제 6 장 교량공사

6-1 교량공사 일반	6- 1
6-2 기초공	6- 5
6-3 가시설공	6- 44
6-4 콘크리트공	6- 85
6-5 철근공	6-165
6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공	6-178
6-7 강구조물공	6-198
6-8 교량가설공	6-295
6-9 교량부대시설공	6-355

제 6 장 교량공사

6-1 교량공사 일반

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 고속도로공사 중 교량, 옹벽 등의 구조물 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 6-2-1 직접기초
1.2.2 6-2-2 기성말뚝
1.2.3 6-2-3 현장타설 콘크리트 말뚝
1.2.4 6-2-4 케이슨 기초
1.2.5 6-3 가시설공
1.2.6 6-4 콘크리트공
1.2.7 6-5 철근공

1.3 제출물

1.3.1 사전 준비

(1) 계약상대자는 공사 착수 전에 다음 사항을 준비하여 감독원에게 제출하여야 한다.

① 설계도서 검토 의견서
② 시공계획서
③ 품질관리 계획서
④ 공정관리 계획서
⑤ 안전관리 계획서
⑥ 자재, 장비관리 계획서
⑦ 하도급 회사 선정 계획서
⑧ 관련도로 또는 하천의 장래확장 계획 및 관련기관의 시공허가서
⑨ 인원 조직 기구표
⑩ 지하매설물 처리계획서

(2) 사전 준비서류를 반드시 제출 후 공사에 착수하여야 한다.

1.3.2 지반조사 계획서

계약상대자는 구조물 시공에 필요한 지반조사 계획을 세워 감독원의 승인을 득한 후 지반조사를 실시하여야 한다.

1.3.3 시공계획서

계약상대자는 작업시작 전 최소한 7일 전에 시공계획서를 제출하여 감독원의 승인을 득한 후 시공에 임하여야 한다.

1.3.4 공사기록

교량의 시공에 관한 공사기록은 아래사항들을 포함하여 기록하여야 한다.

(1) 공사명, 공사개소, 사업주체, 계약상대자, 시행공정
(2) 완성된 교량의 제원, 배치도, 구조도, 지반의 개요
(3) 가설장비의 배치와 능력, 시공방법, 기계기구
(4) 각종 조사 및 시험성과
(5) 환경대책 및 안전대책
(6) 시공중에 발생한 특수상황과 그 대책
(7) 각 공정의 시공기록

1.3.5 준공시 제출물

(1) 교량대장

교량대장을 교량별로 작성하여 시공중 구조물 보수 이력현황, 신축이음장치 및 교량받침의 유격간격의 상태와 현재온도, 계측시설이 있는 경우 이에 대한 표시 및 계측결과를 기록한 교량대장을 제출하여야 한다.

(2) 구조물 준공도

시공중 제출된 현장시공 상세도면을 기초로 하여 준공도를 작성 제출하여야 한다.

1.4 품질보증

1.4.1 관리기술자

(1) 계약상대자는 구조물의 종류 및 형식에 따라 기술상의 지도 및 총괄을 위하여 전문지식과 시공경험이 있는 관리기술자를 두어야 한다.
(2) 시공에 관하여 관리기술자가 실시하는 주된 항목은 다음과 같다.
① 시공계획서의 작성과 수정보완
② 시공의 감독과 지도
③ 시공기록의 작성
④ 지반조사, 품질시험 실시 등

2. 재 료

해당없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 공사 착수 전에 설계도서와의 일치여부 및 확인방법 등의 계획을 미리 세워야 한다.

3.1.2 작업 전에 기계, 기구 등의 철저한 점검을 행하여야 한다.

3.1.3 작업장 내 지장물 제거 및 작업지반의 보강 등으로 작업환경의 정리를 하여야 한다.

3.1.4 작업원 또는 외부인의 작업장 내로의 추락을 방지하기 위하여 추락방지 시설을 설치하여야 한다.

3.1.5 화약류를 부득이 사용할 경우에는 기초본체 인접구조물 주변지반 등 주위에 악영향을 미치지 않게 소규모로 한정 발파하여야 한다.

3.2 세굴방지 대책

3.2.1 구조물이 하천부 또는 유심부에 놓일 경우에는 설계도면에 명시되어 있지 않더라도 세굴방지 대책을 수립하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

3.2.2 유량, 유속 등은 검토시 가정값와 실제 발생값이 다를 수 있으므로 공사기간중 지속적인 관찰이 필요하며, 이상 발견시 적절한 조치를 하여야 한다.

3.3 기존구조물의 근접시공

3.3.1 기존구조물에 근접하여 구조물을 설치하는 경우 기존 기초에 영향을 주지 않도록 검토하여 감독원의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

3.3.2 계약상대자는 기존 구조물의 근접 시공전에 기존 구조물의 변위를 측정하고 시공중 변위가 생기는지 여부를 지속적으로 관찰하여 변위 발견시 대책을 강구하고 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.3.3 근접시공의 영향이 있을 것으로 판단되는 경우 도면에 별도의 조치가 없더라도 지반강도 개량이나 기존 구조물을 보강하는 등 대책을 수립하여 감독원의 승인을 받고 시행하여야 한다.

3.4 기초공

3.4.1 교량기초로 사용되는 직접기초는 6-2-1절 , 말뚝기초는 6-2-2절 해당사항에 따른다.

3.4.2 경사지반의 기초

(1) 경사지반에 직접기초가 시공되는 경우 실제 지지지반의 경사도를 고려하여 기초단면의 변경이 예상될 경우에는 전문기술자의 검토서를 첨부하여 감독원의 승인을 득하여야 한다.

(2) 경사지반에 기초가 시공되는 경우 부등침하 및 기초이동 등이 생기지 않도록 적절한 조치를 하여야 한다.

3.5 콘크리트공

3.5.1 이 절에 기술되지 않은 사항은 6-4절 해당사항에 따른다.

3.5.2 받침위치 부근, PS 강재 정착부 부근, 지간 중앙단면의 부재하연, 연속보 지점단면의 부재상연 등 구조상으로 중요한 곳이나 철근 혹은 쉬스관의 배치가 복잡하기 때문에 콘크리트 타설하기가 곤란한 곳은 밀실한 콘크리트가 되도록 주의 깊게 타설하여야 한다.

3.6 철근의 가공 및 조립

철근의 가공 및 조립은 6-5절 해당사항에 따른다.

3.7 준공준비

3.7.1 계약상대자는 공사 종료 후 준공검사를 신청하기 전에 다음 사항을 준비하여 준공검사를 감독원에게 요청하여야 한다.

(1) 구조물의 노출 철선, 이물질 등을 완전 제거하고 주변을 깨끗이 정리하여야 하며, 손상된 공공 및 사유물을 원상으로 복구하여야 한다.

(2) 교량대장과 구조물 준공도를 작성하여 준비하여야 한다.

3.7.2 준공준비 완료 확인 즉시 감독원은 준공검사를 의뢰하여야 한다.

3.8 교통개방

3.8.1 콘크리트 구조물은 콘크리트 타설 후 28일 이후에 교통 개방을 원칙으로 한다.

3.8.2 특별한 경우 28일 이전에도 교통을 개방할 수 있으나 이 때는 통과차량 중량을 고려한 전문기술자의 구조검토 확인을 거쳐 감독원의 승인을 받아야 한다.

6-2 기초공

6-2-1 직접기초

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 교각, 교대, 옹벽 등의 구조물에서 확대기초 형식으로 지지층에 직접 지지되는 기초공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 3-7 구조물 기초 터파기, 되메우기 및 뒤채움
1.2.2 3-9 기초재
1.2.3 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.4 13-10 철근콘크리트 봉강

1.3 참조규격

다음 규준은 이절에 명시되어 있는 범위내에서 이절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업규격(KS)
KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 기초시공보고서
이 시방서 6-1절의 1.3에 따라 공사 내용을 기록하고 기초터파기 깊이, 기초지반의 지층특성, 기초터파기면의 정리상태 등을 포함한 기초시공보고서를 제출하여야 한다.

1.4.3 시험 및 검사 계획서
필요한 각종 시험과 검사에 대한 계획서를 공사착수 전에 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료일반

2.1.1 기초재로서의 조약돌 또는 막자갈은 이 시방서 3-9절에 따른다.

2.1.2 콘크리트 및 철근은 이 시방서 13-4절 및 13-10절에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공준비

3.1.1 공사착수전 조사 및 확인사항

(1) 지하 매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 사전에 조사하여 처리계획서를 감독원에게 제출하여야 한다.

(2) 필요에 따라 지반조사를 하고, 지반이 설계된 시공법에 적합한지의 여부를 재확인하여야 한다.

3.1.2 기존시설물의 처리

(1) 기초 시공을 실시하기 전에 모든 지중시설물의 위치와 깊이를 현장에서 확인하고, 지중시설물 근처에서는 주의하여 굴착하여야 한다.

(2) 설계도서에 명시되지 않은 사용 중인 지중시설물이 발견되면 즉시 감독원과 지중시설물의 관리청에 통보하여야 하며, 적법한 절차에 의해 이설하여야 한다.

3.2 토공작업

3.2.1 기초터파기 및 바닥면 마무리

(1) 기초터파기는 본시방서 3-7절에 따른다.

(2) 기초터파기 경사는 토질조건과 지하수의 상태 등에 따라 안전한 경사를 유지하여야 하고, 필요시 가설토류벽을 설치하여야 한다.

(3) 기초 조약돌을 깔 경우에는 막자갈 또는 쇄석 등의 채움재료로 메우고, 소형 로울러 또는 램머 등으로 다짐을 하여야 한다.

(4) 막자갈 또는 모래를 깔 경우 재료를 깐 후 소형 로울러, 램머 등으로 다짐을 하여 설계두께로 마무리하여야 한다.

(5) 기초바닥면 마무리는 계단식 층이 없도록 하여야 한다. 다만, 기초 바닥면의 경사가 1 : 4 이상인 경우 계단식 또는 톱니식으로 마무리하여야 한다.

(6) 바닥면에 용수, 우수 등의 유입이 우려될 경우에는 사전에 적절한 배수처리를 하여야 한다.

(7) 바닥면이 암반일 경우에는 돌부스러기 등 이물질을 완전히 제거하여야 하고 토사일 경우에는 적절한 다짐장비로 충분한 다짐을 하여야 한다.

3.2.2 비탈면 안전

경사가 급한 위치에 놓이는 교대의 기초터파기에 있어서는 시공중이나 교량구조 완성후의 비탈면 안전에 대한 검토를 시행하여야 한다.

3.3 현장품질관리

(1) 기초바닥면의 실제조건과 지반조사 자료를 비교 검토하고 감독원의 검사를 받아야 한다.

(2) 지내력층의 안전성은 평판재하시험(KS F 2444) 결과에 기초의 크기효과(size effect)를 고려하여 확인하여야 한다.

(3) 지내력층 검사가 끝나면 즉시 고르기(lean) 콘크리트를 칠 수 있도록 준비하여야 한다.

6-2-2 기성말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 및 교량 기초로 사용하는 기성말뚝에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 3-3 구조물 및 지장물 제거
1.2.3 6-2-5 말뚝재하시험

1.3 참조규격

다음 규준은 이절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS B 0885 수동 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
KS B 0896 강용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KSCIEC 60245-6 정격전압 450/750V 이하 고무절연 케이블 제6부 : 아크 용접용 케이블
KS C 9602 교류아크 용접기
KS C 9607 용접봉 호울더
KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS D 3508 피복 아크 용접봉 심선재
KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
KS F 4301 원심력철근콘크리트 말뚝
KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝
KS F 4602 강관 말뚝
KS F 4603 H형강 말뚝
KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

1.4 용어의 정의

1.4.1 지내력 (stability of soil about reaction and settlement)

지지력과 침하를 고려한 지반의 내적 안정성

1.4.2 지지력 (maximun soil reaction)

지반 또는 말뚝 등이 지지할 수 있는 하중의 크기

1.5 제출물

1.5.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.5.2 시험 계획에 따라 말뚝 재하 시험보고서를 추가로 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 말 뚝

2.1.1 강재말뚝

(1) 강재말뚝은 본시방서 13-9절과 KS F 4602 및 KS F 4603의 규정을 따른다.

(2) 철근은 이 시방서 13-10 절에 따른다.

(3) 재생말뚝의 경우 재생되는 이음부분의 길이가 5.0 m 이상이어야 하며, 비파괴용접검사는 U.T로서 1이음당 1회(전주변장)실시하여야 한다.

2.1.2 철근콘크리트 말뚝

(1) 철근 콘크리트 말뚝은 본 13-9절에 따른다.

(2) PSC 말뚝은 KS F 4303의 규정을 따른다.

(3) PHC 말뚝은 KS F 4306의 규정을 따른다.

2.2 장 비

2.2.1 말뚝박기 장비

(1) 말뚝박기 장비는 말뚝에 손상을 주는 것이어서는 안되며, 작업 실시 전 사용말뚝, 지반조사 자료 및 항타장비에 대한 자료와 함께 파동이론 분석(wave equation analysis of pile driving)결과를 감독원에게 제출하여야 한다.

(2) 감독원은 관입깊이에 따른 예상지지력, 최종관입량, 항타응력의 크기 등 파동이론 분석결과를 토대로 항타장비에 대한 사용승인 여부를 판단하여야 한다.

(3) 파동이론 분석결과 항타응력이 다음의 허용기준값을 초과하는 경우 항타장비의 교체 또는 개조, 시공방법의 변경방안 등을 검토하여야 한다.

표 6-2-2-1 말뚝의 허용응력

구 분	PSC 또는 PHC 말뚝	강말뚝
허용압축응력	$0.6f_{\sigma'}$	$0.9\,f_y$
허용인장응력	$0.25\sqrt{f_{\sigma}'}+f_{pe}$	$0.9\,f_y$

f_y : 강말뚝의 항복응력 (MPa)
$f_{\sigma'}$: 콘크리트의 압축강도 (MPa)
f_{pe} : 유효 프리스트레스(effective prestress) (MPa)

2.2.2 해 머

(1) 해머는 증기해머, 공기해머, 유압해머 및 디젤해머 사용을 원칙으로 한다. 다만, 감독원의 확인을 받은 경우에는 낙하식 해머도 사용할 수 있다.

(2) 폐쇄식 램(ram)을 가진 디젤해머는 규격용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 측정할 수 있는 계기를 부착하여야 한다.

(3) 디젤해머 중 단동디젤해머에는 말뚝을 타입하는 동안 항상 시공 기술자가 해머 스트로크를 측정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

(4) 복동디젤해머에는 측정값를 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발해머 압력 게이지를 갖추어야 한다.

2.2.3 해머쿠션

(1) 중력해머를 제외한 모든 타격말뚝 타입장비는 해머나 말뚝의 손상방지와 균일한 타입거동보장을 위하여 소요두께의 해머쿠션 재료를 장착하여야 한다.

(2) 해머쿠션은 타입 하는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작되어야 한다. 단, 목재, 와이어로프, 석면해머쿠션을 사용해서는 안된다.

(3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.

(4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 말뚝타입이 완료된 후, 매 100 시간마다 점검하여야 한다. 또한 해머쿠션은 국부손상이 발생하거나 두께가 25% 이상 감소되기 전에 교체하여야 한다.

2.2.4 말뚝쿠션

두께 50mm 이상 합판 또는 이와 동등한 성능을 갖는 재료로 하여야 한다. 만약, 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 1/2 보다 더 압축되거나 연소되기 시작하면 새로운 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

2.2.5 리드(Lead)

(1) 타입하는 동안 말뚝과 해머를 적절한 위치에 지탱하는 말뚝드라이브 리드를 사용하여야 한다.

(2) 리드는 각 타격에 대해 집중타격을 보장하기 위해 해머와 말뚝의 정렬을 유지하면서도 해머의 움직임이 자유로울 수 있는 방법으로 제작되어야 한다.

(3) 리드는 종동장치를 사용하지 않도록 충분한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝에서도 정열될 수 있도록 하여야 한다.

2.2.6 항타보조말뚝

(1) 말뚝박기에는 가능한 한 보조말뚝의 사용을 피하여야 한다. 다만, 해머가 말뚝머리를 직접 때리기 곤란한 경우에는 감독원의 확인을 받아 보조말뚝을 사용할 수 있다.

(2) 이 때에는 말뚝 10개중 1개씩은 긴 것을 사용하여 지내력을 결정할 수 있는 시험말뚝으로 직접 박아야 한다.

2.3 부속재료

2.3.1 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004의 해당사항에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3.2 용접용 케이블은 KS C 3321, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 홀더는 KS C 9607에 따른다.

2.4 품질관리

2.4.1 시 험

(1) H형강 말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.

(2) 강관에 대한 시험은 KS F 4602에 따른다.

(3) PS콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307에 따른다.

(4) 원심력 철근콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따른다.

(5) 용접용 재료는 KS D 3508에 따른다.

2.5 기성말뚝 용접부 품질관리 기준

2.5.1 기성말뚝의 용접부 품질관리기준

기성말뚝의 용접부 현장품질관리기준은 표 6-2-2-2와 같다.

표 6-2-2-2 기성말뚝 용접부 품질관리기준

검사방법	검사빈도
U.T	5 이음당 1이음(전주변장) 이상

주) 검사방법은 U.T를 표준으로 하며 현장여건에 따라 감독원의 승인을 거쳐 검증된 다른 방법을 적용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인 및 공법선정

3.1.1 현장주변여건 확인

(1) 시공현장의 주변에 말뚝항타로 인한 지반진동이나 소음 등으로 민원발생 가능성을 조사하여야 한다.

(2) 민원발생 가능성이 있는 주변여건일 경우 진동 및 소음저감대책을 수립하거나 저진동 및 저소음 말뚝공법을 적용하여야 한다.

3.1.2 현장지반조건 확인

(1) 시공현장의 주변여건상 항타공법을 적용할 수 있는 경우에는 말뚝이 소정의 지내력을 확보할 수 있는 지지층까지 항타관입될 수 있는지 여부를 검토하여야 한다.

(2) 시공현장의 지반조건상 중간조밀층 하부에 하중지지에 적합한 지층이 존재하지만 항타공법으로 중간조밀층을 관통하지 못할 것으로 판단되면 선굴착 또는 내부굴착말뚝 공법을 검토하여야 한다.

(3) 시공현장의 지반조건상 기성말뚝을 조밀하게 시공할 경우 말뚝의 휨이나 솟아오름이 예상되면 매입말뚝공법(소변위 말뚝)으로 변경하는 것을 검토하여야 한다.

3.1.3 말뚝공법선정

(1) 현장주변여건 및 지반조건상 문제가 없는 경우에는 항타공법을 적용한다.

(2) 항타공법 적용을 원칙으로 하고, 현장주변여건 및 지반조건상 항타공법을 적용할 수 없을 때에는 제반여건을 감안하여 다음과 같은 매입말뚝공법 또는 기타 적합한 공법을 선정하여야 한다.

① 선굴착후 최종항타공법(preboring driving method)
② 시멘트밀크공법(SIP 공법 등)
③ 내부굴착후 최종항타공법(PRD, DRA 공법 등)
④ 제트그라우팅에 의한 선단확근공법(SIG, RJP공법 등)
⑤ 기타 저진동·저소음 공법

3.2 시공준비

3.2.1 사전조사 및 준비작업

(1) 지하매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 착공 전에 조사하여야 한다.

(2) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 선정된 말뚝공법이 현장 지반조건에 적합성 여부를 재확인하여야 한다.

(3) 작업 중 시공장비가 기울어질 위험이 있는 지점에서는 미리 동바리를 만드는 등 시공장비가 설치될 지면을 사전 정지 및 개량하여야 한다.

(4) 바지선에서 타입하는 경우에는 바지선이 흔들리지 않도록 정치하고 파일을 항타하여야 한다.

(5) 말뚝이 설치되는 위치의 성토재는 양질의 토사를 원칙으로 하고 암이나 점성토를 피해야 한다.

3.2.2 기존 지중 시설물의 처리

이 시방서 6-2-1절 3.1.2에 따른다.

3.2.3 장비의 점검정비

말뚝박기장비(항타기), 해머, 보조기계, 기타 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급 설명서에 따라 다음과 같은 정비 점검을 실시하여야 한다.

(1) 시공에 사용되는 장비는 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 착공 전에 점검정비를 하여야 한다.

(2) 항타기는 말뚝을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향을 정확하게 유지하고, 작업 중 해로운 진동, 이동, 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 한다. 필요시에는 고정용 줄을 설치하여야 한다.

(3) 낙하해머, 디젤해머, 유압해머에 의한 항타기에는 해머의 낙하높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을 수 있도록 하여야 한다.

(4) 오거로 지반을 선굴착하는 경우에는 굴착저항을 기록할 수 있는 자동기록장치(전류계, RPM 등)를 장착하여 작동하여야 한다.

3.3 시험말뚝

3.3.1 시험말뚝박기를 실시하는 목적은 해머를 포함한 항타장비 전반의 성능확인과 적합성 판정, 설계내용과 실제 지반조건의 부합여부, 말뚝재료의 건전도 판정 및 시간경과 효과(set-up)를 고려한 말뚝의 지내력 확인 등이다.

3.3.2 시험말뚝 박기를 실시할 때는 항타작업 전반의 적합성 여부를 확인하기 위하여 항타시 동재하시험을 실시하여야 한다.

3.3.3 항타시 동재하시험의 세부내용은 6-2-5절 규정을 적용한다.

3.3.4 시험말뚝은 기초마다 적절한 위치를 선정하여 설계상의 말뚝길이보다 1.0~2.0 m 긴 것을 사용하여야 한다. 또한 지지층이 극단적으로 변화하는 경우에는 감독원의 승인을 받은 후 기초 1기마다 몇 개의 시험말뚝을 시공할 수 있다.

3.3.5 시험말뚝의 시공결과 말뚝길이, 두께, 말뚝 본수, 시공방법 또는 기초형식을 변경할 필요가 생긴 경우는 전문기술자의 변경 검토서를 감독원에 제출하여 승인을 받은 후 시공에 임하여야 한다.

3.4 항타 말뚝시공

3.4.1 선굴착

선굴착이 필요한 경우에는 3.5.1항에 준하여 시공하여야 한다.

3.4.2 말뚝 세우기

(1) 시공장비는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.

(2) 말뚝 인입시, 리더와 와이어의 각도는 30 °이하로 유지하여야 하며, 인입 중 항타기를 선회해서는 안 된다. 특히, 말뚝을 매단 상태에서 주행 하지 말아야 한다.

(3) 계약상대자는 말뚝 축방향을 설계도서에서 규정한 각도로 세우고, 감독원으로부터 말뚝축에 직각방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.

3.4.3 말뚝박기

(1) 말뚝머리는 감독원의 확인을 받은 말뚝쿠션재료를 써서 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공장비, 주변사항 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.

(3) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.

(4) 말뚝박기로 인하여 기시공된 말뚝들에 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동이 발생하지 않아야 한다.

(5) 말뚝박기 작업 중에 해머와 말뚝이 동일 중심축을 유지하도록 하여야 한다.

(6) 박기 도중 저항력이 급격히 감소할 경우에는 항타를 중지하고 말뚝의 파손에 의한 감소인지 또는 지반상태에 의한 감소인지 조사하여야 한다.

(7) 1개의 말뚝박기는 도중에 정지함이 없이 연속해서 박아야 한다. 다만, 장비의 고장, 작업시간의 제한, 기타 원인에 의해 연속 타입이 어려울 경우에는 정지 후 재타입을 수행하도록 하여야 한다. 재타입시 추가관입이 불가능하게 되는 경우 인접말뚝의 관입깊이, 해머용량 등을 고려하여 추가 말뚝박기 등의 후속 조치를 결정하여야 한다. 또한 기계설비의 보수를 신속히 행할 수 있도록 미리 부품 등을 준비해 두어야 한다.

(8) 인접한 말뚝을 박는 동안 또는 기타 이유로 5 mm 이상 솟아오른 말뚝이 발생하면 솟아오름의 원인을 정밀 조사하여 대책을 강구하여야 한다. 말뚝 솟아오름은 지지력 저하와 말뚝재료의 손상을 유발할 수 있다. 말뚝 솟아오름이 발생하면 재항타 동재하시험을 실시하여 지지력 변화 및 말뚝재료 손상 여부를 확인하여야 한다.

(9) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단하여야 하며, 절단할 때 손상을 입은 말뚝은 대체하거나 보수하여야 한다.

(10) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에 나타난 목표 깊이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝박기 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.

