn2A	○	–	295 이상	590 이상	13 이상	35 이상	163 이상
SCSiMn2B	–	○	440 이상	640 이상	17 이상	35 이상	183 이상
SCMnCr2A	○	–	370 이상	590 이상	13 이상	30 이상	170 이상
SCMnCr2B	–	○	440 이상	640 이상	17 이상	35 이상	183 이상
SCMnCr3A	○	–	390 이상	640 이상	9 이상	25 이상	183 이상
SCMnCr3B	–	○	490 이상	690 이상	13 이상	30 이상	207 이상
SCMnCr4A	○	–	410 이상	690 이상	9 이상	20 이상	201 이상
SCMnCr4B	–	○	540 이상	740 이상	13 이상	25 이상	223 이상
SCMnM3A	○	–	390 이상	690 이상	13 이상	30 이상	183 이상
SCMnM3B	–	○	490 이상	740 이상	13 이상	30 이상	212 이상
SCCrM1A	○	–	390 이상	590 이상	13 이상	30 이상	170 이상
SCCrM1B	–	○	490 이상	690 이상	13 이상	30 이상	201 이상
SCCrM3A	○	–	440 이상	690 이상	9 이상	25 이상	201 이상
SCCrM3B	–	○	540 이상	740 이상	9 이상	25 이상	217 이상
SCMnCrM2A	○	–	440 이상	690 이상	13 이상	30 이상	201 이상
SCMnCrM2B	–	○	540 이상	740 이상	13 이상	30 이상	212 이상
SCMnCrM3A	○	–	540 이상	740 이상	9 이상	25 이상	212 이상
SCMnCrM3B	–	○	635 이상	830 이상	9 이상	25 이상	223 이상
SCNCrM2A	○	–	590 이상	780 이상	9 이상	20 이상	223 이상
SCNCrM2B	–	○	685 이상	880 이상	9 이상	20 이상	269 이상

주 1) 노멀라이징 온도 850~950 ℃, 템퍼링 온도 550~650 ℃

2) 퀜칭 온도 850~950 ℃, 템퍼링 온도 550~650 ℃

3) 기호 끝의 A는 노멀라이징 후 템퍼링을, B는 퀜칭 후 템퍼링을 표시한다.

비고) ○표는 해당 열처리를 표시한다.

2.7.3 용접 구조용 주강품(KS D 4106)

이 규정은 압연강재, 단강품 또는 주강품과의 용접 구조에 사용하는 특히 용접성이 우수한 주강품에 대하여 규정한다.

(1) 용접 구조용 주강품의 종류의 기호는 표 15-12-37과 같다.

(2) 용접 구조용 주강품은 노 내에서 각부를 균일하게 가열하고, 어닐링 · 노멀라이징 · 노멀라이징 후 템퍼링 또는 퀜칭 후 템퍼링 등 어느 것이든 열처리를 실시하여야 한다.

(3) 용접 구조용 주강품의 형상, 치수 및 중량은 설계도서에 따르고, 길이 및 두께의 허용차는 KS B 0418 에 따른다.

표 15-12-37 용접 구조용 주강품의 종류의 기호

종 류 의 기 호
SCW410
SCW450
SCW480
SCW550
SCW620

(4) 용접구조용 주강품은 품질이 균일하고, 사용상 해로운 흠 및 블로우 홀 등이 없어야 한다.

(5) 용접구조용 주강품의 화학성분 및 탄소당량은 KS D 4106에 따른다.
다만, 탄소당량의 계산방법은 각 성분 다같이 1/100 % 단위의 분석치를 사용하여 1/1,000 % 단위까지 산출하고, 더한 값은 1/1,000 단위에서 KS A 0021에 따라 끝맺음한다.

$$\text{탄소당량}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

표 15-12-38 용접 구조용 주강품의 화학성분 및 탄소당량

단위 : %

종류의 기호	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	탄소 당량
SCW410	0.22 이하	0.80 이하	1.50 이하	0.04 이하	0.04 이하	–	–	–	–	0.40 이하
SCW450	0.22 이하	0.80 이하	1.50 이하	0.04 이하	0.04 이하	–	–	–	–	0.43 이하
SCW480	0.22 이하	0.80 이하	1.50 이하	0.04 이하	0.04 이하	0.50 이하	0.50 이하	–	–	0.45 이하
SCW550	0.22 이하	0.80 이하	1.50 이하	0.04 이하	0.04 이하	2.50 이하	0.50 이하	0.30 이하	0.20 이하	0.48 이하
SCW620	0.22 이하	0.80 이하	1.50 이하	0.04 이하	0.04 이하	2.50 이하	0.50 이하	0.30 이하	0.20 이하	0.50 이하

(6) 용접 구조용 주강품의 기계적 성질은 KS D 4106에 따른다.

표 15-12-39 용접 구조용 주강품의 기계적 성질

종류의 기 호	항복점 또는 내력 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	샤르피 흡수에너지	
				충격시험온도 (℃)	V 노치 시험편 KS D 4101
SCW410	235 이상	410 이상	21 이상	0	27 이상
SCW450	255 이상	450 이상	20 이상	0	27 이상
SCW480	275 이상	480 이상	20 이상	0	27 이상
SCW550	355 이상	550 이상	18 이상	0	27 이상
SCW620	430 이상	620 이상	17 이상	0	27 이상

(7) 용접 구조용 주강품의 시험방법은 KS D 4106 에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-13 리벳

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 강구조물 공사에 사용하는 리벳에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 1102 열간 성형 리벳
KS D 3557 리벳용 원형강

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 리벳의 종류

강구조물에 쓰이는 리벳의 종류 및 재료는 표 15-13-1과 같다.

표 15-13-1 리벳의 종류 및 재료

구 분	재 료	주 용 도
둥 근 머 리 리 벳 접 시 머 리 리 벳 둥근접시머리리벳 납 작 머 리 리 벳	KS D 3557	일 반 용

2.2 리벳의 기계적 성질

2.2.1 리벳의 머리를 약 800 ℃로 가열하여 머리지름이 호칭지름의 2.5배인 평면이 되도록 눌렀을 때 가장자리에 터짐이 생겨서는 안 된다.

2.2.2 리벳의 몸통을 상온에서 180°로 구부려서 끝이 닿도록 하였을 때 바깥쪽에 터짐 및 흠이 생겨서는 안 된다.

2.3 리벳의 모양 및 치수

리벳의 표면은 매끈하고 해로운 터짐 · 균열 · 흠 · 겹침 및 뒤틀림 등의 결함이 없어야 하며, 모양 및 치수는 KS B 1102에 따른다.

2.4 검사 및 기타

리벳의 검사방법 및 기타사항은 KS B 1102에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-14 고장력 볼트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 강구조물 공사에 사용하는 고장력 볼트에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS B 0201 미터 보통 나사
KS B 0211 미터 보통 나사의 허용한계치수 및 공차
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 고장력 볼트의 구성 및 종류

각 세트는 마찰접합용 고장력 6각볼트 1개, 마찰접합용 고장력 6각너트 1개, 마찰 접합용 고장력 평와셔 2개로 구성되며, 그 종류 및 등급은 표 15-14-1과 같다.

표 15-14-1 고장력 6각볼트의 종류 및 등급

<table>
<tr><th colspan="2">세 트 의 종 류</th><th colspan="3">사용하는 구성 부품의
기계적 성질에 따른 등급</th></tr>
<tr><th>기계적 성질에 따른 종류</th><th>토크 계수값에 따른 종류</th><th>볼 트</th><th>너 트</th><th>와 셔</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1 종</td><td>A</td><td rowspan="2">F8T</td><td rowspan="2">F10
(F8)</td><td rowspan="6">F35</td></tr>
<tr><td>B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2 종</td><td>A</td><td rowspan="2">F10T</td><td rowspan="4">F10</td></tr>
<tr><td>B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(3 종)</td><td>A</td><td rowspan="2">(F11T)</td></tr>
<tr><td>B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4 종</td><td>A</td><td rowspan="2">F13T</td><td rowspan="2">F13</td></tr>
<tr><td>B</td></tr>
</table>

주) ( )를 붙인 것은 가능한 한 사용하지 않는다.

2.2 나 사

볼트 및 나사는 KS B 0201에 규정하는 미터 보통 나사로 하고, 그 정밀도는 KS B 0211의 6H/6g으로 한다.

다만, 너트의 유효지름에 대하여는 최대허용치수를 표 15-14-2에 표시하는 값으로 한다. 또한 볼트의 나사는 전조에 의하여 가공한 것으로 한다.

표 15-14-2 너트의 유효지름에 대한 허용치수

(단위 : mm)

나사의 호칭	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24
유효지름의 최대허용치수	11.063	14.913	18.600	20.600	22.316

2.3 기계적 성질

2.3.1 볼트 시험편의 기계적 성질

볼트 시험편의 기계적 성질은 표 15-14-3의 규격에 적합하여야 한다. 또한 충격값을 특별히 필요로 하는 경우에는 인수·인도 당사자 사이의 협의에 따른다.

표 15-14-3 볼트 시험편의 기계적 성질

볼트의 기계적 성질에 따른 등급	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연 신 율 (%)	단면 수축율 (%)
F8T	640 이상	800~1,000	16 이상	45 이상
F10T	900 이상	1,000~1,200	14 이상	40 이상
F11T	990 이상	1,100~1,300	14 이상	40 이상
F13T	1,170 이상	1,300~1,500	12 이상	35 이상

2.3.2 볼트 제품의 기계적 성질

볼트 제품의 기계적 성질은 표 15-14-4 인장하중(최소) 미만에서 파단되는 일이 없고, 인장하중을 증가시켰을 때 볼트 머리가 떨어져 나가서는 안 된다.

표 15-14-4 볼트 제품의 기계적 성질

볼트 등급	최소 인장하중 (kN) 볼트 사이즈							경 도
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	
F8T	67.4	125.4	195.8	242.7	282.0	367.0	449.0	HRC 18~31
F10T	84.3	156.7	244.8	303.4	352.5	458.8	561.3	HRC 27~38
F11T	92.7	172.4	269.3	333.7	387.8	504.7	617.4	HRC 30~40
F13T	109.6	203.7	318.2	394.4	458.3	596.4	729.7	HRC 40~45

2.3.3 너트의 기계적 성질

너트 제품의 기계적 성질은 표 15-14-5의 규격에 적합한 것이어야 한다.

표 15-14-5 너트제품의 기계적 성질

너트의 기계적 성질에 따른 등급	경 도		보 증 하 중
	최 소	최 대	
F 8	HRB 85	HRB 100	표 15-14-4 볼트 인장하중(최소)과 같다
F 10	HRB 95	HRC 35	
F 13	HRC 30	HRC 40	

2.3.4 와셔의 경도

와셔 제품의 경도는 표 15-14-6의 규격에 적합한 것이어야 며, 침탄 · 담금질 · 뜨임을 하지 않는 것으로 한다.

표 15-14-6 와셔제품의 경도

와셔의 기계적 성질에 따른 등급	경 도
F 35	HRC 35~45

(1) 볼트의 표면은 거칠지 않고 사용상 해로운 터짐 · 흠 · 끝 굽음 · 녹 · 나사산의 상처 등의 결점이 없어야 하며, 너트와 와셔의 표면도 거칠지 않고 사용상 해로운 터짐 · 흠 · 귀 · 녹 등의 결점이 없어야 한다.

(2) 모양 및 치수는 KS B 1010중 부표 1~부표 3에 따른다.

2.4 측정 및 시험방법

마찰접합용 고장력 6각볼트 세트에 대한 측정 및 시험방법은 KS B 1010에 따르며, F13T 고장력 볼트 제품의 수소지연파괴 민감도에 대한 시험방법은 KS B 1010 부속서 1에 따른다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15 도료

15-15-1 노면 표시용 도료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교통표지 선을 그리는데 사용하는 도료로서, 안료 · 수지 · 유리알 · 충전용 재료 등을 원료로 사용한 도료에 대하여 규정한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS D 3512	냉간 압연 강판 및 강대
KS D 6701	알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조
KS E 3605	분괴 혼합물－샘플링 방법 통칙
KS L 2521	도로 표지 도료용 유리알
KS L 6003	연마지
KS M 0016	원자 흡광 분석 방법 통칙
KS M 0032	고주파 유도 결합 플라스마 방출 분광 분석 방법 통칙
KS M 2707	정제 글리세린
KS M 5000	도료 및 관련 원료의 시험방법
KS M 5550	도료용 색 분류 기준
KS M 6518	가황 고무 물리 시험방법
KS M ISO 1513	도료와 바니시－시험용 시료의 검사와 제조방법
KS M ISO 151,	도료와 바니시－시험용 표준판
KS M ISO 2814	도료와 바니시－동형 동색 도료의 은폐율(은폐력) 비교
KS M ISO 3251	도료, 바니시 및 플라스틱－비휘발분 함량 측정
KS M ISO 6353－2	화학 분석용 시약－제2부 : 규격－제1집
KS M ISO 11890－1	페인트와 바니시－휘발성유기화합물 측정－제1부: 다른방법
ASTM D4505	Standard Specification for Preformed Retroreflective Pavement Marking Tape for Extended Service Life
EN 1436	Road marking materials – Road marking performance for road users, 2007

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종류

도료는 색상에 따라 흰색(색번호 37875)·노란색(색번호 33538)·파란색(색번호 35250)으로 구분하며, 성상과 시공방법의 차이에 따라 다음의 5종류로 나눈다. 단, 재귀 반사용 성능이 요구되는 노면표시용 도료는 2, 4, 5종을 적용한다.

1종 : 상온건조형 노면표시용 도료
2종 : 수용성형 노면표시용 도료
3종 : 가열형 노면표시용 도료
4종 : 융착식 노면표시용 도료
5종 : 상온경화형 플라스틱 도료
차선테이프

2.2 품질관리

도료의 품질은 표 15-15-1의 기준에 적합한 것이어야 한다.

