

발 간 등 록 번 호

11-1611000-002068-01

국토해양부 제정
**건설공사비탈면
표준시방서**

2011. 12



국토해양부

표준시방서 개정에 따른 경과조치

이 건설공사 비탈면 표준시방서 발간시점 이전에 이미
시행중인 용역이나 건설공사에 대해서는 발주기관의 장이 인정하는
경우 종전에 적용하고 있는 표준시방서를 그대로 사용할 수
있습니다

발 간 사

우리나라는 전국토의 약 2/3가 산지로 이루어진 지형특성상 각종 국토개발과정에서 필연적으로 많은 비탈면이 형성되고 있으며, 뚜렷한 사계절의 영향으로 인한 동결 및 융해 작용으로 낙석 및 산사태에 의한 피해가 빈발하고 있어 비탈면의 설계, 시공 및 유지관리에 특히 주의를 기울여야 할 필요가 있습니다.

이에 2006년 정부에서는 실무자들이 해당업무를 효율적으로 충실하게 수행할 수 있도록 비탈면의 계획, 조사, 설계, 시공 및 유지관리의 전과정을 일관되고 체계적으로 정립한 건설공사 비탈면 설계기준, 표준시방서 및 유지관리지침 등 건설공사기준을 마련하여 보급한 바 있습니다. 이러한 노력에도 불구하고 최근 온실가스 증가에 따른 지구온난화의 영향으로 인한 이상기후로 전세계적으로 태풍 및 집중호우가 증가하고 있으며, 우리나라에서도 이로 인한 비탈면 붕괴 및 산사태 발생이 점차로 증가하고 있어 이에 대한 대책 마련이 요구되고 있습니다.

따라서 정부에서는 이러한 요구에 부응하는 한편 지속적인 국가발전을 위한 새로운 동력으로 등장한 저탄소 녹색성장의 기초 아래 다양한 현장여건과 최신기술 등을 반영할 수 있도록 건설공사 비탈면 설계기준과 함께 건설공사 비탈면 표준시방서를 개정하게 되었습니다. 금번 개정시에는 특히 최근 기후변화로 발생빈도가 높아진 토석류 대책시설에 대한 시공을 위한 내용 등을 신규로 제정하였으며, 최근 비탈면 붕괴의 큰 원인으로 작용하고 있는 배수대책 및 보강토옹벽에 대한 내용을 강화하였습니다. 또한 비탈면의 시공시 산성배수 발생여부를 조사·반영할 수 있도록 하는 등 친환경적인 건설공사가 이루어질 수 있도록 많은 노력을 기울였습니다.

정부에서는 앞으로도 건설현장에 필요한 선진화된 건설공사기준 마련을 위해 지속적으로 노력할 것을 약속드리며, 아울러 많은 건설기술인 여러분들께서도 부단한 연구를 통해 관련 기술발전을 위해 지원과 격려를 부탁드립니다.

끝으로 더욱 안전한 국토가 건설될 수 있도록 금번 “건설공사 비탈면 표준시방서” 개정을 위해 많은 노력을 기울여주신 한국시설안전공단과 중앙건설기술심의위원회 위원 여러분 및 관계 공무원에게 이 자리를 빌어 감사의 말씀을 드립니다.

2011년 12월

국토해양부 기술안전정책관



목 차

제 1 장 총칙	1
1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 적용방법	1
1.3 적용상의 주의	1
1.4 법령우선 준수	2
2. 용어의 정의	2
제 2 장 공사일반	7
1. 공사계획	7
1.1 시공계획서 제출	7
1.2 현장확인 및 설계도서의 검토	7
1.3 시설물 및 지장물 철거	7
2. 공사관리	8
2.1 공정관리	8
2.2 현장요원 관리	8
2.3 하도급 관리	9
2.4 착공서류	9
2.5 공사이행	10
3. 공무행정 및 제출물	10
3.1 비치 및 제출	10
3.2 제출절차 등	11
3.3 시공계획서	12
3.4 시공상세도면	12
4. 품질관리	14
4.1 적용범위	14
4.2 품질관리계획	14
4.3 품질시험·검사	16
4.4 현장시험실	18
4.5 품질시험·검사 의뢰	18
4.6 시공허용오차	19

제 3 장	지반조사	21
1.	일반사항	21
2.	보완조사	21
3.	시공 중 지반조사	21
3.1	지반조사의 수행	21
3.2	비탈면 지표지질조사	22
3.3	시추조사	23
3.4	물리탐사	24
3.5	시공 중 비탈면 안정해석	24
제 4 장	비탈면 쌓기	27
1.	일반사항	27
1.1	적용범위	27
1.2	참조규격	27
1.3	시공 전 검토사항	27
2.	재료	29
2.1	쌓기재료의 일반요건	29
2.2	쌓기재료의 최대입경	29
2.3	쌓기재료로 이용되는 산업부산물	30
3.	시공	30
3.1	사전조사	30
3.2	공사 준비	31
3.3	쌓기	31
3.4	쌓기의 마무리	36
3.5	보호	36
3.6	운반	36
3.7	동결토	37
3.8	현장 품질관리	37
제 5 장	비탈면 깎기	43
1.	일반사항	43
1.1	적용범위	43
1.2	참조규격	43
1.3	시공 전 검토사항	43
2.	재료	45
3.	시공	45
3.1	시공일반	45

3.2	암깍기	46
3.3	암발파	47
3.4	마무리	53
3.5	시공 중 표면수, 용출수 처리 및 노면보호	54
3.6	비탈면 경사	54
3.7	사토 및 잔토처리	54
3.8	깍기재료의 활용	55
3.9	현장 품질관리	55
제 6 장	앵커	59
1.	일반사항	59
1.1	적용범위	59
1.2	참조규격	59
1.3	시공 전 검토사항	59
2.	재료	59
2.1	긴장재	59
2.2	그라우트	60
2.3	패커(packer)	60
2.4	정착구	60
2.5	방식용 재료	60
2.6	재료의 보관	61
2.7	장비	61
3.	시공	62
3.1	시공일반	62
3.2	천공	62
3.3	앵커의 가공 및 조립	63
3.4	앵커의 삽입	64
3.5	그라우트 혼합과 주입	64
3.6	긴장 및 정착작업	66
3.7	현장 품질관리	66
제 7 장	네일	71
1.	일반사항	71
1.1	적용범위	71
1.2	참조규격	71
1.3	시공 전 검토사항	71

2. 재료	72
2.1 네일	72
2.2 정착판	72
2.3 그라우트	72
3. 시공	73
3.1 깎기	73
3.2 천공 및 네일의 삽입	73
3.3 그라우트 주입	75
3.4 정착판의 설치	76
3.5 전면판의 시공	76
3.6 배수시설	76
3.7 현장 품질관리	77
 제 8 장 록볼트	 81
1. 일반사항	81
1.1 적용범위	81
1.2 참조규격	81
1.3 시공 전 검토사항	81
2. 재료	81
2.1 록볼트	81
2.2 그라우트	82
2.3 정착판	83
3. 시공	83
3.1 천공장비의 선정	83
3.2 천공 및 청소	83
3.3 그라우트 주입	83
3.4 록볼트 조이기	84
3.5 용수지역에서의 록볼트 시공	84
3.6 파쇄대 구간에서 록볼트 시공	84
3.7 현장 품질관리	84
 제 9 장 억지말뚝	 87
1. 일반사항	87
1.1 적용범위	87
1.2 참조규격	87
1.3 시공 전 검토사항	87

2. 재료 및 장비	87
2.1 재료	87
2.2 장비	88
3. 시공	88
3.1 시공 준비	89
3.2 지반천공	90
3.3 강관말뚝 시공	90
3.4 현장타설 말뚝 시공	90
3.5 용접이음 및 볼트이음	91
3.6 보강재 설치	92
3.7 말뚝 두부정리	93
3.8 속채움	93
3.9 캡콘크리트	94
3.10 현장 품질관리	94
 제 10 장 콘크리트 옹벽	 95
1. 일반사항	95
1.1 적용범위	95
1.2 참조규격	95
1.3 시공 전 검토사항	96
2. 재료	96
2.1 빈배합콘크리트	96
2.2 구체 콘크리트	96
2.3 문양거푸집	96
2.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품	97
2.5 철근	98
2.6 옹벽 뒤채움잡석 및 되메우기재료	98
2.7 배수구멍	98
2.8 옹벽배면 배수용 드레인보드	99
2.9 옹벽배면 배수용 토목섬유	99
2.10 재료 품질관리	99
3. 시공	100
3.1 사전조사	100
3.2 터파기 및 기초공	100
3.3 기준틀 설치	101
3.4 문양거푸집	101

3.5	철근피복	101
3.6	활동방지벽	101
3.7	전면경사	102
3.8	신축이음 및 수축이음	102
3.9	배수구멍	102
3.10	절곡부 보강	104
3.11	콘크리트 타설 및 표면마무리	104
3.12	철근	106
3.13	지수 콘크리트	106
3.14	되메우기	106
3.15	현장 품질관리	108

제 11 장 보강토 옹벽 109

1.	일반사항	109
1.1	적용범위	109
1.2	참조규격	109
1.3	시공 전 검토사항	109
2.	재료	111
2.1	전면블록 및 전면판	111
2.2	보강재 및 연결부품	111
2.3	뒤채움재료	112
2.4	전면벽체의 기초	113
3.	시공	114
3.1	사전조사	114
3.2	자재의 운반, 보관 및 취급	114
3.3	터파기	114
3.4	전면벽체의 기초공	114
3.5	기준틀 설치	115
3.6	블록 및 전면판 설치	115
3.7	뒤채움 다짐 및 블록 속채움	116
3.8	보강재 설치	117
3.9	배수공	118
3.10	현장 품질관리	118

제 12 장 돌망태 옹벽 119

1.	일반사항	119
1.1	적용범위	119

1.2	참조규격	119
1.3	시공 전 검토사항	119
2.	재료	119
2.1	돌망태의 철선	119
2.2	형상 및 치수	119
2.3	채움재	121
3.	시공	121
3.1	시공일반	121
3.2	현장 품질관리	122
 제 13 장 기대기 옹벽		123
1.	일반사항	123
1.1	적용범위	123
1.2	참조규격	123
2.	재료	123
2.1	빈배합콘크리트	123
2.2	구체 콘크리트	123
2.3	문양거푸집	124
2.4	신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품	124
2.5	철근	124
2.6	재료 품질관리	124
3.	시공	124
3.1	사전조사	124
3.2	터파기 및 기초공	124
3.3	기준틀 설치	124
3.4	문양거푸집	125
3.5	신축이음 및 수축이음	125
3.6	고정핀	125
3.7	콘크리트 타설 및 표면마무리	125
3.8	청소	126
3.9	현장 품질관리	126
 제 14 장 돌(블록)쌓기 옹벽		127
1.	일반사항	127
1.1	적용범위	127
1.2	참조규격	127
1.3	시공 전 검토사항	128

2. 재료	128
2.1 돌쌓기 재료	128
2.2 블록쌓기 재료	130
3. 시공	132
3.1 사전조사	132
3.2 작업계획	132
3.3 기준틀 설치	132
3.4 돌쌓기 일반	133
3.5 찰쌓기	133
3.6 메쌓기	134
3.7 블록쌓기	134
3.8 되메우기	138
3.9 현장 품질관리	138

제 15 장 격자블록 및 돌(블록)붙이기 139

1. 일반사항	139
1.1 적용범위	139
1.2 참조규격	139
1.3 시공 전 검토사항	139
2. 재료	139
2.1 재료일반	139
2.2 콘크리트 비탈면 보호블록(프리캐스트블록)	140
2.3 콘크리트 격자블록	140
2.4 합성수지 격자블록	141
2.5 돌블록	141
2.6 비탈면 보호블록기초 재료	141
3. 시공	141
3.1 보호블록기초 설치	141
3.2 비탈면 보호블록(프리캐스트 콘크리트블록)	141
3.3 격자블록	143
3.4 돌붙이기	144
3.5 블록붙이기	144
3.6 현장 품질관리	144

제 16 장 콘크리트 뿔어붙이기 147

1. 일반사항	147
1.1 적용범위	147

1.2	참조규격	147
1.3	시공 전 검토사항(표면상태 등)	147
2.	재료	147
2.1	콘크리트 뿔어붙이기 재료	147
2.2	모르타르 뿔어붙이기 재료	147
2.3	배수용 파이프	148
2.4	보강용 철망	148
2.5	재료 품질관리	148
3.	시공	148
3.1	시공조건의 확인	148
3.2	시공일반	148
3.3	현장 품질관리	150
제 17 장	비탈면녹화	151
1.	일반사항	151
1.1	적용범위	151
1.2	참조규격	151
1.3	시공전 검토사항	152
2.	재료	153
2.1	도입식물의 선정	153
2.2	식생재료	153
3.	시공	157
3.1	시공 일반	157
3.2	시공적기 및 부적기	158
3.3	생육기반 조성	158
3.4	비탈면 녹화	161
3.5	시험시공 계획수립 및 시행방법	166
제 18 장	지표수 배수시설	173
1.	일반사항	173
1.1	적용범위	173
1.2	참조규격	173
1.3	시공 전 검토사항	173
2.	재료	173
2.1	콘크리트 재료	173
2.2	기성제품 콘크리트 배수구	174

3. 시공	174
3.1 시공일반	174
3.2 콘크리트 타설	175
3.3 되메우기 및 뒤채움	175
3.4 V형 및 U형 배수구 시공	175
3.5 L형 배수구 시공	176
3.6 산마루배수구 시공	177
3.7 반원형 배수로 시공	178
3.8 종배수구 시공	178
3.9 소단 배수구 시공	179
3.10 현장 품질관리	179

제 19 장 지하수 배수시설 181

1. 일반사항	181
1.1 적용범위	181
1.2 참조 규격	181
1.3 시공 전 검토사항	181
2. 재료	181
2.1 입상재료(모래, 자갈)	181
2.2 뒤채움 재료	182
2.3 토목섬유	182
2.4 유공관	183
2.5 다발관	184
2.6 돌망태	184
2.7 암거용 골재	185
2.8 기타재료	185
3. 시공	185
3.1 시공일반	185
3.2 암거 시공	185
3.3 지하배수구 시공	187
3.4 수평배수공 시공	187
3.5 수직배수공(집수정) 시공	189
3.6 돌망태 시공	190
3.7 현장 품질관리	190

제 20 장	낙석방지망	191
1.	일반사항	191
1.1	적용범위	191
1.2	참조규격	191
1.3	시공 전 검토사항	191
2.	재료	192
2.1	와이어로프	192
2.2	조립구	192
2.3	철망	192
2.4	결속선	193
2.5	지주	193
2.6	재료 품질관리	193
3.	시공	193
3.1	시공일반	193
3.2	고정핀	195
3.3	지주	195
3.4	결속선	195
3.5	조립구	196
제 21 장	낙석방지울타리	197
1.	일반사항	197
1.1	적용범위	197
1.2	참조규격	197
1.3	시공 전 검토사항	197
2.	재료	198
2.1	와이어로프	198
2.2	철망	198
2.3	결속선	199
2.4	지주	199
2.5	보조지주	199
2.6	고정구	199
2.7	스플라이스와 소켓	199
2.8	재료 품질관리	200
3.	시공	200
3.1	시공일반	200
3.2	지주의 제작	201

3.3	지주의 설치	201
3.4	울타리의 설치	202
제 22 장	낙석방지옹벽	205
1.	일반사항	205
1.1	적용범위	205
1.2	참조규격	205
1.3	시공 전 검토사항	205
2.	재료	205
3.	시공	206
3.1	철근	206
3.2	수축이음·신축이음	206
3.3	배수	206
3.4	현장 품질관리	207
제 23 장	피암터널	209
1.	일반사항	209
1.1	적용범위	209
1.2	참조규격	209
1.3	시공 전 검토사항	210
2.	재료	210
2.1	콘크리트 피암터널	210
2.2	강재 피암터널	211
2.3	완충재	211
3.	시공	212
3.1	깎기	212
3.2	기초지반	212
3.3	뒤채움	212
3.4	콘크리트 피암터널의 시공	212
3.5	프리캐스트 피암터널의 시공	213
3.6	강재 피암터널의 시공	214
3.7	현장 품질관리	214
제 24 장	토석류 대책시설	217
1.	일반사항	217
1.1	적용범위	217

1.2	참조규격	217
1.3	시공전 검토사항	217
2.	재료	218
2.1	콘크리트	218
2.2	강재	218
2.3	와이어로프	218
2.4	기타재료	218
2.5	재료 품질관리	218
3.	시공	219
3.1	시공일반	219
3.2	계곡막이	219
3.3	토석류 차단시설	220
3.4	유로보강시설	221
3.5	퇴사시설 및 흐름유도시설	222
3.6	토석류 계측시설	222
3.7	기타시설	222
3.8	현장 품질관리	222

제 1 장 총칙

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 시방서는 건설공사 비탈면 공사의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위한 일반적인 기준을 제시하는 것으로 비탈면 시공 및 보호, 보강공법 등에 적용한다.
- (2) 이 시방서에 기재되지 않은 사항은 관계 법령 및 국토해양부에서 제정한 토목공사 표준일반시방서, 도로공사표준시방서 및 콘크리트표준시방서 등을 기준으로 한다.

1.2 적용방법

- (1) 시방서간은 공사계약일반조건 제3조에 의해 상호보완의 효력을 가진다.
- (2) 상호 모순이 있거나 모호할 때에는 아래 순위에 따라 적용하되 감독자(또는 감리원)가 이를 해석·조정하여야 한다.
 - ① 계약문서
 - 가. 계약서
 - 나. 설계도서(공사시방서, 설계도면, 현장설명서), 유의서, 공사계약일반조건, 공사 계약특수조건, 산출내역서
 - ② 표준시방서 및 전문시방서
- (3) 이 시방서의 총칙과 총칙 이외의 시방내용 간에 상호모순이 있을 경우에는 총칙 이외의 시방에 명시된 내용을 우선 적용한다.

1.3 적용상의 주의

- (1) 이 시방서의 적용은 시방서에서 의도하는 뜻을 정확하게 파악하여 원활한 공사가 되도록 활용되어야 한다.
- (2) 당해 공사의 자연조건, 현장 시공조건 및 시공 후 유지보수의 난이도 등을 고려하여 감독자(또는 감리원)는 업무를 수행하여야 하며 계약상대자와 현장대리인 등은 불합리한 시공이 되지 않도록 공법을 선정하여야 한다.

1.4 법령우선 준수

계약상대자는 이 시방서를 포함한 설계서의 내용이 대한민국 관련법규의 규정과 상호 상이할 경우(건설공사 중에 관련법규가 변경되고 변경된 규정에 따라야 할 경우를 포함한다)에는 대한민국 관련 법규의 규정을 우선하여 준수하여야 한다.

2. 용어의 정의

(1) 감독자

건설기술관리법 제 35조의 규정에 의한 감독의무를 수행하도록 발주자의 장이 임명한 직원이나 대리인으로 회계예규 공사계약일반조건 제2조 제3호의 공사 감독관을 말한다. 다만, 건설기술관리법 제27조의 규정에 의하여 책임감리를 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 감리원을 말한다.

(2) 감리원

건설기술관리법 제28조의 규정에 의한 감리전문 회사의 감리자로 등록된 자로서 일정한 자격을 갖추고 감리 전문회사에 종사하면서 책임감리 업무를 수행하는 자를 말한다.

(3) 계약상대자

회계예규 공사계약일반조건 제2조의 계약상대자를 말한다.

(4) 보증인

계약상대자의 책임을 보증하는 계약상대자 이외의 자를 말한다.

(5) 특급기술자

건설기술관리법 시행령 제4조 및 별표1에서 정의한 건설기술자를 말한다.

(6) 현장요원

당해 공사에 상당한 기술과 경험이 있는 자로서 계약상대자가 지정 또는 고용하여 현장시공을 담당하게 한 건설기술자를 말한다.

(7) 현장대리인

회계예규 공사계약일반조건 제14조의 공사현장대리인을 말하며, 발주자의 승인을 받아 공사현장에 상주하여 공사시행에 책임을 지는 자를 말한다.

(8) 하도급인

계약상대자로부터 건설공사를 하도급 받은 자를 말한다.

(9) 표준시방서

정부가 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위하여 시설물별로 정한 표준적인 시공기준으로서 발주자 또는 설계 등 용역업자가 공사시방서를 작성하는 경우에 활용하기 위한 시공기준을 말한다(건설기술관리법 시행규칙 제32조 제1항 제3조).

(10) 전문시방서

발주자가 시설물별 표준시방서를 기본으로 모든 공종을 대상으로 하여 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 말한다(건설기술관리법 시행규칙 제32조 제1항 제3조).

(11) 공사시방서

표준시방서 및 전문시방서를 기본으로 하여 작성한 것으로, 단위공사별 공사의 특수성·지역여건·공사방법 등을 고려하여 기본설계 및 실시설계도면에 구체적으로 표시할 수 없는 내용과 공사수행을 위한 시공방법, 자재의 성능·규격 및 공법, 품질시험 및 검사 등 품질관리, 안전관리계획 등에 관한 사항을 기술한 시공기준을 말한다(건설기술관리법 시행규칙 제32조 제1항 제3조).

(12) 설계도서

건설기술관리법 시행규칙 제32조에 따라 발주자가 발주한 건설공사의 설계 등 설계용역 업체가 작성한 기본설계, 실시설계도면, 구조계산서, 공사시방서, 부대도면, 기타 관련서류를 말한다.

(13) 시공상세도면

건설기술관리법 시행규칙 제34조에 따라 계약상대자가 건설공사의 진행단계별로 작성하여 현장에 중사하는 기능공과 기술직원들이 설계도면 및 시방서 등에 불명확하게 되어 있는 부분을 쉽게 이해할 수 있도록 시공시의 유의사항 등을 표기한 도면을 말하며 해당 건설공사에 필요한 시공상세도면의 목록은 해당 건설공사 공사시방서에 명시한 것을 말한다.

(14) 입찰내역서

제시된 공종 및 공사물량에 대하여 입찰단가를 기입하여 제출하는 입찰서류를 말한다.

(15) 승인

계약상대자로부터 제출, 제출 등의 방법으로 요청 받은 어떤 사안에 대하여 감독자(또는 감리원)가 그 권한범위 내에서 서면으로 동의한 것을 말한다.

(16) 지시

감독자(또는 감리원)가 계약상대자에 대하여 그 권한의 범위 내에서 필요한 사항을 지시하여 실시토록 하는 것을 말한다.

(17) 검사

공사계약 문서에 나타난 시공 등의 단계 및 납품된 공사재료에 대해서 완성품의 품질을 확보하기 위해 계약상대자의 확인검사에 근거하여 검사자가 기성부분 또는 완성품의 품질, 규격, 수량 등을 확인하는 것을 말한다. 그리고, 이 경우에는 계약상대자가 실시한 확인결과 중 대표가 되는 부분을 추출하여 확인 또는 시험할 수 있다.

(18) 확인

공사를 공사계약문서대로 실시하고 있는지의 여부 또는 지시, 조정, 승인, 검사이후 실행한 결과에 대하여, 감독자(또는 감리원)의 원래 의도와 규정대로 시행되었는지를 확인하는 것을 말한다.

(19) 품질관리비

건설기술관리법 시행규칙 제41조에 따른 품질보증계획 또는 품질시험계획에 의한 품질관리활동에 소요되는 비용을 말한다.

(20) 안전관리비

건설기술관리법 시행규칙 제51조에 따른 안전관리계획서의 작성비용, 정기안전 점검비용, 발파·굴착 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해방지 대책비용, 공사장 주변의 통행안전 관리 대책비용을 말한다.

(21) 환경관리비

건설공사현장의 자연환경 및 생태계의 보전을 위하여 설계도서에 반영된 환경 관련시설, 환경오염방지시설의 설치 및 운영에 소요되는 비용 및 건설공사현장에서 발생하는 폐기물의 처리 및 재활용에 소요되는 비용을 말한다.

(22) 하자

계약상대자의 책임으로 발생된 결함 또는 계약도서와 일치하지 아니하는 사항을 말하며, 하자의 범위는 공사상의 잘못으로 인한 균열, 처짐, 비틀림, 들뜸, 침하, 파손, 붕괴, 누수, 누출, 작동 또는 기능불량, 부착, 접지불량, 고사 및 입상불량 등으로 건축물이나 시설물의 기능상, 미관상 또는 안전상 지장을 초래할 정도의 하자를 말한다.

(23) 발주자

공사를 집행하는 기관 및 그 법적승계자를 말한다.

(24) 공인 시험기관

건설기술관리법 제25조에 의거하여 국토해양부 장관에게 등록된 품질검사 전문 기관 또는 국·공립시험기관을 말한다.

(25) 실시 설계도면

사업을 실시하기 위해 기본설계 후 시행하는 실시설계 과정에서 요구되는 성과도면 또는 공사를 시행할 때 작성하는 설계서의 기본이 되는 설계도면을 말한다.

(26) 표준도

동일한 공종으로 수량이 많을 때 반복 사용토록 한 도면으로서 상세도가 포함된다.

제 2 장 공사일반

1. 공사계획

1.1 시공계획서 제출

- (1) 계약상대자는 설계도서에 의거한 시공계획서를 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아 제출하여야 한다.
- (2) 시공계획서는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 공사일정에 따라 분할할 수도 있다.
- (3) 시공계획서가 변경될 때에는 변경 시공계획서를 작성하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아야 한다.

1.2 현장확인 및 설계도서의 검토

- (1) 계약상대자는 건설기술관리법 제23조의 2 제2항 및 동법시행규칙 제33조의 규정에 따라 공사착공 전에 설계도서에 따라 현장을 확인하고 이상 유무를 즉시 발주자에게 보고하여야 한다. 특히, 주요 구조물의 공법, 구조해석, 철근배근 및 수량, 기초정착 심도 등을 검토하여 설계상의 누락, 오류, 구조적 안전성 등의 이상 유무를 확인하여 그 결과를 감독자(또는 감리원)에게 보고하여야 한다.
- (2) 설계도서 검토결과, 설계변경사유가 있는 경우에 공사 착수예정일 15일전까지 현장대리인의 검토의견서를 첨부하여 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 감독자(또는 감리원)의 해석 또는 지시를 받은 후에 공사를 시행하여야 한다.

1.3 시설물 및 지장물 철거

시공현장에서 다른 장소로 이전할 모든 건물, 시설물, 기타 지장물은 설계도서에 특별히 언급된 것을 제외하고는 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 계약상대자가 철거하여야 한다.

2. 공사관리

2.1 공정관리

- (1) 계약상대자는 회계예규 공사계약일반조건 제17조 제1항 제2호에 의한 예정공정표를 작성하여 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 공사일지를 감독자(또는 감리원)에게 정기적으로 제출하여야 하며, 감독자(또는 감리원)는 예정공정과 실시공정을 확인하여 공사의 부진여부를 검토하여야 한다.
- (3) 필요시 감독자(또는 감리원)는 계약상대자를 포함한 관계직원 합동으로 진행작업에 대한 실적을 분석·평가하여 공사추진에 지장을 초래하는 현장여건, 기상조건, 지장물 이설 등에 관한 관계기관 협의, 잘못 시공된 부분의 지적 및 재시공 등의 지시와 재발방지 대책, 공정진도의 평가, 기타 공사 추진상 필요한 내용의 협의를 위한 공사추진회의를 실시하고 그 회의록을 작성, 유지하여야 한다.
- (4) 설계변경 등으로 인한 물량의 증감, 공법의 변경, 공사중의 재해, 천재지변 등 불가항력에 의한 공사중지, 지급자재 공급지연, 공사용지 제공지연, 문화재 발굴 또는 조사 등의 현장실정 또는 계약상대자의 사정 등으로 인하여 공사 진척이 부진할 경우, 감독자(또는 감리원)는 계약상대자로부터 공정계획(변경)을 제출 받아 검토 후 승인하여야 한다.
- (5) 감독자(또는 감리원)는 (4)에 따른 변경 예정준공일이 당초계약 준공일을 초과하지 않도록 조치하여야 한다. 다만, 계약준공일을 초과할 경우에는 변경 공정계획과 함께 공사기한 연기요청서를 발주자에 제출하여야 한다.

2.2 현장요원 관리

- (1) 계약상대자는 회계예규 공사계약일반조건 제14조 제1항에 의거 해당 공사의 현장대리인을 발주자에게 통지하여야 하며, 현장대리인은 공사현장에 상주하여 계약문서와 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 공사에 관한 모든 사항을 처리하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 당해계약 공사의 시공 또는 관리에 필요한 기술과 경험을 가진 근로자를 채용하여야 하며 근로자의 행위에 대하여 모든 책임을 져야한다.
- (3) 계약상대자는 현장근로자에 대하여 감독자(또는 감리원)가 당해계약 공사의 시공 또는 관리상 적당하지 아니하다고 인정하여 이의 교체를 요구한 때에는

즉시 교체하여야 하며, 감독자(또는 감리원)의 승인없이 교체된 근로자를 당해계약 공사의 시공 또는 관리를 위하여 다시 채용할 수 없다.

2.3 하도급 관리

- (1) 계약상대자는 계약된 공사의 일부를 제3자에게 하도급 하고자할 때에는 회계예규 공사계약일반조건 제42조 제1항에 의거 하도급시행계획서를 발주자에 제출하고 서면승인을 받아야 한다. 다만, 건설산업기본법 제29조 제2항에 의하여 전문공사를 당해 전문공사업자에게 하도급하는 경우에는 발주자에 통지하여야 한다.
- (2) (1)항의 규정에 의하여 하도급한 경우에도 계약상의 계약상대자의 책임과 의무가 면제되지 아니하며, 계약상대자는 하도급인, 하도급인의 대리인, 하도급인이 채용한 근로자의 행위에 대하여 모든 책임을 져야한다.
- (3) (1)항에 의하여 계약상대자로부터 하도급계약에 대한 승인신청 또는 통지를 받은 때 감독자(또는 감리원)는 회계예규 공사계약일반조건 제42조에 의거 제출된 하도급 승인 신청서류, 통지서류를 검토한 결과, 하도급계약금액이 도급금액 중 하도급부분에 상당하는 금액의 82% 미만인 경우에는 하도급의 적정성 여부에 대하여 심사하고 당해 공사의 적정한 이행이 되지 아니할 우려가 있다고 인정되는 때에는 계약상대자에게 하도급 계약내용의 변경을 요구할 수 있으며, 그 결과를 계약상대자에게 통지하여야 한다.
- (4) (1)항에 의거 하도급계약에 대한 승인신청 또는 통지할 때 계약상대자는 회계예규 공사계약일반조건 제43조 제1항 각 호의 1에 해당되는 경우에 건설산업기본법 등 관련 법령규정에 의하여 체결한 하도급계약 중 하도급인이 시공한 부분에 상당하는 금액에 대하여는 계약상대자가 하도급인에게 회계예규 공사계약일반조건 제39조 및 제40조의 규정에 의한 대가지급을 의뢰한 것으로 보아 당해 하도급인에게 직접 지급한다.

2.4 착공서류

2.4.1 착공신고서 제출

- (1) 계약상대자는 공사착공 시 착공신고서를 제출하되 정상착공, 착공지연, 부분착공 시에는 관련 증빙서류를 추가로 실착공 시에 제출하여야 한다.
- (2) 착공신고서의 제출물은 각종 양식에 따른다.

2.4.2 착공 업무보고

공사착공에 따른 업무보고 시에는 아래의 내용을 포함하여야 한다.

- (1) 공사개요
- (2) 공정관리계획
- (3) 현장기술자 조직표 및 자재관리계획
- (4) 품질관리계획
- (5) 안전관리계획
- (6) 환경관리계획
- (7) 하도급시행계획
- (8) 현장여건 조사결과 및 설계도서 검토의견
- (9) 기타

2.5 공사이행

- (1) 계약상대자는 하도급인, 자재 납품업자와 관련 공종별 공사를 위한 사전준비, 공사 진행 방법 등에 대하여 상호 협의·조정하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 계약문서에 위배됨이 없이 공사를 이행하여야 하며, 이에 따른 발주자의 시정요구 또는 이행촉구 지시가 있을 때에는 즉시, 이에 따라야 한다. 계약문서에 정해진 것에 대하여는 발주자의 승인, 검사 또는 확인 등을 받아야 하며, 발주자의 승인을 받은 문서는 계약문서와 동등한 효력을 가진다.
- (3) 계약상대자는 설계도서에 명시되지 않은 사항이라도 구조상 또는 외관상 당연히 시공을 요하는 부분은 반드시 이를 이행하여야 한다.

3. 공무행정 및 제출물

3.1 비치 및 제출

- (1) 계약상대자는 공사의 진행을 위하여 공무행정에 관한 서류를 사실과 그 증빙 자료에 의거하여 작성하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 공무행정서류 중 상시 비치를 요하는 서류는 건설공사 중에 발주자, 감독자(또는 감리원)가 수시로 열람할 수 있도록 현장사무소 또는 현장시험실에 항상 비치하여야 한다.

- (3) 계약상대자는 공무행정서류 중 제출을 요하는 서류를 지정된 제출시기에 지정된 부수를 발주자에게 제출하여야 한다.

3.2 제출절차 등

3.2.1 작성 및 확인

- (1) 계약상대자가 제출하는 각 제출물은 설계서의 내용 및 현장조건에 대하여 검토한 결과를 반영하여 작성하여야 하며, 또, 타계약상대자, 자재납품업자(지급자재납품자를 포함), 작업자, 관련기관과 협의, 조정한 내용을 포함하여 작성하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 각 제출물에 대하여 계약문서와의 일치여부를 확인한 후, 제출물에 서명 또는 날인하여 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 한다.
- (3) 계약상대자는 이 지방서에 명시되어 있는 제출물의 작성 및 제출에 소요되는 비용(작성을 위한 자료수집, 정리 및 전문가에 대한 자문 등에 소요되는 비용을 포함)에 대하여 발주자에게 추가로 청구할 수 없다.

3.2.2 내용 변경

계약상대자는 모든 제출물에 대하여 주요한 내용의 변경사유가 발생되었을 경우에는 즉시 관련 제출물을 재작성하여 제출하여야 한다.

3.2.3 미제출시의 제한

이 지방서가 정한 제출물을 감독자(또는 감리원)에게 제출하지 않고서는 감독자(또는 감리원)의 승인 또는 확인을 받을 수 없으며, 해당 공사를 진행할 수 없다.

3.2.4 공사관련자에 대한 전파교육

계약상대자는 감독자(또는 감리원)가 확인한 제출물에 대하여 필요한 사항은 작업자 등 공사관련자에게 전파교육을 시행하여 공사시행상의 오류를 방지하여야 한다.

3.3 시공계획서

3.3.1 시공계획서 제출

계약상대자는 공사에 대한 시공계획서를 제출하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받은 후에 공사를 착수하여야 한다.

3.3.2 작성방법

계약상대자는 시공계획서에 아래 사항을 포함시켜 작성하여야 한다.

- (1) 공사개요
- (2) 시공관리체제(실명제)
- (3) 세부공정표(자재, 인력 및 장비계획을 포함)
- (4) 사용재료 및 시공결과의 품질
- (5) 공정단계별 시공법 및 양생계획
- (6) 품질관리계획 : 품질관리조직, 관리목표 및 실시방법, 목표미달 시 조치방안 등
- (7) 안전관리계획 및 환경관리계획
- (8) 교통소통 및 환경오염방지대책
- (9) 타공사, 관계기관, 주변 주민 및 계약공사의 타공종과의 협의한 결과, 조정이 이루어지지 않은 사항
- (10) 적합한 시공을 위하여 설계서의 조정 및 변경이 필요한 사항
- (11) 하도급 시행계획서
- (12) 기타 이 시방서 각 절에 명시되어 있는 사항

3.3.3 제출시기 및 부수

- (1) 제출시기 : 발주처와 협의하여 결정
- (2) 부수 : 발주처와 협의하여 결정
- (3) 계약상대자는 시공계획서가 변경될 때에는 변경시공계획서를 작성하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아야 한다.

3.4 시공상세도면

3.4.1 제출 및 확인

- (1) 계약상대자(하도급인, 자재 및 제품제조자를 포함)는 설계도서 및 현장조건과의

적합성 여부를 확인하여 공사 수행상의 잘못 또는 부분공사의 누락을 예방하고, 타공사 계약상대자, 지급자재 납품자, 관련기관 및 주변 거주민과의 마찰로 인한 공사의 지연을 예방하기 위하여 시공상세도면을 작성하여야 한다.

- (2) 계약상대자는 작성한 시공상세도면에 대하여 작성자의 실명 및 서명 또는 날인을 하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받은 후에 당해 공사를 착수하여야 한다.
- (3) 계약상대자는 감독자(또는 감리원)의 확인을 받은 시공상세도면을 공사에 사용하고 공사준공 시 발주자에 제출하여야 한다.

3.4.2 작성방법

- (1) 시공상세도면은 설계서(공사시방서, 설계도면, 현장설명서 및 물량내역서)의 요구 사항을 종합하여 작성하여야 하며, 장비나 자재, 제품제조자의 시공지침과 관련 학·협회 또는 전문가의 기술자료를 참고로 작성하여야 한다.
- (2) 부위별 재료명과 시공 또는 설치방법 및 마감상태를 명확히 표기하여야 하고, 정확한 치수, 축척, 도면제목, 관련 도면번호 등의 식별정보를 명시하여야 한다.
- (3) 시공상세도면은 설계도서대로 시공하기 위해 발주자와 협의·조정하여야 할 조건과 공사지구내 타계약 상대자, 자재 납품업자, 관련기관 및 주민과의 시공 전 협의 및 조정이 이루어지지 않은 경우에는 이를 명시하여야 한다. 단, 그 내용은 시공계획서에 명시한 경우에는 생략한다.
- (4) 감독자(또는 감리원)가 승인했다고 하여 계약상대자의 책임이 면제되는 것은 아니다.

3.4.3 제출 대상

시공상세도면을 제출하여야 하는 대상 및 그것에 포함하여야 할 내용은 이 시방서 각 절에 따른다.

3.4.4 제출시기 및 부수

- (1) 제출시기 : 발주처와 협의하여 결정
- (2) 부수 : 발주처와 협의하여 결정

4. 품질관리

4.1 적용범위

- (1) 계약상대자는 비탈면공사의 시공 및 공사에 사용하는 자재에 대한 품질관리를 본 시방서에서 정하는 바에 따르되, 명시되지 않은 사항은 건설기술관리법령 등 관련규정에 따라 성실하게 수행하여야 한다.
- (2) 비탈면 공사에 사용하는 재료는 정부가 정한 기준에 의하여 인증 받은 친환경 자재 및 제품을 우선적으로 사용할 수 있다.
- (3) 재료의 품질이 명시되지 않은 경우에는 성능인정품 또는 동등 이상의 것으로 하고 감독자(또는 감리원)와 협의하여 정한다.

4.2 품질관리계획

4.2.1 계획수립 및 제출

- (1) 계약상대자는 건설공사의 품질확보를 위하여 건설기술관리법 제24조 제2항의 품질관리계획 및 품질시험계획 또는 건설기술관리법시행령 제79조 제2항의 품질시험계획을 수립하여 발주자에 제출하여 확인을 받아야 하고, 이에 따라 품질 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
- (2) 품질보증계획 또는 품질시험계획에는 품질관리비 사용내역서(예정)를 첨부하여야 한다.
- (3) 발주자는 계약상대자가 제출한 품질보증계획 또는 품질시험계획에 대한 내용을 검토하여 보완하여야 할 사항이 있는 경우, 계약상대자에게 이를 보완하도록 요구할 수 있으며, 계약상대자는 이에 따라야 한다.

4.2.2 계획의 내용

- (1) 품질보증계획은 KS A 9001에 따른다. 다만, 발주자가 필요하지 않다고 별도로 통보한 사항은 그러하지 아니한다.
- (2) 품질시험계획은 각종 서식에 따라 작성하여야 한다.
- (3) 첨부서류 : 품질관리비 사용내역서(계획)

4.2.3 계획수립 대상공사의 범위

(1) 품질보증 계획

- ① 전면 책임감리 대상인 건설공사로서 총공사비가 500억원 이상인 건설공사
- ② 건축법시행령 제5조 제4항 제4호의 규정에 의한 다중이용 건축물로서 연면적이 30,000㎡ 이상인 건축물의 건설공사

(2) 품질시험 계획

- ① 총공사비가 5억원 이상인 토목공사
- ② 연면적이 660㎡ 이상인 건축물의 건축공사
- ③ 총공사비가 2억원 이상인 전문공사

4.2.4 제출시기 및 부수

공사착공 전 및 계획 변경 시, 각 2부(발주처와 협의하여 조정 가능)

4.2.5 계획이행 확인

- (1) 계약상대자는 품질보증 계획 또는 품질시험 계획에 따라 건설공사의 품질관리를 이행하여야 하며, 발주자는 시공 및 사용재료에 대한 품질관리업무의 적정성 확인을 연 1회 이상 할 수 있다. 이 경우, 계약상대자는 품질관리 적정성 확인에 입회하여야 한다.
- (2) 발주자는 품질관리 적정성 확인결과 시정이 필요하다고 인정하는 경우에는 계약상대자에게 이의 시정을 요구할 수 있으며, 시정을 요구받은 계약상대자는 지체없이 이를 시정한 후 그 결과를 발주자에 통보하여야 한다.

4.2.6 품질관리비 사용

- (1) 계약상대자는 품질관리비를 당해 목적에만 사용하여야 하며, 발주자는 이의 사용에 관하여 지도·감독할 수 있다. 품질관리비 사용기준은 건설기술관리법 시행규칙 제41조, 별표 14에 따른다.
- (2) 품질관리비는 감독자(또는 감리원)가 확인한 시험성적서 등의 품질관리활동 실적에 따라서 정산한다.

4.3 품질시험·검사

4.3.1 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 검사의 종별, 시험종목, 시험방법 및 시험빈도 등 품질시험 기준은 건설기술관리법 시행규칙 제38조, 별표 12에 따른다.
- (3) (1)항의 규정에도 불구하고 다음 각호의 1에 해당하는 자재에 대하여는 품질시험 또는 검사를 실시하지 아니할 수 있다. 다만, (가)항에 대한 자재에 대하여는 이 시방서 각 절별 재료 또는 시공에 별도로 명시하였거나 발주자의 별도 지시가 있는 경우에는 실시하여야 한다.
 - ① 품질검사 전문기관의 시험성적서가 제출된 자재
 - ② 산업표준화법에 의한 한국산업규격 표시품
 - ③ 관계법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질을 인증받은 자재
- (4) 구조물의 안전에 중요한 영향을 미치는 시험종목에 대하여는 감독자(또는 감리원) 입회하에 품질시험 및 검사를 시행하여야 한다.
- (5) 설계변경 등에 따라 품질시험 기준에 명시되지 않은 자재를 사용할 경우에는 별도의 시험을 추가로 시행하여 변경 설계도서에 규정된 품질성능을 확인하여야 한다.
- (6) 국내에 관련기준이나 시험기관이 없는 외산 기자재는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 국제규격을 이용한 품질을 확인 후 사용할 수 있다.
- (7) 품질시험 및 검사를 하지 않은 자재일 경우에는 감독자(또는 감리원)가 품질확인을 요구하는 경우에는 품질시험 및 검사를 실시하여야 한다.
- (8) 품질시험을 위해 설계단계에서 이를 위한 비용이 계상되었는지 확인하고 누락된 경우, 반드시 검토하여 현장품질시험이 원활히 수행될 수 있도록 하여야 한다.

4.3.2 시험장소

- (1) 건설공사 현장에서 실시하는 것이 적절한 품질시험은 현장에서 품질시험을 실시하여야 한다.
- (2) 현장시험실에서 시행할 수 없는 자재의 품질시험은 품질검사 전문기관(국·공립 시험기관 또는 국토해양부장관이 지정한 자) 또는 공인시험기관에 의뢰하여 품질시험을 하여야 한다.

- (3) 현장시험실 또는 품질검사 전문기관에서 시행할 수 없는 자재의 품질시험은 제조공장에서 품질시험 및 검사를 시행할 수 있다. 이때, 감독자(또는 감리원)가 입회하여 직접 확인하여야 한다.
- (4) 감독자(또는 감리원)가 공장에서 검사할 경우에 계약상대자와 생산자는 다음 사항을 협조하여야 한다.
 - ① 감독자(또는 감리원)는 제작 및 생산부서에 언제라도 출입할 수 있도록 한다.
 - ② 특별히 규정하고 있는 경우, 계약상대자는 공장에서 가까운 장소에 감독자(또는 감리원)의 사무실을 제공하여야 한다.

4.3.3 결과기록

- (1) 계약상대자는 품질시험, 검사대장 및 품목별 시험, 검사작업일지에 품질시험, 검사의 결과를 기록하고 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아야 한다.
- (2) 계약상대자는 품질시험 또는 검사완료 시 시험성과표를 작성하고, 당해 건설 공사에 대한 기성 검사원, 준공 검사원 제출 시 발주자에게 이를 제출하여야 한다.

4.3.4 불합격자재의 장외반출

- (1) 계약상대자는 품질시험 및 검사결과 설계도서의 기준에 부적합한 경우(이하 이 지방에서 불합격이라 한다)에는 시험작업일지에 그 내용을 기재한 후 즉시 감독자(또는 감리원)에게 보고하고, 불합격된 자재는 지체없이 장외로 반출하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 불합격되어 장외 반출된 자재에 대하여는 불합격 자재조치표를 작성하여 비치하여야 한다.
- (3) 공사현장에 반입된 검수자재 또는 시험합격재료는 공사현장 밖으로 반출해서는 안된다.

4.3.5 공급원 승인 및 자재시험

- (1) 계약상대자는 공사용 주요자재 및 재료에 대하여 공급원 승인요청을 감독자(또는 감리원)에게 하여야 한다.
- (2) (1)항에 의해 공급원이 승인된 자재 및 제품이 공사 중에 이상이 발견되거나 품질변동이 의심될 경우에는 감독자(또는 감리원)와 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.

4.4 현장시험실

4.4.1 인력·장비기준

본 장 4.3의 품질시험·검사를 실시하기 위하여 계약상대자는 규정에 따라 자격요건을 갖춘 시험·검사요원을 현장에 적정배치하고, 시험실의 규모를 정하며, 건설기술 관리법 시행규칙 제38조, 별표 12에 따라 시험·검사장비를 설치하여야 한다. 다만, 현장여건을 고려하여 품질시험·검사를 실시하지 아니할 때는 발주자의 별도지시에 따른다.

4.4.2 비치서류

현장시험실에는 아래 서류를 비치하고 기록·유지하여야 한다.

- (1) 자재 수급계획서
- (2) 품질보증 계획 또는 품질시험 계획
- (3) 품질시험·검사대장
- (4) 품목별 시험작업 일지
- (5) 시험성과표
- (6) 사급자재 검수부
- (7) 품질검사 전문기관 의뢰 시험대장
- (8) 불합격 자재 조치표
- (9) 지급자재 수급계획 변경요청서

4.5 품질시험·검사 의뢰

4.5.1 의뢰절차

- (1) 계약상대자는 품질검사 전문기관에 시험·검사를 의뢰하고자 할 때에는 건설 기술관리법 시행규칙 제46조에 따르며 품질시험 및 검사를 의뢰하기 위하여 시료를 채취할 때에는 감독자(또는 감리원)의 입회하에 채취하며, 시험의뢰서 및 시료봉인 부위에 시료채취 입회자 전원이 인감을 날인하여야 한다.

- (2) 품질검사 전문기관에 시험을 의뢰할 경우에 계약상대자는 감독자(또는 감리원)와 동행하여야 한다.
- (3) 현장여건 및 시료의 변질 가능성 등을 감안하여 시료채취 후 15일 이내에 시험을 의뢰하여야 한다.

4.6 시공허용오차

4.6.1 시공오차 측정

- (1) 계약상대자는 해당 공사시행 전에 공사목적물의 품질이 시공허용오차 기준에 적합한지 여부를 확인하기 위해 시공오차 측정계획을 수립하여야 한다.
- (2) 계약상대자는 시공오차 측정계획에 따라 시행하고 공사 진행단계마다 시공 전과 시공 후로 구분하여 부위별 측정방법에 따라 실시하고 시공확인을 감독자(또는 감리원)에게 의뢰하여야 한다.

4.6.2 시공 허용오차기준

부위별 시공 허용오차는 이 시방서 공사별 각 절의 해당 시방에 따른다.

4.6.3 공사진행

- (1) 시공오차 측정결과가 시공허용오차 기준을 벗어나는 부위는 반드시 이를 시정·조치한 후 후속공사를 진행하여야 한다. 단, 외관상 또는 구조적으로 문제가 없는 경우에는 특급기술자의 검토와 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후에 추가적인 보강, 보완시공으로 대체할 수 있다.
- (2) 허용오차기준은 부설시공을 방지하기 위한 최소한의 범위를 규정한 것이므로 이 시방서 해당 절별 허용오차 기준보다 설계도서에 명시된 기준이 더 강화되어 있을 경우 계약상대자는 해당 설계도서에 적합한 시공이 이루어지도록 하여야 한다.
- (3) 시공상태가 허용오차범위 이내일지라도 외관상 또는 구조적, 기능적으로 문제가 있다고 판단될 때에는 이를 시정하여야 한다.

제 3 장 지반조사

1. 일반사항

설계단계에서 수행한 조사결과에 대한 확인과 깎기시공 중에 예상치 못한 불량한 암질상태, 구조적 연약대에 의한 비탈면의 파괴가능성에 대비하고 비탈면의 안정성을 재검토하기 위한 보완조사와 대책방안 수립을 위해 시공단계에서 지반조사를 실시하여야 한다. 시공중 지반조사 및 안정성 검토를 수행하여 시공에 반영하여야 한다. 보완조사와 시공단계에서의 지반조사 결과는 향후 비탈면 유지관리를 위해 관련 자료를 보관하여야 한다.