(11) 말뚝박기로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고에 맞추어 정리하여야 한다.

(12) 강관말뚝 또는 콘크리트말뚝을 소요깊이까지 박은 후 말뚝 중공부를 비출 수 있는 조명장치로 내부검사를 하여야 한다. 이 때 말뚝 중공부에 지하수가 차오르는 경우에는 지하수를 양수한 후 검사를 실시하여야 한다. 말뚝관입 깊이에 따라 조명장치만으로 내부 검사 실시가 곤란할 경우에는 CCTV, 카메라 등 정밀조사 장비를 사용하도록 한다. 검사결과 강도를 저하시킬만한 손상이 발견되면 이를 보완하여야 한다.

(13) 손상된 강관말뚝은 제거하고 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치하여야 하며, 이때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0 m 까지 절단한 다음, 강관내부를 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.

(14) 철근 콘크리트 및 PSC·PHC 말뚝

① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 박리 또는 파열 등이 일어나지 않도록 적절한 말뚝쿠션재로 보호하여야 한다.

② 콘크리트 보호층을 둔 경우에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.4.4 말뚝 절단

(1) 말뚝은 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며, 절단시 손상된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.

(2) 말뚝머리는 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하도록 하여야 한다.

3.4.5 말뚝 이음

말뚝박기는 가능한 한 긴 말뚝을 사용하여 한꺼번에 소요깊이까지 박아야 하며, 부득이 한 경우에는 설계도서 및 다음 사항을 준수하여 말뚝이음을 하여야 한다.

(1) 강관말뚝은 콘크리트를 타설 전에 이음을 하여야 한다.

(2) PSC·PHC, 강관·H형강 말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 반자동 아크 용접 이음으로 하여야 한다.

(3) 이음부의 허용오차는 강관말뚝의 경우 KS F 4602, PHC말뚝의 경우 KS F 7001에 따른다.

(4) 이음은 반자동 용접이상의 방법으로 하고, 용접이 완료된 후 감독원이 임의로 지정한 이음부에 대해 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험을 실시하여 품질시험 성과표를 감독원에게 제출하여야 한다.

(5) 용접이음부의 검사빈도는 본 절 2.5.1의 해당 규정을 따르는 것을 원칙으로 하되, 이음부 검사 결과 불합격이 발생된 경우에는 다른 말뚝의 모든 용접이음

부에 대해 계약상대자 부담으로 검사를 실시하여 결함유무를 확인하여야 한다.

3.4.6 말뚝박기 종료

(1) 말뚝박기에 앞서 항타장비의 성능확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝재료의 건전도 판정, 말뚝의 지내력 확인 등을 위해 설계에 따라 재하시험을 실시하여야 하며, 설계에 명시되지 않는 경우 표 6-2-2-3의 빈도를 참조하여 기성말뚝에 대하여 동재하시험을 실시하여야 한다.

표 6-2-2-3 기성말뚝의 동재하시험 실시빈도(end of initial driving, EOID방법)

구 분	시험빈도	시험말뚝 위치
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 1~80 본까지	2	대각선상이나 감독원이 지정하는 위치
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 81~160 본까지	3	
행선별 기초(footing)별 말뚝본수 161 본 이상	4	

주) EOID방법 : 말뚝타격 초기부터 동재하시험을 동시에 수행하는 방식이며, 시공관리 목적에 이용

(2) 동재하시험 결과를 토대로 파동방정식 분석을 재수행하여 현장여건에 적합한 말뚝 시공관리기준을 수립하고, 이를 본말뚝 항타시의 시공관리기준으로 적용하여야 한다.

(3) 동적측정결과 분석용 프로그램을 이용하여 말뚝의 지내력 검토 방법은 다음과 같다.

가. 말뚝머리 작용하중(P)은 설계하중 또는 말뚝반력(PN max)보다 최소 2.5배 이상을 재하 하여야 한다.

$$P \geq 2.5 \times PN\ max$$

나. 동적측정 결과 분석용 프로그램으로 얻은 하중-침하 곡선에서 설계하중(PN max)에 해당하는 침하량(SPN max)은 허용연직 침하량(Sall)보다 작아야 한다.

$$S_{PN}\ max \leq S_{all}$$

여기서, S_{PN} max : 설계하중 또는 말뚝반력에 해당하는 침하량

S_{all} : 상부구조물의 교대 및 교각의 지점침하량을 말하며, 상·하부 구조물의 형식에 따라 달라지는 허용연직침하량을 말한다. 만약 이 값을 설계도서에서 알 수 없는 경우에는 10mm를 사용한다.

(4) 항타공식에 의한 지지력의 계산

항타공식에 의한 지지력은 재하시험에 의한 지지력과는 근본적으로 다르므로, 현장여건상 재하시험을 수행하지 못하고 시공관리를 하여야 할 경우에만 적용토록 하며 시공 후 반드시 그 결과를 확인하여야 한다.

가. Hiley 공식

이 공식은 모든 해머에 적용 가능하다.

(가) 타입말뚝의 허용지지력은 다음과 같다.

$$R_a = \left(\frac{e \cdot W_h \cdot H}{S + \frac{c + c_c}{2}} \cdot \frac{W_h + n^2 W_p}{W_h + W_p} \right) / FS$$

여기서 R_a : 허용지지력(tonf)

W_h : 해머중량(tonf), W_p : 말뚝중량(tonf)

S : 최종관입량(cm)

$c = c_p + c_q$: 리바운드량(cm)

c_p, c_q : 말뚝과 지반의 탄성변형량(cm)

c_c : 말뚝머리부착물의 탄성변형량(cm) (표 6-2-2-5)

n : 반발계수(표 6-2-2-4)

H : 해머낙하고(cm)

e : 해머효율

; 동재하시험을 실시하지 않은 경우

- 낙하해머 : e = 25 %
- 디젤해머 : e = 50 %
- 유압해머 : e = 70 %

; 동재하시험을 실시한 경우

$$e = \frac{E_{MX}}{W_h \cdot H}$$

E_{MX} : 게이지 부착 위치에서의 최대 항타 에너지

단, S 와 c 는 말뚝박기 종료의 최종 10회 평균값을 적용한다.

(나) Hiley 공식의 안전율은 동재하시험을 실시하지 않을 경우 3.5를 사용하고, 동재하시험을 실시하는 경우는 다음 식으로 구한다.

$$FS = \frac{R_u^{Hiley}}{R_a^{PDA}}$$

여기서 R_u^{Hiley} : Hiley 공식에서 구한 극한지지력

R_a^{PDA} : 동재하시험결과에서 추정한 허용지지력

표 6-2-2-4 말뚝머리 반발계수(n)

말뚝종류	말뚝타격조건	단동식·낙하식 디젤해머, 유압해머	복동식 해머
콘크리트 말뚝	합성수지 또는 경목돌리+헬멧+패킹	0.4	0.5
	보통나무돌리+헬멧+패킹	0.25	0.4
	패드만 사용	-	0.5
강말뚝	합성수지 또는 경목돌리+캡	0.5	0.5
	보통나무돌리+캡	0.3	0.3
	장치물 없음	-	0.5

표 6-2-2-5 말뚝머리부착물의 탄성변형량, c_c (mm)

타격정도 / 타격받는 말뚝재료	말뚝머리 또는 캡에 작용하는 항타응력 (MPa)			
	3.5	7.0	10.5	14.0 이상
	가벼운 항타	중간정도 항타	심한항타	매우심한 항타
강(관)말뚝 머리에 직접 항타	0	0	0	0
75~100 mm 두께의 패킹이 들어있는 캡을 사용하여 프리캐스트 콘크리트 말뚝 머리를 항타할 경우	3	6	9	12.5
나무패킹이 들어 있는 강캡을 이용하여 H 말뚝이나 강(관)말뚝 머리를 항타할 경우	1	2	3	4
2개의 10 mm 강판사이에 5 mm 섬유디스크를 이용하여 말뚝을 심하게 항타할 경우	0.5	1	1.5	2

나. 일본 건설성 고시(약칭 : 5S 식)

이 식은 유압해머 전용식이며, 이 해머를 사용한 타입말뚝의 동적 허용지지력은 다음과 같다.

$$R_a = \frac{2W_h \cdot H}{5S + 0.1}$$

여기서, R_a : 동적 허용지지력(kN)

W_h : 해머의 무게(kN)

H : 해머의 낙하고(m)

S : 최종관입량(m)

(5) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기복이 있어 말뚝의 설계지내력이 얻어지지 않거나 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.5 매입 말뚝시공

3.5.1 선굴착 후 최종항타공법(프리보링 타격공법)

(1) 현장조건에 맞는 심도까지 천공장비를 사용하여 굴착한다. 이 때 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100 mm 이상이어야 한다.

(2) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 우려가 있으므로 샤클(shackle)을 이용하여 굴착공 중심에서 연직방향으로 말뚝을 천천히 침설하여야 한다.

(3) 공저에 안치된 말뚝은 3.4절의 항타말뚝과 동일한 방법으로 동재하시험을 실시하여 말뚝의 지내력을 파악하여야 한다.

(4) 말뚝을 박은 후 생기는 말뚝 주변 공간은 말뚝의 수평저항력과 주면마찰력을 확보하기 위하여 물-결합재비(W/B)가 표준일축압축강도 490 kPa 이상의 주면고정액으로 충전하여야 한다. 만약 이 액이 지반 속으로 스며들어 주면고정액의 상면이 침강하면 지속적으로 보충하여야 한다.

(5) 주면고정액과 선단근고액의 양생 후 시편제원은 지름 50 mm, 높이 250~300 mm의 원주형이어야 한다. 이 시편 하단에서 100 mm를 제거한 높이 100 mm를 이용하여 표준일축압축강도를 측정하여야 한다.

3.5.2 내부굴착후 최종항타공법

(DRA(double rod augur), PRD(percussion rotary drill) 공법 등)

(1) 지하수에 의해 굴착공이 함몰되거나, 인접지역에 주요한 구조물이 있어 지반변형을 억제하고자 할 경우에 케이싱을 사용하여야 한다.

(2) (1)의 조건에서 지름 100~150 mm 이내의 자갈이 지반에 존재할 경우에는

오거를 사용하고, 그 이상일 경우에는 퍼쿠션 커트(percussion cut)를 사용하여야 한다.

(3) 말뚝을 박은 후, 생기는 말뚝 주변 공간은 말뚝의 수평저항력과 주면마찰력을 확보하기 위하여 물-결합재비(W/B)가 표준일축압축강도 490 kPa 이상의 주면고정액으로 충전하여야 한다. 만약 이 액이 지반속으로 스며들어 주면고정액의 상면이 침강하면 지속적으로 보충하여야야 한다.

(4) 말뚝선단처리방법은 항타말뚝과 같이 실시한다.

(5) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1항에 준하여 실시하여야 한다.

3.5.3 제트 그라우팅에 의한 선단확근공법
(SIG (super injection grouting), RJP(rodin jet pil) 공법 등)

(1) 취약지반(석회암 공동, 석탄질층, 연약지반, 자갈층 등)위에 말뚝을 안치시킬 때 사용한다.

(2) 항타말뚝이나 매입말뚝으로 설계도서에 언급된 길이만큼 설치한다. 이때 매입말뚝은 항타를 하지 않기 때문에 말뚝선단보강밴드를 부착하지 않는다.

(3) 말뚝내부로 선천공하여 설계도서에 언급된 깊이 만큼을 그라우팅하고 말뚝선단을 폐색시키기 위하여 말뚝 안쪽지름의 4배 이상을 그라우팅을 실시하여야 한다.

(4) 설계도서에 언급된 그라우팅 확산범위는 시추로 확인하여야 한다. 만약 설계도서에 언급된 그라우팅 확산범위에서 시멘트밀크 고결체가 확인이 되지 않을 경우에는 보강대책을 마련하여야 한다.

(5) 말뚝선단처리방식은 충분한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험에 의하거나, 시추조사에 의한 일축압축강도를 조사하여야 한다. 확인 시추공은 주입액으로 충전하여야 한다.

(6) 일축압축시험에 사용한 시추 코아는 크기와 형상에 대한 보정을 실시하여 현장품질관리를 하여야 한다.

(7) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1항에 준하여 실시하여야 한다.

3.5.4 시멘트밀크공법 (SIP(soil-cement injected precast pile) 공법)

(1) 주요장비는 오거천공장비, 시멘트밀크 믹스플랜트, 그라우팅 펌프, 잔토처리용 셔블(shovel)이나 백호우 등이며, 현장여건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

(2) 굴착공의 지름은 말뚝지름보다 100mm 이상이어야 한다.

(3) 스크류 오거 굴착에 의한 공벽유지가 되지 않을 경우에는 공벽안정액(벤토나이트)을 사용하여야 한다.

(4) 믹스플랜트는 오거 굴착시 공벽안정액, 주면고정액, 선단근고액을 각각 혼합할 수 있어야 한다.

(5) 선단근고액은 물-결합재비(W/B)가 70%, 주면고정액은 표준일축압축강도가 490 kPa 이상이어야 한다. 그리고 감독원의 승인에 의해 오거 굴착시 공벽

안정액은 주면고정액과 동일하게 사용할 수 있다.

(6) 지지층의 굴착 깊이는 1.5 m 이상을 표준으로 하고, 지지층 속의 말뚝 근입 깊이는 1.0 m 이상이어야 한다.

(7) 오거헤드의 분사압력은 980 kPa 이상이어야 한다.

(8) 선단근고액은 공저에서 4 d(d:말뚝안쪽지름)+1 m를 주입하고, 주면고정액은 기초저면까지 주입한다. 그리고 말뚝침설 후 주면고정액의 상면 변화를 관찰하여 액면이 침강하면 유지될 때까지 보충하여야 한다.

(9) 굴착공 공저의 슬라임의 두께는 500mm 이내 이어야 한다. 이 이상일 경우에는 재굴착하여 선단근고액을 재주입하여야 한다.

(10) 말뚝을 급하게 침설하거나 낙하시키면 말뚝이 경사질 뿐만아니라 심한 수류를 일으켜 공벽손상이나 주입액이 교반되기 때문에 샤클(shackle)을 이용하여 말뚝을 천천히 침설하여야 한다. 이때 말뚝의 관입깊이를 측정하여야 한다.

(11) 말뚝의 자중만으로 소정의 심도까지 침설할 수 없을 때에는 말뚝침설 보조수단인 압입법과 경타법을 사용한다. 압입법은 오거굴착장비의 자중을 이용하며, 경타는 두께 100mm 이상의 말뚝쿠션재(합판)를 사용하여야 한다. 그리고 경타는 여러가지 해머를 이용할 수 있으나, 일반적으로 낙하해머를 사용하여 해머높이 500mm 이하에서 실시한다.

(12) 아랫말뚝의 말뚝머리를 지상으로 약 1.5 m 도출시킨 상태에서 윗말뚝을 가설하고, 말뚝이음부를 용접한다.

(13) 시공시 말뚝재하시험을 할 수 없기 때문에 양질의 지지층에 말뚝을 안치하는 것이 매우 중요하다. 따라서 시험시공시, 지질주상도, 자동기록용 전류계의 전류값, 배토를 종합적으로 검토하여 오거굴착관리기준 즉, 공벽안정액 사용여부, 오거굴착깊이, 말뚝관입깊이, 지지층의 전류값 등을 마련하여 본 말뚝을 시공하여야 한다.

(14) 말뚝의 지내력 확인은 충분한 양생기간을 가진 말뚝에 대하여 동재하시험 또는 정재하시험에 의하거나, 시추조사에 의한 일축압축강도로 확인하여야 한다. 확인 시추공은 선단근고액으로 충전하여야 한다.

(15) 주면고정액의 강도시험은 3.5.1항에 준하여 실시하여야 한다.

(16) 모든 말뚝은 스크류오거의 굴착심도, 슬라임량, 최종심도, 오거상하작동회수와 길이, 경타시 타격수와 해머 낙하높이, 시공소요시간, 지지층부근에서 전류계 눈금, 굴착액 주입량, 근고액주입량 등이 포함된 시공기록지를 작성하여야 한다.

3.6 말뚝머리 마감 및 보강

3.6.1 콘크리트 말뚝의 말뚝머리를 소정의 높이로 끊어서 가지런하게 할 경우에는 말뚝본체에 균열이 발생되거나 프리스트레스가 감소되지 않도록

시공하여야 한다.

3.6.2 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 될 수 있는 대로 평활하게 절단하고, 철근이나 강관을 부착할 때는 확실하게 시공하여야 한다.

3.6.3 말뚝머리 하중크기에 만족하는 보강철근의 수는 구조계산으로 결정하여야 하고, 보강철근은 대칭으로 배근한다.

3.6.4 말뚝머리 내부의 콘크리트 속채움은 시공이음부가 생기지 않도록 확대기초 콘크리트 타설시에 같이하여야 한다.

3.7 시공기록

3.7.1 시공기록은 말뚝시공 장비의 종류와 등급, 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등을 제출하여야 한다.

3.7.2 시공기록은 작업일별 기록 외에 말뚝박기 시공 전체 개개의 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 작성한 후 제출하여야 한다.

3.7.3 말뚝의 시공기록은 이 시방서 제1장 총칙(서식)의 "별지 제32호 서식"에 따라 작성하여야 한다.

3.8 시공 허용오차

말뚝의 연직도나 경사도는 1/100 이내로 하고, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 D/4(D는 말뚝바깥지름)와 100 mm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

3.9 현장품질관리

3.9.1 계약상대자는 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 감독원에게 보고하고 그 지시를 받아야 한다.

(1) 소정의 위치까지 타입(또는 매설)되지 않을 때

(2) 소정의 지내력을 얻을 수 없을 때

(3) 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우

3.9.2 계약상대자는 이음부의 시험을 KS D 0272에 따라 실시하고, 그 결과를 제출하여 확인을 받은 후 후속공정을 추진하여야 한다.

3.9.3 설계에 반영된 경우 또는 지층의 변화가 심하여 완성된 말뚝의 지내력을 확인할 필요가 있을 경우 설계도서 및 이 시방서 6-2-5절에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

3.10 손상된 말뚝

3.10.1 말뚝시공시 말뚝의 균열, 파손 기타변형을 일으킬 만큼 과도하고 불필요한 힘을 사용하여서는 안 된다.

3.10.2 말뚝의 위치조정을 위해 과도한 힘을 가한다고 감독원이 판단될 때는 즉시 중단하여야 한다.

3.10.3 말뚝내부의 결함이나 부적당한 박기 방법으로 인해 손상된 말뚝과 설계도서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝은 감독원의 승인을 얻은 후 계약상대자의 부담으로 아래와 같은 방법 등으로 수정하여야 한다.

(1) 이미 시공한 말뚝은 뽑아내고 새 것을 다시 시공한다.

(2) 손상된 말뚝 옆에 제2의 말뚝을 시공한다.

(3) 말뚝을 잇거나 기초를 확대시킨다.

3.11 도 장

지표면이나 수면위로 노출되는 강재말뚝의 표면은 설계도서에서 제시하는 방법으로 방식처리하여 부식을 막아야 한다. 이때의 도장범위는 저수위나 지표면의 2 m 아래쪽에서부터 노출되는 상부까지 하여야 한다.

6-2-3 현장 타설 콘크리트말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량기초로 사용하는 현장타설 콘크리트말뚝공사에 관한 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-2-2 기성말뚝
1.2.3 6-2-5 말뚝재하시험
1.2.4 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.5 6-5 철근공
1.2.6 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.7 13-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조규격

KS F 4602 **강관말뚝**
ACI 336.1 Reference Specification for the Construction of Drilled Piers
ASTM D 6760 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep foundations by Ultrasonic Crosshole Testing
ACI 228.2R Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트재료

재료의 저장, 계량, 배합, 콘크리트 타설 및 양생 등은 6-4-1절, 13-4절 및 6-4-6절 규정에 따라야 한다.

2.2 철 근

철근은 13-10절의 규정에 부합되는 것이어야 한다.

2.3 영구케이싱

강관은 KS F 4602에 합치하고 명시된 지름과 두께를 가진 것이어야 한다. 강판재와 용접은 각각 구조용 강재공 및 용접공의 해당사항에 합치하여야 한다. 영구케이싱의 제작을 위한 용접은 완전 홈용접이어야 한다.

2.4 장 비

2.4.1 현장타설 콘크리트말뚝의 굴착장비는 토사 및 암반의 지반조건과 현장여건을 고려하여 장비(RCD, benoto, earth drill 등)를 선정하여야 한다.

2.4.2 현장타설 콘크리트 말뚝의 케이싱용 강관말뚝을 타입하는 경우 장비는 6-2-2절의 말뚝박기장비 규정에 준한다.

3. 시 공

3.1 준 비

3.1.1 작업장은 기계의 조립, 시공, 기자재 하치장 등에 필요한 면적을 확보하여야 하며, 기계의 이동, 콘크리트 운반차 등의 진입에 지장이 없도록 장내 진입로 및 지반을 정비하여야 한다.

3.1.2 굴착토의 반출, 안정액 처리설비, 급배수 및 전기설비 등에 대한 충분한 사전검토를 수행하여야 한다.

3.2 케이싱 및 기계설치

3.2.1 설계도상의 말뚝중심과 굴착중심이 일치되도록 수직으로 정확히 설치하여야 한다.

3.2.2 굴착시 정확히 연직이 유지되도록 수준기로 수시로 확인하여야 하며, 특히 케이싱 튜브의 연직성은 굴착 초기 5~6 m 삽입시 결정되므로 유의하여야 한다.

3.2.3 케이싱용 강관말뚝의 설치 및 이음은 6-2-2절 규정에 따라야 하며 강관 선단부의 변형이 발생하지 않도록 주의하여 계획된 지반까지 도달시켜야 한다.

3.2.4 토사부 굴착시의 케이싱의 압입 및 굴착은 케이싱 압입이 선행되어야 하며, 굴착은 케이싱 압입깊이 이내에서 실시하여야 한다.

3.2.5 기계설치 점검

굴착을 위하여 기계 및 파이프를 설치하고 확인 가능한 장소에서는 굴착에 앞서 특히 다음 사항을 점검하여야 한다.

(1) 스탠드 파이프의 매입깊이
(2) 스탠드 파이프의 연직도
(3) 스탠드 파이프의 직경
(4) 안정액을 공내수위보다 2 m 높게 넣고 시간에 따라 공내수위를 측정, 선단에서의 유출여부를 확인한다.

3.3 굴 삭

3.3.1 굴착은 항상 연직을 유지하여야 한다.

3.3.2 지질에 적합한 속도로 굴착하여야 한다.

3.3.3 소정의 깊이까지 확실하게 굴착하여야 한다.

3.3.4 인접한 구조물이나 이미 시공이 완료된 말뚝에 나쁜 영향이 미치지 않도록 하여야 한다.

3.3.5 굴착지반중 선단부에 대한 지반조건을 확인하여야 한다. 이를 위하여 기초판 1개소 당 최소 1개소이상의 말뚝에 대해 굴착 하부에서 시료를 채취하여 시험을 통하여 선단부 암반의 강도를 확인하여야 한다.

3.4 공벽의 붕괴방지

3.4.1 굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 케이싱 또는 굴착안정액 등으로 공벽의 붕괴를 방지하도록 한다.

3.5 철근콘크리트공

3.5.1 철근의 조립 및 설치

(1) 철근조립은 설계도서에 따라 시행되어야 하고 띠철근과 주철근의 연결부위는 결속선으로 결속하거나 용접하여야 하며, 보강철근을 설치하여 철근이 수평이나 수직방향으로 변형이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(2) 공내벽과 일정간격을 유지시켜 줄 수 있는 간격재(spacer)를 3~5 m 간격으로 견고하게 설치하여야 한다.

(3) 말뚝의 심도가 설계와 다를 경우 철근길이와 말뚝길이를 일치시킬 수 있도록 도면을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 설치하여야 한다.

(4) 조립된 철근은 감독원의 점검을 받은 후 공내 삽입하여야 한다.

3.5.2 콘크리트의 타설

(1) 말뚝의 근입깊이는 시추결과와 굴착장비로부터 배토된 시료를 확인하여 굴착깊이를 결정하여야 한다.

(2) 공벽이 유지되지 않을 경우, 케이싱을 설치하여야 한다.

(3) 굴착 후 공기압축기와 펌프 등을 사용하여 말뚝선단의 슬라임을 깨끗이 제거하여야 한다.

(4) 슬라임 제거작업은 파이프를 통해 맑은 물이 나올 때까지 실시하고, 슬라임 제거 종료시기는 감독원의 확인을 받아야 한다.