표 15-15-1 노면표시용 도료의 품질기준

항목 \ 종류		1종 (상온건조형 노면표시용 도료)	2종 (수용성형 노면표시용 도료)	3종 (가열형 노면표시용 도료)
주 도 (K.U.)		80 ~ 130	80 ~ 120	80 ~ 130
용기내에서의 상태		내용물에 딱딱한 덩어리, 이물질이 없어야 하며, 저었을 때 쉽게 균일한 상태가 되어야 한다.		
불점착 건조성		20분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않아야 한다.		10분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않아야 한다.
열 안 전 성		–	시험한 후 변질되거나, 주도가 141 K.U 이상 증가하지 않아야 하며, 내세척 시험에 합격하여야 한다.	용기 내에서의 상태를 만족하고 주도가 5 K.U 이하이어야 한다.
도 막 의 겉 모 양		주름, 얼룩, 부풀음, 갈라짐, 점착성 등이 없고 핀홀, 작은 입자 등이 많지 않을 것		
45°, 0° 확산반사율	흰 색	80 이상		
은 폐 율 (%)	흰 색	90 이상	90 이상	90 이상
	노란색	80 이상	80 이상	80 이상
	파란색	90 이상	90 이상	90 이상
블리딩성 (bleeding)		아스팔트 판 위에 칠했을 때 심한 블리딩이 없어야 한다.		
내 마 모 성		마모감량이 100회전에 대하여 500 mg 이하		
촉진 내후성	흰 색	160시간 촉진 내후성 시험한 후 45°, 0° 확산 반사율이 70 이상이어야 하고, 갈라짐 · 부풀음 · 떨어짐 등이 없어야 한다.		
	노란색 파란색	160시간 촉진 내후성 시험한 후 갈라짐 · 부풀음 · 떨어짐 등이 없고, 색 변화는 명도차 6단위를 넘지 않아야 한다.		
내 수 성		물에 24시간 침지시켰을 때 갈라짐, 부풀음, 떨어짐, 주름, 변색 등이 없어야 한다.		
내 알 칼 리 성		수산화칼슘 포화 용액에 18시간 침지시켰을 때 갈라짐, 부풀음, 주름, 변색 등이 없어야 한다.		
냉 동 안 정 성		–	주도가 10K.U 이상 상승 또는 10 % 이상의 저하가 없어야 한다.	–
안 료 분 (도료 중 %)		40 ~ 60	–	50 이상

표 15-15-1 노면표시용 도료의 품질기준 (계속)

<table>
<tr><th>종 류
항 목</th><th colspan="2">1종
(상온건조형 노면표시용 도료)</th><th>2종
(수용성형 노면표시용 도료)</th><th>3종
(가열형 노면표시용 도료)</th></tr>
<tr><td>불 휘 발 분
(도료 중 %)</td><td colspan="2">60 이상</td><td>55 이상</td><td>65 이상</td></tr>
<tr><td>내 세 척 성</td><td colspan="2">–</td><td>800회 이상</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="3">색 상</td><td>흰 색</td><td colspan="3">KS M 5550의 37875과 큰 차이가 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>노란색</td><td colspan="3">KS M 5550의 33538와 큰 차이가 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>파란색</td><td colspan="3">KS M 5550의 35250과 큰 차이가 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>납
(비휘발분 중 %)</td><td colspan="4">0.06 이하</td></tr>
<tr><td>카드뮴
(비휘발분 중 %)</td><td colspan="4">0.01 이하</td></tr>
<tr><td>휘발성 유기화합물
함량</td><td colspan="2">450 g/L 이하</td><td>200 g/L 이하</td><td>450 g/L 이하</td></tr>
<tr><td>내마모도시험(20만 회)
[150 mcd.(m²·lx 이상]
(흰색 기준)</td><td colspan="4">
<table>
<tr><th>구분</th><th>등급</th><th>재귀반사도 성능</th></tr>
<tr><td rowspan="5">흰색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R2</td><td>$R_L \geq 100$</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr>
<tr><td>R5</td><td>$R_L \geq 300$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">노란색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R1</td><td>$R_L \geq 80$</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

비고) 1. 사용자가 도료에 유리알을 살포 또는 혼합하고 사용하기 위하여 다음 시험을 요구할 수 있다.
a) 유리알 살포 시험 유리알이 도막에 얼룩지지 않고 부착되어야 한다.
b) 유리알 고착률 유리알이 90 % 이상 고착되어 있어야 한다.
c) 혼합 안정성 혼합하여 (20±0.5)℃에서 48시간 방치했을 때, 주도가 120 K.U 이하이어야 한다.

2. 사용자가 도료에 유리알을 살포하여 사용할 때에는 KS L 2521의 1호를 도료 1 L에 800 g 비율로 젖은 도막 위에 살포하며, 유리알을 혼합하여 사용할 때에는 KS L 2521의 1, 2호를 도료 1 L에 500 g 비율로 혼합 사용하는 것을 원칙으로 한다.

3. RL 은 반사휘도계수로서, 도로표지에 빛의 반향과 수직이 되는 장소의 조도가 E일 때 관찰 방향의 재귀반사성능 L의 계수를 의미한다. 또한 부속서 D 도로표지용 도료에 관한 재귀반사성능 관리지침을 따라서 노면이 건조한 상태의 야간시인성에 대한 재귀반사성능을 뜻한다.

표 15-15-1 노면표시용 도료의 품질기준 (계속)

<table>
<tr><td colspan="2">항 목 ＼ 종 류</td><td colspan="4">4종
(융착식 노면표시용 도료)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">연 화 점
(℃)</td><td>SP0</td><td colspan="4">–</td></tr>
<tr><td>SP1</td><td colspan="4">≥ 65</td></tr>
<tr><td>SP2</td><td colspan="4">≥ 80</td></tr>
<tr><td>SP3</td><td colspan="4">≥ 95</td></tr>
<tr><td>SP4</td><td colspan="4">≥ 110</td></tr>
<tr><td colspan="2">연화점 변화 (⊿SP)</td><td colspan="4">± 10 ℃ 이내</td></tr>
<tr><td rowspan="6">압 입 시 간</td><td>IN0</td><td colspan="4">규정 없음</td></tr>
<tr><td>IN1</td><td colspan="4">5초 ~ 45초</td></tr>
<tr><td>IN2</td><td colspan="4">46초 ~ 5분</td></tr>
<tr><td>IN3</td><td colspan="4">2분 ~ 5분</td></tr>
<tr><td>IN4</td><td colspan="4">6분 ~ 20분</td></tr>
<tr><td>IN5</td><td colspan="4">≥ 20분</td></tr>
<tr><td rowspan="5">저 온 충 격 성</td><td>등급</td><td>검사온도(℃)</td><td colspan="2">쇠공</td><td>검사 통과 시료수</td></tr>
<tr><td>CI0</td><td>규정 없음</td><td colspan="2">–</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>CI1</td><td>0</td><td colspan="2">(66.8 ± 0.2) g</td><td>6</td></tr>
<tr><td>CI2</td><td>−10±3</td><td colspan="2">(66.8 ± 0.2) g</td><td>6</td></tr>
<tr><td>CI3</td><td>−10±3</td><td colspan="2">(110 ± 0.2) g</td><td>6</td></tr>
<tr><td colspan="2">불 점 착 건 조 성</td><td colspan="4">3분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않아야 한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">도 막 의 겉 모 양</td><td colspan="4">주름, 얼룩, 부풀음, 갈라짐, 떨어짐이 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색도</td><td>UV 노화전</td><td colspan="2">0.80 이상 (흰색)</td><td colspan="2">0.40 이상 (노란색)</td></tr>
<tr><td>UV 노화후
(200시간)(⊿β)</td><td colspan="2">0.05 이하 (흰색)</td><td colspan="2">0.05 이하 (노란색)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">내열처리 후 색도
(200℃, 6시간)</td><td>UV 노화전(β)</td><td colspan="2">0.75 이상 (흰색)</td><td colspan="2">0.40 이상 (노란색)</td></tr>
<tr><td>UV 노화후
(200시간)(⊿β)</td><td colspan="2">0.05 이하 (흰색)</td><td colspan="2">0.05 이하 (노란색)</td></tr>
<tr><td colspan="2">내 알 칼 리 성</td><td colspan="4">수산화칼슘 포화 용액에 18시간 침지시켜도 갈라짐 및 변색이 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">불휘발분 (도료 중 %)</td><td colspan="4">99 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">납 (비휘발분 중 %)</td><td colspan="4">0.06 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">카드뮴 (비휘발분 중 %)</td><td colspan="4">0.01 이하</td></tr>
<tr><td colspan="2">색도(좌표)
(초기 및 내열처리 후)</td><td colspan="2">CIE 색도좌표 범위 내에
들어올 것 (흰색)
x : 0.355, 0.305, 0.285, 0.385
y : 0.355, 0.305, 0.325, 0.375</td><td colspan="2">CIE 색도좌표 범위 내에
들어올 것 (노란색)
x : 0.494, 0.545, 0.465, 0.427
y : 0.427, 0.455, 0.535, 0.483</td></tr>
<tr><td colspan="2">내마모도시험(20만회)
[150 mcd.(㎡ · lx 이상]
(흰색 기준)</td><td colspan="4"><table><tr><th>구분</th><th>등급</th><th>재귀반사도 성능</th></tr><tr><td rowspan="5">흰색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr><tr><td>R2</td><td>$R_L \geq 100$</td></tr><tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr><tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr><tr><td>R5</td><td>$R_L \geq 300$</td></tr><tr><td rowspan="4">노란색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr><tr><td>R1</td><td>$R_L \geq 80$</td></tr><tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr><tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr></table></td></tr>
</table>

표 15-15-1 노면표시용 도료의 품질기준 (계속)

<table>
<tr><th>항 목 \ 종 류</th><th colspan="2">5종
(상온 경화형 플라스틱 도료)</th></tr>
<tr><td>용기 내 상태</td><td colspan="2">내용물에 딱딱한 덩어리 · 이물질이 없어야 하며, 저었을 때 쉽게 균일한 상태가 되어야 한다.</td></tr>
<tr><td>도 막 의 겉 모 양</td><td colspan="2">주름, 얼룩, 부풀음, 갈라짐, 떨어짐이 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>내 마 모 성</td><td colspan="2">마모 감량이 100회전에 대하여 300 mg 이하</td></tr>
<tr><td>안 료 분 (도료 중 %)</td><td colspan="2">40 이상</td></tr>
<tr><td>불 점 착 건 조 성</td><td colspan="2">40분 후에 도료가 불점착 시험기의 타이어에 붙지 않아야 한다.</td></tr>
<tr><td>블 리 딩 성</td><td colspan="2">아스팔트 위에 칠하였을 때 심한 블리딩이 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>내 알 칼 리 성</td><td colspan="2">수산화칼슘 포화 용액에 18시간 침지시켜도 갈라짐 및 변색이 없어야 한다.</td></tr>
<tr><td>납 (불휘발분 중 %)</td><td colspan="2">0.06 이하</td></tr>
<tr><td>카드뮴 (불휘발분 중 %)</td><td colspan="2">0.01 이하</td></tr>
<tr><td>휘발성 유기화합물 함량 (g/L)</td><td colspan="2">200 이하</td></tr>
<tr><td>색도(좌표)
(초기)</td><td>CIE 색도좌표 범위 내에 들어올 것 (흰색)
x : 0.355, 0.305, 0.285, 0.385
y : 0.355, 0.305, 0.325, 0.375</td><td>CIE 색도좌표 범위 내에 들어올 것 (노란색)
x : 0.494, 0.545, 0.465, 0.427
y : 0.427, 0.455, 0.535, 0.483</td></tr>
<tr><td>색도(luminance factor)
UV 노화 전(β)</td><td>0.80 이상 (흰색)</td><td>0.40 이상 (노란색)</td></tr>
<tr><td>색도(luminance factor)
UV 노화 후 (200 시간)($\Delta\beta$)</td><td>0.05 이상 (흰색)</td><td>0.005 이상 (노란색)</td></tr>
<tr><td>내마모도시험(20만 회)
[150 mcd.(㎡ · lx 이상]
(흰색 기준)</td><td colspan="2">
<table>
<tr><th>구분</th><th>등급</th><th>재귀반사도 성능</th></tr>
<tr><td rowspan="5">흰색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R2</td><td>$R_L \geq 100$</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr>
<tr><td>R5</td><td>$R_L \geq 300$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">노란색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R1</td><td>$R_L \geq 80$</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>$R_L \geq 150$</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>$R_L \geq 200$</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

비고) 1. RL 은 반사휘도계수로서, 도로표지에 빛의 반향과 수직이 되는 장소의 조도가 E일 때 관찰 방향의 재귀반사성능 L의 계수를 의미한다. 또한 부속서 D 도로표지용 도료에 관한 재귀반사성능 관리지침을 따라서 노면이 건조한 상태의 야간시인성에 대한 재귀반사성능을 뜻한다.

표 15-15-2 차선 테이프 품질기준

<table>
<tr><td rowspan="2">항 목</td><td colspan="2">차선 테이프 품질기준</td></tr>
<tr><td>흰색</td><td>노란색</td></tr>
<tr><td>재귀반사도
(입사각 :
88.76° ,
관찰각
: 1.05°)</td><td colspan="2"><table>
<tr><td rowspan="2">재귀 반사성능</td><td colspan="2">RL [mcd/(㎡ · lx)]</td></tr>
<tr><td>흰색</td><td>노란색</td></tr>
<tr><td>재귀 반사성능 I
(wet recovery)</td><td>500
(250)</td><td>300
(250)</td></tr>
<tr><td>재귀 반사성능 II</td><td>250</td><td>175</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>미끄럼저항</td><td colspan="2"><table>
<tr><td>분류</td><td>BPN 값</td></tr>
<tr><td>Type I</td><td>BPN ≥ 45</td></tr>
<tr><td>Type II</td><td>BPN ≥ 55</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>색도</td><td>CIE 색도좌표 범위 내에 들어올 것.
X : 0.355, 0.305, 0.285, 0.335
Y : 0.355, 0.305, 0.325, 0.375</td><td>CIE 색도좌표 범위 내에 들어올 것.
X : 0.494, 0.545, 0.465, 0.427
Y : 0.427, 0.455, 0.535, 0.483</td></tr>
<tr><td>치수</td><td colspan="2">크랙이 없어야 하며, 가장자리가 일정하며, 직선이고, 깨지지 않아야 한다.</td></tr>
<tr><td>접착강도</td><td colspan="2"><table>
<tr><td>시험 온도</td><td>접착강도(N)</td></tr>
<tr><td>10 ℃</td><td>4.88 이상</td></tr>
<tr><td>24 ℃</td><td>4.88 이상</td></tr>
<tr><td>46 ℃</td><td>4.88 이상</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>내마모도시험
(20만 회)
[150 mcd /
(㎡ · lx) 이상]</td><td colspan="2"><table>
<tr><td>구분</td><td>등급</td><td>재귀반사도 [mcd/(㎡ · lx)]</td></tr>
<tr><td rowspan="5">흰색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R2</td><td>R_L ≥ 100</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>R_L ≥ 150</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>R_L ≥ 200</td></tr>
<tr><td>R5</td><td>R_L ≥ 300</td></tr>
<tr><td rowspan="4">노란색</td><td>R0</td><td>규정 없음</td></tr>
<tr><td>R1</td><td>R_L ≥ 80</td></tr>
<tr><td>R3</td><td>R_L ≥ 150</td></tr>
<tr><td>R4</td><td>R_L ≥ 200</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

비고) 1. 시멘트콘크리트포장 면에 시공할 때에는 타이닝 설치부분에 틈이 발생되므로 공간을 완전히 면처리 후 시공하여야 부착력을 확보할 수 있음.
2. 아스팔트콘크리트포장 면에 시공할 때에는 아스팔트 유분 등의 이물질을 완전히 제거 후 시공하여야 부착력을 확보할 수 있음.

※ ASTM D4505-05 (Standard Specification for Preformed Retroreflective Pavement Marking Tape for Extended Service Life) 참조

※ EN 1436 (Road marking materials – Road marking performance for raod users, 2007) 참조

2.3 시료 채취 및 시험방법

노면표시용 도료에 대한 시료채취 및 시험방법은 KS M 6080에 따른다.

2.4 포장 및 표시

포장단위는 1종, 2종, 3종, 5종은 실부피를 기준하여 4 ℓ, 8 ℓ, 80 ℓ 단위로, 4종은 실무게로 10 kg, 20 kg, 25 kg으로 포장하며, 포장용기에는 품명 · 종류 · 색상 · 용도 · 실부피(1종, 2종, 3종, 5종) · 실무게(4종) · 제조년월일 및 로트 번호 · 제조자명 또는 그 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15-2 미끄럼방지포장

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 미끄럼방지포장에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M ISO 2811-1	도료와 바니시-밀도 측정 방법-제1부 : 비중병 법
KS M ISO 2555	플라스틱-액상, 현탁상 또는 분산상의 수지 -브룩필드법에 의한 겉보기 점도의 측정
KS M ISO 3251	도료와 바니시-도료, 바니시 및 도료와 바니시 결합제의 불휘발분 함량 측정법
KS M 5000	도료 및 관련 원료의 시험 방법
KS M 3006	플라스틱의 인장성 측정 방법
KS F 2476	폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법
EN 1436	Road marking materials. Road marking performance for road users
ASTM E 303	Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester
ASTM C 109	Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)
AASHTO T 237	Standard Specification for Epoxy-Resin Adhesives for Bonding Traffic Markers to Hardened Portland Cement and Asphalt Concrete

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종 류

미끄럼방지포장은 아스팔트콘크리트포장 및 시멘트콘크리트포장 위에 적용하며, 수지 종류에 관계없이 품질기준에 만족하여야 한다.

2.2 품질기준

미끄럼방지포장의 품질은 표 15-15-3, 표 15-15-4에 적합하여야 한다.