2. 보완조사

설계단계에서의 지반조사 결과가 시공 중 지반상태와 동일할 수 없으므로 시공중에 파괴를 유발시킬 수 있는 잠재적 요인을 찾거나 시공중 비탈면 파괴가 발생한 경우에 실시한다. 보완조사는 표면보호공 등의 시공이전에 비탈면 표면을 조사하여 설계를 보완한다.

- (1) 시공 전 조사는 설계단계에서 용지문제, 법적인 문제, 지형여건상 문제로 실시하지 못한 구간이나 경제적 이유로 최소 수량만 실시한 대규모 비탈면에 대해 시공중 접근로를 개설하고 상세조사를 실시하여 실제 비탈면을 재설계 및 검토한다.
- (2) 시공 후 조사는 비탈면 녹화 등 표면보호공의 시공 이전에 노출되어 있는 비탈면 표면에 대한 암질상태와 절리분포기록으로부터 비탈면의 안정성을 재검토하는 것으로서 주로 비탈면 지표지질조사에 중점을 두며, 필요한 경우에 추가적인 시추조사 및 현장시험(공내시험) 및 물리탐사, 홀파 암석에 대한 물리, 역학시험을 통해 안정성 해석에 필요한 검토를 실시하여 설계를 보완한다.
- (3) (1), (2)항에 의한 보완조사가 발주자의 사유에 발생한 경우에는 이에 대한 비용을 계산하여야 한다.

3. 시공 중 지반조사

3.1 지반조사의 수행

- (1) 시공 중 지반조사의 빈도, 현장시험 및 실내시험 기준은 설계단계와 동일하다.
- (2) 시공단계에서는 비탈면의 검토를 위해 시추조사, 물리탐사, 공내시험, 현장시험,

흙 및 암석에 대한 물리, 역학시험을 수행하며 필요시 산성배수 발생여부 등을 조사한다.

- (3) 지반조사 결과는 지반분야 특급기술자의 의견을 종합하여 감독자(또는 감리원)가 판단하여야 한다.

3.2 비탈면 지표지질조사

- (1) 시공단계에서의 지표지질조사는 지형, 지반조사, 대상비탈면의 공학적인 특성, 지반의 물성파악, 지하수상황, 식생상태 및 단층파쇄대 여부, 산사태 발생여부, 과거 붕괴가 많이 일어난 지역 또는 약한 암질로 이루어진 지역인지의 여부를 파악하기 위해 실시한다.
- (2) 지표지질조사는 암석해머(rock hammer), 클리노컴파스(clinocompass), 프로파일 게이지(profile gauge), 고도계, 도면과 야장 등 간단한 도구를 사용하여 조사하는 방법 이외에 지구물리탐사, 지구화학탐사, 시추조사 등의 방법이 있으며 그 목적과 특성에 따라서 이러한 조사방법을 병행·실시하여야 한다.
- (3) 지표지질조사 결과 획득한 자료는 비탈면 현황도에 반영하여야 한다.
- (4) 지표지질조사 기준

① 조사대상 비탈면

가. 지표지질조사는 시공 후 붕괴요인이 있는 지질구조로 이루어진 비탈면을 대상으로 실시하며 비탈면이 안정되도록 비탈면 경사 설정 및 대책방안을 고려하여야 한다.

나. 비탈면규모가 10m 이상 비탈면에 대해서는 반드시 지표지질조사를 실시하고, 10m 미만 비탈면 중에서 붕괴요인을 지닌 지질구조로 이루어진 비탈면 및 지질구조상 문제가 발생할 가능성이 있는 비탈면에 대해서는 선택적으로 실시하여야 한다.

② 조사자의 자격

지표지질 조사자는 지반분야에 대한 전문지식이 필요하며, 비탈면 붕괴에 대한 많은 경험을 가진 특급기술자이어야 한다.

③ 조사항목

가. 지표지질조사시의 조사항목은 정성적으로 표현되지만 불연속면의 방향성과 이들 자료를 종합적으로 판단하여 비탈면의 안정성을 평가하는 기초자료로 활용하여야 한다.

나. 지표지질조사항목 중에서 사용빈도가 높은 것은 비탈면의 스케치, 전체적인 지질구조, 불연속면(단층, 절리, 암맥, 습곡 등)의 방향과 경사, 구조대의 방향과 연장성, 풍화정도 및 풍화특성, 지하수의 용수여부 등이다.

다. 불연속면에 대한 조사는 불연속면의 간격, 강도, 절리연속성, 절리거칠기, 절리틈새, 절리방향, 절리충전물, 절리군의 개수 등으로 표시되는데 암반 비탈면의 안정성 평가를 위해서는 충분히 정량적 또는 정성적으로 암반 내에 분포하는 절리의 공학적인 성질을 파악, 표현하여야 한다.

(5) 비탈면 지표지질조사 결과의 활용

지반조사 결과 단층 및 파쇄대 등 잠재 불연속면의 발달로 경사 및 보강·보호공법의 적용이 불가능해진 경우 불안정 비탈면에 대한 조사결과, 안정성 분석, 대책공법, 검토서 등을 작성하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 변경할 수 있다.

3.3 시추조사

- (1) 일반적으로 시공초기에는 대상 비탈면의 지층 분포와 구조적 연약대의 분포 범위를 확인하기 위한 시추조사를 실시한다.
- (2) 시추빈도는 개소 당 1개를 기준으로 한다.
- (3) 깎기비탈면 높이 20m 미만이면 비탈면 구간에 최소 1개소를 실시하되 연장이 긴 경우, 200m 간격으로 추가하며 시추는 대표적인 비탈면 단면에 대해 비탈면 경계부 위치에서 부지계획면 아래 2m 이상 실시한다.
- (4) 깎기비탈면 높이 20m 이상이면 비탈면 구간에 최소 2개소를 실시하되 연장이 긴 경우, 200m 간격으로 추가하며 대표적인 비탈면 단면에 대해 비탈면 경계부와 비탈면 중간부에서 부지계획면 아래 2m 이상 시추한다. 비탈면 중간부 시추는 경암 노출시 경암 2m 이상 시추한다.
- (5) 쌓기비탈면은 쌓기구간 내 대표단면 또는 구조물 위치에서 최소 1회 실시하며 쌓기 연장 200~300m 마다 1회의 시추 추가한다. 시추는 지지층의 종류를 판단할 수 있는 깊이까지 실시하며 시추규격은 일반적으로 NX로 실시한다.
- (6) 불안정한 요인을 갖는 지형, 지질에 해당하는 경우에는 추가적으로 실시할 수 있다.

(7) 시추조사 시 파악하여야 할 사항

- ① 지질상태 : 지층분포, 층 두께, 단층 파쇄대의 심도 및 규모
- ② 지반상태
 - 가. 흙의 입도, 입자모양, 색, 굳기, 다짐정도, 함유물, 냄새 등
 - 나. 암석의 풍화, 변질정도, 절리상태 등
 - 다. 암석코어 회수율(TCR)과 RQD에 의한 절리간격 평가
 - 라. 굴진속도
 - 마. 절리면의 간극, 점토 등의 충전물의 상태
- ③ 지하수 상황(시추공내 지하수위)

3.4 물리탐사

- (1) 물리탐사는 지반의 물리특성을 조사하여 지층의 연속적인 특성과 이상구간 등을 파악하기 위하여 실시한다. 물리탐사에서 측정되는 값은 지반의 역학적, 공학적 성질을 나타내는 것이 아니며 물리적인 값의 연속적인 분포만을 나타내는 것이다.
- (2) 비탈면의 지층분포 특성 및 지질이상대 조사를 위해 실시하는 물리탐사 방법은 탄성파탐사, 전기탐사 등이 있다. 비탈면 내진설계 필요시에는 지반 동적 특성을 평가하기 위하여 크로스홀 시험, 다운홀 시험이나 MASW, SASW 탐사 등을 수행한다. 이 경우 지층의 연속적인 현장 밀도 값을 측정하기 위하여 밀도 검층을 수행하여야 한다.
- (3) 깎기비탈면에서의 물리탐사는 깎기높이 20m 이상, 연장 200m 이상 구간에서 실시하며, 그 이하 규모일지라도 불안정 요인을 갖는 지형, 지질에 해당하는 경우에는 추가적으로 실시한다. 물리탐사 수행시에는 대상 비탈면의 종단, 횡단면의 상태를 확인할 수 있도록 축선을 설정하여야 한다.
- (4) 쌓기비탈면에서는 일반적으로 실시하지 않으나 원지반의 지하공동, 연약지반분포, 지질구조선의 분포 등을 파악하기 위하여 필요한 경우에 실시한다.

3.5 시공 중 비탈면 안정해석

- (1) 시공 중 안정해석을 위한 조사는 비탈면 건설 중에 파괴를 유발시킬 수 있는 잠재적인 요인을 찾거나 파괴가 발생한 경우에 실시한다. 조사방법은 기본적으로 깎기면 현황도 작성(face mapping)을 실시하고, 위험요인이 있는 경우에는 지형

조건, 비탈면규모, 지질상태, 토질 및 암반상태에 따라 본 조사의 방법을 조합하여 실시한다.

- (2) 조사빈도는 일반 깎기비탈면(연직높이 20m 미만)은 깎기가 완료되는 시점 전에 1회 이상 실시하고, 대규모 깎기비탈면(연직높이 20m 이상)은 중간정도 높이(약 20m 내외)까지 깎았을 때 1회, 깎기가 완료되는 시점까지 1회 이상을 실시한다.
- (3) 비탈면 안정해석은 비탈면 지표지질조사에서 명시한 동일한 자격을 가진 기술자가 실시하여야 한다.
- (4) 토층 및 풍화암층의 비탈면 안정성 검토는 수치해석, 한계평형해석을 이용하여 안정해석을 하여야 하며 한계평형해석을 이용하여 안정해석을 수행할 경우, 강우를 고려한 침투해석, 불포화 흐름 해석 등을 연계하여 수행할 수 있다.
- (5) 암반의 비탈면 안정해석은 암반의 불연속면을 고려하여 평사투영법에 의한 1차 안정성을 평가하고, 파괴 또는 잠재적 파괴가능성을 가진 비탈면에 대하여는 한계평형식 또는 수치해석법에 의하여 비탈면 안정해석을 하여야 한다.
- (6) 비탈면 경사는 설계도서에 명시된 비탈면 경사를 적용한다. 다만, 시공 과정에서 당초 설계도서에서 예상했던 지반특성과 상이한 결과가 나타날 경우, 추가 지반 조사를 실시하고 조사 결과에 따른 비탈면 경사 완화 또는 보강에 따른 안정해석 결과를 반영하여 결정한다.
- (7) 붕괴요인을 가진 비탈면은 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 적절한 경사완화, 보강공법 등을 적용하여야 한다.
- (8) 발주자의 귀책사유로 발생한 추가적인 비탈면 안정해석 및 이에 따른 추가비용은 설계변경을 통해 계상하여야 한다.

제 4 장 비탈면 쌓기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 쌓기에 있어서 일반 쌓기 및 연약지반 비탈면 쌓기에 관한 제반기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS F 2302 흙의 입도 시험방법

KS F 2303 흙의 액성한계·소성한계 시험방법

KS F 2306 흙의 함수비 시험방법

KS F 2308 흙의 밀도 시험방법

KS F 2309 흙의 켜기 시험방법

KS F 2310 도로의 평판재하 시험방법

KS F 2311 현장에서 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험방법

KS F 2312 흙의 다짐 시험방법

KS F 2324 흙의 공학적 분류방법

1.2.2 토목공사표준일반시방서(토공사 편)

1.2.3 도로공사표준시방서(토공사 편)

1.3 시공 전 검토사항

1.3.1 토취장 사용 시 유의사항

공사장 내의 굴착에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료의 양이 쌓기 및 기타 공사를 완성하는데 불충분하거나 그 재료의 성질이 공사의 특성에 부합되지 않을 때에는 토취장을 선정하여 공사를 완성하는데 충분하고도 적합한 재료를 확보하여야 한다.

이때 토취장에서 굴착운반 작업 시에는 다음 사항에 유의하여야 한다.

- (1) 경계 바깥의 용지 및 시설물에 피해를 주지 않아야 한다.
- (2) 시공중의 강우에 대한 배수계획을 세워 필요에 따라 배수구, 침사지 등을 설치하여야 한다.
- (3) 인접한 주위의 상황에 따라 발파방호책, 미끄럼방지 방호책 등의 시설을 설치하여야 한다.
- (4) 시공중 강우 등으로 흙의 함수비에 영향을 준다고 판단될 때에는 가배수로를 설치하여 함수비의 증가를 방지하여야 한다.
- (5) 흙깎기 과정에서 흙과 발파암이 혼합되어 토질이 변화되지 않도록 주의하여야 한다.
- (6) 주변 지형과의 조화 및 비탈면의 안정을 위해 균일한 단면과 안정된 경사로 깎아야 한다.
- (7) 진출입로에 세륜 세차시설을 설치하여야 한다.
- (8) 토취장의 사용이 완료되면 계약상대자는 토취장 뿐만아니라 공사 중 점유했던 주변시설까지도 깨끗이 정리하여야 하며 배수시설 등이 필요한 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 조치하여야 한다.
- (9) 계약상대자는 토취장의 개발 허가 기관에서 승인한 원상복구 및 조경 등의 의무나 토취장 깎기로 조성된 비탈면의 안정, 운반로로 이용한 다른 도로의 보수 및 정비 의무를 충실히 이행하여 차후 분쟁의 요인을 없애야 하며 이러한 의무사항을 완료하였다는 증명서를 발급받아 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 쌓기재료의 일반요건

- (1) 쌓기재료에 대한 시험항목은 다음과 같다.

표 4.1 쌓기재료에 대한 시험항목

시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)	비 고
함수비	KS F 2306	토취장 마다	현장시험
입도	KS F 2302		현장시험(체가름)
흙의 75 μ m 체 통과량	KS F 2309		현장시험
밀도	KS F 2308		"
액성·소성한계	KS F 2303		"

- (2) 쌓기재료는 표준재를 사용하고 벤토나이트, 온천여토, 산성백토, 유기질토양 등 흡수성 및 압축성이 큰 흙과 동토, 빙설, 초목 및 나무 등과 같은 다량의 부식물이 섞인 흙은 사용하지 않아야 한다.
- (3) 비표준재를 쌓기재료로 사용하려면 할 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 하며 시공중 및 공용중의 중장기적 관리방안을 수립하여야 한다.
- (4) 압괴, 석괴 등을 쌓기재료로 사용하려고 할 경우에는 시공방법, 층두께, 다짐도 등에 대하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 하며, 그 빈틈을 돌 부스러기 등의 재료로 채워서 안정되게 하여야 한다.

2.2 쌓기재료의 최대입경

2.2.1 부지 내 유용토를 쌓기재료로 사용하는 경우

- (1) 일반쌓기

- ① 마무리면에서 깊이 0.3m에서 1m 이내에는 양질의 토사로 쌓기하는 것을 원칙으로 하되, 현장여건상 불가피한 경우는 다음 기준에 의거 시공한다.
- 가. 마무리면에서 깊이 0.3m 이내에는 50mm 이상의 입자가 섞이지 않도록 하고, 입경 40mm 이상의 입자 혼입률은 40% 이하로 한다.
- 나. 마무리면에서 깊이 1m 이내에는 최대입경을 150mm(단, 노상의 경우는 100mm)로 하되, 입경 40mm 이상인 입자의 혼입률은 50% 이하로 한다.

② 마무리면에서 깊이 1m 이상으로서, 구조물의 기초와 지하매설물에 나쁜 영향을 미치지 않는 경우는 최대입경을 300mm까지 할 수 있다. 다만, 큰 입자의 주위를 가는 입경의 재료로 보충하여 간극이 생기지 않도록 하는 등의 세심한 시공대책이 있으면 최대입경을 500mm까지로 할 수 있다. 이 외의 다른 재료는 해당 기준을 따른다.

(2) 쌓기비탈면

쌓기비탈면의 마무리면으로부터 두께 1m 범위의 쌓기본체는 지름 100mm를 넘는 암석 또는 버력을 사용해서는 안 된다. 다만, 비탈면에 돌깎기를 할 경우에는 예외로 한다.

2.2.2 외부 반입토

외부 반입토는 양질의 토사를 반입하는 것을 원칙으로 한다. 단, 경제적인 시공을 위하여 불가피한 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 상기기준에 의거 시공할 수 있다.

2.3 쌓기재료로 이용되는 산업부산물

- (1) 쌓기재료로 산업부산물을 이용하는 경우, 재료의 다짐 후 물리적 성질이 쌓기 재료로서 적합성과 지하수오염 등 환경에 미치는 영향이 안전하다는 것을 입증하는 자료와 설계, 시공방법, 층두께 및 다짐 등의 작업계획을 작성하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 사용하여야 한다.
- (2) 쌓기재료로서 고로슬래그, 탄광 또는 광산에서의 선광작업 후 잔류분, 석탄회 및 기타 순환골재, 산업부산물 등이 사용될 수 있다.

3. 시공

3.1 사전조사

3.1.1 현장조건 확인

현장조건이 공사착수에 적합한지 확인하여야 한다.

3.1.2 도면과 현장의 일치여부 확인

설계도서상 측량기준점의 표고, 비탈면 경사 등이 실제여건에 부합되지 않을 때는 즉시 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 그 지시에 따라야 한다.

3.1.3 대지여건 분석

시공 전에 지형, 토질, 기상조건 및 타공사와의 관련성을 검토하고, 지형을 설계대로 대폭 변화시킬 경우 시공현장 내부 및 외부에 미치는 영향, 주변지형으로부터 시공 현장 내로의 홍수량 유입정도, 비탈면 등의 안정여부 등을 조사하여 문제가 있다고 판단될 경우에는 이에 대한 대책을 수립, 계획변경을 요청하여야 한다.

3.2 공사 준비

3.2.1 준비배수

- (1) 시공에 앞서 원지반에 고인 물을 배수시켜야 하며, 시공중에도 필요에 따라 가배수로와 침사지 등을 설치하여 쌓기지역의 배수를 양호한 상태로 유지하여야 하고, 폭우 시 토사유실로 쌓기비탈면 하부 시설물들이 침수되거나 기존 배수시설 등이 막히는 일이 없도록 조치하여야 한다.
- (2) 준비배수를 위하여 초기에 쌓기바닥면을 깊게 파서 도랑을 내고 막자갈 등의 투수성 재료를 채워 배수시킬 필요가 있는 장소는 그 규격과 설치범위를 시공 도면에 표시하여 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 승인을 받아 시공하여야 한다.

3.2.2 규준틀 설치

쌓기비탈면에는 반드시 규준틀을 설치하여 쌓기면이 올바르게 마무리 되도록 하여야 한다. 이때 규준틀은 축선이 꺾이는 점, 경사가 변하는 점에는 반드시 설치하고, 비탈끝에 지지말뚝을 박은 후, 길이 1m 이상의 규준판을 비탈면 경사에 맞추어 정확히 고정하여야 한다.

3.3 쌓기

3.3.1 지반의 가공

- (1) 굳어진 지반에 쌓기작업을 하려고 할 때에는 우선 그 지표면을 최소 0.1m 깊이로 파헤친 후 소요밀도를 얻을 때까지 다져야 한다.
- (2) 동결된 원지반 위에는 쌓기를 할 수 없으나 동결층을 완전히 제거한 후 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아 시공할 수 있다.

3.3.2 층파기

- (1) 1:4보다 급하게 기울어진 지반 위에 쌓기작업을 하려고 할 때에는 0.5m 이상의 높이로 층파기를 실시하여 쌓기와 원지반과의 밀착을 도모하고 활동을 방지하여야 한다.
- (2) 비탈면 위에 쌓기를 하는 경우에는 물이 쌓기부와 기초지반 사이를 침투하여 활동을 일으키는 것을 방지하기 위하여 배수구를 설치하며, 기초지반에 용수가 있는 경우 또는 시공중 용수는 없으나 우기 시 용수발생이 예상되는 부위에는 원지반과 접한 쌓기부분에 배수층을 설치하여야 한다.
- (3) 층파기는 설계도서에 명시되어 있는 높이와 폭으로 하고 현지지형에 맞게 감독자(또는 감리원)와 협의하여 조정할 수 있다.

3.3.3 습지, 연약지반의 처리

습지대, 논, 기타의 습지에 쌓기작업을 할 때에는 쌓기에 앞서 종횡으로 도랑을 파서 충분히 배수한 다음 규모, 시공의 난이 및 공법의 특징, 연약지반의 범위 등을 종합적으로 검토하여 쌓기하중을 충분히 지지할 수 없다고 판단될 경우에는 별도의 지반개량공법을 선정하여 설계변경승인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.3.4 한쪽깎기·한쪽쌓기부(편절·편성부)

- (1) 동일한 횡단면내에서 한쪽은 깎기, 한쪽은 쌓기를 하여야 할 경우에는 양측의 지내력 차이로 인해 부등침하가 발생할 우려가 있으므로 접속부는 제4장 3.3.2 층파기를 실시하고, 쌓기 마무리면과 깎기부에 접하는 내측으로 마무리면까지 1:4 정도의 경사로 완화구간을 설치하여야 한다.
- (2) 깎기부에서 용출수가 발생하는 경우에는 쌓기부의 접착이 불충분하기 쉬우므로 설계도서에 따라 배수층 또는 배수구를 설치하여야 한다.
- (3) 경계구간의 접속부에는 암버력 쌓기를 해서는 안 된다.

3.3.5 쌓기·깎기 접속부

- (1) 쌓기·깎기 접속부에는 부등침하가 발생하기 쉬우므로 깎기비탈면의 비탈 끝부분에 쌓기부 바닥면까지 깎기를 하여 완만한 경사로 깎기부 저면에 접속시켜야 한다. 이때, 접속구간길이는 설계도서에 따르며, 깎기부는 쌓기부의 바닥면과 같은 재료로 되메우고 소정의 다짐도로 균일하게 다져야 한다.

- (2) 쌓기·깎기 접속부는 지표수, 침투수 등이 집중하기 쉽고 기초지반과 쌓기부의 접착이 불충분하게 되기 쉬우므로 설계도서에 따라 층따기를 하여야 한다.
- (3) 쌓기·깎기 접속부는 암벽력 쌓기를 해서는 안 된다.

3.3.6 쌓기의 시공

- (1) 쌓기재료는 설계도서에 표시된 두께로 층이 같은 수평층을 이루도록 포설하여야 하며, 다음 층을 포설하기 전에 소정의 다짐을 하여야 한다.
- (2) 점성토, 사질토와 같이 그 특성이 다른 재료가 각기 다른 공급원에서 도입될 때에는 교대로 층을 이루도록 포설하여야 한다. 다만, 감독자(또는 감리원)가 작업에 유리하다고 판단할 때에는 혼합해서 사용하도록 지시할 수 있다.
- (3) 트럭이나 다른 운반장비의 하중을 지지할 수 없는 저습지 등 연약지반에 쌓기를 할 때에는 제1층은 운반장비의 하중을 지지할 수 있는 최소두께를 확보할 수 있다. 다만 제1층의 최대두께는 감독자(또는 감리원)와 협의하여 결정하여야 한다.
- (4) 구조물에 충격 또는 손상을 줄 우려가 있는 쌓기에서는 높은 곳에서 토석을 투하하여서는 안 된다.

3.3.7 시공 중 배수

- (1) 쌓기공사 중 계약상대자는 항상 배수에 유의하여 표면에 물이 고이지 않도록 하여야 하며, 흙쌓기 내부로 유입하는 외부 유입수에 대해서는 배수처리를 하여야 한다.
- (2) 쌓기공사 중에는 쌓는 각 층에 3~5%의 횡단경사를 만들어서 배수가 잘 되도록 하여야 하며, 쌓는 층에 물이 고여 있을 때와 동결되어 있을 때는 그 위에 쌓기 재료를 펴서는 안 된다.
- (3) 비가 났은 후 즉시 작업을 개시할 필요가 있을 때에는 비가 오기 전에 미리 방수포 등으로 시공면을 덮어서 빗물의 침입을 막아야 한다.
- (4) 깎기부의 용수 또는 강우에 의하여 유출되는 표면수는 쌓기부 비탈면을 세굴 또는 붕괴시킬 우려가 있으므로 쌓기부 가장자리나 외부로 유출시키기에 적당한 장소 또는 설계도서에 명시된 지점에 가마니, 마대 또는 비닐 등으로 가폐수로를 만들어 유출시켜야 한다.

3.3.8 쌓기비탈면 부근의 시공

- (1) 쌓기비탈면 부근은 쌓기본체와 일체가 되도록 충분히 다지면서 시공하여야 한다.
- (2) 쌓기비탈면을 부득이 암버력 등으로 쌓기 할 경우에는 원칙적으로 돌갈기를 하여야 한다.

3.3.9 다짐

쌓기층은 균일한 밀도를 얻기 위하여 다짐전에 땅고르기를 하고, 물을 뿌리거나 아니면 적당한 방법으로 건조시켜 최적함수비 상태에서 다져야 한다.

(1) 다짐기준

- ① 쌓기비탈면은 최대건조밀도(A, B방법)의 90% 이상 다짐도를 갖도록 하며 최대 0.2m의 다져진 두께로 균일한 층쌓기를 하여야 한다.
- ② 쌓기비탈면 위에 도로나 철도의 노상, 노반 등을 시공하여 다질 경우에는 해당 전문시방서의 다짐기준을 따른다.

(2) 시공함수비

- ① 기준밀도로 관리하는 흙의 다짐에는 다짐시험에서 구한 함수비 관리범위 내에서 실시한다.
- ② 쌓기재료가 고탍수비의 점성토인 경우에는 시공 중 수시로 흙을 건조시켜 함수비의 저하를 도모하여야 한다.

(3) 다짐장비

다짐장비는 쌓기재료를 고르게 다지는데 필요한 충분한 용량과 대수를 확보하여야 하며 흙 및 암의 종류에 따라서 적합한 다짐장비를 선정한다.

(4) 흙쌓기 비탈면 다짐

흙쌓기 비탈면 표층부의 시공은 흙쌓기 본체와 동시에 대형다짐기계를 사용하여 다음과 같이 균일하게 다짐하여야 한다.

- ① 인력과 소형 기계에 의한 비탈면을 다짐하는 경우 흙쌓기 본체를 구성한 후 비탈면에 흙을 보충하면서 진동 램머, 진동 평판, 진동 로울러 등의 소형 다짐기계를 사용하여 다짐을 실시하여야 한다.
- ② 흙쌓기 용지 폭이 여유가 있는 경우, 부체도로가 있는 경우 등은 흙쌓기 폭보다 넓게 완성하고 후에 굴착·정형하는 방법으로 시공 할 수 있으며 흙쌓기 폭 보다 여유 있게 흙을 쌓아 다짐이 불충분한 흙쌓기 단부를 정형하여 시공한다.

(5) 암성토의 비탈면 마무리

암성토 비탈면 마무리는 암석이 비탈면으로부터 굴러 떨어지지 않도록 암석을 안정된 위치로 이동시키고 충분히 두드려 마무리 하여야 한다.

(6) 구조물 주변의 쌓기

① 구조물 주변의 쌓기는 구조물에 손상을 주지 않고 편압을 주지 않도록 충분히 다져가며 쌓아야 한다.

② 쌓기 각층은 전체적으로 균등한 지지력을 갖도록 다져야 하며, 너비가 협소하여 전압기를 사용할 수 없는 경우에는 램머(rammer), 콤팩터(compact) 등의 다짐기계를 사용하여 다짐을 하여야 한다.

3.3.10 암쌓기

(1) 암쌓기 재료의 최대치수는 0.6m를 초과하지 않는 것을 원칙으로 한다. 다만, 풍화암이나 이암, 세일, 사암, 천매암, 편암 등 암석의 역학적 특성에 의해 쉽게 부서지거나 수침 반복 시 연약해지는 암석의 경우 최대치수를 0.3m이하로 한다.

(2) 암쌓기 시에는 간극이 충분히 메워질 수 있는 재료를 선정하여 포설 후 다짐을 하여야 한다.

(3) 다른 재료로 시공된 부분 위에 암쌓기를 하고자 할 경우에는 기 시공된 표면의 중심에서 외측으로 적당한 경사를 형성토록 하여 다짐을 하고 배수가 원활히 되도록 하여야 한다.

(4) 암쌓기 1층 다짐완료 후의 두께는 0.6m 이하를 표준으로 한다.

(5) 전부 암석으로만 시공하는 쌓기부는 암석의 대·소 치수가 고르게 섞이도록 하고, 큰 덩이가 고르게 분산되도록 하여 간극을 충분히 메워야 한다.

(6) 암버력에 의한 쌓기 경우에는 석축 쌓는 부분을 제외하고 쌓기부 비탈면에 암버력이 노출되지 않도록 양질의 토사를 1m 이상 덮어 식생이 가능하도록 조치하여야 하며, 비탈면 다짐을 실시하여야 한다.

(7) 말뚝박기를 할 지점은 암석으로 쌓기를 해서는 안 된다.

(8) 암쌓기 시에는 암쌓기 재료를 고르게 포설한 후 규격 이상의 암괴는 규정에 맞게 파쇄하고, 다짐효과 및 암파쇄 효과를 증진시키기 위해 대형 다짐장비를 이용하여 다짐한다.

- (9) 암쌓기시 다짐에 대한 검사는 KS F 2310에 의해 지지력계수(K_{30})가 침하량 1.25mm일 때 196.1MN/m² 이상으로 관리하여야 하고, 평판재하시험에 사용되는 재하판규격의 선택은 현장 쌓기재료의 최대치수 이상의 지름을 갖는 규격으로 사용하고 지지력계수는 0.3m 표준치에 대한 환산치로 관리한다.

3.4 쌓기의 마무리

- (1) 쌓기공사의 모든 표면은 설계도서에 표시되어 있거나 감독자(또는 감리원)가 지시하는 선과 경사에 일치하도록 말끔히 정돈되어야 하며, 시공기면 아래에 있는 재료를 이완시키지 않도록 하여야 한다. 또한, 비탈면의 비탈어깨나 비탈끝 양쪽은 라운딩으로 처리하여야 한다.
- (2) 발파로 인하여 금이 간 상태에서 그대로 모암에 붙어있는 암조각은 완전히 제거 하여 완성된 표면이나 측구의 손상방지 및 기능저하를 막아야 한다.
- (3) 건물 주변녹지 또는 일반녹지 부위는 도로 또는 배수로 쪽으로 1~2%의 경사를 두어 강우 후 물고임을 방지하여야 한다.
- (4) 완성된 구간은 말끔히 정리하여 감독자(또는 감리원)가 검측할 수 있는 상태로 유지하고 검사를 받아야 한다.

3.5 보호

표면마무리가 끝난 지역은 차량이나 기타작업 등으로부터 보호되어야 하며, 최종 인수 전까지 또는 폐붙임, 기층, 보조기층이나 포장 등이 포설될 때까지 만족할 만한 상태로 유지되어야 한다. 또, 쌓기부분은 단면모양을 유지할 수 있도록 항상 효과적인 배수처리방법을 강구하여야 하며, 천재지변의 경우를 제외한 모든 사유로 인해 훼손이나 변형된 부분은 제거하고 재시공하여야 한다. 단, 시공상, 공기상 및 경제적 이유로 부분 보수보강이 합리적일 경우, 충분한 안정성 검토가 이루어진 후 감독(또는 감리원)의 승인하에 부분 보수보강을 할 수 있다.

3.6 운반

- (1) 모든 흙운반은 승인을 얻은 토공계획에 따라 시행하여야 하며, 감독자(또는 감리원)가 필요하다고 인정하는 경우에는 이를 변경할 수 있고 계약상대자는 이에 따라야 한다.

- (2) 각종 공사용 중장비의 주행경로는 가급적 도로부분으로 통행하게 하여 주행 하중에 의한 다짐효과를 기대할 수 있도록 한다.

3.7 동결토

쌓기작업 중 쌓기재료 또는 쌓기면이 동결되었을 경우 동결된 부분을 제거하거나 결빙구간이 녹은 후에 후속작업을 시행한다.

3.8 현장 품질관리

3.8.1 시험시공

- (1) 계약상대자는 다짐작업에 앞서 쌓기재료별로 사용할 다짐장비, 다짐방법, 시공 관리체계 등에 대한 시험시공계획서를 제출하고 감독자(또는 감리원)의 입회하에 다짐시험을 하여야 한다.
- (2) 다짐작업의 시험시공은 도로나 철도 등의 쌓기구간에서 실시하여야 하며, 규모는 400m²을 표준으로 하며 쌓기공사의 양에 따라 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후 이를 조정할 수 있다.
- (3) 시험시공 당시와 현장토질이 현저하게 차이가 난다고 판단할 경우에는 재시험 시공을 추가로 실시할 수 있다.
- (4) 계약상대자는 시험시공을 통해 흙퍼고르기 두께, 다짐함수비 범위, 다짐장비별 다짐횟수 및 다짐시공 관리체계 등을 결정하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아야 하며, 현장의 다짐시공관리는 그 결과에 따른다.

3.8.2 허용오차 및 검사

- (1) 시공허용오차는 시공기면 $\pm 30\text{mm}$ 를 기준으로 한다.
- (2) 쌓기의 각 층은 다짐이 끝나면 재료의 품질 및 다짐도가 기준에 적합하게 시공 되었는지 감독자(또는 감리원)의 검사를 받은 후 다음 층을 포설하여야 한다.
- (3) 현장밀도 시험결과 적정한 밀도를 얻지 못한 경우에는 그 층을 재다짐하여 소요 밀도를 얻을 때까지 반복하여야 한다.

3.8.3 계측관리

3.8.3.1 일반사항

(1) 적용범위

이 시방서는 연약지반 쌓기 비탈면공사에서 쌓기 체체와 구조물의 안정성 등에 관한 계측 및 계측 결과의 관리에 적용하며, 준공 후 연약지반의 장기침하 및 구조물의 유지관리에 대한 계측기기 사용 및 계측시스템 구축에 대해 적용한다.

(2) 제출물

계측관리 계획에 맞추어 다음과 같은 사항이 포함된 계획서 및 보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

- ① 침하관리 계획서
- ② 안정관리 계획서
- ③ 계측 계획서
- ④ 계측기록 결과 및 분석자료 보고서 등

3.8.3.2 시공

(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, 감독자(또는 감리원)의 입회 하에 계측전문지식을 갖춘 특급기술자 이상의 전문 기술자에 의해 지정된 위치에 계측기기를 설치하여야 한다.
- ③ 계약상대자는 계측기 설치 직후 추가하중이 작용하지 않은 상태에서 기기별 특성과 절차에 따라 안정된 값의 초기 측정값을 획득하여, 이를 감독자(또는 감리원)에게 보고하고, 이 후 분석에 활용하여야 한다. 초기값이 정상적인 범위에 있지않은 기기는 재설치하여야 한다.
- ④ 계약상대자는 계측기기를 유지 관리하여 계측자료 수집에 차질이 없도록 하여야 하며, 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 계측전문지식을 갖춘 특급기술자 이상의 전문기술자에 의뢰하여 실시하여야 한다.
- ⑤ 설계 내용과 계측성과의 분석 결과가 상이하여 설계변경이 필요한 경우에는 이를 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

- ⑥ 필요구간에 대해서는 공사가 완료된 후에도 측정이 가능하도록 사전에 유지관리계측이 가능한 계측시스템을 구축하여 준공 후 관리주체가 위험 및 급격한 변화시에 신속하게 대처할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑦ 공사가 완료된 후에도 측정이 가능한 계측기기는 보존하여 유지관리 시 활용할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑧ 계약상대자는 시공 중 계측뿐만 아니라 공사기간 중 모든 계측기록결과와 성과 분석자료 등을 종합 정리하여 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 한다.

(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 등

(3) 계측빈도

계측의 간격과 빈도는 최소한 표 4.2를 표준으로 하고, 계측결과가 신속하게 시공관리에 반영될 수 있도록 계측요원은 현장에 상주배치됨을 원칙으로 하며, 현장여건을 고려하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다.

표 4.2 쌓기 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			

* 비교) 항목별 계측기

- ① 지반 침하량 : 지표침하판, 층별침하계, 전단면침하계, 수평경사계 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) 계측작업

계측기기는 계측의 목적과 정도, 측정기간, 예상변화량 등을 고려하여 현장 조건에 가장 적절한 것을 선택하여야 한다.

① 지표침하판

지표침하판은 흙쌓기의 속도관리, 상재하중의 제거시기 등의 결정에 이용하며 대상이 되는 지점의 전침하량을 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 각층의 침하량을 측정하여 심부의 지반거동을 파악한다.

③ 지중수평변위계(경사계)

지중수평변위계는 흙쌓기의 속도관리, 지중의 측방 이동량을 확인하고, 흙쌓기 비탈면 하부지반의 수평변위를 측정한다. 과업의 중요도가 크기 않을 경우 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아서 지중 수평변위 관측에 변위말뚝을 이용할 수도 있다.

④ 토압계

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, 관측정이나 스탠드 파이프 등의 지하수위의 변동사항을 측정하는데 이용한다.

(5) 계측관리

① 계측결과의 적용

계약상대자는 시공 중 체계적으로 계측관리를 수행하여야 하며, 계측전문 지식을 갖춘 특급기술자 이상의 자격을 갖춘 사람의 분석결과에 따라 단계별 흠쌓기 높이를 조정하는 등 계측결과를 시공에 반영하여야 한다.

② 계측결과의 정리

계측결과는 시공 중 일상관리 시에 이용하거나 장래 공사계획에 반영할 수 있도록 정리하고, 그 기록을 보존하여야 한다.

③ 계측결과의 보고

계측결과는 지체 없이 감독자(또는 감리원)에게 보고하여야 한다. 또한 현저히 큰 변위가 발생하는 경우나, 변위속도가 기준값 이상이거나 수렴하지 않는 경우에는 즉시 감독자(또는 감리원)에게 보고하여야 한다.

④ 계측기기의 취급

계측기기를 설치하거나 운반 시에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급하여야 하고, 계측기기가 손상되었을 경우에는 감독자(또는 감리원)와 협의하여 원래 계측목적용 달성할 수 있도록 재설치 등 필요한 조치를 취하여야 하며, 손상의 원인이 기기의 불량 · 설치오류 · 관리 소홀시에는 제반 비용을 계약상대자가 부담하여야 한다.

⑤ 계측기기의 설치

계측기기는 제체하중의 재하 이전 또는 구조물의 구축 이전에 설치하여야 한다.

3.8.3.3 침하관리

(1) 계약상대자는 흠쌓기부 및 구조물의 하중에 의해 발생하는 연약지반 각층의 압밀진행 상황을 조사하여야 하며, 이들의 변위에 대하여 세심한 주의를 하여 침하관리를 하여야 한다.

(2) 계약상대자는 설계도서에 따라 지표침하판, 지중층별침하계, 지중수평변위계, 간극수압계, 지하수위계 등을 매설한 후에 표 4.3의 빈도에 따라 측정을 하고, 성과를 분석하여야 한다.

(3) 계약상대자는 포장공의 시공, 선행재하 후 구조물 터파기, 단계별 흠쌓기의 압밀 후

작업개시 등 주요 작업시기에 대하여는 감독자(또는 감리원)에게 계측결과를 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.8.3.4 안정관리

- (1) 계약상대자는 설계도서에 따라 지중수평면위계, 변위말뚝 등 계측기를 매설하여 계측 및 분석을 하고 결과를 종합하여 안정성 분석을 실시하여야 한다. 흩쌓기의 단계별 준치 기간 종료 여부는 계측결과와 계측결과 확인을 위한 지반조사 결과에 따라 판단한다.
- (2) 계약상대자는 계측성과 분석 이외에는 흩쌓기 주변의 측구, 연약지반의 표면, 수평면위말뚝, 흩쌓기 면과 비탈면 등의 균열 또는 변형 발생 여부에 대한 육안 관찰을 정기 및 수시로 실시하여 연약지반의 활동파괴를 사전에 예방하여야 한다.
- (3) 계측성과 분석 또는 육안관찰 결과, 연약지반의 활동파괴 가능성이 예측될 경우에는 이를 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 신속하게 응급대책을 강구하여야 한다.
- (4) 교대의 측방유동 등에 대한 계측기는 완공 후에도 보존하여 교량의 유지, 관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.

제 5 장 비탈면 깎기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 설계도서에 따른 계획고에 부합되도록 인력, 기계 및 화약을 사용한 깎기에 관하여 적용하며, 지반조건 및 현장조건에 따라 불도저 깎기, 암발파 깎기 등으로 구분한다.

1.2 참조규격

KS A ISO 1996-1 음향-환경 소음의 표시 및 측정방법-제1부 : 기본량 및 측정절차

KS A ISO 1996-2 음향-환경 소음의 표시 및 측정방법-제2부 : 적절한 토지 이용을 위한 음향데이터의 수집

KS A ISO 1996-3 음향-환경 소음의 표시 및 측정방법-제3부 : 소음한계값 적용

KS F 2324 흙의 공학적 분류방법

KS M 4801 화약류의 분석 시험방법

KS M 4802 화약류 성능 시험방법

KS M 4803 전기뇌관

KS M 4804 산업폭약

KS M 4807 공업뇌관

KS M 4808 도화선

KS M 4811 도폭선

KS M 4812 함수폭약

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 깎기작업 중에 암이 발생할 경우에 계약상대자는 지형측량을 실시할 수 있도록 가능한 빨리 토사층을 제거하여야 한다. 이 작업이 완료되면 즉시 감독자(또는 감리원)에게 보고하여 확인을 받은 후, 계약상대자 책임하에 지형측량을 실시하고, 그 결과를 서면으로 감독자(또는 감리원)에게 제출하여 검측을 받아야 한다. 검측이 완료되면 즉시 쌍방이 서명하고, 물량산정의 근거로 보존한다. 이 과정은 암질이 변경될 때마다 매번 반복된다.

- (2) 암반비탈면의 경우는 불연속면의 경사, 절리간격, 암중, 암질, 용수지점, 균열 충전물질 등을 조사하여 비탈면의 안전여부를 판단하고, 그 결과를 감독자(또는 감리원)에게 보고하여야 한다.
- (3) 지하저수조, 오수처리시설, 공동구, 하수박스 등의 구조물은 가능한 한 인접 건축물을 시공하기 전에 암터파기를 완료하여 건축물 등에 유해한 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.
- (4) 계약상대자는 해당 공사의 공사계획에 맞추어 다음 사항을 작성하여 제출하여야 한다.

① 자재제품 자료

폭약, 너판, 무진동 발파제, 전력충격셀 등 발파재료와 그 부속품에 대한 제품자료와 제조업자의 제품시방서 및 시공지침서를 제출한다.

② 시공계획서

가. 암깎기 계획

암깎기 방법, 화약류의 종류, 사용기간, 사용횟수, 장약량, 천공깊이, 천공 간격, 발파방법, 발파시차, 발파용 매트나 덮개의 종류, 방음, 방진시설의 설치, 소음진동의 발생 예측량, 주변가옥 등에 대한 방호계획, 너판의 종류, 발파 모선 및 보조 모선의 결선방법, 발파기 등을 포함하여야 한다.

나. 계측기 설치계획 및 계측자료

계측기 설치계획(설치위치, 종류, 설치시기, 심도) 및 계측자료와 그 후속 조치에 관한 사항

다. 기타 감독자(또는 감리원)가 필요하다고 인정하여 요구하는 사항

③ 내압강도 시험성적서

구간별, 암질별로 감독자(또는 감리원)의 입회하에 표준규격의 공시체를 제작, 품질시험 전문기관에 의뢰하고, 그 결과를 즉시 감독자(또는 감리원)에게 제출한다.

④ 암측량 성과도 및 사진

암측량 성과도는 감독자(또는 감리원)에게 제출하여 확인을 받아야 하며, 이때 구간별 암질샘플, 시료채취과정 및 암반전경 사진을 함께 제출한다.

⑤ 시험발파 계획서

가. 주변환경을 고려한 허용기준 검토

나. 설계발파진동 추정식을 이용한 발파영향권 검토

다. 설계발파패턴 검토 등

⑥ 사전조사서

발파진동에 의한 주민의 민원을 예방하기 위하여 발파영향권 내의 주택 및 건물 등의 균열 및 지하수조사 등을 조사·작성하여 제출하여야 한다.

⑦ 공사중 배수처리 계획서

2. 재료

(해당사항 없음)

3. 시공**3.1 시공일반**

- (1) 깎기를 위해 설치하는 기준틀은 비탈면의 위치와 경사 등을 나타내므로 정확하고 견고하게 설치하여야 하며 기준틀의 설치간격은 설계도서에 따라야 한다. 단, 직선부 또는 동일 곡선반경의 곡선부가 100m 이상 연속될 경우에는 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아 60m 이상으로 조정할 수 있다. 또, 기준틀은 각 소단마다 설치하며 깎기부는 비탈면 상단에 설치하며 시공 중 손상되거나 망실된 기준틀은 계약상대자 부담으로 신속하게 재설치하여야 한다.
- (2) 깎기는 도면에 명시된 대로 정확하게 실시하여야 하며, 깎기면은 도면에 표기된 규격, 형상 및 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 최종 마무리를 하여야 한다. 또, 필요시 비계, 동바리, 흙막이판, 가배수로 등을 설치하여야 한다.
- (3) 깎기는 비탈면의 상부에서부터 아래로 순차적으로 시행한다.
- (4) 깎기를 할 때는 비탈면 안정에 영향을 주지 않도록 하여야 하며, 깎기시공중에는 토질의 변화 및 용출수 상황을 관찰, 기록하여 감독자(또는 감리원)에게 보고 하여야 한다.
- (5) 비탈면 또는 비탈어깨 부근의 느슨한 암파 나무뿌리, 뜬 흙덩어리 등은 완전히 제거하여야 하고 도면에 정해진 경사로 만들어야 하며 가능한 굴곡이 없어야 한다.
- (6) 비탈면끝에서는 일시에 대량으로 깎기를 해서는 안 되며, 깎기 중 또는 깎기 완료 후에 비탈면이 연약화될 경우는 관련분야 특급기술자의 검토서를 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 한다.
- (7) 깎기경계에는 작업원의 안전에 필요하고 거푸집설치, 벽면방수 등에 적당한 작업공간을 두어야 한다.

- (8) 수준점, 측량기준점, 기존구조물, 기타구역 내 시설물은 시공장비와 운반차량의 통행에 의해 손상되지 않게 보호하여야 한다.
- (9) 불도저에 장착한 유압식 리퍼에 의한 깎기가 어려운 암반이 나타나면 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 발파등에 의해 깎기작업을 하여야 한다.
- (10) 깎기면의 편평한 구간은 침투수가 집중되어 연약해지기 쉬우므로 배수처리를 철저히 하여야 하며, 도면에 명시된 배수시설의 보완이 필요할 경우는 이를 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 승인을 받은 후 시행하여야 한다.
- (11) 계획면 이상으로 파여진 부분에 대한 처리는 공사시방서 또는 감독자(또는 감리원)의 지시에 의해 되메우고 다져야 한다. 또한, 부적당한 시공 또는 용출수 처리미흡으로 인한 비탈면의 붕괴부는 즉시 보수하여야 한다.

3.2 암깎기

3.2.1 시공일반

- (1) 암깎기작업 중 또는 완료 후에 공사비 산정을 위하여 지층을 분류할 필요가 있는 경우, 계약상대자는 시추조사 및 탄성파탐사 등 관련 자료를 첨부하여 감독자(또는 감리원)에게 확인요청을 하고 암판정위원회의 공동조사결과에 의하여 지층경계선을 확정하여야 한다.
- (2) 암깎기공법은 파쇄원 영향으로 소음, 진동, 비석 등의 환경공해 및 민원발생의 원인이 되므로 환경공해를 경감시킬 수 있는 공법을 적용하고, 시공 시 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 조정하여 시행할 수 있다.
- (3) 비탈면 또는 비탈면어깨 부근의 느슨한 암, 나무뿌리, 뜬 흙덩어리 등을 완전히 제거하여야 한다.

3.2.2 브레이커공법

- (1) 브레이커에 의한 파쇄공법은 발파진동이나 비석에 의하여 안전저해가 우려되는 지역, 기타 발파공법의 적용이 곤란한 지역에서 기존구조물 제거, 소량의 발파암 깎기 등에 활용하며, 시공범위와 장비의 규격, 사양 등은 설계도서에 따르거나 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 결정하여야 한다.
- (2) 브레이커에 의한 파쇄작업 시 발생하는 진동과 소음이 국내의 관련법규상 규제 기준을 만족시킬 수 있도록 조치하여야 한다.

- (3) 기존 비탈면 깎기 또는 보수공사인 경우에는 브레이커 파쇄에 의해 암편이 비산되거나 파쇄된 암석이 굴러 떨어져 비탈면 하부에 위치한 시설물이나 차량의 통행에 위험이 있으므로 안전보호시설 등을 설치한 후 파쇄작업을 하여야 한다.
- (4) 시가지에서나 주요구조물 및 시설물에 인접한 장소에서 암반이나 콘크리트를 파쇄할 경우에는 설계도서에 따라 무진동 또는 암발파 파쇄공법을 적용할 수 있으며, 현장여건 및 공사조건을 고려하여 유압식 파쇄공법이나 팽창성 파쇄제 공법 등을 선정하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2.3 무진동 또는 암발파 파쇄공법

무진동 또는 미진동 파쇄공법의 천공배치, 방향, 깊이 등은 설계도서에 따르며, 시험파쇄를 시행하여 감독자(또는 감리원)의 확인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.3 암발파

3.3.1 시공일반

- (1) 불도저에 장착한 유압식 리퍼에 의한 깎기가 어려운 암반이 분포하면 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후 발파에 의한 암깎기를 수행하여야 한다.
- (2) 암발파공법은 일반발파, 진동제어발파, 정밀진동제어발파, 암발파 파쇄공법, 대규모 발파로 구분되며, 설계도서에 따라 발파패턴 기준을 정하고, 시험발파를 통하여 암깎기비탈면에 손상을 최소로 할 수 있는 적정 발파패턴을 수정·보완한 후 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후 공사를 시행하여야 한다.
- (3) 화약과 뇌관은 별도로 보관하고 잔여량은 반드시 반납하여야 한다.
- (4) 발파장소에서 화약류의 소운반은 소정의 용기, 운송방법에 준하되 지명된 작업원에 의해 시행하여야 한다.
- (5) 발파에 의해 진동, 소음, 비석, 비탈면 붕괴 등이 발생될 수 있으므로 지형, 암질, 주위 환경을 고려하여 장약량을 조절하여야 한다.
- (6) 발파작업은 완성된 비탈면의 교란이나 이완 및 여굴을 최소화할 수 있도록 천공 깊이, 간격, 방향, 장약량 등을 세심히 주의하여야 한다.
- (7) 감독자(또는 감리원)의 별도 승인이 없는 한 기존 구조물이나 시공 중인 구조물의 15m 이내에서는 발파작업을 해서는 안 된다.
- (8) 인근 건물이나 다른 공사에 영향을 주지 않고 사용할 최대장약량을 결정하기

위해 암발파 전에 탄성파탐사를 실시할 수 있으며 탄성파탐사 전에 인근 구조물의 소유주에게 서면으로 발파계획과 조사작업의 내용을 통지하여야 한다.