(5) 콘크리트 타설 직전에 에어리프트 등을 통하여 침전물을 제거하고, 콘크리트 타설시는 콘크리트 운반계획을 수립하여 연속타설이 되도록 하여야 한다.

(6) 콘크리트를 타설하는 도중 트레미의 삽입깊이가 너무 작으면 콘크리트가 분출하여 분리되므로 콘크리트를 타설하는 도중에는 콘크리트 속의 트레미 삽

입깊이는 2m 이상으로 하여야 한다. 타설완료 직전에 콘크리트 면을 확인하기 쉬운 경우에는 삽입깊이를 2m 이하로 할 수 있다.

(7) 케이싱의 과도한 인발로 인한 공벽붕괴에 주의하여야 한다.

(8) 콘크리트 타설시 철근망이 떠오르거나, 케이싱 인발시 철근망이 같이 따라 올라오지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 수중콘크리트 타설시 초기의 재료분리 방지를 위하여 트레미와 선단부분에 캡 또는 플랜지 등을 삽입하여야 한다.

3.6 현장타설 콘크리트말뚝 건전도검사

3.6.1 일반사항

(1) 적용범위

현장타설 콘크리트말뚝에 대하여 말뚝의 성능을 저하시킬 수 있는 결함의 존재 여부를 파악하는 건전도 검사로 공대공 초음파 검층(Cross-hole Sonic Loging)을 실시할 경우에 대하여 적용한다.

(2) 제출물

① 공대공 초음파 검층 계획서

② 공대공 초음파 검층 결과보고서

3.6.2 재료

(1) 검층용 튜브 (시험관)

검층용 튜브의 내경은 30~50mm로 하며, 재질은 강관 또는 이와 동등한 재질의 강도를 가져야 한다.

(2) 검층장비

검층장비는 장비 반입전 감독원의 승인을 받아야 한다. 장비의 정확도 등 성능을 검증하기 위하여 필요시, 감독원이 선정한 임의의 말뚝에 대하여 검사를 실시하고 감독원의 확인을 받아야 한다.

(3) 검층장비의 구성은 다음과 동일하거나 또는 그 이상의 기능을 발휘할 수 있어야 한다.

① 초음파 발신 및 수신센서

② 케이블과 케이블 인입 및 인발 장치

③ 검층용 튜브내에서 발신 및 수신센서의 위치를 측정할 수 있는 장치

④ 발·수신센서의 제어와 신호의 획득·기록 및 저장이 가능한 장치

3.6.3 검층용 튜브 설치

(1) 검층용 튜브의 내부는 녹발생, 막힘 등의 손상이 없어야 하며, 연결 부위는 커플링에 의한 나사연결 방식으로 완전히 방수하여야 한다.

(2) 검층용 튜브는 철근망 내에 표 6-2-3-1에 해당하는 수량을 결속하며, 전체 말뚝에 대하여 매설하여야 한다.

표 6-2-3-1 원형말뚝의 크기와 검층용 튜브의 수

원형말뚝의 직경 (D) (m)	검층용 튜브의 개수	비 고
D ≤ 0.6	2 이상	
0.6 < D ≤ 1.2	3 이상	
1.2 < D ≤ 1.5	4 이상	
1.5 < D ≤ 2.0	5 이상	
2.0 < D ≤ 2.5	7 이상	
2.5 < D	8 이상	

(3) 검층용 튜브의 하단부는 철근망 하부면과 가능한 한 일치시키되, 말뚝선단부의 지반조건을 고려하여 철근망 근입시 튜브가 휘어지거나 튜브의 하단부가 파열하지 않도록 50~100 mm 정도 짧게 설치할 수 있다.

(4) 검층용 튜브와 튜브의 간격은 일정한 거리를 유지하여야 하며, 가급적 서로 평행을 이루도록 하여야 한다.

(5) 검층용 튜브의 상단부는 검사가 용이하도록 현장타설 콘크리트 말뚝의 완성 마무리면 이상으로 돌출되도록 하여야 한다.

(6) 검층용 튜브의 양단부(상·하부)는 이물질이 유입되지 않도록 방수마개를 하여야 하며, 시공중에도 손상되지 않도록 주의하여야 한다. 감독원이 검층 대상으로 선정한 말뚝에서 검층용 튜브의 막힘 또는 손상이 발생한 경우, 계약상대자는 검층이 가능하도록 조치하여야 한다.

(7) 콘크리트 타설이 완료되면, 시공자는 즉시 검층용 튜브에 깨끗한 물을 채운다.

3.6.4 검층 대상 말뚝수량 및 시기

(1) 공대공 초음파 검층을 실시할 현장타설 콘크리트 말뚝의 수량은 다음 표 6-2-3-2의 기준을 따른다. 감독원은 설계 및 시공 자료를 검토하여 검층 대상 말뚝을 지정한다.

표 6-2-3-2 공대공 초음파 검층 실시 말뚝의 수량

평균말뚝길이(m)	수량(%)	비 고
30 미만	20	빈도 : 교각기초(footing)[1]당 말뚝수량에 대한 백분율 (단, 교각기초(footing)당 최소 1개소 이상)
30 이상	30	

주[1] 상,하행선이 분리된 교각기초의 경우는 각각 별도의 교각기초로 간주하여 수량을 결정하며, 단일말뚝교각(pile bent)의 경우에는 말뚝별로 검층을 실시한다.

(2) 공대공 초음파 검층은 콘크리트를 타설하고 7일 이상 경과한 시점부터 30일 이상 경과하기 이전에 검층을 실시하여야 한다.

3.6.5 검층방법

(1) 검층용 튜브의 막힘 여부 및 선단 깊이를 측정하여 경로별로 검층 심도를 확인한다. 튜브간 선단 위치의 차이가 심할 경우 선단부에 대하여 별도의 검층을 실시한다.

(2) 말뚝의 선단부로부터 발신센서와 수신센서를 말뚝길이 방향과 직교하는 동일 평면상에 놓이도록 동시에 끌어올리면서 연속적으로 측정한다.

(3) 말뚝에 설치된 검층용 튜브의 개수별로 조합가능한 모든 경로에 대하여 측정을 실시하고, 경로별로 발·수신센서의 위치를 세로축으로 초음파 도달시간을 가로축으로 하여 5cm 이하의 깊이 간격으로 수신센서가 감지한 초음파 신호를 기록 및 저장한다.

(4) 검층이 끝난 후 검층용 튜브는 감독원의 검사에 대한 판정이 있을 때까지 이물질이 들어가지 않도록 보호덮개를 하여야 한다.

3.6.6 공대공 초음파 검층 결과 보고서

(1) 결과 보고서는 다음을 포함하여야 한다.

① 검층 일자 및 콘크리트 타설일로부터 경과 일수

② 사용 장비의 종류 및 특성, 기타 특이 사항

③ 콘크리트 배합 강도, 지하수 조건, 수중 불분리계 종류 및 량

④ 튜브내 물의 상태, 튜브의 상태 등을 포함한 전반적인 검층조건

⑤ 말뚝별 검층용 튜브의 선단 위치 및 검층 기준 깊이가 표기된 검층용 튜브 단면도

⑥ 수신센서가 감지한 초음파 신호와 이를 통하여 계산된 초음파 최초 도달시간, 에너지 강도 및 초음파 전파 속도에 대한 깊이별 프로파일

⑦ 표 6-2-3-3에 따른 깊이별, 경로별 등급분류표, 이 때 B, C, D 등급 구간이 존재하는 경우 초음파 신호 기록에 해당 구간 및 등급 표시

⑧ 결함 분석을 통한 검사자의 의견

표 6-2-3-3 공대공 초음파 검층 등급 기준

등급	판정기준	비 고
A (양호)	•초음파 주시곡선의 신호 왜곡[1]이 거의 없음 •속도저감률 10% 미만	$R_d\ (\%) = (1 - \frac{T_0}{T}) \times 100$ R_d : 결함부 속도저감률 T : 결함부 초음파 최초 도달시간 T_0 : 결함부와 인접한 무결함부 초음파 최초 도달시간
B (결함의심)	•초음파 주시곡선의 신호 왜곡이 다소 발견 •속도저감률 10%이상, 20%미만	
C (불량)	•초음파 주시곡선의 신호 왜곡 정도가 심함 •속도저감률 20%이상	
D (중대결함)	•초음파 신호가 감지되지 않음 •전파시간이 초음파 전파속도 1,500m/s에 근접	

주 [1] "초음파 주시곡선의 신호 왜곡"이라 함은 도달시간의 감소, 찌그러짐, 불연속 등과 개별 초음파 파형(waveform)의 비정상적 변화 및 초음파 신호 강도(에너지)의 급감, 소멸 등을 포함.

(2) 결과 보고서는 말뚝별로 검층이 이루어진 날로부터 업무일 기준 3일 이내에 제출한다.

3.6.7 건전도 판정

(1) 상기 3.6.6의 결과 보고서에서 'B, C, D' 등급에 해당하는 결과가 없을 경우, 계약상대자는 결과 보고서를 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 검층용 튜브에 대하여 내부의 물을 완전히 제거하고, 말뚝 콘크리트의 설계 강도 이상의 무수축 재료로 그라우팅(grouting)을 실시한다.

(2) 상기 3.6.6의 결과 보고서에서 'B, C, D' 등급이 발생한 경우에 계약상대자는 결과 보고서와 상세한 시공 기록을 감독원에게 제출한다. 감독원은 해당 말뚝의 설계를 고려한 기술적 판단에 의하여 상기(1)항의 후속 작업 또는 추가 검토 여부를 결정한다. 이 때, 결함의 규모 파악을 위한 정밀조사, 결함부 확인을 위한 시추 및 시추 시료에 대한 시험이 필요한 경우에는 계약상대자가 전액 부담하며, 시추시에는 감독원이 입회하도록 한다.

(3) 추가 검토는 말뚝의 건전도 검사, 지반공학 및 구조공학 전문가에 의하여 이루어지며, 결함의 보강 여부, 보강방법 및 보강 결과 확인 방법을 결정한다.

3.6.8 결함의 보강

(1) 계약상대자는 추가 검토 결과에 따라 보강 및 보강 결과 확인 계획을 수립하여 감독원의 승인을 받은 후 보강 공사 및 보강 결과 확인을 위한 시험을 실시한다.

(2) 계약상대자는 상기 (1)항의 결과를 감독원에게 보고서로 제출한다.
(3) 결함의 보강 및 보강 여부의 확인을 위한 제반 비용은 계약상대자가 부담하며, 추후 시공하는 말뚝에서 동일한 결함 요인이 반복되지 않도록 하여야 한다.

3.7 현장타설 콘크리트말뚝 압축재하시험

현장타설 콘크리트말뚝에 대한 압축재하시험은 6-2-5절 규정에 따른다.

3.8 현장타설 콘크리트말뚝의 재하시험 방법 및 빈도

(1) 현장타설 콘크리트말뚝의 재하시험 방법은 정재하시험을 원칙으로 하고 양방향재하시험, 동재하시험 방법을 적용할 수 있다.
(2) 재하시험의 빈도는 구조물의 중요성, 지반조건 등을 고려하여 결정하여야 하며, 설계도서에 명시되지 않은 경우에는 고속도로의 행선에 관계없이 다음과 같이 실시한다.

표 6-2-3-4 현장타설말뚝의 정재하시험 또는 양방향재하시험의 빈도

구조물별 기초의 수[1)]	시험빈도	시험말뚝위치
1~7기	1	감독원이 지정하는 위치
8~15기	2	
16~25기	3	
26기 이상	4	

주[1)] 구조물별 기초의 수는 상·하행 구분 없이 상·하행선 중 기초(footing)수가 많은 행선의 기초(footing)수를 기준으로 함.

6-2-4 케이슨기초

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 우물통 기초와 뉴메틱 케이슨 기초공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.3 6-5 철근공
1.2.4 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.5 13-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조규격

다음 규준은 이절에 명시되어 있는 범위내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업규격(KS)
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재

1.4 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

콘크리트는 이 시방서 13-4절에 따른다.

2.2 철근

철근은 이 시방서 13-10절에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공의 주요 기계 및 설비

3.1.1 시공에 필요한 장비는 시공 규모와 현장여건에 따라 다르지만 콘크리트 타설장비, 운반설비, 작업대, 양생설비, 안전설비, 동력과 조명 및 급수설비,

굴착 및 침설설비, 송기설비, 의장설비 등을 완비하여야 한다.

3.1.2 공사중에는 항상 점검과 보수를 실시하여 안전시공에 유의하여야 한다.

3.2 날끝(Shoe) 설치

3.2.1 케이슨의 날끝은 설계도서 및 시공계획서에 따라 정밀하게 시공하여야 한다.

3.2.2 날끝은 공장제작을 원칙으로 하며, 현장에서 제작할 경우에는 감독원의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.1.3 날끝이 놓이게 될 지반은 사전에 측량을 실시하고, 굴착이나 고르기 등을 완료한 후 감독원의 검측을 받아야 한다.

3.3 케이슨 거치

케이슨의 거치는 본체, 거푸집, 동바리 등의 중량을 지지할 수 있고, 초기의 침설이 안전하게 이루어질 수 있는 지반에서 실시하여야 한다.

3.4 케이슨의 침하

3.4.1 시공계획

(1) 시공에 필요한 가교, 축도, 물막이 등의 가시설물에 대하여는 착공 전 시공계획을 세워 감독원의 확인을 받아야 한다.

(2) 침하방법에 대하여는 미리 침하-하중 관계도를 작성하여 감독원에게 보고하여야 한다.

3.4.2 침하 일반

(1) 수평이동이 되거나 경사지지 않도록 재하 하중이나 자중에 의해 서서히 침하시켜야 한다. 또한 필요한 경우에는 제트공법을 병용할 수 있다.

(2) 발파 및 기타 특수공법을 사용하여 침하시킬 경우에는 감독원의 확인을 받아야 하며, 안전대책을 고려하여야 한다.

(3) 침하 중 극심한 편심 및 경사가 발생한 경우에는 속히 그 원인을 조사하여 감독원에게 보고하고, 그 대책을 협의한 후 시공하여야 한다.

(4) 침하 도중, 유해가스의 발생이나 산소결핍에 의한 재해를 막기 위하여 항상 가스검사를 실시하고, 유해가스 발생 및 산소결핍의 우려가 있는 경우에는 환기 등 기타 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(5) 침하 도중, 굴착토사와 토질주상도를 비교하면서 지질을 확인하여야 한다. 설계깊이에 도달하였을 때에는 감독원의 입회 하에 지지층을 확인하여야 한다.

(6) 설계깊이에 도달하기 전, 침하가 곤란하게 된 경우에는 그 원인을 조사하여 감독원에게 보고하고 그 대책을 협의하여야 한다. 침하가 급격히 진행되었거나 설계깊이 이상으로 침하한 경우에도 같은 조치를 취하여야 한다.

3.4.3 우물통 기초의 침하

(1) 우물통 기초의 침하작업 중, 필요한 경우에는 잠수부를 동원하여 받침의 밑깎기를 할 수도 있다.
(2) 침하가 곤란한 경우라도 과도한 밑깎기를 하여서는 안된다.

3.4.4 뉴매틱 케이슨의 침하
(1) 자중에 의한 침하작업 중, 침하가 곤란한 경우에는 여굴을 제거하거나, 감압침하를 실시하여서는 안된다.
(2) 설계깊이에 도달하였을 때는 지반의 지내력 시험(기초지반 평판재하시험을 준용)을 실시하여야 한다.

3.5 속채움

3.5.1 속채움 모래 또는 속채움 콘크리트의 시공은 설계도서에 표시되었거나 감독원이 지시하는 바에 따라 시행하여야 한다.

3.5.2 속채움 재료는 침하되지 않도록 깔기 높이, 속도를 일반 쌓기나 콘크리트 타설 요령에 따라 채워 넣어야 한다.

3.6 굴착토의 처리

3.6.1 굴착토는 감독원의 승인을 받은 후 사용하여야 하고 잔토는 감독원의 지시에 따라 처리하여야 한다.

3.7 저면 슬래브

3.7.1 저면슬래브는 수중에서 시공하는 것을 원칙으로 한다.

3.7.2 수중 콘크리트는 그 상면이 수평이 되도록 유지하면서 소정의 높이에 이를 때까지 연속해서 타설하여야 한다.

3.7.3 수중 콘크리트는 재료의 분리를 막기 위하여 트레미를 사용하여야 하며 내리거나 올릴 때에 천천히 작동시켜 주의 깊게 시공하여야 한다.

3.7.4 수중 콘크리트 타설은 정수상태에서 시공되도록 하여야 한다.

3.7.5 저면 슬래브 콘크리트 친 후에는 원칙적으로 케이슨 내의 담수를 배수시켜서는 안된다. 단, 부력을 검토하여 안정성이 확인될 시는 배수할 수 있다.

6-2-5 말뚝재하시험

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 말뚝재하시험에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-9 말뚝
1.2.3 13-10 철근 콘크리트용 봉강

1.3 참조규격

KS F 2445 축 하중에 의한 말뚝 침하 시험 방법
KS F 2591 말뚝의 동적재하 시험 방법
ASTM D 4945 Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles
ASTM D 3966 90(Reapproved 1995) Standard Test Method for Piles Under Lateral Loads

1.4 용어의 정의

1.4.1 지내력 (Stability of soil about reaction and settlement)
지지력과 침하를 고려한 지반의 내적 안정성
1.4.2 지지력 (Maximum soil reaction)
지반 또는 말뚝 등이 지지할 수 있는 하중의 크기

1.5 제출물

1.5.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.
(1) 재하시험 일정표
(2) 재하시험 방법 및 관련규정
(3) 재하시험 장비의 종류 및 규격(정재하시험의 경우 구조계산서 첨부)
(4) 교정검사 성적서
(5) 재하장치 설치도(평면도, 입면도등)
(6) 재하시험 실적표

1.5.2 재하시험 완료 후에는 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
말뚝재하시험 보고서

2. 재 료

2.1 말 뚝

2.1.1 말뚝
(1) 말뚝은 이 시방서 13-9절의 해당사항에 따른다.
(2) 철근은 이 시방서 13-10절의 해당사항에 따른다.

2.2 장 비

2.2.1 정재하시험 장치, 재하하중 및 시험기기
(1) 재하장치는 계획된 최대시험하중 이상을 안전하게 재하할 수 있는 것이어야 하며, 감독원의 확인을 받아야 한다.
(2) 재하하중은 설계하중의 2배 이상이어야 하며, 감독원의 확인을 받아야 한다.
(3) 말뚝재하시험시 반력말뚝을 사용할 경우에는 인발저항력에 대하여 검토한 후 그 결과를 감독원에게 제출하여 확인을 받아야 한다.
(4) 재하하중 측정에는 전자식 하중계 또는 유압계를 사용하여야 한다.
(5) 재하시험에 사용되는 전자식 하중계(또는 유압잭), 변위계 및 유압계는 공인 교정기관의 검증을 받은 것이어야 하며, 검증 유효기간(1년)이 경과하지 않은 것이어야 한다.

2.2.2 동재하시험장치 및 시험수행자료
(1) 동재하시험에는 항타분석기 또는 이와 동등한 성능을 가진 장비를 사용하여야 하며, 부수장비로는 변형률계, 가속도계 및 연결케이블 등이 있다. 이들 장비는 동재하시험 전문기술자에 의해 제공되어야 하며 ASTM D 4945 : 고변형률 표준 동재하시험 방법(Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles)의 요구조건에 부합되는 것이어야 한다.
(2) 동재하시험은 소정의 동재하시험 교육을 이수하고 파동이론에 대한 전문지식을 갖춘 전문기술자에 의해 수행되어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 현장조건이 재하시험을 위한 발판 및 하중을 지지할 수 있는지 확인하여야 한다.
3.1.2 시험장비를 위한 안정된 작업표고를 설정하여야 한다.
3.1.3 시험위치에 대하여 정밀한 지반조사를 실시하여야 한다.

3.2 축방향 정적 압축재하시험

3.2.1 반력말뚝을 이용하여 재하시험을 하는 경우 설계도서에 지정된 위치나 본말뚝에 실시하여도 된다. 단, 본말뚝에서는 설계하중의 2.0배까지 재하하는 것으로 한다.

(1) 시험말뚝은 연직으로 설치하여야 한다.

(2) 반력말뚝은 인발하중에 저항하도록 필요시 보강하여야 한다.

3.2.2 손상을 입지 않은 상태로 재하시험에 합격한 시험말뚝은 본말뚝으로 활용할 수 있다. 말뚝재하시험에 사용된 반력말뚝은 손상을 입지 않고, 3 mm 이상 상향 이동되지 않았다면 본말뚝으로 활용할 수 있다.

3.2.3 손상된 시험말뚝과 반력말뚝은 뽑아내어 제거하거나 기초하단에서 1.0 m 아래부분까지 절단하여 제거하여야 한다. 제거된 구멍에는 콘크리트나 모르타르로 채워야 한다.

3.2.4 말뚝재하시험장치, 하중재하 및 변위량 측정, 표준측정절차 등은 감독원이 확인한 것이어야 하며, 재하시험 절차는 다음과 같다.

(1) 기성말뚝의 정재하시험은 말뚝을 타입한 후 30일 이상 경과한 후에 실시하여야 한다. 다만, 현장여건에 따라 감독원이 승인한 경우에는 30일이 경과하지 않은 경우라도 정재하시험을 실시할 수 있다.

(2) 현장타설말뚝이 소정의 양생과정을 거친 후에 정재하시험을 실시하여야 한다.

(3) 하중은 개별말뚝에 대한 설계하중의 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 % 되도록 최소 8단계로 증대하여 재하한다.

(4) 각 단계별 하중재하 후 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 미만이 되면 다음 단계의 하중을 증대시킨다. 만약 하중재하 후, 2시간이 경과하여도 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 이상이 되면 해당 단계에서 말뚝이 안정되지 못한 것으로 간주하고 다음 단계의 하중을 증대시킨다.

(5) 최대시험하중이 200 % 에 도달하기 이전이라도 급격한 파괴현상이 발생되거나 말뚝 지름의 10 % 에 해당하는 총 침하량이 발생하면 말뚝의 재하시험을 중단할 수 있다.

(6) 최대시험하중 200 % 에 도달하여도 말뚝의 극한지지력이 확인되지 않는 경우 200 % 의 하중을 장시간 유지하면서 침하량을 측정하여야 한다. 200 % 하중재하 후, 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 미만이 되면 12시간 동안 하중을 유지한 후 재하시험을 종료하여야 한다. 200 % 하중재하 후 12시간이 경과하여도 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25 mm/h 이상이 되면 24시간 동안 하중을 유지하도록 한 후, 하중을 제거하여야 한다.

(7) 최대시험하중 재하 후에는 말뚝설계하중의 25 % 씩 1시간 간격을 두고 하중을 제거하여야 한다.

3.2.5 본말뚝이 되는 반력말뚝은 소요지지력의 70 % 보다 큰 인발하중을 받지 않게 하여야 한다.

3.2.6 시험말뚝의 지내력 검토는 다음과 같다.

(1) 말뚝 재하하중(P)은 설계하중 또는 말뚝반력(P_N max)보다 최소 2배 이상을 재하하여야 한다. 즉,

$$P \geq 2 \times P_N \max$$

(2) 재하시험에서 얻은 하중–침하 곡선에서 설계하중 또는 말뚝반력 (PN max)에 해당하는 침하량(SPN max)은 허용연직 침하량(Sall)보다 작아야 한다. 즉,

$$S_{PN} \max \leq S_{all}$$

여기서, SPN max : 설계하중 또는 말뚝반력에 해당하는 침하량
Sall : 상부구조물의 교대 및 교각의 지점침하량을 말하며, 상·하부 구조물의 형식에 따라 달라지는 허용연직 침하량을 말한다. 만약 이 값을 설계도서에서 알 수 없는 경우에는 10mm를 사용한다.

3.2.7 감독원은 시험말뚝 또는 다른 말뚝의 거동에 특이성 및 변태를 나타내거나, 지내력에 의문을 갖게 하는 경우에는 설계도서 및 특별조항에 명시되어 있지 않더라도 계약상대자에게 추가 재하시험을 요구할 수 있다.

3.2.8 재하시험이 완료되면 계약상대자는 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 즉시, 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 감독원에게 제출하여야 한다.

3.2.9 재하시험이 완료되면 공사에 필요한 시공관리기준(최종관입량 등)을 결정하여야 한다.

3.3 동재하시험

3.3.1 동재하시험 말뚝으로 지정된 시험말뚝에 대하여는 박는 도중에 동재하시험(EOID 방법)을 실시하여야 한다.