표 15-15-3 미끄럼방지포장의 품질기준

구분	시험항목			단위	품질기준	시험방법
프라이머 (primer)	VOC 함량			%	5 이하	-
	가사시간(25 ℃)			분	20 ± 10	AASHTO T237
레진 (resin)	VOC 함량			%	5 이하	-
	건조시간(경화, 25 ℃)			분	60 이하	KS M 5000
	가사시간(25 ℃)			분	20 ± 10	AASHTO T237
	인장강도	재령1일	20 ℃	MPa	2 이상	KS M 3006
		재령7일	-10 ℃		20 이상	
			-10 ℃		7 이상	
			-10 ℃		0.5 이상	
	신율	재령7일	-10 ℃	%	5 이상	KS M 3006
			20 ℃		40 이상	
			60 ℃		50 이상	
	촉진내후성(300시간)			-	이상 없을 것	KS M 5000
슬러리 (slurry)	흡수율			%	1 이하	KS F 2476
	내마모 시험	마모율(50만 회)		%	1 이하	EN 1436 EN 13197
		미끄럼저항		BPN	표 15-15-4 참조	ASTM E303
	건조시간(고화, 25 ℃)			분	120 이하	KS M 5000
	압축강도	재령 24 시간		MPa	20 이상	ASTM C109
	접착강도 (20℃)	시멘트콘크리트포장		MPa	1.5 이상	KS F 2476
		아스팔트콘크리트포장			아스콘 파쇄까지	KS F 2476

표 15-15-4 최소 마찰계수 기준표

구 분	정 의	최소 요구 마찰계수			마찰계수의 종류
		위험도 1	위험도 2	위험도 3	
S1 (마찰력 확보가 매우 중요한 구간)	1) 설계 속도 60 km/h 이상인 도로의 교통신호 또는 횡단보도 접근부 2) 도시지역 도로의 교통신호, 횡단보도 또는 비슷한 위험개소의 접근부 3) 5 % 이상의 내리막 경사에서 곡선반지름이 "도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙"에서 정한 값보다 작게 설계된 곳 4) 고속도로로서, S2의 1), 2)항에 해당하는 구간	57 37	67 44	77 50	BPN SN
S2 (마찰력 확보가 중요한 구간)	1) 설계 속도 60km/h 이상이 되는 도로로서, 곡선반지름이 "도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙"에서 정한 값보다 작게 설계된 곳 2) 5 % 이상의 내리막 경사가 100 m 이상인 곳 3) 고속도로 일반구간 4) 상업용 자동차 교통량이 250 대/차로/일 이상인 도로의 주요 교차로 접근부	47 31	57 37	67 44	BPN SN
S3 (평균 조건)	직선 또는 곡선반지름이 큰 구간으로서 다음에 해당되는 도로 1) 주요 간선도로 또는 자동차 전용도로 2) 상업용 자동차 교통량이 250대/차로/일 이상인 일반도로	32 21	47 31	57 37	BPN SN
S4 (마찰력이 중요하지 않은 구간)	교통량이 적은 도로의 일반 직선 구간	32 21	42 27	47 31	BPN SN

2.3 시료채취 및 시험방법

2.3.1 시료채취

미끄럼방지포장은 프라이머, 레진, 슬러리를 구분하여 채취하여야 한다.

2.3.2 시험방법

시험방법은 표 15-15-3에 따른다.

2.4 포장 및 표시

미끄럼방지포장의 재료는 제조자가 봉인을 하는 용기에 넣어야 한다.

용기에는 제조자명, 형성제명 및 제조자 배치번호를 알기 쉽게 표시하여야 한다. 용기의 내용은 시험한 시료와 같은 것이어야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15-3 강교용 방청도료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 강교용 방청 도료에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

KS D 9502	염수분무 시험방법(중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)
KS E 3071	석회석의 화학 분석 방법
KS M 5000	도료 및 관련 원료 시험방법
KS M 5980	도료의 흐름 저항성 시험방법
ASTM E 291	Chemical Analysis of Caustic Soda and Caustic Potash(Sodium Hydroxide and Potassium Hydroxide)

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종 류

방청도료의 종류는 무기질 아연말 샵 프라이머, 무기질 아연말 도료, 염화고무계 중도/상도 도료, 염화고무 MIO 도료, 에폭시계 방청도료, 고고형분 에폭시계 도료, 우레탄계 도료, 불소 수지계 도료, 세라믹계 방식 도료, 세라믹계 우레탄 도료, 실록산계 도료, 수용성 무기질 아연말 도료, 수용성 에폭시계 도료, 에폭시계 아연말 도료, 무용제 에폭시계 방청도료, 수용성 에폭시계 방청도료, 수용성 우레탄계 도료가 있다.

2.2 품질기준

방청도료의 품질은 표 15-15-5 ~ 15-15-23에 적합한 것이어야 한다.

표 15-15-5 무기질 아연말 샵프라이머 (SPS-KPIC 5006-1759)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 핀홀, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	5 이상	SPS-KPIC 5006-1759
건조시간 (경화, h, 25 ℃)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
비휘발분 (혼합, 중량 %)	45 이상	KS M ISO 3251
가열잔분(혼합) 중 아연 함량(중량 %)	50 이상	KS M 5000-5171 KS M ISO 3549
방청성 (168 h)	점 녹이나 도막의 부풀음 박리가 없을 것	KS D 9502

표 15-15-6 무기질 아연말 도료 (SPS-KPIC 5001-1754)

항 목	품 질	방 법
건조도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비중 (주제, 25 ℃)	1.0 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분 (주제, 중량 %)	30 이상	KS M ISO 3251
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	5 이상	SPS-KPIC 5001-1754
건조시간 (경화, 혼합, h, 25 ℃)	48 이내	KS M 5000-2511
총고형분 (혼합, 중량 %)	78 이상	KS M ISO 3251
안료분 (총고형분 중, 중량 %)	85 이상	KS M ISO 14680-1
총아연말분[1] (안료분 중, 중량 %)	87 이상	KS M 5000-5171 KS M ISO 3549
총아연말분[1] (총고형분 중, 중량 %)	74 이상	

주 1) 아연말의 성분은 KS M ISO 3549 (도료용 아연말 안료)에 따른다.

표 15-15-7 염화고무계 중도 · 상도 도료 (SPS-KPIC 5007-1760)

항 목	품 질		방 법
	중 도	상 도	
연 화 도 (N.S)	3 이상	5 이상	KS M 5000-2141
주 도 (KU, 25 ℃)	90~100	70~85	KS M 5000-2122
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것		KS M 5000-2011
비 중(25 ℃)	1.1 이상	0.9 이상	KS M ISO 2811-1
흐름성(㎛)	300 이상	100 이상	KS M 5980
비휘발분(중량 %)	50 이상	35 이상	KS M ISO 3251
건조시간(경화, h)	24 이내		KS M 5000-2511,2512

표 15-15-8 염화고무 MIO 도료 (SPS-KIPC 5008-1761)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
주 도(KU,25 ℃)	90~110	KS M 5000-2122
비 중(25 ℃)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분(중량 %)	55 이상	KS M ISO 3251
흐름성(㎛)	350 이상	KS M 5980

표 15-15-9 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5005-1758)

항 목	품 질	항 목
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
주도 (KU, 25 ℃)	80~100	KS M 5000-2122
비중 (혼합)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
비휘발분 (혼합, 중량 %)	65 이상	KS M ISO 3251
흐름성 (혼합, ㎛)	300 이상	KS M 5980
건조시간 (경화, h, 25 ℃)	10 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	4 이상	SPS-KPIC 5005-1758

표 15-15-10 고고형분 에폭시계 도료 (SPS-KPIC 5002-1755)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
혼합성 (혼합)	균일하게 혼합될 것	SPS-KPIC 5002-1755
비중 (주제)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
주도 (주제, KU, 25 ℃)	90 이상	KS M 5000-2122
비휘발분 (주제, 중량 %)	80 이상	KS M ISO 3251
건조시간 (경화, h, 25 ℃)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	2 이상	SPS-KPIC 5002-1755
흐름성 (혼합, ㎛)	500 이상	KS M 5980
부피 고형분 (%)	80 이상	KS M ISO 3233

표 15-15-11 우레탄계 도료 (SPS-KIPC 5003-1756)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비중(주제)		1.1 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU)		70~90	KS M 5000-2122
비휘발분(주제, 중량 %)		60 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택(60°, %)		80 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 ℃)		24 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)		4 이상	SPS-KIPC 5003-1756
흐름성(혼합, ㎛)		175 이상	KS M 5980
은폐율(%)[1) 2)]	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타 색	80 이상	
촉진 내후성(300h, (%))		90 이상	KS M ISO 11507

주 1) 기타 색은 백색을 제외한 나머지 색상을 말한다.
2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

표 15-15-12 불소 수지계 도료 (SPS-KPIC 5004-1757)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비휘발분 (주제, 중량 %)	백색	50 이상	KS M ISO 3251
	기타 색	40 이상	
연화도 (주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택 (60°)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 ℃)		8 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간(혼합, h, 20 ℃)		5 이상	SPS-KPIC 5004-1757
용제 가용분 중의 불소 (주제, %)		15 이상	SPS-KPIC 5004-1757
은폐율(%)[1) 2)]	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타 색	80 이상	
층간 부착성 (중/상도)[3)]		이상 없을 것	KS M ISO 2409
유연성[3)]		이상 없을 것	KS M ISO 1519
내알칼리성[3)]		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
내산성[3)]		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
냉열반복시험[3)]		이상 없을 것	SPS-KPIC 5004-1757
내충격성[3)]		균열, 벗겨짐이 없을 것	KS M ISO 6272-1
촉진 내후성 (1,000 h)[3)]	광택유지율 (%)	90 이상	KS M ISO 11507
	쵸킹	1 이하	KS M ISO 4628-6

주 1) 기타색은 백색을 제외한 나머지 색상을 말한다.
2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.
3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

표 15-15-13 세라믹계 방식 도료 (SPS-KPIC 5009-1762)

항 목	품 질	방 법
용기 내에서 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
건조시간(경화, h, 25 ℃)	24 이내	KS M 5000-2511,2512
가사시간(혼합, h, 20 ℃)	2 이상	KS M ISO 9514
흐름성(혼합, ㎛)	250 이상	KS M ISO 16862
부피고형분(혼합, %)	60 이상	KS M ISO 3233
비중(주제)(25°/25 ℃)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU)(25°/25 ℃)	95 이상	KS M 5000-2122
연화도(주제, NS)	4 이상	KS M 5000-2141
염수분무시험(168 h)	녹과 부풀음이 없을 것	KS D 9502

표 15-15-14 세라믹계 우레탄 도료 (SPS-KPIC 5010-1763)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 주름, 핀홀 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태		덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비휘발분(주제, 중량 %)		50 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택 (60°)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간 (경화, h, 25 ℃)		24 이내	KS M 5000-2511,2512
흐름성(혼합, ㎛)		175 이상	KS M ISO 16862
은폐율(%)[1) 2)]	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타 색	80 이상	
내산성[3)] (168 h)		도막의 갈라짐, 부풀음, 주름, 떨어짐, 벗겨짐, 변색 등이 없을 것	KS M ISO 2812-1
내알칼리성[3)] (168 h)		도막의 갈라짐, 부풀음, 주름, 떨어짐, 벗겨짐, 변색 등이 없을 것	KS M ISO 2812-1
촉진내후성[3)](300 h, %)		80 이상	KS M ISO 11507

주 1) 기타 색은 백색을 제외한 나머지 색상을 말한다.
2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.
3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

표 15-15-15 실록산계 도료 (SPS-KPIC 5011-1764)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태		덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비중(주제, 25 ℃)		1.1 이상	KS M ISO 2811-1
주도(주제, KU, 25 ℃)		80~100	KS M 5000-2122
비휘발분(주제, 중량 %)		60 이상	KS M ISO 3251
연화도(주제, N.S)		6 이상	KS M 5000-2141
광택(60 °, %)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간(경화, h, 25 ℃)		24 이내	KS M 5000-2511, 2512
가사시간(혼합, h, 20 ℃)		4 이상	SPS-KPIC 5011-1764
흐름성(혼합, ㎛)		250 이상	KS M 5980
은폐율(%)[1) 2)]	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타 색	80 이상	
촉진 내후성 (700 h)[3)]	광택유지율(%)	90 이상	KS M ISO 11507
	쵸킹	1 이하	KS M ISO 4628-6

주 1) 기타 색은 백색을 제외한 나머지 색상을 말한다.
2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.
3) 시험편은 도장계열의 최상층까지 도장한 상태에서 시험한다.

표 15-15-16 수용성 무기질 아연말 도료 (SPS-KPIC 5012-1765)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 주름 등이 이상 없을 것.	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (h, 20 ℃)	5 이상	SPS-KPIC 5012-1765
경화건조시간 (h, 25 ℃)	24 이하	KS M 5000-2511
비휘발분 (주제부, 중량%)	18 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	10 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제, 25 ℃)	1.0 이상	KS M ISO 2811-1
균열성	이상 없을 것	SPS-KPIC 5012-1765
총고형분(혼합도료 중, 중량 %)	65 이상	KS M ISO 3251
안료분(총고형분 중, 중량 %)	85 이상	KS M ISO 14680-1
총아연말분(안료분 중, 중량 %)	92 이상	KS M 5000-5171 KS M ISO 3549
총아연말분(총고형분 중, 중량 %)	85 이상	

표 15-15-17 수용성 에폭시계 도료 (SPS-KPIC 5013-1766)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 상태	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내에서의 상태	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (h, 20 ℃)	2 이상	SPS-KPIC 5013-1766
경화건조시간 (h, 25 ℃)	24 이하	KS M 5000-2511,2512
비휘발분 (주제부, 중량 %)	55 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제부, 25 ℃)	1.3 이상	KS M ISO 2811-1
저장 안정성 (주제)	주걱으로 저었을 때 쉽게 균일한 상태로 되며, 덩어리짐, 엉김, 겔 및 기타 결함이 없어야 한다.	KS M 5000-2031
흐름성 (혼합도료, ㎛)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25 ℃)	85 이상	KS M 5000-2122

표 15-15-18 에폭시계 아연말 도료 (SPS-KPIC 5015-1918)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비중 (주제, 25℃)	1.8 이상	KS M ISO 2811-1
주도 (주제, KU, 25℃)	70 이상	KS M 5000-2122
비휘발분 (주제, 중량 %)	80 이상	KS M ISO 3251
가사시간 (혼합, h, 20℃)	4 이상	SPS-KPIC 5015-1918
건조시간 (경화, 혼합, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5015-1918
총고형분 (혼합, 중량 %)	70 이상	KS M ISO 3251
안료분 (총고형분 중, 중량 %)	83 이상	KS M ISO 14680-1
아연함량 (안료분 중, 중량 %)	93 이상	SPS-KPIC 5015-1918
아연함량 (총고형분 중, 중량 %)	77 이상	SPS-KPIC 5015-1918

표 15-15-19 무용제 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5016-1917)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20℃)	1 이상	SPS-KPIC 5016-1917
건조시간 (경화, h, 25℃)	24 이하	SPS-KPIC 5016-1917
비휘발분 (혼합, 중량 %)	96 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제. 25 ℃)	1.2 이상	KS M ISO 2811-1
염수분무시험(168 h)	녹과 부풂이 없을 것	KS D 9502
흐름성 (혼합도료, ㎛)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25 ℃)	140 이하	KS M 5000-2122

표 15-15-20 수용성 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5017-1919)

항 목	품 질	방 법
건조 도막의 외관	흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태	덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)	2 이상	SPS-KPIC 5017-1919
건조시간 (경화, h, 25 ℃)	24 이하	SPS-KPIC 5017-1919
비휘발분 (주제, 중량 %)	45 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/L)	80 이하	KS M ISO 11890-1, 2
비중 (주제, 25 ℃)	1.1 이상	KS M ISO 2811-1
염수분무시험(168h)	녹과 부풂이 없을 것	KS D 9502
흐름성 (혼합도료, ㎛)	300 이상	KS M 5980
주도 (주제, KU, 25 ℃)	80 이상	KS M 5000-2122

표 15-15-21 수용성 우레탄계 도료 (SPS-KPIC 5018-1920)

항 목		품 질	방 법
건조 도막의 상태		흐름, 균열, 주름 등이 이상 없을 것	KS M 5000-2421
용기 내의 상태		덩어리, 응결, 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
색상		견본품과 비교하여 차이 없을 것	KS M 5000-3011
비중 (주제, 25 ℃)		1.1 이상	KS M ISO 2811-1
주도 (주제, KU, 25 ℃)		80 이상	KS M 5000-2122
비휘발분 (주제, 중량 %)		40 이상	KS M ISO 3251
VOCs 함량 (g/l)		90 이하	KS M ISO 11890-1, 2
연화도 (주제, NS)		6 이상	KS M 5000-2141
광택 (60 °, %)		70 이상	KS M ISO 2813
건조시간 (경화, h, 25 ℃)		24 이하	SPS-KPIC 5018-1920
가사시간 (혼합, h, 20 ℃)		2 이상	SPS-KPIC 5018-1920
흐름성(혼합, ㎛)		175 이상	KS M 5980
은폐율(%)[1) 2)]	백색	90 이상	KS M ISO 2814
	기타 색	80 이상	KS M ISO 2814
촉진 내후성(300 h, (%))		90 이상	KS M ISO 11507

주 1) 기타 색은 백색을 제외한 나머지 색상을 말한다.
2) 특녹색이나 특청색과 같이 프탈로시아닌계 아조 또는 디아조계 안료를 사용한 도료는 은폐율을 적용하지 않는다.