- (9) 감독자(또는 감리원)가 발파, 진동측정기록이 필요하다고 판단하여 그 측정장비의 설치를 지시할 때 계약상대자는 이 지시를 이행하여야 한다.

3.3.2 발파계획

- (1) 본 발파 전에 시험발파를 실시하여 현장의 여건에 부합되는 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 지발 당 허용장약량 등의 발파패턴과 발파계획을 세워 정밀한 시공관리가 되도록 하여야 한다.
- (2) 발파작업에 있어서는 지질, 암의 경·연 정도 등에 따라 천공간격, 천공장, 장약량 등의 발파패턴을 조정·검토하여야 하며, 표준발파공법 분류는 표 5.1과 같다.

표 5.1 표준 발파공법 분류

구분	Type I 미진동 굴착공법	Type II 정밀진동 제어발파	진동제어발파		Type V 일반발파	Type VI 대규모 발파
			Type III 소규모	Type IV 중규모		
공법 개요	보안물건 주변에서 Type II공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법으로서 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법	소량의 폭약으로 암반에 균열을 발생시킨 후, “시험발파” 결과에 의해 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 “시험발파” 결과에 의해 발파설계를 실시하여 규제기준을 있는 공법		1공당 최대 장약량이 발파 규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대해 적용하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 전혀 존재하지 않는 산간오지 등에서 발파 효율만을 고려하는 공법
주사용 폭약 또는 화공품	최소단위미만폭약 미진동파쇄기 미진동파쇄약 혼합화약류 등	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	주폭약 : 초유폭약 기폭약 : 에멀전
지발당 장약량 범위 (kg)	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
천공 깊이 (m)	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
발파 보호공	필수	필수	필수	불필요	불필요	불필요
2차 파쇄	대형브레이커 적용	대형브레이커 적용	-	-	-	-

- (3) 발파계획에 있어서는 주변의 환경에 주는 영향을 고려하고 필요한 경우에는 대책을 강구하여야 한다.
- (4) 발파로 인해 계획면의 재료가 이완되었을 때에는 승인된 재료로 치환한 후 기준에 맞는 다짐을 실시하여야 하며, 허용치를 벗어난 비탈면의 요철은 발주처와 협의하여 조정 · 적용한다.
- (5) 발파는 보안불건별 진동속도 설계적용기준을 초과하지 않도록 시행하여야 한다. 단, 발파소음에 민감한 가축사육시설, 요양원 또는 종교시설 등 현장조사결과 설계적용기준을 적용하는 것이 곤란한 경우 별도의 설계기준을 적용한다.

3.3.3 천공 및 장약

- (1) 천공작업 전에 바닥면 점검, 뜯돌 제거, 잔류폭약의 유무 확인 및 회수 등의 조치를 취하여 천공잔류폭약에 의한 폭발사고 등을 방지하여야 한다.
- (2) 천공과 장약은 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 발파패턴에 따라 정확하고 안전하게 시공하여야 한다.
- (3) 천공 시에는 폭발된 폭약유무에 주의하여야 하며, 전회 발파공을 이용하여 다시 천공하거나 장전해서는 안되며 이상용수, 가스분출, 지질변화 등에 주의하여야 한다.
- (4) 천공은 미리 정해진 천공배치에 따라 위치, 방향, 깊이를 정확하게 시행하여야 하며 발파 후 장약 유무가 육안으로 미확인된 구멍은 장약유무가 확인될 때까지 다시 천공해서는 안 된다.

3.3.4 발파

- (1) 발파작업은 발파책임자의 지휘에 따라 시행하되, 책임자는 작업원의 대피를 확인한 후에 발파하여야 하며, 방호대책을 강구하여야 한다.
- (2) 발파 후 안전이 확보되는 시간이 경과한 다음 발파장소에 접근하여야 한다.
- (3) 불발된 잔류폭약의 유무는 필히 점검하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.
- (4) 발파 시에는 발파진동속도에 대한 계측 및 기록이 가능한 측정계기를 설치하여야 한다.
- (5) 발파장소가 주거지 밀집지역이거나 기존구조물, 공공시설물, 도로 등과의 거리가 가까울 경우, 비산에 대한 방호는 물론, 기존구조물 등에 대한 사전조사를 하여 방호조치를 수립하고 발파작업을 시행하여야 한다.

- (6) 발파로 인하여 인근의 기존구조물 또는 주민들에게 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원발생이 예상되는 경우에는 적절한 소음·진동 감소공법을 적용하도록 검토하여 발주처의 승인을 받은 후 시험발파를 통하여 설계 변경하여야 한다.
- (7) 발파기의 최대전류는 발파뇌관수에 충분토록 하고 사전점검을 하여야 한다.
- (8) 용수발생 구간의 발파에는 화약류에 대한 방수조치를 하고 누전으로 인해 불발이 되지 않도록 주의하여 발파하여야 한다.
- (9) 강우, 낙뢰의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관에 의한 작업을 중지하고 이미 설치된 장약은 즉시 발파하고 나머지 화약류는 화약취급소에 안전하게 입고 시켜야 한다.
- (10) 계약상대자는 발파를 수행하기 전에 발파시각의 설정, 경고방법, 경계 및 감시, 대피장소의 방호설비, 비석의 방호 등에 대한 방호조치를 하여야 한다.

3.3.5 발파영향 규제 및 계측관리

- (1) 발파는 인접구조물 등에 손상을 입히지 않도록 시공하여야 하며, 각 보안물건의 발파진동과 폭발음의 허용기준은 설계적용기준에 의거 설정하여야 하며, 시공 시에 규제치를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 발파소음 및 진동의 계측관리
 - ① 발파원 주변의 지장물에 피해를 주지 않도록 계측관리를 하고자 할 때에는 동일 지발 당 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 진동 및 소음의 계측은 매 발파 시마다 실시하도록 하고 발파음은 가급적 음압 레벨(dBL)과 소음레벨(dBA)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 충분히 고려하여 계측작업을 실시하고, 측정된 계측자료는 발파횟수별 발파시간과 일자별로 기록·정리하여 보관한다.

3.3.6 시험발파 시행방법

- (1) 시험발파의 목적은 발파에 의해 발생하는 지반진동의 수준이 지반강도, 발파방법, 화약의 종류, 기폭방법 등에 따라 차이를 보이므로, 암썩기부의 현지암반을 대상으로 장약량과 천공규모를 달리하여 발파를 시행함으로써 파쇄효과 및 공해발생 정도(지반진동, 소음, 비산 등)를 분석하여 안전한 발파패턴을 계획하는데 있다.
- (2) 시험발파 수행계획은 현장조건과 암반특성에 적합하게 관련분야에 대한 지식과 경험을 가지고 있는 특급기술자에 의해 작성되어야 한다.
- (3) 시험발파적용 발파패턴은 천공 및 장약량을 각기 달리하여 다양하게 실시하는 것을 원칙으로 하되, 단일 발파패턴을 적용할 경우에는 제척거리를 달리하여 다양한 환산거리(scaled distance)를 확보할 수 있도록 고려하여야 한다.
- (4) 시험발파 시에는 최소한 30개 이상의 제척자료를 획득할 수 있도록 발파횟수 및 제척기 동원대수를 사전에 고려하여야 한다.
- (5) 제척된 자료는 회귀분석 기법에 의해 통계처리를 하여야 하며, 이때 입력되는 자료는 각 성분의 최대진동속도(peak particle velocity)를 기준으로 한다.
- (6) 시험발파 시 제척결과가 허용진동치를 상회할 때에는 발파진동 경감을 위해 별도의 대책을 수립하여 발주처에 서면으로 제출한 후 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 시행하여야 한다.
- (7) 경감대책으로 천공장, 천공간격, 공당 장약량 및 지발 당 장약량 등의 발파방법 변경이나 진동전파경로의 차단 등의 방법을 활용하여 진동치가 허용범위 이내가 되도록 조치하여야 한다.
- (8) 시험발파시의 결과분석은 진동 및 소음의 측정뿐만 아니라 파쇄암의 집적상태 및 크기, 비산석 상황, 굴착률, 대파 발생량 등을 면밀히 관찰 및 기록하여 발주처에 보고하되, 필요시 보완 및 개선사항에 대한 대책을 강구하여 시험발파 결과 보고서를 작성, 제출하여야 한다.
- (9) 시험발파 결과보고서에는 현장의 발파진동 추정식과 보안물건과의 이격거리별 발파적용 패턴 및 기술시방 사항이 명시되어야 한다.

3.3.7 일반 발파

- (1) 일반발파 적용범위는 보안물건에 대한 소음·진동 기준치, 이격거리 기준에 따라서 적용한다.

- (2) 공당 최대장약량이 발파 규제기준을 충족시킬수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대해 적용하는 공법이며, 화약류에 의한 발파파쇄의 효과가 충실히 나타나는 효율적인 발파공법이다.
- (3) 설계는 에멀전계열 폭약을 기준으로 하고, 장약량의 범위는 5kg 이상 15kg 미만이며, 현장에서의 작업성을 감안하여 표준패턴 장약량은 7.5kg이다.
- (4) 계측은 선택적이나 가급적 실시하는 것이 유익하고, 계단고가 높아서 발파보호공은 실시하기가 어려우나 공발현상 등의 위험이 있을 경우 덮개를 실시할 수 있다.

3.3.8 미진동 굴착공법

- (1) 미진동 굴착공법은 보안물건 주변에서 Type II 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법들을 통칭하는 공법이다.
- (2) 최소단위 미만의 폭약이나 미진동파쇄기 또는 미진동파쇄약, 혼합화약류 등을 사용하는 발파공법과 대형 브레이커, 유압식 할암공법 또는 비폭성 파쇄제 등의 굴착공법으로 대별할 수 있다.
- (3) 미진동 굴착공법은 천공장, 최소저항선, 공간격, 장약량을 설계도서에 준하여 시험발파를 실시하여 가장 합리적이고 안전한 방법을 택하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아서 시행하여야 한다.
- (4) 미진동 굴착공법은 일반 발파와는 진동의 발생기구가 다르므로 진동수준을 예측하고 평가하기 위한 시험발파 수행과 계측관리가 필수적이고, 천공장이 짧아서 폭음이나 공발현상도 우려되므로 발파덮개 등의 보호공이 필수적이다.

3.3.9 정밀진동제어 발파공법

- (1) 정밀진동제어발파는 최소포장단위 이상 0.5kg 미만의 소량의 폭약으로 발파하여 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법으로 암반굴착지역이 주택지 등 보안물건이 근접하여 있는 경우에 효과적인 방법이다.
- (2) 정밀진동제어발파는 대형브레이커를 적용하며, 이 때 화약에 의한 1차 파쇄 및 균열 발생과 브레이커에 의한 2차 파쇄작업을 70 : 30 으로 적용한다.
- (3) 정밀진동제어발파는 화약류의 힘을 충분히 발휘하지 못하게 비장약량이 0.3kg/m³에 미치지 못한다. 따라서 발파에너지의 대부분이 파쇄에 사용되지 못하므로 약장약에 의한 폭음의 발생이 우려된다. 또 불완전발파로서 예기치 못한 진동의 발생도 가능하므로 계측과 발파 보호공이 필수적이다.

3.3.10 진동제어 발파공법

- (1) 발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 시험발파에 결과에 의해 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법이며, 소규모 진동제어발파는 0.5kg 이상 1.6kg 미만의 폭약을 사용하고, 중규모 진동제어발파는 1.6kg 이상 5kg 미만의 폭약을 사용한다.
- (2) 공기 압축기식 또는 유압식 크롤러드릴을 사용하여 천공하며 직경 51~76mm 공을 표준으로 적용한다.
- (3) 진동제어발파는 폭약에 의한 파쇄와 균열의 발생을 유도하는 공법으로 계측 관리와 발파 보호공은 필수적이며, 대형브레이커에 의한 2차 파쇄는 필요하지 않다.

3.3.11 대규모 발파

- (1) 발파영향권 내에 보안물건이 존재하지 않는 산간 오지나 토취장 등에서 발파 효율 만을 고려하는 공법이며, 초유폭약(ANFO)을 주폭약으로 하고 기폭약은 에멀전 폭약을 기준폭약으로 하나, 용수 개소에서는 에멀전 폭약을 사용할 수 있다.
- (2) 초유폭약은 저비중 폭약이므로 공경이 큰 쪽이 유리하므로 $\phi 76\text{mm}$ 이상으로 한다.
- (3) 대규모 발파는 비교적 전색장이 길어 파쇄와 함께 대피의 발생 가능성이 있으므로 이를 감안하여야 한다. 계측은 일반적으로 불필요하며, 벤치고가 높아 발파보호공도 적용할 수 없다.

3.4 마무리

- (1) 깎기의 토공 마무리면 및 비탈면은 설계도서에 명시된 선형과 경사에 적합하도록 정돈하여야 하며, 기준선 이하에 있는 재료는 이완시키지 않도록 주의하여야 한다.
- (2) 발파로 인하여 균열이 발생하고 이완된 상태의 모암에 붙어 있는 부석은 인력 또는 장비를 동원하여 제거하여야 한다.
- (3) 흙깎기 구간의 비탈면은 자연비탈면과의 경계부를 곡선처리 하여야 하며, 흙깎기 구간에 쌓기구간이 교차하는 지점의 비탈면은 그 경사를 조정하여 서로 겹치게 하거나 자연지반에 완만히 붙게 함으로써 뚜렷한 꺾임부가 생기지 않도록 하여야 한다.

3.5 시공 중 표면수, 용출수 처리 및 노면보호

- (1) 시공 중 표면수나 용출수에 의해 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우는 깎기작업 진행과 동시에 비탈면 배수시설 또는 가배수시설을 설치하여야 한다.
- (2) 시공 중에는 항상 배수가 원활하게 이루어지도록 경사면을 유지·관리하여야 하며, 흙깎기와 쌓기 경계부에는 배수로를 설치하여 세굴을 방지하여야 한다.
- (3) 깎기 마무리면이 토사일 경우는 우기 및 동절기에 차량통행을 제한하거나 일정 구간으로 유도하여 노면의 훼손을 최소화하여야 한다.

3.6 비탈면 경사

계약상대자는 깎기작업 시 비탈면의 경사를 설계도서에 따라 형성하여야 하지만 작업이 진행되는 과정에서 설계 시 예상하지 못한 지층의 변화와 절리, 단층의 불연속면 발달, 지하수침출 등이 확인되어 비탈면이 불안정할 경우에는 관련분야 특급기술자가 작성한 비탈면 안정해석 및 대책검토서를 제출하고 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후에 비탈면의 경사를 변경할 수 있다.

3.7 사토 및 잔토처리

- (1) 사토와 잔토는 설계도서에서 승인된 장소에 버리거나 감독자(또는 감리원)의 승인 하에 운반, 처리함을 원칙으로 한다.
- (2) 잔토를 운반할 때에는 차량의 크기에 따라 도로의 구조와 폭 등을 고려하고 안전하고 적절한 운반경로를 선정하여야 하며, 사토장을 변경할 경우에는 사토 운반 전에 승인을 얻어야 한다.
- (3) 사토작업 전·후로 작업장을 정리하여야 하며 처분지에는 재해방지에 필요한 조치를 강구하여야 한다.
 - ① 사토작업이 완료된 구간의 사토비탈면 경사는 감독자(또는 감리원)의 별도 승인이 없는 한 1:2 보다 완만한 경사가 되도록 정리하여야 하며 비탈면은 적절한 보호공사를 수행하여야 한다.
 - ② 암사토의 경우는 외부에 노출된 면을 암덩어리로 보기 좋게 정리하여야 한다.
 - ③ 잔토를 반출할 때에는 노면의 오손을 방지함과 동시에 운반노선을 그때마다 점검하고 노면의 청소 및 보수를 하여야 한다. 또한, 살수 등의 조치로 먼지가 나지 않도록 하여야 한다.

- ④ 되메우기용 토사로서 잔토를 일시 보관하고자 할 때에는 공사시방서 등이 정하는 바에 따라야 한다.
- ⑤ 사토장은 지형적으로 불량한 장소에 설치되는 경우가 많아, 시공 도중이 시공 후에 우수에 의한 토사유출 및 붕괴의 위험이 많으므로 사전 배수나 기존 수로에 대한 대책, 옹벽에 의한 토류공사나 비탈면 보호공사 및 보강공사, 사토로 인한 환경영향 대책 등 충분한 방재대책을 검토하여 사토장의 안정을 도모하여야 한다.
- ⑥ 사토장의 토사유출, 붕괴 등으로 인해 자연환경, 개인소유 재산의 피해를 야기할 경우에는 원상 복구하여야 한다.
- ⑦ 계약상대자는 사토장 운영 시 침식에 의한 토사유출, 비탈면 붕괴 및 분진을 방지하여야 하며 세륜설비, 가설울타리 등을 설치하고 관계기관의 인·허가 조건을 이행하여야 한다.
- ⑧ 배수시설, 수목식재, 비탈면 보호공 등 복구계획에 다른 제반공사는 각 해당 시방조항에 따른다.

3.8 깎기재료의 활용

- (1) 깎기에서 발생한 재료는 제4장 비탈면 쌓기의 2.1 쌓기재료의 일반요건을 참조하여 최대한 활용하여야 한다.
- (2) 깎기에서 발생한 재료 중 비탈면 보호공 및 기타 목적에 적합하다고 감독자(또는 감리원)가 결정한 것은 지정된 장소에 저장하거나 직접 사용할 장소에 운반해 활용하여야 한다.

3.9 현장 품질관리

3.9.1 일반사항

- (1) 깎기공사 중 토질에 변화가 생길 때는 즉시 감독자(또는 감리원)에게 보고하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.
- (2) 비탈면 깎기를 할 때는 비탈면의 안정에 영향을 주지 않도록 주의하여야 하며, 시공중 지질의 변화 및 용수상황을 관찰·기록하여 감독자(또는 감리원)에게 보고하여야 한다.
- (3) 예상하지 못한 지반조건이 발견되면 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 작업재개 지시가 있을 때까지는 해당구역의 작업을 중지하여야 한다.

- (4) 계약상대자는 깎기 시공상태의 품질 및 규격에 대한 검사를 실시하여 이상이 없을 경우에 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후에 다음 단계의 작업을 하여야 한다.
- (5) 감독자(또는 감리원)가 건설공사 시공물의 품질확보 여부를 확인하기 위하여 외부에 의뢰하거나 직접 검사시험을 실시할 경우에 계약상대자는 그 지시에 따라야 하며 검사결과 불합격으로 판정될 경우는 재시공 또는 보완시공 후에 재검사를 하여 승인을 받아야 한다.
- (6) 깎기 허용오차의 범위
깎기에 명기된 도면의 시공기면에서 시공 허용오차의 범위는 다음과 같다.
 - ① 토사 비탈면 : $\pm 100\text{mm}$
 - ② 리핑암 비탈면 : $\pm 200\text{mm}$
 - ③ 발파암 비탈면 : $\pm 300\text{mm}$

3.9.2 계측관리

3.9.2.1 일반사항

- (1) 적용범위
본 시방서는 비탈면 건설공사에서 깎기비탈면에 관한 계측 및 계측결과의 관리에 적용한다.
- (2) 제출물
계측관리 계획에 맞추어 다음과 같은 사항의 계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
 - ① 계측계획서
 - ② 안정관리 계획서
 - ③ 계측기록 결과 및 분석자료

3.9.2.2 시공

- (1) 계측일반
 - ① 계측은 시공의 안정성을 확보하고 조기에 자료를 수집하여 설계 및 시공에 반영 하므로써 경제적이고 안전한 시공이 될 수 있도록 실시하여야 한다.
 - ② 시공자는 설계서에 표기된 계측기기를 구비하고, 발주자 대리인의 입회 하에 전문기술자에 의해 지정된 위치에 계측기기를 설치하여야 한다.

- ③ 시공자는 계측기기를 유지관리하여 계측자료 수집에 차질이 없도록 하여야 하며, 계측에 대한 기록결과의 성과분석 등은 전문기술자에 의뢰하여 실시하여야 한다.
- ④ 설계내용과 계측성과의 분석결과가 상이하여 설계변경이 필요한 경우에는 이를 발주자 대리인에게 보고하고 승인을 받아야 한다.
- ⑤ 공사가 완료된 후에도 측정이 가능한 계측기기는 보존하여 유지관리시 활용할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑥ 시공자는 시공중 계측뿐만 아니라 공사기간 중 모든 계측기록 결과와 성과분석 자료 등을 종합 정리하여 발주자 대리인에게 제출하여야 한다.
- ⑦ 필요구간에 대해서는 공사가 완료된 후에도 유지관리 계측이 가능하도록 계측 시스템을 구축하여 준공후 관리주체가 위험 및 급격한 변화시에 신속하게 대처할 수 있도록 하여야 한다.

(2) 계측항목

- ① 지표의 변위 측정
- ② 비탈면의 수평변위 측정
- ③ 지하수위 측정

(3) 계측빈도

- ① 공사단계별 계측빈도는 지반활동등이 예상되는 경우에 한하여 표 5.2를 표준으로 하며, 현장 여건을 고려하여 발주자 대리인의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다.

표 5.2 계측빈도와 기간

구 분	계측항목	계 측 빈 도		
		깎기 직후 ~ 1개월	1개월~3개월	3개월 이후
깎기구간	지중정사계 지하수위계 신 측 계	2회/1주 이상	1회/주	1회/월

(4) 계측작업

계측기기는 계측의 목적과 정도, 측정기간, 예상변화량 등을 고려하여 현장조건에 가장 적절한 것을 선택하여야 한다.

① 신측계

신측계는 지표의 변위를 측정한다.

② 지중경사계

지중경사계는 지중의 측방 이동량을 확인하고, 비탈면의 수평변위를 측정한다.

③ 지하 수위계

지하수위계는 지하수위의 변화를 측정하며, 스탠드 파이프 내 지하수위의 변동사항을 측정하는데 이용한다.

(5) 계측관리

① 계측결과의 적용

시공자는 시공 중 각종 계측을 체계적으로 수행하면서 계측결과를 분석하여 제체의 안정성을 검토한 후 비탈면 시공에 활용하여야 한다.

② 계측결과의 정리

계측결과는 시공 중 일상 관리시에 이용하거나 장래 공사계획에 반영할 수 있도록 정리하고 그 기록을 보존하여야 한다.

③ 계측결과의 보고

계측결과는 지체없이 보고하여야 한다. 또한 현저히 큰 변위가 발생하는 경우나, 변위속도가 기준값 이상이거나 수렴하지 않는 경우에는 즉시 발주자 대리인에게 보고하여야 한다.

④ 계측기기의 취급

가. 계측기기를 설치하거나 운반시에는 파손이 생기지 않도록 신중히 취급하여야 하며, 계측기기의 매설은 계측기기가 손상을 입었을 때에도 계측성과의 이용에 지장이 없도록 발주자 대리인과 협의하여 일정량을 추가 매설하여야 한다.

나. 계측기기는 비탈면 시공 전에 설치하여야 한다.

(6) 안정관리

① 계약상대자는 설계서에 따라 지중경사계, 지하수위계, 신축계 등을 설치하여 계측 및 분석을 하고 비탈면 관리용 계측 성과를 종합하여 안정분석을 실시하여야 한다.

② 계측성과의 분석 또는 육안관찰 결과, 지반의 활동파괴 가능성이 예측될 경우에는 이를 발주자 대리인에게 보고하고 신속하게 응급대책을 강구하여야 한다.

제 6 장 앵커

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면보강을 위한 앵커공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 3505 PC 강봉

KS D 7002 PC 강선 및 강연선

KS D 3503 일반구조용 압연강재

KS D 3515 용접구조용 압연강재

KS F 2414 콘크리트 블리딩 시험방법

KS F 2433 블리딩 및 팽창률 시험

KS F 2426 주입 모르타의 압축강도 시험방법

KS F 2432 주입 모르타의 컨시스턴시 시험방법

KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 시공 전 검토사항

1.3.1 시공계획서

- (1) 해당공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출한다.
- (2) 시공계획서에는 지반앵커 시공 시 지반종류에 따른 천공기계의 선정, 가설비와 설치구조, 3.7.2 현장품질관리 시험에서 요구하는 내용을 포함하여야 한다.

2. 재료

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

- (1) 그라우트는 KS L 5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강시멘트를 사용하고, 그 이외의 시멘트를 사용할 때는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.
- (2) 혼화제의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 혼화제를 사용할 때는 감독자(또는 감리원)의 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 감소하지 않으며 침식되지 않고 화학적으로 안정하며 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며 중력 또는 압력으로 채운다.
- (5) 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 전시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결제를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 하며, 물-시멘트비(W/C)는 설계도서를 따른다.
- (6) 이외의 사항은 관련 규정을 따른다.

2.3 패커(packer)

패커는 설계도서에 표시된 규격의 것으로 하고, 유해한 흠이 없는 것으로 하여야 한다.

2.4 정착구

정착구는 앵커의 소요응력을 구조체에 직접 작용토록 하는 요소로 정착방식은 켄기(wedge), 너트(nut) 등이 있으며 대부분의 앵커에 적용되고, 품질확인을 받은 제품을 사용하여야 한다. 앵커에 사용되는 정착구는 프리스트레스트 콘크리트에 사용하는 정착구와 동등 이상의 품질을 가져야 한다.

2.5 방식용 재료

- (1) 영구앵커의 경우는 앵커재 자체가 부식되지 않는 구조를 가져야 한다. 특히, 켄기 정착방식의 앵커는 켄기정착을 위하여 긴장부 쉬스(sheath)를 제거 시 강연선이 노출되므로 수압판의 상하부가 밀폐될 수 있는 구조를 가져야 한다.
- (2) 방식용 재료는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 방식용 재료를 사용할 때는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.

- (3) 방식용 재료는 방식의 기능이 장기간 지속되고, 긴장제와 쉬스의 재료특성에 악 영향을 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 혼화 재료는 습기를 받지 않도록 보관하여야 한다.

2.7 장비

2.7.1 인장재

- (1) 인장재에는 설계인장응력 이상을 긴장할 수 있는 장비를 사용하여야 한다.
- (2) 인장재의 압력계는 공인시험기관에서 검·교정을 받은 장비를 사용하여야 한다.
- (3) 인장재에는 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 가능하여야 하고 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.
- (3) 그라우트 펌프는 최소 주입압력이 0.5MPa 이상이어야 하며, 그라우트 호스 및 연결구는 최대 2MPa의 압력에 견딜 수 있는 자재를 사용하여야 한다.
- (4) 급수계량기는 그라우트 혼합에 사용된 수량을 $2\ell/m^3$ 까지 측정할 수 있어야 한다.
- (5) 주입공 연결부에 설치하는 차단밸브는 주입이 완료된 후에도 그라우트가 응결할 때까지 필요한 압력을 유지할 수 있어야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 앵커시공은 먼저 시공계획서를 작성하고, 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.
- (2) 앵커시공은 시공계획서에 따라 실시하여야 하며, 구체적인 시공순서 및 방법에 대해서는 현장상황, 지반조건을 검토하여 적합하게 조정하여 시공하여야 한다.
- (3) 작업공정 또는 작업 순서를 변경할 때에는 감독자(또는 감리원)의 지시에 의해 변경 시공계획서를 작성하여야 한다.
- (4) 유기질점토나 실트 등 강도가 매우 적은 지반에서는 앵커를 설치해서는 안 된다. 부득이 앵커를 설치하여야 하는 경우에는 지반보강을 선행한 후 재천공하거나 특수앵커를 시험 시공하여 그 효과를 확인하여야 한다.
- (5) 앵커의 앵커체 선단이 인접 토지경계를 넘지 않도록 한다. 불가피하게 침범한 경우에는 토지소유주의 동의를 받아야 하며, 앵커가 주변 시설물등에 미치는 영향을 검토하고 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.
- (6) 앵커긴장부는 설계도서를 기준으로 하고 반드시 설계도서에 명시된 토질정수를 확인, 설계깊이 이상으로 시공하여야 하며 현장의 지반조건과 설계상의 지반조건이 상이할 경우는 현장 지반조건에 대해 설계사항을 재검토하여 감독자(또는 감리원)의 승인하에 변경 및 시공을 수행하여야 한다.
- (7) 전반적인 거동상태를 장기적으로 점검, 관측 및 계측하여야 하며 필요에 따라 재긴장 및 앵커증설 등의 조치를 취하여야 한다.

3.2 천공

- (1) 천공지름과 천공깊이는 설계도면을 따른다.
- (2) 천공지름은 도면에 표시된 지름을 표준으로 하고, 앵커 지름보다 최소 40mm 이상 커야 하며 천공 후 일정시간(앵커삽입 및 주입 시간)이내 토사붕괴가 우려되는 구간에는 케이싱을 삽입하여 천공 내부의 토사교란 및 무너짐을 방지하여야 한다.
- (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.

- (4) 천공 후 지하수가 용출될 때 고압력 주입으로 선행주입 후 재천공하여 지하수의 용출을 방지한다.
- (5) 천공보고서(drilling report)를 매 공마다 작성하여 토층, 천공길이, 천공지름, 천공시간을 확인하고, 설계주상도와 항상 비교하여 앵커체의 신뢰도 및 인장력의 신뢰도를 확인한다.
- (6) 천공각도는 설계도서에 명시된 각도로서 두부에서 정착부까지 직선을 유지하여야 한다.
- (7) 천공장비는 정착지반에 따라 공압식과 유압식 드릴을 사용하여 풍화토 또는 연약한 지반일 때는 케이싱천공이 가능한 장비를 사용하여 공벽을 유지하여야 한다.
- (8) 천공작업 중 지하수위의 위치변화, 천공속도, 공내 세척시간, 용수, 지반상황 등을 기록, 보관하여야 한다.
- (9) 천공깊이는 소요 천공깊이 보다 최소한 0.5m 이상 깊게 하여 천공면으로부터 교란된 이물질을 가라앉혀 소요 천공깊이에 지장이 없도록 한다.
- (10) 앵커가 후면의 기존 구조물을 통과할 때 앵커체는 최소한 기초면 하부 3m 이하의 심도를 통과하여야 하고 인접 앵커체와 떨어지도록 배치하여야 한다.
- (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 청소 시에는 긴장부와 앵커체를 포함한 전체 천공부의 공벽을 보호하여야 한다.

3.3 앵커의 가공 및 조립

- (1) 앵커는 사전에 시험천공을 실시하여 현장 지반조건과 설계 지반조건을 확인한 후에 설계도서에 표시된 대로 가공, 조립하여야 한다.
- (2) 앵커체에 이물질이 들어가지 않고, 압축부의 정확한 품질을 확보하기 위하여 공장조립을 원칙으로 하며 이와 동등한 현장시설을 갖추면 현장조립도 가능하다.
- (3) 적당한 위치에 스페이서를 설치하여 긴장재의 간격을 유지하고, 앵커체의 굴곡을 방지하여야 한다. 또, 스페이서는 파형관 쉬스 내에 긴장재가 중앙에 위치하여 그라우트의 피복두께를 동일하게 할 수 있는 구조를 가진 것을 사용하여야 한다.

- (4) 긴장재 절단은 용접기를 사용하지 않고 커터(cutter)로 하며 각 긴장재의 전체에 대하여 방청을 실시하고, 쉬스나 이에 준하는 방수재로 피복한다. 또, 절단길이는 설계길이(긴장부+앵커체)에 긴장 및 정착을 위한 여유장(1m)을 고려하여야 한다.
- (5) 앵커체 부위는 각 강선과 주입호스를 스페이서와 클램프를 이용하여 도면에 명시한대로 조립한다.
- (6) 패커와 분리되는 긴장부 피복호스는 클램프로 충분히 압축시킨 후 에폭시 시멘트로 밀폐시켜야 한다.
- (7) 방청재의 주입은 원칙적으로 조립·가공 시에 행하며, 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻지 않으면 삽입 후에 주입해서는 안 된다.
- (8) 조립된 앵커의 운반 및 삽입 시 앵커에 손상이 가지 않게 충분한 절곡반경(앵커체 유효지름의 5배 이상)을 유지하여야 한다.
- (9) 가공, 조립을 끝마친 앵커는 휘거나 변형되지 않게 주의하고 삽입 시 천공 구멍으로 인한 손상이 가지 않아야 하며 녹의 발생과 진흙, 기름 등의 불순물의 부착이 없도록 보관하여야 한다.

3.4 앵커의 삽입

- (1) 앵커는 삽입 작업대 또는 크레인 등의 장비에 의해서 삽입하여야 한다.
- (2) 앵커 삽입 시 앵커가 천공 구멍의 중앙에 위치하도록 앵커에 중심결정구(센트럴 라이저)를 1~3m 간격으로 부착하여야 하며 공벽의 붕괴우려가 있으면 케이싱을 인발하지 않고 삽입한다.
- (3) 소요길이까지 삽입 후 지지대를 설치하여 앵커를 공내에 고정시킨다.

3.5 그라우트 혼합과 주입

- (1) 그라우트 배합은 설계도서에 표시된 대로 한다. 단, 그라우트가 모르타르인 경우는 모래의 표면수에 따라 사용수량을 보정하여야 한다.
- (2) 그라우팅 전에 시험그라우팅을 실시하고 주입압력, 쥘타입, 주변 지반에 대한 영향 및 손실량 등을 파악한 후에 시공하여야 한다.
- (3) 그라우트의 혼합은 그라우트 믹서에 의하여 소정의 시간동안 혼합하는 것으로 하며 이전의 그라우트가 완전히 배출한 후가 아니면 다음 재료를 주입해서는 안 된다.

- (4) 혼합된 그라우트는 90분 이내에 주입하는 것으로 하며, 이것을 경과한 그라우트는 사용해서는 안 된다.
- (5) 그라우팅 전에는 그라우트의 강도, 재료의 구성 상태, 그라우팅양에 대해 감독자(또는 감리원)의 확인을 받아야 한다.
- (6) 그라우팅은 주입펌프에 의해 연속으로 행하여야 한다.
- (7) 인장형 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, 그라우팅 시 패커 바깥으로 그라우트가 누출되지 않고 원지반이 파괴되지 않도록 적정 주입압력을 유지하여야 한다.
- (8) 동결기의 주입은 그라우트의 온도가 10~25℃ 이하를 유지하고, 주입 후는 천공 입구를 적당히 피복재로 덮고, 그라우트의 동결을 방지하여 보관하여야 한다.
- (9) 하절기에 그라우팅을 할 때는 그라우트 온도의 상승과 조기경화가 발생하지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.
- (10) 그라우트 주입에 사용하는 장비는 다음에 적합하여야 한다.
 - ① 믹서는 혼합과 배합을 동시에 할 수 있어야 하며 그라우팅이 종료될 때까지 연속적으로 주입이 가능하고 검측용 압력계기가 부착되어 있어야 한다.
 - ② 주입펌프는 최소 주입압력이 0.5MPa이고 주입호스 및 연결구는 최대 2MPa의 압력을 견딜 수 있는 자재를 사용하여야 한다.
 - ③ 급수계량기는 그라우트 혼합에 사용된 수량을 2ℓ/m³ 까지 측정할 수 있어야 한다.
 - ④ 주입공 연결부에 설치하는 차단밸브는 주입이 완료된 후에도 그라우트가 응결할 때까지 필요한 압력을 유지할 수 있어야 한다.
- (11) 수밀성의 확보

앵커체 부근의 암반이 균열의 발달 등으로 충분한 강도와 내구성을 갖는 앵커를 조성하는 것이 곤란한 것으로 확인될 때는 감독자(또는 감리원)와 합의하여 콘솔리데이션 그라우팅(consolidation grouting)을 실시하여야 한다.
- (12) 양생

그라우트 주입 후 앵커는 그라우트의 경화중에 유해한 진동, 충격을 주지 않도록 보호하여야 한다.

3.6 긴장 및 정착작업

- (1) 두부와 정착구의 설치는 그라우트 등에 의해 이물질이 묻지 않도록 하며, 시공 순서에 따라 정확하게 시공한다.
- (2) 긴장은 긴장재의 종류에 적합한 잭(jack)으로 행하며, 설계도서에 표시한 긴장력으로 정착하는 것으로 한다.
- (3) PS 강선의 긴장시기는 그라우트를 완료하고 설계도서에 명시된 강도를 확인한 후 실시한다.
- (4) 앵커두부면과 PS 강선은 수직을 유지하며 편심에 의한 강선 파단이 없도록 하여야 한다.
- (5) 인장재의 하중계 등 계기는 사전에 공인시험기관에서 검·교정을 실시하여 정확한 하중을 측정할 수 있도록 한다.
- (6) 긴장 측정기의 압력 및 신장량은 앵커 긴장보고서에 기록하여야 한다.
- (7) 앵커두부의 정착은 설계도서에 표시된 정착구에 의해 정착긴장력이 유지되도록 정확히 정착시켜야 한다.
- (8) 긴장 시에는 긴장력에 따른 신장량을 소정의 양식에 기록한 후 감독자(또는 감리원)에게 제출하여야 하며 긴장 도중 지반의 이완여부 및 주변 앵커상태를 관찰하여야 한다.
- (9) 정착은 적합한 인장재를 사용하여 긴장재의 공칭 파단하중 이상의 정착내력을 발휘할 수 있는 켄치 정착방식 또는 너트 정착방식을 사용하여야 한다.
- (10) 점성토지반이나 느슨한 사질토지반에서는 앵커의 재긴장 또는 긴장력 저하 대비하여 긴장력 조정이 가능한 정착 두부구조를 가진 앵커를 사용하고 재긴장할 수 있는 여유길리와 재긴장 장치를 두어야 한다.
- (11) 앵커체의 해체는 공사시방서를 따르며 급격히 인장력을 푸는 것은 피한다.
- (12) 앵커두부는 설계도서에 표시한 방법에 의해 확실하게 방식효과가 발휘되도록 시공하여야 한다.
- (13) 지압판은 설계도서에 표시된 구조로 시공한다.

3.7 현장 품질관리

3.7.1 품질관리 일반

- (1) 앵커의 품질관리는 일반시방서에 규정된 것 이외에 다음 항목에 대하여 실시한다.

① 주입작업 관리

가. 그라우트의 배합관리

나. 반죽질기 관리

다. 주입량 관리

② 시험

가. 인장시험

나. 확인시험

(2) 품질관리의 실시결과는 그때마다 기록하고 보존하는 것으로 하며, 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 제출되어야 한다.

(3) 인장시험 및 크리프(creep)시험

앵커시험은 실시공전 시험앵커나 본 앵커에 대해 시험을 실시하며 시험의 최대 하중은 설계긴장력과 적용 강연선의 항복강도 중에서 결정한다. 인장시험은 그라우트가 충분히 강도를 보이는 시점에서 실시하며, 정착지반이 크리프의 영향을 많이 받을 것으로 판단되는 경우에는 앵커의 크리프시험을 실시하여야 한다.

(4) 주입작업 관리

① 그라우트의 배합관리는 재료의 사용량 관리를 기본으로 하지만, 그라우트가 모르타르의 경우는 모래의 표면수에 따라 배합을 조정하는 것으로 하고 오전과 오후에 각 1회 이상 실시하는 것으로 한다.

② 모래의 표면수량시험은 KS F 2509(잔골재의 표면수량 시험방법)에 의한다.

③ 그라우트의 반죽질기는 P로드법에 의한 것을 원칙으로 한다.

④ 주입량 관리를 위해 그라우트 재료의 사용량을 기록한다.

(5) 그라우트 품질관리

그라우트의 품질관리를 위한 시험은 작업개시 전에 1회 이상 실시하고 시험 항목과 시험방법은 다음과 같다.

① 블리딩 시험은 KS F 2414를 따른다.

② 블리딩 및 팽창률 시험은 KS F 2433을 따른다.

③ 압축강도 시험은 KS F 2426을 따른다.

④ 컨시스턴시 시험은 KS F 2432를 따른다.

3.7.2 시험일반

인장시험과 확인시험은 앵커긴장, 정착작업에 선행하여 하는 것으로 한다.

3.7.2.1 인장시험

- (1) 인장시험의 대상으로 하는 앵커는 시공계획서의 작업공정에 명기하고, 확인 시험의 판정기준이 효과적으로 얻어지도록 계획하는 것으로 한다.
- (2) 가압장치는 최대 계획시험하중의 1.2배 이상의 공칭용량을 가지며, 계획하중 단계에 따른 하중의 증감이 가능한 것으로 한다. 인장재의 하중계는 사전에 작동을 시켜, 정확한 하중을 측정할 수 있도록 한다.
- (3) 시험방법은 특별히 정해진 때를 제외하고 다음과 같이 한다.
 - ① 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2배 이상, 긴장재의 항복하중의 0.9배 이하로 한다.
 - ② 초기하중은 계획 최대시험하중의 0.1배로 하되 시험하중이 적은 경우에는 미소한 하중의 측정이 곤란하므로 최소 50kN 이상의 초기 하중을 유지하도록 한다.
 - ③ 재하하는 초기하중에서 계획 최대시험하중과의 사이를 5등분씩, 하중제어에 의해 높은 주기로 실시함을 원칙으로 한다.
 - ④ 각 주기의 재하하는 다음 표에 표시한 시간에서 하중을 일정하게 유지한다. 단, 변위가 안정되지 않는 경우에는 다음 표 6.1에 준하여 하중을 유지한다.

표 6.1 인장시험 최소하중재하시간

정착층 하중단계	점성토	사질토	암반
초기하중 시	15분 이상의 일정시간	10분 이상의 일정시간	5분 이상의 일정시간
이력하중 시	3분 이상의 일정시간	2분 이상의 일정시간	1분 이상의 일정시간

- ⑤ 각 하중단계에서의 측정항목은 하중-변위량과 시간으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼 게이지 측정치의 평균치에 의한다.
- ⑥ 하중의 증가속도 및 제하속도는 각각 매 분당의 계획 최대시험하중의 0.1배 내지 0.2배로 한다.
- ⑦ 시험결과는 앵커두부에 있어서 하중-변위량 곡선, 하중-탄성변위량 곡선, 시간-하중곡선을 각각 그림으로 표시해 지압판 지지반 파괴상태, 앵커긴장부의 길이, 앵커의 인발유무를 판정한다.
- (4) 인장시험의 결과에 의해 앵커에 이상이 있다고 인정될 경우에는 바로 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

3.7.2.2 확인시험

- (1) 확인시험은 인장시험을 실시한 앵커이외의 전체 앵커에 대하여 실시하는 것으로 한다.
- (2) 가압장치에 대해서는 본 장 3.7.2.1 인장시험의 (2)항을 준용한다.
- (3) 시험의 방법은 특별히 정한 경우를 제외하고 다음과 같이 한다.
 - ① 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2배로 한다.
 - ② 시험은 초기하중에서 계획 최대하중까지 재하와 초기하중까지의 재하의 1주기로 한다.
 - ③ 재하 도중 계획 최대시험하중의 0.4배, 0.8배, 1.0배의 각 단계로 가압을 정지하고 변위가 안정될 때까지 하중을 유지한다.
 - ④ 하중의 증가속도와 재하속도는 인장시험과 동일하게 한다.
 - ⑤ 측정항목은 하중과 변위량으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼 게이지의 측정치의 평균치에 의한다.
 - ⑥ 시험결과가 인장시험의 결과와 차이가 없음을 확인한다.
- (4) 인장시험의 결과, 앵커에 이상이 있다고 인정될 경우에는 바로 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

3.7.2.3 크리프시험

- (1) 크리프시험은 감독자(또는 감리원)가 필요하다고 생각되는 경우, 크리프의 영향을 많이 받는 소성의 성질을 많이 가진 지반에 대해 실시한다.
- (2) 가압장치에 대해서는 본 장 3.7.2.1 인장시험의 (2)를 준용한다.
- (3) 시험방법은 특별히 정한 경우를 제외하고 다음과 같이 한다.
 - ① 계획 최대시험하중은 설계하중의 1.2~1.3배로 한다.
 - ② 시험은 초기하중에서 계획 최대하중까지 재하와 초기하중까지의 재하의 1주기로 한다.
 - ③ 재하 도중에 계획 최대시험하중(Td)의 0.2배, 0.4배, 0.8배, 1.0배, 1.2배, 1.3배의 각 단계로 가압을 정지하고 변위가 안정될 때까지 하중을 유지하며, 안정유지가 안 될 때는 아래 표 6.2를 기준하여 하중을 유지한다.

표 6.2 크리프시험의 최소 재하시간

하중단계 \ 정작층	최소 관측시간	
	사질토	점성토
0.2Td		
0.4Td	15분 이상	30분 이상
0.8Td	15분 이상	30분 이상
1.0Td	1시간 이상	2시간 이상
1.2Td	1시간 이상	3시간 이상
1.3Td	2시간 이상	5시간 이상

- ④ 하중의 증가속도와 제하속도는 인장시험과 동일하게 한다.
 - ⑤ 측정항목은 하중과 변위량으로 하고, 변위량은 2개의 다이얼게이지 측정치의 평균치에 의한다.
 - ⑥ 시험결과를 시간-변위 관계를 반대수 용지에 정리하여 크리프도를 계산하고 크리프의 영향을 확인한다.
- (5) 크리프시험 결과, 앵커의 크리프에 대한 영향이 크다고 판단될 경우에는 바로 감독자(또는 감리원)에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

3.7.2.4 그라우트의 일축압축강도 시험

그라우트에 대한 품질시험은 일축압축강도 시험용 공시체를 만들고 시험을 실시한다.

제 7 장 네일

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면을 보강하는 네일공사에 적용한다.

1.2 참조규격

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 시공 전 검토사항

1.3.1 지반조건의 확인

네일공사 시공에 앞서 설계도서에 명시된 지반조건과 실제 현장의 지반조건이 일치하는지를 확인하고, 일치하지 않거나 설계도와 같이 시공하는 것이 부적당하다고 판단될 경우는 즉시 설계변경 등의 대책을 강구하여야 한다. 또, 깎기면이 연약한 부분에 대한 제거 또는 보강 등 별도의 처리를 요하는 경우 감독자(또는 감리원)의 지시를 따른다.

1.3.2 시공계획서 및 도면

(1) 네일 설치계획

네일의 설치범위, 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획, 시공순서 및 시공방법, 인원 및 장비계획, 자재반입계획 등을 검토하여야 한다.

(2) 설계검토 보고서

설계도면과 현장조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리대책으로서 해당분야 특급 기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등을 검토하여야 한다.

(3) 네일공과 주변구조물과의 공간관계 및 응력상부의 토공 마무리계획을 포함하는 부위별 횡단면도 등을 검토하여야 한다.

- (4) 설치지반의 지형을 고려하여 작성한 시공전개도(종단면도) 등을 검토하여야 한다.
- (5) 가장자리 부분, 꺾이는 부분, 경사가 변하는 부분, 곡선구간 등에 대한 설치세부도 등을 검토하여야 한다.

2. 재료

2.1 네일

- (1) 네일에 사용하는 이형봉강은 KS D 3504 (철근콘크리트용 봉강) 7002 및 KS D 3505에 부합하는 PS 강재를 사용하는 것이 바람직하다. KS규격이 없는 재료에 대해서는 공인 인증시험기관에서 시험하여 인증된 재료와 동등한 절차에 의해 재질의 적합성을 인정하여 품질이 보증된 것을 사용한다.
- (2) 네일강재의 부식이 향후 구조체의 안정에 영향을 줄 우려가 있을 경우 아연도금 또는 동등 이상의 방식처리가 된 것을 사용한다.
- (3) 네일은 그 자체에 결함이 없어야 하며 그라우트와의 부착이 양호하여야 하므로 유해한 흙, 기름 등을 제거한 후에 사용하여야 한다.

2.2 정착판

- (1) 정착판은 네일에 발생하는 하중을 장기적으로 견딜 수 있는 재료를 사용한다.
- (2) 정착판의 면적은 150×150mm 이상의 것을 사용한다. 정착판의 두께는 9mm 이상의 것을 사용하되, 팽창성 지반 또는 정착판 면적이 300×300mm 이상인 경우에는 12mm 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.

2.3 그라우트

- (1) 그라우트 주입용 시멘트는 KS L 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강 시멘트 사용을 기본으로 하고 필요에 따라 혼화재를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거쳐 사용하여야 한다.
- (2) 그라우트는 네일에 발생하는 하중을 주면지반에 전달시킴과 동시에 부식 물질의 침입으로부터 네일을 보호하는 역할을 하며, 필요한 강도와 내구성을 갖고 네일과 지반 사이의 틈이 꼭 채울 수 있는 성질을 갖고 있어야 한다.