3.3.2 말뚝은 재하시험을 위한 지주를 세우기 전에 각 말뚝의 파동속도를 측정하고, 필요한 기구를 부착할 수 있도록 준비하여야 한다. 파동속도를 측정할 때 말뚝은 수평위치에 두고 다른 말뚝과 접촉되지 않게 하여야 한다.

3.3.3 말뚝이 지주에 세워진 후 시험기구를 부착시키기 위하여 말뚝에 접근할 수 있어야 하며, 말뚝이 지주에 위치하고 있는 동안에 말뚝머리까지 올라갈 수 있도록 최소 1.2×1.2 m의 발판을 갖추어야 한다.

3.3.4 동재하시험기구를 모든 상황에서 보호할 수 있도록 보관실을 갖추어야 하며, 보관실의 마루는 최소 2.5×2.5 m, 지붕높이는 최소 2.1 m 이어야 한다. 보관실의 내부온도는 8 ℃ 이상이어야 한다.

3.3.5 말뚝은 동재하시험기구가 극한지지력에 도달되었다고 지시하는 깊이까지 박아야 한다. 말뚝에 작용하는 응력은 결정된 값이 허용값를 초과하지 않도록 동재하시험기구로 말뚝박기 중에 감시하여야 하며, 필요한 경우에는 응력을 허용값 이하로 유지하기 위하여 쿠션을 추가하거나 해머의 에너지 출력을 감소시켜서 말뚝에 전달되는 타격에너지를 감소시켜야 한다. 동재하시험기구의 측정이 축방향타격이 아니라고 전문기술자와 감독원이 지시하는 경우에는 즉시, 말뚝박기 시설을 다시 정돈하여야 한다.

3.3.6 엷은층으로 형성된 지반조건이거나 포화된 조밀한 상태의 세립모래 지반조건일 경우에는 시험말뚝 박기가 완료된 시점으로부터 일정한 시간이 경과한 후에 항타시 동재하시험(EOID, End Of Initial Driving)이 실시된 동일말뚝들에 대하여 재항타 동재하시험(Restrike)을 실시하여야 한다.

3.3.7 재항타 동재하시험 시 변위(mobilize)시킬 만큼 충분한 에너지를 가하여야 한다.

3.3.8 동재하시험이 완료되면 계약상대자는 Wave Mechanics 등 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 감독원에게 제출하여야 한다.

3.3.9 동재하시험이 완료되면 공사에 필요한 시공관리기준(최종관입량, 램 낙하높이 등)을 결정하여야 한다.

3.4 수평재하시험

수평재하 시험방법은 ASTM D 3966-90에 의거 시행하는 것을 기준으로 하며, 현장여건에 맞춰 방법을 선택하되 시험회수는 감독원의 지시에 따른다. 단, 수평재하시험의 결과는 설계조건과 맞게 해석한 후 결과물을 제출하여야 한다.

3.5 항타말뚝 시공관리기준 작성방법

3.5.1 일반적인 방법

(1) 동재하시험 전에 시험말뚝에 가속도계와 변형율계를 부착하여야 한다.

(2) 램낙하높이를 변화시키면서 말뚝의 관입깊이에 따라 항타응력, 지지력, 최종관입량, 항타장비의 적정성, 해머쿠션과 말뚝쿠션의 적정성, 말뚝이음부의 건전도, 편타분석 등을 조사하여야 한다.

(3) (2)의 결과를 이용하여 본말뚝의 항타시공관리기준 즉, 램 낙하높이와 최종관입량을 결정하여 본말뚝을 시공하여야 한다.

3.5.2 간편법

(1) 항타장비가 원활하게 작동할 수 있는 램 낙하높이를 결정한다.

(2) 3개 이상의 최종관입량 즉, 10, 5, 2 mm에서 시험말뚝에 가속도계와 변형율계를 부착하여 동재하시험(EOID 방법)을 수행한다.
(3) 이 관입량에 대하여 동재하시험 결과에서 추정한 허용지지력을 작도한다.
(4) 본말뚝의 항타시공관리에 필요한 최종관입량의 범위는 상시의 설계하중 또는 말뚝반력에 해당하는 최대관입량에서 허용항타응력을 만족하는 최소관입량까지로 한다.

3.6 현장품질관리

3.6.1 시험방법과 결과를 관찰, 기록하기 위하여 독립적인 검사기관을 선정, 의뢰할 수 있다.
3.6.2 기록에는 사용된 시험장비, 검증 및 기록방법, 시험결과, 말뚝박기 방법에 대한 건의 및 수정 등을 포함하여야 한다.
3.6.3 시험한 말뚝의 실제치수와 위치, 시험으로 인한 이동 또는 비틀림 등을 정확하게 기록하여야 한다.
3.6.4 공사 중, 확인 재하시험은 공사 초기에 실시하며, 설계에 사용한 지내력과 말뚝시공의 적합성을 확인하여야 한다.

6-2-6 평판재하시험

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 구조물 기초 지반의 지내력을 측정하는 평판재하시험에 적용한다.

(2) 이 시험방법은 근입깊이와 정해진 하중 재하판에 대하여 현장하중 조건하에서 흙의 지내력을 평가하는데 사용된다. 흙의 지내력은 단순한 흙의 강도매개변수에 영향을 받는 것이 아니라, 하중의 크기와 분포, 제원, 그리고 재하판의 기하학적 형상과 근입깊이(또는 시험높이)에 의존한다. 이 지내력은 지반조사와 기초설계에 사용할 수 있다.

1.2 참조규격

KS F 2444 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력시험방법

2. 재 료

2.1 재하대 또는 반력보

계산한 소요 총 하중을 작용하는데 충분한 크기와 강도를 가진 재하대 또는 반력보이거나, 예상되는 총 하중반력을 견딜 수 있는 설비이어야 한다.

2.2 유압 또는 기계적인 잭 설비

잭의 용량은 440 kN 이상 또는 특정 지반조건에서는 최대예상하중을 가하는데 충분하여야 하며, 유압잭의 작용하중을 측정하는 장치로는 압력계(pressure gauge), 전자 로드셀(electronic load cell), 또는 프루빙링(proving ring) 등이 사용된다. 하중계(force-measuring devices)는 하중을 ±2% 정밀도로 측정할 수 있는 것이어야 하고, 시험 전에 영점보정을 실시하여야 한다.

2.3 재하판

2.3.1 재하판의 두께 25 mm 이상, 지정된 최소와 최대 지름을 포함하는 지름 30.5~76.2 cm인 3개의 강제원판 또는 등치 면적의 사각철판을 사용한다. 대안으로, 언급한 3개 크기의 작은 콘크리트 재하판 또는 보다 큰 재하판은 현장에서 제작할 수 있다. 이 같은 재하판은 적어도 재하판 폭의 2/3의 근입깊이를 가져야 한다.

2.3.2 실물크기의 재하판을 사용하지 않을 경우, 작은 재하판의 하중-침하 곡선에 크기효과를 고려하여 실물크기의 하중-침하 곡선을 예측하여야 한다.

2.4 침하량 측정 장치

침하량 측정은 다이얼 게이지와 같은 장치를 이용하며, 이는 적어도 0.25 mm의 정밀도까지 측정할 수 있는 것이어야 한다.

2.5 기타 장치

재하기둥, 강재쐐기, 그리고 시험위치(test pits)과 재하장치를 준비하는데 필요한 기구이다.

3. 시 공

3.1 시험준비

3.1.1 시험지역 선정

지내력 시험을 위한 대표적 시험지역 선정은 보링에 의한 지반조사결과와 구조물의 설계조건에 의거하여 실시한다. 다른 규정 사항이 없는 한, 재하시험은 해당 기초와 같은 깊이, 해당 기초와 같은 조건 아래에서 실시한다.

3.1.2 시험위치

최소한 3개소에 시험을 하여야 하며, 시험 개소 사이의 거리는 시험에 사용하는 최대 재하판 지름의 5배 이상이어야 한다. 재하판이나 기초가 안치되는 지표면은 조심스럽게 정리 및 수평작업을 하여야 한다. 그래야 작용하중이 불교란지반 위에 안치된 재하판의 전면적에 걸쳐 전달된다. 재하 전에 시험 위치 및 지역의 흙의 함수량 변화를 방지하여야 한다. 다만, 수리 구조물의 경우와 같이 장차 흙이 젖을 것이 예상되는 경우에는 시험지역 내의 흙을 최대 재하판 지름의 2배 이상의 깊이까지 미리 포화시켜야 한다.

3.1.3 재하대

재하대 지지대는 될 수 있는 한 시험 장소에서 적어도 2.4 m 이상 떨어진 곳에서 설치하여야 한다. 시험에 필요한 총 하중은 시험이 시작되기 전에 현장에 준비되어 있어야 한다.

3.1.4 사하중

강제철판, 재하기둥, 잭 등 모든 기구는 하중을 재하 하기 전에 무게를 달아서 사하중으로 기록하여야 한다.

3.1.5 변위계 측정보

재하면적의 중심에서 적어도 2.4 m 이상 떨어진 곳에 침하 측정 게이지 부착용 보를 독립적으로 설치하여야 한다.

3.2 시험방법

3.2.1 하중증가

95 kPa 이 넘지 않거나 또는 시험지역의 예상 지내력의 1/10이 넘지 않는

하중으로 나누고 누계적으로 동일 하중을 지반에 가한다. 각 하중을 정확하게 측정하고, 모든 하중을 충격, 요동 또는 편심 없이 정적 하중으로 흙에 전달되도록 가한다.

3.2.2 재하 시간간격

각 하중 증분량을 가한 후, 적어도 15분 이상의 지정된 시간간격 동안 누적하중을 유지시켜야 한다. 또한 작용하중에 침하가 멎거나 침하 비율이 균일하게 될 때까지 하중을 유지하도록 보다 더 긴 시간간격을 적용할 수 있다. 이렇게 지정된 시간간격은 일련의 모든 시험에서 각 하중증가에 계속 적용하여야 한다.

3.2.3 침하측정

정밀도 0.25 mm 이상의 다이얼게이지 또는 기타 장치로 침하량을 측정하며, 모든 침하량을 연속적으로 기록한다. 침하량 측정은 될 수 있는 한 하중 증가 바로 전과 후, 그리고 하중이 일정하게 유지되는 동안 6회 이상 침하량 측정을 할 수 있도록 동일 시간 간격으로 실시한다.

3.2.4 시험종료

최대하중에 도달할 때까지 또는 하중증분과 침하증분의 비율이 최소가 되거나 일정한 크기가 될 때까지 각 시험을 지속한다. 뚜렷한 파괴하중을 얻지 못할 경우에는 총 침하량이 적어도 재하판 지름의 10%가 될 때까지 시험을 계속하여야 한다. 최종 하중증가에 대한 관측을 완료한 후 최종 하중의 1/3 크기로 3단계로 나누어 하중을 제거한다. 그리고 변형이 정지될 때까지, 아니면 적어도 하중의 시간간격 이상의 시간 동안 탄성침하량(rebound deflection)을 지속적으로 기록한다.

3.3 시험기록

3.3.1 규정된 모든 시간, 하중, 각 시험의 침하 자료 외에 다음과 같은 시험에 관련된 제반 사항을 기록한다.

(1) 일 자
(2) 인 원
(3) 기상 조건
(4) 하중증분의 시간에 해당하는 대기온도
(5) 특기 기상

6-3 가시설공

6-3-1 축도 및 가도

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 공사목적물 축조를 위하여 수중 또는 육상부에 흙을 쌓는 작업의 일반적인 시공에 적용한다.

2. 재 료

해당없음

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 계약상대자는 축도 및 가도 설치계획을 작성하여 관련기관 및 하천(항만)관리자 등의 승인을 받은 후 감독원에게 제출하여야 한다.

3.1.2 유수에 접하는 가도 및 축도의 외측면 피복공은 유속 또는 파랑에 대하여 안전하도록 시공하여야 한다.

3.1.3 가도 및 축도는 특별한 사유가 없는 한 공사완료 이전에 원상 복구하여야 하며, 추후 민원발생 및 관계법령에 저촉되지 않도록 조치하여야 한다.

3.1.4 쌓기 또는 원상 복구 시 지하수와 해수, 토양 등을 오염시키지 않아야 한다.

3.1.5 대형작업선 운항로에는 유도표지를 설치하여 해상에서의 안전사고를 방지하여야 한다.

6-3-2 가설물막이

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 수중 또는 유수에 접하는 구조물 기초 및 교량건설공사 등의 시공을 위한 임시 물막이 공사에 적용한다.

2. 재 료

해당없음

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

본 구조물 축조를 위한 가시설에 대하여는 설치계획과 구조계산서를 제출하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2 차수

3.2.1 차수 재료는 공사기간 중 모든 환경조건에서 안정적이어야 한다.

3.2.2 주입재의 성분은 지반과 지하수를 오염시키는 유해한 성분이 없어야 한다.

3.2.3 차수효과 검증을 위한 차수시험을 실시하되, 여러 가지 방법 중(목측관찰, 강도확인, 약액침투 등) 가장 확실한 방법으로 차수효과를 확인할 수 있도록 하여야 한다. 아울러 물푸기 작업 시 작업원의 안전에 각별히 유의하여야 한다.

3.3 터파기

가물막이내의 터파기 및 물푸기는 단계적으로 하여 단계마다 침투수량을 확인하여야 하고, 가물막이의 거동을 측정하여 가시설의 이상 유무를 확인하여야 한다.

3.4 원상복구

3.4.1 설치된 가시설에 대하여 공사완료 이전에 원상 복구하여야 하며, 추후 민원 발생 및 관계법령에 저촉되지 않도록 하여야 한다.

3.4.2 수중부에 설치되는 시설의 적정성 점검을 위하여 필요 시 수중촬영 및 기타 부속자재에 대한 확인시험을 실시한 후 감독원에게 그 결과를 제출하여야 한다.

6-3-3 동바리와 거푸집

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 현장 타설 콘크리트를 위한 거푸집 및 동바리와 비계의 설계, 재료공급, 제작, 설치 및 해체공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 이 시방에 규정되지 않은 사항은 가설공사표준시방서의 3장 및 4장의 규정에 따른다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물

1.2.2 6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판

KS F 8006 강제틀 합판 거푸집 패널

KS F 8022 강관틀 동바리용 부재

1.3.2 관련시방서

(1) 가설공사 표준시방서 제3장 거푸집 및 동바리

(2) 콘크리트 교량가설용 동바리 설치지침(국토해양부)

(3) 재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침(한국산업안전공단)

(4) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙-해설 및 지침(국토해양부)

(5) 도로교설계기준(국토해양부)

(6) 콘크리트 표준시방서 제4장 거푸집 및 동바리

1.4 거푸집

1.4.1 공통사항

(1) 콘크리트 보강철근, 매설품목, 슬리브 및 쉬스관 등을 여러 작업반에 적절히 설치할 수 있도록 거푸집 설치와 콘크리트 타설 중간에 충분한 시간을 두어야 한다.

(2) 거푸집은 형상 및 위치를 정확하게 유지하여야 한다.

(3) 거푸집은 쉽게 조립할 수 있고 안전하게 떼어낼 수 있게 하여야 하며, 거푸집 판 또는 패널의 이음은 부재축에 직각 또는 평행으로 하고, 모르타르가

새어 나오지 않는 구조로 하여야 한다.

(4) 특히 지정하지 않는 경우라도 콘크리트의 모서리에 모따기가 될 수 있는 구조이어야 한다.

(5) 필요한 경우에는 거푸집의 청소, 검사 및 콘크리트 타설에 편리하도록 적당한 위치에 임시 개구부를 만들어야 한다.

(6) 중요한 구조물의 거푸집에 대해서는 구조계산을 근거로 시공상세도면을 작성하여야 한다.

1.4.2 거푸집 표면재료

명시된 허용오차 내에서 최종적인 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 하며 다음에 따른다.

(1) 노출부분의 콘크리트 : 콘크리트 마무리공에 기술된 요건에 따라 편평하고, 재료분리가 없는 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 한다.

(2) 감춰진 부분의 콘크리트 : 재료분리나 결함이 없는 콘크리트 표면을 만들 수 있는 재료 및 기술을 사용하여야 한다.

1.4.3 특수단면 : 개구부, 벽단, 함몰부, 키 홈, 우묵한 곳, 몰딩, 면이 거친 띠, 모서리 띠, 가로막음, 자막대기, 받침벽, 정착물, 매설될 품목 및 기타 장치를 갖추어야 한다. 재료를 선택하고 명시된 마감작업을 해낼 수 있는 시공방법을 갖추어야 한다.

1.4.4 해체장치 : 콘크리트 표면 및 인접한 재료에 충격과 진동, 손상을 주지 않고 쉽게 떼어낼 수 있도록 거푸집을 설치하여야 한다.

1.4.5 거푸집 표면에 대한 허용오차

이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

1.5 제출물

1.5.1 이 시방서 총칙편 2-4절의 해당사항에 따른다.

1.5.2 제품자료 : 제작된 제품에 관한 제작자의 제품자료를 제출하여야 한다.

1.5.3 시공상세도면 : 다음 사항을 나타낸 도면을 제출하여야 한다.

(1) 관련된 상세를 포함한 거푸집 시스템 및 설치방법

(2) 교량 가시설도에서 제시한 기준이상으로 2D 또는 3D로 구조해석한 동바리 및 회수 절차를 포함한다.

(3) 평면 및 표고에 따른 시공이음의 위치

(4) 도관, 개구부, 우묵한 곳, 관, 쉬스관 및 기타 부착품의 치수 및 위치

(5) 수직낙하에 의한 콘크리트 타설하기가 제약받는 곳에서의 보의 교차점 및 기타 조건

(6) 거푸집 및 동바리의 해체를 위한 방법과 일정

(7) 콘크리트 타설 중 거푸집의 이동을 탐지하기 위한 방법

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 보관

거푸집 패널이 변형되지 않도록 보관하여야 한다. 콘크리트에 영향을 미칠 수 있는 손상이나 오손이 되지 않게 거푸집 패널을 보호하여야 한다.

1.6.2 취급

거푸집 관의 손상이나 휨을 방지하도록 기구를 사용하여 거푸집의 패널을 올려야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 판재

(1) 널판 : 콘크리트와 접촉하는 면에는 판재의 매끈한 면을 사용하여야 하며, 은촉이음을 사용하여야 한다.

(2) 구성용 각재 : 구조용 목재

2.1.2 합판

(1) 거푸집용 합판 : KS F 3110 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 두께 : 휨이 발생하지 않고 매끈한 표면을 유지할 수 있는 두께로 12 mm 이상이어야 한다.

(3) 반복사용으로 거푸집의 표면이 훼손되거나 열화되어 감독원이 교체를 요구하는 경우 계약상대자는 즉시 교체하여야 한다.

2.1.3 강재 거푸집

KS F 8006 또는 동등 이상의 제품이어야 하고, 패널면 처리를 위한 칠이 되어 있지 않은 강판으로 변형의 우려가 없는 충분한 두께를 가져야 한다. 독점적인 특허를 받았거나 제작된 강재 거푸집은 패널조립, 보강 및 설치 부대품을 포함한다.

2.1.4 와플 슬래브 거푸집

명시된 치수로 매끈한 표면을 갖는 2 방향보를 시공하기 위한 강이나 보강한 플라스틱 돔 거푸집이다.

2.1.5 둥근 기둥 거푸집

명시된 치수로 매끈한 표면을 갖고 이음이 없거나 하나의 수직이음을 갖는, 둥근 기둥을 시공하기 위한 강재기둥 거푸집이다.

2.2 장비

2.2.1 일반사항

(1) 기계의 설치, 조립, 해체는 담당책임자의 지시에 따라서 행한다.

(2) 기계는 전도, 침하의 위험이 없는 장소에 설치한다.

(3) 기계 주위에는 울타리, 덮개 등을 설치하여 관계자 이 외에는 출입을 금지한다.
(4) 기계를 비, 이슬 등을 맞혀서는 안 된다.
(5) 기계에는 정해져 있는 능력을 명시하여야 한다.
(6) 기계의 운전은 자격을 가진 자 중 지명되어진 자가 하여야 하며, 운전자명을 명시하여야 한다.
(7) 기계의 운전, 정지에는 일정한 신호를 정해서 관계 작업자에게 주지시켜야 한다.
(8) 기계의 설치장소 주변은 항상 정리, 정돈하여 비상시에도 용이하게 작업할 수 있도록 한다.
(9) 안전장치가 작동하지 않은 상태에서 운전해서는 안 된다.
(10) 운전 중 이상 음향, 진동 등을 감지한 경우에는 정지시키고 검사한다.
(11) 비상시에는 반드시 운전을 정지하고 안전을 확인한 후에 피한다.
(12) 운전자가 교체될 경우에는 기계의 상태, 기타 인계사항을 명확하게 전달한다.
(13) 기계의 청소, 주유, 검사 등을 할 때는 운전을 정지하고, 기동장치에 잠금장치를 하여 작업 중에 시동하지 않도록 한다. 또한 '운전정지'라고 명시해둔다.

2.3 부속재료

2.3.1 노출 콘크리트를 위한 거푸집 라이너

명시된 설계, 형태 및 표면 구성을 갖는 마무리된 콘크리트를 만들기 위하여 열간 성형·압출 또는 주조된 섬유보강 플라스틱·FRP·ABS 합성플라스틱·PVC 합성플라스틱 또는 이와 비슷한 재료로 제작된 것으로 자연스럽게 거푸집으로부터 분리되는 표면을 갖는 거푸집 라이너이며, 일회용 또는 반복용으로 적절히 제작할 수 있다.

2.3.2 누수방지재료

(1) 편평하고 방수 및 비흡수성의 표면과 이음매를 형성할 수 있어야 하며, 거푸집 재료 및 콘크리트 성분과 조화되는 것이어야 한다.
(2) 이음매에 설치하는 개스킷 재료와 봉함재료 거푸집 가장자리를 밀봉해서 성형된 콘크리트 면에 재료분리나 결함이 나타나지 않게 하여야한다.
① 봉함 혼화물 : 실리콘 또는 폴리우레탄 봉함제
② 테이프 : 이음매 부분이 노출되지 않도록 방수접착 처리된 폴리우레탄 플라스틱의 거푸집 필름테이프

2.3.3 거푸집 박리제

(1) 비실리콘계의 거푸집 박리제로 모든 형태의 거푸집에 사용할 수 있는 제품이어야 하며, 콘크리트 표면에 붙거나 얼룩을 만들거나 나쁜 영향을 주어서도 안 된다.
(2) 접합과 부착이 필요한 콘크리트 표면의 처리를 약하게 해서는 안 되며, 물·증

기 및 양생제로 양생할 때 표면이 축축하게 적셔지는 것을 방해해서는 안 된다.

2.3.4 거푸집 긴결봉

(1) 콘크리트를 깨뜨리지 않고 제거할 수 있는 선단이나 선단 긴결재를 가진 봉형으로 필요한 철근피복두께 만큼의 깊이를 갖는 구멍을 남겨야 한다.

(2) 거푸집 타이는 선단이나 긴결재가 제거되고 남겨진 구멍이 경화된 콘크리트 표면과 평면되게 채워질 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 지름 32 mm, 깊이 38 mm 의 제거할 수 있는 콘이 있고, 콘크리트 색상과 같게 모르타르로 만든 구멍마개는 6 mm 들어가서 에폭시 접착제로 부착된다.

2.3.5 삽입재

스테인레스 강이나 용접된 스테인레스 강으로 콘크리트에 대한 정착재와 볼트, 쐐기, 고리 등의 연결재가 갖추어 있어야 한다.

2.3.6 정착공

석판의 정착을 위한 두께가 0.8 mm 인 스테인레스 강의 긴 홈을 가진 정착재

2.3.7 모따기 띠(chamfer strips)

깨끗하고 결이 곧은 나무로 만든 20×20 mm 삼각형 띠 또는 압출한 비닐 제품

2.3.8 기타 이음매 띠(strips)

이음매를 처리하기 위해 나무, 금속 또는 플라스틱으로 만든 띠

3. 시 공

3.1 거푸집 설치

3.1.1 승인된 시공 상세도면에 따라 거푸집 작업을 수행하여야 하며, 명시된 설계에 따라 허용오차 내에서 마무리된 콘크리트 표면을 만들어야 한다.