표 15-15-22 아연알루미늄 용사 재료규격

표면처리	SSPC-SP10
함 량	아연(Zn) : 알루미늄(Al) : 지르코늄(Zr) 10 % ~ 15 % : 85 % ~ 90 % : 0.5 % 이상
아연(Zn) 순도	99.99 %
알루미늄(Al) 순도	99.7 %

주) 1. KS D ISO 2063 규격 참조

표 15-15-23 고형분 용적비의 관리기준

도료 명칭	고형분 용적비 관리기준	비 고
무기질 아연말계 도료	60 % 이상	KS M ISO 3233
에폭시계 방청도료	50 % 이상	
고고형분 에폭시계도료	80 % 이상	
우레탄계 도료	50 % 이상	
불소수지계 도료	30 % 이상	
실록산계 도료	60 % 이상	
세라믹계 방식도료	80 % 이상	
세라믹계 우레탄도료	50 % 이상	

표 15-15-24 회수 사용되는 철을 함유한 금속 연마제의 청정도 규격

(Specification for Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives : SSPC-AB2 연마제 기준 No.2)

구 분	기 준	비 고
비 마찰재 잔유물	1 % 미만	(by weight)
납 성분함량	0.1 % 미만	(by weight)
수용성 오염물	1000 micro-ohms/cm 미만	전기 전도성
기 름 함 량	물 속에 침지시킬 때 오일이 육안으로 검출되지 않을 것	
요 구 사 항	상기 조건이 모두 충족할 때 재사용하며, 불합격하였을 때에는 재정제 되어야 함.	

2.2.1 에폭시계 아연말 도료 (SPS-KPIC 5015-1918)

도료의 품질은 강구조공사 표준시방서 부록2, 도료의 품질관리 기준 또는 한국페인트잉크협동조합 단체규격에 따른다.

2.2.2 무용제 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5016-1917)
도료의 품질은 강구조공사 표준시방서 부록2, 도료의 품질관리 기준 또는 한국페인트잉크협동조합 단체규격에 따른다.

2.2.3 수용성 에폭시계 방청도료 (SPS-KPIC 5017-1919)
도료의 품질은 강구조공사 표준시방서 부록2, 도료의 품질관리 기준 또는 한국페인트잉크협동조합 단체규격에 따른다.

2.2.4 수용성 우레탄계 도료 (SPS-KPIC 5018-1920)
도료의 품질은 강구조공사 표준시방서 부록2, 도료의 품질관리 기준 또는 한국페인트잉크협동조합 단체규격에 따른다.

2.2.5 아연알루미늄 용사 재료규격
도료의 품질은 강구조공사 표준시방서 부록2, 도료의 품질관리 기준에 따른다.

2.3 시료 채취 및 시험방법

강교용 방청도료에 대한 시료채취 및 시험방법은 SPS-KPIC 5001~5014에 따른다.

2.4 포장 및 표시

포장단위는 실부피를 기준하여 1 ℓ, 4 ℓ, 10 ℓ, 16 ℓ, 18 ℓ, 20 ℓ, 180 ℓ 등 각각의 개별 규격에 따라 포장하며, 포장용기에는 품명 · 단체표준번호 · 색상 · 주제와 경화제의 혼합비 · 종류 · 용도 · 실부피 · 제조년월일 및 로트 번호 · 제조자명 또는 그 약호 등을 개별 규격의 표시 사항에 따라 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15-4 아연 알루미늄 피막처리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 강구조물 공사에 사용하는 고장력 볼트에 사용되는 아연 알루미늄 피막처리에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

ASTM F 1136 Standard Specification for Zinc/Aluminium Corrosion Protective Coatings for Fasteners

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

품질은 표 15-15-25의 규격에 적합한 것이어야 한다.

표 15-15-25 아연 알루미늄 피막처리

시 험 항 목	품질기준
외 관	이상 없을 것
부착력 (%)	5 이하
부식저항성 (염수분무시험, 720시간)	적청이 없을 것
부풀음 (염수분무시험 후)	부풀음 및 박리가 없을 것
도막두께(㎛)	6~12

2.2 시료채취 및 시험방법

아연 알루미늄 피막처리에 대한 시료채취 및 시험방법은 ASTM F 1136에 따른다.

2.3 표 시

포장 용기의 보기 쉬운 곳에 제품명, 종류, 제조년월일 및 제조자명 또는 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15-5 아연 알루미늄 용사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 가드레일, 방음벽 지주, 가로등, 낙석방책, 표지판 지주 등의 철구조물에 사용되는 아연 알루미늄 용사 공법에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 참조한다.

KS D ISO 2063 금속 및 무기질피막 – 아연, 알루미늄 및 합금 열용사

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 품질기준

아연 알루미늄 용사의 품질은 표 15-15-26의 시방 및 규격에 따른다.

표 15-15-26 아연 알루미늄 용사 시방 규격

구 분	표면처리	도장순서	적용 규격	건조도막두께(㎛)
외 부	SSPC-SP10		조면형성제(필요할 때)	–
		1st	아연알루미늄 용사	100
		2nd	봉공처리제(실리케이트)	5 ~ 10
				105 이상
내 부	–		기화성 방청제	100 g/m³ 이상

표 15-15-27 아연 알루미늄 용사

표면처리	SSPC-SP10
함 량	아연(Zn) : 알루미늄(Al) : 지르코늄(Zr) 10 % ~ 15 % : 85 % ~ 90 % : 0.5 % 이상
아연(Zn) 순도	99.99 %
알루미늄(Al) 순도	99.7 %

표 15-15-28 봉공처리제(수용성 실리케이트 도료)

구 분	수용성 오르가노 실리케이트(hydro-organo-silicate)
도막두께(㎛)	5 ~ 10
고형분(%)	20 이상
색 상	무색(투명)
내수성(24 hr)	부풀음 등 이상 없을 것
건조시간	지촉 건조(set to touch) : 4시간 이하
	고화 건조(dry-hard) : 24시간 이하

표 15-15-29 기화성 방청제(KS T 1085)

종 류	사용 범위에 따른 구분
1종 L형	철강에 비철금속이 코팅되어 있는 경우, 그리고 철강과 비철금속이 조합되어 존재하는 경우에 사용 가능한 것
2종 L형	철강에 한하여 사용 가능한 것

2.2 시료채취 및 시험방법

아연 알루미늄 용사에 대한 시료채취 및 시험방법은 KS D ISO 2063에 따른다.

2.3 표 시

포장 용기의 보기 쉬운 곳에 제품명, 종류, 제조년월일 및 제조자명 또는 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-15-6 터널 내오염 도장 도료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 터널 내오염 도장 도료에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M 5000 도료 및 관련 원료 시험방법

KS M 5980 도료의 흐름 저항성 시험방법

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종류

내오염 도장재는 폴리우레탄계, 불소수지계, 세라믹 우레탄계 등 품질기준을 만족하는 재료이어야 한다.

표 15-15-30 터널 내오염 도장 두께

공종 \ 구분		표준두께(㎛)		비 고
		불소수지계	세라믹 우레탄계	
바탕처리	하 도	50	80 이상	
	퍼 티	–	–	청소상태에 따라 두께를 달리할 수도 있음
중 도		60	–	
상 도		40	75 이상	1회 또는 2회 도장

주 1) 도장두께는 사용재료특성에 따라 조정될 수 있음.

2.2 품질기준

품질은 표 15-15-31의 규격에 적합한 것 이어야 한다.

표 15-15-31 터널 내오염 도장 도료

시험항목		단위	품 질 기 준				시험방법
			상 도	중도	하도	퍼티	
내알칼리성 (5% NaOH, 7일, 20℃)		–	도막의 갈라짐, 부풀음, 주름, 떨어짐, 벗겨짐이 없을 것	–	–	–	KSM 2812-1
내산성 (5% H2SO4, 7일, 20℃)		–		–	–	–	KSM 2812-1
내굴곡성 (직경 10 mm)		–	균열, 떨어짐이 생기지 말아야 한다.	–	–	–	KSM 5000-3331
촉진내후성 (QUV 시험법에 따라 600시간 시험)	외관	–	도막의 갈라짐, 떨어짐, 황변, 초킹(chalking) 현상이 없으며 색상의 변화가 크지 않을 것 (⊿E 2.0 이하)	–	–	–	KSM ISO 4982-3 색차(⊿E)
	광택유지율 (%)	–	80 이상	–	–	–	KSM ISO 4982-3, KSD 8303
내오염성		–	⊿L 3.0 이하	–	–	–	KSM 3802
색 상		–	지정된 색상과 큰 차이가 없을 것	–	–	–	KSM 5000-3011
화재안정성	난연성	–	난연3급 이상일 것	–	–	–	KSF 2271
	연기독성	–	1.6 이하				도시철도 차량 안전기준
	화염전파 연속지속열		1.5 이상				
	연기밀도		내장판에 대한 기준치 적용				
	산소지수		40 이상				
불휘발전색제중 불소함량		–	15 이상	–	–	–	불소도료인 경우
내충격성 (높이 50 cm, 300 g)		–	갈라짐 · 벗겨짐이 없을 것	–	–	–	KSMJ ISO 6272-1
밀 착 성		–	0급 이상	–	–	–	KSM ISO 2409
은 폐 율		–	백색, 담색 : 0.9 이상 기타 색 : 0.8 이상	–	–	–	KSM ISO 2814
확산반사율		–	80 이상	–	–	–	KSM 5000-3121

2.3 시료 채취 및 시험방법

터널 내오염 도장 도료에 대한 시료채취 및 시험방법은 SPS-KPIC 5001~5014에 따른다.

2.4 포장 및 표시

포장단위는 실부피를 기준하여 1 ℓ, 4 ℓ, 10 ℓ, 16 ℓ, 18 ℓ, 20 ℓ, 180 ℓ 등 각각의 개별 규격에 따라 포장하며, 포장용기에는 품명 · 단체표준번호 · 색상 · 주제와 경화제의 혼합비 · 종류 · 용도 · 실부피 · 제조년월일 및 로트 번호 · 제조자명 또는 그 약호 등을 개별 규격의 표시 사항에 따라 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-16 도로 표지 도료용 유리알

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 도로 표지용 도료에 사용하는 무색 투명한 반사용 유리알에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS A 3251-1	데이터의 통계적 해석 방법-제1부 : 데이터의 통계적 기술
KS A 5101-1	시험용 체-제1부 : 금속 망 체
KS E 3605	분괴 혼합물-샘플링 방법 통칙
KS L 2521	도로 표지 도료용 유리알
KS L 6512	연마재의 샘플링 방법
KS M ISO 6353-2	화학 분석용 시약-제2부 : 표준-제1집
KS M ISO 6353-3	화학 분석용 시약-제3부 : 표준-제2집
EN 1436	Road marking materials - Road marking performance for road users, 2007

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종류

유리알은 입도에 따라 1호(1종, 2종), 2호(1종, 2종), 3호(1종, 2종)의 6종으로 분류한다.

2.2 품질기준

품질은 표 15-16-1의 규격에 적합한 것이어야 한다.

표 15-16-1 도로 표지 도료용 유리알의 품질기준

종류 / 항목	1 호	2 호	3 호
비 중	2.4이상		
입 도	표준망체[1] 850 ㎛에 남는 것 0 %[2] 850 ㎛를 통과하고 600 ㎛에 남는 것 5~30 % 600 ㎛를 통과하고 300 ㎛에 남는 것 30~80 % 300 ㎛를 통과하고 106 ㎛에 남는 것 10~40 % 106 ㎛를 통과하는 것 0~5 %	표준망체[1] 600 ㎛에 남는 것 0 % 600 ㎛를 통과하고 300 ㎛에 남는 것 40~90 % 150 ㎛에 통과하는 것 0~5 %	표준망체[1] 212 ㎛에 남는 것 0 % 90 ㎛를 통과하는 것 0~4 %
겉모양	구상의 입자로서, 타원 · 예각 · 불투명 · 공기 혼합물 · 이물 및 입자 간의 융착 등의 결점이 있는 것의 총계가[3] 20 % 이하일 것		
굴절률	1종 : 1.50 이상 ~ 1.90 미만, 2종 : 1.90 이상		
내수성	0.01 N 염산의 소비량이 10 ㎖ 이하이고, 유리알의 표면에 흐림이 없을 것		0.01 N 염산의 소비량이 15 ㎖ 이하이고, 유리알 표면에 흐림이 없을 것

주 1) KS A 5101-1에 규정하는 안지름 200 mm 또는 150 mm, 깊이 45 mm 또는 60 mm 시험용체로서, 표 15-16-1에 규정한 눈의 벌림이 있는 것을 말한다.
2) 질량 백분율(%)을 표시한다.
3) 개수 백분율(%)을 표시한다.

표 15-16-2 도로 표지용 비가 내릴 때의 유리알 품질기준

항 목	품질기준		
비중	2.0 이상		
재귀반사도 (입사각 : 88.76°, 관찰각 : 1.05°)	구 분	RL [mcd/(㎡ · lx)]	
		흰색	노란색
	재귀 반사성능 (wet recovery)	350 (250)	300 (250)
겉모양	고굴절율의 유리알을 포함한 구상형태 입자로서, 타원 · 공기 혼합물 · 이물 등의 결점이 없어야 하며, 페인트와 부착력이 있어야 함.		

※ 재귀반사도와 겉모양은 유리알을 도포한 시험시편으로 측정한다.
※ EN 1436 (Road marking materials – Road marking performance for road users, 2007) 참조

2.3 시료채취 및 시험방법

도로 표지용 도료에 사용하는 유리알에 대한 시료채취 및 시험방법은 KS L 2521에 따른다.

2.4 표 시

포장 용기의 보기 쉬운 곳에 제품명, 종류, 제조년월일 및 제조자명 또는 그 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

15-17 콘크리트용 표면보호재료

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 표면에 도포하여 도장막을 형성하거나 유기 또는 무기재료를 콘크리트 표층부에 침투시켜 외부로 부터 염소이온, 이산화탄소, 물 등의 유해물질을 차단하기 위하여 사용되는 재료에 대하여 적용한다.

1.2 참조표준

1.2.1 다음의 제 기준을 적용한다.

KS M 5000	: 도료 및 관련 원료의 시험 방법
KS M ISO 2812-1	: 도료와 바니시-액체 저항성 측정 (제1부 : 일반 시험 방법)
KS M 2010	: 원유 및 석유제품 인화점 시험방법
KS F 4930	: 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지재
KS F 4936	: 콘크리트 보호용 도막재
KS F 2456	: 급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법
ASTM D 5095	: 발수처리에 사용되는 실란, 실록산 및 실란-실록산 혼합재료의 비휘발성분량 결정방법
SS 13 72 44	: 굳은 콘크리트의 동결박리 저항성 시험방법(A법)

1.3 제출물

이 시방서 총칙 편 1-2-4 공무행정 및 제출물 1.6에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 종류

콘크리트 표면보호재료는 해양 및 제설제 환경 콘크리트 구조물의 염해, 중성화, 동해, 화학적 침식 방지용으로 사용되는 도막재와 해양 및 제설제 환경 콘크리트 구조물의 염해, 동해방지용, 흡수방지식 교면방수용, 콘크리트 포장용, ASR 반응 억제용 흡수방지재로 분류한다.