- (3) 그라우트는 28일 강도가 약 24MPa 정도 확보되도록 배합설계하며 물-시멘트비(W/C)가 40~50%가 범위가 되도록 한다. 조기에 강도를 확보하고 네일과 지반 사이의 틈을 꼭 채우기 위하여 급결제 및 팽창제를 사용하기도 한다. 앞의 물-시멘트비 범위는 일반적인 그라우트 재료의 요구조건을 만족시키지만 시공성을 손상시키지 않는 범위라면 물시멘트비를 작게 할수록 그라우트의 품질이 높아지므로 유동화제나 감수제 등의 혼화제를 사용할 수 있다.

3. 시공

3.1 깎기

- (1) 네일시공에서 깎기면은 본체구조물로 이용되는 경우가 많으므로 정확한 위치와 형상으로 깎기를 시행할 필요가 있으며, 토질에 따라 지반이 자립할 수 있는 깎기 깊이, 주입 그라우트나 콘크리트 뿔어붙이기가 소요의 강도를 얻기 위한 양생기간 등을 고려하여 깎기깊이 및 다음 단계의 깎기시기 등을 결정하여야 한다.
- (2) 지반조건에 따라 다르지만 일반적으로 토사지반에서 단계별 연직 깎기깊이는 최대 2m로 제한하고 그 상태로 최소한 1~2일간 자립성을 유지할 수 있는 범위에서 깎기깊이를 유지할 수 있어야 한다.
- (3) 깎기는 비탈면 상부에서부터 시행하되 네일 설치 단계로 깎기와 네일 설치를 반복하면서 하향으로 시공한다. 1개단 깎기의 기준선은 상단 네일과 직하단 네일 사이의 중간선으로 한다.
- (4) 지층 중간에 대수층이나 점착력이 없는 사질층이 있거나 연약한 지층이 있어 자립이 곤란할 경우에는 미리 보강재를 삽입하거나 턱(berm)을 두는 방법, 기성 패널을 이용하는 방법 등을 사용하는 것이 효과적이다.
- (5) 깎기중에 깎기면의 일부가 붕괴된 경우에는 붕괴규모에 따라 비탈면의 안정을 확보할 수 있도록 별도의 대책을 수립하여 시공하여야 한다.

3.2 천공 및 네일의 삽입

- (1) 천공 시에는 주변 시설물의 유동이나 지반이 심하게 교란되지 않도록 유의하여야 한다.
- (2) 천공은 주위의 지하매설물, 건물 등의 시설물을 충분히 조사한 후 현장조건에 맞는 천공장비를 선택하여 천공하여야 한다. 통상 압축공기를 이용하는 드릴을

- 이용하는 것이 효과적이나 점성토지반이나 느슨한 매립토 지반의 경우 유압식 드릴을 이용하거나 네일링 전용 천공장비를 이용하여야 한다.
- (3) 천공은 설계도서에 표시된 위치, 천공지름, 길이 및 방향에 따르도록 하여야 하며, 천공각도는 설계도서에 제시된 값을 준수하여야 하고 천공된 구멍은 최소한 나공 상태로 수 시간은 유지되어야 한다. 공벽이 유지되지 않을 경우 케이싱을 사용하여야 한다.
- (4) 천공은 깎기 후 바로 천공하는 방법과 깎기면의 안정을 위하여 천공 전에 콘크리트 뿔어붙이기 작업을 실시한 후에 천공하는 방법이 있다. 천공 전 뿔어붙이기의 경우 천공에 의해 콘크리트 뿔어붙이기면의 균열 등이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.
- (5) 천공이 완료된 후에는 네일을 삽입하기 전에 공내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이물질이 남아있을 경우 반드시 공내부를 청소하여야 한다. 공내부의 청소 시에는 공벽이 붕괴될 염려가 있으므로 가급적 물을 사용해서는 안되며, 유압공기에 의하여 이물질을 공의 끝으로 밀어내거나 갈퀴 등으로 긁어내야 한다.
- (6) 네일은 소정의 위치까지 정확히 삽입하고 그라우트가 정착될 때까지 이동이 되지 않도록 주의하여야 한다. 일반적으로 설계도서상의 값에 천공각도는 $\pm 3^\circ$, 천공위치는 0.2m 이내의 오차범위에 있어야 한다.
- (7) 네일은 이음매가 없이 한 본을 그대로 사용하는 것이 좋지만 삽입길이가 길어 어쩔 수 없이 연결을 하여야 하는 경우에는 커플러 연결 또는 용접 연결을 할 수 있다. 커플러를 사용하여 연결할 경우에는 커플러 연결을 위한 가공나사 가공으로 보강재 단면이 줄어들지 않도록 하여야 하며, 커플러의 재질은 보강재의 재질과 동등이상의 강도를 가져야 하며, 인장력의 손실이 없는 구조로 된 것을 사용 하여야 한다. 용접으로 연결할 경우에는 강재의 성질이 변화되지 않는 특수 접합용접을 하여야 한다.
- (8) 네일은 삽입 시에 천공장의 중앙에 위치하도록 하기 위하여 스페이서를 사용 하여야 하며, 스페이서는 PVC 파이프를 천공경에 맞게 변형하거나 전용 스페이서를 사용하여야 한다. 스페이서의 설치 간격은 2.5m 이내로 하며, 최소 2개 이상을 설치하여야 한다.

3.3 그라우트 주입

- (1) 시멘트 페이스트의 배합은 강도, 물-시멘트비(W/C), 혼화재 등이 설계도서에 제시된 값 이상이어야 하고 급결제 및 팽창제의 사용이 필요한 경우가 많으며 이때는 반드시 시험배합을 통해 배합비를 결정하여야 한다.
- (2) 네일을 설치하고 그라우트 주입을 시행한다. 이때 시멘트 페이스트는 공의 내부로 무압으로 주입하며 케이싱을 설치한 경우 케이싱을 회수하고자 할 때에는 주입이 끝난 후 완전히 굳기 전에 공벽이 무너지지 않도록 하며 케이싱을 제거하여야 한다.
- (3) 그라우트 주입시 압력을 가하는 경우 지반 상태에 따라 할렬 균열 발생 등으로 인하여 오히려 비탈면 안정에 심각한 상황을 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다. 그러므로 시공전에 지반 상태의 변화시마다 시험시공을 통하여 적정 최대주입 압력에 대하여 검증한 후 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 시공하여야 한다.
- (4) 그라우트 주입은 공내부를 완전히 충전하도록 하여야 하며 그라우트가 주변지반에 침투되는 정도에 따라 수차례에 걸쳐 실시하여야 한다. 건조한 토사지반일수록 주입횟수를 충분히 하며, 최종적으로 공입구부에서는 그라우트가 흘러넘치지 않도록 형갱이나 마개 등으로 막고 주입하여야 한다.
- (5) 주입호스는 최소 2개 이상을 설치하고 1차 주입호스 말구는 천공구명 최저부에 위치토록 하며 또 하나의 호스는 공입구에서 공길이의 3/4 정도의 위치에 말구를 위치토록 하여 2차 이후의 주입을 실시하도록 한다. 이때 주입호스가 구분이 되도록 표시를 하여 관리하도록 한다.
- (6) 1차 그라우트 주입은 공저부로부터 공입구로 그라우트가 흘러넘칠 때까지 실시하고 3~4시간 경과 후마다 수차례 주입을 실시하고 최종주입은 공입구에서 흘러 넘도록 한다.
- (7) 주입이 종료되면 소요강도를 얻기 위한 양생기간이 최소 1주일정도 소요되므로 이 기간 내에는 네일에 인장 또는 충격이 가해지는 일이 없도록 하여야 한다. 그러나 급결제를 사용하는 경우 소요강도의 80%에 도달하면(약 1~3일) 실험 결과를 토대로 다음 단계의 작업을 실시할 수 있다.
- (8) 지반에 균열이나 간극이 많으면 그라우트의 침투로 예정된 양보다 많이 소요될 염려가 있으므로 네일에 형갱 패커를 설치한 후에 그라우트 주입을 실시하거나 모르타르나 혼화재 등을 사용하는 방안을 검토하는 것이 좋다.

3.4 정착판의 설치

- (1) 정착판 설치전에 정착판 설치면 하부의 네일이 노출되지 않도록 천공 구멍에 추가로 그라우트 페이스트 충전 또는 모르타르 바르기를 하여야 하며, 네일두부와 전면판과의 접합을 위하여 강재정착판과 너트를 사용하여 네일두부에 고정시킨다.
- (2) 콘크리트 뿔어붙이기를 전면판으로 시공할 경우 와이어메쉬에 추가하여 네일 두부를 서로 연결하기 위하여 인접한 네일 간에 최소한 D16 정도의 철근 2가닥을 사용하여 네일의 상하좌우를 묶어 준다.
- (3) 전면판을 시공하지 않을 경우에는 정착판과 비탈면에 공간이 생기지 않도록 모르타르 등으로 충전하여 정착판과 맞닿는 면을 평탄하게 하고, 렌치 등의 기구로 너트를 견고하게 조여 인력으로 너트가 풀리지 않도록 하여야 한다.

3.5 전면판의 시공

- (1) 전면판은 콘크리트 뿔어붙이기, 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 등으로 인접된 네일두부들끼리의 연결이 확실히 되도록 시공한다.
- (2) 전면판을 콘크리트 뿔어붙이기로 시공할 경우는 본 시방서의 제16장 콘크리트 뿔어붙이기에 정하여진 대로 시공하여야 한다.
- (3) 콘크리트 벽체, 콘크리트 격자블록 전면판은 철근으로 보강하고, 콘크리트 뿔어 붙이기를 전면판으로 사용할 경우에는 최소 $\phi 4.8 \times 100 \times 100\text{mm}$ 이상의 와이어메쉬 등을 사용하여 보강하여야 한다.

3.6 배수시설

- (1) 배수시설은 계절에 따라 변하는 높은 지하수위와 예상치 못한 지하수의 흐름, 빗물의 침투 및 외부로부터의 갑작스런 물의 유입 등을 방지할 수 있어야 한다. 특히, 현장시공 시 깎기 후 노출되는 면을 확인하여 설계도서에 일정 간격이나 종류로 설치토록 되어있는 설치계획은 시공단계에서 필요부위에 집중하거나 필요치 않은 부위의 계획은 취소하는 검토단계를 거치도록 한다.
- (2) 배수시설의 종류

일반적인 배수시설의 종류는 다음과 같으며 설계단계보다는 시공단계에서 여건에 맞는 배수시설이 선정되는 것이 합리적이다.

- ① 가능한 배수시설과 연결된 물구멍
- ② 지표면의 아래에 설치되는 구멍이 뚫린 파이프를 이루어진 배수관

- ③ 콘크리트 뿔어붙이기와 지반 사이에 설치되는 배수시설(유공관, 배수용 부직포, 모래나 골재 등)
- ④ 비탈면 상단부나 벽체위의 물흐름을 억제할 수 있는 시설(비탈면 내 표면 배수로, 비탈면 선단배수로 등)

(3) 벽면 배수시설

- ① 지하수위가 높은 지반에서는 깎기 후 콘크리트 뿔어붙이기의 시공 전 반드시 필요한 배수시설을 해 주어야 하며, 배수시설의 종류는 위에 언급한 바와 같다.
- ② 배수관에서 유출된 물을 배출할 수 있는 배수를 설치해 주어야 한다.
- ③ 정착판과 지반사이에 설치되는 배수시설은 정착판에 돌출되는 물구멍과 일치 되도록 설치하여야 한다.

(4) 빗물의 침투 및 외부로부터의 유입방지

우기에는 빗물이 지반에 침투하여 깎기면이 붕괴할 우려가 있으므로 빗물이 스며드는 것과 우수가 깎기면으로 유입되는 것을 방지하기 위하여 차수시설을 해 주어야 한다.

3.7 현장 품질관리

3.7.1 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 최소 30분당 2분씩 인발시험(30분이하일 경우 2분 인발시험 실시)을 실시하여 충분한 설계인장력을 발휘하는지 확인하여야 한다. 시험위치나 부위는 현장여건에 따라 감독자(또는 감리원)의 검토에 의해 가감할 수 있다. 만약 설계 인장력을 발휘하지 못할 경우, 재시공 및 인장력을 유지할 수 있도록 조치를 취하여야 한다.
- (3) proof test의 시험이 불가능하거나 현실적으로 불합리한 경우에 감독자(또는 감리자)의 검토에 의해 pull-out test 결과만으로 대체할 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 0.15m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3m까지만 그라우트 주입을 실시하고 시험 후 재주입한다.
- ⑤ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
- ⑥ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일끝의 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 안 된다. 단, 설계하중의 50%에서는 예외적으로 지속시간을 10분으로 한다.
- ⑨ 하중이 지속되는 동안에 네일끝의 변위는 1, 2, 3, 4, 5, 10분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 1~10분마다 측정된 변위량이 2mm 미만이면 다음 단계로 넘어간다.
- ⑩ 설계하중의 50% 재하 시의 허용변위량(2mm)이 10분 이내에 발생하는 경우에는 추가적으로 50분간을 더 지속한다. 이 때에는 15, 20, 25, 30, 45, 60분의 시간 간격으로 측정하며, 65분 측정 후에 다음 단계로 넘어간다.
- ⑪ 인발시험 결과가 설계 시에 가정하중보다 작아지는 경우에는 시험결과에 의하여 설계를 변경하여야 한다. 인발시험이 끝난 네일은 콘크리트 뿔어붙이기 전면에서 절단한다. 감독자(또는 감리원)의 별도의 지시가 있는 경우나 현장 조건이 열악했을 경우, 시험결과가 좋지 않았을 경우에는 추가시험을 실시하여야 한다. 시험이 끝난 후에는 네일정착 지지부 주변의 돌출부는 콘크리트 뿔어붙이기로 마감하여야 하며, 정착판은 교체하여야 한다.

(5) pull-out test

- ① pull-out test는 각기가 완료된 후 네일 시공전에 지반의 극한인발저항력을 확인하기 위한 시험으로 천공 및 네일 길이는 최소 2m이상으로 하고 변화하는 각 지층상에서 골고루 실시되도록 계획하여야 한다.

- ② 원위치에서의 인발로 인하여 네일구조체 전체의 안정성이나 시공성에 문제가 있는 경우 바로 인근의 지반에서 인발시험을 실시할 수 있다.
- ③ 시험자는 시험을 하기 전에 인발하중을 가하는 동안에 시험용 네일 끝의 절대적인 변위량을 결정할 수 있는 방법을 제시하여야 한다.
- ④ 시험자는 시험이 이루어지는 동안에 측정과 기록을 하여야 하며, 그 결과가 기록된 용지를 제출하여야 한다.
- ⑤ 정착판에서 돌출된 네일의 길이는 최소 0.15m 이상이어야 하며, 인발시험용 네일은 벽체에서 안쪽으로 0.3m까지만 그라우트 주입을 실시한다.
- ⑥ 하중은 압력계나 하중계로 측정한다.
- ⑦ 인발은 네일에 가해지는 시험하중의 측정과 하중단계별로 네일끝의 변위에 대하여 실시한다.
- ⑧ 시험 네일의 길이가 짧아 마찰력의 발휘속도가 빠르므로 재하는 설계하중의 10%, 20%, 30% 네일 보강재의 항복하중까지 단계별로 하중을 증가시키면서 실시한다.
- ⑨ 하중의 증가는 1분 이내에 가해져야 하며 최대한 2분을 넘어서는 안 된다.
- ⑩ 하중이 지속되는 동안에 네일끝의 변위는 5분동안 매분마다 기록하여야 하며, 각 하중단계 중 측정된 변위량의 합이 2mm 미만이면 다음 단계로 넘어가고 최종하중단계에서는 30분간 유지한다.
- ⑪ 인발시험이 끝난 네일은 인력 또는 간단한 장비로 제거가 용이할 경우는 제거하고 제거가 용이하지 않을 경우에는 절단한다.
- ⑫ 이상의 시험에서 측정된 자료를 근거로 하중-변위량 곡선, 하중-시간 곡선, 변위량-시간 곡선을 작성한다. 하중-변위량 곡선에서 극한인발저항력을 구하여 그라우트가 주입된 부분의 주면마찰면적으로 나누어 극한주면마찰저항 값을 산출한다. 구하여진 극한주면마찰저항 값이 설계시에 가정한 값과 현저히 상이할 시에는 추가 시험을 실시하여 확인하고 감독자(또는 감리원)에 보고하여 설계를 변경하여야 한다.
- ⑬ pull-out test시 극한주면마찰저항 값이 매우 클 경우, 네일 인장재가 파단할 수도 있으므로 사전에 네일의 항복인장강도를 확인 후 그 이상의 하중으로 긴장하지 않도록 하며, 인장재 직후방에는 인원 및 장비가 위치하지 않도록 조치한다.

3.7.2 그라우트의 품질관리

그라우트에 대한 품질시험은 일축압축강도 시험용 공시체를 만든 후 시험하며 그라우트의 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

3.7.3 계측관리

- (1) 네일의 안정성 판단과 시공중의 공사관리, 향후의 유지관리를 위하여 계측관리를 실시하는 것을 원칙으로 한다. 계측관리 항목으로는 경사, 철근변형률, 지하수위 등이 있으며, 네일의 계측관리항목 중 필수적인 항목은 네일 전면판의 변형을 측정하는 것이다.
- (2) 네일 전면판의 변위측정에 일반적으로 많이 사용하는 경사계의 경우 경사계 파이프 하단은 깎기의 영향을 받지 않는 안정된 지반에 근접, 설치되어야 한다.
- (3) 네일 전면판의 안정성에 문제가 없는 일반적인 최대수평변위값은 깎기깊이의 1/300 정도이며 이 값을 넘는 경우 계측결과값의 추이를 주시하면서 관련분야 특급기술자의 자문을 받아 공사를 진행하도록 한다.

제 8 장 록볼트

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 암반비탈면에 록볼트를 이용하여 비탈면을 보강하는 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강

KS E 3132 로크 볼트 및 그 구성 부품

KS F 2426 주입 모르타르의 압축 강도 시험방법

KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법

KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 록볼트는 굴착면 주변에 설치되어 이완된 암피 또는 절리면들을 켜매어 지반을 보강하거나 내압을 가하여 지반이 아치 또는 보를 형성하도록 시공하여야 한다.
- (2) 록볼트는 설치할 지반이 록볼트의 효과와 기능을 발휘할 수 있는지 여부를 검토하여 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 설치하여야 한다.
- (3) 록볼트의 인장력을 발휘하도록 시공할 경우에는 발생축력을 검토하여 록볼트의 재질과 형상을 결정하고 인발내력을 검토하여야 한다.
- (4) 록볼트의 재질, 정착판, 정착형식 및 정착재료의 선정 등에 있어서는 그 시공성을 검토하여야 한다.
- (5) 록볼트에 긴장력을 도입할 경우의 긴장력은 록볼트 항복응력의 80% 이하가 되도록 하여야 한다.

2. 재료

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 표와 같다.

표 8.1 록볼트의 품질기준

지름	기호	항복점 (N/mm ²)	인장강도 (N/mm ²)	연신율 (%)	비고
D22~D25 mm 이상	SD300	300 이상	440 이상	16 이상	단, 변위량이 20mm 이상인 경우 항복점이 500N/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 조강시멘트를 사용하고, 그 이외의 시멘트를 사용할 때는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.
- (2) 혼화재의 종류는 설계도서에 표시된 것으로 하고, 그 이외의 혼화재를 사용할 때는 감독자(또는 감리원)의 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 감소하지 않으며 침식되지 않고 화학적으로 안정하며 유기질을 포함하지 않은 재료이어야 하며 중력 또는 압력으로 채운다.
- (5) 그라우트의 28일 압축강도는 인장 전, 시공 중에 채취한 시료에 대해 전시험하며, 양생기간을 앞당기기 위하여 급결재를 사용하였을 경우에도 기준강도를 만족시켜야 하며, 물-시멘트비(W/C)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 캡슐형태로 제공되어야 한다.
- (2) 제조업자가 표시한 보관기간이 경과한 수지형 그라우트를 사용하여서는 안 된다.
- (3) 용수, 염수, 산, 약 알칼리성에 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.

2.3 정착판

- (1) 정착판은 설계도서에 따라 설계된 면적, 두께 및 강도 이상을 견딜 수 있는 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.
- (2) 정착판은 암반변형의 구속 및 붕괴방지 등을 위하여 각도를 조절할 수 있어야 하며, 이 조절에 의해서 암석이나 뿔어붙이기 표면에 밀착될 수 있어야 한다.

3. 시공

3.1 천공장비의 선정

- (1) 천공장비는 지반조건, 비탈면의 크기와 형상, 연장, 굴착공법, 천공길이, 분수 등을 고려하여 선정하여야 한다.
- (2) 천공 도중 천공각도를 일정하게 유지시킬 수 있는 장비를 선정하여야 한다.
- (3) 록볼트의 삽입, 정착, 조이기 등에 사용하는 장비는 록볼트의 정착형식에 적합한 것을 선정하여야 한다.

3.2 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.

3.3 그라우트 주입

- (1) 록볼트의 그라우트는 유동성 및 접착성이 우수하고 조강성을 가지며, 장기안정성이 있어야 한다.

- (2) 록볼트는 이완되지 않은 지반까지 삽입하여야 하며, 소정의 정착력을 얻도록 그라우트 주입을 하여야 한다.
- (3) 전면접착형 록볼트는 천공구멍과 록볼트 사이의 공극에 그라우트가 완전히 채워져 록볼트가 충분한 정착력을 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

3.4 록볼트 조이기

- (1) 록볼트의 조이기는 록볼트의 항복강도를 넘지 않는 범위에서 충분한 힘으로 조여야 한다.
- (2) 전면접착형 록볼트는 정착 후 정착판 등이 암반비탈면에 밀착되도록 너트 등으로 조여야 한다.
- (3) 선단정착형 록볼트의 경우에는 확고한 정착부를 형성하도록 하여 긴장력 도입 후에도 록볼트에 긴장응력이 유지되어야 한다. 지반조건상 시간이 경과하며 정착부가 느슨해질 우려가 있거나 록볼트의 부식이 크게 우려되는 곳에는 긴장력 도입 후 록볼트와 지반사이의 공극을 시멘트풀 혹은 모르타르로 충전하여야 한다.
- (4) 긴장력 록볼트의 경우는 록볼트 조이기를 실시한 후 1일정도 후에 다시 조여야 한다. 또 그 후에도 정기적으로 점검하여 소요의 긴장력이 도입되어 있는지를 확인하고 이완되어 있는 경우에는 다시 조여야 한다.

3.5 용수지역에서의 록볼트 시공

용수로 인해 록볼트의 그라우팅이 어려운 경우는 급결제 등을 사용하거나 팽창성 록볼트를 사용한다.

3.6 파쇄대 구간에서 록볼트 시공

- (1) 단층파쇄대 구간에서 공내부를 모르타르를 이용하여 충전할 경우 파쇄대로 모르타르의 유출여부를 조사하여야 한다.
- (2) 모르타르의 유출이 클 경우 반복하여 그라우팅을 실시한다.

3.7 현장 품질관리

- (1) 시공 중 및 시공 후 표 8.2와 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 8.2 록볼트의 현장 품질관리 사항

종별	관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비 고
일상 관리	시공 정밀도	소정의 위치, 천공지름, 깊이로 시공되어 있는가의 확인	천공시 마다	록볼트의 검측
	충전상태	그라우트가 록볼트와 원지반사이에 확실히 채워져 있는가를 확인	타설시 마다	헤머타격 확인
	정착효과	시공후의 정착효과를 확인 (토크렌치로 조임 등)	타설시 마다	헤머타격 확인
	변형	정착판의 변형 등을 관찰	수시로	현장계측결과 등에 의하여 대책을 강구
정기 관리	강도	록볼트 인발시험		
기타	유동성	모르타르의 플로 값 측정	필요할 때마다	KS F 2432
	강도	모르타르의 압축강도시험		KS F 2426

- (2) 인발시험을 실시할 록볼트는 시험지역내에서 임의로 선택하며 선정된 록볼트의 정착판은 록볼트의 축과 직각을 이루도록 석고 또는 모르타르 등으로 처리하여야 한다.
- (3) 인발시험은 충분한 정착효과가 얻어진 후에 실시하여야 하며 인발하중의 재하 속도는 10kN/분 내외로 하여야 한다.
- (4) 인발시험은 하중단계별로 변위를 측정하여 하중-변위곡선을 작성하고 판정시의 변위가 설계에서 고려한 록볼트의 효과를 발휘할 수 있는 범위 이내인지를 확인 하여 합격여부를 판정하여야 한다.
- (5) 록볼트 인발시험은 사용된 록볼트와 동종인 록볼트 자체에 대한 사전인발시험을 실시하여 인발내력을 확인하고, 시공된 록볼트에 대한 실제시험 시에는 설계 인발내력의 80%에 달하면 합격하는 것으로 한다.
- (6) 인발시험결과 불합격될 경우는 그 록볼트 주위에 새로운 록볼트를 시공하여야 한다.

제 9 장 억지말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면 보강을 위한 억지말뚝에 해당한다.

1.2 참조규격

KS B 0885 수동 용접 기술 검토에 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 강관 말뚝

KS F 4603 H 형강 말뚝

KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 시공 전 검토사항

- (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 시공계획서

2. 재료 및 장비

2.1 재료

억지말뚝은 강관말뚝, H 형강 말뚝, 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 따르며, 별도의 강도기준이 없는 경우는 24MPa이상으로 한다.

(4) 그라우트

시멘트는 KS L 5201의 1종 보통 포틀랜드 시멘트에 적합한 것을 사용하고 필요에 따라 혼화제를 첨가하는 경우에는 객관적인 검증을 거쳐 사용한다.

2.2 장비

(1) 천공장비

천공장비는 강관 선단에 케이싱슈를 부착하고 강관을 회전압입하여 주변 지반의 이완을 방지하고 내부에서 해머비트로 강관과 동시에 2중관 천공을 실시할 수 있는 장비를 사용한다.

(2) 콘크리트 및 모르타르 타설

강관내부에 콘크리트나 모르타르를 타설하는 경우는 지하수 유입에 의한 재료분리를 방지하기 위해 트레미관을 사용한다. 트레미관은 콘크리트가 자유낙하할 수 있는 크기로 내경이 150~300mm 정도의 크기를 사용한다.

3. 시공

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 작업지반

사용되는 장비의 접지압에 충분히 견딜 수 있도록 미리 원지반의 정비를 해 두어야 한다. 원지반이 연약할 경우에는 안전성을 위한 특별한 대책이 강구되어야 한다.

3.1.2 말뚝 임시쌓기

현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 하여야 하며, 또한 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정 하여야 한다.

3.1.3 측량

말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 기준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.

3.1.4 기계 기구의 점검, 정비

기계 기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검, 정비하여 기계가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있게 한다.

3.1.5 장애물 제거

지장 장애물은 제거하여야 하고, 영향 범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설 하여야 한다.

3.1.6 운반 및 저장

말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상방지에 유의하여야 하며 현장반입 시에는 말뚝의 외관, 형상 및 치수 등에 대하여 KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사하여야 한다.

3.2 지반천공

- (1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치 될 수 있도록 견고한 지반위의 정확한 위치에 설치하여야 한다.
- (2) 용접된 강관을 세우기 위한 서비스홀(service hole)을 설치한다.
- (3) 천공 심도는 기설계된 심도로 한다.
- (4) 천공 작업방식은 천공 후 공벽이 무너지지 않고 주변지반의 이완을 최소화할 수 있는 설계도서에 규정된 천공장비를 적용하여야 한다.
- (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.
- (6) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.3 강관말뚝 시공

- (1) 말뚝설치는 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.
- (2) 강관과일의 위치 허용 편차는 축점중심점에 대해 100mm 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) 말뚝시공 시 변형이 발생하였을 때는 지반관련 특급기술자의 지시에 따른다.
- (4) 말뚝중공 내부를 굴착하면서 말뚝을 시공할 때 지반변화나 말뚝의 침하상황을 충분히 관찰하여 말뚝 선단부 및 말뚝둘레의 지반이 교란되지 않도록 하여야 하며 소정의 깊이까지 시공하여야 한다.
- (5) 목표심도까지 도달하여 지층의 변화가 설계도와 상이할 경우, 설계조건 및 시공 조건을 검토하여 대처하여야 한다.
- (6) 시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 하여야 한다.

3.4 현장타설 말뚝 시공

- (1) 콘크리트 타설 전에 선단부 근처의 슬라임을 제거하여야 한다.

- (2) 철근의 가공, 조립, 보관
 - ① 철근망은 주근, 띠철근, 보강근 및 보강강재, 스페이서 등으로 조립하고 자재의 보관, 운반, 세우기 작업 등에 의해 변형이 생기지 않도록 견고한 것으로 한다.
 - ② 철근은 설계도서에 따라 정확하게 가공, 배근하고 주근은 띠철근을 철선으로 결속하여 조립한다.
 - ③ 띠철근은 정해진 형상에 맞게 가공하고 이음은 한쪽면 10D 이상(D : 철근 지름)의 플레어 용접으로 한다.
 - ④ 말뚝길이가 설계도서와 다른 경우, 철근망의 길이는 최하단의 철근망에서 조정한다.
- (3) 콘크리트 타설 후 천공구멍의 나머지부분(지표면보다 낮은)의 메우기는 별도 지침에 따른다.
- (4) 콘크리트 양생시 진동, 충격 및 하중이 가해지지 않도록 보호한다.
- (5) 현장타설 말뚝의 수평 및 수직오차는 제9장 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 조건하에 정확하게 시공하여야 하며 용접조건, 용접작업, 검사결과 등을 기록하여야 한다.
- (3) 용접공은 KS B 0885 또는 이와 동등 이상의 기술시험의 합격자에서 선발하여야 한다.
- (4) 강관말뚝 및 H형강 말뚝의 이음에 관한 구조 및 치수 차는 KS F 4602, 4603에 준하여야 하며 보강 또는 가공에 대한 요구가 있을 때에는 주문자와 제조자의 협정에 따른다.
- (5) 현장용접 외관검사
용접작업 개시 전, 후 다음 사항에 대한 외관검사(표 9.1)를 실시하고 중대한 결함이 발견되면 그 개소를 그라인더 등으로 완전히 제거하고 재용접한다.

표 9.1 현장용접 외관검사 내용

구분	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 용접이음부는 해당분야의 자격증을 소유한 건설기술 관리법에 의한 중급 기술자 이상의 전문기술자가 비파괴 검사를 실시하고 검사 결과와 항타기록부는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 관리하도록 한다.
- ② 용접완료 후 설계도서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 개소에 대한 검사를 하여야 한다. 말뚝연결 용접부위 10개소 당 1회 이상 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 시행하며 검사 결과 KS B 0896에 명시된 결함 등급분류의 M검출 레벨 3급 이상의 등급(18mm 이하)이어야 한다.

(7) 용접보수 및 재검사

- ① 외관검사 및 비파괴검사 결과, 불합격 판정을 받은 용접 결함부는 감독자(또는 감리원)에게 통보하여 그 보수방법에 대해 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 2mm 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) 규정된 충분한 볼트축력이 얻어지도록 충분히 조임을 실시하여야 한다.

3.6 보강재 설치

- (1) H형강 및 철근망 등의 보강재를 천공 후 강관말뚝이나 현장타설 말뚝의 내부에 설계심도만큼 설치한다.

- (2) 보강재설치 전에 공내의 슬라임을 반드시 제거하고 감독자(또는 감리원)의 승인을 받는다.
- (3) H형강 및 철근망설치 시 강관말뚝이나 현장타설 말뚝의 상단에서 스페이서 등을 사용하여 수직, 수평위치를 조정하여 설치한다.
- (4) 보강재설치 전 자재의 변형 및 용접 상태 등에 대한 검사를 실시하고 감독자(또는 감리원)의 승인을 받은 후 설치한다.
- (5) H형강은 강관파일의 중앙에 위치하고 플랜지면이 사면의 활동방향에 대하여 수직방향이 되도록 설치한다.
- (6) 보강재설치 시 변형이 생기지 않도록 한다. 또, 공사 시에는 보강재를 말뚝중심에 맞추어 수직되게 하여 보강재에 의하여 천공구멍 벽이 무너지지 않도록 천천히 삽입한다.

3.7 말뚝 두부정리

- (1) 말뚝 및 보강재 설치가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝두부를 정리하여야 한다.
- (2) 말뚝두부 정리 시 말뚝본체를 손상시키지 않도록 하여야 한다.
- (3) 강관말뚝의 경우, 절단하여 발생하는 스크랩(scrap)은 깨끗이 절단하여 지정 장소에 운반·정리하여야 한다.

3.8 속채움

- (1) 천공홀 내의 지하수 영향을 고려하여 채움재(콘크리트, 모르타르 등)를 타설한다.
- (2) 천공홀 내부에 지하수가 유입되어 재료분리의 우려가 있을 때는 트레미관을 이용하여 수중콘크리트를 타설하여야 한다.
- (3) 콘크리트를 잘 혼합한 후 정해진 시간 내에 콘크리트 타설을 완료한다.
- (4) 트레미관을 이용하여 콘크리트를 타설할 때, 트레미관의 물과 호퍼속의 콘크리트를 분리시켜 재료분리를 방지하고 타설순간을 제어하기 위해 플랜저(planger) 방식이나 밀덮개방식 또는 이에 준하는 방식을 이용한다.
- (5) 케이싱을 사용하는 공법은 케이싱을 인발 시 보강재가 함께 올라오지 않도록 하면서 케이싱의 앞부분을 콘크리트면 보다 아래에 있도록 한다.

3.9 캡콘크리트

역지말뚝을 설치하여 사면활동에 효과적으로 저항하기 위해 각 말뚝두부를 캡 콘크리트를 이용하여 일체화하고 콘크리트 강도는 압축강도시험을 통해 설계기준 강도를 만족하는지 확인하여야 한다.

3.10 현장 품질관리

3.10.1 용접부 이음오차

용접이음부의 허용오차는 KS F 4603에 준하고 이음부위는 해당분야의 자격증을 소유한 건설기술 관리법에 의한 중급기술자 이상의 전문기술자가 비파괴 검사를 실시한다.

3.10.2 시공오차

- (1) 수평방향 시공오차는 $D/4$ (D : 말뚝 지름) 또는 최소 100mm 이내여야 하며 수직 방향 오차는 1/25 이하로 하여야 한다.
- (2) 시공오차가 발생하면 시공오차를 측정하여 말뚝에 작용하는 하중을 재검토하여야 한다.

제 10 장 콘크리트 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 콘크리트 옹벽의 시공에 관한 기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS M 3401 수도용 경질 염화비닐관
KS M 3404 일반용 경질 염화비닐관
KS K 0210 섬유 제품의 혼용률 시험방법-섬유혼용률
KS M 3015 열경화성 플라스틱 일반시험방법
KS K ISO 9863 지오텍스타일의 두께 측정방법
KS K ISO 10319 지오텍스타일의 인장강도 시험방법
KS F 2538 콘크리트 포장 및 구조용 신축 이음 채움재
KS F 2471 콘크리트의 신축 이음에 쓰이는 미리 성형된 채움재의 시험방법
KS F 4032 건축용 실링 코킹재의 용도별 성능
KS F 4910 건축용 실링재
KS F 4061 외벽용 인조 석재
KS F 2221 건축용 보드류의 충격 시험방법
KS F 2274 건축용 합성 수지재의 촉진 노출 시험방법
KS F 2518 석재의 흡수율 및 비중 시험방법
KS F 2604 건축용 외벽 재료의 내동해성 시험방법 (동결 용해법)
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.2.2 콘크리트표준시방서

1.3 시공 전 검토사항

1.3.1 공동주택과 옹벽의 최소이격거리

표 10.1 공동주택과 옹벽의 최소이격거리

구 분	공동주택(4층 이상)	연립주택(3층 이하)
옹벽기초가 건축물 기초이하에 있을 경우	당해 옹벽높이 이상 이격	당해 옹벽높이 이상 이격
건축물 기초가 옹벽기초 이하에 있을 경우	5m 이상 이격	3m 이상 이격

1.3.2 옹벽상단부가 도로일 경우의 안전대책

옹벽상단부가 도로일 경우에는 옹벽을 도로계획고보다 0.5m 높게 하고, 설계도에 명시된 규격의 난간을 설치하여 차량의 추락을 방지하여야 한다.

1.3.3 옹벽 하부지반의 지지력확인

옹벽 하부지반이 설계에서 지정하는 지지력을 확보하는지 검토하고 지지력이 부족할 시에는 적절한 보강을 한다.

2. 재료

2.1 빈배합콘크리트

빈배합콘크리트의 압축강도는 16MPa 이상으로 한다.

2.2 구체 콘크리트

KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 하고, 공기량 $4.5 \pm 1.5\%$, 슬럼프 $15 \pm 2.5\text{cm}$, 굵은골재 최대치수 25mm 이하로 한다.

2.3 문양거푸집

합성수지 무늬거푸집 또는 이와 상용하는 무늬거푸집을 사용하고, 그 재질은 제조업체의 시방에 따른다.

2.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품

2.4.1 신축이음 연결재

(1) 슬립바(slip bar)

KS D 3504의 원형봉강 SR300의 규정에 적합한 지름 30mm 철근으로, 에폭시도장을 하고 자유단은 최소한 300mm 길이에 대하여 승인된 그리스를 고르게 칠하여야 한다.

(2) 플라스틱 캡(plastic cap)

KS M 3401 또는 KS M 3404에 합치하거나 동등 이상의 판을 사용하며, 고정단의 단부는 마스킹 테이프 등으로 밀봉한다.

2.4.2 조인트 채움재(joint fillers)

KS F 2538의 규정에 적합하고 KS F 2471의 시험규정에 합격한 제품을 사용한다.

2.4.3 조인트 밀봉재(joint sealing)

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.

2.4.4 부대품

(1) 프라이머

얼룩이 지지 않고 사용하기에 적합하며, 밀봉재 제작자가 추천하는 바탕질 재료

(2) 백업(back up)재

이음매의 폭보다 치수가 20~50% 더 크고, 모양이 둥근 폴리에틸렌 폼막대

2.4.5 수팽창 지수제

(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 지수제의 성능은 다음 기준 이상이어야 한다.

표 10.2 수팽창 지수재의 성능기준

구 분	단 위	기 준
수 팽 창 률 (%) (60℃, 4일간)	%	300 이상
경 도 (HS)	HS	40~60
팽창 후 성장		이상이 없을 것

2.5 철근

KS D 3504의 이형봉강 SD300 및 SD400의 규정에 적합한 철근

2.6 옹벽 뒤채움잡석 및 되메우기재료

2.6.1 뒤채움잡석

경질이고 변질된 염려가 없는 잡석 또는 조약돌로서 입경 150mm 내외의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것이어야 한다.

2.6.2 되메우기재료

- (1) 옹벽 되메우기용 재료는 유기질토, 동토, 빙설, 초목, 다량의 부식물을 포함한 흙이 섞이지 않아야 하며, 함수나 건조에 의하여 불안정하게 되는 실트나 점토 및 불량 연석 등은 제외된 것이어야 한다.
- (2) 옹벽 되메우기용 재료는 KS F 2312 다짐시험에 의한 소요 다짐도와 설계밀도 및 강도정수를 만족하여야 하며 배수성이 양호하고 함수비 변화에 따른 강도 특성의 변화가 작아야 한다.

2.7 배수구멍

KS M 3401 또는 KS M 3404에 규정된 관경 65~100mm의 관 또는 동등 이상의 것을 사용한다.

2.8 옹벽배면 배수용 드레인보드

표 10.3 배수용 드레인보드 품질기준

항 목	시험방법	품질기준
재 질	KS K 0210	폴리스틸렌 90% 이상
압축강도	KS M 3015	0.57MPa
형 식		돌기형(두께 9.2mm 이상) 일면배수제

2.9 옹벽배면 배수용 토목섬유

옹벽배면 배수용 토목섬유의 품질기준은 표 10.4와 같다.

표 10.4 배수용 토목섬유 품질기준

항 목	시험방법	품질기준
재 질	KS K 0210	합성섬유 90% 이상, 장섬유부직포
중 량	KS F 2123	1.96N/m ² 이상
두께	KS F 2122	1.8mm 이상
인장강도	KS F 2124	0.02MPa 이상
투수계수	KS F 2128	$1.0 \times 10^{-3} \sim 9.0 \times 10^{-3} \text{m/sec}$

2.10 재료 품질관리

2.10.1 콘크리트의 품질관리

콘크리트의 품질은 콘크리트표준시방서 일반 콘크리트에 규정되어 있는 사항을 따른다.

2.10.2 옹벽구조물의 시공허용오차

- (1) 옹벽의 배부름오차 : 3m 직선자로 측정 시 5mm 이내
- (2) 옹벽상단의 수평오차 : 12m 당 $\pm 6\text{mm}$

3. 시공

3.1 사전조사

시공계획을 수립하기 전에 먼저 설계조건, 시공위치, 규모, 단면의 치수 등을 확인하고, 다양한 현장조건과 지하수의 유무, 연약지반 등에 대하여 충분한 보강조치를 취하여야 한다.

3.2 터파기 및 기초공

- (1) 터파기는 구조물의 축조 및 각종 관로의 매설에 지장이 없도록 설계도서에서 지시한 깊이와 폭 및 경사로 굴착한 다음 평탄하게 바닥을 고르고 감독자(또는 감리원)의 검사를 받아야 하고 기초지반이 불량할 경우 기초지반을 보강하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.
- (2) 터파기는 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 기상조건, 비탈면의 형상 및 높이, 되메우기의 시기 등을 고려하여 터파기 후 노출지반이 풍화되지 않도록 되메우기를 포함한 후속공정이 조속하게 이루어지도록 한다.
- (3) 비탈지반상의 터파기 시 저판을 계단식으로 시공토록 터파기를 하여야 한다.
- (4) 계곡부분 횡단터파기시 용벽종방향 시공구간 중에 좁은 계곡 등이 있을 경우에는 계곡부분의 용벽을 별도로 1개의 신축이음 구간으로 구분하여 저판을 수평으로 시공해도 좋다.
- (5) 활동방지벽(shear key) 터파기시 가능한 한 직각으로 터파기하여 여굴을 최소한으로 하여야 한다.
- (6) 인접한 기존시설물이 있을 때의 터파기
 - ① 용벽터파기 부분에 인접하여 기존시설물이 있을 때, 비교적 양호한 사질지반 등에서는 주동토압에 의한 활동파괴면 $\alpha = 45^\circ + \phi/2$ 의 선을 연장해 보아 기존시설물에 영향이 없으면 강우 시에 대비하면서 터파기를 하면 별다른 문제가 없다.
 - ② 활동면이 기존시설물의 바닥면에 걸리거나 지하수의 용출, 연약한 점토, 실트층 등의 지반에서의 토류벽 설치 등의 별도대책을 수립한 후에 터파기를 시행하여야 한다.
- (7) 지하수가 있는 곳의 터파기
 - ① 지하수가 있는 곳에서는 먼저 가배수로를 설치, 지하수를 한 곳으로 집배수하여 수위를 충분히 저하시킨 후에 터파기를 하여야 한다.

- ② 저판설치면 하부지반의 지하수를 배제하기 힘든 경우에는 지지력이 크게 저하하므로 설계변경차원에서 옹벽단면을 변경하거나, 기초지반보강을 검토하여야 한다.
- (8) 터파기 주변은 안전사고에 대비, 차단기, 조명, 경고신호 및 필요할 경우 보행자 횡단로 등을 설치하여야 하며, 가배수로 또는 지면을 역경사로 처리하여 지표수의 유입을 막아야 한다.

3.3 규준틀 설치

- (1) 시공도에 의하여 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사보기 규준틀을 설치한다.
- (2) 규준틀은 적절한 간격으로 설치하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.
- (3) 특히 대지경계부에 설치하는 옹벽은 경계선을 벗어나지 않도록 주의한다.

3.4 문양거푸집

- (1) 문양거푸집은 옹벽의 형상에 따라 그 설치공작도를 작성하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 하며, 문양거푸집으로 인하여 도면에 지시된 옹벽두께가 감소하는 일이 없도록 주의하여야 한다.
- (2) 옹벽상단부의 마감처리는 미관을 고려하되, 상단 200mm는 문양거푸집이 아닌 합판거푸집으로 매끈하게 처리한다. 옹벽상단 모서리 양쪽은 파손을 방지하기 위해 50mm×50mm의 면목을 설치한다.

3.5 철근피복

옹벽전면의 철근피복두께는 설계도서에 명시된 대로 한다.

3.6 활동방지벽

- (1) 활동방지벽은 직각으로 터파기하여 여굴을 최소화하고, 저판 빈배합콘크리트 타설 시 활동방지벽의 여굴 부분까지 동시에 타설하여 활동저항력을 증대시켜야 한다.
- (2) 활동방지벽과 저판콘크리트는 일체로 타설하되, 먼저 활동방지벽의 콘크리트를 타설한 다음 적어도 1~2시간 경과 후 저판콘크리트를 타설하여 침하 및 수축으로 인한 전단균열을 방지하여야 한다.

3.7 전면경사

옹벽의 전면에는 1:0.02 정도로 경사를 두어서 시공오차나 지반침하로 인하여 옹벽이 앞으로 나오게 되는 것을 피하여야 한다.

3.8 신축이음 및 수축이음

- (1) 신축이음은 20~30m(중력식, 반중력식 옹벽은 10m) 이하 간격으로 설치하되, 기초바닥까지 철근을 잘라야 하며, 절곡되는 부분에 신축이음을 두어서는 안 된다.
- (2) 부벽식 옹벽에서 신축이음을 두는 곳의 부벽간격은 다른 부벽간격의 0.8배로 하며, 이음은 그 중앙에 두도록 한다.
- (3) 신축이음부는 연결재, 채움재(joint filler), 밀봉재(joint sealing) 및 부대품을 설치하고 옹벽상단에 난간 등이 설치될 경우, 난간도 절단하여야 한다.
- (4) 채움재는 기 타설된 콘크리트 면에 충분히 밀착시켜 수밀성을 확보하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.
- (5) 수축이음은 9m 이하 간격으로 설치하되, 벽표면에 수직으로 옹벽끝단까지 깊이 0.3m 정도의 V형 또는 U형 홈으로 크랙을 유도하되 철근은 절단하지 않는다.
- (6) 수밀을 요하는 이음에서는 적당한 신축성을 가지는 지수판을 이음재와 직각 방향으로 양쪽의 콘크리트에 완전히 매입되도록 설치하여야 한다.

3.9 배수구멍

3.9.1 배수일반

- (1) 배수구멍은 옹벽배면의 지하수를 신속히 배출시키기 위하여 설계도서에 명기된 크기와 간격으로 시공하되 문양거푸집 이음부, 수직홈 등의 중앙에 설치하여 배수로 인한 옹벽의 오염이 발생하지 않도록 설치한다.
- (2) 뒷부벽식 옹벽의 각 격간에는 적어도 1개 이상의 배수구멍이 설치되어야 한다.
- (3) 배수구멍은 콘크리트 타설 도중 시멘트 페이스트나 모르타르의 침입으로 폐쇄되는 경우가 많으므로 거푸집 탈형 후 반드시 강봉과 해머를 준비하여 공내의 경화된 모르타르를 파쇄 제거하여야 한다.
- (4) 옹벽배면 배수용 드레인보드 및 토목섬유에 대한 시공은 다음 사항을 따라야 한다.
 - ① 드레인보드 부착에 장애가 되지 않도록 옹벽배면의 철선, 콘크리트 타설 돌출물 및 잔재 등을 제거한다.

- ② 드레인보드 및 토목섬유가 시공중 탈락 또는 이동되지 않도록 콘크리트 못으로 옹벽벽체에 밀착하여 고정시킨다.
- ③ 드레인보드 및 토목섬유의 이음은 상부자재가 하부자재를 덮는 방향으로 하여 드레인보드는 3열의 돌기(core)를 끼워서 콘크리트못으로 고정시키고 토목섬유는 일정길이 이상 겹쳐서 재봉한다. 드레인보드 및 토목섬유 이음위치는 서로 0.3m 이상 떨어져야 한다.
- ④ 드레인보드 상단부는 토목섬유로 0.1m 이상 감싼 후 옹벽에 부착한다.
- ⑤ 배수받이(지수 콘크리트)의 바깥쪽 가장자리는 토목섬유를 0.1m 이상 바닥에 깔고 잡석채움을 한다.
- ⑥ 배수구멍은 설계도서대로 시공하고, 상부배수구멍 위치의 드레인보드는 배수구멍 규격으로 잘라내고 옹벽벽체에 밀착하여 고정시킨다. 이때, 토목섬유는 잘라내지 않는다.
- ⑦ 되메우기 토사는 옹벽설계조건에 합당한 투수성이 좋은 양질의 사질토를 사용하고, 토목섬유에 접하는 두께 0.3m 범위는 돌 등이 포함되지 않아야 한다.
- ⑧ 되메우기 시 드레인보드 및 토목섬유가 손상되지 않아야 한다. 이때, 토목섬유는 잘라내지 않는다.

3.9.2 옹벽배면 배수

(1) 연직배수

가장 일반적인 배수방법으로 하단에 충분한 배수가 가능하도록 하여야 한다. 흘러내리는 물이 저판하부로 스며들지 않도록 지수콘크리트 등으로 차단하여야 한다. 배수 경사는 2% 정도가 좋다.

(2) 구형배수

배면의 지하수위가 비교적 높은 경우에 설치한다. 배수위치는 수평층과 연직층의 교점에 설치하여야 한다.

(3) 경사배수

배면 쌓기높이가 높고 뒤채움 흙이 점성토와 같이 투수성이 나쁜 경우에 설치한다. 배면에 조약돌과 자갈 등으로 된 배수층을 벽체 배면의 하부에서 상향으로 연속해서 설치한다.

(4) 먼배수

뒤채움 흙이 압밀에 장기간 소요되는 점성토일 때 설치한다. 뒤채움 흙의 압밀을 촉진시키기 위해 뒤굽 윗면에 저판과 평행하게 수평으로 배수층을 설치한다.

(5) 격리배수

매우 단단한 점토를 뒤채움 흙으로 사용한 경우에 설치한다.