3.1.2 이음매와 접합부는 모르타르가 새지 않게 봉함하여야 한다. 제작자의 설치 지침서에 따라 누수방지 재료를 설치하여야 하며, 맞댄 거푸집 패널사이의 매끈한 연속성을 유지하여야 하고, 콘크리트 타설 작업에 의한 변위를 지탱할 수 있어야 한다.

3.1.3 키 홈, 긴 홈 및 우묵한 곳을 만들기 위하여 나무 삽입재를 설치하여야 하며, 나무 삽입재는 부풀지 않고 제거하기 쉬워야 한다.

3.1.4 거푸집을 깨끗하고, 비틀림과 꺾임이 없게 유지하여야 한다.

3.1.5 비틀림이나 변위를 방지하도록 버팀재로 버텨야 하며 콘크리트 모르타르의 유실을 방지할 수 있도록 거푸집에 밀착시켜 설치하여야 한다.

3.1.6 버팀대나 두르는 띠로 이음매를 지지하여야 한다.

3.1.7 거푸집은 콘크리트에 손상을 주지 않고 쉽게 떼어낼 수 있도록 조립하여야 한다.

3.1.8 굳지 않은 콘크리트의 무게와 압력 및 시공 하중으로 인한 처짐을 보정하기 위하여 필요한 경우 거푸집에 솟음을 두어야 한다.

3.1.9 굳지 않은 콘크리트의 무게와 압력 및 시공 하중이 과다할 것이 우려되는 경우 거푸집의 안전성을 검토하여야 한다.

3.2 매설재 및 개구부

도관, 관 슬리브, 설비 박스, 벽속에 묻힌 구체, 배수구, 금속 긴결봉, 삽입재, 못질 띠, 블록킹, 접지 및 정착물 또는 다른 공사의 부착에 필요한 긴결장치 등과 매설재는 콘크리트를 타설 전에 명시된 대로 정확한 위치에 고정시켜야 한다.

3.3 거푸집 박리제

3.3.1 철근을 설치하기 전에 거푸집 접촉면에 승인된 거푸집 박리제를 도포하여야 한다. 과다한 거푸집 박리제가 거푸집 안에 쌓이거나 철근 및 매설재와 같이 콘크리트와 접합되어야 하는 면에 직접 접촉되게 해서는 안 된다. 관련 지침에 따라 거푸집 박리제를 발라야 한다.

3.3.2 강재 거푸집은 얼룩이 없는 녹 방지 거푸집 박리제를 바르거나 녹슬지 않게 보호하여야 한다. 녹이 슨 강재표면을 콘크리트와 접촉하는 거푸집으로 사용해서는 안 된다.

3.3.3 박리제는 제거될 볼트 및 긴결봉(rod)에도 발라야 한다.

3.4 거푸집의 떼어내기

3.4.1 거푸집은 콘크리트 표면을 손상하거나 파손하지 않으며, 콘크리트 부재에 과재하중을 주지 않고 거푸집을 변형시키지 않는 방법으로 해체하여야 하며, 공기압력이나 기타 승인된 방법을 사용하여야 한다. 콘크리트에서 지렛대로 들어 올려서는 안 되며, 못은 평면에 맞추어 잘라내야 하고, 표면은 깨끗하고 흠이 없게 유지하여야 한다.

3.4.2 거푸집은 구조적인 조건에 따라서 적어도 다음 표 6-3-3-1, 6-3-3-2에 명시된 압축강도가 되기까지는 제자리에 두어야 한다.

표 6-3-3-1 콘크리트의 압축강도를 시험할 경우

부 재	콘크리트 압축강도 (f_{cu})
	SI 단위
기초, 보 옆, 기둥, 벽 등의 측면	5.0 MPa 이상
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	설계기준강도×2/3 ($f_{cu} \geq 2/3\, f_{ck}$) 다만, 14.0 MPa 이상

표 6-3-3-2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우
-기초, 보 옆, 기둥 및 벽의 측면-

시멘트 종류 / 평균기온	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드시멘트, 고로슬래그시멘트(특급), 포틀랜드포졸란시멘트(A종), 플라이애시시멘트(A종)	고로슬래그시멘트, 포틀랜드포졸란시멘트(B종), 플라이애시시멘트(B종)
20 ℃이상	2일	4일	5일
20 ℃미만 10 ℃이상	3일	6일	8일

3.4.3 프리스트레스트 콘크리트 부재의 밑 거푸집은 보가 받침에 의해 지지되기 전에 떼어 내서는 안 된다.

3.4.4 갈아내기를 하여야 할 장식용 구조물의 수직면에 설치한 거푸집은 표면마무리 작업을 쉽게 하기 위하여 콘크리트에 손상을 입히지 않을 만큼 경화하면 제거할 수 있다.

3.4.5 조강시멘트를 사용한 경우 또는 강도 시험결과에 따라 하중에 견딜만한 충분한 강도를 얻을 수 있는 경우에는 감독원의 확인을 받아 제거 시기를 단축할 수 있다.

3.4.6 마무리 작업

(1) 계약상대자는 거푸집을 제거한 즉시 거푸집 이음매에 생긴 돌출부를 제거하여야 하며, 구멍이 있는 경우에는 구체에 사용했던 콘크리트와 같은 배합비의 모르타르로 메워야 한다. 이 때 메움 부위는 주변 콘크리트 색상과 일치하여야 한다.

(2) 모르타르 주입대신 에폭시 그라우팅이나 모르타르에 에폭시 본드를 배합하여 사용할 경우에는 감독원의 확인을 받아야 한다.

(3) 구조물의 강도에 영향을 미치거나 철근의 수명에 해를 끼칠만한 정도의 큰 구멍이 생겼을 경우, 영향권 내의 콘크리트를 제거하고 다시 시공하여야 한다.

(4) 매끈하게 마무리를 할 수 없거나 수정이 불가능한 부분은 제거하여야 한다.

3.5 거푸집 현장품질관리

3.5.1 콘크리트를 타설 전에 설치된 거푸집의 선과 수평, 매설된 삽입재와 블록아웃(block out) 등이 정확한지 점검하여야 한다. 매설된 배관과 도관이 장애물에 의하여 방해를 받고 있는지 확인하여야 한다. 콘크리트 부재의 치수와 위치가 적절하고 거푸집의 안정성이 확보되도록 교정 또는 조정하여야 한다.

3.5.2 콘크리트를 치는 동안, 거푸집 작업 및 관련된 동바리에 변위가 발생하지 않도록 하며, 이음매를 통한 시멘트 모르타르의 유실을 방지하고, 완성된 구조

물이 설계도면에 명시된 허용오차 내에 있도록 보장하기 위하여 품질관리를 하여야 한다.

3.5.3 거푸집 해체 시 구조물의 형태가 설계도면이나 감독원이 승인한 시공상세도와 일치하는지 확인하여야 한다.

3.6 이동의 검사

콘크리트를 치는 동안 거푸집의 이동을 검사하기 위하여 감독원이 승인한 추선, 자동표시기 및 측량기기 등의 기법을 사용하여야 한다.

3.7 거푸집의 재사용

3.7.1 거푸집을 다시 사용할 때는 거푸집 표면을 청소하고 보수하여야 한다. 조각나고, 낡고, 갈라지거나 기타 손상을 입은 거푸집 표면 재료는 다시 사용할 수 없으며, 현장 외로 반출하여야 한다. 새로이 거푸집작업을 할 때는 명시된 대로 거푸집 박리제를 다시 도포하여야 한다.

3.7.2 이음매는 어긋남이 없도록 정렬해서 고정시켜야 한다. 감독원의 승인을 받은 경우가 아니면, 노출된 콘크리트 표면에는 땜질한 거푸집을 사용해서는 안 된다. 거푸집에 난 구멍과 결함을 땜질하기 위해서는 콘크리트에 얼룩을 주지 않는 재료와 방법을 사용하여야 한다.

3.8 동바리 조립

3.8.1 시공조건 확인

(1) 거푸집 지보공의 조립 시에는 작업책임자를 선임하여야 한다.

(2) 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침이 개정되거나 대체 지침이 제정되면 그 지침에 따른다.

(3) 거푸집의 운반, 설치작업에 필요한 작업장 내 통로 및 비계가 충분한가를 확인하여야 한다.

(4) 시공자는 거푸집 지보공 및 거푸집을 조립할 때에 “콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침(국토해양부)”에 의해 구조계산과 조립도를 작성한다. 이 경우 지보공 및 거푸집에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

(5) 거푸집 지보공은 콘크리트 표준시방서(제5장 1.7.3 거푸집 및 동바리 계산) 및 가설공사 표준시방서 (제3장 1.5 설계하중)에 제시된 설계하중을 충분히 지지할 수 있어야 하며, 지보공 기초의 연직력과 구조물 경사에 따른 수평력에 대한 지지력을 확인하여야 한다.

(6) 깔목의 사용, 콘크리트의 타설, 말뚝박기 등 지주의 침하를 방지하기 위한 조치를 하고 또 각부가 활동하지 않는 방법을 취하여야 한다.

(7) 강재와 강재와의 접속부 및 교차부는 볼트, 클램프 등의 전용철물을 사

용하여 단단히 연결하여야 한다.

(8) 받침기둥은 수직으로 세우고 또한 아래 위층의 받침기둥은 같은 수직선 위에 세운다.

(9) 개구부 상부에 지주를 설치하는 때에는 상부하중을 견딜 수 있는 견고한 받침대를 설치한다.

(10) 지주의 고정 등 지주의 미끄럼을 방지하기 위한 조치를 취하여야 한다.

(11) 철선 사용은 피하여야 한다.

(12) 지주의 이음은 맞댄이음 또는 장부이음으로 하고 동질의 재료를 사용한다.

(13) 거푸집이 곡면을 이루고 있는 경우에는 버팀대의 부착 등 콘크리트를 칠 때 거푸집이 부상하지 않도록 조치를 취한다.

(14) 작업장소에 관계자 이외의 출입을 금지하여야 한다.

(15) 악천후 시 작업을 중지한다.

3.8.2 시공기준

(1) 목재동바리

① 높이 2 m 이내마다 수평연결재를 설치하고, 수평연결재의 변위를 방지하여야 한다.

② 목재를 이어서 사용할 때에는 2본 이상의 덧댐목을 사용하여 그 상단을 보 또는 멍에에 고정시켜야 한다.

③ 철선 사용을 가급적 피하여야 한다.

(2) 강관동바리(파이프 서포트 제외)

① 거푸집이 곡면일 경우에는 버팀대의 부착 등 당해 거푸집의 변형을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

② 지주의 침하를 방지하고 상·하부가 활동하지 않도록 견고하게 하여야 한다.

③ 강재와 강재의 접속부 및 교차부는 볼트, 클램프 등의 철물로 견고하게 연결하여야 한다.

④ 강관 지주는 3본 이상 연결하여 사용하지 않도록 하며, 높이 2m이내마다 가새와 수평연결재를 2개 방향으로 설치하고, 수평연결재의 변위가 일어나지 않도록 이음 부분은 견고하게 연결하여 좌굴을 방지하여야 한다.

⑤ 지주 하부의 받침판 또는 받침목은 2단 이상 삽입하지 않도록 하고 작업인원의 보행에 지장이 없으며, 이탈되지 않도록 고정시켜야 한다.

(3) 파이프 서포트

① 파이프 서포트는 단독 버팀대이므로 편심 등에 주의하여 연결재를 사용하여 그 변위를 억제한다.

② 파이프 서포트는 일반적으로 하중이 작은 경우에 사용된다.

③ 파이프 서포트 버팀대의 조립상 주의점은 다음과 같다.

가. 파이프 서포트로 받는 하중 강도에 맞추어 서포트를 배치하고, 편심을 받

지 않도록 한다. 재하 하중이 경사져 있는 경우는 특히 이음 및 브레이싱을 보강한다.

나. 브레이싱은 이음과 같은 면 내에서 양단 및 4 스팬마다 설치한다. 브레이싱의 양단은 서포트 각부 및 정부의 가장자리에 가까운 부분에서 긴결한다. 긴결하는데 어닐링(annealing) 와이어를 사용해서는 안 된다.

다. 이음의 양단의 수평력을 갖도록 콘크리트 벽이 있을 때는 이음을 콘크리트 벽에 맞붙여 조립하고, 브레이싱을 생략해도 된다.

라. 세워 넣는 서포트의 상부는 완전히 고정시켜야 한다. 서포트 위의 고정은 나사 2개를 박아 넣어 받침판과 멍에를 고정한다.

마. 삽입 핀은 반드시 정규의 것을 사용하고, 그 곳에 있는 환강을 사용해서는 안 된다.

(4) 강관틀 동바리

① 숙련된 작업자가 조립한다.

② 강관틀과 강관틀 사이에 교차 가새를 설치한다.

③ 최상층 및 5개층 이내마다 거푸집 지보공의 측면과 틀면의 방향 및 교차 가새의 방향에서 5개틀 이내마다 수평연결재를 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

④ 최상층 및 5개층 이내마다 또는 거푸집 지보공의 틀면의 방향에서 양단 및 5개틀 이내마다의 장소에 교차 가새의 방향으로 띠장틀을 설치한다.

⑤ 높이 2 m 이내마다 수평연결재를 직각 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

⑥ 조립작업 전에 부재의 흠이나 변형, 부재의 조인트부, 가새 교차부의 체결 철물상태를 점검한다.

⑦ 바닥과 접하는 다리부분은 잭베이스를 이용하고, 깔판·깔목 등에 견고하게 고정시킨다.

⑧ 첫 단을 조립한 후에는 반드시 수준기로 높이의 수평상태를 확인하고, 잭베이스로 수평을 조절한 후 다음 작업에 들어간다.

⑨ 틀조의 최상부 및 중간부분의 필요한 곳에 발판을 설치한다.

⑩ 틀비계를 지주로 사용한 경우에는 상단의 강재에 단관을 부착시켜 이것을 보 또는 작은 보에 고정시켜야 한다.

(5) 조립강기둥

① 보 또는 멍에를 상단에 올려놓을 때에는 상단에 강재의 단관을 붙여 이것을 보 또는 멍에에 고정시킨다.

② 높이 4 m 를 초과할 때에는 높이 4 m 이내마다 수평연결재를 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.

③ 부재의 조인트부를 확실하게 연결한다.

④ 무거운 하중을 받는 경우가 많으므로 설치 시 각부가 침하되지 않도록 콘크리트 위나 또는 견고한 지반 위에 세운다.
⑤ 세운 후 다리부분이 부상하지 않도록 잘 조절한다.
⑥ 버팀대 특히 잭에 편심하중, 수평하중이 작용하지 않도록 한다.
⑦ 이음은 기둥의 이음마다 직각 두 방향으로 취해 고정한다.
⑧ 동바리 보, 받침 보 및 버팀대는 서로 유효하게 연결하여 동바리 보를 전장에 걸쳐 연속물로 하고, 그 양단을 교대·교각에 맞붙여 조립한다.

(6) 시스템 동바리

① 시스템 동바리는 교량가시설도 및 구조계산서를 참조하여 작성한 시공상세도에 따라 설치하여야 한다
② 수직재와 수평 연결재는 직교되게 설치하고 체결후 흔들림이 없어야 한다.
③ 가새는 수평 연결재 및 수직재에 핀 또는 클램프 등의 결합방법에 의해 견고하게 결합되어 이탈되지 않도록 설치하여야 한다.
④ 높이 2m이내마다 가새와 수평연결재를 2개방향으로 설치하여 수평 연결재의 변위를 방지하고 동바리 자체로 수평하중이 전달되지 않도록 하여야 한다.
⑤ 동바리 높이가 12m초과시 수직재의 수평변위가 발생되지 않도록 수평 연결재 및 가새보강, 성토 등을 통한 높이 조정, 강재동바리 적용 등을 검토하여야 한다.
⑥ 초기 설치 시 잭 스크류를 조절하여 수평을 확보하여 수직재의 편심에 의한 구조적 손실을 방지하여야 한다.
⑦ U헤드 잭에 얹히는 장선, 멍에재는 편심이 생기지 않도록 중심선에 놓여야 하며 쐐기 등으로 고정하고 편심에 의한 응력을 고려한 안정성 검토를 실시하여야 한다.
⑧ 잭베이스의 전체길이는 600mm이내, 수직재와 물림부의 겹침은 150mm 이상으로 설치하여야 한다.
⑨ 수직재 설치시 수평 연결재와 수평연결재 사이에 수직재의 연결부위가 2개소 이상이 되지 않도록 설치하여야 한다.
⑩ 시스템 동바리 최하부에 설치하는 수직재는 잭베이스의 너트와 밀착되게 설치하여야 한다.
⑪ 시스템동바리 상부의 U헤드의 폭은 멍에재 2개가 들어갈 수 있는 넓이 이상이 되어야 하며 쐐기 등을 사용하여 멍에재와 U헤드를 밀착시켜 멍에재와 U헤드와의 유격이 없어야 한다.
⑫ 콘크리트 타설 면이 기울어져 장선과 멍에가 완전한 밀착이 어려울 경우, 쐐기 등을 사용하여 장선과 멍에를 완전히 밀착시키고 못 등을 사용하여 고정을 하여야 한다.

⑬ 연결핀을 사용하여 수직재를 견고하게 조립하고 연결부위에 꺾어짐이 발생하지 않도록 하여야 한다.
⑭ 지보공 기초의 연직력과 구조물 경사에 따른 수평력에 대해 미끄러짐 및 전도가 발생되지 않도록 검토하여야 한다.
⑮ 잭베이스를 설치할 때에는 잭 베이스 하부에 이물질이나 돌출부위가 없도록 바닥면을 정리하여야 한다.
⑯ U헤드와 강관연결부의 흔들림 방지를 위해 추가브레이싱을 설치하여야 한다.
⑰ 바닥이 경사진 곳에 설치할 경우에는 목재쐐기 등을 이용하여 동바리 바닥이 수평이 되도록 하고 서로 고정하여야 한다.
⑱ 부재와 부재와의 접속부 및 이음부에는 연결핀 등 전용철물을 사용하여 견고하게 연결하여야 한다.
⑲ 설치 완료 후에는 감독원의 확인을 받은 다음 콘크리트를 타설 하여야 하며 콘크리트 타설시 동바리 이상징후 관측을 위하여 점검자를 배치하여야 한다.
⑳ 가새는 수평하중을 지반 또는 구조물에 안전하게 전달할 수 있도록 설치하여야 한다.
㉑ 가새는 단일부재를 60°이내로 사용하는 것을 원칙으로 한다.
㉒ 단일부재의 가새사용이 불가능할 경우 다음과 같이 이음하여야 한다. 이음가새의 각도는 같아야 하며, 겹이음 가새간 이격 순간격 100mm이내, 가새의 이음위치는 엇갈리게 설치하여야 한다.
㉓ 가새는 바닥에서 동바리 상단부까지 설치하며, 가새를 동바리 밑 둥과 결속하는 경우에는 바닥에서 동바리와 가새재의 교차점까지의 거리가 300mm 이내로 하며, 해당 동바리는 바닥에 고정시켜 상승력에 저항할 수 있도록 하여야 한다.
㉔ 수밀성 구조체에는 매립형 긴결재를 사용하여야 한다.
㉕ 해체된 자재를 정리정돈 할 때에는 가능한 한 같은 규격별로 정리하고 운반작업시에도 가능한 한 같은 규격별로 묶어 운반토록 하며 작업시 부재의 변형이 생기지 않도록 주의하여야 한다.
㉖ 근로자는 당해 작업에 적합한 개인보호구(안전모, 안전대, 안전화, 안전장갑 등)를 착용 하여야 하며 비상시 대피요령 등을 숙지하여야 한다.
㉗ 지반지지력시험을 통해 수집된 자료에 근거하여 하부기초부에 대한 지반지지력을 검토한다.
㉘ 기초지반 하부에 지중구조물이 있는 경우에는 변형이 되지 않는 흄관, 강관 등을 사용하고 뒷채움 등을 통하여 시공관리를 철저히 하여야 한다.
㉙ 동바리의 침하를 방지하기 위하여 기초지반 위에 두께 100mm 이상의 콘크리트 슬래브를 타설하고, 콘크리트 표면에 두께 45mm 이상의 받침목이나

전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치한 후 수직재 하단이 놓이도록 한다.

㉚ 연약지반이 존재하는 경우에는 말뚝박기를 하여 동바리의 침하를 방지하기 위한 대책을 강구하여야 한다.

(7) 강재보 지주

① 보의 양단을 지지물에 고정시켜 보의 미끄러짐 및 탈락을 방지한다.

② 보와 보 사이에 수평연결재를 설치함으로써 보가 옆으로 넘어지는 것을 방지한다.

③ 조립 전에 파손, 변형 등의 유무를 점검하여 불량품을 점검한다.

④ 강재보는 설치하기 전에 미리 조립하여 지간을 결정한 후 소정의 높이에서 조립도에 의하여 조립한다.

⑤ 강재보는 상당한 중량이므로 취급 시 주의한다.

⑥ 강재보의 지주에는 큰 하중이 작용하므로 지주 다리부분의 침하에 주의한다.

⑦ 강재보는 정해진 지점 이외의 곳을 지점으로 이용해서는 안 된다.

⑧ 조립 후에는 책임자의 입회아래 세밀하게 점검한다.

⑨ 거더는 그 상면에 직접 거푸집을 깔아도 된다. 다만 작업하중을 고려하고 자중에 견딜 수 있도록 한다.

⑩ 버팀대의 상하에 설치하는 받침형은 집중 하중에 대해서 보강재를 장치하고, 국부좌굴이 생기지 않도록 한다.

⑪ 버팀대 군의 안전을 확보하기 위해 이음재는 철거 후 스크랩 처리되는 것이 많으므로 긴결 방법을 고려하여 둘 필요가 있다.

⑫ 버팀대가 높은 경우는 복수의 절단재를 커버 플레이트로 연결하여 1개의 버팀대로 하지만, 이음부에 휨을 일으키는 것이 있다. 그 경우는 라이너(liner)를 삽입하여 기둥의 수직성을 확보한다.

⑬ 버팀재에 잭을 사용하는 경우가 있지만, 잭 부는 구조상 약점이 되므로 높이 조정에만 사용한다.

3.9 비계

바닥면에서 높이 2 m 이상 고소작업을 위하여 작업발판 및 작업통로를 확보하여 작업 및 통행 그리고 자재운반과 시공재료의 일부를 일시적으로 적치할 수 있도록 조립하는 가설구조물 즉 비계를 설치하여야 하며, 비계의 설치계획에는 구조물의 종류·구조·높이·규모·공사내용·구조물 주변의 상황 등의 조건에 가장 적합한 비계를 선정하여야 한다.

3.9.1 시공조건 확인

(1) 비계의 조립 전의 부재점검

① 재료의 규격을 표시에 의해 확인한다.

가. 노동부 규격 대상품에 관해서는 인정 합격 마크의 유무

나. 부재의 용도별 구분 확인

② 보수가 자주 필요한 부품에 관해서는 정비, 수리 등이 적정하게 행해지는 것을 나타내는「재사용가」의 표시를 확인한다.

③ 재료에 녹, 변형 또는 손상 등에 의한 열화 등의 결점 유무를 확인한다.

(2) 비계조립후의 점검

① 점검항목

가. 바닥재의 손상, 설치 및 지지상태

나. 기둥, 띠장, 장선 등의 연결부, 접속부 및 장치부의 완화 상태

다. 연결부 및 연결철물의 손상 및 부식 상태

라. 난간 등의 이탈 및 탈락 유무

마. 각부의 침하 및 미끄러짐 상태

바. 가새, 버팀목, 벽 연결 등의 보강재의 설치상태 및 떼내는 것의 유무

사. 기둥, 띠장 및 장선의 손상 유무

아. 내민보와 매다는 밧줄과의 설치부 상태 및 매다는 장치의 브레이크 기능

자. 비계 지지부의 침하 및 지지력 확보 상태

② 점검시기마다의 유의점

가. 조립 종료 후 비계 전체를 조립도대로 조립되어 있는지 점검한다.

나. 강풍 주의보 등이 발령된 경우는 즉각 벽 연결이나 버팀목 등의 상황을 점검하고, 필요에 따라 비계의 경사·무너짐이나 재료의 흩어짐을 방지하는 조치를 한다.

다. 시트, 수직 망 프레임 등이 비계에 설치되어 있는 경우는 빼든지, 또는 강풍에 의한 풍하중에 대해 안전한 보강을 한다.

라. 벽 연결이나 비계의 구성부재가 소정의 위치에 확실하게 설치되어 있는지를 확인하고, 필요에 따라 버팀목 등을 만든다.