2.2 품질기준

품질은 표 15-17-1 및 15-17-2의 규격에 적합한 것이어야 한다.

표 15-17-1 도막재

구분	항 목		기 준 값	시험 방법
도료	용기 내에서의 상태		이상 없을 것	KS M 5000
	혼 합 성		소정 배합에 따라 균일하게 혼합될 것	
	도장 작업성		이상 없을 것	
	경화 건조시간		16시간 ~ 24시간 이내에 경화 건조상태로 될 것	
도막	도막 형성 후의 겉모양	표준 양생 후	주름, 잔갈림, 핀홀, 변형 및 벗겨짐이 생기지 않을 것	KS F 4936
		촉진 내후성 시험 후		
		온·냉 반복 시험 후		
		내알칼리성 시험 후		
		내염수성 시험 후		
	중성화 깊이(mm)		1.0 이하(촉진 10주)	
	염화물이온 침투 저항성 (Coulombs)		1000 이하	
	투습도(g/m²·day)		50.0 이하	
	내 투 수 성		투수되지 않을 것	
	부착강도 (MPa)	표준 양생 후	1.5 이상	
		촉진 내후성 시험 후		
		온·냉 반복 시험 후		
		내알칼리성 시험 후		
		내염수성 시험 후		
	균열 대응성	-20 ℃	잔갈림 및 파단되지 않을 것	
		20 ℃		
		촉진 내후성 시험 후		
	동결융해 저항성 주[1]		외관상 변화 없을 것 내구성지수 80 % 이상 (300 싸이클 기준)	KS F 2456 (A법)

주 1) 국토교통부 기준으로 적용하되 없을 경우, 고속도로공사전문시방서 설계기준배합을 참조하는 것이 바람직함.

표 15-17-2 흡수방지재

항 목		기 준 값		비 고
유 · 무기 구분		유기질계	무기질계[주2)]	KS F 4930
침투깊이(mm)		4.0 이상	–	
내흡수 성 능	표 준 상 태[주1)]	물 흡수 계수비 0.10 이하		
	내 알칼리성 시험 후			
	저온 · 고온 반복 저항성 시험 후			
	촉진 내후성 시험 후	물 흡수 계수비 0.20 이하		
내 투 수 성 능		투수비 0.1 이하		
염화이온 침투 저항성능(mm)		교면 방수용 : 1.0 이하 그 외 : 3.0 이하[주3)]		
용 출 저 항 성 능	냄새와 맛	이상 없을 것.		
	탁도	2도 이하		
	색도	5도 이하		
	납(Pb)	0.1 mg/L 이하		
	과망간산칼륨 소비량	10 mg/L 이하		
	pH	6~10		
	페놀	0.005 mg/L 이하		
	증발 잔류분	30 mg/L 이하		
	잔류 염소의 감량	0.2 mg/L 이하		
내 산 성		이상 무		KS M ISO 2812-1
미끄럼 저항 감소[주4)]		10 % 이하		KS F 2375
동결박리 저항성[주4)]		100회 이후 건전		SS 13 72 44(A법)
인 화 점		80 ℃ 이하에서 불꽃이 발생하지 않을 것		KS M 2010
유 효 성 분 함 량		ASR 억제용 실란계의 유효성분 함량 40 % 이상[주5)]		ASTM D 5095

주 1) 흡수방지재를 도포하고 열화처리를 하지 않은 시험체를 말한다.
2) 무기질계인 경우는 침투비성막형(浸透非成膜形)으로서 방수막을 형성하지 않고, 모세관 공극에 시멘트 수화물과 동일한 형태의 생성물을 생성하여 조직을 치밀화 시킴으로써 외부로부터 물 또는 염소이온(Cl^-)의 침투를 억제하는 메카니즘을 가지고 있기 때문에 침투깊이의 측정이 불가능하여 침투깊이 성능을 규정하지 않는다.
3) 단, 흡수방지재의 침투깊이가 3 mm 이하일 경우, 흡수방지재 침투깊이 이하로 염화이온이 침투되었을 때는 성능기준에 만족하는 것으로 한다.
4) 시멘트 콘크리트 포장용에 적용할 경우에 적용한다.
5) 알칼리골재반응 억제를 위하여 적용하는 흡수방지재는 실란계 재료를 추천한다.

2.3 시료채취 및 시험방법

콘크리트 표면보호재료에 사용하는 도막재 및 흡수방지재로 사용하는 재료에 대한 시료채취 및 시험방법은 도막재의 경우 KS F 4936 · KS M 5000 및 KS F 2456(A법)에 따르며, 흡수방지재는 KS F 4930 · KS M ISO 2812-1 · KS M 2010 · SS 13 72 44(A법) · ASTM D 5095 등에 따른다.

2.4 표 시

포장 용기의 보기 쉬운 곳에 제품명, 종류, 제조년월일 및 제조자명 또는 약호를 표시하여야 한다.

3. 시 공

해당사항 없음

별표 및 서식

[별표 1]

시공 상세도면 작성 목록

1. 공통사항

공종	세부사항	난이도
철 근 공	가. 부재별 철근 배근 전개도 나. 겹이음 위치 및 길이, 기계적 연결 또는 용접이음의 위치 ① 배근상세도 검토 후 길이별 반입철근 계획수립(8,9,10,11,12 m) ② 구조상 안전위치 선정, 겹이음 위치와 길이 등을 고려 자투리 철근 최소화 (구조물, 암거표준도, 옹벽표준도의 이음부 확인 후 결정) ③ 정 · 부철근의 유효간격 및 철근덮개 유지용 간격재(spacer) 및 고임재의 위치, 설치방법 및 가공을 위한 상세도면 ④ 특수 구조물의 수직철근 조립방법 및 작업 중 전도방지 계획도 ⑤ 철근 구부리기 상세, 철근재료표 (철근개수, 형상과 규격, 길이, 중량포함), 철근의 위치 ⑥ 기계적 이음을 할 때의 커플러 규격 ⑦ 용접이음시 용접방법(용접자세) 및 목 두께 ⑧ 시공이음을 고려한 철근겹이음 위치	복 잡

2. 토공

공종	세 부 사 항	난이도
토 공	가. 땅깎기 (절토) ① 소단 폭원, 절취고 및 경사 (절토부 군데마다 대표단면) ② 소단, 산마루, 측구, 도수로, 개천내기 위치	단 순
	나. 흙쌓기 (성토) ① 흙쌓기 최종 마무리면별 길어깨 ② 본선 및 중분대 표준횡단계획도 (성토부 군데마다 대표단면) ③ 토사 측구 설치 계획도 ④ 암쌓기를 할 때의 쌓기비탈면 시공계획도	단 순
	다. 다 짐 ① 노체 노상의 토사 다짐 흙쌓기 두께 및 종류 ② 토사 다짐순서도	단 순
	라. 비탈면 보강 및 비탈덮기 ① 비탈면 보강 및 비탈덮기 계획도, 시공순서도, 호안전개도 ② 보강공법 및 비탈덮기 공법에 따른 사용재료의 제원 및 상세 ③ 매트리스형 돌망태 설치상세도 등 ④ 비탈면보강용 록앵커, 록볼트, 식생 및 그물망설치 상세도	단 순
	마. 토공 구조물 접속부 ① 어프로치 블록 ② 강화노상	단 순
	바. 한쪽깎기, 한쪽쌓기 구간 ① 배수처리 ② 층따기 및 다짐순서도	단 순
	사. 흙깎기, 흙쌓기 경계부 ① 층따기 및 다짐순서도	단 순

3. 불량토 치환공

공종	세부사항	난이도
불량토치환공	가. 지층조사 ① 지층별심도, 확인계획도 (종단, 횡단방향) – 심도별, 이정별 연결도	보 통
	나. 불량토 치환 계획도 ① 치환 공법개요, 사용재료, 치환폭, 깊이	복 잡

4. 지반개량공

공종	세부사항	난이도
연약지반 개량공	가. 지층조사 ① 지층별심도 확인계획도(종단, 횡단방향): 심도별, 이정별 연결도	보 통
	나. PP, PET 매트 ① 쌓기 폭원을 고려한 위치별 매트의 공장제작 계획도 ② 현장 및 공장 봉합방법 ③ 단계쌓기를 할 때의 PP, PET 매트 단부 처리방안	복 잡
	다. 연약지반상 배수구조물 기초 치환 ① 치환폭, 깊이, 길이	복 잡
	라. 연직배수공 ① 배수계획도	복 잡
	② 시공순서도	보 통
	마. 계측 기기 ① 설치위치 평면도 ② 설치방법 ③ 설치위치 변경 및 깊이(길이) ④ 계측 기기 보호시설 ⑤ 계측빈도	복 잡
	바. 지반보강 계획도 ① 사용재료, 주입범위, 깊이, 교반범위 등 ② 지반고 표기, 배수처리계획도	복 잡

5. 구조물공 공통사항

공종	세부사항	난이도
구조물공 공통사항	가. 일반 구조물 ① 단면변화부 ② 파일 매몰부 보강상세도 ③ 구조물 개구부 보강 (후속공정을 고려한 개구부 위치) ④ 콘크리트 타설이음 (시공이음) ⑤ 콘크리트 타설계획서 (콘크리트 타설순서도 포함) ⑥ 강연선 인장장비 배치, 순서, 방법 ⑦ 콘크리트투입구 위치, 수량, 규격 ⑧ 지수판 상세도 ⑨ 신축이음 및 기타 상세도 ⑩ 차수벽 상세도 ⑪ 어도블럭 상세도	복 잡
	⑫ 시공순서도 ⑬ 방수 상세도	보 통
	나. 거푸집 ① 모따기 위치도 ② 문양거푸집 등을 사용할 때의 설치계획도 및 철근 덮개 표시도 ③ 시공 이음부 처리도	보 통
	④ 동바리 설치도	복 잡

6. 배수공

공종	세부사항	난이도
취·배수공	가. 공통 사항 ① 타 시설물과의 연결부 및 연장 끝부분 처리도 ② 신축, 수축 및 시공이음 위치도	단 순
	나. L형 측구 ① 형식변경부 접속처리와 문양거푸집 사용할 때의 설치계획도	단 순
	다. U형 측구 (용수로, 개천내기 포함) ① 배수종단도	단 순
	라. V형 측구 ① 배수종단도 ② 선형 ③ L형측구 또는 U형측구와 접속연결부 처리도	단 순
	마. 산마루 측구 ① 선형 ② L형측구 또는 U형측구와 접속연결부 처리도	단 순
	바. 암거, 취·배수관(문) ① 확장공사를 할 때의 가시설 설치도 ② 지형여건을 고려한 연장, 규격, 사각(Skew), 피토고, 경사 ③ 설계 표고가 암거 중심 기준이므로 암거길이 방향으로 최대 피토고 위치에서의 단면검토와 시공할 때 암거 상면이 포장층 내에 위치할 경우 보강슬래브 또는 접속슬래브 설치도 ④ 통로암거 특수거푸집 설치계획도 (덮개 확보방안 포함) ⑤ 인접한 암거, 취·배수관, 측구용 배수로 간 날개벽 연결부처리도 ⑥ 분할 시공을 할 때의 시공이음부 처리도 ⑦ 날개벽과 도수로 연결상세도 ⑧ 문양거푸집 시공상세도 ⑨ 기존암거를 확장할 때의 신구조인트 처리방법도 ⑩ 단부, 조작대 및 도교기둥 상세도	복 잡
	사. 옹벽 ① 취·배수구멍 위치도 및 잡석채움 시공도 ② 문양거푸집 설치도 ③ 조립 철근 설치상세도 ④ 시공이음 위치 및 상세도 (Water Stop etc.) ⑤ 옹벽배면 배수시설등 상세도	복 잡
	아. 배관구, 용수로 ① 배관구, 용수로 설치상세도 ② 출입구·용수로 뚜껑 및 그레이팅(Grating) 설치상세도	보 통
	자. 기 타 ① 맹암거 설치계획도 ② 땅깎기·흙쌓기 경사면 녹화계획도 ③ IC 및 JCT 구간 내 녹지대 배수계획도 ④ 깎기·쌓기 비탈면보호를 위한 소단 및 비탈면배수(도수) 계획도	단 순
	⑤ 문비, 문틀, 권양기 상세도	복 잡

7. 포장공

공종	세부사항	난이도
포장공	가. 시멘트 콘크리트포장 및 아스팔트 콘크리트포장 ① 센서라인 설치계획도 (위치, 간격) ② 교량 접속슬래브의 종단경사, 편경사를 고려한 세부계획도 ③ 도로 및 갈매기차로 포장상세도 ④ 경계석, 분리석 등 상세도	보 통

8. 교량공

공종	세부사항	난이도
교량공	가. 기 초 ① 가시설이 필요한 터파기 에서의 가시설도 ② 말뚝기초를 적용할 때 공법에 따른 설치계획도, 말뚝 부재 운반 계획도, 시험항타계획도, 두부 정리 상세도, 이음상세도 및 재하시험 계획도 등	복 잡
	③ 세굴방지공 상세도	보 통
	나. 교대, 교각 ① 시공이음부 처리도 ② 교량 받침면 : 받침(Bearing)별 받침면 시공계획도 (표고표기) ③ 대기온도, 건조수축, 크리이프 등을 고려한 받침(Bearing)의 유간 ④ 확장공사를 할 때의 가시설 설치도 ⑤ 슬래브 배수처리 위한 교대주변 배수 처리도 ⑥ 철근상세도 (교각 띠철근 설치 상세도 및 커플러 설치 위치도 포함) ⑦ 거푸집 상세도 (구조계산서 포함)	복 잡
	⑧ 교량받침 교체위한 잭업(Jack-up)설치도 ⑨ 교대배면 뒤채움 처리도 및 교대 보호 블록 ⑩ 교량받침면내 배수처리를 위한 물빼기홈 설치도 ⑪ 교각 접지 상세도	보 통
	다. 교량받침 ① 교량받침 설치계획도 ② 앵커설치 시공상세도 – 교량받침, 앵커크기 및 위치를 확인하여 코핑의 철근배근도에 반영 ③ 솔플레이트와 교량받침 상부플레이트 연결도 (용접, 볼트이음, 쐐기형 처리 등)	단 순
	라. 신축이음장치 ① 신축이음장치 설치도 (슬래브 철근 조립전 제출) – 선정제품의 폭, 두께와 상부형식에 따른 신축이음장치 설치부의 교량슬래브 단부조정 등을 명기 – 신축이음장치 설치규격에 상응한 블럭아웃(Block out)폭, 두께 – 앵커철근을 용접할 때 대기온도에 따른 신축이음장치 설치폭 ② 슬래브 양측난간 누수방지를 위한 물막이 처리도	단 순