(6) 빙층형성 방지배수

한랭지에서 지하수위가 비교적 높은 경우, 또는 모세관 현상에 의한 지하수위상승이 우려되는 지반에 설치한다. 물을 벽체에서 가급적 먼 곳에서부터 차단하고 모관수의 침투면이 넓게 되도록 배수층을 설치하여야 한다.

(7) 특수한 경우의 배수

지하수 용출이 극심한 지반에 특별히 사용한다. 지하수 용출이 극심하기 때문에 저판하부로의 물의 유입도 큰 문제가 되므로 인접배수관과의 경사를 고려하여 배수저면을 최대한 낮추어 시공하여야 한다.

3.9.3 용벽전면 배수

- (1) 용벽이 별로 높지 않고 배면의 지하수가 적은 경우에는 배수구멍으로 유출되는 물을 방치해도 되지만 용벽이 높고 지하수가 많을 경우에는 배수된 물이 용벽 앞굽을 따라 전면으로 침투할 우려가 있기 때문에 전면배수로를 설치하여야 한다.
- (2) 높이가 높은 용벽의 경우 앞굽의 윗면을 바닥으로 하는 U형의 배수구를 만들어 배수로로 사용한다.

3.10 절곡부 보강

용벽의 선형이 꺾이는 절곡부에는 도면에 계상된 수평철근량(용벽전면의 온도철근 및 배면측의 배력철근량)의 30~50% 정도를 절곡점 양측으로 정착길이가 확보되도록 추가 배근한다.

3.11 콘크리트 타설 및 표면마무리

3.11.1 바닥콘크리트

- (1) 바닥콘크리트는 타설 이전에 토사지반의 경우에는 터파기면을 충분히 다지고 압반일 때는 그 질리에 따라 부석 등을 깨끗이 제거하고 물청소를 한 후 타설하여야 한다.

(2) 활동방지벽 부분의 바닥콘크리트 치기

- ① 활동방지벽은 저판과 일체가 되도록 타설하여야 한다.
- ② 활동방지벽부분 터파기 후 합판의 내측이 터파기 면쪽을 향하도록 거푸집을 설치한다. 이때, 주의할 점은 터파기 여굴폭을 빈배합콘크리트의 타설두께 정도로 하는 것이 좋다.
- ③ 저판 빈배합콘크리트 타설 시 활동방지벽의 여굴부분까지 동시에 타설한다. 여굴량이 너무 많을 때는 조약돌이나 잡석 등을 혼합하여도 좋지만 기초지반 보다는 단단하게 타설하여야 한다.
- ④ 양생 후 활동방지벽의 거푸집을 해체한다. 이렇게 함으로써 활동방지벽과 저판의 배근 및 콘크리트 타설을 문제점 없이 일체로 시공할 수 있다.

3.11.2 빈배합콘크리트면 처리

- (1) 빈배합콘크리트와 저판 콘크리트간의 부착력을 최대한 발휘할 수 있도록 시공하여야 하며 이를 위해서는 빈배합콘크리트면을 배근 및 거푸집 설치에 지장을 초래하지 않는 범위 내에서 최대한 거칠게 요철을 만들어 마감하여야 한다.
- (2) 필요에 따라서는 빈배합콘크리트면에 콘크리트보다 전단강도가 큰 재료로 돌기물을 만들 수 있다.

3.11.3 벽체콘크리트 타설

- (1) 벽체는 폭이 좁고, 높이가 높으므로 하단부분의 콘크리트가 재료분리로 인하여 벌집현상이 발생할 수 있으므로 주의하여 시공하여야 한다.
- (2) 콘크리트 타설은 신축이음 1구간을 1로트의 작업단위로 하고, 레미콘의 수급에 차질이 없도록 하여 도중에 타설이 중단되는 일이 없도록 하여야 한다.
- (3) 벽체의 경우 도중에 타설을 중단했을 때는 콜드조인트(cold joint)가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (4) 저판콘크리트 타설은 활동방지벽 콘크리트 타설 후 적어도 1시간 정도는 경과한 후에 타설하여야 한다.
- (5) 벽체 콘크리트의 양생과 뒤펀 높이의 관계는 반드시 설계기준강도를 발휘 후에 실시하여야 하지만 후속되는 타공정 때문에 조속히 뒤펀을 실시하여야 할 경우에는 해당분야 특급기술자의 검토를 받은 후 실시한다.

3.11.4 벽체 콘크리트면 처리

- (1) 노출면은 균일한 외관을 얻을 수 있도록 콘크리트의 재료, 배합, 타설방법이 바뀌지 않도록 주의하고, 미리 정해진 구획의 콘크리트는 완료할 때까지 연속해서 쳐넣어야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 잘 다져야 한다.
- (2) 다지기를 끝낸 콘크리트의 상면은 스며 올라온 물이 없어진 후, 나무흙손으로 소정의 높이와 형상으로 마무리하여야 하며, 마무리 작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 재 마무리에 의해서 제거하여야 한다.

3.12 철근

- (1) 철근은 조립하기 전에 들뜬 녹이나 콘크리트와의 부착을 해칠 위험이 있는 물질은 제거하여야 하며 설계도서에 명시된 철근의 간격과 덮개를 정확히 유지하기 위해서 적절한 간격으로 스페이서를 배치하여야 한다.
- (2) 굴곡부 보강철근(구조물 기초설계기준)은 옹벽의 형상이 직선이 아니고 도중에서 굴곡 되는 경우에 수평방향으로 가외철근을 추가 배근하여야 한다.
- (3) 기타 부벽식 옹벽의 벽체나 저판 슬래브와 같이 단면의 두께가 비교적 얇은 부재의 배근은 반드시 주철근이 단면의 외측에 오도록 배근하여 유효고를 크게 하여야 한다.

3.13 지수 콘크리트

지수 콘크리트는 도면에 명시된 위치, 넓이, 경사 및 두께로 설치하되, 콘크리트 타설 전에 하부지반을 한 층의 두께가 0.2m를 초과하지 않는 층으로 깔고 충분히 다져서 침하가 발생치 않도록 하여야 한다.

3.14 되메우기

- (1) 옹벽의 되메우기는 콘크리트가 충분히 양생된 후 가능한 빠른 시일 내에 실시하되, 규정에 의한 적정재료 사용과 충분한 다짐을 실시하여 침하 및 지지력 저하를 방지하여야 한다.
- (2) 되메우기는 불순물, 유기물 등이 함유되지 않은 양질의 토사를 최적함수비에 가까운 함수비로 다짐완료 후의 두께가 0.2m 이내가 되도록 펴서, 전압기 또는 래머 등으로 규정된 밀도로 충분히 다져야 한다.

- (3) 옹벽배면의 되메우기(뒤채움)는 배수용 잡석층과 동일한 높이로 동시에 되메우기 하여야 하며, 표 10.5의 기준 이상으로 다져야 한다.

표 10.5 옹벽 배면 다짐기준

구 분	다 짐 도 (%)
	비점성토
옹벽 배면의 재하하중(10kN/m^2)을 고려하는 경우	95(C, D 또는 E다짐)
옹벽배면이 보도 및 기타 지역일 경우	90(A 또는 B다짐)

- (4) 되메우기는 지하구조물의 방수층 또는 관로에 손상을 주지 않도록 주의해서 시공하여야 하며, 외부방수 처리된 구조물의 경우에는 구조물의 상부 슬래브나 외벽으로부터 1m까지, 관로의 경우에는 관 상단까지 기초 되메우기용 재료를 사용하여 조심스럽게 되메우기 하여야 한다.
- (5) 되메우기는 콘크리트 및 모르타르의 강도가 설계값 이상 발휘된 후에 시행하되, 모든 검사, 시험이 끝나고 감독자(또는 감리원)의 승인이 날 때까지 되메우기를 시행해서는 안 된다.
- (6) 되메울 부분에 물이 고여 있을 경우에는 되메우기 전에 완전히 제거하고, 구조물에서 바깥쪽으로 2% 정도 경사를 두어 구조물 내로 우수가 침입하지 못하도록 하여야 한다.
- (7) 되메우기는 젖은 지반이나 스펀지 지반, 동결지반에 시공해서는 안 되며, 젖거나 덩어리지거나 동결된 재료를 되메우기 재료로 사용해서도 안 된다.
- (8) 되메우기 장소는 작업을 시작하기 전에 거푸집, 가설물 등의 잔여재를 깨끗이 제거한 다음 시공하여야 한다.

3.15 현장 품질관리

3.15.1 되메우기 품질관리

- (1) 되메우기의 각 층은 다짐이 끝나면 반드시 감독자(또는 감리원)의 검사를 받은 후 다음 층을 포설하여야 한다.
- (2) 현장밀도 시험결과, 적절한 밀도를 얻지 못한 경우에는 그 층을 다시 다지거나 가래질을 한 다음 다시 다지고, 필요하면 살수하고 재시험하여 소요밀도를 얻을 때까지 전 과정을 반복하여야 한다. 이때, 재시공 및 재시험에 따른 비용은 계약 상대방의 부담으로 한다.
- (3) 되메우기의 품질시험 종목 및 빈도는 다음과 같다.

표 10.6 되메우기의 품질시험 종목 및 빈도

시험종목	시험방법	시험빈도(측정빈도)	비 고
다 짐	KS F 2312	재질변화 시 마다	(현장시험)
현장밀도	KS F 2311	연속구조물(옹벽 등) : 3층 마다, 50m 마다	(현장시험)
평판재하	KS F 2310	현장밀도시험	불가능 시
입 도	KS F 2302	토질변화 시 마다	(현장시험 <체가름>)
함 수 비	KS F 2306 또는 급속함수비 측정방법	현장밀도시험의 빈도 (현장시험)	

3.15.2 허용오차

- (1) 포장하부 되메우기 표면 : $\pm 25\text{mm}$
- (2) 일반지역 되메우기 표면 : $\pm 50\text{mm}$

제 11 장 보강토 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 블록 혹은 패널식 전면판(facing)과 금속 혹은 토목섬유 보강재를 사용하는 보강토 옹벽의 재료 및 시공에 관한 기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(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 시공 전 검토사항

1.3.1 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.

1.3.2 보호 및 보강공

- (1) 도면에 명시된 설계조건과 옹벽높이 등이 현장조건과 일치하지 않을 경우에는 현장여건에 부합되도록 보강재의 간격, 길이 및 옹벽높이를 변경하여야 한다.
- (2) 옹벽상부 비탈면의 토질이 불량하여 슬라이딩의 위험이 예상되거나 용수가 많은 지역은 보호 및 보강공을 실시하여야 한다.

1.3.3 뒤채움재료 및 속채움재료의 선정

뒤채움재료나 속채움재료는 공사장 내의 굴착에서 발생한 재료 중 유용 가능한 재료를 사용하되, 그 재료의 성질이 제11장 2.3 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.

1.3.4 자재 제품자료

블록, 전면판, 보강재, 연결부품 자재에 대한 제조업자의 제품자료, 시방서, 설치 지침서 및 품질시험성과표

1.3.5 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 현장조건이 일치하지 않을 경우 그 처리대책으로서 해당분야 특급 기술자가 작성한 수정도면, 계산서, 검토서 등
- (3) 보강토 옹벽과 주변구조물과의 공간관계 및 옹벽상부의 토공마무리계획을 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 28MPa 이상이어야 하며, 패널식 전면판의 압축강도는 28일 양생기준으로 6개 이상 시료의 평균압축강도가 30MPa 이상이어야 한다.

(2) 흡수율

콘크리트 블록은 KS F 4419의 규정에 의한 흡수율시험을 했을 때 3개 이상 시료의 평균흡수율이 7% 이내여야 한다.

(3) 크기

콘크리트 블록의 높이 및 폭의 치수오차는 각각 $\pm 1.6\text{mm}$ 및 $\pm 3.2\text{mm}$ 를 초과하지 않아야 하고, 패널의 치수오차는 $\pm 5\text{mm}$ 를 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 의해 분해되지 않는 재질로 접합부나 연결취약부가 없는 구조로 제조된 것이어야 한다.
- (2) 토목섬유 보강재의 경우 특히 장기적인 거동 시 크리프변형 등에 대한 안정성이 확보되어야 한다.

- (3) 금속보강재는 부식방지를 위해 처리된 것이어야 하고 이는 시공중 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 제도시방에 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 연결시킴으로서 전면재와 보강재의 연결강도를 증대시킬 수 있는 구조여야 한다.
- (2) 연결부품의 재질은 흙속에서 부식되지 않으며, 적용되는 보강토 구조물의 설계조건을 만족시킬 수 있는 충분한 강도를 가진 것으로 금속재 또는 고강도 섬유 유리 등으로 제조된 제품을 사용하되, 특히 재질을 금속재로 하는 경우에는 부식방지를 위해 처리된 것이어야 하고 이는 시공 중 손상이나 절단 후에도 보완할 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 연결부품 고정 시 블록이나 패널과 보강재를 연결하는 이음부의 수평이동변위는 설계도서에 제시된 값 이내 이어야 한다.

2.3 뒤채움재료

뒤채움재료는 설계도서에서 검토를 통해 별도로 명시하는 기준을 따르는 것을 우선으로 한다. 별도의 언급이 없을 경우 본 시방서에서 제시된 값을 참조 한다.

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 6이하인 흙일 것.
- (3) 보강재의 내구성을 저하시키는 화학적 성분이 적은 흙일 것.

2.3.2 입도기준

(1) 일반적인 뒤채움 흙의 입도기준은 다음과 같다.

11.1 보강토 뒤채움 흙의 입도

체눈크기(mm) (체번호)	통과중량백분율(%)	비고
102	100	
0.425 (No. 40)	0 ~ 60	
0.075 (No. 200)	0 ~ 15	
① No.200 통과율이 15% 이상이라도 0.015mm 통과율이 10% 이하이거나 또는 0.015mm 통과율이 10~20%이고 내부마찰각이 25° 이상이며 소성지수(P _t)가 6이하면 사용이 가능하다. ② 뒤채움 재료의 최대 입경은 102mm까지 사용할 수 있으나, 시공시 손상을 입기 쉬운 보강재를 사용하는 경우에는, 최대입경을 19mm로 제한하거나, 시공손상 정도를 평가하는 것이 바람직하다.		

(2) 블록 속채움재료

블록의 내부공간 및 블록과 블록 사이 속채움재료의 일반적인 기준은 표 11.2와 같다.

표 11.2 블록 속채움재료 입도기준

체의 공칭치수	26.5mm	19mm	4.75mm (No.4)	425 μ m (No.40)	75 μ m (No.200)
통과 중량 백분율(%)	75~100	50~75	0~60	0~50	0~5

2.4 전면벽체의 기초

전면벽체의 기초(levelling pad)는 보강토 옹벽 전면부의 평탄성을 확보하기 위해 설치하며, 벽면공 저면부에 응력이 집중되기 때문에 그 하부지반은 지지력을 충분히 확보할 수 있는 구조이어야 한다. 전면벽체의 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 50~150mm의 대소알이 적당한 입도로 혼합된 것이어야 한다.
- (2) 콘크리트를 사용하는 경우, 콘크리트는 KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 강도는 16MPa 이상이어야 하고, 공기량 4.5 $\pm$ 1.5%, 슬럼프 8 $\pm$ 2.5cm, 굵은골재 최대치수 25mm 이하로 한다.

3. 시공

3.1 사전조사

보강토 옹벽의 시공에 앞서 먼저 설계조건, 시공위치, 단면의 치수, 옹벽배면의 여건(구조물과의 이격거리, 파재하중, 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, 취급중에 손상을 입지 않도록 파렛트 위에 차곡차곡 쌓아서 운반하고 조심스럽게 상·하차 하여야 한다. 또한 시공 중에는 던지거나 굴러서는 안 되며, 인력 또는 크레인 등으로 소운반하여야 한다.
- (2) 자재에는 제조업자명, 제품명, 로트 및 제품번호, 규격 등이 표기되어 있어야 한다. 섬유제품의 경우 자외선에 노출될 경우 품질의 변화가 있을 수 있으므로 실내에 보관하거나 자외선을 차단할 수 있는 보호덮개를 씌워야 한다.
- (3) 운반 및 시공중에는 손상을 입지 않도록 주의하여야 하며, 손상을 입은 자재를 사용해서는 안 된다.

3.3 터파기

- (1) 터파기는 이 시방서 제5장 비탈면 깎기의 해당규정을 따른다.
- (2) 굴착된 바닥면은 평탄하게 지반고르기를 시행하되, 과다 터파기된 부분은 표준 쌓기재료 또는 기초용 잡석 등을 사용하여 원지반과 동일한 밀도로 다져야 한다.
- (3) 연약지반, 지하수 용출지반의 경우는 소정의 지내력을 갖도록 치환 또는 기초 형식변경 등의 조치를 강구하여야 한다.
- (4) 터파기작업은 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 전면벽체의 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 10m 이상인 경우에는 블록식의 경우에도 콘크리트를 사용한다. 단 감독자(또는 감리원) 및 지반분야 책임기술자가 필요하다고 판단하는 경우에는 10m미만의 블록식 옹벽에도 콘크리트를 사용할 수 있다.
- (3) 보강토 옹벽의 안정성 및 외관은 기초설치의 정확도에 의해 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 충분히 다져야 한다.
 - (6) 현장타설 콘크리트로 시공하는 경우에는 두께가 150mm 이상 되도록 하고, 타설 후 12시간 이상 양생시킨다.
 - (7) 비탈기초, 한쪽깎기·한쪽쌓기 경계부와 같이 강성이 급격히 변하는 부위에서는 정확한 시공에 특히 주의하여야 한다. 만일 설계도서에 이부분에 대한 명시가 없을 경우 감독자(또는 감리원)의 지시나 특급기술자의 검토를 거쳐 해당 부위 시공을 실시하도록 하여야 한다.

3.5 규준틀 설치

- (1) 옹벽전면의 수직(또는 경사) 및 수평상태를 확인하기 위해 규준틀을 설치하고 감독자(또는 감리원)의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.
- (2) 규준틀의 설치간격은 10m를 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 인해 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 뒤채움쌓기를 시행한 후 다음 단을 쌓아 올려야 한다.
- (4) 블록하거나 오목한 곡선부를 형성하고자 하는 경우에는 사전에 시공상세 도면을 작성하여 곡선부 반경 및 쌓기방법 등에 대해 승인을 받아야 하며, 이 경우 블록하거나 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 충분한 다짐이 되도록 하여야 한다.

- (1) 한층의 시공두께는 블록의 한단높이를 기준으로 하되 0.2~0.3m가 넘지 않아야 하며 안정성을 확보하는데 문제가 없어야 한다.
- (2) 재료의 포설은 전면판의 휨방지를 위해 전면판 쪽에서부터 시공하며, 전면판과 평행한 방향으로 진행하여야 한다. 또한 보강재 상부에 포설할 경우에는 보강재가 움직이거나 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.
- (3) 전면판에서 1.0m 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% 이상이 되도록 다져야 한다.
- (5) 타이어가 장착된 장비는 시속 20km 이하의 속도로 다지되, 다짐중 급제동 또는 급회전은 삼가하여야 한다.
- (6) 보강재를 설치한 면을 다질 시에는 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 재시공 하여야 한다.

- (8) 하단(옹벽 근입부) 전면판의 전·후면은 가급적 빠른 시간 내에 되메우고 다짐하여 우수 등에 의해 세굴되지 않도록 하여야 한다.
- (9) 뒤채움재의 포설 및 다짐은 기온이 15℃ 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 한단쌓기가 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 뜯겨 나간 돌, 나무뿌리 등을 제거하여 청결한 상태를 유지하여야 하며, 바닥면의 평탄성은 직선자(약 3m 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 다짐 시 이동이 없도록 하여야 하며 띠형 섬유보강재의 경우 끝부분에 고정핀을 사용하여 바닥에 단단히 고정시키되, 설계도서에 명시되지 아니한 경우 고정개소는 보강재의 폭과 동일한 간격으로 하거나 최대 1.5m 이내로 한다.
- (4) 보강재가 원지반선 아래에 설치될 경우에는 보강재 설치높이 이하 0.2m까지 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 대해 승인을 받아야 한다.
- (6) 띠형 섬유보강재의 폭에 대한 이음은 시공 시 이동 등을 고려하여 설계도서에 명시된 겹침폭 이상이 되도록 유지하여야 하며 특히 전면판이나 고정단 부위에 서도 겹침폭이 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 감독자(또는 감리원)와 협의하여 설계변경을 통해 보강토체 내외에 배수구를 설치한다.

3.10 현장 품질관리

품질관리를 위한 각종 시험은 반드시 감독자(또는 감리원) 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 1m 위치 및 보강재 끝에서 앞면 1m 위치에서 각각 실시한다.
- (4) 보강토 옹벽공사와 관련이 있는 옹벽상부의 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 파재하중이나 충격하중 그리고 뒤채움재와 보강재 사이의 마찰력을 저하시킬 수 있는 어떠한 행위도 허용되어서는 안 된다.

제 12 장 돌망태 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방서는 비탈면을 안정시키기 위하여 시공하는 돌망태 옹벽공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 7011 아연도금 철선
KS D 7017 용접 철망
KS D 7019 6각 철망
KS D 7036 염화비닐 피복철선
KS D 7037 알루미늄 도금철선 및 강선
KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
KS D 0229 용융 알루미늄 도금 시험 방법
KS F 4601 돌망태

1.3 시공 전 검토사항

기초지반이 설계에서 요구하는 지지력조건을 만족하는지 검토하여야 한다.

2. 재료

2.1 돌망태의 철선

- (1) 돌망태에 사용하는 철선은 아연도철선, 합성수지 피복철선 및 알루미늄 도금철선이 있다.
- (2) 철선의 연신율은 KS D 7011, KS D 7036 및 KS D 7037 기준에 따른다.

2.2 형상 및 치수

- (1) 돌망태는 몸통, 뚜껑, 링 및 돌구멍 죄임철선으로 구성한다. 그 형상은 KS F 4601에 따르고, 그 부품은 표 12.1에 따르며, 육각철망을 사용할 경우 KS D 7019에 따른다.

표 12.1 돌망태의 부품

부 분 품	종 류
몸 통	1개
뚜 경	2개
링	몸통길이 1m 당 1개
돌구멍 죄임 철선	돌구멍의 수와 동수 (단, 망눈이 10 이하인 경우는 그 2배)

- (2) 뚜껑틀과 뚜껑망의 이음은 뚜껑 망의 철선이 뚜껑틀에 2회 이상 감겨야 하며, 흔들림이 없어야 한다.
- (3) 돌망태 치수의 허용값은 표 12.2와 같다.

표 12.2 돌망태 치수의 허용값

분	허용값(%)	비 고
몸통크기	+3, -1	
길이	+3	
망눈크기	+3, -1	

- (4) 돌망태용 합성수지 피복철선의 선지름 및 심선지름은 KS D 7036에 따르며 최소 32-26 이상 두께의 철선을 사용하여야 한다.
- (5) 아연도 철선의 품질기준은 KS D 7011에 따르며 인장강도는 290~540MPa 정도 이어야 한다.
- (6) 아연도 철선 돌망태의 아연부착량 기준은 표 12.3과 같다.

표 12.3 아연도 철선 돌망태의 아연부착량 기준

선지름(mm) \ 구분	아연부착량 (g/m')	균일성 시험 (담금횟수)		품질기준
		1분	30초	
3.2	90 이상	1	1	-10% 이하
3.5	90 이상	1	1	
4.0	120 이상	2	-	
4.5	120 이상	2	-	
5.0	150 이상	2	1	
6.0	200 이상	3	-	

(7) 돌망태용 합성수지 피복철선의 품질기준은 KS D 7036을 따르며 인장강도는 290~540MPa 정도이어야 한다.

(8) 돌망태용 알루미늄 도금철근의 품질 기준은 KS D 7037에 따르며 인장강도는 290~590MPa 정도이어야 한다.

2.3 채움재

- (1) 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대치수보다 크고 25cm 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야 한다.
- (2) 돌망태 채움재는 풍화에 약한 사암, 세일, 석회암 등과 같은 퇴적암 계열의 암석은 사용하지 않는다.
- (3) 채움재의 형상은 평평하거나 가늘고 길어서는 안 된다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- (2) 기초지반이 연약할 경우에는 지반개량을 실시하여 돌망태 옹벽의 하중을 지지할 수 있어야 한다.
- (3) 설계도서에 별도의 표시가 없으면 돌망태 옹벽은 6°~10° 정도의 경사로 설치하여야 한다.

- (4) 돌망태의 철망은 넓고 평활한 곳에서 설계도서의 규격으로 접어 철망박스를 형성하고, 돌채움은 표면과 외측에 큰 돌이 가도록 하고 공극이 최소화 되도록 하여야 하며, 철망의 크기보다 큰 돌을 사용하여야 한다.
- (5) 돌망태가 완전히 채워질 때까지 돌채우기와 철선연결을 번갈아 실시하고, 돌망태는 빈틈을 적게 하여 공극이 최소가 되도록 기계나 인력으로 돌을 채워 넣어 설계도서의 규격이 유지되도록 하여야 한다.
- (6) 돌채움이 끝나면 뚜껑을 철선으로 단단히 묶어야 하며, 박스와 박스는 일체가 되도록 연결부를 단단히 결속하여야 한다.
- (7) 모든 철망과 철선의 연결은 이중감기를 하여야 한다.
- (8) 돌망태 부설 후에는 돌 사이를 고르게 더 채워야 한다.
- (9) 곡선부 시공으로 부득이 간격이 발생될 경우 돌망태 간격이 최소화 되도록 길이가 작은 것으로 상하간의 곡선길이 차이만큼 추가 시공하도록 하고 틈이 50mm 이상 되는 구간은 돌망태용 채움재로 채워야 한다.

3.2 현장 품질관리

- (1) 철망 안에 돌채움을 할 때에 철선의 피복 또는 도금이 벗겨지지 않도록 조심해서 돌채움을 실시하여야 한다.
- (2) 돌채움을 할 때에는 완공후 채움재가 철망에서 빠지지 않도록 하여야 한다.
- (3) 과도한 배부름 및 침하가 발생하였을 경우 안전성을 검토하여야 한다.

제 13 장 기대기 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면 보호공으로 시공되는 밀다짐식, 합벽식 및 계단식 옹벽의 시공에 적용한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강

KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐판

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

2. 재료

2.1 빈배합콘크리트

빈배합콘크리트의 압축강도는 16MPa 이상으로 한다.

2.2 구체 콘크리트

KS F 4009에 규정된 레디믹스트 콘크리트로서 압축강도는 설계도서에 명시된 값 이상이어야 하고, 공기량 $4.5 \pm 1.5\%$, 슬럼프 $15 \pm 2.5\text{cm}$, 굵은골재 최대치수 25mm 이하로 한다.

2.3 문양거푸집

1회용 발포 폴리스티렌 또는 PE 무늬거푸집을 사용하되, 그 재질은 제조업체의 시방에 따른다.

2.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품

제10장 2.4 신축이음의 연결재, 채움재, 밀봉재 및 부대품 규정에 따른다.

2.5 철근

KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

2.6 재료 품질관리

콘크리트의 품질은 콘크리트표준시방서 일반 콘크리트에 규정된 사항을 따른다.

3. 시공

3.1 사전조사

시공계획을 수립하기 전에 먼저 설계조건, 시공위치, 규모, 단면의 치수 등을 확인하고, 다양한 현장조건과 지하수의 유무 등에 대하여 충분한 보강조치를 취하여야 하며 비탈면의 뜬돌, 이물질 등 콘크리트와 지반의 부착을 저해하는 요소를 제거한 후 시공하여야 한다.

3.2 터파기 및 기초공

터파기 및 기초공은 제10장 콘크리트 용벽의 3.2절 터파기 및 기초공에 따른다.

3.3 기준틀 설치

- (1) 시공도에 의하여 위치, 경사, 높이 등을 확인하고 정확한 위치에 경사보기 기준틀을 설치한다.
- (2) 기준틀의 설치간격은 10m를 표준으로 하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

3.4 문양거푸집

문양거푸집은 옹벽의 형상에 따라 그 설치공작도를 작성하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 하며, 문양거푸집으로 인하여 도면에 지시된 벽체두께가 감소하는 일이 없도록 주의하여야 한다.

3.5 신축이음 및 수축이음

- (1) 신축이음은 20~30m 이하 간격으로 설치하되, 기초바닥까지 철근을 잘라야 하며, 절곡된 부분에 신축이음을 두어서는 안 된다.
- (2) 옹벽에서 신축이음부는 연결재, 채움재(joint filler), 밀봉재(joint sealing) 및 부대품을 설치하여야 한다.
- (3) 채움재는 타설시 콘크리트면에 충분히 밀착시켜 수밀성이 확보되도록 하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.
- (4) 수축이음은 9m 이하 간격으로 설치하되, 벽 표면에 수직으로 깊이 0.3m 정도의 V형 홈을 파고 철근은 절단하지 않는다.

3.6 고정편

- (1) 옹벽과 비탈면의 고정을 위하여 설치하는 고정편은 KS D 3504의 이형봉강 SD300의 규정에 적합한 철근을 사용한다.
- (2) 시공 시 노출되는 고정편은 계단높이의 1/3 이상 확보하고 다음 단계에 시공될 계단과의 부착성을 높이기 위해 주변의 부착저해요소를 제거한다.
- (3) 계단식 옹벽만으로 비탈면의 안정성확보가 곤란한 경우 네일, 앵커공 등과 결합 시공할 수 있으며, 보강공 두부와 계단식 옹벽과의 결합력을 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

3.7 콘크리트 타설 및 표면마무리

- (1) 노출면은 균일한 외관을 얻을 수 있도록 콘크리트의 재료, 배합, 타설 방법이 바뀌지 않도록 주의하고, 미리 정해진 구획의 콘크리트는 완료할 때까지 연속해서 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 시공하여야 한다.
- (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

만약 문양거푸집으로 1회용 발포 폴리스티렌을 사용할 경우에는 거푸집 제거와 동시에 옹벽에 부착된 발포폴리스티렌을 깨끗이 제거하고, 제거된 폐기물은 계약상 대자의 비용으로 소각로에서 소각처리하거나 공사지역 밖으로 반출하여야 하며, 어떠한 경우라도 환경오염을 유발시키는 방법으로 처리되어서는 안 된다.

3.9 현장 품질관리

기대기 옹벽의 현장 품질관리는 제10장 콘크리트 옹벽의 품질관리 기준에 따른다.

제 14 장 돌(블록)쌓기 옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 돌쌓기 및 콘크리트 블록쌓기 옹벽의 시공에 관한 제반기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS Q ISO 9001 품질경영시스템
KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS F 2518 석재의 흡수율 및 비중 시험방법
KS F 2519 석재의 압축강도 시험방법
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순골재
KS F 2530 석재
KS F 2538 콘크리트포장 및 구조용 신축이음 채움재
KS F 4002 속빈 시멘트 블록
KS F 4009 레디믹스트콘크리트
KS F 4416 콘크리트 적층 블록
KS L 5105 수정성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 9501 공업용 석회
KS M 3401 수도용 경질 폴리염화비닐관
KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관

1.2.2 토목공사표준일반시방서

1.3 시공 전 검토사항

1.3.1 돌(블록)쌓기 일반

- (1) 돌(블록)쌓기는 기울기가 1:1 이상의 급한 경우에 적용하며 그보다 완만한 경우에는 돌(블록)붙이기를 적용한다.
- (2) 돌(블록)쌓기 옹벽의 적용한계 높이는 7m로 하며, 깔쌓기는 5m, 메쌓기는 3m를 표준으로 한다.

1.3.2 기초의 지반지지력

돌(블록)쌓기의 기초지지력은 설계에서 요구하는 기준 이상을 만족하여야 하며, 터파기 결과 소요지지력을 확보할 수 없다고 판단될 경우에는 설계변경승인을 얻어, 치환 또는 기초형식변경 등의 조치를 취하여야 한다.

1.3.3 환경조건

- (1) 돌(블록)쌓기를 할 때에는 대기온도가 쌓기 착수 전, 쌓기 중 및 쌓기 완료 후 48시간 동안 5℃ 이상이 유지되어야 하며 대기온도가 30℃일때는 작업을 해서는 안 된다.
- (2) 대기온도 5℃ 이하에서 돌(블록)쌓기 공사가 불가피한 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 채움콘크리트, 줄눈모르타르 등이 얼지 않도록 보호하고, 재료를 가열시키며, 완료된 부분은 보온조치를 강구한다.
- (3) 서중기에는 바탕처리와 채움콘크리트의 수분이 과도하게 증발하지 않도록 인공 차양, 바람막이 등을 설치하고 즉시 돌(블록)쌓기를 시행하여 쌓기재료와 콘크리트의 접착이 원활하게 되도록 한다.

2. 재료

2.1 돌쌓기 재료

2.1.1 견칫돌

- (1) 견칫돌은 소요의 강도 및 내구력을 가지며, 표면균열 등이 없고 풍화, 빙결 등의 영향을 받지 않은 것으로 한다.
- (2) 면의 형상은 구형으로 평면 또는 완만한 철면(凸面)을 이루어야 하며, 뒷면은

앞면의 1/16 이상의 단면적을 갖고 뒷길이 1/10 이상의 접촉부를 지닌 것이어야 한다.

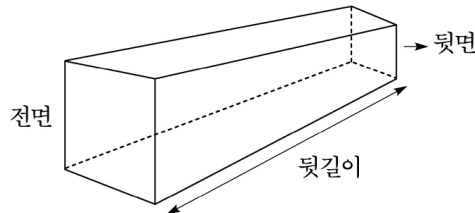


그림 14.1 건čit돌 기본 형태

2.1.2 겐돌

- (1) 겐돌은 소요의 강도 및 내구력을 가지며, 표면균열 등이 없고 풍화, 빙결 등의 영향을 받지 않은 것으로 한다.
- (2) 뒷길이는 건čit돌과 같으며 뒷면에 대한 제한은 없다.

2.1.3 호박돌 및 야면석

표면을 다듬지 않은 자연석으로 운반이 가능하고 쌓기에 적합한 모양을 가진 비교적 큰 돌덩이여야 한다.

2.1.4 뒤채움잡석

경질이고 변질될 염려가 없는 잡석 또는 조약돌로서 최대치수가 150mm인 돌이 적당한 입도로 섞인 것이어야 한다.

2.1.5 콘크리트(기초, 뒤채움, 지수, 상단콘크리트)

- (1) 콘크리트의 규격 : 재령 28일 압축강도 18MPa 이상, 공기량 $4.5 \pm 1.5\%$, 슬럼프 $8 \pm 2.5\text{cm}$, 굵은골재 최대치수 40mm 이하
- (2) 시멘트 : KS L 5201의 보통 포틀랜드 시멘트
- (3) 골재 : KS F 2526에서 규정된 콘크리트용 잔골재 및 굵은골재
- (4) 물 : 청정수를 사용한다.

2.1.6 모르타르

- (1) 모르타르의 용적배합비는 포틀랜드 시멘트 1, 모래 3 이어야 하고 재령 28일 압축강도가 15MPa 이상이어야 한다.
- (2) 모르타르 혼합수량을 줄이기 위한 감수제의 사용은 감독자(또는 감리원)가 승인 하고, 모르타르의 강도가 감소되지 않는다면 허용된다.
- (3) 모래의 품질기준은 KS F 2526의 규정을 따르되, 입도는 다음 기준을 만족하여야 한다.

표 14.1 줄눈 모르타르에 사용할 모래의 입도기준

공칭치수	2.36mm	1.18mm	600 μ m	300 μ m	150 μ m
통과중량 백분율(%)	100	70~100	35~80	15~45	2~10

2.1.7 배수파이프

KS M 3401 또는 KS M 3404에 규정된 관경 40mm의 파이프 또는 동등 이상의 것.

2.2 블록쌓기 재료

2.2.1 콘크리트 블록

- (1) 명시된 규격치수와 두께로 된 콘크리트 블록, 명시된 조건을 만족시키는 모양과 크기, 결합된 보블록과 모서리블록을 그리고 명시되었거나 요구된 곳에 필요한 반쪽크기 블록
- (2) 속이 빈 내력콘크리트 블록은 KS F 4002에 적합하고, 압축강도가 16MPa 그리고 인장강도가 1MPa 이상이고, 수축률이 0.06% 이하이고, 흡수율이 8% 이하이어야 한다.
- (3) 표준적인 면을 갖고 정상적인 시멘트 색상의 블록, 화산재나 페인트 마무리를 얼룩지게 할 수 있는 성분을 함유한 콘크리트 블록을 사용해서는 안 된다.

2.2.2 파단면을 가진 콘크리트 블록

- (1) 명시된 치수와 두께를 갖고 파단면을 가진 콘크리트 블록, 명시된 치수와 강도 요건을 만족하고 특별한 표면구성으로 된 파단면을 갖는 블록

- (2) 제작자의 표준제품에서 감독자(또는 감리원)가 선택하는 색상의 파단면을 가진 콘크리트 블록

2.2.3 프리캐스트빔, 상단 및 마무리 블록

설계에 명시된 형태의 프리캐스트 콘크리트 제품으로 토목공사표준일반시방서의 04260 프리캐스트 콘크리트 해당규격에 일치하여야 하며, 노출된 표면은 가능한대로 콘크리트 블록의 마무리에 어울리도록 샌드블라스트로 가깝게 마무리하여야 한다.

2.2.4 모르타르

본 장 2.1.6절 찰쌓기에 사용되는 모르타르의 재료기준과 같다.

2.2.5 그라우트

- (1) 거친 그라우트는 28일 압축강도가 14MPa 이상이어야 하며, 시멘트, 잔골재 및 굵은골재의 배합비는 부피로 1:3:2이어야 한다.
- (2) 제작자가 설계한 배합과 승인된 그라우트 펌프로 조작하는 그라우트는 슬럼프가 25cm이어야 한다.
- (3) 그라우트의 혼합량을 줄이기 위한 감수제의 사용은 감독자(또는 감리원)가 승인하고, 그라우트의 강도가 감소되지 않는다면 허용된다.
- (4) 그라우트 골재는 KS F 2526에 합치하고 입도가 좋은 콘크리트용 잔골재로써 최대치수가 1.0mm인 입도가 좋은 굵은골재와 잔골재의 부피배합비율은 1:1.5 이어야 한다.

2.2.6 접착제

콘크리트 슬래브에 모르타르 바닥을 접착시키는 폴리비닐 아세테이트 에멀전 접착제로서 젖었거나 건조한 콘크리트 슬래브에 모르타르 바닥을 영구적으로 접착시키는 공장제품이고, 육안검사로 칠해진 곳을 식별할 수 있게 엷은 색채를 띠어야 한다. 콘크리트에 바르면 1시간 내에 건조하고, 건조했을 때 유연하며 부착강도가 1MPa 이상이어야 한다.

2.2.7 신축줄눈 재료

KS F 2538에 합치하는 것을 사용한다.

2.2.8 수축줄눈 보강재

사다리 또는 트러스 형태의 3.76mm 강선망을 사용한다.

2.2.9 철근

KS D 3504의 이형봉강 SD300A 및 SD400의 규정에 적합한 철근을 사용한다.

2.2.10 소석회

소석회는 KS L 9501의 해당요건을 갖추어야 한다.

3. 시공

3.1 사전조사

- (1) 얼음이나 서리 맞은 재료 또는 얼어버린 재료를 사용해서는 안 된다.
- (2) 쌓기할 바닥면이 시공을 착수하기에 적합한지 확인하여야 한다.
- (3) 시공도에 의하여 설치위치, 경사, 높이 등을 확인한다.

3.2 작업계획

쌓기작업은 재료의 반입정도, 인원 및 장비투입계획, 1일 쌓기량, 기상조건, 퇴메우기의 시기 등을 고려하여 작업 가능한 구간만을 터파기하고, 그 구간의 작업이 완료된 후 다음 작업을 진행하여야 한다.

3.3 기준틀 설치

- (1) 찰쌓기는 전면경사와 배면경사가 서로 다르므로 전·후면에 각각의 경사보기 기준틀을 설치하고 감독자(또는 감리원)의 검사를 받아야 하며, 겨냥줄은 수평이 유지되도록 팽팽하게 설치하여야 한다.
- (2) 기준틀의 설치간격은 10m를 표준으로 하되, 시점·종점 및 평면·단면의 변화점에 설치한다.

3.4 돌쌓기 일반

- (1) 돌쌓기는 앞면에 직각이 되게 하고, 강도를 저하시키는 쌓기방법을 써서는 안 된다. 쌓기는 낮은 바닥면에서 시작하여 거의 같은 높이로 번갈아 쌓아야 하며, 신축이음이 있는 경우에는 이음과 이음사이, 신축이음이 없는 경우에는 구간별로 차례로 쌓고 높이의 차이가 크지 않게 하여야 한다.
- (2) 견치돌과 깬돌은 층쌓기 마다 돌이를 수정하고, 필요에 따라 난도다듬질을 하여야 한다. 잡석이나 야면석은 다듬메로 다듬어 안정하게 밀착되도록 하여야 한다.

3.5 찰쌓기

- (1) 깬돌의 찰쌓기는 골쌓기를 원칙으로 하고, 밑돌은 큰 돌을 사용하여 위의 두 모서리를 깨어 5각형으로 다듬고, 인접한 돌에 밀착되게 하여야 한다.
- (2) 찰쌓기 할 돌은 사용 전에 흙먼지나 부착물을 제거하고, 충분히 물축이기를 해두어야 한다.
- (3) 찰쌓기에서는 앞면에서 돌이를 맞추고, 허리고임돌로 쌓기돌을 고정시키고, 돌틈에는 콘크리트를 채우고, 앞면의 돌이까지 충분히 채워 다져야 한다.
- (4) 콘크리트를 채운 다음 6시간 이상 경과한 후 그 위에 콘크리트를 채울 때는 윗면에 모르타르를 얇게 깔고 콘크리트를 채워야 한다.
- (5) 찰쌓기의 하루에 쌓는 높이는 1.2m를 넘지 않아야 한다.
- (6) 상단 콘크리트는 뒤채우기 콘크리트와 일체로 시공하여야 한다.
- (7) 신축이음은 약 20m 간격으로 두어야 하며, 설계도서나 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라야 한다.
- (8) 배수구멍의 배치는 별도의 지시가 없는 한 2㎡ 에 1개의 비율로 설치하며 감독자(또는 감리원) 또는 지반분야 특급기술자의 판단에 의해 추가로 설치할 수 있다.
- (9) 앞면의 줄눈모르타르는 줄눈부분을 물로 충분히 적셔서 채워 넣어야 한다.
- (10) 찰쌓기 및 채움콘크리트의 표면은 시공 직후 즉시 가마니 등으로 덮고, 충분히 살수하여 10시간 이상 습윤상태를 유지하고, 모르타르 또는 콘크리트가 경화할 때까지 유해한 진동이나 충격을 주어서는 안 된다.

3.6 메쌓기

- (1) 메쌓기는 줄쌓기를 원칙으로 하며, 하루 쌓기높이는 1m 미만이라야 한다.
- (2) 메쌓기의 돌이는 폭이 견치돌일 때 50~100mm, 깬돌일 때 30~60mm가 되도록 돌메로 다듬어서 맞추고, 고임돌을 끼워 돌을 고정시키고, 틈새에 뒤채움돌을 채워 넣어야 한다.
- (3) 메쌓기의 전면줄눈은 어긋나도록 쌓아야 한다.

3.7 블록쌓기

3.7.1 공통사항

- (1) 콘크리트 블록은 명시된 치수에 따라 시공하여야 하며 블록은 쌓을 때 건조하여야 한다.
- (2) 마무리면이 노출되는 위치에서는 반장블록 보다 작은 블록의 사용은 피하여야 하고, 어느 표면에서도 빈속이 노출되어서는 안 된다.
- (3) 마무리면이 노출되지 않은 곳에서는 온장블록이나 반장블록을 쌓기에 공간이 충분하지 못할 때에는 콘크리트 벽돌이나 모르타르로 채울 수 있다.

3.7.2 작업품질

- (1) 블록쌓기는 숙련되고 경험 있는 조직공이 하여야 한다.
- (2) 벽면은 수직하면서 선에 맞아야 하고, 쌓기층은 수평하고 모든 줄눈은 폭이 균일하고, 명시된 모르타르를 사용하여야 한다. 수직줄눈은 노출된 벽면에서는 수직하게 정렬되어야 한다.
- (3) 콘크리트 블록은 균열과 표면결함이 없이 단단한 것을 사용하여야 하며, 파열, 파손되지 않게 주의해서 블록을 다루어야 한다. 특수모양을 사용할 경우에는 절단한 블록을 대신해서는 안 된다.
- (4) 강재빔이나 장선이 블록쌓기한 속에서 틀을 구성하는 경우에는 공간을 모르타르로 채우고, 강재 주위에 반듯하게 모르타르를 치고, 블록면과 평면이 되게 마무리하여야 한다.

3.7.3 블록 절단

- (1) 블록 절단은 동력 석재톱을 사용하여 정확하게 절단하여야 한다.
- (2) 절단면은 매끈하고 고르게 갈아야 한다.

3.7.4 바닥돈기 및 줄눈마무리

- (1) 모르타르 비비기는 배치믹서에 물을 넣고 최소한 3분 정도 혼합하여야 한다.
- (2) 모르타르는 외기온도가 25℃ 이상일 때는 혼합 후 60분 내, 그리고 외기온도가 25℃ 이하일 때는 혼합 후 90분 이내에 사용하여야 한다.
- (3) 블록쌓기 전의 콘크리트 기초나 바닥줄눈 상단면은 골재가 노출되도록 거칠게 다듬고 청소하여야 한다.

3.7.5 배관홈

- (1) 각종 관로작업은 감독자(또는 감리원)가 승인하기 전에 후속작업을 해서는 안된다.
- (2) 홈과 오목한 공간은 수직이 되게 하고, 내측줄눈은 평면이 되게 하고, 내부에 장애물이 없어야 한다.
- (3) 관로작업이 완료되면 떨어져 내린 모르타르와 부스러기는 청소하여야 한다.

3.7.6 정착재 및 매설재

- (1) 블록쌓기 작업 중에 각종 정착물 또는 부착물, 매설물 등을 제자리에 정확하게 설치하여야 하며, 선행하는 다른 직종과 협의해서 절취, 보수 등의 이중작업을 방지하여야 한다.
- (2) 정착물이나 매설물이 들어가는 모든 공동은 그라우트로 채워 넣어야 한다.
- (3) 콘크리트나 금속재에 닿아서 블록을 쌓는 경우에는 각 층이 놓일 때 그 사이의 줄눈을 모르타르로 채워야 한다.

3.7.7 줄눈마무리

- (1) 줄눈에는 단단하게 모르타르를 채워 넣어야 한다.
- (2) 노출되는 줄눈은 오목하고 치밀하게 다듬어야 하며, 모르타르가 손자국이 나지 않도록 굳었을 때 줄눈 마무리 공구로 매끈하게 다듬어야 한다.
- (3) 공사시방서에 달리 명시되지 않았다면 수평 및 수직방향 줄눈 두께는 10mm가 되게 한다.
- (4) 개구부의 강재를 주위의 줄눈은 채움재를 채워 넣을 수 있도록 20mm 깊이로 긁어내어야 한다.

3.7.8 접합공사

접합공사를 시작 또는 재개하기 전에 기존 시설물에서 느슨한 모르타르와 이물질을 제거하고 접합면을 깨끗하게 청소하여야 한다.

3.7.9 프리캐스트 빔, 상단 및 마무리 블록

설계도서에 명시된 곳에 프리캐스트 부재를 설치하여야 한다.

3.7.10 보강철근

- (1) 보강철근은 설계도서에 명시된 대로 설치하여야 한다.
- (2) 수직철근은 벽면을 쌓기 전에 설치하고, 표준적인 철근지지물로 철근을 제자리에 고정시켜야 한다.
- (3) 기초의 접속강봉이 수직방향의 속빈 부분과 정렬이 되어 있지 않을 때는 경사가 6:1 이상 되지 않도록 하여야 하며, 기초접속강봉이 삽입되는 모든 속빈 부분은 그라우트를 채워 넣어야 한다.

3.7.11 그라우팅

- (1) 그라우팅 요건
 - ① 콘크리트 블록의 속빈 부분은 설계도서에 명시된 곳에서는 그라우트로 채워야 하며, 철근과 정착물 또는 매설재가 삽입된 속빈 부분은 그라우트로 채워야 한다.
 - ② 강재틀과 기타 매설재 둘레의 공간은 그라우트나 모르타르로 채워야 한다.
 - ③ 철근은 제자리에 고정시키고, 그라우트를 치기 전에 검사와 승인을 받아야 한다.
 - ④ 떨어져 내린 모르타르와 내민 모르타르는 그라우트 공간 밖으로 치우고, 그라우트를 치기 전에 복판과 철근에서 떨어져 내린 모르타르를 청소하여야 한다.
 - ⑤ 그라우트는 제자리에서 막대로 고루고, 섞거나 진동다짐을 하여야 한다.
 - ⑥ 속빈 부분은 그라우트로 채워 넣고, 각층 줄눈에 홈을 만들기 위해서는 블록의 상단 아래로 50mm에서 치기를 정지하여야 한다.
- (2) 그라우트 시공
 - ① 그라우트 시공은 감독자(또는 감리원)가 승인한 방법으로 쳐야 한다.
 - ② 그라우트는 저양정방법이나 고양정방법으로 칠 수 있으나 그라우트를 고양정 방법으로 그라우팅할 경우에는 그라우팅하기 48시간 전에 감독자(또는 감리원)에게 통지하고 계속적인 검사를 받으면서 작업을 실시하여야 한다.

(3) 저양정그라우팅

속이 빈 블록쌓기의 저양정그라우팅에는 구조물을 높이대로 그라우팅하거나 1.2m 보다 작은 양정으로 그라우팅하여야 한다.