마. 비계판 등 날리기 쉬운 것은 확실하게 연결하든지, 빼어서 지상에 내린다.

③ 악천 후나 지진 후

가. 비계 위에 물건이 떨어져 있지 않은지를 확인한다.

나. 비계에 전선 등이 걸려 있지 않는지를 확인한다.

다. 비계발판이 날리거나, 어긋나 있지 않은지를 확인한다.

라. 기둥이 미끄러져 있지 않은지, 미끄러질 우려가 없는지를 확인한다.

마. 벽 연결의 연결철물이나 클램프 등의 이완, 어긋남이 없는지를 확인한다.

(3) 작업 개시 전

비계에서의 작업을 개시하기 전에, 작업 책임자는 점검표를 사용해 점검하고, 불량 혹은 이상을 인정했을 때는 즉각 보수한다. 단, 매다는 비계는 그 날의 작업 개시 전에 점검을 한다.

(4) 일부 해체 또는 변경 후

작업 종료 후 조속히 원래상태로 돌려놓는다. 복원할 수 없는 경우는 보강한다.

(5) 해체 시 주의사항

① 해제작업은 원칙적으로 2인 이상의 공동 작업으로 한다.

② 추락 위험이 있는 장소에서는 반드시 안전대를 사용하도록 한다.

③ 해체자재를 던지거나 낙하시키는 것은 금지한다.

④ 벽 연결, 가새는 가능한 한 나중에 떼낸다. 필요에 따라서는 임시 가새, 버팀목 등을 만들어 해체를 진행시킨다.

⑤ 해체를 하기 전에 비계의 벽 연결, 바닥 부착 띠장틀의 걸쳐진 상태에 대해서 확실히 하고, 정상적인 상태가 아닌 때에는 해체 순서를 검토·변경하고, 그 결과를 전 작업원에게 철저히 숙지시켜야 한다.

⑥ 주틀의 조인트는 녹, 먼지 등으로 잘 안 빠지는 경우가 많고, 뽑는 순간에 몸의 안정을 잃는 경우가 있기 때문에 주의한다.

⑦ 바닥 딸린 띠장틀의 손잡이 철물 부분이 작업복이나 장갑 등에 걸리기 쉬우므로 취급에 주의한다.

⑧ 해체자재를 비계 위에 고정시켜 놓아두면 편심하중이 되어 무너질 우려가 있기 때문에 주의한다.

⑨ 작업장 바닥 위를 재료 적치장으로 사용하지 않는다.

⑩ 작업장 바닥 위에서 사다리 등을 사용하여 작업하여서는 안 된다.

⑪ 낙하 방지 철망이나 네트는 품질 표시가 없는 것이나 인체 또는 인체 등의 낙하물체에 의해 충격 받는 것을 사용하여서는 안 된다

⑫ 벽 연결을 교체할 때에 특히 주의하여야 할 것은 떼어낸 개소는 반드시 그 부근에 설치한 후 다음의 교체를 행하고 동시에 많은 벽 연결을 해체하지 말아야 하며, 특히 세로 방향으로 동시에 해체하지 않도록 주의하여야 한다.

3.9.2 단관비계

단관비계는 1층이 조립의 기본이 되기 때문에, 기둥의 수직 정밀도를 확보하고, 띠장·장선의 장치를 확실하게 한다.

(1) 기둥을 구부러진 채로 세우면 윗 층에서 수정하는 일이 곤란해지기 때문에 수직도에 주의한다.

(2) 기둥을 세우면 필요에 따라 임시지주(버팀목 등)를 설치하고, 기둥의 안정을 꾀한다.

(3) 클램프는 소정의 조임 토크 35 N·m로 균일하게 연결한다. 조임 토크 35 N·m, 팔 길이 300 mm 의 라쳇 스패너를 사용하는 경우로, 120N정도의 힘으로 조인다.

(4) 지상에서 첫 번째 띠장은 2 m 이하에 설치한다.

(5) 장선은 띠장보다 50mm 이상 밀어 내어 장치한다.

(6) 기울어짐을 방지하기 위해 비계를 수층 쌓아 올린 시점에서, 임시 가새 또는

큰 가새를 장치한다.

(7) 가새는 벽 연결과의 관계로 설치가 부적합하게 되기 때문에 먼저 장치한다.

(8) 벽 연결의 설치 위치는 기둥과 띠장과의 교차 부근의 건물 대지로 한다.

(9) 벽 연결은 소정의 간격 이외에도 비계의 최상층 및 측끝에도 장치한다.

(10) 구체 콘크리트를 타설하기까지는 통상 비계의 최상부에 벽 연결을 조립하는 것이 어려우므로, 비계의 붕괴를 방지하기 위한 조치가 필요하다.

(11) 작업바닥용으로 설치하는 비계발판의 빈틈은 30mm 이하로 하고, 장선에 번선(annealing wire) 등의 소정의 것(통상적으로는 Ø 3.2, 4.0 mm 의 철사)으로 확실하게 연결한다.

(12) 비계 발판 단부의 돌출길이는 100mm 이상 200mm 이하로 한다.

(13) 비계 발판을 직사각형 방향으로 겹치는 경우는 지점 위에서 겹치고, 그 겹친 부분의 길이는 200mm 이상으로 하여, 반드시 연결한다.

(14) 각면 코너부의 주틀은 전·후측 모두 2층마다 비계용 강관과 연결 철물(클램프)로 연결하고, 코너부는 비계 발판을 깔아 나열한다.

3.9.3 틀비계

틀비계를 조립하는 경우는 규정대로 부재를 확실하게 설치함과 동시에 최하단은 수평·수직이 되도록 정확하게 설치하고, 상부 틀에 영향이 없도록 한다. 또 최대 적재 하중을 정해 작업원에게 주지시킨다.

(1) 주틀

주틀을 쌓아 올릴 때마다 각주 조인트부의 이탈방지를 확실하게 행한다.

(2) 바닥 부착 띠장틀

① 바닥 부착 띠장틀을 잡는 철물은 빠지지 않도록 완전히 잠근다.

② 바닥 부착 띠장틀은 2장 깔개를 나열하는 경우 가능한 한 빈틈이 없도록 한다.

(3) 교차 가새는 주틀을 1단 늘릴 때마다 양측에 넣는다.

(4) 벽 연결

① 벽 연결은 벽면에 가능한 한 직각으로 장치한다. 만일, 구조물의 구조 등으로 직각으로 설치하기 어려운 경우에는 주틀 사이에 비계용 강관을 놓고, 이것에 벽 연결을 장치한다.

② 벽 연결은 소정의 간격으로 장치하는 이 외에 공사 중인 구조물 등의 최상부에서 반드시 취한다.

③ 벽 연결용 앵커를 콘크리트에 메울 때는 전용인 것을 사용한다. 또한, 다음 앵커의 경우 앵커 시공의 질이 뽑아내는 강도에 영향을 주기 때문에 그 시공에는 충분히 주의하여야 한다.

④ 주틀의 다리기둥에 벽 연결을 조립하는 경우는 가능한 한 각주와 횡지주의 교점 부근에 한다.

(5) 난간
각 층의 양끝 쪽 및 작업바닥의 개구부에는 강관 혹은 전용부재를 사용하여 난간을 장치한다.

(6) 가새를 떼어내야 하는 경우의 주의사항
가새를 제거하는 것은 구조상 약점이 되기 때문에 보강이 필요하고, 또 추락 방지 기능을 가지고 있으므로 이를 대신할 수 있는 추락 방호 조치를 할 필요가 있다.
가새는 주틀의 면외좌굴을 방지하기 위한 부재이다. 따라서 작업바닥이나 어쩔 수 없이 구조물 측의 작은 부분의 가새를 떼어내는 경우는 다음의 점에 유의하여야 한다.

① 교차 가새가 없는 주틀의 강도는 양면에 교차 가새를 장치한 비계에 비해 표준틀에서 약 30 %, 간이 틀에서 약 10 % 정도가 감소하므로, 앵커 강도가 부족한 경우에는 단관 등으로 보강한다.
② 가새를 빼는 장소는 난간 등의 추락 방호 조치를 한다.
③ 벽 연결이 설치되어 있는 층은 떼내지 말 것
④ 반드시 각 층, 각 스팬마다 전폭으로 띠장틀 또는 바닥 부착 띠장틀을 설치한다.
⑤ 작업 종료 후 조속히 복원시켜 놓는다. 또한 복원할 수 없는 경우 사재 등에 의해 보강한다.

3.9.4 달비계
앵커 볼트가 조립도대로 배치되어 있는지를 확인한다. 또, 콘크리트 구체에 장치하는 경우에는 콘크리트가 소정의 강도로 되어 있는 것을 확인하고, 파괴·탈락이 없도록 하는 것이 중요하다.

(1) 설치볼트를 확실하게 단단히 조이고, 브래킷은 수평이 되도록 설치한다.
(2) 멍에에 H강, 경량 지지보(페코빔 등)등을 사용하는 경우는 용접 또는 볼트로 조인다. 또 H강인 경우의 이음매 위치는 브래킷 위를 원칙으로 하지만, 부득이하게 중간에 연결시키는 경우에는 강재판을 사용해 소정의 볼트로 단단히 조인다.
(3) 장선을 비계의 기둥 위치에 맞춰 배치한다.
(4) 장선(경량 지지보를 사용하였을 때는 보)의 표면에는 비계발판 등을 전면에 깔아 놓고, 비계 다리부의 베이스 철물을 못으로 고정한다.
(5) 브래킷의 끝은 만일을 위해 구체에 와이어 등으로 붙이는 것이 좋다.
(6) 콘크리트 구체에 브래킷을 장치하는 경우는 앵커 볼트와 콘크리트의 부착력을 체크하고, 하중에 대한 안전성을 확인한다. 부착력은 콘크리트의 압축 강도로 추정하지만 압축 강도는 공시체의 압축 강도 시험 혹은 슈미트 해머에 의한 비파괴 시험 등의 방법으로 구한다.

(7) 브래킷이나 장선을 장치하기 위한 비계가 필요해지는 경우가 있기 때문에, 그 준비를 배려한다.

(8) 조립 및 작업에 있어서는 다음 사항을 준수하여야 한다.

① 안전담당자의 지휘 하에 작업을 진행하여야 한다.

② 와이어 로프 및 강선의 안전계수는 10 % 이상이어야 한다.

③ 와이어 로프의 일단은 권양기에 확실히 감겨져 있어야 하고 제동장치를 설치하여야 한다.

④ 승강하는 경우 작업대는 수평을 유지하도록 하여야 한다.

⑤ 제한하중 이상의 작업원이 타지 않도록 하여야 한다.

⑥ 작업발판은 0.2 m 이상의 폭이어야 하며, 움직이지 않게 고정하여야 한다.

⑦ 발판 위 약 100 mm 위까지 낙하물 방지조치를 하여야 한다.

⑧ 난간은 표준안전난간을 설치하여야 하며, 움직이지 않게 고정하여야 한다.

⑨ 작업의 성격상 표준안전난간을 설치하는 것이 곤란하거나 임시로 표준안전난간을 해체하여야 하는 경우에는 추락방지망을 치거나 안전대를 착용하여야 한다.

⑩ 안전모를 착용하고 구명줄을 휴대한다.

⑪ 달비계 틀 위에서는 각립사다리 등을 사용해서는 안 된다.

⑫ 난간 밖에서 작업하지 않도록 하여야 한다.

⑬ 급작스런 행동으로 인한 비계의 동요, 전도 등을 방지하여야 한다.

3.9.5 말비계 및 매다는 비계

(1) 말비계 (안장비계, 각주비계)

① 사다리의 각부는 수평하게 놓아 상부가 한쪽으로 기울지 않게 한다.

② 각부에는 미끄럼 방지장치를 하여야 하며, 제일 상단에 올라서서 작업하지 않도록 한다.

(2) 매다는 비계

작업 장소의 요소에는 버팀선을 설치하고, 작업자의 이동 및 작업 중의 안전을 꾀한다. 또 최대 적재 하중을 정해 작업원에게 주지시킨다.

매다는 선반 비계의 조립 순서는, 체인의 배치→거더의 설치→장선의 설치→비계발판의 배치 순서로 된다.

① 체인의 수는 사전에 각 보마다 그 필요수를 배치한다.

② 거더의 바깥부에의 돌출은 1 m 정도로 하고, 돌출한 끝은 정돈한다.

③ 장선은 거더로 연결철물식 또는 번선(annealing wire)으로 연결한다. 연결작업은 신체가 불안정해지기 쉬워 위험하기 때문에 발디디는 곳에 주의하고, 안전띠를 최대한으로 사용하여 행한다.

④ 거더 또는 장선을 연장하기 위한 조인트는 겹쳐서 연결하고, 연결 클램프 또는 열처리된 철사로 3군데 이상 결속한다.

⑤ 거더의 조인트 부분에서의 장선의 결속은 피한다. 해체 시에 잘못해서 열 처

리된 철선을 절단하는 일이 있으므로 주의한다.

⑥ 비계재의 연결, 떼냄, 이동 등의 작업에는 폭 200mm 이상의 비계발판을 만들고, 작업원에게 안전대를 사용하게 한다.

⑦ 재료, 기구·공구 등을 올리고 내릴 때는 매다는 밧줄, 매다는 자루 등을 사용한다.

⑧ 조립 후 처짐이나 흔들림의 상태를 확인하고, 필요에 따라 체인, 번선(annealing wire), 와이어 로프 등으로 보강한다.

3.9.6 경사로

(1) 건설공사 중이거나 폭풍, 진동 등 외력에 대하여 안전하도록 설계되어야 하며, 작업원 이동 시 추락·전도·미끄러짐 등의 재해를 예방할 수 있는 대책이 강구되어야 한다. 또한 상부로부터의 낙하물에 의한 위험요소를 제거하여야 하고, 경사를 완만하게 하여 작업자가 오르내리기에 편리한 구조이어야 한다.

(2) 경사로를 설치, 사용함에 있어서 아래 사항을 준수하여야 한다.

① 경사로는 항상 정비하고 안전통로를 확보하여야 한다.

② 비탈면의 경사각은 30도 이내로 하며, 미끄럼막이 간격은 최소 300 mm 이상으로 한다.

③ 경사로의 폭은 최소 900 mm 이상이어야 한다.

④ 높이 7 m 이내마다 계단참을 설치하여야 한다.

⑤ 추락방지용 표준안전난간을 설치하여야 한다.

⑥ 목재는 미송, 육송 또는 동등 이상의 재질을 가진 것이어야 한다.

⑦ 경사로 지지기둥은 3m 이내마다 설치하여야 한다.

⑧ 발판은 폭 400 mm 이상으로 하고, 간격은 30mm 이내로 설치하여야 한다.

⑨ 발판이 이탈하거나 한쪽 끝을 밟으면 다른 쪽이 들리지 않게 장선에 연결하여야 한다.

⑩ 결속용 못이나 철선이 발에 걸리지 않도록 한다.

⑪ 발판은 3개 이상의 장선에 지지되어야 한다.

3.9.7 통로발판

(1) 외벽 마무리작업, 재료의 운반, 단시간 작업 시의 재료 치장 등에 이용되는 작업장비로서 중하중용과 경하중용으로 구분 설계하여야 한다. 특히 작업자의 추락, 재료와 공구의 낙하에 대체할 수 있는 안전조치를 취하여야 한다.

(2) 통로발판을 설치 사용함에 있어서 아래 사항을 준수하여야 한다.

① 근로자가 작업 또는 이동하기에 충분한 넓이가 확보되어야 한다.

② 추락의 위험이 있는 곳에는 표준안전난간이나 철책을 설치하여야 한다.

③ 발판을 겹쳐 이을 때는 장선 위에서 이음을 하고, 겹침길이는 200 mm 이상으로 하여야 한다.

④ 발판 1개에 지지물은 2개 이상이어야 한다.

⑤ 작업판은 파손되기 쉬운 벽돌, 배수관 등으로 엉성하게 지지되어서는 안 된다.
⑥ 작업판의 최대폭은 1.6 m 이내이어야 한다.
⑦ 작업판 위에는 돌출된 못, 옹이, 철선 등이 없어야 한다.
⑧ 비계발판의 구조에 따라 최대 적재하중을 정하고 이를 초과하지 못하도록 하여야 한다.

3.9.8 사다리

(1) 높은 곳에서의 작업이나 물품의 운반 및 통로의 수단으로 비계를 설치하기 곤란한 곳이나 작업이 간단한 곳, 또는 실내에서의 작업에 편리하게 사용하기 위한 것으로 견고하고 안전하게 설계되어야 한다.

(2) 고정사다리는 90 °의 수직이 가장 적합하며, 경사를 둘 필요가 있을 경우에도 수직면으로부터 15 °를 초과해서는 안 된다. 옥외용 사다리나 높이 9m를 초과하는 사다리는 철재를 원칙으로 하며, 높이 9 m 마다 계단참을 두어야 하고 사다리 전면의 사방 0.75 m 이내에는 장애물이 없어야 한다.

(3) 이동사다리는 다음 사항을 준수하여야 한다.

① 길이가 6 m 를 초과해서는 안 된다.
② 다리의 벌림은 벽 높이의 1/4 정도가 적당하다.
③ 다리부분에는 미끄럼 방지장치를 하여야 한다.
④ 벽면 상부로부터 최소한 1 m 이상의 연장 길이가 있어야 한다.

(4) 특수사다리

① 기계사다리

기계사다리는 길이를 기계적으로 연장시킬 수 있는 것으로서 다음과 같은 안전조치를 갖추어야 한다.

가. 추락방지용 보호손잡이 및 발판이 구비되어야 한다.
나. 작업자는 안전대를 착용하여야 한다.
다. 사다리가 움직이는 동안에는 작업자가 움직이지 않도록 사전에 충분한 교육을 시켜야 한다.

② 연장사다리

연장사다리는 도르래와 당김줄에 의하여 임의 길이를 연장 또는 축소시킬 수 있는 특수한 사다리로 그에 대한 준수사항은 다음과 같다.

가. 총길이가 15 m 를 초과하여서는 안 된다.
나. 사다리의 길이를 고정시킬 수 있는 잠금쇠와 브래킷(bracket)을 구비하여야 한다.
다. 도르래 및 로프는 충분한 강도를 가진 것이어야 한다.

(5) 사다리 작업안전을 위해서는 다음 사항을 준수하여야 한다.

① 안전하게 수리될 수 없는 사다리는 작업장 외로 반출시켜야 한다.
② 사다리는 작업장에서 위로 1 m 는 연장되어 있어야 한다.

③ 상부 또는 하부가 움직일 염려가 있을 때에는 작업자 이외의 감시자가 있어야 한다.
④ 부서지기 쉬운 벽돌 등을 받침대로 사용하여서는 안 된다.
⑤ 작업자는 복장을 단정히 하여야 하며, 미끄러운 장화나 신발을 신어서는 안 된다.
⑥ 지나치게 부피가 크거나 무거운 짐을 운반하는 것은 피하여야 한다.
⑦ 출입문 부근에 사다리를 설치할 경우에는 반드시 감시자가 있어야 한다.
⑧ 금속사다리를 전기가 있는 곳에서 사용하지 않는다.
⑨ 사다리를 다리처럼 걸쳐서 사용하여서는 안 된다.

3.9.9 교각 시공용 리프트

(1) 공사가설 여건에 따라 기존 비계공법이나 이동식 거푸집(slip Form) 대신에 철골블록식 프레임구조를 이용한 교각 시공용 리프트 공법이 유리할 경우 경제성이나 시공성 분석을 수행하여야 한다.
(2) 시공자는 시공전 상세 계산과 도면이 포함된 시공 계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

6-3-4 가설흙막이

1. 일반사항

1.1 적용범위

교량 기초나 지하구조물에 대한 터파기를 안전하게 시공하기 위하여 설치하는 흙막이공법 중 H형강과 목재 토류판을 사용한 흙막이 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1	총칙편 2-2	공사관리
1.2.2	총칙편 2-4	공무행정 및 제출물
1.2.3	총칙편 제3장	자재관리
1.2.4	총칙편 제4장	품질관리
1.2.5	3-3	구조물 및 지장물 제거
1.2.6	3-7	구조물 기초터파기, 되메우기 및 뒤채움
1.2.7	6-1	교량공사 일반
1.2.8	6-2-1	직접기초
1.2.9	6-2-2	기성말뚝
1.2.10	6-4-1	일반 콘크리트
1.2.11	6-4-12	조적 및 주입용 모르타르

1.3 참고규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS B 0885 수동 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS F 4604 열간 압연강 널 말뚝
KS F 8024 흙막이판
KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선

1.3.2 관련시방서 및 기준

(1) 구조물기초설계기준
(2) 건설공사 시공과 관련한 지하매설물 안전관리 요령

1.3.3 관련법규

(1) 건설기술관리법 제24조
(2) 건설기술관리법 시행규칙 제15조 2
(3) 도로법(도로점용규칙)

1.4 제출물

1.4.1 현장동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 2-2절 의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.2 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 4-1절 의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

시공상세도면은 총칙편 2-4절 1.4에 따라 다음사항을 추가하여 작성하여야 한다.

(1) 가설 구조물도
(2) 구조 계산서
(3) 세부 상세도
(4) 시공 순서도

1.4.4 대안제출

계약상대자는 설계도서에 의한 시공이 곤란할 때는 대안을 세워야 한다.

1.5 지반조사

계약상대자는 구조물 시공에 필요한 경우 감독원의 승인을 받은 후 지반조사를 실시하여야 한다.

1.6 기존 구조물의 근접시공

이 시방서 6-1절 3.3의 해당사항에 따른다.

1.7 타 공정과의 협력작업

계약상대자는 흙막이 공사 구간에 인접한 관로작업, 구조물 설치작업, 도로작업 및 부대시설물 설치작업 등과 흙막이 작업이 서로 지장이 되지 않도록 공사 착수 전에 조정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 강널말뚝재료는 KS F 4604 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.2 엄지말뚝 및 버팀보에 사용되는 H-PILE은 KS D 3503 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.3 앵커로 사용되는 PS 강선 및 PS 강연선은 KS D 7002 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.4 흙막이판
(1) 흙막이판 재료는 KS F 8024 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
(2) 변형 및 옹이 등의 흠집이 없는 양질의 것을 사용하여야 한다.
2.1.5 콘크리트는 이 시방서 6-4-1절의 해당사항에 따른다.
2.1.6 그라우트재는 이 시방서 6-4-12절의 해당사항에 따른다.

2.2 장비
천공장비는 이 시방서 6-2-2절에 적합하여야 한다.

2.3 자재 품질관리
2.3.1 시험

표 6-3-4-1 PS 강선 시험

종별	시험종목	시험방법	시험빈도
PS 강선 및 PS 강연선	KS D 7002에 규정된 시험종목	KS D 7002	제조회사별

3. 시 공
3.1 시공준비
3.1.1 사전조사 및 준비검사
(1) 계약상대자는 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(매설물, 가공물, 도로구조물, 연도건물, 지반, 노면교통 등)을 고려한 흙막이벽 시공계획서를 작성하여 감독원의 확인을 받아야 한다.
(2) 설계 시 주변현황을 충분히 반영했을지라도 굴착시기가 현저히 늦어져 굴착작업 시 주변 여건이 변경된 경우는 이를 충분히 반영하여 재설계를 실시하고, 감독원의 승인을 득한 후 굴착작업에 임하여야 한다.(굴착 설계도서 납품일에서 6개월 이상 경과 시 필히 주변상황 재검토)
(3) 시공계획서는 상세한 위치, 사용기계, 공정, 지장물 처리 방법 등을 기재하여야 한다.
(4) 설계도서에 의한 시공이 곤란할 경우에는 해당 부분의 시공상세도 및 구조계산서를 제출하여 감독원의 확인을 받아야 한다.
(5) 시공기계가 작업중에 기울어짐 등의 위험이 예상되는 지점에서는 사전에 동바리를 설치하거나 시공기계가 설치될 지면에 대한 개량작업 등을 하여야 한다.

3.1.2 지하수 조사

굴착 전 지하수의 위치를 재조사하여야 한다.

3.1.3 주위 건물 및 기타 시설물의 조사

(1) 굴착 전에 주위 건물과 지상 위에 설치된 시설물에 대해 철저히 조사하여 균열상태·균열의 크기·시설물의 상태·시설물의 안전도 등 굴착 전의 상태를 정확히 기록하고, 굴착 후 변동사항을 비교할 수 있도록 기록대장을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 보존하여야 한다.