공종	세부사항	난이도
교량공	마. 강 교 ① 강교 제작계획도 (각 부재의 절단 가공, 용접 검사 현도) ② 가설계획도 (가벤트 설치도, 부재 체결순서도, 투입장비 배치도, 볼트체결 순서도) ③ 바닥판 거푸집 상세도 (재질, 규격, 형상, 부착방법) ④ 강교부재 운반계획도 (중량, 폭, 길이, 높이검토) ⑤ 공장 및 현장 도장 계획도 ⑥ 강교부재 인양계획도 (인양위치, 인양러그(Lug)상세, 인양장비, 가이드 프레임 등)	복 잡
	바. PSC Beam교 ① PSC Beam 상세도 및 강재거푸집 상세도 ② 사각(Skew) 종단, 편경사구간 설치계획도 ③ 전도방지 시설도 ④ 제작장 평면계획(Beam 배치) 및 바닥 조성(다짐, 배수) 계획도 ⑤ 강연선지지철근 상세도 ⑥ 가설계획도 (장비용량 및 투입배치도)	보 통
	사. PSC 콘크리트 박스거더교 ① 공통사항 – 강연선배치 상세도, 각종 정착부 상세도 및 인장 후 마감처리 상세도 – 유지보수용 강연선 배치 세부상세도 – 철근배근상세도 – 캔버관리도 – 상판가설장비(FSM, MSS, ILM, FCM) 설치계획도, 가설장비 재료, 규격, 형상, 가설장비 운영(작동)	복 잡
	– 시공순서도	보 통
	② FSM – 동바리 시공도면, 강재 거푸집 상세도 ③ ILM – 시공이음부 배근상세도, 제작장 일반도 및 구조도, 추진코(Nose부), Lateral Guide 상세도, 브라켓 및 임시슬라이딩패드(PTFE판), 임시교각(Bent) 상세도 ④ FCM – Key-seg 상세도, 가설강봉 설치계획도, Form Traveller 상세도, 주두부가시설 상세도, 인장순서도	복 잡
	– Key-seg 시공순서도	보 통
	⑤ MSS – 시공이음부 상세도, 이동식거푸집 상세도, 교각 브라켓 상세도	복 잡
	아. 바닥판 ① 배수구 설치계획도 (특히 거더교의 경우 보 및 가로보 위치에 배수구 설치가 곤란하므로 적정한 간격 및 위치조정이 필요하며 교량하부 조건에 따른 배수관 길이 및 집수구 설치위치) ② 배수구 주변 철근보강 ③ 물끊기 위치 및 재료, 규격 ④ 슬래브 콘크리트 타설, 데크피니셔 설치도 ⑤ 가로등 설치구간 및 광통신 라인 설치구간 세부계획도 ⑥ 난간 방호벽 광통신 파이프 배치 및 철근 배근도 ⑦ 표지판 및 방음벽 설치구간의 세부시공 상세도	보 통

9. 터널공

공종	세부사항	난이도
터 널 공	가. 굴 착 ① 단면도 ② 발파계획도 (천공깊이, 방향 및 위치) ③ 터널 입·출구부 절취 계획도 (갱구부 보강상세도 포함) ④ 시·종점부의 중심좌표 및 표고 확인 ⑤ 천공패턴 ⑥ 천공배열도 및 기폭배열도 ⑦ 발파용 매트나 덮개 표준도 ⑧ 상세도, 보강단면도	복 잡
	⑨ 굴착순서도 및 시공순서도	보 통
	나. 계 측 ① 계측 기기 설치위치도 ② 계측 기기 보호시설도 ③ 계측기 상세도 및 계측빈도	복 잡
	다. 배수구 및 공동구 ① 시공 중 배수처리 계획도 ② 공동구와 집수정과의 배수관 연결 ③ 포장 표고와 비교 공동구 상단 표고	보 통
	라. 콘크리트라이닝 ① 거푸집 도면(콘크리트 투입구 및 검사구, 단부마감), 강재거푸집 상세도 ② 수축 및 팽창줄눈 설치도 ③ 콘크리트라이닝과 개구부 철근연결 및 시공이음부 처리도 ④ 철재 동바리	복 잡
	마. 타 일 ① 배치도, 수축 및 팽창줄눈 설치도	보 통
	바. 방수 ① 갱구부 방수시트 부착 계획도	보 통
	사. 지보공 ① 과다여굴 부위 보강계획도 ② 강지보재 부위 숏크리트 ③ 와이어매쉬 설치도 ④ 와이어매쉬 겹침 상세도 ⑤ 용수처리 계획도	보 통

10. 부대공

공종	세부사항	난이도
부대공	가. 방 음 벽 ① 신축이음장치 설치부 처리도 (지주간격, 방음판, 길이) ② 방음벽용 옹벽과 교량부 방호난간, 가드레일 또는 L형 측구, V형 측구 등과의 접속부 처리도 ③ 종단경사가 급한 곳의 방음벽 옹벽 처리도 ④ 방음벽 출입시설 설치 위치도 및 상세도	보 통
	나. 중앙분리대 ① 토공부와 교량부의 접속부 처리도 (교량 신축이음부) ② 기초 및 구체 기계 시공을 할 때의 센서라인 설치계획도	보 통
	다. 울타리 ① 기둥과의 접속부 처리도 ② Y형 앵글 설치계획도 ③ 울타리 설치계획도	단 순
	라. 콘크리트 블록포장 ① 기 시설물 접속부 처리도 ② 안전층(Sandcushion) 상세도	단 순
	마. 기 타 ① 영업소 시설 상세도 ② 노면 표지 상세도 ③ 안전시설(시선유도표지) 상세도 ④ 점검로, 난간, 전기설비 상세도 ⑤ 전철주 상세도 ⑥ 낙석방지책 ⑦ 철도교 공동관로 상세도(신호, 통신, 전력)	보 통

11. 가시설공

공종	세부사항	난이도
가시설공	가. 흙막이 가시설공 ① H-Pile, Sheet-Pile : 위치별 규격 및 근입길이, 간격, 이음부 연결상세 (필요할 때), 횡토압 지지방법 (H-Pile 또는 어스앵커 사용 등) ② 흙막이 공법 표기 ③ 토류판 : 재질, 폭, 두께, 길이 ④ 어스앵커 : 근입길이, 종, 횡방향 간격, 정착 헤드 크기 및 방법, 그라우팅 제원 및 상세, 인장상세도 ⑤ 형태별 단면도 ⑥ 가시설 상세도, 수직 피스 제작, 코너 피스 제작도 – 주형보 받침 및 연결 – 보강재(Stiffener) 설치 – 띠장 우각부 연결 – 띠장 연결 – 파일 연결 – 버팀보 보강용 브레이싱 – 중간파일 보강용 브레이싱 및 ㄷ형강 설치 – 주형보 브레이싱 – 피스 브라켓 제작 – 토류용 앵글설치 – 버팀보 제작 – 띠장 설치 – 잭(Jack) 설치 – 수직 피스제작 – 제작 복공 설치도 – 장비통로 및 작업구 버팀보 보강 – 작업구 안전 울타리 – 주형보 X-Bracing – 보조파일 – 사보강재 – 화타쐐기 – 중간말뚝 방수처리 – H-파일 개구부 마감 – 보걸이 – 진입부 상세 – U볼트 – 작업계단 및 점검통로 – 버팀보 연결 ⑦ Tie Cable : 종, 횡방향 간격, 강연선 및 정착구 상세도 ⑧ 인접구조물 · 지장물의 위치, 규격 및 종류	복 잡
	⑨ 설치순서도 및 해체순서도 작성 (필요할 때) ⑩ 시공순서도 ⑪ 가시설 계측 – 계측기기 설치위치도 및 보호시설도 – 계측기 상세도 및 계측빈도	보 통

공종	세부사항	난이도
가시설공	나. 가 교 ① 연장, 폭원, 통과높이, H-파일의 근입 깊이, 강재 규격, 난간설치방법 및 상세도, 포장단면, 연결가도 테이퍼 및 연장, 기타사항 ② 이음부 용접 및 볼트 체결도	복 잡
	다. 동바리 ① 종단면도, 횡단면도 - 수평, 수직, 사재설치상세도 ② 수직재 최상단 및 최하단 수평재 배치 상세도 ③ 동바리의 상부 U-헤드 상세도 ④ 하부기초 상세도 ⑤ 강관비계 연결 이음쇄 상세도	복 잡
	라. 가시설 ① 안전시설, 안전 도색 ② 가설건물 배치현황	단 순
	마. 가도 및 가물막이 ① 연장, 폭원 ② 접속처리도 (본선, 가교 접속부, 테이퍼 등) ③ 배수시설도	보 통
	바. 기 타 ① 구조물(암거, 교량, 배수관) 시공 전 가배수 시설도 ② 가도, 가교 및 가시설 설치에 따른 길어깨 안전시설 설치도	단 순

12. 상하수도공

공종	세부사항	난이도
상하수도공	가. 공통사항 ① 타 시설물과의 연결부 접속처리도, 계획평면도	보 통
	나. 관접합부설 ① 밸브실 및 유량계실 설치위치도 및 배관상세도 ② 수평, 수직곡관 위치도 ③ 지형여건을 고려한 관로 연잔, 규격, 토피, 경사	보 통
	다. 기타 ① 곡관보호공 상세도	보 통

13. 옹벽 및 기타

공종	세부사항	난이도
옹벽 및 기타	가. 옹 벽 ① 구간별 전개도 (시공이음, 개구부 위치) ② 날개벽과의 연결부 처리도 (교량 및 암거, 배수관) ③ 배수구 위치도 ④ 옹벽 위 표지판 등 설치구간 단면 보강도 ⑤ 집수정과의 연결도 ⑥ 다이크와 연결부 처리도 ⑦ 조립 철근 상세도 ⑧ 구조물과 보강토옹벽의 접속부에 대한 시공상세도	보 통
	나. 기 타 ① 양생, 보온 세부사항 ② 각 옹벽별 유지관리 점검시설의 필요한 부분 상세도	단 순

14. 교통안전시설

공종	세부사항	난이도
교통안전시설	가. 표지판 ① 표지판 설치계획도 (종 · 횡단상 위치, 매설 깊이) ② 지주 또는 트러스와 결속부 처리도 ③ 앵커볼트 시공계획도	단 순
	나. 교통처리계획 ① 단계별 교통처리계획도 ② 차선변경에 따른 단계별 복공계획도	보 통

15. 기 타

공종	세부사항	난이도
기타	① 기타 규격, 치수, 연장 등이 불명확하여 시공에 어려움이 예상되는 부위의 각종 상세도면 ② 특수공종 및 기타, 세부상세도면이 필요할 때 건설사업관리기술자와 협의하여 시행 ③ 공사용 진입로, 세륜세차시설, 유지관리도로, 방재구난구역 진입로 및 기타 상세도	보 통

[별표 2]

공급원 승인요청 자재명

구 분	자 재 명
공 통	시멘트, 철근, 레미콘 등
혼화재료	혼화제 (AE제, 감수제, AE감수제, 급결제, 무수축제, 유동화제 등), 혼화재 (플라이 애시, 실리카흄, 고로슬래그, 팽창재 등)
토공용	부직포 (토공용, 연약지반용), 보강토 전면판 및 보강재료
배수용	부직포 (맹암거용), 유공관, 흄관, 반월관, 플륨관, 철선, 그레이팅커버, 지수판 등
교량용	RC말뚝, PSC말뚝, 강관말뚝, PS강선, PS강봉, PSC콘 (wedge), 쉬스관, 정착구, 강재, 강교용 페인트, 고장력 볼트, 신구콘크리트 접착제, 방수재료, 교좌장치, 신축이음장치 등
터널용	와이어 메쉬, 록볼트, 스틸리브, 부직포 (터널용), 방수쉬트, 타일 등
포장용	비닐, 다웰바, 프라이머, 주입줄눈재, 아스팔트(AP, MC, RC 등) 석분, 아스콘, 양생제, 차선페인트, 그라스비드 등
부대시설용	표지판, 방음판, 방현망, 가드레일, 가드펜스, 데리네이타, 낙석방책, 비탈면보호블록, 호안블록, 보도블록, 경계블록, 벽돌, Gabion용벽, 전기자재류, 톨부스, 페인트류, 반사지류, 기타 건축용 자재 등
기 타	기타 도로를 건설할 때 기능 및 품질상 중요하다고 판단되는 자재

[별표 3]

품 질 시 험 계 획

1. 개요
   가. 공사명
   나. 시공자
   다. 현장대리인
2. 시험계획 횟수
   가. 공종
   나. 시험종목
   다. 시험계획 물량
   라. 시험빈도
   마. 계획시험 횟수
   바. 그 밖의 사항
3. 시험시설
   가. 장비명
   나. 규격
   다. 단위
   라. 수량
   마. 시험실배치 평면도
   바. 그 밖의 사항
4. 품질관리자 배치계획
   가. 성명
   나. 등급
   다. 건설공사업무수행기간
   라. 기술자자격 및 학력 · 경력사항
   마. 그 밖의 사항

[별표 4]

건설공사 품질관리를 위한 시설 및 품질관리자 배치기준

1. 시험 · 검사장비 및 인력기준

대상공사 구분	공사규모	시험 · 검사장비	시험실 규모	품질관리자
특급품질 관리대상 공사	영 제79조제1항제1호 및 제2호에 따라 품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사로서 총공사비가 1,000억 원 이상인 건설공사 또는 연면적 5만 ㎡ 이상인 다중이용 건축물의 건설공사	영 제80조제2항에 따른 품질시험 및 검사를 실시하는 데에 필요한 시험 · 검사장비	100 ㎡ 이상	가. 특급품질관리자 1명 이상 나. 중급품질관리자 이상의 품질관리자 2명 이상
고급품질 관리대상 공사	영 제79조제1항제1호 및 제2호에 따라 품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사로서 특급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제80조제2항에 따른 품질시험 및 검사를 실시하는 데에 필요한 시험 · 검사장비	50 ㎡ 이상	가. 고급품질관리자 이상의 품질관리자 1명 이상 나. 중급품질관리자 이상의 품질관리자 2명 이상
중급품질 관리대상 공사	총공사비가 100억 원 이상인 건설공사 또는 연면적 5,000 ㎡ 이상인 다중이용 건축물의 건설공사로서 특급 및 고급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제80조제2항에 따른 품질시험 및 검사를 실시하는 데에 필요한 시험 · 검사장비	30 ㎡ 이상	가. 중급품질관리자 이상의 품질관리자 1명 이상 나. 초급품질관리자 이상의 품질관리자 1명 이상
초급품질 관리대상 공사	영 제79조제2항에 따라 품질시험계획을 수립하여야 하는 건설공사로서 중급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제80조제2항에 따른 품질시험 및 검사를 실시하는 데에 필요한 시험 · 검사장비	발주자와 계약한 면적	초급품질관리자 이상의 품질관리자 1명 이상

비고 : 발주청 또는 건설공사의 허가 · 인가 · 승인 등을 한 행정기관의 장이 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 공사의 종류 · 규모 및 현지 실정과 법 제25조에 따른 국공립시험기관 또는 품질검사전문기관의 시험 · 검사대행의 정도 등을 고려하여 시험실 규모 또는 품질관리 인력을 조정할 수 있다.

2. 품질관리자의 자격인정범위

등급	학력 · 경력자	기술자격자
가. 특급품질관리자	1) 박사학위를 가진 사람으로서 3년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 석사학위를 가진 사람으로서 9년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 학사학위를 가진 사람으로서 12년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 전문대학을 졸업한 사람으로서 15년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 고등학교를 졸업한 사람으로서 18년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 6) 영 제90조제1항에 따른 국공립시험기관 또는 법 제25조제1항에 따른 품질검사전문기관에서 10년 이상 품질관리업무를 담당한 사람	1) 기술사 2) 기사 자격을 가진 사람으로서 10년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 산업기사 자격을 가진 사람으로서 13년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 건설재료시험기사 자격을 가진 사람으로서 8년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 건설재료시험산업기사 자격을 가진 사람으로서 11년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 6) 건설재료시험기능사 자격을 가진 사람으로서 13년 이상 품질관리업무를 수행한 사람
나. 고급품질관리자	1) 박사학위를 가진 사람으로서 1년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 석사학위를 가진 사람으로서 6년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 학사학위를 가진 사람으로서 9년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 전문대학을 졸업한 사람으로서 12년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 고등학교를 졸업한 사람으로서 15년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 6) 영 제90조제1항에 따른 국공립시험기관 또는 법 제25조제1항에 따른 품질검사전문기관에서 7년 이상 품질관리업무를 담당한 사람	1) 기사 자격을 가진 사람으로서 7년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 산업기사 자격을 가진 사람으로서 10년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 건설재료시험기사 자격을 가진 사람으로서 5년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 건설재료시험산업기사 자격을 가진 사람으로서 8년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 건설재료시험기능사 자격을 가진 사람으로서 10년 이상 품질관리업무를 수행한 사람

등급	학력 · 경력자	기술자격자
다. 중급품질관리자	1) 석사학위를 가진 사람으로서 3년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 학사학위를 가진 사람으로서 6년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 전문대학을 졸업한 사람으로서 9년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 고등학교를 졸업한 사람으로서 12년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 영 제90조제1항에 따른 국공립시험기관 또는 법 제25조제1항에 따른 품질검사전문기관에서 5년 이상 품질관리업무를 담당한 사람	1) 기사 자격을 가진 사람으로서 4년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 산업기사 자격을 가진 사람으로서 7년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 건설재료시험기사 자격을 가진 사람으로서 2년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 건설재료시험산업기사 자격을 가진 사람으로서 5년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 5) 건설재료시험기능사 자격을 가진 사람으로서 7년 이상 품질관리업무를 수행한 사람
라. 초급품질관리자	1) 학사학위를 가진 사람으로서 1년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 전문대학을 졸업한 사람으로서 1년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 고등학교를 졸업한 사람으로서 3년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 4) 영 제90조제1항에 따른 국공립시험기관 또는 법 제25조제1항에 따른 품질검사전문기관에서 2년 이상 품질관리업무를 담당한 사람	1) 기사 자격을 가진 사람으로서 1년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 2) 산업기사 자격을 가진 사람으로서 1년 이상 품질관리업무를 수행한 사람 3) 건설재료시험기사 · 건설재료시험산업기사 · 건설재료시험기능사 자격을 가진 사람

비고 : 학력 · 경력자 및 기술자격자에 대한 해당 전공학과의 범위, 경력인정 방법 등은 영 제4조 및 영 별표 1에 따라 국토교통부장관이 정하는 바에 따른다.