(4) 고양정그라우팅

- ① 속빈 블록쌓기에서 수직철근이 삽입된 모든 속빈 부분의 밑바닥에 청소구멍을 두어야 하며 감독자(또는 감리원)가 청소상태를 검사해서 승인할 때까지는 청소구멍을 폐쇄하지 않아야 한다.
- ② 모서리 또는 개구부의 끝에는 거푸집을 사용하여 그라우트의 주입압력을 지탱할 수 있도록 지지해 주거나 고정시켜야 한다.
- ③ 그라우트 공간 밖으로 그리고 철근에서 떨어져 내린 모르타르와 떨어져 내린 모르타르는 고압사수를 가진 호스를 사용하여 씻어내야 한다.
- ④ 그라우트는 각 단계사이에 1시간 대기시간을 두어 1.2m를 넘지 않도록 시공하여야 하며, 벽이나 블록쌓기 구간의 전 높이가 완전히 충전될 때까지 그라우팅 순환을 중단해서는 안 된다.

3.7.12 보수 및 처넣기

작업이 완료되면 블록쌓기면을 주의 깊게 검사해서 파손되거나 결함 있는 블록은 깎기 해내고 대체하여야 하며, 결함 있는 모르타르 줄눈은 긁어내고 다시 쳐야 한다.

3.7.13 청소

- (1) 설치 및 줄눈 처넣기가 완료된 후에는 블록을 깨끗이 청소하여야 하며, 블록표면에 있는 모르타르 퇴적물, 때 또는 기타 이물질은 모두 제거하여야 한다.
- (2) 블록쌓기의 그라우트가 완료된 후에는 블록과 모르타르 줄눈에 스며든 레이턴스와 때는 물로 씻어 제거하여야 한다.

3.7.14 양생

- (1) 블록쌓기와 그라우트치기의 상단은 최소한 7일간 습윤양생하여야 한다.
- (2) 쌓기한 벽면은 분무로 습하게 하여야 하지만 물이 표면을 흘러내릴 만큼 적셔서는 안 된다.

3.8 되메우기

- (1) 돌쌓기 및 블록쌓기 뒷면의 되메우기는 쌓기에 맞추어서 뒤채우기 한 후 층별로 흙으로 되메우기 하여야 하며, 높은 쌓기를 하고 한번에 되메우기를 해서는 안 된다.
- (2) 되메우기에 있어서 되메우기재료가 뒤채움재료와 혼합되지 않게 하여야 한다.
- (3) 되메우기 작업중에는 기계의 주행 또는 편심하중에 의하여 구조물에 손상을 주지 않도록 주의하여야 한다.

3.9 현장 품질관리

3.9.1 돌쌓기의 품질관리

돌쌓기에 사용된 재료에 대한 품질시험 종목 및 방법은 다음과 같다.

표 14.2 돌쌓기 재료의 품질시험 종목

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도	비 고
전칫돌 센 돌	비중시험 흡수율시험 압축강도시험	KS F 2530	1) 골재원 마다 2) 제질의 변화 시 마다	

3.9.2 콘크리트 블록쌓기의 품질관리

(1) 슬럼프시험

해당규격에 따라 그라우팅 중 그라우트의 슬럼프시험을 실시하여야 한다.

(2) 콘크리트 블록

압축강도와 함수량시험 그리고 인장강도시험은 200m²의 벽면에 대하여 3개 블록을 채취하여 시험하여야 한다.

(3) 모르타르

압축강도시험은 KS L 5105에 따라 실시하여야 한다. 100m²의 벽면에 대하여 4개의 공시체를 제작하고 7일에 1개, 그리고 28일에 3개를 시험하여야 한다.

(4) 그라우트

압축강도시험은 KS F 2426에 따라 실시하여야 한다. 100m²의 벽면에 대하여 3개 사각형시편을 시험하여야 한다.

제 15 장 격자블록 및 돌(블록)붙이기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 격자블록 및 돌(블록)붙이기에 대한 시공기준을 규정한다.

1.2 참조규격

KS D 2530 석재

KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강

KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법

KS F 2408 콘크리트의 휨강도 시험방법

KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 시공 전 검토사항

(1) 시공상세설계도서

본 시방서 제1장 총칙편에 따라 시공계획서를 제출하여야 한다.

(2) 제품자료

비탈면보호 격자블록의 재질, 치수, 중량, 압축강도특성 등 제반사항과 자체 생산현황, 기술자료, 설치지침서, 시공실적자료 등을 포함한 제품자료를 작성, 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 재료일반

비탈면 보호블록의 선정은 설계도서를 기준으로 하되, 콘크리트 또는 합성수지 제품으로서 설계제품과 동등 이상의 성능 및 재질을 가지며, 미관, 강도, 시공성, 내구성, 경제성면에서 우수한 제품이 있을 경우, 설계변경 승인을 얻어 사용할 수 있다. 단, 대규모 비탈면이나 점토질지반 또는 표토의 활동이 예상되는 부위는 반드시 콘크리트 제품을 사용하여야 한다.

2.2 콘크리트 비탈면 보호블록(프리캐스트블록)

(1) 휨강도 : 5MPa 이상

(2) 콘크리트의 물-시멘트비(W/C) : 40% 이하(제조 시)

(3) 허용치수

① 폭, 두께 : 설계도서치수 $\pm 2\text{mm}$

② 길이 : 설계도서치수 $\pm 4\text{mm}$

(4) 겉모양

그 길이 치밀하여 해로운 흠이 없고, 면은 평평하며 외관이 좋아야 한다.

(5) 이음구조

블록 이음부분에서 앵커철근의 시공이 가능하고, 그 공극을 모르타르로 채워
지반의 활동에 저항할 수 있는 구조여야 한다.

(6) 고정핀

KS D 3504의 규정에 합격한 길이 0.4~1m, D16의 이형철근으로서 지반에 삽입이
용이하도록 끝을 뾰족하게 가공한 철봉이어야 한다.

(7) 모르타르

포틀랜드 시멘트와 입경이 1mm 보다 잔 모래의 용적배합비는 1:3이어야 한다.

(8) 시멘트

시멘트는 KS L 5201를 따르거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

(9) 골재

굵은골재의 최대치수는 40mm 이하이고 공장제품 최소두께의 2/5 이하이며 강재의
최소수평간격의 4/5를 넘어서는 안 된다.

(10) 철근

철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 콘크리트 격자블록

(1) 재료의 치수, 중량, 모양, 압축강도(또는 휨강도)는 명시된 설계도서에 따르며,
감독자(또는 감리원)가 승인한 것이라야 한다.

(2) 시멘트는 KS L 5201 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) 굵은 골재의 최대치수는 40mm 이하이고 공장제품 최소두께의 2/5 이하이며
강재의 최소 수평간격의 4/5를 넘어서는 안 된다.

- (4) 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (5) 혼화제는 사용방법과 효과를 충분히 조사하여 품질이 시험에 의하여 확인된 것이라야 한다.

2.4 합성수지 격자블록

- (1) 수지류 격자블록에 사용하는 합성수지 제품의 품질기준은 압축강도가 30MPa 이상, 휨강도가 0.8MPa 이상이어야 한다.
- (2) 블록의 치수 및 모양은 설계도서에 따라야 하며, 별도의 표시가 없는 경우 감독자 (또는 감리원)가 승인한 것이라야 한다.
- (3) 화재의 위험이 적은 곳에 설치한다.

2.5 돌블록

돌블록의 재질은 KS F 2530 또는 동등 이상의 제품이라야 하며, 연마하지 않은 사각형의 겐잡석이므로 치수는 300~700mm, 폭 250~350mm, 두께 100~150mm로 한다.

2.6 비탈면 보호블록기초 재료

콘크리트 강도는 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 하고 공기량은 $4.5 \pm 1.5\%$ 이내, 슬럼프는 $8 \pm 2.5\text{cm}$ 이내, 최대골재치수는 40mm 이하로 한다.

3. 시공

3.1 보호블록기초 설치

비탈면 보호블록은 침하 또는 활동을 방지하도록 소단배수구, 옹벽 등의 견고한 구조물에 지지시켜야 하며, 보호블록 하단에 이러한 구조물이 없거나 설계에 기초가 누락되어 있는 경우에는 설계변경 승인을 얻어 별도의 콘크리트 기초를 설치하여야 한다.

3.2 비탈면 보호블록(프리캐스트 콘크리트블록)

3.2.1 면고르기

- (1) 비탈면 또는 비탈어깨 부근의 느슨한 암과 나무뿌리, 기타 불안정한 흙덩어리 등은 완전히 제거하여야 한다.

- (2) 비탈면은 설계도서에 명시된 선과 경사로 말끔히 정돈하여야 하며, 완성된 구간은 기준틀과 기준계를 설치하여 감독자(또는 감리원)가 검측할 수 있게 하며 시공 완료 시까지 유지하여야 한다.
- (3) 비탈면의 표면 마무리 시에는 암 노출부위 등의 깨어진 암석을 모두 제거하고, 단단한 암반인 경우에는 감독자(또는 감리원)와 협의하여 비탈면 보호용 격자 블록을 설치하여야 한다.

3.2.2 터파기 및 되매우기

- (1) 비탈면 보호블록은 반드시 터파기를 하고 설치하여야 하며, 비탈면 위에 블록을 설치한 후, 그 위에 흙을 덮는 방법으로 시공해서는 안 된다.
- (2) 보호블록 설치 후, 터파기한 주변은 인력으로 밀실하게 다져야 하며, 특히 상부 부재 아래쪽은 흙의 침하가 발생하지 않도록 주의해서 다져야 한다.

3.2.3 설치순서

비탈면 보호블록은 소단매수구나 옹벽 또는 별도의 기초가 완성된 후에 흘러내리지 않도록 아래에서부터 위로 쌓아올려야 하며, 위에서부터 아래로 시공해서는 안 된다. 또, 격자블록의 속채움흙을 확보할 수 있도록 여유 공간을 확보하여야 한다.

3.2.4 조립 및 설치

- (1) 비탈면 보호블록은 각 부재가 올바르게 맞물리도록 조심스럽게 설치하고 격자의 교점에 앵커철근을 지면에 직각으로 고정시킨 후, 그 공극을 모르타르로 밀실하게 채워서 원지반과의 밀착을 도모하고 활동을 방지하여야 한다.
- (2) 비탈면의 붕괴 등이 예상되거나 비탈면에 있는 입목을 보호하여야 할 경우에는 감독자(또는 감리원)와 협의하여 붕괴방지 시설 또는 입목보호를 위한 조치를 취하여야 한다.
- (3) 보호블록의 연결 및 조립방법은 설계도서에 따라 보호블록을 접합시킨 다음 앵커봉을 비탈면에 설계깊이까지 고정시켜야 한다.
- (4) 종·횡 방향으로 격자블록의 완전조립 배열이 끝나면 보호블록 내면에 복토를 시행하여야 한다. 이때, 식물의 발육을 위하여 부식된 비옥한 흙을 비탈면 보호블록 내에 가득히 채우고 나무방망이를 사용하여 균등하게 다짐을 하여야 한다.

- (5) 때붙임 공사는 풍화암 및 화강풍화토 지역인 경우에 흙이 많이 붙은 평면으로 블록 내 전체를 조밀하게 식재하여야 한다.
- (6) 흙을 다질 때에는 약간 젖은 상태로 다져야 하며, 나무조각이나 큰 암석 기타 불순물을 골라내며 다져야 한다.
- (7) 보호블록의 설치위치 및 형태는 현장여건에 따라 변경할 수 있으나, 공사착수 전에 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.
- (8) 검사결과, 공사에 부적합한 것으로 판정되는 경우는 계약상대자의 비용으로 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 재시공 또는 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.3 격자블록

- (1) 콘크리트 격자블록을 설치할 때는 명시된 설계도서에 따라 비탈면을 평활하게 고른 다음, 격자블록을 올바르게 맞물리도록 설치하여 미끄러져 내리지 않도록 쌓아올려야 한다.
- (2) 격자블록을 연속적으로 적용하는 비탈면 길이는 10m 미만으로 제한한다. 만약 격자블록의 연장이 10m 이상 되는 경우는 1m 이상 폭을 가진 소단을 설치하여 연속시공되는 길이가 10m 미만이 되도록 한다. 현장타설 격자블록의 연속적인 시공길이는 20m까지로 한다.
- (3) 격자의 고정부분에 유동막이를 사용하는 경우에는 유동막이와 격자가 충분히 고정되도록 하여야 한다.
- (4) 격자블록 내부는 비탈면의 상태에 따라 뽑어붙이기, 잔디식재, 돌채움 등의 재료를 사용하여 채움을 할 수 있다.
- (5) 격자 내에 잔디식재 등을 하는 경우에는 땃밭용 흙을 채워 넣어 충분히 다져야 한다.
- (6) 합성수지 제품은 격자와 격자사이의 이음을 핀으로 견고하게 고정하고 비탈면에 정착시켜야 한다.
- (7) 소단이 있는 구간의 격자공 시공 시 마감블록과 소단부의 단부가 접속되는 부위는 표면수의 침투 및 단부의 세굴로 블록 기초지반이 연약화 되어 블록의 붕괴 또는 탈리가 발생되지 않도록 블록의 마감부와 소단이 일체가 되도록 처리하여야 한다.
- (8) 표면수 또는 용출수에 의해 비탈면이 세굴되어 유출 되던가 붕괴될 우려가 있는 곳에서는 배수시설을 설계도서에 명시된 대로 또는 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 설치하여야 한다.

- (9) 비탈면은 마무리된 표면에서 $\pm 50\text{mm}$ 범위, 바닥면은 $\pm 25\text{mm}$ 범위로 시공하여야 한다.

3.4 돌붙이기

- (1) 비탈면이 돌붙이기에 적합하고 바닥면경사와 표고가 정확한지 확인한다.
- (2) 돌은 현장조건에 따라 모래바닥면과 모르타르 바닥면에 밀착되게 시공한다.
- (3) 필요시 틈새에는 작은 돌조각을 끼우고 줄눈은 표면까지 모르타르나 그라우트를 채워야 한다.

3.5 블록붙이기

- (1) 블록은 두께가 0.5m 이상인 모래바닥재료 위에 줄눈의 폭이 25mm 이하로 되게 정렬해서 붙여야 한다.
- (2) 블록은 단단하게 붙이고 줄눈에는 표면까지 모르타르로 채워야 하며, 모르타르 줄눈의 깊이는 50mm이어야 한다.
- (3) 완성된 표면은 덮어서 5일 이상 습윤상태를 유지하여야 한다.

3.6 현장 품질관리

3.6.1 시공허용오차

비탈면 보호블록의 시공허용오차는 마무리된 표면에서 $\pm 50\text{mm}$ 이내로 시행하여야 한다.

3.6.2 시험빈도

콘크리트 비탈면 보호블록의 휨강도 시험(KS F 2408)은 2,500개마다 실시한다.

3.6.3 콘크리트 공장제품(콘크리트블록, 콘크리트격자블록 등)

- (1) 제품에는 제조공장 명 또는 그 약호 및 제조 년, 월, 일을 표시하여야 한다.
- (2) 제품의 겉모양 검사는 전수검사로 하여야 한다.
- (3) 제품의 검사 및 시험은 무작위로 탈채검사를 실시하여야 하며, 결과는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.

- (4) 부서진 것, 균열이 생긴 것, 공극이 있는 것, 변색된 것 또는 눈으로 확인할 수 있는 결함을 가진 재료를 사용해서는 안 된다.
- (5) 콘크리트 제품의 강도시험은 다음과 같이 실시하며, 시험빈도는 200개마다 실시하여야 한다.
 - ① 공시체는 공장제품과 동등한 다지기, 양생조건에 따라 3개의 시료를 제조한다.
 - ② 공시체는 지름 100mm, 높이 0.2m를 표준으로 한다.
 - ③ 압축강도 시험은 KS F 2405에 준한다.
 - ④ 시험한 공시체중에서 1개가 평균값보다 10% 이상의 차이가 있을 때는 그 공시체의 측정값은 압축강도 계산에 넣지 않는다. 3개 중 2개가 평균값과 10% 이상의 차이가 있을 때는 불합격으로 처리한다.
- (6) 강도시험에서 파괴된 공장제품을 이용하여 배근상태, 철근뒹개 등을 검사하여야 한다.
- (7) 시험한 공시체의 압축강도는 제조업자가 제출한 제품자료에서 정한 값 이상이어야 한다.
- (8) 강도시험에서 파괴된 공장제품을 이용하여 배근상태, 철근뒹개 등을 검사하여야 한다.

3.6.4 합성수지 격자블록의 시험

합성수지 격자블록의 시험은 제작자의 제품자료에 따라 실시하여야 한다.

제 16 장 콘크리트 뿔어붙이기

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면의 안정을 위하여 시공하는 뿔어붙이기 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 7017 용접 철망

KS F 2577 뿔어붙이기용 재료

KS F 2405 콘크리트 압축강도

KS M 3404 일반용 경질염화비닐판

1.3 시공 전 검토사항(표면상태 등)

- (1) 이 시방서 총칙편에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
- (2) 뿔어붙이기용 혼화재 시험성적서
- (3) 뿔어붙이기용 품질관리 시험결과
- (4) 뿔어붙이기 시공계획서

2. 재료

2.1 콘크리트 뿔어붙이기 재료

뿔어붙이기용 콘크리트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하지만 빠른 시간내에 강도를 원할 때는 혼화재를 사용한다.

2.2 모르타르 뿔어붙이기 재료

KS L 5201을 만족하는 포틀랜드 시멘트와 잔골재를 사용한 모르타르로서 석회를 첨가하면 안되며, 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 한다.

2.3 배수용 파이프

배수파이프는 KS M 3404의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.4 보강용 철망

보강용 철망은 KS D 7017의 규격에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.5 재료 품질관리

- (1) 뿔어붙이기는 소요의 강도, 내구성, 수밀성과 함께 강재를 보호하는 성질을 가지고, 품질의 변동이 적은 것이어야 한다.
- (2) 뿔어붙이기의 배합강도는 구조물이 필요로 하는 강도, 설계기준강도 및 현장에서의 콘크리트 품질변동을 고려하여 정하여야 한다.
- (3) 콘크리트의 압축강도는 KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법에 의해 실시한다.
- (4) 모르타르 뿔어붙이기에 사용하는 보강용 철근과 고정핀은 KS D 3504에 따르며, 시험빈도는 제조회사, 제품규격마다 해당요건에 따라 실시하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

- (1) 공사를 시작하기 전에 시공측량을 통해 측량기준점 및 시공기면, 기준틀이 명시된 것과 같은지 확인하여야 한다.
- (2) 명시된 경계선, 표고, 등고선 및 기준면 등을 확인하여야 한다.

3.2 시공일반

- (1) 계약상대자는 뿔어붙이기 공사를 하기 전에 혼합방법, 사용기계, 시공방법, 양생 등에 관한 시공계획서를 감독자(또는 감리원)에게 제출하고 협의하여야 한다.
- (2) 비탈면에 뿔어붙이기 공사를 하기 전에 압력수 또는 압축공기로 먼지, 이토 및 부석 등 부착에 지장을 주는 이물질을 제거하여야 한다.
- (3) 뿔어붙이기의 양생을 마친 후 최소 3일간 10℃ 이상의 기온을 유지하여야 하며 (양생기간 중에만), 강풍 및 강우 등 일기가 좋지 못한 기상조건에서는 시공을 금지하여야 한다. 굴착면이나 이미 타설한 뿔어붙이기면에 용수가 있을 경우에는

- 적절한 용수대책을 강구한 후 뿔어붙이기를 타설하여야 한다. 용수대책으로는 배수관을 통한 배수, 시멘트량이나 급결제량의 증가, 사용수량의 감소대책 등이 있다.
- (4) 배수공의 환경, 재질 및 설치 개소수는 명시된 설계도서를 따르며 내경 50mm 이상의 경질염화 비닐관을 비탈면의 용수상태에 따라 적정량을 설치하며, 암반의 균열부나 흠비탈면에서는 0.25m 이상 천공하여 관입시켜야 한다. 원지반에서 물이 안나오는 곳에는 표면배수만 할 수 있도록 한다.
- (5) 고정핀의 설치깊이 및 간격은 설계도서에 따르며 일반적으로 D16~D22mm, 길이 0.4~0.6m인 철근을 0.3~2개/㎡로 설치하지만 비탈면의 상태에 따라 조정할 수 있다. 비탈면에 요철 등으로 인하여 충분히 고정시키기 어려운 부분에는 추가적으로 고정핀을 설치하며 D9~D13mm, 길이 0.15~0.3m인 철근을 1~3개/㎡로 설치한다. 비탈면이 비교적 평활하고 넓은 경우에는 필요에 따라 수축줄눈을 설치하고 줄눈재를 충전시켜야 한다.
- (6) 암질이 불량함에도 불구하고 비탈면 경사가 1:0.5 이하의 급경사인 경우, 표면보호 콘크리트의 역할을 구조적으로 보완하기 위하여 필요할 경우에 보강철근망을 설치하여야 한다. 이때, 보강철근망은 비탈면의 상태에 따라 D16~D22mm의 철근을 0.5~1m의 간격으로 격자모양으로 놓는다.
- (7) 뿔어붙이기의 두께 측정용 봉은 가로, 세로 5m 간격으로 설치하여야 하며, 뿔어붙이기 후에는 임의의 위치에 검측공을 뚫어 뿔어붙이기 두께를 검사할 수 있도록 하여야 한다. 뿔어붙이기 두께검사의 최소두께는 설계두께의 75% 이상이어야 하며, 검측된 평균두께가 설계두께와 같거나 그 이상이어야 하며 합격률은 80% 이상이어야 한다.
- (8) 뿔어붙이기를 칠 경우에는 비탈면과 노즐이 약 1m 정도 떨어진 곳에서 비탈면에 직각이 되도록 하여 시공하여야 하며, 비탈면의 상부에서 하부로 진행하여야 한다. 어떤 경우라도 비탈면의 하부에서 상부로 뿔어붙이기를 시공해서는 안 된다.
- (9) 뿔어붙이기를 2층 이상 타설할 경우에는 1층을 타설하고, 다음 층은 1시간 정도 지난 후 시공하여야 한다. 뿔어붙이기 두께가 두꺼운 경우에는 적절한 두께로 여러 층으로 나누어 타설하고, 뿔어붙이기가 지반과 밀착됨과 동시에, 뿔어붙이기 각층 상호간도 밀착되어야 하며, 반발된 뿔어붙이기가 혼합되지 않도록 주의해서 시공하여야 한다. 특히, 상반 작업 시 바닥에 떨어진 뿔어붙이기는 모두 제거하여야 한다.

- (10) 비탈면은 마무리된 표면에서 $\pm 50\text{mm}$ 범위, 바닥면은 $\pm 25\text{mm}$ 범위로 시공하여야 한다.

3.3 현장 품질관리

품질관리의 해당요건에 따른 검사결과가 공사에 부적합한 것으로 판정되면 계약 상대방자의 부담으로 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 재시공 또는 필요한 조치를 취하여야 한다.

제 17 장 비탈면녹화

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 시방서는 깎기 및 쌓기 등에 의한 건설공사 비탈면이나 침식 등에 의한 자연 비탈면에 대하여 인공재료나 식물재료를 이용하여 지표면의 안정과 식물군락의 조성 및 경관보전을 도모하기 위한 비탈면의 녹화공사 일반에 적용한다.
- (2) 비탈면 녹화공사는 원칙적으로 안정한 경사로 시공한 비탈면에 실시한다.
- (3) 비탈면공사 작업 중 또는 완료 후 공사비 산정을 위하여 설계 내용과 다른 경우 계약상대자는 관련 자료를 첨부하여 감독자(또는 감리원)에게 확인 요청을 하고 발주기관장이 위촉한 암판정위원회 공동조사결과에 의하여 지층경계선을 확정하여 비탈면 녹화공법을 적용하여야 한다.
- (4) 시험시공을 실시할 경우 설계도서에 의한 토질 및 토양조건, 지역조건, 기상조건, 비탈면 경사와 높이, 재료의 품질, 종자 등을 비탈면 녹화공법의 기준에 맞게 정하고, 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가에게 의뢰하여 시공한 후 감독자(또는 감리원) 승인을 득하여 공사 시행이 되도록 하여야 한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격

- 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 D 2302 흙의 입도 시험방법
- KS D 2324 흙의 공학적 분류방법

1.2.2 농림수산식품부 비료공정규격

1.2.3 농약관리법

제3조 제 1항 영업의 등록

1.3 시공전 검토사항

1.3.1 녹화계획의 수립

토공계획 초기단계부터 비탈면의 안정을 전제로 비탈조형과 녹화계획을 수립하여
경관이 뛰어나고 지속가능하며 유지관리가 쉬운 녹화계획을 수립한다.

1.3.2 복원녹화목표 설정

- (1) 비탈면의 침식과 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 식생과 조화되는 식물군락의 조성을 목표로 한다.
- (3) 주변의 토지이용과 산림구조, 비탈면의 토질, 경사, 향 등을 고려하여 키 큰 수림형, 키 낮은 수림형, 초본주도형 군락 중 하나를 목표로 하되, 해당 지역에 적합한 자생식물을 적극 활용한다.

1.3.3 비탈면의 생육기반안정

- (1) 비탈의 토질, 토양, 경사 등이 복원녹화의 목표로 설정된 식물군락의 생육에 적합하지 못하면 식물의 생육환경을 개선시키거나 생육기반의 안정이 선행되어야 한다.
- (2) 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되거나 붕괴될 우려가 있는 곳은 비탈 어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거, 유공관 등의 배수시설을 계획하여야 한다.

1.3.4 자재의 보관

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.

2. 재료

2.1 도입식물의 선정

- (1) 도입식물의 선정은 식물의 생육특성과 복원녹화의 목표, 비탈면의 토질과 경사 등 입지 조건을 고려하여 결정하되, 척박지에 잘 자라며 발아가 빠르고 뿌리 발달이 좋은 것으로 종자의 대량 구득이 용이하여야 한다.
- (2) 공법별 적용식물은 녹화복원 목표에 적합하여야 하며 외래종자와 재래종자를 적정 비율로 혼합하되 서로 경합하거나 피압되지 않는 종자배합으로 한다.
- (3) 식물군락을 파종으로 조성하고자 하는 경우 외래종자와 재래 목·초본 종자의 파종량은 환경녹화지역의 구분과 복원목표에 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 수목을 우선으로 한다.
- (3) 병충해의 피해나 손상이 없고 건전한 생육상태를 유지하여야 한다. 다만, 병충해의 감염정도가 미미하고 심각한 확산의 우려가 없는 경우에는 적절한 구제조치를 전제로 채택할 수 있다.
- (4) 활착이 용이하도록 미리 이식 또는 단근작업과 뿌리돌림을 실시하여 세근이 발달한 재배품이어야 한다. 포트, 콘테이너 등의 용기 재배품인 경우에는 지정 규격에서 10% 범위까지를 기준으로 채택할 수 있다.
- (5) 자연산 굴취수목을 사용하는 경우에는 양호한 뿌리분을 갖추고 수형, 지엽, 등이 표준이상으로 우량하며, 지정된 분의 크기 이상에 한하여 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 채택할 수 있다.
- (6) 검사는 재배지에서의 사전검사와 지정장소 반입 후 검사로 구분하여 시행한다. 사전검사에 합격해도 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 시에 검사하여 사전검사로 대신할 수 있다.

2.2.2 지피류 및 초화류 식재

- (1) 지피류 및 초화류 소재는 종자 및 1년생, 2년생, 숙근류, 구근류 등으로 구분한다.
- (2) 종자의 규격은 중량단위의 수량과 순량을 및 발아율로, 초화류의 규격은 분얼, 포기 등으로 표시한다.
- (3) 종자는 신선하고 병충해가 없으며 잡초의 종자가 혼합되지 않고 발아율이 양호한 것이어야 한다.
- (4) 지피류 및 초화류는 지정된 규격에 맞아야 하고 줄기, 잎, 꽃눈의 발달이 양호하며, 병충의 피해가 없고 뿌리가 충실하여 흙이 충분히 붙어 있어야 한다.
- (5) 지피류, 초화류, 야생초화류 및 습생초화류는 포트로 재배한 것을 사용하여야 하며 야생채취가 허용된 경우에는 재배품 이상의 품질을 지녀야 한다.
- (6) 분얼규격은 지정 수치의 분얼을 가져야 하며 발육상태는 균일하여야 하고 분얼되어 일정기간 성장한 것이어야 한다.

2.2.3 잔디 및 잔디종자

(1) 잔디

- ① 잔디는 일반잔디와 롤형 잔디로 구분된다. 일반잔디는 자연산 또는 재배잔디로 규격은 가로 0.3m, 세로 0.3m, 두께 30mm의 것을 기준으로 하되, 반입잔디가 소규격인 경우 감독자(또는 감리원)와 협의하여 시공한다. 롤형 잔디는 난지형 잔디 또는 한지형 잔디를 재배한 것으로서 잔디수확기로 떼어내어 롤형태로 말은 잔디로서 규격은 1m² 이상의 것을 사용한다.
- ② 잔디의 품질은 재배품이거나 야생잔디를 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 않고 병충해의 피해가 없는 것이어야 한다.
 - 라. 두께 및 크기가 균일하게 굴취된 것이어야 한다.
 - 마. 장기간 적재에 의해 부패되지 않은 것이어야 한다.
- ③ 현장에 도착된 잔디는 1일 이내에 식재하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 잔디종자

- ① 자생잔디는 국내 자생종 Zoysia 계통과 Poa의 잔디종자를 사용하되 감독자(또는 감리원)와 협의하여 종을 선택한다. 잔디종자는 2년 이내에 채취된 것으로 발아 촉진 처리된 것이어야 하며 발아율 60% 이상, 순량을 98% 이상이어야 한다.

② 도입잔디는 현지의 제반 여건에 따라 감독자(또는 감리원)와 협의하여 종자를 선정하며 발아율 80% 이상, 순량률 98% 이상이어야 한다. 혼합종자를 사용할 경우에는 자재조달 계획서를 제출할 때 원산지증명과 품질보증서가 첨부되어야 하고 혼합률은 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.

③ 포복경 또는 지하경

잔디에서 흙을 털어낸 포복경 또는 지하경을 50~100mm로 자른 것을 사용하되 마르거나 썩지 아니한 것을 사용한다.

2.2.4 초본류 종자 중 제대초종

발아율 30% 이상, 순량률 60% 이상이어야 한다.

2.2.5 목본류 종자

발아율 20% 이상, 순량률 50% 이상이어야 한다.

2.2.6 비료

(1) 복합비료

농림수산식품부 비료공정규격품 또는 동등 이상의 것을 사용하되, 사용종류는 감독자(또는 감리원)의 지시 및 공사시방서에 따른다.

(2) 유기질비료

조경용 유기질 비료는 퇴비, 부엽토, 부숙왕겨 또는 톱밥 등의 부산물을 완전히 부숙한 부산물 비료로, 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

유기물 함량이 건물당 중량비로 5% 이상, 토양경도가 24mm 이하, 공극률이 60% 이상이어야 한다.

2.2.8 식생기반재

혼합종자와 비료를 포함하는 유기질 또는 무기질 토양개량재와 흙 또는 유기질이 많은 대용토를 적절히 혼합하여 만든 유기혼합토로 동식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 그 성분배합은 제조업자의 지침에 따른다.

2.2.9 농약

농약은 농약관리법 제3조 제1항에 따라 등록된 제조업자의 제조품목 중 병충해의 증상에 적합한 것을 사용하며, 관련 부서와 협의하여 변경 사용할 수 있다.

2.2.10 살충제

살충제는 광범위 살충제인 디프수화제를 기본 사용약제로 한다.

2.2.11 차폐수벽공사용 수목

교목성으로 차폐특성을 갖춘 수종으로 한다.

2.2.12 식생혈공사

소규모 식생분을 사용할 때나 식생혈공사 시 수목을 사용할 때에는 2년 이상 강건하게 육모된 것을 사용한다.

2.2.13 덮기(덮칭)제

설계도서 및 감독자(또는 감리원)의 지시에 의한 품질 이상의 것을 사용한다.

2.2.14 식생상

인조목, 통나무, 철근콘크리트, 합성수지 등을 사용하되, 각각 한국산업규격 표시품 또는 동등 이상이어야 하고, 식생이 안정적으로 유지되도록 배수를 고려하여 견고하게 제작한다.

2.2.15 각종 자재

동·식물에 무해하고 토양을 오염시키지 않아야 하며, 제조업체의 제품시방서에 따른다.

2.2.16 침식방지망

보습, 보온효과가 있고 인장강도가 높아야 하며 종자발아에 유해 되는 물질이나 병충해에 감염되지 않아야 한다.

2.2.17 격자틀 및 블록제품

접합부가 일체식으로 연결될 수 있어야 하며, 도입식물에 따른 생존조건 이상의 토층깊이를 확보하여야 한다.

2.2.18 낙석방지망

내부식성이 있고 조립이 용이하며, 비탈면에서 발생하는 낙석에 견딜 수 있도록 충분한 강도를 가져야 한다.

2.2.19 새집붙이기 재료

가능한 자연석 및 돌 등을 사용한다.

2.2.20 물

깨끗한 시냇물이나 상수도 물을 사용하여야 하며, 오염되거나 식물생육에 유해한 물질이 섞여 있는 물을 사용해서는 안된다.

2.2.21 기타재료의 품질

설계도서 및 공사시방서에 따르며, 이를 변경·조정하고자 할 때에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 시행한다.

3. 시공

3.1 시공 일반

녹화공법의 안정성 및 경제성은 물론 선정된 녹화식물의 생육과 식물군락 형성에 가장 적합한 공법을 선정하되, 동일 비탈면에는 동일 공법의 적용을 원칙으로 한다.

- (1) 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단분에 퇴적된 토사와 알갱이 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.
- (2) 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.
- (3) 비탈면 상·하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.

- (4) 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.

3.2 시공적기 및 부적기

- (1) 일평균 기온이 10~25℃ 일때는 식생공사를 위한 최적기이므로 어떤 종류도 가능하다.
- (2) 25℃ 이상일 때에는 고온건조하여 해를 받기 쉬우므로 여름철 시공은 피하도록 한다. 그러나 공기의 형편에 따라 부득이 시공할 경우에는, 건조의 해를 잘 받지 않는 종류가 바람직하다. 즉, 흙쌓기 비탈면에는 줄때공사, 식생줄때공사, 식생 매트공사가 가능하며, 땅깍기 비탈면에 대해서는 식생대공사, 부분객토식생공사, 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.
- (3) 10℃ 이하에서는 동상에 의한 건조의 위험과 봉락 등을 일으키기 쉬우므로 동절기의 시공은 피하여야 한다. 그러나 공기의 형편상 부득이 시공할 경우에는 씨앗의 탈락이 적은 식생매트공사 등이 사용될 수 있다.
- (4) 때붙이기공사의 시공시기는 동절기(12~2월)를 제외하고 연중 가능하며 3~4월 및 10~11월이 적기이다. 씨앗파종은 초여름(5~6월)이 적기이나 4~9월까지 가능하다.

3.3 생육기반 조성

3.3.1 면정리 및 고르기

- (1) 토사지반의 면정리 및 고르기
 - ① 풍화침식으로 지반면과 유리되어 흘러내리거나, 소단부에 퇴적된 토사와 얇게 박히거나 걸친 돌 등을 제거한다.
 - ② 기초공사를 필요로 하는 비탈면은 지표면을 잘 정리하여 기초보호재료의 부착을 용이하게 한다.
 - ③ 비탈면 상, 하단부는 주변 자연경관과의 조화와 동결 및 침식의 방지를 위하여 예각을 피해 자연스러운 형태로 마무리한다. 단, 우수한 기존식생이 존재할 때에는 재검토하여 고르기를 하지 않을 수도 있다.
 - ④ 시공된 면이 우수로 인한 침식, 붕괴 등 손실을 가져올 우려가 있는 경우에는 비닐 등으로 덮어서 보호한다.
- (2) 암반의 면정리 및 고르기
 - ① 면정리 및 고르기는 토목시공면을 고려하되 주변 자연환경과 조화되는 녹화를 위하여 매끈하게 정리하지 않고 굴곡 있는 암반을 조성한다.

- ② 깎기, 발과 등에 의한 뜬돌 등을 제거한다. 단, 여러 규격의 파쇄된 돌들이 자연스럽게 쌓여서 안정되어 있을 때에는 예외로 한다.

3.3.2 비탈면 배수공사

- (1) 표면수 또는 용수에 의하여 비탈면이 세굴되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈어깨배수구, 소단배수구, 종배수구, 비탈끝배수구, 암거 유공관, 배수판 설치 등의 배수시설을 설계도서에 따라 설치한다.
- (2) 소단부는 암반비탈면이라도 생육기반재가 침식되지 않도록 횡단기울기를 두거나 배수구를 설치한다.
- (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 의해 지표면배수공을 설치하여야 하며, 비탈면녹화 공사를 하기 위해서는 생육기반과 분리된 배수층을 조성한다.
- (5) 배수시설의 설치는 토목공사 표준일반시방서 해당 항목 및 공사시방서에 따른다.

3.3.3 비탈면녹화 기초

- (1) 훼손된 비탈면의 생태적, 경관적 복원 및 보전을 위하여 지속적으로 식물생육이 건강하게 이루어질 수 있는 안정적인 생육환경을 조성하여야 한다.
- (2) 비탈면 보강용 심박기
 - ① 비탈면에 생육기반재의 안정된 부착을 도모하기 위해 말뚝, 철근 등의 비탈심을 3~4개/㎡ 정도로 비탈면에 연직방향으로 충분히 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 비탈면의 지표면침식방지와 종자유실방지를 통해, 발아 촉진과 활착이 되도록 시공한다.
 - ② 종자 뿌어붙이기를 시공한 뒤에 시공 비탈면 위에서 아래로 굴러 비탈면모양대로 자연스럽게 펼쳐도록 하고, 방지망이 팽팽해지지 않도록 주의하여 지표면과 완전히 밀착되도록 한다. 또한, 방지망은 10~20cm 정도 겹치게 설치하며, 횡으로 고정 줄을 설치하고, 1㎡당 1개 이상의 고정핀을 박아서 고정한다.

(4) 비탈면보호용 격자블록

- ① 소형의 수로를 격자상으로 구획하여 지표수를 분산집배수함으로써 지표면 침식을 억제하고 공사 전 채집된 표토 및 생육기반재를 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 충분히 고정되도록 한다.
- ④ 격자내에 식재하기 위해서는 도입식물의 원활한 생육을 위하여 채집표토를 채워서 충분히 다진 후 식재하며, 채집표토가 없을 때에는 생육기반재를 채우도록 한다.

(5) 낙석방지망덮기

- ① 비탈면에 불안정한 암괴나 돌 등이 낙석이 되어도 비탈면과 망사이로 미끄러지도록 하거나, 뜬 돌을 눌러주어 식물의 생육기반이 보전되도록 시공한다.
- ② 암비탈면의 굴곡부에 가능한 한 밀착시켜 침식층의 퇴적이 이루어지도록 한다.
- ③ 식생녹화토뿔어붙이기와 병행할 때에는 녹화토를 충분히 지탱할 수 있는 깊이로 고정핀 등을 박아야 한다.
- ④ 고정핀과 종·횡의 고정줄은 충분히 설치하고 고정한다.

(6) 편책

- ① 암반비탈면 소단부 등에 수목의 원활한 생육이 가능한 선상의 편책을 설치하고 표토 및 생육기반재를 채워 녹화되도록 시공한다.
- ② 토양수분의 충분한 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 충분히 확보하여 도입식물에 의해 콘크리트면이 은폐되도록 시공한다.

(8) 돌망태

- ① 돌망태에 사용하는 철선은 아연도철선, 합성수지피복철선 및 알루미늄 도금철선이 있다.
- ② 돌망태 채움재는 지름이 망눈의 최대지수보다 크고 250mm 보다 작은 돌로서 입도가 양호하고 견고하며, 내구성이 좋아야 한다.

- ③ 기초지반을 설계도서에서 지시한 경사 및 선형에 맞추어 정리하고 다짐하여 부등침하가 일어나지 않도록 시공한다.

(9) 기타 비탈면보호공

- ① 비탈면의 지표면안정 및 보호가 되도록 시공하되 경관적 관점에서 조형적으로 시공하여야 한다.
- ② 인조암붙이기는 각 기본단위가 서로 견고하게 조립하며, 원지반에도 견고히 지지하고, 조립이음부분은 제품의 바위색과 동일한 색상재료로 빠짐없이 채워 방수를 도모한다.
- ③ 모르타르 및 콘크리트 뿔어붙이기는 시공면에 요철을 주어 자연미가 살아나도록하며, 10㎡ 당 1개소 이상의 식생혈이 가능하도록 한다.
- ④ 새집붙이기 등의 식재공을 병용하기 위해서 충분한 깊이의 식혈을 확보하고, 양질의 생육기반재를 투입하여 식생의 활착을 도모한다.

3.4 비탈면 녹화

3.4.1 비탈면 잔디식재

- (1) 잔디생육에 적합한 토양의 비탈면경사가 1:1보다 완만할 때에는 비탈면을 일시에 녹화하기 위해서 흙이 붙어 있는 재배된 잔디를 사용하여 붙인다.
- (2) 비탈면 전면(평면) 붙이기는 줄눈을 틈새 없이 붙이고 십자줄이 형성되지 않도록 어긋나게 붙이며, 잔디 소요면적은 비탈면면적과 동일하게 적용한다.
- (3) 비탈면 줄떼다지기는 잔디폭이 10cm 이상 되도록 하고, 비탈면에 10cm 이내 간격으로 수평골을 파서 수평으로 심고 다짐을 철저히 한다.
- (4) 선떼붙이기는 비탈면에 일정 높이마다 수평으로 단끊기 후 되메우기한 앞면에 떼를 세워 붙이되 흙층에 완전히 밀착되도록 달구판으로 다지기를 잘하고 줄눈이 수평이 되도록 시공하며 침하율을 감안하여 계획높이보다 덧쌓기를 하고, 부위별 떼의 규격은 설계도서 및 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 정한다.
- (5) 잔디고정은 떼꽃이를 사용하여 잔디 1매당 2개 이상 견실하게 고정하며, 시공 후에는 모래나 흙으로 잔디붙임면을 얇게 덮은 후 달구판으로 고루 두들겨 다져 준다.
- (6) 잔디판붙이기는 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) 새집붙이기
 - ① 암석을 채굴하고 깎아낸 요철이 많은 암반비탈면에 점적녹화를 목적으로 시공한다.
 - ② 수목생육에 충분한 깊이로 표토나 생육기반재를 채운다.
- (3) 차폐수벽
 - ① 식생의 도입이 불가능한 암반비탈면 및 채석장 등은 수목으로 차폐한다.
 - ② 비탈면 하단부나 소단, 옹벽 등에 생육기반을 조성한 후에 2~3열로 식재한다.
- (4) 덩굴식재
 - ① 일반식생의 도입이 불가능한 암각기 비탈면을 덩굴식물에 의한 차폐와 녹화를 도모하기 위하여 시공한다. 단, 비탈면의 규모가 작아 덩굴식물이 주변산림으로 확산하여 수목에 피해를 줄 우려가 있는 곳은 시공을 피하고 비탈면 좌우 시작점에서 30m 이상 충분히 떨어진 곳에 식재한다.
 - ② 붕락의 위험이 없는 양호한 암반비탈면에 덩굴식물을 식재하는 경우 경관을 저해할 우려가 있으므로 암반비탈면 맨 아랫단에 제한적인 범위에서 식재한다. 또한, 덩굴식물 뿌리로 인해 암반의 균열 우려가 염려되는 곳과 자연경관복원의 적용 지역에서는 등나무 등의 덩굴식물 식재를 금한다.
 - ③ 비탈면의 상단부, 소단부, 하단부에 생육기반을 조성·식재하여 상향식 및 하향식 녹화가 동시에 이루어질 수 있도록 한다.
 - ④ 주변임상과 조화되는 덩굴식물을 선정하여 식재한다.
 - ⑤ 식형의 크기는 직경 0.3m, 깊이 0.3m로 한다.
 - ⑥ 비탈면 하단부에 식재하는 등나무는 포트(pot) 재배한 1~2년 생 수목을 사용하며 상부유인용 지주목은 결속된 상태로 식재하며, 식재지역의 비탈면에는 유인용 철선을 설치하여야 한다. 수목의 규격은 근경 10~15mm 묘를 사용하며, 2m 간격으로 식형당 1주를 식재한다.
 - ⑦ 깎기부 하단에 식재하는 담쟁이덩굴은 포트에 재배한 묘목으로 1포트에 3본이 식재된 것을 사용한다. 식재간격은 1~2m 간격으로 하며 담쟁이 덩굴의 규격은 1~2년생 묘목으로 덩굴길이 0.3m 이상 묘목을 사용한다.

- ⑧ 포트재배묘 식재시에는 포트를 제거하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑨ 포트재배묘는 지표면에서 20mm 정도 깊게 식재하고 관수 후 복토한다.
- ⑩ 식재지반은 충분한 객토를 시행하고 다음표의 유기질비료를 시비기준에 의거 시비한다.

표 17.1 덩굴식물 유기질비료 시비기준

수 종	규 격	시비량(kg/주)
등나무	1~2년생 묘목	4
담쟁이덩굴	1~2년생 묘목(L=0.3m)	1

(5) 식생상(식생분)

- ① 암석을 채굴하여 요철이 많은 비탈면에 점적 녹화 및 부분 녹화로 경관향상을 도모한다.
- ② 식생상은 비탈면의 경관을 고려하여 고르게 설치한다.
- ③ 비탈면의 적소에 설치하며 단단히 고정한다.
- ④ 식생상 안의 식물은 주변임상과 조화되도록 생태적으로 적절히 배합하여 식재한다.

3.4.3 종자뿔어붙이기

- (1) 종자뿔어붙이기의 적용범위는 토사구간으로 하며, 리핑암구간 일부에도 비탈면을 보호하기 위하여 적용한다.
- (2) 시공시기는 동절기(11~2월)를 제외하고 연중시행 가능하나 보통 3~6월, 8~10월에 시행한다.
- (3) 종자뿔어붙이기를 적용할 비탈면은 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 하여야 한다.
- (4) 파종면이 건조한 경우에는 종자의 발아를 촉진하고 분사물의 침투를 용이하게 하기 위하여 1~3ℓ/㎡의 물을 미리 살포한다.
- (5) 1㎡당 소요되는 자재(초본류의 종자, 복합비료, 펄프 또는 화이버, 합성접착제, 색소 등)를 4ℓ의 물에 혼합하여 살포기계를 이용, 뿔어붙이는 것을 표준으로 하며, 뿔어붙이기 후 섬유류(펄프 또는 화이버)가 비탈면 전체에 골고루 피복되어 있어야 한다.
- (6) 종자착지가 어려운 부분은 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 적정간격으로 수평 또는 경사지게 골을 파고 시공한다.

- (7) 종자가 비탈면 한쪽에 치우치지 않도록 종자살포기 탱크안의 종자를 잘 섞어서 균일하게 분사한다.
- (8) 파종 후 침식이 우려될 때에는 비닐 등 피복재를 전면에 덮도록 하여 바람에 날리지 않도록 잘 고정한다.
- (9) 파종 3개월 이내에 60%이상 발아가 되지 않거나, 일부만 발아되었을 때에는 재파종을 한다. 단, 10월 이후 시공할 때에는 익년 6월 초순 이전에 재파종을 결정한다.

3.4.4 식생형(종자형)

- (1) 비탈면에 일정한 간격으로 구멍을 파고 식생을 도입하여 녹화되도록 시공한다.
- (2) 구멍의 밑바닥에 완숙된 퇴비나 복합비료를 넣어야 하고, 그 위에 생육기반재를 충전하며 구멍의 상부에 종자를 넣고 복토한다.
- (3) 식형지는 선정된 수목의 생육에 적합한 깊이를 확보하여야 한다.

3.4.5 식생판(식생반, 종자판)

- (1) 생육기반재를 판상으로 만들어 표면에 종자를 붙여 놓고 비탈면의 수평구 속에 깔아 붙여 일시에 녹화되도록 시공한다.
- (2) 식생판을 지반에 고정하기 위하여 폐꽃이 2개 이상을 사용하고, 필요시 새끼 등을 띄워 고정한다.
- (3) 비탈면의 상부부터 순차적으로 하향하여 수평구에 배열한다.
- (4) 식생판 부착 시 지반과 틈이 생기지 않도록 생육기반재를 채워서 밀착시킨다.

3.4.6 식생대(종자대)

- (1) 띠모양의 일정규격 식생대에 종자와 비료 등을 부착시켜 비탈면에 일정한 간격으로 설치하여 녹화되도록 시공한다.
- (2) 식생기지가 지표면보다 약간 나오도록 하고, 종자가 표면의 내측에 위치하도록 놓는다.

3.4.7 식생자루(종자자루)

- (1) 생육기반 및 종자를 자루에 담아 비탈면에 판 수평구속에 넣어 붙여 일시적으로 녹화되도록 시공한다.

- (2) 자루를 넣을 구멍은 규정된 깊이로 파고, 얹아서 자루가 떠오르지 않도록 하며, 틈 사이는 흙으로 채우고 자루 밑에 고정비료를 시비한다.
- (3) 자루의 고정을 위해 경질제, 염화비닐 U철선(길이 25cm) 등의 때꽃이, 혹은 맨아력, 발근력이 좋은 목본류의 가지로 된 때꽃이를 1자루에 1~2본을 사용한다.

3.4.8 식생매트(종자매트)

- (1) 면상의 매트에 종자를 붙여 비탈면에 포설, 부착하여 일시적인 조기녹화를 도모 하도록 시공한다.
- (2) 비탈면을 평평하게 끝손질한 후 때꽃이 등을 꽃아 주어 떠오르거나 바람에 날리지 않도록 밀착한다.
- (3) 비탈면 상부 0.2m 이상을 흙으로 덮고 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 50mm 이상 중첩한다.