(2) 흙막이공사 주변의 건물에 피해가 예상되면 주변건물의 기초와 건물 밑의 지질을 조사하여 안전여부를 검토하고, 흙막이 공사로 인한 지반의 이완이 우려되고 지하수위의 저하로 지반침하가 우려되면 그라우팅공법 등 적절한 공법으로 건물의 균열이나 침하가 일어나지 않도록 보강조치를 하여야 한다.

3.1.4 지하수 차수대책

굴착작업 시 지하수에 대한 차수공법이 필요하다고 판단될 경우 감독원의 승인 하에 차수공법을 시공하고, 부분적인 누수가 발생할 경우에는 보완계획서를 감독원에게 제출하여 확인을 받아 조속히 보완공사를 실시하여야 한다.

3.1.5 흙막이 공사에 따른 배수 대책

흙막이 공사완료 후 구조물 공사 중에 발생할 수 있는 구조물 떠오름에 대해 관찰하고, 시설물 주위에 배수시설을 설치하여 지하수 또는 지표수가 흙막이 공사장 내부로 유입되지 않도록 하여야 한다.

3.1.6 지중시설물의 보호

(1) 지중시설물의 보호 및 복구는 계약상대자의 책임 하에 시공하여야 하며, 필요에 따라 시설물관리자의 입회를 받아야 한다.

(2) 현장에는 전담요원을 두고 항상 점검·보수를 하여야 한다. 특히 관류의 이음·곡관·분기관·단관부·개폐부 및 맨홀의 부속품·밸브 등의 취약개소는 중점적으로 점검하고, 보호공의 보수·보강에 유의하여야 한다.

(3) 만일 지중매설물에 이상이 발생하였을 때에는 즉시 관리자에게 연락하고 조속히 보수하거나 관리자의 조치에 적극 협조하여야 한다.

(4) 특히 가스관, 수도관, 하수도관 등의 사고에서 2차 재해의 우려가 있는 경우에는 계약상대자는 조속히 교통의 차단, 통행자와 연도 주거자의 대피유도, 부근의 화기엄금 등 필요한 조치를 강구함과 동시에 감독원과 관리자, 경찰서, 소방서 등의 관계자 및 관계기관에 연락하여야 한다.

3.1.7 지중시설물의 철거

(1) 지중시설물 및 장애물은 3-3절에 따라 철거되어야 한다.

(2) 터파기 전에 공사와 간섭되는 지중시설물이 발견되고 도면에 명시되어 있지 않은 경우 시정할 수 있도록 즉시 감독원에게 통지하여야 한다.

3.1.8 교통처리 계획
계약상대자는 공사 착수 전에 토류벽 공사에 의한 공사구간의 교통처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등을 작성하여 감독원에게 사전확인을 받아야 하며, 감독원은 교통처리상 필요하다고 인정되는 제반 임시조치를 계약상대자에게 요구할 수 있다.

3.1.9 흙막이 가시설로 인한 주변의 피해사항은 계약상대자가 피해자와 충분한 협의 하에 피해보상 및 복구를 하여야한다. 또한 계약상대자는 주변상황을 흙막이공사 착수 전 상태로 복구하여야 한다.

3.1.10 시공 안전대책을 수립하여 안전에 만전을 기하여야 하며, 필요한 장소에 교통안전표지판 등을 설치하고, 교통정리원 상주 등의 대책을 실시하여야 한다.

3.1.11 인근 주민에게 본 공사 내용을 주지시키고 협조를 얻은 후에 착공에 임하여야 한다.

3.1.12 기타 설계도서에 명기하지 않은 경미한 제반사항에 대하여는 감독원의 지시를 따른다.

3.1.13 현장 지반요건이 풍화암 이상의 암층일 경우, 주위의 인접건물에 피해가 예상될 경우에는 강말뚝의 직접 항타를 피하여야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 기초터파기는 3-7절의 해당사항에 따른다.

3.2.2 콘크리트 타설은 6-4-1의 해당사항에 따라야 한다.

3.3 줄파기

3.3.1 도로측에 접한 구간은 항타를 하기 전, 천공위치에 따라 줄파기를 하여 지하매설물의 유무를 확인하여야 한다.

3.3.2 지하매설물이 있을 때에는 관계기관과 협의 후, 그 시설과 기능에 손상이 없도록 보호공을 설치하여야 한다.

3.3.3 가능한 적은 범위 내에서 줄파기를 하고, 보행자의 안전을 위해 보도 경계선에 가설 울타리를 설치하여야 한다.

3.4 천 공

3.4.1 현장 지반조건이 풍화암 이상의 암층으로서 주위의 인접건물에 피해가 예상되는 경우 말뚝의 직접 항타를 피하고 천공을 하여야 한다.

3.4.2 현장 여건에 적합한 천공장비를 선정하여 사용하여야 한다.

3.4.3 천공할 위치에 지장물이 존재할 경우 지장물을 제거 또는 지장물의 안정성을 확보한 후, 천공작업을 하여야 한다. 또한, 천공작업 중에는 수시로 지반의 안정성을 확인하여야 한다.

3.4.4 H 형강 말뚝을 관입시킬 수 있도록 천공하여야 하며, 천공깊이, 직경 및 간격 등은 설계도서에서 명시된 대로 시행하여야 한다.

3.4.5 만약 천공면 상단부의 붕괴가 우려되면 케이싱 등을 설치하여 천공면을 보호하여야 한다.

3.5 엄지말뚝(H-PILE) 박기

3.5.1 항타장비를 이용하여 삽입하는 경우에는 말뚝의 종류, 중량, 근입장, 타입본수, 토질, 주위환경 등을 고려하여 안전하고 경제적인 장비를 선택하여야 한다.

3.5.2 전면 플랜지(flange)에 일정간격으로 심도를 표시하여 근입정도를 지표면에서 확인할 수 있어야 한다.

3.5.3 근입심도, 간격 및 배열상태는 설계도서에 명시된 대로 시행한다.

3.5.4 말뚝의 경사도는 1/200 이하로 한다.

3.5.5 엄지말뚝은 굴착이 예정된 깊이에 도달한 후 빠르게 설치해서 이음 접합부를 완성시켜야 하며, 이음은 연결판을 이용한 필렛용접 또는 볼트이음을 하며, 이음의 위치가 동일 높이에서 시공되지 않도록 한다.

3.6 굴착

3.6.1 계약상대자는 흙막이 공사 중 지하매설물 발견 시에는 건설공사 시공과 관련한 지하매설물 안전관리 요령(국토해양부)에 따라 지하매설물을 처리 및 보호하여야 한다.

3.6.2 흙막이판 삽입 시 흙막이판 이면에 많은 공극이 발생되므로 이에 대한 피해를 대비해서 공극을 최대한 줄이는 방법으로 시공하며, 흙막이판 배면에는 양질의 재료를 넣어 충분히 다져야 한다.

3.6.3 설계도서에 명시된 폭과 깊이에 따라 굴착을 하여야 하며, 단계별로 정해진 심도 이상으로 굴착하지 않아야 하며, 불가피하게 과굴착할 경우에는 흙막이의 변위와 지반침하·히빙(heaving) 및 보일링(boiling) 등에 대한 검토가 이루어져야 한다.

3.6.4 설계도서에 표시된 폭과 깊이에 따라 굴착을 하여야 하며, 지나치게 굴착하였을 경우에는 양질의 재료로 되메우기를 한 후 충분한 다짐을 한다.

3.6.5 굴착은 반드시 중앙선행방식으로 실시하여야 한다.

3.6.6 피압대수층에서 굴착 시에는 대수층내의 수압으로 인한 지반의 융기에 대한 검토가 필요하며, 굴착 시의 용수는 신속하게 배수 또는 차수하여 시공성, 지내력 및 안정성의 저하를 막아야 한다.

3.6.7 굴착 시 바닥면의 부풀음 또는 주변 지반이나 구조물로의 예측하지 못한 사태에 대한 대책을 준비하여야 한다.

3.6.8 토류시설 없이 굴착면을 장기간 방치해서는 안 되며, 장기간 방치가 필요한 경우에는 최하단 지보공 이하 일정부분을 다시 되메우거나 별도의 지보공을 설치하여야 한다.

3.6.9 굴착이 완료되면 면고르기를 하고 측량을 실시한 후 감독원의 확인을 받아야 하며, 기초지반의 재료 특성을 확인한 후 기초공사를 시행하여야 한다.

3.7 지보공

3.7.1 지보공은 설계도서에 의거하여 시공하여야 한다.

3.7.2 굴착이 지보공의 설치위치까지 진행되었을 때에는 굴착 바닥면을 정리하고 지보공을 설치하여야 하며, 그 하부의 굴착은 설치완료 후 시행하여야 한다. 단, 장비의 작업공간 확보를 위하여 버팀대 설치 전에 하부를 굴착하여야 할 경우에는 굴착을 중앙부로부터 벽체방향으로 진행시키고, 벽체 쪽에 소단이 유지되도록 한 후 버팀대 설치 직전에 소단을 제거하도록 하여야 한다.

3.7.3 지보공은 설치위치, 시기, 방법 등을 종합적으로 검토하여 시공하여야 한다.

3.7.4 띠장, 버팀보의 설치간격은 설계도서에 명시한 값 이내로 하며 지장물의 유·무 또는 구조물의 타설 계획, 재료 및 장비 투입 공간 확보로 부득이 명시된 값을 초과할 경우에는 별도의 보강대책을 수립하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.7.5 지보공의 철거는 공사의 진척에 따라 순차적으로 필요한 개소부터 시행하여야 하며, 구체 또는 되메우기 토사 등에 의하여 흙막이 벽에 작용하던 하중에 대한 지지력이 확보된 후에 시행하여야 한다.

3.7.6 가공은 깨끗하게 마무리하여야 하며, 절단면과 모서리는 정확하게 가공하여야 한다.

3.7.7 가공 마무리된 부재는 비틀림이나 구부림이 없어야 하고, 모든 연결부는 틈이 없도록 조치하여야 한다.

3.7.8 부재의 이음은 결함이 발생되는 일이 없도록 하여야 한다.

3.7.9 현장용접은 안전에 특히 유의하여 시공하고, 용접 전에 결함을 발생시킬 염려가 있는 유해한 흙, 녹, 도료, 기름 등을 완전 제거한 후에 용접부위를 충분히 건조시킨 후 시행하여야 한다.

3.7.10 별도 명기하지 않은 용접두께는 용접모재의 최소두께보다 두껍게 하는 것을 원칙으로 하며, V용접·K용접 X용접 등의 적정한 용접법을 적용하여야 한다.

3.7.11 모서리 보강이나 수평 버팀대(strut)를 설치하기 위하여 가압용 잭(jack)을 사용하는 경우 정해진 위치에 설치하여 수평 버팀대가 뒤틀려지거나 튕겨져 나오는 사고가 없도록 하여야 한다. 또한 잭(jack)을 충분히 조여서 버팀보에 소정의 축력(토압의 반력)이 작용되게 하여야 한다.

3.7.13 띠장 및 버팀보를 설치할 경우 정위치에 고정시킬 수 있도록 받침대 연결재가 안전하여야 한다.

3.7.14 잭의 가압은 정해진 압력의 0.2배씩 단계적으로 증가시키면서 순자척으로 가압하도록 하고 가압중 부재의 변형유무를 검사하면서 시행하도록 한다.

3.8 띠장(wale)

3.8.1 띠장은 흙막이 벽으로부터 하중을 받아 이것을 버팀보 또는 흙막이 벽 앵커에 균등하게 전달되도록 시공하여야 하며, 간극이 있을 경우 하중의 균등한 분배를 위해 간극을 보강재로 채운 후 전면 용접(welding)을 하여야 한다.

3.8.2 버팀보와의 접합부에는 반드시 보강재를 설치하여야 한다.

3.8.3 띠장은 버팀보에 시공되는 경우 전 구간에 걸쳐 연속재로 연결되어야 하며, 기타의 경우에는 설계도서에 준하여 시공하여야 한다.

3.8.4 버팀보 하중에 의한 띠장의 휨 변형이 발생하지 않도록 띠장 배면에 끼움쇠를 두어야 한다.

3.8.5 지반앵커(ground anchor) 설치 시 띠장은 기본적으로 설계에 의거하여 시공한다. 다만, 앵커의 각도가 프리스트레스에 의해 비틀림 현상 발생이 우려되는 경우 2중 띠장으로 하고, 고임쐐기로 지반앵커 천공각도를 맞추는 것을 원칙으로 한다.

3.9 버팀보(strut)

3.9.1 버팀보는 띠장으로부터의 하중을 균등하게 지지할 수 있도록 시공하여야 한다.

3.9.2 버팀보 설치 시에는 쐐기 등을 적절히 사용하여 띠장과 직각을 유지하도록 하여야 한다.

3.9.3 버팀보 설치위치는 구조물의 슬래브(slab) 위치를 감안하여 중복되지 않도록 하여야 한다.

3.9.4 배치된 버팀보 부재의 좌굴검토는 물론 전체 구도가 좌굴에 대하여 안정되도록 브레이싱(bracing)을 하여야 한다.

3.9.5 버팀보를 두개 묶어서 사용할 경우에는 U-볼트 등으로 결속시켜야 한다.

3.9.6 스크류 잭(jack) 사용 시 용량과 재킹(jacking)력이 적합한지 확인하여야 한다.

3.9.7 버팀보는 유압잭 등으로 선행하중을 충분히 가한 후 스크류 잭(Screw jack)을 단단히 조여야 한다.

3.9.8 경사 버팀보는 기설치 되어 있는 연결 버팀보에 무리한 하중이 걸리지 않는 방법으로 시공하여야 한다.

3.9.9 버팀보 설치 전에 굴착면은 소단상태를 유지하여야 한다.

3.9.10 프리스트레스(prestress)에 의하여 변위를 감소시키고자 하는 경우나 버팀보(strut)가 대단히 길어서 온도변화에 신축이 클 경우 등은 유압잭을 사용하여 프리스트레스량을 정량화하고, 버팀보·중간말뚝 및 브레이싱을 볼트로 연결하여 트러스(truss) 구조화시킨다.

3.9.11 굴착진행에 따라 즉시 거치되어야 하며, 수평오차는 ±30 mm 이내가 되어야 한다.

3.9.12 버팀보 설치 후 감독원의 검사, 지적사항에 대하여는 신속히 수정·보완하여야 한다.

3.9.13 버팀보는 수직하중을 받는 부재가 아니므로 공사 중에 장비나 자재 등을 적재하여서는 안 된다. 설계도서에 표시되지 않은 하중(지장물)을 버팀보에 설치하게 될 경우에는 반드시 전문가의 안전검토 및 감독원의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.9.14 최상단에 설치되는 버팀보는 반드시 반대편 흙막이 벽까지 연장되어야 하며, 중간 파일(Pile) 등에 의해 단절되어서는 안 된다. 또한 이러한 경우에는 편토압에 대한 검토가 수행되어야 한다.

3.9.15 경사 버팀보 가설 시 띠장과의 접합부는 45°보다 예각이 되지 않도록 시공하여야 한다.

3.9.16 버팀보의 해체작업은 해체순서 및 방법을 수립하여 해당분야 전문기술자의 안전검토를 받아 감독원의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.10 흙막이판

3.10.1 흙막이판은 배면지반과 밀착시공 되어져야 하며, 간극이 있거나 배면지반이 느슨할 경우 양질의 토사로 채운 후 다짐하거나, 소일시멘트(soil cement)로 채워야 한다.

3.10.2 흙막이판은 굴착 즉시 설치하여 배면지반의 과도한 변형이나 토사유실을 방지하여야 한다.

3.11 앵커(Anchor) 설치

3.11.1 앵커의 설치는 앵커가 설치되는 주변의 지장물에 영향을 주지 않아야 하며, 중요 지장물이 있을 경우는 반드시 해당분야 전문기술자의 안전검토를 받아 감독원의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.11.2 천공, 앵커설치 및 주입 공정은 단시간 내에 이루어질 수 있도록 준비하여야 한다.

3.11.3 계약상대자는 앵커 설치 시 다음 각 호의 사항에 대하여 주의하여야 하고, 예기치 않은 사태가 발생했을 때를 고려하여 조치 가능한 체계를 갖추고 있어야 한다.

(1) 토질의 상황
(2) 정착시킨 지층
(3) 천공깊이
(4) 지하수나 피압지하수
(5) 천공에 의한 지반의 이완
(6) 인장재의 피복
(7) 주변의 지장물(건물, 시설 등) 현황

3.11.4 계약상대자는 앵커공사 시작 전에 굴착과 그라우팅에 의하여 영향 받을 수 있는 공익설비 관로 등 지하시설물을 확인하여야 하며, 필요 시 조치계획을 강구하여야 한다.

3.11.5 공사에 사용되는 자재는 KS 규격 또는 그와 동등 이상의 제품이어야 하며, 시공 전에 감독의 승인을 받아야 한다.

3.11.6 사용되는 강연선은 KS D 7002에 적합한 것이어야 하며, 강연선에 사용하는 피복재는 내부식성·내방수성이어야 한다.

3.11.7 주입재료는 시멘트·물·혼합재로 구성되며, 그라우트의 배합은 그라우트의 품질을 만족시키고, 소요의 강도를 얻을 수 있도록 배합하며, 그라우트의 혼합재는 사전 조사·시험을 시행한 후에 사용하여야 한다.

3.11.8 앵커(anchor) 천공

(1) 천공방법은 지반조건에 따라 적정한 방법을 선택하여야 하며, 원지반 상태에 변동을 주지 않는 방법을 사용하여야 한다.

(2) 유기질 실트나 N값이 15 이하의 점성토에서는 앵커력이 작고 장기간의 크리프(creep) 현상이 일어날 수 있으므로 앵커를 정착하지 않는 것이 바람직하나, 부득이한 경우 정착길이를 길게 하거나, 가압형 앵커 등으로 시공하여야 한다.

(3) 지표와 근접한 최상단 앵커의 정착부 심도(overburden depth)는 최소 4.5 m 이상이어야 한다.

(4) 앵커가 후면의 기존건물 하부를 통과할 경우 앵커의 정착부는 최소한 기초면 하부 3 m 이하의 심도를 통과하여야 하며, 앵커의 정착부는 가급적 인접앵커의 정착부와 떨어지도록 배치하여야 한다.

(5) 천공장비는 지반조건에 적합한 장비이어야 하며 천공각도는 설계도서에 명시된 각도로서 정착부, 자유장, 정착구까지 직선을 유지하여야 한다.

(6) 붕괴가 우려되는 토질구간(여성토, 흐트러진 토사구간 등)에는 케이싱(casing)을 삽입하여 천공내부의 토사교란 및 무너짐을 방지하여야 한다.

(7) 앵커(anchor)용 천공에 있어서는 공 내면의 토질이 이완되지 않는 방법을 사용하여야 한다.

(8) 천공길이는 설계도서에 명시된 대로 하여야 하며 정착부는 파괴선 밖에 위치하도록 하고, 천공 시 정착부 토질을 확인하여 천공하고 명시된 도면과 다를 때는 감독원과 협의 후 공사를 진행하여야 한다.

3.11.9 앵커의 가동·취급·설치하는 동안 앵커와 관련부품은 청결하여야 하고, 기계적 및 구조적 결함이 없어야 하며 부식방지대책이 강구되어야 한다.

3.11.10 기 조립된 강선은 휘거나 변형되지 않고, 삽입 시 천공 홀에 손상이 가지 않도록 하면서 삽입하여야 한다.

3.11.11 강선이 쉬스관 중앙에 놓이도록 간격재(spacer 또는 centralizer)를 사용하여야 한다.

3.11.12 주입 전에는 주입재의 강도, 재료의 구성 상태, 주입량에 대하여 감독원의 확인을 받아야 하며 주입 시에는 팩커 바깥으로 주입재가 누출되지 않도록 적정한 주입압력을 유지하여야 한다.

3.11.13 앵커 긴장시험을 위한 시험앵커의 선정 및 긴장력 등은 시행 전 감독원에게 제출하여 확인받아야 한다.

3.11.14 인장재의 긴장

(1) 지반앵커의 인장은 동시 인장을 실시하여 잭킹력(jacking force)의 손실을 줄여야 하며, 인장기는 설계 잭킹력을 충분히 가할 수 있는 규격품을 사용하여야 한다.

(2) 잭(Jack)의 압력계는 공인된 교정기관에서 검·교정을 받은 장비이어야 하며, 교정 유효기간(1년)이 경과하지 않은 것이어야 한다.

(3) PS 강선의 긴장시기는 그라우트를 완료하고, 설계도서에 명시된 인발강도가 발휘된 후 긴장하여야 한다.

(4) PS 강선의 인장 시 앵커정착 헤드 면과 PS 강선은 수직을 유지하여 편심응력에 의한 강선파단이 없도록 하여야 한다.

(5) 인장력은 압력계에 나타나므로 설계 인장력을 정확하게 확인하여야 한다.

3.11.15 시험

(1) 인발시험

필요시 시험앵커를 설치하여 인발함으로써 마찰저항 정도를 확인한다.

(2) 인장시험

필요시 실제앵커에 대하여 인장단계별 늘음량을 확인한다.

(3) 확인시험

모든 앵커에 대하여 최종 늘음량을 측정한다.

3.11.16 기타

(1) 로드 셀(load cell) 및 스트레인 게이지(strain gauge)로 전반적인 거동상태를 장기적으로 점검·관측 및 측정을 행하여야 하며, 필요에 따라서는 재긴장·긴장력 완화 및 앵커의 증설 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

(2) 연약지반 굴착 시 앵커설치 전 중앙부의 과도한 굴착을 금지하여야 한다.

(3) 인장 시 배면도로의 피해여부 및 주변 앵커상태를 관찰하여야 한다.

(4) 인장 시 띠장의 휨 발생여부를 관찰하여야 한다.

(5) 앵커 홀에서 지하수가 과다하게 배출되지 않도록 차수 조치하여야 한다.

(6) 점성토 지반이나 느슨한 사질토 지반에서는 기간경과에 따라 지반앵커의 장력이 감소되므로 재인장할 수 있도록 잭을 설치할 수 있는 길이를 남기고 절단하여야 한다.

(7) 볼트구멍의 천공은 드릴머신(drilling machine)을 사용하고, 산소용접기를 사용하지 않도록 한다.

(8) 인장재의 긴장 시 및 시험 시에는 예기치 못한 인발이나 인장재의 파단 등에 의한 사고의 위험이 있으므로 긴장 중인 앵커부근에는 사람이 접근하지 못하도록 하여야 한다.

3.12 치환·철거

3.12.1 굴착 종료 후 지보공 부재의 치환·철거는 철거와 해체과정에 대한 해석을 실시하여 본체 전체의 안정을 무너뜨리지 않도록 하여야 한다.

3.12.2 해체 전·후 경사계 등을 통해 변위발생 상태를 확인한다.

3.12.3 배면 지반 및 지중매설물 등을 통해 변위발생 상태를 확인한다.

3.12.4 구조물 외벽과 흙막이 벽체사이에 공간을 되메울 경우 입도가 좋은 양질의 토사로 층다짐을 실시하여 침하요인을 배제하여야 하며, 되메우기 공간이 1 m 이내로서 다짐이 곤란할 경우에는 사질토를 사용하여 물다짐을 하거나 소일시멘트(soil cement)를 사용하여야 한다.

3.12.5 토류벽의 인발 후에는 공동이 남지 않도록 모르타르 또는 모래 등으로 완전히 충전하여야 한다.

3.13 계측

3.13.1 합리적인 시공, 안전관리 및 품질관리 목적의 정보 자료를 정확하고 신속하게 수집하기 위해서는 체계적인 계측 계획이 사전에 면밀히 수립되어 시행되어야 한다.

3.13..2 계측치를 적용한 분석자와의 신속한 계측자료 제공방법과 그 형식의 결정, 이에 따른 분석 및 제안 등을 현장시공에 신속히 반영하여야 하며, 감독원과 협의하여 시행하도록 한다.

3.13.3 계측 시행 측정자료는 측정 → 수집 → 분석 → 시공반영 → 효과검토와 향후 공사 반영의 유기적인 운영체계를 확립하고, 반드시 계측업무 전반의 상황을 전담하는 기술자를 지정하여 운영하여야 한다.