[별표 5]

토양오염우려기준(제1조의5 관련)

(단위: ㎎/㎏)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

※ 비고

1. 1지역: 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 시행령」 제58조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 시행령」 제58조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

[별지 제1호 서식]

착 공 계

공사감독자 경유	
일 자	
확 인	

공 사 명 :
계 약 금액 :
계약년월일 :
착공년월일 :
준공예정일 :

위와 같이 착공하였기 이에 제출합니다.

첨부 1. 현장기술자 지정신고서
2. 경력증명서 및 자격증사본
3. 내역서
4. 착공전 사진
5. 공사계획서

20 년 월 일

계약상대자 (인)

발 주 청 장 귀하

[별지 제2호 서식]

공 사 일 지

1. 공정현황

구 분	보 할(%)		계 획	실 시		대비(%)
	전 체	공종별		금 일	누 계	
종 합						
토 공						

2. 출력현황

구 분	전일누계	금 일 투 입	누 계	비 고
계				
직 원				

3. 기상현황

날 씨				
기 온	최 고		강우량	mm
	최 저		강설량	mm

4. 주요작업내용

금 일 작 업 내 용	명 일 작 업 내 용

5. 장비현황

장 비 명	전일누계	금일사용	누계사용	비 고

6. 주요자재현황

품 명	단 위	설계량	금일반입량	누계반입량	금일사용량	누계사용량	잔 량

7. 공정별 작업현황

공 종	단 위	설계량	비율	금일작업량	누계작업량	공종별	금일	종합

[별지 제3호 서식]

일 일 공 정 현 황

공사명 :　　년　월　일

공사비 (억원)				진도('02/누계(%))		
계	전년까지	당해년도	이후	계획	실시	대비

작성자	확인자
현장대리인	공사감독

공 종	전 일 실 적			금 일 실 적	
특기사항	전일날씨		강수량(mm)	장비투입(대)	인원투입(명)
비 고		온도 (℃) 평균 최저 최고	계 : 오전 : 오후 :		

[별지 제4호 서식]

주 간 공 정 현 황

노선	공구 (연장)	토목공사비		보할 (%)	전년도 까지	당해년도			전체누계공정				비고
		계	당해 년도			계획	실시	대비	목표	계획	실시	대비	

[별지 제5호 서식]

월 간 공 정 현 황

노선	공구	시공사	공사비 (백만원)		보할 (%)	전년도 까지	공 정 (%)							비고
							당 해 년 도			전 체 누 계				
			전체	당해 년도			계획	실시	대비	당해 년도	계획	실시	대비	

[별지 제6호 서식]

공사 기성부분 검사원 (제 회)

발주자 대리인(책임건설사업관리기술자 경유) : (인)

1. 공 사 명 :
2. 위 치 :
3. 계 약 금 액 : 일금 원
4. 계약연월일 : 20 년 월 일
5. 착공연월일 : 20 년 월 일
6. 준 공 기 한 : 20 년 월 일
7. 현 재 공 정 : 20 년 월 일 현재 %
8. 첨 부 서 류 : 기성공정내역서, 기성부분사진

위 공사의 도급시행함에 있어서 공사전반에 걸쳐 공사설계도서, 품질관리기준 및 기타 약정대로 어김없이 기성되었음을 확인하오며 만약 공사의 시공, 감리 및 검사에 관하여 하자가 발견될 시는 즉시 변상 또는 재시공할 것을 서약하고 이에 기성검사원을 제출하오니 검사하여 주시기 바랍니다.

20 년 월 일

계약상대자(주소, 상호, 성명) (인)

발 주 청 장 귀 하

[별지 제7호 서식]

내 역 서

도 급 액 : 일금 원정
기성부분액 : 일금 원정
준 공 금 액 : 일금 원정

1. 공종별 준공내역

공 종	도 급 액	기 성 부 분 액			기 성 율 (%)	비 고
		전 회	금 회	누 계		

2. 노선 및 예산과목 구분

구 분 / 예산과목 노선		도 급 액	기 성 부 분 액			비 고
			전 회	금 회	누 계	

[별지 제8호 서식]

명 세 서

공 종	종 별	규 격	단 위	단 가	도 급		기 성 부 분			전회기성		금회기성		비 고
					수량	금액	수량	금액	기성율	수량	금액	수량	금액	

[별지 제9호 서식]

준 공 계

경유	일자	
	○ ○ ○	
확인	일자	
	감독자	

1. 공 사 명 :
2. 도 급 액 :
3. 계약년월일 :
4. 착공년월일 :
5. 예정준공년월일 :
6. 실준공년월일 :

위와 같이 준공되었기 준공계를 제출하오니 검사하여 주시기 바랍니다.

20 년 월 일

첨 부 : 내 역 서
시험성과표
도 면
사 진 첩

계약상대자 (인)

발 주 청 장 귀 하

[별지 제10호 서식]

시 험 성 과 표

공 사 명 : (공사기간 . . ~ . . 공정 %)

공 종	시 험 종 류	시 험 횟 수					비 고
		계 획	실 시	합 격	불합격	재시험	

작성일자 : 년 월 일

작 성 자 : 현장대리인 (인)

확 인 자 : 감 독 자 (인)

[별지 제11호 서식]

준 공 기 한 연 기 원

감 독 자 경유	
경유일자	날 인

공 사 명 :
도 급 금 액 : 일금 원
계 약 년 월 일 : 년 월 일
계 약 상 착 공 일 : 년 월 일
준 공 예 정 일 : 년 월 일
연 기 요 청 일 : 년 월 일
첨 부 : 공사기간 조정 산출내역

상기와 같이 준공기한 연기원을 제출합니다.

년 월 일

계약상대자 (인)

발 주 청 장 귀 하

[별지 제12호 서식]

공 급 원 승 인 요 청 서

문서번호 : 호

품 명	규 격	설계수량	제조회사명	KS 여부	비 고

첨부 : 제품자료 및 견본

위 자재에 대하여 공급원 승인을 요청합니다.

20 . . .

공 사 명 :
현장대리인 : (인)

승 인 서

1. 문서번호 :
2. 품 목 :
3. 승인사항 :

자재에 대하여 공급원 승인을 통보합니다.

20 . . .

감독자 : (인)

[별지 제13호 서식]

품 질 시 험 · 검 사 대 장

일련번호	연·월·일	시험·검사 구분	재료	시험·검사 항 목	시험 기준	시험 결과	시험 결과 판정	시험·검사자		건설사업관리 기술자 확인		비고
								성명	서명	성명	서명	

[별지 제14호 서식]

품질시험 · 검사성과총괄표

공사명 :　　공사시간 :　　.　.　. ~　　.　.　.　공정 :　　%

공종	시험 · 검사종류(재료)	시험 · 검사횟수					비고
		계획	실시	합격	불합격	재시험	

작성일시 :　　년　　월　　일

작성자 : 소속 :　　직위 :

성명 :　　(서명 또는 인)

[별지 제15호 서식]

품질시험 · 검사의뢰서				
① 시험 · 검사종목	(*)			
② 시 료 명				
③ 시 료 량	(④ 채취일: . . .)			
⑤ 시료 채취장소	(회사명:)			
⑥ 시료 채취자	소속	담당업무	성명	인
⑦ 입 회 자	소속	담당업무	성명	인
⑧ 시험 및 시방기준				
⑨ 성과 이용목적				
⑩ 공 사 명				
⑪ 발 주 자				
⑫ 시 공 자				

「건설기술진흥법 시행규칙」 제50조제1항에 따라 품질시험 · 검사를 의뢰합니다.

년 월 일

의뢰인 성 명 : (인) (전화:)
주 소 :

절 취 선

접 수 증

① 접수일 :
② 의뢰시험 · 검사종목 :
③ 시료명 및 시료량 :

귀하께서 의뢰한 시험 · 검사 요청 건은 접수일부터 약 ( )일이 소요될 예정임을 알려드리며 이 접수증을 교부합니다.

년 월 일

접수자 : ○ ○ ○ 품질검사전문기관
성 명 : (인)

[별지 제16호 서식]

품질시험 · 검사성적서

① 시 료 명 :

② 시료채취장소 :

③ 성과이용목적 :

④ 공 사 명 :

⑤ 발 주 자 :

⑥ 시 공 자 :

⑦ 의 뢰 인 주 소 :
성 명 :

귀하가 품질시험 · 검사 의뢰한 위 시료에 대하여는 아래 시험방법에 의하여 시험 · 검사한 성과를 다음과 같이 회신합니다.

성 과 결 과

연 번	시험 · 검사 종 목	시험 · 검사 방 법	시험 · 검사 결 과	책 임 기 술 자		
				자격종목 및 자 격 증 번 호	성 명	서 명

이 시험 · 검사결과는 애초 의뢰할 때 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로 이용을 금지합니다.

년 월 일

○ ○ 품질검사전문기관 대표 : ○ ○ ○ (인)
주소 : (전화번호 :)

유의사항 : 책임기술자의 성명과 서명이 기재되지 아니한 경우에는 성과에 대한 보증을 할 수 없습니다.

[별지 제17호 서식]

자 재 검 수 부

년월일	품명	규격	단위	생산업체	설계량	반입량	불합격량	품질기준	품질확인내용	검수자	비고

[별지 제18호 서식]

지 급 자 재 관 리 부

일 자		적요	반입량	불출량	재고량	확 인		비 고
월	일					현장대리인	감독자	

[별지 제19호 서식]

<table>
<tr><th colspan="6">하 도 급 건 설 공 사 대 장</th></tr>
<tr><td colspan="6">1. 공 사 개 요</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">공사명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">(원 공사명:)</td></tr>
<tr><td colspan="2">① 공종</td><td>공종: 세부공종:</td><td>현장소재지</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">발주자</td><td>구분</td><td>□ 공공
□ 민간 (□ 법인 □ 개인)</td><td>기관명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>법인(주민)
등록번호</td><td></td><td>사업자등록번호</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>주소</td><td></td><td>대표자</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">수급인</td><td>상호</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>법인(주민)
등록번호</td><td></td><td>사업자등록번호</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>주소</td><td></td><td>대표자</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">수급인협력업자
등록여부</td><td>□ 예 □ 아니오</td><td>협력업자
등록년월일</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">② 산재보험</td><td>–가입여부: □ 예
□ 아니오
–사업장관리번호:
–사업개시번호:
–가입날짜:</td><td>③ 건설근로자
퇴직공제회</td><td colspan="2">–가입여부: □ 예
□ 아니오
–공제가입번호:
–가입날짜:</td></tr>
<tr><td colspan="2">도급방법</td><td colspan="4">□ 단독도급
□ 공동도급 (□ 공동이행방식 □ 분담이행방식 □ 주계약자관리방식)</td></tr>
<tr><td colspan="2">계약방법</td><td colspan="4">□ 제한경쟁 □ 일반경쟁 □ 지명경쟁 □ 수의 □ 기타</td></tr>
</table>

① 공종: 다음 중 하나를 선택하여 기재합니다.

공종	토 목	건 축	산업·환경설비	조경공사
세부공종	일반도로 고속화도로 고속도로 도로교량 철도교량 댐 항만 공항 일반철도 고속철도 지하철 도로터널 철도터널 간척 치산·치수 및 사방하천 관개수로 및 농지정리 상수도 1,000mm 이상 상수도 1,000mm 이하 정수장 하수도 택지조성 공업용지조성 그 밖의 토목시설	단독주택 및 연립주택 저층아파트(5층 이하) 고층아파트(6~15층 이하) 초고층아파트(16층 이상) 주거·사무실겸용 건물 상가·백화점·쇼핑센타 사무실빌딩 오피스텔 인텔리젼트빌딩 호텔·숙박시설 관공서건물(11층 이하) 관공서건물(12층 이상) 학교 병원 전통양식건축 교회·사찰 등 종교용 건물 그 밖의 문화재, 유적건물 경기장·운동장 전시(展示)시설 창고, 차고, 터미널건물 공장, 작업장용 건물 기계기구 설치(플랜트 제외) 위험물저장소 그 밖의 건축물	제철소 및 석유화학공장 등 산업 생산시설 원자력발전소 화력발전소 열병합발전소 수력발전소 집단에너지공급시설공사 쓰레기소각장 설치공사 하수종말처리장 폐수종말처리장 그 밖의 산업·환경설비	수목원 공원의 조성공사 그 밖의 조경

② 산재보험: 근로복지공단 산재보험의 가입정보를 기재합니다.

③ 건설근로자퇴직공제회: 건설근로자퇴직공제회의 공제가입정보를 기재합니다.

[별지 제20호 서식]

지급자재 수급계획 변경요청서

공사명 :

품 명	규 격	단 위	수급계획		변 경		변 경 사 유
			수 량	납 기	수 량	납 기	

20 . . .

계약상대자 업체명 :

현장대리인 : (인)

[별지 제21호 서식]

현 장 지 도 점 검 대 장

공사명 : 시공회사명 :

점검일	점검자 (소속, 직급, 성명)	지 적 사 항					시 정 완 료 확 인				비고
		위치	내 용	시정 구분	조치 기한	현장 대리인	조치 완료일	공사 감독자	현장 소장	차기 점검자	

[별지 제22호 서식]

지 적 사 항 조 치 결 과

공사명 :　　시공회사명 :

지적부위		
시 정 전	지적사항	
시 정 후	조치내용	

첨　부 : 사진대지

20　.　.　.

현장대리인 :　　(인)

발 주 청 장　귀 하

[별지 제23-①호 서식]

건설공사 유해 · 위험방지계획서

접수번호	접수일자	처리일자	처리기간 15일

계획서 내용 등	공사종류		
	대상공사		
	발주처	공사도급 금액	
	공사착공 예정일	공사준공 예정일	
	공사개요		
	본사소재지		
	예정 총동원 근로자수	참여 예정 협력업체 수	참여 예정 협력업체 근로자 수

계획서 작성자	성명
	작성자 주요경력

계획서 검토자	성명 (서명 또는 인)
	검토자 주요경력

「산업안전보건법」 제48조 및 같은 법 시행규칙 제121조 제2항에 따라 건설공사 유해 · 위험방지계획서를 제출합니다.

년 월 일장

제출자(사업주 또는 대표자) (서명 또는 인)

한국산업안전보건공단 이사장 귀하

첨부서류	「산업안전보건법 시행규칙」 별표 15에 따른 서류	수수료 고용노동부장관이 정하는 수수료 참조

공지사항

본 민원의 처리결과에 대한 만족도 조사 및 관련 제도 개선에 필요한 의견 조사를 위해 귀하의 전화번호(휴대전화)로 전화조사를 실시할 수 있습니다.