3.4.9 식생기반재 뿔어붙이기(종비토 뿔어붙이기)

- (1) 식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 생육기반재에 종자를 섞어 조기에 경관적인 녹화와 생태적 복원 및 보전을 도모하도록 시공한다.
- (2) 비탈면이 특히 건조하거나 이물질이 붙어 있을 때에는 살수를 시행한 후 시공한다.
- (3) 분사붙이기를 할 때에는 설계도서에 의해 시공 전 재료배합관리실험을 반드시 실시한다.
- (4) 암반비탈면을 시공할 때에는 전면피복녹화를 지양하고 균열과 요철에 따른 자연스런 부분녹화를 시행하여 주변식생과 조화를 이룰 수 있도록 한다.
- (5) 암반의 균열간격이 클수록 시공두께를 두껍게 조절한다.
- (6) 암반의 돌출부 및 수직, 역경사비탈면은 녹화시공을 지양하고 움푹 파인 곳을 집중적으로 시공한다.
- (7) 식생기반재의 뿔어붙이기 두께는 얇은 식생기반재와 두꺼운 식생기반재 뿔어 붙이기로 구분한다. 식생기반재의 뿔어붙이기 두께는 일반적으로 암각기면의 구매 및 배양토 성질에 따라 상이하나 건식에 의한 두꺼운 식생기반재를 뿔어 붙이는 경우 보통 1:0.5 전후하여 두께는 0.1~0.15m를 기준으로 하되, 암질 및 발파면의 절리방향 등에 따라 증감하여 설계·시공할 수 있다.

- (8) 건식 식생기반재 뽐어붙이기를 할 때는 뽐어붙이기면과 노즐을 1m 이상 떨어진 곳에서 뽐어붙이기를 하고, 비탈면 상부에서 하부로 진행하여야 하며, 뽐어붙이기 최소 두께는 설계두께의 80% 이상이어야 한다.
- (9) 면정리가 완료된 상태에서 부착땅은 낙석을 방지하고, 특수배양토의 부착을 용이하도록 설치하되 앵커핀, 철망, 철선, 착지핀 등을 이용하여 결속 작업을 견고하게 하여야 한다.
- (10) 시공 후 검사는 500㎡당 1개소 이상의 측정구를 설치하여 조사하며, 측정이 곤란할 경우에는 시공투입량으로 대신할 수 있다.
- (11) 생육판정은 피복률과 성립본수로 하되 피복률은 경사도 및 종자배합에 따라 조정하여야 하며, 55° 이상은 60% 이상, 45~55° 는 80% 이상, 45° 미만은 100%로 하고, 목본류를 배합할 때에는 각 기준에 70%를 적용한다. 또한, 성립 본수는 초본류만 배합할 때에는 300본/㎡ 이상으로 하며, 목본류를 배합할 때에는 초본류와 목본류의 합계가 200본/㎡ 이상으로 한다.
- (12) 생육판정시기는 시공 후 180일 후를 기준으로 하는 것을 원칙으로 하되 목본종 위주로 녹화한 경우 잠재발아를 고려하여 기준의 70%를 적용하여 판단하고, 10월 이후에 시공할 때에는 익년 6~7월 초순으로 한다.

3.4.10 거적덮기공법

- (1) 비탈면 표면의 잡석을 제거하고 면정리를 한다.
- (2) 종자뽐어붙이기를 실시 후 그 위에 벧짚으로 짠 거적을 비탈면 전체에 균일하게 덮는 공법과 식생용지에 종자와 비료를 접착시킨 후 벧짚을 입힌 제품을 비탈면 전체에 덮는 공법이 있다.
- (3) 벧짚 거적이 바람에 날리지 않도록 고정핀으로 고정하고 설계도서에 의거 적용한다.
- (4) 벧짚 거적을 시공할 때에는 비탈면의 위에서 아래로 길게 세로로 깔면서 양단이 50mm 이상 중첩되게 한다.

3.5 시험시공 계획수립 및 시행방법

3.5.1 시험시공 계획수립

- (1) 시험시공의 기본계획은 현장의 특성을 고려하여 감독자(또는 감리원), 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가 등의 자문을 통해 정하도록 하며, 실시계획은 공법선정 후 시공사와 협의하여 최종 선정하도록 한다.

- (2) 녹화공법이 검증된 경우 혹은 공사 일정상 시험시공을 수행하기 어려운 경우 등에는 감독자(또는 감리원), 지반분야 특급기술자, 비탈면 녹화 전문가 등의 자문을 받아 시험시공을 생략할 수 있다.
- (3) 시험시공은 식생의 발아와 생육이 좋은 3월~6월에 실시하는 것을 원칙으로 하되 감독자(또는 감리원)와 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가 자문 등의 절차를 거쳐 다른 시기에도 실시할 수 있다.
- (4) 시험시공 계획 시 다음과 같은 항목을 조사하여 계획을 수립하도록 한다.
 - ① 지형, 지질 조사 및 주변환경조사
 - 비탈면 녹화 대상지역의 지형 및 지질자료는 토질조사보고서, 지반 전문가의 자문을 거쳐 녹화공법의 적용성을 검토한다.
 - 상기 토질조사 보고서를 바탕으로 하여 감독자(또는 감리원)는 지반분야 특급 기술자, 비탈면녹화 전문가와 함께 대상 비탈면 주변의 산지, 지형, 계곡상태, 생태환경 등에 대한 현장조사를 실시한다.
 - ② 주변 식생 환경 조사 항목은 환경영향평가자료를 참조하여 적용한다.
 - ③ 기후환경 조사
 - 기후환경은 대상지역의 가까운 거리의 기상관측소의 자료를 이용하되 최근 10년간의 강우량, 온도, 습도 등을 평균산출하여 이용한다
- (5) 시험시공에 소요되는 종자의 종류, 혼합비율, 사용량은 발주기관, 감독자(또는 감리원), 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가와 협의하여 결정하도록 한다.
- (6) 샘플 제공 : 시험시공에서 사용한 동일한 종자를 각 5g씩, 그리고 혼합된 종자를 10g씩 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) 시험시공 시 시방서에 제시된 종자 및 재료의 정량을 사용하도록 한다.
- (3) 시험시공은 가급적 동일한 환경조건하에서 수행이 되도록 한다.
- (4) 발주기관 및 감독자(또는 감리원)가 입회한 자리에서 종자 및 재료 혼합을 실시하도록 한다.

3.5.3 시험시공의 검측

- (1) 취부두께 검측은 감독자(또는 감리원), 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가 등이 측정용 기구를 이용하여 100㎡ 당 10회 이상 측정하여 평균 산술한 값으로 확인한다. 최소 취부두께는 설계두께의 60% 이상이 되어야 하며, 평균 취부두께는 설계두께의 75%를 넘어야 한다. 단, 시공상단부, 돌출부, 역경사 지역 등 특수한 개소는 예외로 한다.
- (2) 시공면적은 시공이 완료된 후 현지측량을 실시하여 설계도서와 비교검토 확인한다.
- (3) 시험시공 직후 식생생육기반재 샘플을 채취하여 식생생육기반재의 토양산도, 전기전도도, 염기치환용량, 전질소량, 염분농도, 유기물함량 등 토양이화학성 등을 공인된 연구기관에 의뢰하여 분석하도록 하며, 그 결과가 기준치 이내이어야 한다.

표 17.2 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

- (4) 녹화공법의 식생기반재료는 제품 및 환경기준에 맞는 제품을 사용하되 시공전후에 총 2회에 걸쳐 제품의 품질분석을 의뢰한 결과를 감독자(또는 감리원)가 보유하고 있어야 한다.
- (5) 화이버, 섬유제품 등의 멀칭(mulching)자재는 유기재료를 사용하는 것을 원칙으로 하고 종자의 발아 및 생육에 장애가 없는 제품이어야 한다.
- (6) 부착망은 체인링크철선과 열화비닐피복철선의 기준에 합당한 부착망을 시공하여야 하며 시공 후에도 감독자(또는 감리원)는 품질을 확인할 수 있도록 한다.

- (7) 앵커핀 및 착지핀의 경우는 설계에 맞는 제품을 사용하였는지 확인하고 감독자 (또는 감리원)는 공인된 시험기관에서 분석한 앵커핀 및 착지핀의 규격을 보관하고 있어야 한다.
- (8) 식물재료에 대해서는 공인된 시험기관에서 발아율시험을 한 성적서를 감독자 (또는 감리원)는 가지고 있어야 하고 시공 후에도 향후 시공사에서 조사 분석한 발아 및 생육 성적서를 가지고 있어야 한다.
- (9) 비탈면의 시공후의 추적 식생조사는 초기조사(시공 후 1, 2개월), 중장기조사로 나누어 수행하고, 최소 2가지 이상의 식생사회조성이 안되고 전체 피복도가 60%이하일 때는 재시공 등의 조치를 취할 수 있다.

3.5.4 생육판정 기준

(1) 고정조사구 설치

식물조사방법은 주로 방형구법(quadrat method)과 벨트트랜섹트법(belt transect)을 이용하여 조사한다. 방형구법을 사용할 경우에는 시공면에 1m × 1m의 고정조사구를 3개소 이상 설치한다. 고정조사구는 시공면을 대표할 수 있는 지점으로서 랜덤하게 분포하도록 한다.

(2) 측정 항목

생육조사는 고정조사구내에 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

시공 후 측정은 1~2개월 간격으로 6개월간 정기적으로 측정한다.

3.5.5 생육판정 방법

(1) 식생피복율

방형구(1m²)내에서 피복도 측정용 격자틀을 이용하여 3회 이상 측정 후 산술평균 하여 전체피복도로 환산하거나 현장에서 육안으로 실측 또는 사진촬영 후 실내에서 피복율을 계산한다.

(2) 목본성립본수

목본성립본수의 판정은 방형구(1m²)내에서 측정용 격자틀을 이용하여 10회 이상 측정 후 1m²의 성립본수로 환산한다.

(3) 출현종수

출현종수의 판정은 방형구(1㎡)내에서 측정용 격자틀(1m × 1m)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 병충해 발생 유무를 동정한다.

(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 다음의 기준을 따른다.

표 17.3 최종 생육판정시기

(기준 : 중부지방)

시공시기	기 간	판 정 시 기	비 고
춘 기	3월 ~ 5월	시공 후 180일 이후	
하, 추기	6월 ~ 11월	익년 8월 이후	
동 기	12월 ~ 2월	익년 8월 이후	시공부적기

표 17.4 비탈면 녹화 평가요소 및 평가지표

구분	평가	평가요소 (항목)	평가 기준	평가기준 및 방법	평가 빈도
재료	정 량 적	재료품질	절대 평가	식생기반재 샘플을 1~2kg채취하여 토양의 이화화성을 분석 후 기준항목 합격여부 판단	1회
품 질	정 량 적	식물 생육	절대 평가	시공후 공법별 식생피복율을 1×1m방형구를 설치하여 3회 반복 조사 후 평균	주기 조사
		식생 피복율 (한지형초종)	절대 평가	격자틀(20×20cm) 또는 1×1m방형구를 설치하여 한지형잔디(외래종)만의 피복율을 3회 반복 조사하여 평균. 피복율에서 외래도입초종만의 점유율을 평가	계절별 1회

		식생 생육량 (한지형초종 제외)	상대 평가	한지형 초종을 제외한 식생을 채취하여 생물 중량(생체중)을 전자저울 등을 이용하여 실측	계절별 1회	
		병충해	상대 평가	생육판정시기까지 계절별로 병충해, 여름철 하고 현상 등을 조사	계절별 1회	
		출현 종수	목본 성립 본수	절대 평가	1m×1m방형구를 설치하고 목본의 성립본수를 10회 조사하여 본수/m2로 평균하여 합격 목표 치에 따른 달성도를 측정. 목본의 수고가 1~ 6m인 경우에는 방형구를 2m×2m로 확대	계절별 1회
			초본 및 목본의 출현종수	절대 평가	1m×1m 방형구를 설치하여 초본 및 목본의 출현종수를 조사하여 종수/m2로 환산 평균하 여 합격 목표치에 따른 달성도를 측정. 이때 초본 및 목본 출현종수 비율을 각각 평가한 후 이를 평균으로 환산함. 목본의 수고가 1~ 6m인 경우에는 방형구를 2m×2m로 확대	계절별 1회
			위해종 침입 및 시험지의 교란정도	상대 평가	위해종인 폐지풀, 단풍잎돼지풀 등과 교란종 인 환삼덩굴, 쑥 등에 의한 교란정도를 측정	수시 평가
			식생기반재 물리적 특성	절대 평가	식생기반재의 토양경도는 양호(11~23mm), 보통(23~27mm), 불량(11mm미만, 27mm초 과)분류하고 토양습도는 양호(0.5~5%), 보통 (5%~8%), 불량(0.5%미만, 8%초과)로 분류 (간이측정기기를 이용 현장 측정 가능)	1회 이상 조사
		탈락 및 붕괴지점	상대 평가	시험시공면적당 탈락 및 붕괴 지점 수를 조사	계절별 1회	
	정 성 적	녹화 지속성 및 식생침입 가능성	상대 평가	3~5년 정도 지난 기존 시공지에서의 녹화 지 속성 및 천이여부 평가	1회 이상	
		주변 환경과의 유사도	상대 평가	주변 환경과의 생태적 경관 조화성을 평가	수시 평가	
	경 제 성	정 량 적	시공단가	상대 평가	시험시공 참여업체의 최저가를 기준으로 상 대평가	최종 평가시

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.

표 17.5 토양 정도별 식물생육상태

토양경도 (mm)	식물생육상태
18mm 이하	식물의 생육은 양호하지만 비탈면이 무너질 위험성이 있음
18mm ~ 23mm	식물의 근계생장에 가장 적당
23mm ~ 27mm	식물의 생육은 양호하지만 생육활성이 그다지 좋지 않음
27mm ~ 30mm	흙이 너무 단단해서 식물의 생육이 곤란함
30mm 이상	식물의 근계의 침입이 곤란함

- (4) 탈락 및 붕괴지점 : 식생기반재의 탈락 및 붕괴지점이 있는가를 수시로 조사한다. 시공면에서 탈락이 고르게 발생한 경우에는 설치된 조사구에서 탈락 및 붕괴상태를 조사하며, 조사구내에서 탈락이 발생하지 않은 경우에는 전체 시공지에서 측정한 수치를 10m²로 환산하여 계산한다.
- (5) 녹화 지속성 및 천이여부 : 실질적으로 훼손지 비탈면이 생태복원이 되어가는 과정을 평가할 수 있는 지표로서 평가시기의 제한 요소를 해결하기 위하여 관련자료 검토 및 해당 공법이 적용된 외부 현장을 사례조사 하여 실질적인 생태복원 과정 및 효과를 검증한다. 평가방법은 공법별로 기 시공된 현장(시험시공지에서 가까우며 유사한 비탈면 조건을 가진 3년 이상 경과된 현장)을 감독자(또는 감리원)와 지반분야 특급기술자, 비탈면녹화 전문가가 함께 방문하여 평가한다.
- (6) 시공효율성 : 시공효율성은 시공 후 유지관리의 요구경도와 시공 시의 작업성 등을 종합 평가하여 정한다.

제 18 장 지표수 배수시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 배수구용 콘크리트 소구조물인 각종 배수구, 도수로, 집수정, 소단배수시설 등에 적용한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 3552 철선

KS D 7036 염화비닐 피복철선

KS D 7037 알루미늄 도금 철선 및 강선

KS F 4005 콘크리트 및 철근콘크리트 L형

KS F 4409 원심력 유공 철근 콘크리트관

KS F 4010 철근 콘크리트 플룸 및 벤치플룸

KS F 4016 철근 콘크리트 U형

KS F 4401 무근 콘크리트관 및 철근 콘크리트관

1.2.2 토목공사표준일반시방서

1.3 시공 전 검토사항

이 시방서 총칙에 따라 해당공사의 공사계획을 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 콘크리트 재료

현장 콘크리트 타설에 사용되는 재료는 콘크리트표준시방서 등의 관련 항목을 따른다.

2.2 기성제품 콘크리트 배수구

- (1) 기성제품 콘크리트 배수구(L형, U형, V형 배수구)는 KS F 4010에 맞는 제품 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (2) 설계도서에 표시된 기성제품은 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아 사용하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 배수구조물의 터파기 장소가 노상 또는 비탈면의 경우에는 터파기할 단면이 필요한 최소단면으로 하여, 이미 완성된 부분이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
- (2) 배수구조물의 터파기는 기계 터파기를 할 수 있으며, 터파기는 소정의 깊이 및 경사에 맞게 시공하여야 한다.
- (3) 토공노반의 표면수를 배제하기 위해 노반표면을 시공면 폭 중심에서 외측방향으로 3% 횡단경사로 한다.
- (4) 토공노반 표면수가 쉽게 배수되도록 배수구의 구조를 잘 선택하여야 하며 배수를 방해하는 장애물을 제거한다.
- (5) 비탈면이 우수에 의한 침식이 예상되는 구간에서는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 산마루배수구, 소단배수구, 중배수구 등의 시설을 추가로 설치하여야 한다.
- (6) 산마루배수구는 터파기후 되메우기시에 세굴이나 유실을 방지하기 위하여 다짐을 충분히 실시하며 지표수의 산마루배수구 유입이 원활하도록 필요시 산측에 콘크리트 등을 타설하여 지표수가 토층으로 스며들지 않도록 하여야 한다.
- (7) 비탈면 보호블록 하부에 설치되는 소단배수구는 토압 및 보호블록의 하중을 지지하여야 하므로 기성제품을 사용해서는 안되며 반드시 현장타설 콘크리트로 시공하고 배수구와 비탈면 보호블록 기초는 통합시공 하여야 한다.
- (8) 표면수 또는 용수에 의해 비탈면이 세굴 되어 유출되거나 붕괴의 우려가 있는 곳에서는 비탈어깨 배수구, 소단배수구, 중배수구, 비탈끝 배수구, 암거 등의 배수시설을 설계도에 따라 설치한다.
- (9) 용수의 처리는 설계도서에 의해 지상 집배수공을 설치하여야 하며 배수시설의 설치는 토목공사표준일반시방서등의 해당 항목 및 공사시방서를 따른다.

3.2 콘크리트 타설

- (1) 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 주의하여야 하며 구조물이 일체가 되도록 시공하여야 한다.
- (2) 배수시설의 기초바닥은 설계와 동일한 경사를 이루도록 하여야 한다.
- (3) 거푸집 내의 콘크리트는 진동기를 사용하여 콘크리트 내에 공극이 발생하지 않도록 하여야 하며, 표면에 레이턴스가 발생하거나 재료분리가 생길 정도로 오랜 시간 한 곳을 진동다짐을 해서는 안 된다.
- (4) 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 충분히 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.
- (5) 설계도서나 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 바닥과 벽을 분리시공할 때에는 접속부에 편 역할을 할 수 있도록 16mm 이상의 철근을 적정 길이로 0.3m 간격으로 설치하여야 한다.
- (6) 현장타설 콘크리트는 바닥을 평탄하게 하여 균일한 경사로 낮은 쪽부터 시공하여야 한다.
- (7) 현장타설 콘크리트는 14일 이상 양생하여야 하며, 콘크리트 강도시험결과, 소요 강도가 입증될 때는 양생기간을 단축할 수 있다.

3.3 되메우기 및 뒤채움

국토해양부표준시방서 중 토목공사표준일반시방서의 토공사 편을 따른다.

3.4 V형 및 U형 배수구 시공

- (1) V형 및 U형 배수구는 현장타설 또는 프리캐스트로 공법 및 규격은 설계도서에 의한다.
- (2) 설계도에 명시된 선형 및 경사로 측량실시 후 시행한다.
- (3) 배수구의 높이는 쌓기 완성면 보다 같거나 깊게 하여 벽면으로 우수가 침투하지 않도록 하여야 한다.
- (4) 기초바닥을 평활하게 하여 도면에 명시된 선형 및 경사로 시공하며 시공순서는 낮은 측 또는 하류측으로부터 상부로 시공한다. 선형은 구간별로 직선이어야 하며 표면은 곧고 매끄럽게 시공하여야 한다.
- (5) 설계도서에 명시된 선형과 주변 배수계획을 확인 후에 시공하여야 한다.

- (6) 설계도서나 감독자(또는 감리원)의 지시에 의해 바닥과 벽을 분리시공 할 때에는 접속부에 핀 역할을 할 수 있는 철근을 일정한 간격으로 설치하여야 한다.
- (7) 신축이음부에 철판을 설치하고 일정구간 일체형으로 시공한다.
- (8) 배수구완성 후 되메우기 시에는 표면수가 자연스럽게 유입되도록 배수구상단보다 낮지 않도록 하여야 하며, 표면수의 침투로 인하여 배수구가 침하되지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.
- (9) 배수구의 콘크리트 타설은 줄눈을 먼저 설치하고, 1경간씩 건너 띄어서 콘크리트를 친 다음 띄어놓은 경간에 콘크리트를 치도록 작업순서를 숙지한다.
- (10) 집수정 설치 시 배수관의 유입구, 유출구와 접속연결부는 도면에 표시된 계획고에 맞추어 정확한 수로경사가 유지되도록 하여야 한다.
- (11) 수축줄눈 6m, 신축줄눈 12m 간격, 철근콘크리트 U형 배수구일 경우에는 30m로 설치하여야 한다.
- (12) 현장타설 U형 배수구는 뚜껑을 설치하는 앓을 경우에 벽체상단에 30×30mm의 모따기를 실시하며, 바닥과 벽체가 접하는 부분에는 30×30mm 이상의 헌치를 설치하여야 한다.
- (13) 비탈면 중에서 우수에 의한 침식이 예상되는 부위는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 산마루배수구, 소단배수구, 종배수구 등의 시설을 추가로 하여야 한다.

3.5 L형 배수구 시공

- (1) 시공은 미판, 균질성, 선형 등을 고려하여 부설장비로 시공한다.
- (2) L형 배수구 형상은 감독자(또는 감리원)의 검측을 받고 시행한다.
- (3) 집수면적에 대한 유량을 계산, 확인하고 특히, 편경사 구간은 물이 노면방향으로 흐르지 않도록 한다.
- (4) 바닥은 평활하게 고른 다음, 로울러 등에 의해 다지고 다짐이 불가능한 장소에서는 램머, 진동다짐기계 등에 의하여 충분히 다져야 한다.
- (5) 콘크리트속의 물이 바닥으로 침투되는 것을 방지하기 위하여 비닐 등을 설치 하여야 한다.
- (6) 노면수의 횡단배수가 잘 되도록 현지지형에 알맞은 횡단경사를 두어 시공하여야 한다.

- (7) L형 배수구 끝부분의 처리는 횡단 배수관 등에 연결하거나 현장조건에 적합하도록 처리하여 끝부분이 세굴 되지 않도록 하여야 한다.
- (8) 인력시공 시는 거푸집 치수, 이음, 견고한 상태를 확인하고, 특히 곡선부는 선형에 맞게 시공한다.
- (9) L형 배수구 기초는 다짐을 철저히 하여 시공 후 침하에 의한 균열이나 파괴가 일어나지 않도록 한다.
- (10) 분리막에 의한 비닐깎기는 0.3m 이상 겹치게 하고 움직이지 않게 고정시켜야 한다.
- (11) 인력시공 시 콘크리트 타설은 팽창줄눈을 먼저 설치하고, 1경간씩 건너뛰어서 콘크리트를 타설하여야 한다.
- (12) 팽창줄눈에는 지수관을 설치하고 간격은 20m 이내로 하여야 한다.
- (13) 배수구성형은 연속적으로 시공이 되도록 한다.
- (14) 피막 양생제는 표면에 물기가 사라진 후 분무기로 고루 살포한다.
- (15) 작업중단 또는 일일 부설 종료지점은 가급적 수축줄눈 부위에 둔다.
- (16) L형 배수구에 집수된 우수가 쌓기부로 계속 흐르지 않도록 한다.
- (17) L형 배수구 시점부는 쌓기부 배수로로 따라 집수된 우수가 L형 배수구로 유입하지 않도록 한다.
- (18) 수축줄눈 간격, 폭, 길이는 설계도서에 따라 시공하되 사전에 수축줄눈의 규격을 철저히 검토한다.

3.6 산마루배수구 시공

- (1) 비탈면으로부터 표면수가 유입되는 것을 차단하기 위하여 깎기부의 비탈면 정상 끝단에서 일정하게 벗어난 지점(비탈어깨)에 산마루배수구를 설치하며, 현장조사 결과에 따라 지형상 필요한 곳에 설치하도록 하여야 한다.
- (2) 표면수는 비탈면을 따라 설치한 산마루배수구를 통하여 배수되도록 하여야 한다.
- (3) 배수구 완성 후 되메우기 시에는 표면수가 자연스럽게 유입되도록 배수구 상단 보다 낮지 않도록 하여야 하며, 표면수의 침투로 인하여 산마루배수구가 침하하지 않도록 다짐을 철저히 하여야 한다.

3.7 반원형 배수로 시공

- (1) 도면에 표시되어 있거나 감독자(또는 감리원)가 지시하는 장소에 반원형 콘크리트 배수로를 설치하여야 한다.
- (2) 반원형 콘크리트 배수로 설치에 사용되는 반원형 콘크리트관은 KS F 4010 기준에 적합한 프리캐스트 제품이어야 한다. 감독자(또는 감리원)가 승인하는 경우에는 반원형 이외의 것을 사용할 수 있으나 단면적은 도면에 표시되어 있는 반원형관과 동일하거나 그 이상의 것을 사용하여야 한다.
- (3) 원형 콘크리트관의 외부표면은 관이 설치될 기초면과 완전히 접합되도록 하여 설계도서 또는 감독자(또는 감리원)가 설정한 선과 경사에 맞추어 설치하여야 하며, 관의 접합부는 승인된 재료로 우수 접촉면의 평탄성을 유지하도록 요철이 없도록 하여야 한다.

3.8 종배수구 시공

3.8.1 쌓기부 종배수구

- (1) 종배수구는 현장타설 또는 프리캐스트 콘크리트로 시공하여야 한다.
- (2) 종배수구는 쌓기 완성 비탈면보다 낮게 하여 콘크리트 벽면으로 우수가 침투되지 않아야 한다.
- (3) 종배수구 터파기 후 다짐을 철저히 하여야 한다.
- (4) 비탈면경사 32° 이상 및 유속 3m 이상 되는 곳은 끝단(end sill), 조약돌 부석(riprap rad) 집수거 또는 충격 수직 블록을 설치 급류충격에 의한 주위 시설물의 피해가 없도록 하여야 한다.

3.8.2 깎기부 종배수구

- (1) 깎기부 종배수구의 위치는 계곡부 표면수량이 많은 곳에 설치하여야 한다.
- (2) 종배수구의 높이는 깎기비탈면보다 깊게 하여야 한다.
- (3) 암깎기 굴착 시 여굴발생이나 암절리가 생기지 않도록 하여야 한다.
- (4) 깎기부가 1:1 이상인 급한 경사는 사류가 발생되고 특히, 소단부에서는 도수(hydraulic jump)가 발생하여 종배수구 밖으로 물이 튀거나 비탈면이 세굴 되므로 덮개를 설치하여야 한다.
- (5) 소단에 종배수구를 두는 곳은 소단경사를 내측으로 두어 소단물이 비탈면으로 흐르지 않도록 하여야 한다.

3.9 소단 배수구 시공

- (1) 비탈면에 흐르는 빗물이나 용출수에 의한 침식을 방지하기 위해 설치하며 위험성이 적으면 설치하지 않아도 된다.
- (2) 소단부 및 집수면적이 넓으면 전면부에 월류 방지턱을 설치한다.
- (3) 소단의 지반이 암반인 경우는 소단에 10% 정도의 경사로 설치하여 콘크리트 라이닝을 시공한 배수구 구조로 시공한다.
- (4) 종단경사에 따라 배수처리를 실시하며 20m 이상 깎기 구간이 끝나는 곳에서는 산마루 배수구와 연결 또는 방류하여 비탈면이 유실되지 않도록 하여야 한다.
- (5) 소단 배수구는 한쪽방향으로 경사를 유지하여 물이 신속히 배수되도록 하는 것이 중요하며 물고임이 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.10 현장 품질관리

- (1) 계약상대자는 시공상태 검측확인서에 따라 사전에 시공 상태를 검측, 확인하고 현장대리인의 서명날인 제출 후 감독자(또는 감리원)의 입회하에 시공상태가 적합한지를 검사 후 승인을 받아야 한다.
- (2) 조립식 배수구는 후면에 주름 또는 리브를 주거나 철재를 삽입시켜 내외압 강도를 증가시킨 제품으로서 횡토압등의 외력에 저항할 수 있어야 한다.
- (3) 지표수 배수시설의 결모양은 부분적 형태의 불균형성, 비틀림, 이물질, 균열등의 결함이 없어야 한다.

제 19 장 지하수 배수시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 지방서는 지하배수구, 수평배수공, 수직배수공(집수정), 압거, 돌망태 배수공 등의 지하수 배수시설에 관한 제반사항을 규정한다.

1.2 참조 규격

KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
KS F 2322 흙의 투수 시험 방법
KS F 4409 원심력 유공 철근콘크리트관
KS M 3006 플라스틱의 안정성 시험방법
KS F 4601 돌망태
KS M 3055 플라스틱의 아이조드충격의 시험방법
KS M 3404 일반용 경질 염화비닐관
KS M 3506 비닐 바닥 시이트
KS K 0210 섬유제품의 혼용률 시험방법 - 섬유혼용률
KS K 0506 직물의 두께 측정방법
KS K 0514 천의 무게 측정 방법 : 작은 시험편법
KS K 0520 직물의 인장강도 및 신도 시험 방법 : 그레브법
KS K 0530 직물의 봉합강도 시험방법
KS K 0706 직물의 내후도 시험 방법 : 웨더오미터법

1.3 시공 전 검토사항

이 지방서 규정에 따라 해당공사의 공사계획을 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 입상재료(모래, 자갈)

(1) 입상재료는 투수성이 우수하고 입도 배합이 좋은 모래 또는 막자갈을 사용하여야 한다. 입상재료의 입도배합은 다음 조건을 충족하는 것이어야 한다.

$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노상토})} < 5$: 여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건

$\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{15}(\text{노상토})} > 5$: 여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건

단, D₁₅, D₈₅ : 입경가적곡선에서 통과백분율이 15%, 85%에 해당되는 직경

(2) 관부설 암거의 경우 유공관 주변의 입상재료는 $\frac{D_{15}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노상토})} > 2D$ 의 조건을

충족시켜야 한다. 여기서, D는 유공관의 공경(mm) 또는 이음 간격(mm)을 말한다.

2.2 뒤채움 재료

뒤채움 재료는 다음의 품질조건에 적합하여야 한다.

- 입상재료 (SB-1)
- 최대치수 : 100mm 이하
- #4체 통과량 : 25~100%
- #200체 통과량 : 15%
- 소성지수(PI) : 6 이하
- 시방 최초밀도의 수침 C.B.R : 10 이상
- 모래당량치 : 15 이상

2.3 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.

$\frac{D_{eos}(\text{여과재료})}{D_{85}(\text{노상토})} < 0.5 \sim 1.0$: 여과재료가 노상토에 의해 막히지 않기 위한 조건

$\frac{K_g(\text{여과재료})}{K_s} > 10 \sim 100$: 여과재료가 노상토에 비해 충분한 투수성을 갖기 위한 조건

단, D_{eos} : 토목섬유의 유효구멍크기(시료의 95% 통과입경)

K_s, K_g : 노상토와 토목섬유의 수직투수계수(cm/sec)

(2) 토목섬유(부직포)의 품질기준은 표 19.1과 같다.

표 19.1 배수용 토목섬유(부직포)의 품질기준

구분	단위	품질기준	관련시험규격
재질	-	PP, PET	
두께	mm	1.8 이상	KS K 0506
인장강도 (Grab 강도)	kN(kgf)	0.44(45)	KS K 0520
중량	lb/m'(gf/m')	- 단섬유 0.66(300) 이상 - 장섬유 0.44(200) 이상	KS K 0514
신도	%	50 이상	KS K 0520
투수계수	cm/sec	$n \times 10^{-1}$ ($n=19$)	KS F 2322 준용
융합강도	kN(kgf)	인장강도 이상	KS F 0530
내약품성		-	KS M 3506
시험빈도	/1회	20,000m ² 마다	

(3) 토목섬유(PP계) 관리 및 포설시 직사광선에 노출되면 품질에 변화가 생기므로 창고에 보관하거나 즉시 시공한다.

2.4 유공관

(1) 지하배수에 사용하는 유공관은 KS M 3404 또는 KS F 4409에 소정의 간격으로 구멍이 뚫린 것으로 모래침입이 잘 안되고 관표면에 집수가 용이한 제품이거나 이와 동등 이상의 품질과 기능을 가진 제품이어야 한다.

(2) 고밀도 폴리에틸렌 유공관(PE, HDPE, THP관 등)의 품질기준은 표 19.2와 같다.

표 19.2 고밀도 폴리에틸렌 유공관의 품질기준

구분	단위	품질기준	관련시험규격
재질	-	고밀도 폴리에틸렌 (HDPE)	-
규격	mm	200+5(내경)	-
밀도	$\text{kN/m}^3(\text{gf/cm}^3)$	9.4 이상(0.94 이상)	-
인장강도	$\text{MPa}(\text{kgf/cm}^2)$	25 이상(250 이상)	KS M 3006
충격강도	$\text{J/cm}^2(\text{kgf}\cdot\text{cm/cm}^2)$	120 이상(12 이상)	KS M 3055
Pipe Stiffness	$\text{mJ/cm}^2(\text{kgf}\cdot\text{cm/cm}^2)$	35 이상(3.5 이상)	ASTM D 2412
구멍의 크기	mm	5 이하	-

2.5 다발관

- (1) 재질은 경질강화비닐(P.V.C.) 제품의 압축 성형한 다발관으로 재질은 KS M 시험방법에 준하여 품질은 다음 표 19.3과 같다.
- (2) 산, 알칼리에 대한 저항성 및 팽창에 대한 내구성이 양호한 것이어야 한다.

표 19.3 다발관의 품질기준

구분	단위	품질기준	관련시험규격
규격	mm	50mm이상	-
비중	-	1.3 이상	KS M 3016
인장강도	$\text{MPa}(\text{kgf/cm}^2)$	40 이상(400 이상)	KS M 3006
연 신 률	%	120 이상	KS M 3006
충격강도	$\text{J/cm}^2(\text{kgf}\cdot\text{cm/cm}^2)$	50 이상(5 이상)	KS M 3055
내약품성	물	$\pm 0.2\text{mg/cm}^2$ 이하	KS M 3506
	염화나트륨10w/w%수용액		
	황산30w/w%수용액		
	산40w/w%수용액		
	수산화나트륨40w/w%수용액		

2.6 돌망태

돌망태 배수공에 사용되는 철선의 형상 및 치수, 채움재용 돌의 크기는 본 시방서 제12장 돌망태 용벽편을 참조한다.

2.7 암거용 골재

- (1) 규격은 발주 설계도면 또는 발주시방에 따른다.
- (2) 골재는 깨끗하고, 강하고, 점토 등 이물질이 섞이지 않아야 한다.

2.8 기타재료

설계도서 또는 감독자(또는 감리원)의 지시가 있을 때에는 기타 여과재료를 사용할 수 있다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 설계도서와 동일한 경사 및 치수에 맞도록 관부설 터파기를 시행하여야 하며, 터파기한 기초바닥은 다짐을 하여야 한다.
- (2) 용출수량이 많은 곳에 시공하는 지하배수구에는 유공관을 배치하는데 이때, 구멍이 없는 유출구 부근의 마지막 3m 부분을 제외하고는 구멍이 있는 부분이 아래로 가도록 부설한다. 관의 이음은 적당한 연결구나 띠를 사용하여 완전한 결합이음을 하여야 한다.
- (3) 모든 관로의 상류측 단부는 흙의 유입을 방지할 수 있도록 마개로 막아야 한다.
- (4) 쌓기비탈면에 용수가 있을 때에는 암거설치 후 비탈면 보호시설을 하여야 한다.
- (5) 비탈면 표면에 지하수위가 있는 경우에 표면에 분니 발생 또는 간극수압의 상승으로 지지력이 감소되므로 지하배수구를 설치하며 지하배수구는 다공 콘크리트관, 부직포 등의 필터재가 부착된 유공관 등의 지하배수관과 두께 0.15m의 배수층을 두어야 한다.
- (6) 깎기면을 직접 노반으로 하는 암반의 경우는 배수층이 불필요하지만 비화 또는 팽윤이 발생하기 쉬운 연암 또는 취약암의 경우는 배수층을 검토하여야 하며 토목섬유를 이용하는 경우는 배수성 및 내구성 등을 충분히 고려하여야 한다.

3.2 암거 시공

3.2.1 암거용 골재부설

- (1) 유공관에 골재 부설 시 유공관이 움직이지 않도록 시공하여야 한다.
- (2) 골재 부설 또는 상부 모래부설 시 유공관이 훼손되지 않도록 시공하여야 한다.
- (3) 골재 및 모래 부설 시 주위 토사가 섞이지 않도록 철저히 시공하여야 한다.

3.2.2 유공관 시공

- (1) 유공관의 간선과 지선의 설치 시 모든 관의 단부는 흙의 유입을 방지할 수 있도록 마개로 막아야 한다.
- (2) 유공관 싸기 토목섬유의 모든 연결부위에는 0.1m 이상 겹치도록 하여야 하고 0.3m 간격으로 끈으로 묶어야 한다.
- (3) 토목섬유 부설완료 후 가능한 빨리 상부처리를 하여야 하며 7일 이상 상부처리를 하지 않은 채 있는 토목섬유는 반출, 처리하여야 한다.
- (4) 유공관 설치경사는 최소 0.5% 이상이며 불가피한 경우를 제외하고 직선으로 부설하여야 한다.
- (5) 유공관 부설에 관한 검사를 받은 후 입상재료로 되메우기 하여야 한다. 이때, 유공관이나 폐접합부 덮개가 움직이지 않도록 주의하여야 한다.

3.2.3 암거 시공 일반

- (1) 암거의 배수를 집수정으로 받아 수평배수공으로 처리할 때에는 집수정에 모인 물이 암거에 역류하지 않도록 집수정의 설치위치에 주의하여야 한다.
- (2) 암거 설치는 정수지 상부 및 구조물 주위에 우수 및 지하수 배제를 위해 유공흡관을 매설하는 것으로 토공과 유공관, 자갈 및 매트와 부설 등 암거 설치에 필요한 모든 공종이 포함되며 현장여건상 부득이 변경하여야 할 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 받아야 한다.
- (3) 암거 도랑은 설계도서에 지시된 폭과 깊이대로 터파기를 하여야 한다.
- (4) 터파기된 도랑 속에 입상재료를 도면에 표시한 깊이까지 채워야 한다.
- (5) 신축줄눈은 암거 길이에 따라 10~20m 간격으로 저판, 벽체 및 천정에 신축줄눈을 설치하되 차수기능을 갖추어야 하며, KS M 3850에서 정하는 재료를 사용하여야 하며 시험빈도는 반입 시 마다 1회 이상 실시하여야 한다.
- (6) 뒤채움은 소요밀도를 얻을 때까지 다져야 하며 뒤채움과 접하는 후면 비탈면의 느슨한 부분을 뒤채움 시공 전에 제거하여 뒤채움 재료와 혼합되는 것을 방지하여야 한다.
- (7) 암거의 거푸집에 폼오일(박리제)을 도포하여 탈형 시 콘크리트 표면에 요철 및 자국이 발생치 않도록 하여야 한다.

3.3 지하배수구 시공

- (1) 지하배수구는 설계도서나 감독자(또는 감리원)가 지시한 길이와 폭으로 터파기 하여야 한다. 관의 단부가 단단히 결합되도록 적당한 방법을 사용하여 도랑 속에 설치하여야 한다.
- (2) 관부설에 대해 감독자(또는 감리원)로부터 검사를 받은 후에 승인된 재료를 사용, 되메우기를 하여야 한다.
- (3) 지하배수공용 유공관 시공에 대한 일반사항은 본 지방서 3.2.2 유공관 설치를 참조한다.

3.4 수평배수공 시공

- (1) 수평배수공은 지하배수구 등에 의한 지하수위 저하를 기대할 수 없는 경우나 비교적 지하수위가 높은 지반에서 지하수를 배제할 목적으로 적용한다.
- (2) 수평배수공 설치위치 결정을 위한 현장조사는 여름철 우기시 또는 강우직후에 실시하여 용수발생 위치를 정확하게 파악하여 용수가 발생하는 지점에 감독자(또는 감리원)와 협의하여 내경 50mm 이상의 유공관이나 다발관 등을 설치하고, 용수유무의 변화 추이를 관찰한다.
- (3) 깎기비탈면 시공중 용수유무와 용수량에 따라 현장감리 및 감독자가 수평배수공의 수량을 증감할 수 있다.
- (4) 수평배수공은 일반적으로 안정성에 문제가 없거나 지하수의 문제가 발생되지 않는 비탈면에서는 적용성이 떨어지고 산사태나 붕괴 등과 같은 지반활동이 수반되는 지역에서 적용하는 것이 효과가 크다.
- (5) 보강이 이루어진 깎기비탈면에 일정한 간격의 배수공을 설치할 필요는 없으며, 설계에 반영이 되어 있다고 하더라도 지하수 조사 및 비탈면 굴착시 용수유출구간의 용수량을 파악하여 간격 및 수량을 조정하여 시공한다.
- (6) 수평배수공의 시공길이는 용수만이 문제시 되는 경우에는 2~5m 이내로 짧게 설치하고, 붕괴가 예상되는 구간에는 비탈면 상부 인장균열부나 예상 활동면을 가로질러 5~10m 정도 더 깊게 설치한다.
- (7) 수평배수공 설치는 용수가 유출되는 지역에 일정한 간격으로 설치하는 것이 일반적이나 경우에 따라서는 용수가 유출되는 몇 개의 지점에 방사형으로 설치하는 것이 효과적일 수도 있다.

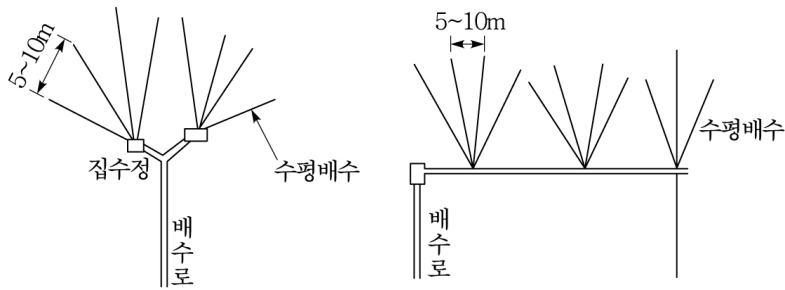


그림 19.1 수평배수공의 배치

- (8) 현장으로 운반된 배수공은 부직포로 1겹 감아서 직사광선을 피하고, 이물질이 다발판 및 유공판 내부에 들어가지 않는 장소에 보관한다.
- (9) 유공판이나 다발판의 결속은 부직포를 두 바퀴 이상 감아 철선 또는 비닐끈으로 결속하여 유공판이나 다발판의 손상 및 이물질의 유입을 방지하여야 한다.
- (10) 유공판이나 다발판의 설치는 다발판이 손상되지 않도록 천공 구멍 입구부터 조심하여 삽입한다.
- (11) 설치 완료된 공에 대하여 유공판이나 다발판의 움직임 방지 및 보호를 위하여 홀 입구에 0.5m 이상의 PVC를 삽입하고 지반의 천공경과 PVC 사이에는 누수를 최소화 한다.
- (12) 사용하는 재료와 구조는 내부식성이 있거나 부식이 발생하지 않고 막힘이 없는 구조를 사용한다.
- (13) 암반내 발달된 불연속면을 따라 다량의 용수가 발생하는 구간은 불연속면을 따라 용수되는 지점의 각도를 반영하여 천공하는 것이 효과적인 배수가 될 수 있다.
- (14) 천공은 공기를 사용하는 회전충격식 장비의 사용을 원칙으로 하며, 현장요건에 가장 적합한 장비를 선택한다.
- (15) 수평배수공의 설치각도는 시공성을 감안하여 5~10° 정도로 시공하나 뚜렷한 용수유출 각도가 파악되는 경우에는 용수각도에 맞추어 시공한다.
- (16) 배수공의 천공길이는 배수관의 길이보다 0.1m 깊게 천공하여 시공한다.
- (17) 천공지름은 수평배수공의 지름보다 10mm 이상 커야 한다.
- (18) 수평배수공의 표면 노출이 일정하지 않아 표면보호공에 의해 막힘이 발생할 수 있으므로 수평배수공의 표면 노출길이를 취부면으로부터 5cm 이상 확보한다.

- (19) 표면보호공을 시공하기 전에 노출된 배수공에 보호 덮개를 설치하고, 표면보호공 시공후에 덮개를 제거한다.
- (20) 시공완료 후에는 배수관 내부로 동물이 들어가지 않도록 투수성이 있는 덮개를 설치한다.
- (21) 용수가 많아 표면보호공의 유실이나 세굴 등이 예상되는 비탈면은 유실을 방지하기 위해 하부 또는 소단 배수시설로 유도하는 시설을 설치하거나 비탈표면에 돌망태나 돌붙임 등과 같이 표면을 보호할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.
- (22) 동절기에도 용수가 심한 구간은 PVC연결관 등의 동파를 방지하기 위한 보호 대책을 수립하여야 한다.
- (23) 본 시행령에서 규정하지 않은 수평배수공 시공 관련사항은 다른 관련 설계기준을 참고할 수 있다.

3.5 수직배수공(집수정) 시공

- (1) 집수정 설치 시 배수관의 유입구, 유출구는 도면에 표시된 계획고에 맞추어 정확한 경사가 유지되도록 하여야 한다.
- (2) 집수받이는 위치, 구조, 치수 및 배수구와의 연결부로 도면에 적합한지 확인 후 설치하여야 한다.
- (3) 뚜껑 및 받침틀이 설계단면에 따라 요동하지 않도록 견고히 설치하여야 한다.
- (4) 계약상대자는 시공 시 스틸그레이팅(steel grating)의 좌·우수 평면도, 받침틀의 계목부와 그레이팅 계목부의 일치, 계목부의 단차, 종단경사 및 노면과의 편탄성이 유지되도록 설치하고 시공불량으로 스틸그레이팅의 소음발생 또는 받침틀의 콘크리트가 파손되는 일이 없도록 하여야 한다.
- (5) 도난방지를 위해 집수정과 스틸그레이팅에 연결고리를 설치하여야 한다.
- (6) 뚜껑재료로 사용할 스틸그레이팅은 KS D 0201(용융아연 도금시험 방법)에 의거 시험을 실시하여야 한다.
- (7) 집수정은 집수가 용이하도록 가능한 한 지형이 오목한 부분을 선정하여 설치하여야 한다.
- (8) 비탈면에서 소단배수구와 중배수구가 교차하는 지점에 설치하는 집수정은 밀폐식 뚜껑을 사용하거나 집수정의 높이를 높게 시공하여 중배수구에서 급경사로 흐르는 물을 넘치거나 비산하지 않도록 하여야 한다.

3.6 돌망태 시공

- (1) 전석 등의 돌이 굴러 내려올 가능성이 있는 지점에서는 철선이 절단될 우려가 있으므로 사용여부에 신중을 기하여야 한다.
- (2) 돌망태는 시공 후 표면철망이 뜨지 않을 정도로 채워야 한다.
- (3) 채움재는 돌망태의 단면이 일정하도록 크고 작은 돌로 적당히 분포시켜 공극을 최소로 줄여 시공하여야 한다.
- (4) 곡선부 시공으로 부득이 간격이 발생될 경우에 돌망태 간격이 최소화 되도록 길이가 작은 것으로 상·하간의 곡선길이 차이만큼 추가 시공하도록 하고 틈이 50mm 이상되는 구간은 돌망태용 채움재로 채워야 한다.
- (5) 돌망태 시공에 대한 일반사항은 제13장 돌망태 옹벽 시공편을 참조한다.

3.7 현장 품질관리

- (1) 계약상대자는 시공상태 검측확인서에 따라 사전에 시공 상태를 검측, 확인하고 현장대리인의 서명날인 제출 후 감독자(또는 감리원)의 입회하에 시공상태가 적합한지를 검사 후 승인을 받아야 한다.
- (2) 계약상대자는 검사시 시공 상태가 적합하지 않을 경우 감독자(또는 감리원)의 지시에 따라 재시공 등의 조치를 하여야 한다.
- (3) 계약상대자는 지하배수관 설치 및 골재포설 완료 후 깨끗이 정리하고 여분의 자재, 유공관 토막, 부직포 잔유물 및 기타 이물질 등은 계약상대자 책임하에 외부 반출처리 하여야 한다.

제 20 장 낙석방지망

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 암썩기 비탈면에서 낙석이 떨어지는 것을 방호하기 위하여 시공하는 낙석방지망 설치공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 3514 와이어로프
 KS D 3503 일반구조용 압연강재
 KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
 KS D 7018 체인링크 철망
 KS D 7036 열화비닐 피복 철선

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 이 시방서 규정에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공 계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
- (2) 자재 제품자료
 - ① 제조업자의 제품자료 및 설치지침서
 - ② 사용 원재료의 재질 및 규격이 명시된 납품서 및 품질시험 성과표
- (3) 시공 상세도면
 - ① 낙석방지망의 설치 위치 등을 표시한 평면도 및 시공전개도
 - ② 지주설치 상세도
- (4) 흡수가능 에너지의 확인

시공 전에 현장 비탈면의 낙석규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지망을 설치하여야 하며, 필요한 흡수가능 에너지가 커서 표준형의 낙석방지망으로는 낙석을 방호할 수 없을 경우에는 에너지를 추가로 흡수할 수 있는 구조를 가지거나 완충구 등을 부착한 형태의 고에너지 흡수형 낙석방지망 형식을 사용할 수 있으며, 새로운 재원이나 형태를 가진 낙석방지망을

설계하거나 설치하고자 할 때에는 새로운 형식의 낙석방지망이 어느 정도까지의 에너지를 흡수가능하는지 평가하여야 한다.