처리절차 [한국산업안전보건공단(지역본부, 지도원)]

계획서 제출	→ 접 수	→ 검토 · 확인	→ 결 재	→ 결과 통지
제출자	문서접수 담당부서	유해 · 위험방지계획서 업무 담당부서	지역본부 · 지도원장	문서발송 담당부서

210mm×297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

[별지 제23-②호 서식]

유해 · 위험방지계획서 첨부서류(제121조제2항 관련)

1. 공사개요

가. 공사 개요서(산업안전보건법 시행규칙 별지 제45호 서식)

나. 공사현장의 주변 현황 및 주변과의 관계를 나타내는 도면
(매설물 현황을 포함한다)

다. 건설물, 사용 기계설비 등의 배치를 나타내는 도면 및 서류

라. 전체 공정표

마. 「건설기술진흥법」 제9조에 따라 신기술로 지정 · 고시된 신기술의 사용 또는 국내에서 최초로 사용하는 신공법이 있는 경우 그 현황. 다만, 신소재 사용 등 자재변경 신기술은 제외한다.

2. 안전보건관리계획

가. 산업안전보건관리비 사용계획(별지 제46호서식)
※ 각 항목별 세부사용계획 내역을 작성하여야 한다.

나. 안전관리조직표 · 안전보건교육계획

다. 개인보호구 지급계획(산업안전보건법 시행규칙 별지 제47호서식)

라. 재해발생 위험시 연락 및 대피방법

3. 작업공종별 유해위험방지계획

대상공사	작업공종	첨부서류
제120조 제2항 제1호에 따른 건축물, 인공구조물 건설 등의 공사	가. 가설공사 나. 굴착 및 발파공사 다. 구조물공사 라. 강 구조물공사 마. 마감공사 바. 전기 및 기계설비공사 사. 기타공사(해체공사 등)	가. 작업개요 나. 해당 작업공종별 유해위험요인 및 재해예방계획

대상공사	작업공종	첨부서류
제120조 제2항 제3호에 따른 다리 건설등의 공사	가. 가설공사 나. 굴착 및 발파공사 다. 하부공공사 라. 상부공공사 마. 포장공사 바. 그 밖의 공사	
제120조 제2항 제4호에 따른 터널건설 등의 공사	가. 가설공사 나. 굴착 및 발파공사 다. 구조물공사 라. 그 밖의 공사	
제120조 제2항 제5호에 따른 댐건설 등의 공사	가. 가설공사 나. 굴착 및 발파공사 다. 댐 축조공사 라. 전기 및 기계설비공사 마. 그 밖의 공사	
제120조 제2항 제6호에 따른 굴착공사	가. 가설공사 나. 굴착 및 발파공사 다. 흙막이지보공(支保工) 공사 라. 되메움공사 마. 그 밖의 공사	

4. 작업환경 조성계획

※ 작업공종별 유해위험방지계획과 분리하여 별도 작성

가. 분진 및 소음발생공종에 대한 방호대책

나. 위생시설물 설치 및 관리대책 (식당, 화장실, 세면장 등)

다. 근로자 건강진단 실시계획

라. 조명시설물 설치계획

마. 환기설비 설치계획

바. 위험물질의 종류별 사용량과 저장 · 보관 및 사용 시 안전작업계획

[별지 제24호 서식]

(앞쪽)

산업안전보건관리비 사용내역서

건설업체명		공 사 명	
소 재 지		대 표 자	
공사금액	원	공 사 기 간	~
발 주 자		누계공정율	%
계 상 된 안전관리비	원		

사 용 금 액		
항 목	( )월사용금액	누계사용금액
계		
1. 안전관리자 등 인건비 및 각종 업무수당 등		
2. 안전시설비 등		
3. 개인보호구 및 안전장구 구입비 등		
4. 안전진단비 등		
5. 안전보건교육비 및 행사비 등		
6. 근로자 건강관리비 등		
7. 건설재해예방 기술지도비		
8. 본사사용비		

「건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준」 제10조제1항의 규정에 의하여 위와 같이 사용내역서를 작성하였습니다.

년 월 일

작 성 자 직책 성명 (서명 또는 인)
확 인 자 직책 성명 (서명 또는 인)

(뒤쪽)

항 목 별 사 용 내 역

항 목	사용일자	사 용 내 역	금 액
1. 안전관리자 등 인건비 및 각종 업무수당 등			
2. 안전시설비 등			
3. 개인보호구 및 안전장구 구입비 등			
4. 안전진단비 등			
5. 안전보건교육비 및 행사비 등			
6. 근로자 건강관리비 등			
7. 건설재해예방 기술지도비			
8. 본사 사용비			

※ 주 : 사용내역은 항목별 사용일자가 빠른 순서로 작성

[별지 제25호 서식]

기 술 지 도 완 료 증 명 서

① 건설업체명		② 대 표 자	
② 공 사 명		④ 공사금액	
⑤ 소 재 지			
⑥ 공 사 기 간			
⑦ 발 주 자			
⑧ 계 약 체 결 일 자		⑨ 기술지도 완료일자	

상기 사업장은 산업안전보건법 시행규칙 별표 6의3의 규정에 의하여 재해예방 전문지도기관으로부터 기술지도를 받았음을 증명합니다.

20 년 월 일

재해예방전문 명 칭
지 도 기 관

대 표 자 (인)

[별지 제26호 서식]

안전교육실시 결과보고서

<table>
<tr><td>교육구분</td><td colspan="6">1. 신규 채용자 교육 ( )　2. 작업내용 변경시 교육 ( )
3. 안전보건특별교육 ( )　4. 일 반 교 육 ( )
5. 관리감독자 교육 ( )　6. 기 타 ( )</td></tr>
<tr><td rowspan="2">교육인원</td><td colspan="2">구 분</td><td>계</td><td>남</td><td>여</td><td>교육대상 공종(협력업체)</td></tr>
<tr><td colspan="2">교육대상 근로자수
교육실시 근로자수
교육미실시 근로자수</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">교육내용</td><td>과목 또는 사항</td><td>교육방법</td><td colspan="2">교육내용의 개요</td><td>교육시간</td><td>사용교재 등</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">교육강사
및 장소</td><td>직위(직책)</td><td>성 명</td><td colspan="2">교 육 장 소</td><td colspan="2">비 고</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

[별지 제27호 서식 : B4횡]

환경영향평가 협의내용 이행

1. 사업의 내용

가. 사업명 : ○○○○도로 건설공사

나. 사업장위치 – 시점 : ○○

– 종점 : ○○

– 연장 : ○○ km

다. 사업시행자 :

라. 착공일 (준공예정일) : ○○○○ ~ ○○○○

마. 사업개요 – 공사비 : ○○억 원

– 토공량(흙쌓기량, 땅깎기량)

– 교량(연장) : ○○군데 (km)

– 터널(연장) : ○○군데 (km)

2. 환경관련 사업계획 협의내용

구 분	협 의 내 용	사 업 계 획 승 인 내 용			비 고
		시행주체	시행방법	시행시기	

※ 공구노선도 첨부

[별지 제28호 서식 : B4횡]

환경영향평가 협의내용 관리대장

1. 사업개요

사 업 명			사 업 자	
사업승인기관			사업승인일	
환경영향평가 협의기관			환경영향평가 협의일	
사업착공(예정)일			사업준공(예정)일	
협의내용 관리책임자	직책		성 명	
사업규모				
사업내용				

2. 협의내용 이행계획

구 분	협의내용	이 행 계 획		
		이행방법	이행주체	이행시기

3. 협의내용 이행현황

연 월 일	공정율(%)	협의내용	이행내역	미이행사항 및 사후대책

[별지 제29호 서식]

환경피해보고서

공사명 :　　소속기관명 :

1. 사고일시	
2. 사고장소	
3. 사고종류	대기, 수질, 소음 · 진동, 폐기물, 기타
4. 관계법규위반내용	
5. 피해정도	
6. 사고경위	
7. 사고원인	
8. 대책	
9. 기타	
첨　부 : 1. 사고발생 상황도　2. 현장사진	

[별지 제30호 서식]

폐공처리현황 및 실적보고서

1. 폐공발생위치(위치도 첨부) :
2. 폐공종류(관정, 시추공 등) :
3. 폐공처리업체명 :
4. 폐공처리일자 :
5. 폐공처리사유 :
6. 폐공처리한 관정의 구조

폐공		캐이싱		지표면에서 지하수위까지(m)	특기사항 (토질 및 암질 상태)
직경(m)	심도(m)	직경(m)	심도(m)		

7. 폐공처리 절차(작업내용기술)
8. 공매재료(메움재)의 사용량 및 혼합재(화공약액 또는 첨가제)

[별지 제31호 서식]

건설폐재 재활용계획 및 실적

1. 사업의 내용

가. 사업명 :

나. 사업기간 :

다. 공사비 :

라. 사업시행자 :

마. 발생신고기관(일자) :

2. 재활용실적

구 분	재 활 용 실 적					문제점 및 사후대책
	재활용 용도	재활용량	재활용률	재활용 위치	재활용 시기	
토 사 콘크리트덩이 아스팔트콘크리트덩이						

3. 재활용계획

구 분	발생량	재 활 용 계 획			
		재활용용도	재활용량	재활용률	재활용시기
토 사 콘크리트덩이 아스팔트콘크리트덩이					

[별지 제32호 서식]

신 기 술 활 용 실 적 보 고 서

신기술 명 칭	(지정 제 호)				기술 분야	
상 호			대 표 자			
주 소	(전화 :)		주민등록번호 (법인등록번호)			
시공년도	공사명	발주자	건설실적	공사금액(백만 원) 총공사비	공사금액(백만 원) 신기술공종 공사비	계약 형태	비고

※ 작성방법

1. 건설실적은 각각 해당되는 물량을 기재합니다.
2. 자체 건설실적이 있는 경우에는 건설실적란 및 공사금액란에 ( )로 표시합니다
3. 공사금액은 제반경비를 포함한 계약금액으로 합니다.
4. 계약형태는 수의 또는 경쟁으로 구분합니다.
5. 비고란에 도급, 하도급 등 특기사항을 기재합니다.
6. 신기술공종의 공사금액을 확인할 수 있는 해당부분 설계명세서 또는 계약서 사본 등의 증빙서류를 첨부합니다.

[별지 제33호 서식]

말 뚝 박 기 보 고 서

공 사 명 :
제 호 :
수 신 :
제 목 : 말뚝박기 보고

년 월 일 날씨 : 기온 : 오전 : 정오 : 오후 :

말뚝 번호	규 격	두부절단 길 이	말 뚝 길 이	낙하고	매 분 간 낙하횟수	평 균 침하도	최 종 침하도	말뚝의 지지력 및 해머중량	비고

[별지 제34호 서식]

방 음 시 설 성 능 평 가 서

평가항목	검토항목	세 부 검 토 항 목
일 반 사 항		1. 방음시설설계자(건설사업관리기술자) 인적사항 – 음향 및 구조 – 예술분야 2. 부지도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음시설 설치지점의 지반상태 4. 도로상황 및 교통량(대/hr)
음향설계	음향 설계서	5. 방음시설의 높이, 설치길이 6. 방음시설설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별 계산) 사용된 소음도 예측식 및 계산과정
	성 능 평 가	7. 동일수음점 · 동일조건에서의 설치 전후 소음도 dB(A)
방 음 판	투 과 손 실	8. 시험성적서 및 검토자료
	흡 음 률	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 반사도 등
구 조	구조 설계서	10. 풍하중, 기초공법, 통로설치 여부 등
시 공	시 공 도 면	11. 시공계획서
미 관	설치시 투시도	12. 색체 및 형태
	예술적 고려	13. 방음벽 전 · 후면에 대한 색체 및 형태
안 전 성	안전 설계서	14. 방호시설 설치여부 등

집필위원

구 분	성 명	소 속	직 위
제1장 총칙	이 호 영	서영엔지니어링	전무
제2장 토공사	최 동 식	(주)한맥기술	사장
제3장 비탈면 안정공사	백 용	한국건설기술연구원	연구위원
제4장 지반개량공사	서 금 열	다산컨설턴트	전무
제5장 배수공사	이 용 수	한국건설기술연구원	연구위원
제6장 구조물공사	이 지 훈	서영엔지니어링	상무
	박 찬 민	코비코리아	대표
	이 원 태	한국도로공사 도로교통연구원	수석연구원
	이 원 철	삼보기술단	전무
제7장 터널공사	김 시 격	다산컨설턴트	전무
제8장 동상방지층, 보조기층 및 기층공사	황 성 도	한국건설기술연구원	연구위원
제9장 아스팔트 콘크리트 포장공사			
제10장 시멘트 콘크리트 포장공사	권 수 안	한국건설기술연구원	선임연구위원
	남 정 희	한국건설기술연구원	수석연구원
제11장 안전시설공사	김 종 민	한국건설기술연구원	수석연구원
제12장 환경관리공사	손 원 표	동부엔지니어링(주)	기술연구소장
제13장 조경공사			
제14장 부대공사			
제15장 공사용 재료	정 상 민	건영이엔씨	대표
	이 한 주	평화엔지니어링	수석연구원

자문위원

구 분	성 명	소 속	직 위
도 로	박 석 주	(주)동성엔지니어링	부회장
	이 창 윤	삼보기술단	사장
	김 주 명	(주)동호	부사장
토목구조	박 영 하	도로교통연구원 구조연구실	팀장
	허 정 회	도화엔지니어링	상무
토목시공	송 평 현	(주)세일지오텍	대표
	이 승 훈	(주)태조엔지니어링	상무
토질 및 터널	유 병 옥	도로교통연구원 방재환경연구팀	팀장
	김 낙 영	도로교통연구원 지반연구팀	팀장
포 장	한 승 환	도로교통연구원 포장연구팀	수석연구원
안전 및 부대	노 관 섭	한국건설기술연구원	연구위원
환경 및 재료	이 태 옥	(주)평화엔지니어링	전무
	이 창 근	도로교통연구원 도로시험팀	차장

중앙건설기술심의 위원

구 분	성 명	소 속	직 위
도 로	이 기 선	동남이엔씨㈜	대표이사
	박 태 순	서울과학기술대학교	정교수
	최 고 일	㈜부산울산고속도로	임원
토목구조	차 철 준	한국시설안전공단 진단본부	팀장(2급)
토목시공	주 영 해	한국토지주택공사	본부장(2급)
	김 숙 자	계룡시청	주무관
토질 및 터널	안 상 로	한국시설안전공단	실장(1급)
교 통	유 경 수	㈜동명기술공단	본부장
품질 및 안전	김 동 춘	한국산업안전보건공단	실장

국토교통부 담당관

성 명	직 책
김 일 평 (전) 권 병 윤 (전) 이 승 호 (전) 도 태 호	도로국장
김 인 (전) 안 정 훈 (전) 손 종 철	간선도로과장
최 용 현 (전) 정 상 (전) 백 봉 기	시설사무관
백 도 준 (전) 곽 재 진 (전) 홍 석 표 (전) 김 태 호	시설주사

관련단체

성 명	소 속	직 위
박 광 철 / (전) 최 동 식	(사)한국도로교통협회	상근부회장
최 장 원	(사)한국도로교통협회	연구위원
황 훈 희	(사)한국도로교통협회	연구위원
노 성 규	(사)한국도로교통협회	연구위원
이 정 윤	(사)한국도로교통협회	수석연구원
유 동 민	(사)한국도로교통협회	책임연구원
여 인 수	(사)한국도로교통협회	책임연구원
백 정 길	(사)한국도로교통협회	선임연구원
박 진 우	(사)한국도로교통협회	선임연구원

국토교통부 제정

일반국도공사 전문시방서

2015년 3월 제정

관련단체 : 사단법인 한국도로협회
경기도 성남시 수정구 대왕판교로 805
(금토동)
TEL : 02-3490-1000
FAX : 02-3490-1019

이 책의 무단 복제를 절대 금합니다.