(5) 재료의 품질확인

낙석방지망의 품질확보를 위하여 계약상대자는 설치 전에 부속 재료별로 발주기관의 사전공급원 승인을 받은 제품을 사용, 시공하여야 하며, 필요시 그 성능을 확인할 수 있는 시험을 실시하여 시험성적서를 제출하여야 한다.

2. 재료

2.1 와이어로프

- (1) 와이어로프는 KS D 3514(와이어로프)에 적합하여야 한다. 로프는 지름 16mm 이상을 사용하며, 강연선의 소선구는 6가닥으로 보통 Z형 꼬임($\phi 16$ 이상 $\times 6\times 24$)이어야 한다.
- (2) 낙석방지망에서 사용되는 와이어로프는 파단하중에 따른 종류 중 G종과 A종을 사용한다. G종의 경우, 로프 지름이 16mm일 때 117kN 이상, 20mm일 때 183kN 이상의 파단하중을 견뎌야 하며 A종의 경우, 로프 지름이 16mm일 때 126kN 이상, 20mm일 때 197kN 이상의 파단하중을 견뎌야 한다. 소선 지름은 0.88mm이며 아연 부착량은 G종의 경우 85gf/m² 이상, A종의 경우 70gf/m² 이상이어야 한다.

2.2 조립구

조립구의 재질은 강재를 사용할 수 있다. 강재는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)에 제시된 종류 중 SS400을 사용한다. 이때, 조립구와 와이어로프 사이의 인장력은 24.44kN(2,500kgf) 이상이 되어야 한다.

2.3 철망

- (1) KS D 7036(염화비닐 피복 철선)과 KS D 7018(체인링크 철망)에 적합하여야 한다.
- (2) 철망 심선의 지름은 3.2~4mm로 아연도금 후 PVC 코팅된 선지름이 4~5mm, 망눈의 치수가 50×50mm 이상의 것을 사용한다.

- (3) 아연 부착량은 국내에서 일반적으로 사용되는 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 심선지름 3.2mm는 30gf/m², 심선지름 4.0mm는 35gf/m² 이상이어야 한다.
- (4) PVC 코팅망은 KS D 3552 규격에 적합한 경질염화비닐(0.3mm)을 피복한 철망 제품으로 KS D 7018의 V-G1에 적합한 제품이라야 한다.

2.4 결속선

결속선은 철망의 강도 이상의 재료를 사용한다.

2.5 지주

- (1) H형강을 지주로 사용할 경우, KS D 3503(일반구조용 압연강재)에 제시된 종류 중 SS400을 사용하여야 한다. 재질의 인장강도는 400~510MPa, 항복점은 245MPa 이상이어야 하며 연신율은 17% 이상이어야 한다.
- (2) 강재를 지주로 사용하는 경우 사용되는 재료는 KS D 3504(철근 콘크리트용 봉강)의 SD300을 사용하여야 한다. 재질의 인장강도는 441~598MPa, 항복점은 294MPa 이상이어야 한다.

2.6 재료 품질관리

일반적인 낙석방지망에 사용되는 재료 이외의 것을 사용하여 낙석방지망을 구성하는 경우, 사용되는 재료는 낙석방지망의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 각 구성 재료가 충분한 강도 및 허용 변형 값을 만족하여야 하며, 각 재료는 표준화된 규격으로 정의되어야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 낙석방지망 설치 시에는 법면의 상단부에서 1~2m까지 벌목을 시행하고, 깎기면에 있는 뜬돌이나 이완이 심한 암반을 먼저 제거한 후 낙석방지망을 암반과 밀착시킨 후 견고하게 설치하여야 한다.
- (2) 깎기면의 하단부에 낙석방지울타리가 설치된 경우에는 낙석방지망의 하단부 높이를 조절하여 설치한다. 이때, 낙석방지망의 하단부 높이는 낙석방지울타리의

- 높이까지로 한다. 낙석방지울타리가 없는 곳은 지면에서 1m 정도 띄어 설치한다.
- (3) 낙석방지망 상단부의 지반이 경암으로 구성된 경우, 깎기가 끝난 지점으로부터 2m 이상, 토사나 풍화암으로 지반이 약한 곳은 5m 이상 되는 지점에 D25 이상, 연장 1.5m 이상의 고정핀을 사용하여 고정시킨다. 고정핀에 주입재를 주입할 때에는 반드시 강제적인 방법을 이용하여 충전시켜야 한다.
- (4) 비포켓식 낙석방지망은 교차점마다 정착장치를 사용하여 깎기면에 고정핀으로 고정시켜야 한다. 이때, 고정핀을 시공하여야 하는 깎기면 내 위치의 암질이 불량하거나 파쇄대가 발달하여 고정핀이 기능을 발휘할 수 없을 것으로 판단되는 경우 고정핀의 위치를 약 1m 이내로 이동하거나 고정핀 길이를 늘여서 설치하여야 한다.
- (5) 비포켓식 낙석방지망의 상부와 좌·우측은 반드시 모두 주고정핀을 이용하여 깎기면에 고정시켜야 한다. 고정핀은 앞서 설명된 바와 같이 D25 이상, 연장 1.5m 이상의 고정핀을 사용한다.
- (6) 포켓식 방지망의 좌·우측은 D25 이상, 연장 1.5m 이상의 주고정핀을 이용하여 깎기면에 부착하여야 한다. 포켓식 낙석방지망은 방지망이 연결되는 부분이나 일정 간격(약 60m 이내)으로 D16 이상, 연장 0.5m 이상의 보조고정핀을 사용하여 깎기면에 고정한다. 깎기면의 연장이 길어 낙석방지망을 연결하는 경우에는 반드시 0.5m 이상 겹쳐야 하며 중앙부에 결속선을 이용하여 깎기면의 상부에서 하단부까지 전구간에 걸쳐 연결하여야 하며 보조고정핀을 사용하여 깎기면에 부착시킨다.
- (7) 낙석방지망의 설치 위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독자(또는 감리원)와 사전 협의를 거친 후 낙석방지망을 설치하여야 한다.
- (8) 낙석방지망은 낙석의 규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지망을 설치하여야 한다.
- (9) 작업 전 안전교육을 실시하고, 안전에 이상이 없도록 조치를 취한 후, 작업에 임하여야 한다.

3.2 고정핀

- (1) 고정핀은 주고정핀과 보조고정핀으로 구별되는데, 주고정핀은 와이어로프의 끝부분을 암반에 고정시키는데 사용되며, 보조고정핀은 로프가 교차하는 지점의 조립구나 인근 부분에 설치한다.
- (2) 고정핀의 시공은 고정핀의 지름보다 큰 D35 내외로 천공하고 고정핀을 심은 후 주입재(모르타르, 에폭시 등을 사용)를 주입하는 순서로 진행된다. 모르타르를 주입재로 사용할 경우 시멘트 : 모래 : 물의 배합비는 1:1:1로 한다.
- (3) 주고정핀의 규격은 D25 이상, 길이 1.5m 이상이며, 보조고정핀의 경우 D16 이상, 길이 0.5m 이상의 형식을 갖는다. 깎기면의 상부와 좌·우측의 고정핀은 와이어로프에 힘이 작용하는 방향의 반대 방향으로 표면에 직각으로부터 15° 정도 경사지도록 시공한다.

3.3 지주

- (1) 지주는 포켓식 낙석방지망의 상단부에 낙석입구를 설치할 경우, 종로프를 깎기면 상단에 고정시켜 깎기면 하단으로 늘어뜨리는 역할을 한다. 지주는 예상 낙석의 규모에 따라 낙석 규격이 클 경우에는 H150×75×5×7mm 규격인 H형강을 높이 1.5m 이상의 것을 사용하고, 낙석 규격이 작을 경우에는 지름 25mm 이상, 길이 2m 이상의 강봉을 깊이 1m의 깎기면 지반 중에 매설, 정착시키고 지면 위로는 1m 이상 띄어 설치한다.
- (2) 지주는 하단으로 떨어지는 로프와 깎기면상단의 후방 2~3m에서 D22 이상, 연장 1.5m 이상의 철근에 고정되는 로프가 연결되어 낙석이 종로프와 충돌할 경우 로프의 구조를 지탱하는 역할을 한다. 반면, 낙석입구가 필요 없는 곳은 상단부 지면에서 고정핀을 사용하여 낙석방지망을 깎기면에 부착시킨다. 이때, 보조고정핀을 사용하기도 한다.

3.4 결속선

- (1) 결속선은 땅과 땅이 겹치는 부위와 땅과 와이어로프가 겹치는 부위를 접합할 경우에 사용하는 것으로 땅의 강도 이상을 가진 재료를 사용하여 풀리지 않도록 0.6m 이상 연속해서 땅눈에 맞추어 땅눈 마다 감아주어야 한다. 땅과 땅이 겹치는 부위는 0.5m 이상 겹쳐야 하며 포개진 구간의 중앙부에 깎기면 상부로부터 하단부까지 전구간에 걸쳐 연결하여야 한다.

- (2) 망과 와이어로프가 겹치는 부분의 경우 비포켓식 낙석방지망은 조립구와 조립구 사이의 중앙부에 0.6m 연속으로 결속하며 포켓식 낙석방지망은 횡방향과 종방향 모두 와이어로프를 따라가며 경간 길이의 20% 만큼 고르게 망눈 마다 결속하여야 한다.

3.5 조립구

포켓식의 경우에 에폭시 등을 주입하여 와이어로프의 이완을 없애도록 한 조립구를 사용하며 비포켓식 낙석방지망은 조립구와 고정핀으로 고정하며 조립구와 와이어로프 사이의 인장력은 24.44kN 이상이 되어야 한다.

제 21 장 낙석방지울타리

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 비탈면에서 낙석 등에 의한 사고를 방지하기 위하여 시공하는 낙석방지 울타리 설치 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS B 1002 6각 볼트
 KS B 1012 6각 너트
 KS D 2330 주물-용 알루미늄합금 잉곳
 KS D 3503 일반구조용 압연강재
 KS D 3514 와이어로프
 KS D 7018 체인링크 철망
 KS D 7036 열화비닐 피복철선
 KS D 8308 용융 아연도금

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 이 시방서 규정에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공 계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
- (2) 자재 제품자료
 - ① 제조업자의 제품자료 및 설치 지침서
 - ② 사용 원재료의 재질 및 규격이 명시된 납품서 및 품질시험 성과표
- (3) 시공 상세도면
 - ① 낙석방지울타리의 설치위치, 지주간격 등을 표시한 평면도 및 시공전개도
 - ② 비탈면과 울타리의 설치높이 등을 표시한 횡단면도
 - ③ 지주 설치상세도
- (4) 흡수가능 에너지의 확인

낙석이 낙석방지울타리를 뛰어 넘지 않도록 적정한 높이와 이격거리를 결정한 후 울타리의 허용범위 내에서 흡수가능 에너지를 결정하여 낙석에너지와 비교하여

설계하며 기초의 안정성에 대해 검토하여야 한다. 이 시방은 흡수가능 에너지 48kJ, 61kJ의 표준적인 낙석방지울타리의 설치에 대하여 기술하였으므로 시공 전에 현장 비탈면의 낙석 규모(낙석의 중량, 형태, 낙하높이, 비탈면의 경사, 암질, 비탈면의 상태 등)에 따른 낙석에너지를 검토하여 그 낙석에너지를 안전하게 흡수할 수 있는 구조의 낙석방지울타리를 설치하여야 하며, 필요한 흡수가능 에너지가 커서 표준형의 낙석방지울타리로서는 낙석을 방호할 수 없을 경우에는 에너지를 추가로 흡수할 수 있는 구조를 가지거나 새로운 형태의 고에너지 흡수형 낙석방지울타리 형식 또는 낙석방지 옹벽을 사용할 수 있으며, 새로운 제원이나 형태를 가진 낙석방지울타리를 설계하거나 설치하고자 할 때에는 새로운 형식의 낙석방지울타리가 어느 정도까지의 에너지를 흡수 가능한지 검증 후 사용하여야 한다.

(5) 재료의 품질 확인

낙석방지울타리의 품질확보를 위하여 계약상대자는 설치 전에 부속 재료별로 발주기관의 사전 공급원 승인을 받은 제품을 사용, 시공하여야 하며, 필요시 그 성능을 확인하여야 한다.

2. 재료

2.1 와이어로프

- (1) 와이어로프의 외접원지름은 18mm 이상으로 절단하중은 157kN 이상이어야 한다.
아연도금부착량은 소선에 대해 230gf/m' 이상이어야 하며 기타 규격은 KS D 3514 와이어로프를 따라야 한다.
- (2) G종의 경우는 183kN, A종의 경우는 197kN 이상의 하중을 견뎌야 한다.
- (3) 아연 부착량은 소선에 대해 G종의 경우 85gf/m', A종의 경우 70gf/m' 이상이어야 한다.

2.2 철망

- (1) 철망은 KS D 7036(염화비닐 피복철선)과 KS D7018(체인링크철망)에 적합하여야 한다.
- (2) 철망 심선의 지름은 3.2~4mm로 아연도금 후 PVC 코팅한 선의 지름은 4~5mm이며 망눈의 치수는 50×50mm 이상의 것을 사용한다.
- (3) 아연의 부착량은 SWMV-GS2종을 기준으로 할 때 심선지름 3.2mm는 30gf/m', 심선지름 4.0mm는 35gf/m' 이상이어야 한다.

- (4) PVC 코팅망은 KS D 3552 규격에 적합한 경질염화비닐(0.3mm)을 피복한 철망 제품으로 KS D 7018의 V-G1에 적합한 제품이라야 한다.

2.3 결속선

결속선은 철망의 강도 이상의 재료를 사용한다.

2.4 지주

- (1) 지주에 사용하는 강관, 형강 및 기타 자재는 KS D 3503의 SS400에 적합하거나 또는 동등 이상의 제품이라야 한다. 재질의 인장강도는 400~510MPa, 항복점은 245MPa 이상이어야 하며, 연신율은 17% 이상이어야 한다.
- (2) 강재의 아연부착량은 편면 600gf/m² 이상이어야 한다.

2.5 보조지주

- (1) 보조지주는 단부지주와 중간지주, 또는 중간지주와 중간지주 사이의 중간지점에 설치한다.
- (2) 보조지주로 사용되는 재료로는 너비 50mm 이상, 폭 20~50mm, 두께 1.6mm 이상인 각 파이프 또는 너비 50mm 이상, 두께 4.5mm 이상인 평철을 사용하며 U형 볼트를 이용하여 와이어로프와 고정한다.

2.6 고정구

U형 볼트와 너트로 구성된 고정구는 중간지주와 와이어로프, 보조지주와 와이어로프를 고정하는 장치로 규격은 M20×45, 아연도금한 것을 사용한다.

2.7 스플라이스와 소켓

스플라이스와 소켓은 와이어로프를 단부지주에 고정하는 장치로 스플라이스바의 지름은 25mm, 길이는 1~2m로 아연도금된 것을 사용하며, 소켓은 주철제에 아연도금된 것을 사용하되 와이어로프와 연결하여 인장시험 시 와이어로프가 파단하더라도 파괴가 일어나지 않는 구조와 재질로 된 것을 사용하며, 스플라이스바와 소켓의 연결은 별도의 너트를 사용하는 구조로 된 것을 사용한다.

2.8 재료 품질관리

일반적인 낙석방지울타리에 사용되는 재료 이외의 것을 사용하여 낙석방지울타리를 구성하는 경우, 사용되는 재료는 낙석방지울타리의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 각 구성 재료가 충분한 강도 및 허용 변형 값을 만족하여야 하며, 각 재료는 표준화된 규격으로 정의되어야 한다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 낙석방지울타리를 시공하기 전에 깎기비탈면은 설계도서에 규정된 토공작업 및 비탈면 보호시설을 완료하여 공사중 낙석이나 비탈면 붕괴로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.
- (2) 낙석방지울타리가 설치되는 L형 옹벽의 배면에는 울타리 지주의 기초 콘크리트 시공을 위해 일정한 간격으로 철근을 노출시키고 L형 옹벽 뒤채움 후 고정구를 사용하여 지주에 와이어로프를 견고하게 고정하여 로프가 유동하지 않도록 하여야 한다.
- (3) 와이어로프는 팽팽하게 당겨 견고하게 설치하여야 하며 시공완료 후 초기장력이 5500kg / 개를 유지하도록 설치하여야 한다.
- (4) 계약상대자는 반드시 낙석방지망의 설치위치와 범위를 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독자(또는 감리원)와 사전협의를 거친 후 낙석방지망을 설치하여야 한다.
- (5) 지주기초의 시공을 할 때는 주변의 지반이 이완되거나 활동하지 않도록 하여야 한다.
- (6) 와이어로프는 지름 18mm의 케이블을 표준으로 사용하며 울타리 지주의 직선부에 0.3m 간격으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 낙석방지울타리의 성능을 강화하기 위한 목적으로 0.2m 간격으로 좁혀 설치할 수 있다.
- (7) 와이어로프는 각 지주에 구멍을 뚫어 와이어로프를 통과시키고 단부지주에서 인장을 주어 고정시키는 방법과 표준도의 와이어 고정구를 사용하는 방법, 그리고 M12mm 이상의 볼트 등을 사용하여 와이어로프를 지주에 고정시키는 방법 등이 있다. 이때, 볼트 등은 H형강의 중앙부에 설치할 수 없으므로 좌·우측을 번갈아 배치한다.
- (8) PVC 코팅망을 설치 시에는 와이어로프에 무리한 힘을 주어서는 안 되며 지주와

고정구, 와이어로프를 완전히 일치시킨 후 팽팽히 당겨 늘어짐이 없도록 견고하게 설치하여야 한다.

- (9) 발파암 및 풍화암 등 혼합고의 높이가 6m 이상인 경우 현장여건에 따라 낙석 방지망을 설치하며, 6m 이하의 구간이라도 낙석이 우려될 경우에는 감독자(또는 감리원)의 승인을 얻어 설치 할 수 있다.
- (10) 기초 콘크리트는 설계도서에 의해 거푸집을 설치하여 재료분리가 일어나지 않도록 시공하여야 한다.
- (11) 유지관리 및 와이어로프 장력유지를 위하여 단부지주는 100m 이내로 하여야 한다.
- (12) 철망과 와이어로프는 경간 길이의 20% 이상 결속해 주어야 한다.

3.2 지주의 제작

- (1) 지주의 직선부는 이음매가 없는 것을 사용하여야 한다.
- (2) 지주의 상단부는 설계도에 명시된 길이만큼 종방향으로 꺾이도록 제작하여 낙석이 떨어지는 것을 예방할 수 있는 구조로 한다.

3.3 지주의 설치

지주의 간격은 설계도에 명시된 경간의 길이를 초과하지 않는 범위 내에서 동일한 간격을 유지하도록 하고, 시점, 종점, 변곡점 및 경사 변환점에는 지주를 반드시 설치하여야 한다.

- (1) 흙속에 설치하는 경우(단독기초)
 - ① 기초 저부에는 지주가 침하하지 않도록 기초용 잡석을 깔고 다짐하여야 한다.
 - ② 매립되는 지주 하부는 보강철물을 서로 교차되도록 용접하여 지주가 기초에 견고히 고정되도록 한다.
 - ③ 기초 콘크리트는 반드시 규정된 거푸집을 설치한 후 타설하여야 하며, 지면 위로 50mm 정도 노출되도록 하고 상단의 노출면은 물이 스며들지 않도록 중앙부에서 단부방향으로 2% 정도 경사를 주어 매끈하게 마감한다.
 - ④ 되메우기는 기초가 완전히 경화한 후 시행하며, 1층의 두께가 0.2m를 넘지 않도록 충분히 다지면서 되메워야 한다.
- (2) 옹벽 등 구조물에 설치하는 경우(연속기초)
 - ① 지주의 설치는 콘크리트 타설시 매립을 원칙으로 한다.

- ② 현장여건 및 작업여건상 ①항에 의한 시공이 어려운 경우에는 기초볼트를 설치하는 방법 또는 콘크리트 타설 전 지주구멍을 미리 설치한 후 본 공사 시 지주를 타입하는 방법 등으로 시공할 수 있다.
- (3) 낙석방지울타리에 사용되는 중간지주는 H150×75×5×7mm 단위 규격 이상의 단면계수를 갖는 H형강으로 직선부가 2.5m 이상의 연장을 가지며 상단의 곡선부가 0.5m 이상의 연장을 가지는 것을 이용한다. 지주의 간격은 2~3m 간격으로 설치하며 단부지주를 매 60~100m 마다 설치한다.
- (4) 단부 지주는 H150×150×7/10mm 단위 규격의 H형강이나 □150×150×4.5mm 단위 규격의 □형강을 주로 사용하며 필요에 따라 다른 규격을 사용할 수 있다.
- (5) 중간지주는 H150×75×5×7mm 단위규격 이상의 단면계수를 갖는 H형강으로 직선부가 2.5m 이상의 연장을 가지며 상단의 곡선부가 0.5m 이상의 연장을 가지는 것을 사용한다.
- (6) 흡수가능 에너지를 61kJ 정도로 증가시켜 낙석방지울타리의 성능을 강화할 필요가 있을 경우에는 중간지주를 H200×100×8×12mm 이상인 H형강을 중간 지주로 사용하고, 단부 지주는 H200×200×8×12mm 이상의 H형강이나 □175×5.0mm, □200×200×4.5mm 단위 규격 이상의 □형강을 사용한다.

3.4 울타리의 설치

- (1) 설치작업 시 철망의 피복이나 부속자재의 도금면이 손상을 입지 않도록 주의하여야 한다.
- (2) 낙석방지망과 낙석울타리를 동시에 사용할 경우에는 반드시 망의 하단높이와 울타리의 상단높이를 동일하게 하여야 한다.
- (3) 지형 등의 이유로 연속적으로 길게 설치할 수 없을 경우나 100m 이상 설치가 필요할 경우에는 낙석방지울타리를 나누어 설치하며 이 경우에 새로 시작되는 울타리의 단부와 0.3m 이내의 이격을 두고 붙여서 설치하여야 한다. 이때 단부의 틈은 낙석이 새어나오지 않도록 철망 등으로 막아야 한다.
- (4) 낙석방지울타리를 부득이하게 독립기초를 사용하게 될 경우에는 단부는 2경간 이상의 연속기초를 사용하여야 한다.
- (5) 새로운 제원이나 형태를 가진 낙석방지울타리를 설계하거나 설치할 때에는 새로운 형식의 낙석방지울타리가 어느 정도 에너지를 흡수하는지 평가하여야 한다.

- (6) 낙석형상이 날카롭거나 송곳 모양인 경우는 낙석이 와이어로프사이로 빠져나가는 경우가 있으므로 보조지주를 설치하여 로프의 일체화와 함께 울타리의 흡수 에너지를 증가시켜야 한다. 보조지주는 너비 50mm 이상, 폭 20~50mm, 두께 1.6mm 이상인 각 파이프를 사용하며 볼트 등을 이용하여 와이어로프를 고정한다.

제 22 장 낙석방지옹벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 낙석에 의한 피해를 방지하기 위한 콘크리트 옹벽, 돌망태 옹벽 등의 시공에 관한 기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
 KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
 KS M 3404 일반용 경질 폴리염화비닐관
 KS K 0210 섬유 제품의 혼용률 시험방법-섬유혼용률
 KS M 3015 열경화성 플라스틱 일반 시험방법
 KS F ISO 9863 지오텍스타일의 두께 측정방법
 KS K ISO 10319 지오텍스타일의 인장 강도시험방법
 KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.2.2 콘크리트표준시방서

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 지형 등을 고려하여 낙석이 발생할 가능성을 높은 위치를 파악하고 그 위치에는 신축이음 등의 구조적인 취약부를 시공하지 않도록 한다.
- (2) 옹벽 기초바닥면의 지지력이 설계기준을 만족하는 지를 평판재하시험 등을 통하여 검토하여야 하며 필요시 보강하여야 한다.

2. 재료

낙석방지옹벽의 재료는 본 시방서의 제10장 콘크리트 옹벽, 12장 돌망태옹벽의 재료와 같다. 단, 콘크리트 옹벽의 경우, 콘크리트 강도는 설계에 따른다.

3. 시공

낙석방지옹벽의 시공은 본 시방서의 제10장 콘크리트 옹벽, 12장 돌망태옹벽의 일반적인 시공방법과 같다. 일반 옹벽과 다른 시공내용은 다음과 같다.

3.1 철근

- (1) 옹벽에는 건조수축 및 온도변화에 의해 발생하는 균열을 방지하기 위하여 다음과 같이 철근을 옹벽의 지표 밖 노출면에 배치하는 것이 좋다.
 - ① 연직방향 철근비는 옹벽 유효길이분의 옹벽 저면의 면적비에 대해서 0.0015 이상으로 한다.
 - ② 수평방향 철근비는 매설길이방향의 단면적에 대하여 0.0025 이상으로 한다.
- (2) 조립철근은 강성을 확보할 수 있도록 충분하게 배치한다.
- (3) 철근의 끝부분은 반원형의 후크 또는 직각 후크까지이며, 확실하게 정착을 하여야 한다.

3.2 수축이음·신축이음

- (1) 옹벽에는 표면에 V자형의 홈을 파서 수축을 방지하기 위한 수축이음을 설치하는데 이때 설치간격은 9m 이하이어야 한다. 홈을 팔 때 철근을 손상시켜서는 안 된다.
- (2) 옹벽 길이 방향으로 20m(중력식, 반중력식 옹벽은 10m) 이하마다 신축이음을 설치하되 지형을 고려하여 낙석의 충격이 작을 것이라고 판단되는 위치에 설치한다.
- (3) 신축이음부는 연결재, 채움재(joint filler), 밀봉재(joint sealing) 및 부대품을 설치하고 옹벽상단에 난간 등이 설치될 경우, 난간도 절단하여야 한다.
- (4) 채움재는 기 타설된 콘크리트 면에 충분히 밀착시켜 수밀성이 확보되도록 하여야 하며, 다음 구간의 콘크리트 타설시 뜨거나 밀리지 않도록 단단하게 고정시켜야 한다.

3.3 배수

지형 등을 고려하여 옹벽 배면에 지표수와 지하수가 많을 것이라고 생각되는 경우에는 배수구멍과 수발공 및 필요한 배수설비를 시공하여야 하며 이들의 치수와 구조 등은 현장의 상황에 적합하게 결정하여야 한다.

3.4 현장 품질관리

낙석방지옹벽의 품질관리는 본 시방서의 제10장 콘크리트 옹벽, 12장 돌망태옹벽의 품질관리와 같다.

제 23 장 피암터널

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 낙석, 토사 및 암반붕괴로부터 도로 및 철도 등의 구조물과 인명을 방호하기 위한 RC, PC, 강재 및 혼합형 등으로 이루어진 피암터널의 시공에 관한 기준을 규정한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

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 강판 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 에폭시수지
 KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.2.2 토목공사표준일반시방서

04120 거푸집공
 04260 프리캐스트 콘크리트
 05210 구조용 강재공

1.2.3 터널공사 표준시방서

1.2.4 콘크리트 표준시방서

1.3 시공 전 검토사항

- (1) 지형 등을 고려하여 낙석, 토사 및 암반붕괴가 발생할 가능성이 높은 위치를 파악한다.
- (2) 피암터널은 사용재료 및 구조형식에 따라서 콘크리트 피암터널(마제형, 라멘 구조형 등), 강재 피암터널과 등이 있으며, 설계가 현장의 조건에 부합되는 형식이 선택되었는지 확인한다.

2. 재료

2.1 콘크리트 피암터널

2.1.1 콘크리트의 배합 및 운반

- (1) 콘크리트는 설계조건을 만족시키며, 재료분리 및 공극이 발생되지 않을 정도의 워커빌리티를 갖도록 배합을 정하여야 한다.
- (2) 배합된 콘크리트는 비빈 후 가능한 한 빨리 타설하여야 한다. 비빈 후 타설이 완료할 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 책임기술자의 승인을 얻어 상기의 시간제한을 조정할 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 도면 또는 전문시방서에 따르되 30MPa 이상으로 한다.

- (2) 치밀하고 고강도의 콘크리트가 요구될 경우에는 시멘트 무게의 10% 미만으로 포조란 혼화재를 유용화제와 함께 혼합할 수 있다.
- (3) 부재는 명시된 치수, 형상대로 제작된 것이어야 한다.

2.2 강제 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) 강지보재의 이음 개소는 거치 및 시공성을 고려하여 정하되 이음개소를 최소화하고 구조적으로 유리한 곳에서 견고하게 체결될 수 있도록 제작하여야 한다.

2.3 완충재

낙석이 피암터널의 지붕에 떨어졌을 때의 충격을 완화시키기 위한 완충재로는 모래와 폐타이어를 주로 사용하며 EPS도 사용할 수 있다.

2.3.1 모래

완충재로 사용할 모래층은 인력으로 느슨하게 포설한다.

표 23.1 완충모래의 품질기준

단위중량 (MN/m ³)	함수비(%)	침입깊이(mm)	비 고
15.4	0.4	37	1.5m 높이에서 자유낙하시켜서 포설
15.6	0.3	24	1.2kN의 롤러로 5회 왕복 다짐
15.7	1.1	21	200ℓ의 물을 뿌림

2.3.2 폐 타이어

가볍고 탄성이 좋은 폐타이어를 사용한다.

2.3.3 EPS(발포폴리스티렌)

KS A 1513 포장용 발포폴리스티렌 완충재에 규정된 제품을 사용한다.

3. 시공

3.1 깎기

피암터널을 시공하기 위한 깎기는 제5장 비탈면 깎기의 해당규정을 따른다.

3.2 기초지반

- (1) 피암터널이 놓일 기초지반은 구조물 및 뒤채움 하중을 포함한 전체 상부하중에 대하여 충분한 지지력을 가져야 하며, 과도한 침하를 유발해서는 안 된다.
- (2) 상부토피 두께의 변화에 따른 구조물의 부등침하를 예상하여 구조물 바닥면에 일정량의 캄버를 둘 수 있다. 이때, 캄버의 양은 구조물 총 길이의 1% 이내로 한다.

3.3 뒤채움

- (1) 콘크리트 피암터널은 뒤채움시 별도의 다짐을 실시하지 않으나 강제 피암터널의 경우는 1층 다짐 완료 후 두께가 0.2m 이하이어야 하며, 그 밀도는 3층 또는 50m'마다 KS F 2312의 C, D 또는 D방법으로 구한 최대건조밀도의 95% 이상이 되어야 한다.
- (2) 강제 피암터널의 뒤채움부 다짐작업 중에는 강제 및 강판벽체로부터 0.6m 이내에 다짐장비를 제외한 중장비의 주행을 엄격히 통제하여야 한다. 측면다짐 시 다짐 장비는 구조물 길이방향과 나란하게 주행시켜야 하며, 상부다짐 시에는 피암터널 길이방향과 직각으로 주행시키도록 한다.

3.4 콘크리트 피암터널의 시공

- (1) 콘크리트 타설 시에는 재료분리가 생기지 않고, 골고루 채워져서 공극이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않을 길이로서 정해진 당해 타설분량의 콘크리트는 연속하여 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않는 타설속도를 유지하여야 한다.

- (3) 콘크리트 타설 후 바이브레타 등을 이용하여 다짐을 시행하여야 한다.
- (4) 콘크리트 타설에 슈트 혹은 펠트컨베이어 등을 사용할 경우에는 감독자(또는 감리원)의 지시를 받아야 한다.
- (5) 용수 혹은 유수에 의하여 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.
- (6) 타설된 콘크리트는 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하며 양생하여야 한다.
- (7) 콘크리트의 건조수축으로 인한 균열을 방지하기 위해 적절한 간격으로 수축이음부를 두어야 한다.
- (8) 콘크리트에는 균열발생이 최소가 되도록 시공 시 주의하여야 하며 균열발생이 예상되는 구간에는 필요한 대책을 강구하여야 한다.
- (9) 터널내부와 외부의 온도 차이에 의한 영향으로 신축이음이 필요한 경우에는 신축이음을 둘 수 있다.

3.5 프리캐스트 피암터널의 시공

- (1) 프리캐스트 콘크리트 부재의 운반과 설치는 부재에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.
- (2) 프리캐스트 콘크리트 부재는 하중보다 용량이 큰 기계적인 양중장비를 사용하여 제자리에 정밀하게 세워 설치하여야 한다.
- (3) 프리캐스트 콘크리트 부재는 항상 직립위치를 유지하게 하고, 부재의 조작성 부재에 과재용력이나 손상이 가지 않는 요령으로 명시된 양중장치나 쿠션패드를 사용하여야 한다.
- (4) 프리캐스트 콘크리트 부재는 시공허용오차 내로 설치하여야 한다. 부재는 힘의 편심작용이 없게 정확한 위치에 세우고, 지지면과 완전하고 균등하게 접합되게 하여야 한다.
- (5) 정착과 접합을 위한 용접과 볼팅은 설계도서에 명시된 대로 하여야 한다. 현장 용접과 마멸된 장재표면은 부분도장을 하여야 한다.
- (6) 설치가 완성되었을 때 부재가 수직, 수평, 사각 및 선에 맞고 각과 연단은 구조물선에 평행하여야 한다.
- (7) 설계도서에 명시된 대로 소음방지봉합을 시공하고, 밀착된 봉합이 되도록 15% 이상 압축하여야 한다.
- (8) 설계도서에 명시된 대로 충전재를 제자리에 설치하여야 한다.

3.6 강재 피암터널의 시공

- (1) 강지보재 기초부에 전달되는 하중이 큰 경우에는 충분한 지지력을 제공할 수 있는 바닥보강 콘크리트 받침을 사용하여야 한다.
- (2) 경사 또는 굴착면이 튀어나와 강지보재의 설치가 곤란한 경우에는 튀어나온 부분을 제거한 후 설치하여야 하며 깎기면의 안정을 위하여 필요시 깎기면에 콘크리트 뿔머붙이기를 실시한 후 강재 피암터널을 시공할 수 있다.
- (3) 시공된 강지보재를 수정하여야 할 경우에는 1조 단위로 하여야 한다.

3.7 현장 품질관리

3.7.1 콘크리트 피암터널의 품질관리

- (1) 콘크리트 피암터널의 두께는 설계두께 이상이 되도록 관리하여야 하며 국소부위는 0.1m 또는 설계두께의 1/3값 중 작은 값을 초과하지 않는 범위 내의 시공오차를 허용할 수 있다.
- (2) 콘크리트의 강도는 3회 이상의 시험결과로 판정하되 시험재령 28일 강도가 설계강도 이상이어야 하며, 1차 시험에서 미달될 경우 좌우 5m 범위 내에서 재시험을 실시하고 그 결과가 설계강도에 미달할 경우 두께증가 등의 보완시공 또는 재시공하여야 한다.
- (3) 시공 중 또는 시공 후 표 23.2와 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 23.2 콘크리트 라이닝 품질관리 내용

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비 고
시공정확도 두께 균열, 변형	- 소정의 위치에 철근 및 거푸집 설치상태 - 콘크리트 라이닝두께 관리 - 콘크리트 라이닝 타설 후 균열, 변형상태	- 시공 전 - 시공 전 및 시공 직후 - 시공 후 수시	
슬럼프시험	콘크리트 슬럼프값	필요할 때마다	KS F 2402
압축강도시험	콘크리트 압축강도		KS F 2405

3.7.2 강재 피암터널의 품질관리

강재 피암터널의 시공 전 및 시공 후 표 23.3과 같은 사항을 관리하여야 한다.

표 23.3 강재 피암터널의 현장품질관리 사항

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도
형상 및 치수	소정의 형상 및 치수대로 가공되었는가의 확인	물품반입 시
변형 및 손상	변형 및 녹 등의 이물질 부착여부 확인	시공 전
시공정확도	소정의 위치, 수직도, 높이 등을 확인	시공 직후
이음 및 연결상태	이음볼트 및 연결재 등의 시공상태 확인	시공 직후

제 24 장 토석류 대책시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방서는 토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 대책시설의 시공에 적용한다.

1.2 참조규격

(1) 한국산업규격(KS)

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

(2) 토목공사표준일반시방서

1.3 시공전 검토사항

1.3.1 진입로

대책시설을 설치하는 위치까지 장비 진입 및 자재 반입을 하기 위한 진입로를 사전에 검토하여야 하며, 설계도와 같이 시공하는 것이 어렵거나 부적합하다고 생각되는 경우는 설계변경 등의 대책을 강구하여야 한다.

1.3.2 시공계획서

- (1) 해당 공사의 공사계획에 맞춰 시공계획서를 작성하여 제출한다.
- (2) 시공계획서에는 시공위치, 시공일정, 시공순서 및 시공방법, 진입로, 시공장비, 가시설, 사용재료의 규격 및 반입계획 등 시공에 관련된 제반 내용을 포함하여야 한다.

2. 재료

2.1 콘크리트

대책시설 본체에 사용하는 콘크리트는 KS F 4009를 따르며, 설계에서 요구하는 강도 이상이어야 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 필요시 방식처리를 하여야 한다.

2.3 와이어로프

와이어로프는 KS D 3514와 동등 이상의 와이어로프를 사용한다.

2.4 기타재료

이 시방서에 언급되지 않은 재료는 성능과 품질이 확인된 재료를 사용하며 감독원의 승인을 얻어 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 강제

- (1) 강제의 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. 시공

3.1 시공일반

- (1) 대책시설의 구체적인 설치위치와 범위는 현장실정에 적합하도록 검토하여 감독원의 사전협의를 거친 후 시공하여야 한다.
- (2) 시공할 장소는 시공에 필요한 최소 면적으로 하며, 기존지반이나 주변 환경의 훼손을 최소화한다. 단, 집중호우 및 바람에 의해 전도되어 계곡부 내 유수의 흐름을 방해하거나 주변의 침식 및 세굴을 통해 산사태를 유발할 수 있는 수목 등은 감독자(또는 감리원)의 사전 협의하에 제거할 수 있다.
- (3) 대책시설은 별도로 명시되지 않은 경우 암반에 지지시키는 것으로 한다.
- (4) 터파기를 실시하는 경우 대책 구조물의 축조에 지장이 없을 정도의 깊이와 폭 및 경사로 굴착하고, 바닥면은 평탄하게 고르거나 빈배합콘크리트로 평탄하게 만들어야 한다.
- (5) 터파기를 실시하는 경우 필요에 따라 기존수로를 이설하여 터파기면에 물이 고이지 않도록 한다.

3.2 계곡막이

- (※ 경사가 급한 구간에 여러 개의 단차를 만들어 경사를 완만하게 하여 계곡바닥과 측면의 침식과 세굴을 방지하는 공법)
- (1) 시공위치 주변의 불규칙한 지반을 정리한다.
 - (2) 계곡막이의 기초는 홍수 시 세굴로 노출되지 않을 정도로 지반내에 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 가해 느슨해지지 않도록 유의한다.
- (6) 시공완료 후에는 주변지반을 정리하여 표토를 안정시키고 필요시에는 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 얻은 후 시공한다.
- (2) 터파기 노출면은 풍화되지 않도록 후속공정을 신속히 진행하여야 한다.
- (3) 기초의 활동방지벽 터파기시에는 가능한 직각으로 굴착하여 기존지반의 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 받아야 하며, 문양거푸집을 사용하는 경우에는 문양으로 인해 옹벽두께가 감소하지 않도록 한다.
- (7) 콘크리트면의 마무리는 합판거푸집으로 매끈하게 처리하되, 모서리부는 파손을 방지하기 위해 50mm×50mm의 면목을 설치한다.
- (8) 옹벽은 철근피복이 확보되도록 하여야 한다.
- (9) 댐본체에 설치하는 배수구멍은 설계도서에 명기된 내용대로 시공여야 한다.
- (10) 배수구멍은 막히지 않도록 댐배면에 철망이나 드레인재를 고정시켜 설치하여야 한다.

3.3.2 강재 사방댐

- (1) 강재사방댐의 설치는 설계도서에 따라 설치하며, 최종 마무리 후의 강재의 단부 높이와 연결위치가 정확한 위치에 있도록 한다.
- (2) 강재의 취급 또는 시공과정에서 강재에 충격을 가해 도금이나 도장 상태가 불량해지지 않도록 유의한다.

- (3) 강재 지주를 지반내에 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·길이를 앵커를 설치한다.
- (3) 정착부 앵커는 소요 인발저항력을 발휘할 수 있는 견고한 지반까지 설치한다.
- (4) 지지로프를 고정시킬 때는 KS B 1344에서 규정하는 와이어 클립을 사용하며, 적용 지지로프의 인장강도에 따라 와이어 클립의 종류, 개수, 조임 토크 및 설치 간격을 선정한다.
- (5) 포획망은 커튼 형태로 설치하며, 연직 또는 수평으로 설치되어 있는 지지로프에 이음재를 사용하여 고정시킨다.
- (6) 포획망의 연결 또는 이음시 망의 인장강도와 동등이상의 강도를 발휘할 수 있는 이음재를 선정하여 연결하도록 한다.

3.4 유로보강시설

- (1) 유로보강의 범위는 설계도서에 명시된 길이와 높이에 대해서 실시하며, 현장 조건에서 유수의 충돌이 예상되는 곳도 포함한다.
- (2) 유로보강부 기초의 근입깊이는 계곡경사, 기존 유로의 비탈경사 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 가해 느슨해지지 않도록 유의한다.

3.5 퇴사시설 및 흐름유도시설

- (1) 퇴사시설은 현장여건에 따라 터파기를 실시하여 얇은 웅덩이로 만들거나 퇴사지내 경사를 약 4°정도로 만든다.
- (2) 흐름유도시설은 토사제방으로 축조하며 유수가 충돌하는 면은 유로보강을 실시한다.
- (3) 흐름유도시설은 홍수시 흐름의 방향 및 주변여건을 고려하여 유도시설의 설치범위를 결정하며 흐름에 방해되지 않도록 한다.
- (4) 토사제방의 높이는 편수위보다 1.0m정도 높게 한다.

3.6 토석류 계측시설

토석류 발생가능성이 높은 지역에 대하여 감독자(또는 감리원) 또는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 토석류 발생을 사전에 인지하기 위하여 토석류 대책시설 주위에 계측기를 설치할 수 있다.

3.7 기타시설

본 시방서에 언급되지 않은 공법에 대해서는 감독원의 승인을 얻어 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.

참 고 문 헌

01. 건설교통부(2000), 도로 안전시설 설치 및 관리지침(낙석방지시설편)
02. 건설교통부(2002), 자연 친화적 하천관리 지침
03. 건설교통부(2003), 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침
04. 건설교통부(2005), 토목공사 일반표준시방서
05. 건설교통부(2005), 도로절토사면유지관리시스템(CSMS) 개발 및 운용연구보고서
06. 건설교통부(2007), 수행 예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼
07. 국토해양부(2008), 조경공사 표준시방서
08. 국토해양부(2009), 도로공사 표준시방서
09. 국토해양부(2009), 도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침
10. 국토해양부(2009), 콘크리트 표준시방서
11. 국토해양부(2009), 터널 표준시방서
12. 국토해양부(2010), 보강토 옹벽 설계·시공 및 유지관리 잠정지침
13. 그라운드앵커기술협회(1992), 그라운드앵커 공법
14. 산림청(2010), 사망사업의 설계·시공 세부기준
15. 산림청, 사망기술교본
16. 상지대학교(2010), 낙석 및 산사태 방지를 위한 차세대신기술개발 연구보고서
17. 한국도로공사(2009), 고속도로공사 전문시방서
18. 한국도로공사(2007), 고속도로 토석류 피해저감을 위한 대책방안 연구보고서
19. 한국시설안전공단(2009), 그라운드 앵커 설계·시공 및 유지관리 매뉴얼
20. 한국시설안전공단(2009), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(절토사면)
21. 한국시설안전공단(2011), 그라운드 앵커 설계·시공 및 유지관리 매뉴얼
22. 한국시설안전공단(2011), 토석류 재해저감을 위한 시설기준 및 제도개선 연구보고서
23. 한국시설안전기술공단(2002), 도로위험 절개면 조사 및 대책제시 연구보고서
24. 한국시설안전기술공단(2005), 건설공사 비탈면 설계, 시공 및 유지관리에 관한 연구보고서
25. 한국시설안전기술공단(2005), 낙석방지울타리 낙석지지능력 평가방안 수립 및 성능 개선 기술개발 연구보고서
26. 한국시설안전기술공단(2006), 사면재해저감 및 안전관리를 위한 연구보고서
27. (사)한국지반공학회(2010), 사면안정
28. 한국철도시설공단(2011), 철도 설계기준(노반편)보고서
29. 한국토지공사(2007), 건설공사 전문시방서(토공 및 기초공사)

건설공사 비탈면 표준시방서

30. 한국토지공사(2010), 한국토지공사 전문시방서
31. (사)한국콘크리트학회(2009), 콘크리트표준시방서 해설
32. 建設省(1997), 建設省河川砂防技術基準(案)同解説
33. 國土交通省(2007), 砂防基本計劃策定指針
34. 國土交通省(2008), 地すべり防止技術指針
35. 國土技術政策綜合研究所(2007), 土石流・流木對策設計技術指針
36. 砂防・山沙汰技術協會(1980), 土石流災害調査法
37. 社)日本アンカー協會(2008), グラウンドアンカー維持管理 マニュアル
38. 日本道路協會(2010), 道路土工-盛土工指針 平成22年度版 (2010)
39. 日本道路協會(2000), 落石對策便覽
40. 理工図書(2002), 落石對策工設計マニュアル
41. GEO, CEDD(2000), Guide to retaining wall design
42. GEO, CEDD(2000), Guide to rock and soil descriptions
42. GEO, CEDD(2003), Guide to slope maintenance
43. GEO, CEDD(2008), Guide to soil nail design and construction
44. FHWA(2001), Mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes design and construction guidelines

연구진

* 총괄연구책임자 : 장 범 수(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 유지관리그룹장)

* 주관 연구 기관 : 한 재 회(한국시설안전공단, 기술본부, 본부장)

류 근 준(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 연구소장)

방 돈 석(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 기술표준화그룹장)

신 주 열(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 선진화그룹장)

오 광 진(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 수석연구원)

박 광 순(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 수석연구원)

김 용 수(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 책임연구원)

이 태 형(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 선임연구원)

이 종 건(한국시설안전공단, 시설안전연구소, 선임연구원) 외

* 위탁 연구 수행 : 백 용(한국건설기술연구원, 연구위원)

김 동 규(한국건설기술연구원, 연구위원)

신 휴 성(한국건설기술연구원, 연구위원)

이 성 원(한국건설기술연구원, 연구위원)

이 광 우(한국건설기술연구원, 수석연구원)

김 진 환(한국건설기술연구원, 전임연구원)

권 오 일(한국건설기술연구원, 전임연구원) 외

참 여 진

■ 국토해양부

기술안전정책관 김 진 숙
기술기준과장 이 용 옥
사무관 윤 치 영
담당 김 중 현

■ 중앙건설기술심의위원회 심의위원

곽 동 주 한국도로공사, 지사장 김 상 환 호서대학교, 교수
김 재 권 경기철도주식회사, 사장 남 열 우 신성엔지니어링, 부사장
배 수 호 안동대학교, 교수 안 영 기 한국건설품질연구원, 대표이사
이 승 원 경북대학, 교수 정 병 룰 서현기술단, 부사장
한 명 식 태조Eng. 대표이사

■ 자문위원

제1장 총칙	김기석	회송지오택	대표이사
제2장 설계일반	김낙영	한국도로공사 도로교통연구원	책임연구원
제3장 지반조사	김종훈	회송지오택	이사
	노병돈	삼성물산	부장
제4장 쌓기비탈면	김종민	세종대학교	교수
제5장 깎기비탈면	송평현	세일지오택	대표이사
	황영철	(주)유신	상무
제6장 앵커	김범주	동국대학교	교수
제7장 네일	남흥기	코리아에스이	대표이사
제8장 록볼트	박부성	쌍용건설	부장
제9장 억지말뚝	최경집	지오택코리아	이사
제10장 콘크리트옹벽	박종배	한국토지주택공사	책임연구원
제11장 보강토 옹벽	김상균	청석엔지니어링	이사
제12장 돌망태 옹벽	박종호	평화지오택	대표이사
제13장 기대기 옹벽	윤동덕	GS건설	부장
제14장 돌쌓기 옹벽	강인규	브니엘컨설팅트	대표이사
제15장 격자블록 및 돌(블록)쌓이기	전기성	한국도로공사 도로교통연구원	책임연구원
제16장 콘크리트 뿔어쌓이기	우상백	평화지오택	전무
제17장 비탈면 녹화	유병옥	한국도로공사 도로교통연구원	책임연구원
제18장 지표수 배수시설	정찬규	도화엔지니어링	상무
제19장 지하수 배수시설	황영철	상지대학교	교수
제20장 낙석방지망	박상욱	신우엔지니어링	이사
제21장 낙석방지울타리	김현기	한국철도기술연구원	책임연구원
제22장 낙석방지옹벽	이홍규	두산건설	부장
제23장 피암터널	채병곤	한국지질자원연구원	책임연구원
	윤찬영	강릉원주대학교	교수
제24장 토석류 대책시설	최승일	지오브르크코리아	이사
	김경석	한국도로공사 도로교통연구원	수석연구원
제25장 비탈면 내진설계기준	박두희	한양대학교	교수

◆ 아름다운 나라, 행복한 미래를 만드는 국토해양부 ◆

국토해양부 부조리신고센터

국토해양부 공무원의 비위행위 또는 부실공사 현장을 알게 된 경우
지체없이 아래 방법으로 신고하여 주시기 바랍니다.

- 인터넷 신고 : 국토해양부 홈페이지(www.mltm.go.kr) 부조리신고센터
- 우편신고 : 경기도 과천시 관문로 88번지 국토해양부 감찰팀
- 전화상담 : ☎ 02) 2110-8045 FAX : 02)504-9146