3.13.4 기본 사항에 입각하여 검토하여야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 현장 공사개요 및 규모
(2) 현장지반 및 지하매설물 등과 같은 인접환경 조건
(3) 계측 기자재의 목적에 따른 계획범위와 계측위치에 따른 계측기 종류와 수량
(4) 현장 운영을 위한 독자적인 자체 계측기 세부 시방내역
(5) 계기의 매설, 설치, 유지 보호 및 관리 방안
(6) 계측 규모에 맞는 인원확보
(7) 계측결과의 수립, 보관, 분류 양식의 합의
(8) 계측결과 해석용 전산 Computer Program 결정 및 사전교육
(9) 계측결과를 빠른 시간 내 시공에 재반영할 수 있는 유기적인 체계구성

3.13.5 계측기는 동종의 기기라도 현장조건에 맞는 계측 계획안에 따라 그 시방내역은 다르므로 감독원의 승인 후 시행하여야 한다.

3.13.6 계측기 설치위치는 현장 안전관리와 계측의 목적을 동시에 달성할 수 있도록 목적에 필요한 위치에서 수행하여야 하며, 가설 구조물의 안전시공의 목적으로 계측을 수행한다. 따라서 계측위치의 선정은 현장 상황을 대표할 수 있는 장소, 혹은 큰 변형이 예측되는 장소를 선정하여야 하며, 설치위치는 사전에 감독원의 승인 후 시행하도록 한다.

3.14 기타

3.14.1 굴착부터 해체까지 계약상대자는 매일 1회 이상 굴착면 및 주변지반과 가시설공을 점검하여 그 점검결과를 기록하여야 하며, 이상이 발견되었을 때는 즉시 감독원에게 보고하여 보강조치를 취하여야 한다. 변형상태가 시급을 요할 때는 즉시 보강조치를 실시하고 감독원에게 보고하여야 한다.

3.14.2 H-PILE 등에 의해 콘크리트 슬래브에 개구부가 생길 때는 별도의 대책을 강구하여 개구부 보강을 시행하여야 한다.

6-3-5 슬립 폼

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 슬립 폼으로 시공하는 구조물 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-4-1 일반콘크리트
1.2.3 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.4 13-12 구조용 강재

1.3 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 슬립 폼 강재

13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 콘크리트

13-4절에 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 슬립 폼에 사용되는 모든 구조용 자재는 콘크리트 압력, 형틀 전체의 자중 및 제반작업 하중에 의한 휨 및 좌굴에 견딜 수 있도록 충분한 강도와 두께를 가져야 한다.

3.1.2 슬립 폼 제작 및 설치는 사전에 구조적 안정성 검토를 확실히 하여 조립·해체 시 문제점이 발생하지 않아야 하며, 슬립 폼 제작 및 설치 시공 상세도면을 제출하여 감독원의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.1.3 잭 버팀대(Jack rod)는 슬립폼 형틀 전체의 자중과 제반작업 하중을 지지하여야 하므로 좌굴 등을 감안한 안전성을 확보하여야 한다.

3.1.4 슬립 폼은 콘크리트 측압에 견디고 모르타르 등의 손실을 방지할 수 있어야 하며, 콘크리트와 접촉되는 면에서 슬라이딩이 잘 되어야 하고 강판은 0.8 mm

이상을 사용하여야 한다.

3.1.5 요크(yoke)는 교각 단면을 형성하고 있는 거푸집을 상호간에 견고하게 결속시키고 형틀 전체에 작용하는 각종 하중이 잭을 통하여 버팀대에 전달될 수 있도록 하고, 충분한 강성을 지닌 강재로 설치하여야 한다.

3.1.6 철근조립에 필요한 공간을 확보하여야 하며, 굳지 않은 콘크리트에 하중을 가하지 않는 구조를 갖추어야 한다.

3.2 시공 시 주의 사항

3.2.1 콘크리트는 24시간 연속타설을 하므로 배치 플랜트 조종원, 애지테이터, 트럭 등에 야간작업조를 구성하여야 하며, 비상 전력시설(예비발전기)을 준비하여야 한다.

3.2.2 고공 작업 시에는 피뢰침을 반드시 설치하여 낙뢰에 대비하여야 하며, 1일 2회 이상 측량을 하여 뒤틀림과 편심을 조정하여야 한다.

3.2.3 거푸집 상승 시 콘크리트와의 마찰을 줄이고 콘크리트 표면의 원만한 성형을 위하여 잔골재의 조립률(F.M)을 3.2 이하로 관리하며, 폼 셔터(form shutter)의 철판은 가공성 및 성형성을 고려하여 1~1.2 mm 정도를 사용하는 것이 좋다.

3.2.4 요크의 간격은 2 m 정도로 하며, 모서리 부위에는 추가하여 배치한다.

3.2.5 10~20 개의 버팀대에 의지하여 거푸집이 상승하는 만큼 동시에 일정량을 정확하게 상승하여야 하나 잭(jack)별 미세한 차이가 있어 구조물의 위치이동 또는 뒤틀림이 발생하므로 연속적인 측량 및 조정이 필요하다.

3.2.6 직사각형 구조물의 경우 콘크리트 측압에 의해 긴 변이 회전하므로 이에 대해 세심한 대책이 필요하다.

3.2.7 슬립 폼(slip form) 시공 시에는 비중계법, 급결촉진법 등으로 강도를 2시간 이내에 조기 평가할 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

3.2.8 수밀한 콘크리트를 만들기 위해 다짐봉을 구조에 맞도록 제작하여 전면을 고르게 다지고, 특히 접촉부위는 정밀하게 다짐을 실시하여야 하며, 콘크리트 타설 시 작업중단으로 인하여 구조체에 시공이음이 생겨서는 안 되므로 콘크리트 공급에 철저를 기하여야 한다.

3.2.9 강우로 인해 콘크리트 타설에 영향이 없도록 천막을 준비하여야 하며, 콘크리트가 완전히 경화되기 전 거푸집 인상과 동시에 면처리를 실행하여야 한다.

3.2.10 슬립 폼 공법의 최대 장점인 시공속도를 높이기 위하여는 낮은 슬럼프가 좋으나 콘크리트 타설 후의 표면상태나 시공성 등을 감안하여 감독원의 확인을 받아 고유동화제를 사용할 수도 있다.

3.3 시공 허용오차

3.3.1 거푸집 표면에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

6-3-6 클라이밍 폼

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 클라이밍 폼으로 시공하는 구조물 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.3 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.4 13-12 구조용 강재

1.3 제출물

1.3.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.
1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
(1) 클라이밍 폼 제작 및 설치 시공상세도
(2) 클라이밍 폼 구조계산서

2. 재 료

2.1 클라이밍 폼 강재 및 목재

강재는 13-12절의 해당사항을 준수하여야 하며, 목재는 구조계산에 따른 소요 두께 및 강도를 가져야 한다.

2.2 콘크리트

13-4절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 클라이밍 폼에 사용되는 모든 구조용 자재는 콘크리트 압력, 형틀 전체의 자중 및 제반작업 하중에 의한 휨 및 좌굴에 견딜 수 있도록 충분한 강도와 두께를 가져야 한다.
3.1.2 클라이밍 폼 제작 및 설치는 사전에 구조적 안전성 검토를 확실히 하여 조립 및 해체 시 문제점이 발생하지 않아야 하며, 클라이밍 폼 제작 및 설치

시공상세도면을 제출하여 감독원의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.1.3 클라이밍 폼은 모르타르 등의 손실을 방지할 수 있어야 하며, 콘크리트와 접촉되는 면에서 거푸집 탈착이 잘 되어야 한다.

3.1.4 철근조립에 필요한 공간을 확보하여야 하며, 굳지 않은 콘크리트에 하중을 가하지 않는 구조를 갖추어야 한다.

3.2 시공 시 주의 사항

3.2.1 배근 및 클라이밍 폼의 설치와 이동 이에 따른 자재의 운반 및 야적 등은 이들 하중을 받는 콘크리트가 유해한 영향을 받지 않는 콘크리트 재령에 도달하였을 때 시작한다.

3.2.2 클라이밍 폼의 상단이동 설치 시 앵커 주위의 콘크리트 강도가 11.0 MPa 이상 도달하였을 때 클라이밍 폼을 상단에 이동 거치시킨다. 콘크리트가 소정의 강도에 도달할 때까지 앵커에 어떠한 하중도 작용되지 않도록 하여야한다.

3.2.3 클라이밍 폼 상단 이동을 위한 앵커 등의 매입 철물은 콘크리트를 부어 넣을 때 이동하지 않도록 클라이밍 폼 합판에 견고하게 부착한다.

3.2.4 콘크리트 타설 후 매회 박리제를 도포한다.

3.2.5 Formwork system을 구성하는 각종 자재는 용접에 의한 절단, 고온의 영향, 물리적인 손상 또는 취급 부주의에 의한 손상, 부식이 되어서는 안 된다.

3.2.6 작업대(working platform)상의 판재는 구조적으로 합당한 각재로 작업 발판을 만들고 안전 난간대는 필히 설치하여야 한다.

3.2.7 고공 작업 시에는 피뢰침을 반드시 설치하여 낙뢰에 대비하여야 하며, 매 segment 마다 측량을 하여 뒤틀림과 편심을 조정하여야 한다.

3.2.8 거푸집 상승 시 미세한 차이가 있어 구조물의 위치이동 또는 뒤틀림이 발생하지 않도록 연속적인 측량 및 조정이 필요하다.

3.2.9 직사각형 구조물의 경우 콘크리트 측압에 의해 긴 변이 회전하므로 이에 대해 세심한 대책이 필요하다.

3.2.10 수밀한 콘크리트를 만들기 위해 다짐봉을 구조에 맞도록 제작하여 전면을 고르게 다지고, 특히 접촉부위는 정밀하게 다짐을 실시하여야 한다.

3.2.11 강우로 인해 콘크리트 타설에 영향이 없도록 천막을 준비하여야 한다.

3.2.12 작업자는 클라이밍 폼 위에서는 안전벨트를 착용하고, 안전벨트와 연결된 줄을 정착판 머리에 고정 확보하여야 한다.

3.2.13 Crane에 의한 Form 상부 이동 시 작업자는 이동되는 클라이밍 폼 외부에 있어야 한다.

3.2.14 클라이밍 폼 상부 이동 시 클라이밍 폼 하단부에 작업자가 있어서는 안 된다.

3.2.15 클라이밍 폼 상부 이동 시 각종 공구 및 파쇄물의 낙하를 방지할 수 있도록 안전망을 설치한다.

3.2.16 작업대 상에 적합한 사다리를 설치하여 작업인원의 안전한 통로를 확보하여야 한다.

3.3 시공허용오차

거푸집 표면에 대한 허용오차는 이 시방서 6-4-1절 3.12.2에 따른다.

6-4 콘크리트공

6-4-1 일반 콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량, 암거 및 기타 각종 구조물 콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1	총칙편 제4장	품질관리
1.2.2	6-3-3	동바리와 거푸집
1.2.3	6-4-13	줄눈 및 지수판
1.2.4	6-5	철근공
1.2.5	13-1	시멘트
1.2.6	13-3	골재
1.2.7	13-4	시멘트 콘크리트
1.2.8	13-5	레디믹스트 콘크리트
1.2.9	13-6	혼화재료

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취 방법
KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험방법 (질량방법)
KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험 방법
KS F 2422 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험방법
KS F 2423 콘크리트의 쪼갬 인장 강도 시험 방법
KS F 2427 굳지 않은 콘크리트의 반죽질기 시험 방법(비비 방법)
KS F 2428 진동식 반죽질기 측정기에 의한 콘크리트의 유동성 시험 방법
KS F 2449 굳지 않은 콘크리트의 용적에 의한 공기량 시험 방법
KS F 2452 굳지 않은 콘크리트의 반죽질기의 시험 방법(다짐도 방법)

KS F 2455 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험 방법
KS F 2456 급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법
KS F 2501 골재의 시료 채취 방법
KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
KS F 2509 잔 골재의 표면수 시험 방법
KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험 방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔 입자 (0.08mm 체를 통과하는) 시험 방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리 양의 시험 방법
KS F 2513 골재에 포함된 경량편 시험 방법
KS F 2515 골재 중의 염화물 함유량 시험 방법
KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험 방법
KS F 2523 골재에 관한 용어의 정의
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제
KS F 2543 콘크리트용 동 슬래그 골재
KS F 2544 콘크리트용 고로 슬래그 골재
KS F 2545 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(화학적 방법)
KS F 2546 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(모르타르 봉 방법)
KS F 2550 골재의 함수율 및 표면 수율 시험 방법
KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제
KS F 2561 철근 콘크리트용 방청제
KS F 2562 콘크리트용 팽창재
KS F 2563 콘크리트용 고로 슬래그 미분말
KS F 2567 콘크리트용 실리카 퓸
KS F 2573 콘크리트용 순환골재
KS F 2583 콘크리트용 연슬래그 골재
KS F 2594 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험 방법
KS F 2713 콘크리트 및 콘크리트 재료의 염화물분석 시험 방법
KS F 2714 모르타르 및 콘크리트의 산-가용성 염화물 시험 방법

KS F 2715 모르타르 및 콘크리트의 수용성 염화물 시험 방법
KS F 2825 골재의 알칼리 실리카 반응성 신속 시험 방법 (콘크리트 생산 공정 관리용)
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS F 4571 콘크리트용 전기로 산화 슬래그 잔골재
KS F 8004 콘크리트 봉형 진동기
KS F 8005 콘크리트 거푸집 진동기
KS F 8008 가경식 믹서
KS F 8009 강제 혼합 믹서
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
KS L 5211 포틀랜드 플라이 애시 시멘트
KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트
KS L 5405 플라이 애시
KCI-AD10 콘크리트용 유동화제 품질규준
KCI-SC102 숏크리트용 급결제 품질 규격

1.3.2 관련 시방서
콘크리트 표준시방서 제2장 2.4 배합

1.3.3 관련법규
(1) 건설기술관리법 제24조 (건설공사의 품질관리)
(2) 레디믹스트 콘크리트 현장배치 플랜트 설치 및 관리에 관한 지침 제4조

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 현장 동원 및 철수계획서
계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.4.3 검사 및 시험계획서
계약상대자는 콘크리트 공사를 시작하기에 앞서 검사 및 시험계획서를 총칙편 4장의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.4 레디믹스트 콘크리트 현장배치플랜트
(1) 현장배치플랜트 설치 상세도면
현장배치플랜트 설치 상세도면은 다음 사항을 위주로 작성한다.
① 배치플랜트 설치 위치도
② 배치플랜트 설치 평면도

③ 차량 진출입로
④ 적치장(쇄석 등)
⑤ 안전시설설치 계획도

(2) 현장배치플랜트 설치전 제출물

① 레디믹스트 콘크리트 생산을 시작하기 전에 현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침 제4조에 따라 관계기관의 인·허가를 받고, 현장배치플랜트 설치 전에 허가 사본을 감독원에게 제출하여야 한다.

② 계약상대자는 소음·진동의 발생예측량 및 주변현장여건에 대한 안전계획서를 작성하여야 한다. 계획서에는 안전대책, 환경대책, 진출입로계획, 적치장 계획이 포함되어야 한다.

③ 콘크리트생산으로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 비산먼지, 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원이 예상되는 경우에는 적절한 대책을 수립하여야 한다.

④ 계약상대자는 인근 주변환경을 파악하여 현황도에 표기(1/600 혹은 1/1,200)하여 현장 사무실에 비치하고, 감독원의 요구 시에는 언제든지 제출하여야 한다.

1.4.5 제품자료

(1) 계약상대자는 레디믹스트 콘크리트 제조업자로 하여금 레디믹스트 콘크리트의 생산가능 규격, 현장까지의 운반시간, 배출시간, 콘크리트의 제조능력, 운반차의 수, 공장의 제조설비, 품질관리상태 등을 작성하여 감독원에 제출하여야 한다.

(2) 계약상대자는 혼화재료 제조업자로 하여금 혼화재료의 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등을 작성하여 감독원에 제출하여야 한다.

1.4.6 재료반입전표

(1) 지구 외 골재원에서 반입되는 골재는 반입되는 즉시 재료반입전표를 감독원에게 제출하여야 한다.

(2) 재료반입전표에는 채취장소에 대한 지명·지번과 종류, 수량 등이 기재되어야 하고, 반입차종별로 제출하여야 한다.

1.4.7 시공상세도면

콘크리트 타설순서, 이음위치, 양생방법 등을 명시한 시공상세도면을 제출하여야 한다.

1.4.8 시공계획서

계약상대자는 작업 시작 전 최소한 7일 이전에 운반, 타설 등에 관하여 다음 각 호의 사항에 관한 시공계획서를 감독원에 제출하여야 한다.

(1) 전 공정 중의 콘크리트 작업의 공정

(2) 1일에 타설할 콘크리트량에 맞추어 운반, 타설방법 등의 설비 및 인원배치
(3) 운반로, 운반경로
(4) 콘크리트 타설구획, 타설순서
(5) 콘크리트의 비비기에서 타설까지의 소요시간
(6) 시공이음의 위치, 시공이음의 처치방법
(7) 콜드조인트 발생시 처리계획
(8) 급격한 기상변화에 따른 시공계획
(9) 한중이나 서중시 타설계획
(10) 진동기의 찔러넣는 간격, 깊이 및 한 장소당 진동시간
(11) 양생방법 및 기간
(12) 강우·강설대책
(13) 유해한 진동·충격방지대책
(14) 중량물의 적재방지 대책

1.4.9 레디믹스트 콘크리트 운반시 제출물
(1) 계약상대자는 제조업자로 하여금 콘크리트를 현장에 운반할 때마다 매차량 단위로 반드시 감독원에게 레디믹스트 콘크리트 납품서를 제출하여야 한다.
(2) 계약상대자는 감독원이 요구시 배치(Batch) 전산기록을 수시로 점검할 수 있도록 하여야 한다.
(3) 감독원이 요구시 계약상대자는 배합설계, 콘크리트에 함유된 염화물 함유량 등의 계산에 기초가 되는 배합보고서를 제출하여야 한다.

1.4.10 구조물부위별 사용 콘크리트 종류 기록서
계약상대자는 현장에 사용되는 콘크리트에 대하여 구조물부위별 사용 콘크리트 종류 기록서를 작성하여야 한다.

1.4.11 콘크리트 압축강도 시험성과표
계약상대자는 압축강도 시험을 실시한 후 즉시 압축강도 시험 성과표를 작성하여야 한다.

1.5 품질보증

1.5.1 레디믹스트 콘크리트 제조업자 자격
공사의 요건 및 이 시방서의 요건을 만족시키고 KS F 4009의 규정에 따라 레디믹스트 콘크리트를 제조할 수 있는 자로서, 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하며, 감독원이 승인하는 자이어야 한다.

1.5.2 공시체 현황판
계약상대자는 공사중에 실시하는 콘크리트 압축강도시험의 적정성을 관리하기 위하여 공시체 현황판을 실험실에 비치하여야 한다.

1.5.3 콜드조인트
콘크리트의 콜드조인트는 시공이음으로 예정되고, 적절하게 처리하여야 한다.

1.5.4 거푸집의 거동감시
콘크리트 타설중 압력으로 인한 거푸집과 매설물의 이동 또는 어긋남을 발견할 수 있도록 수시로 관찰하여야 한다.

1.5.5 균열조사
거푸집 제거와 동시에 균열조사 및 면조사를 하여 그 기록을 감독원에게 제출하여야 하며, 균열이 있을 시 구조물이 완성될 때까지 균열을 계속 추적하고 그 결과를 감독원에게 보고하여야 한다.

1.6 운반 및 저장

1.6.1 시멘트
시멘트의 포장, 운반 및 저장은 13-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6.2 골재
골재의 저장은 13-3절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6.3 혼화재료
혼화재료의 저장은 13-6절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트의 설계기준강도, 슬럼프 및 굵은 골재의 최대치수는 명시된 도면에 따르고, 기타 필요한 사항에 대하여는 감독원의 지시에 따라야 한다.

2.1.2 시멘트는 13-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.3 골재는 13-3절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.4 물은 13-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.5 혼화재료는 13-6절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.6 거푸집은 6-3-3절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.7 지수판은 6-4-13절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.8 콘크리트 양생용 피막형성제는 KS F 2540 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2 장비

2.2.1 배치플랜트는 13-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.2 믹서는 13-4절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.3 운반차는 13-5절의 해당사항에 따라야 한다.

2.2.4 버킷

버킷의 구조는 콘크리트를 투입, 배출할 때에 재료분리를 일으키지 않는 것으로서 콘크리트의 배출이 쉬워야 한다.

2.2.5 콘크리트 펌프

(1) 콘크리트 펌프의 기종은 콘크리트의 종류, 품질, 관의 지름을 포함한 배관조건, 타설장소, 1회의 타설량, 타설속도 등을 고려하여 선정하여야 한다.

(2) 압송조건은 관내에 콘크리트가 막히는 일이 없도록 정하여야 한다.

2.2.6 트레미 (Tremie)

(1) 트레미를 사용할 경우 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 감독원의 승인을 받아야 한다.

(2) 트레미는 수밀성을 가지며, 콘크리트가 자유롭게 낙하할 수 있는 크기를 가져야 한다.

2.2.7 콘크리트 플레이서

콘크리트 플레이서를 사용할 경우 그 기종, 형식 및 사용방법에 대해서는 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.2.8 벨트컨베이어

벨트컨베이어를 사용할 경우 콘크리트의 품질을 해치지 않도록 벨트컨베이어를 적당한 위치에 배치하고, 또 벨트컨베이어의 끝부분에는 조절판 및 깔때기를 설치해서 재료분리를 방지하여야 한다.

2.2.9 슈트

(1) 슈트를 사용하는 경우에는 원칙적으로 연직슈트를 사용하여야 한다. 연직슈트는 깔때기 등을 이어대서 만들어 재료분리가 적게 일어나도록 하여야 한다.

(2) 경사슈트에 의하여 운반된 콘크리트는 재료분리를 일으키기 쉽기 때문에 될 수 있는 대로 사용하지 않는 것이 좋다.

(3) 경사슈트를 사용할 경우 슈트의 경사는 콘크리트 재료가 분리되지 않을 정도의 것이어야 하며, 일반적으로 경사는 수평 2에 대하여 연직 1정도가 적당하다.

(4) 슈트를 사용할 때는 감독원이 확인 후 사용하여야 한다.

2.2.10 진동기

(1) 콘크리트 봉형진동기는 KS F 8004, 콘크리트 거푸집 진동기는 KS F 8005 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 콘크리트의 다지기, 특히 된반죽 콘크리트의 다지기에는 내부진동기를 사용하여야 한다.

(3) 콘크리트 진동기의 형식, 크기, 숫자는 부재단면의 두께와 면적, 한번에 운반되는 콘크리트의 양, 굵은 골재의 최대치수, 잔골재율, 콘크리트 반죽질기 등을 고려하여 확보하여야 한다.

2.3 배합

2.3.1 배합설계는 콘크리트 표준시방서 제2장 2.4 배합에 따라야 한다.

2.3.2 배합강도

(1) 구조물에 사용된 콘크리트의 압축강도가 설계기준강도보다 작아지지 않도록 현장 콘크리트의 품질변동을 고려하여 콘크리트의 배합강도는 설계도서를 따르며 설계도서에 명시되어 있지 않는 경우에는 2.3.2(2)항을 따라 정하여야 한다.

(2) 배합강도는 설계기준압축강도가 35 MPa 이하인 경우 식 (1)과 식 (2)로 계산된 두 값 중 큰 값으로 정하며, 또한 설계기준압축강도가 35 MPa를 초과하는 경우는 식 (3)과 식 (4)로 계산된 두 값 중 큰 값으로 정한다.

$f_{ck} \leq 35$ MPa인 경우,

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \quad (1)$$

$$f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s \quad (2)$$

$f_{ck} > 35$ MPa인 경우,

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \quad (3)$$

$$f_{cr} = 0.9f_{ck} + 2.33s \quad (4)$$

여기서, s ; 압축강도의 표준편차 (MPa)

(3) 콘크리트 압축강도의 표준편차는 실제 사용한 콘크리트의 30회 이상의 시험실적으로부터 결정하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 압축강도의 시험횟수가 29회 이하이고 15회 이상인 경우는 그것으로 계산한 표준편차에 표 6-4-1-1의 보정계수를 곱한 값을 표준편차로 사용할 수 있다.

(4) 콘크리트 압축강도의 표준편차를 알지 못할 때, 또는 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우, 콘크리트의 배합강도는 표 6-4-1-2와 같이 정한다.

표 6-4-1-1 시험 횟수가 29회 이하일 때 표준편차의 보정계수

시험 횟수	표준 편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.0

주) 위 표에 명시되지 않는 시험 횟수에 대해서는 직선 보간한다.

표 6-4-1-2 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우의 배합강도

설계 기준강도 f_{ck} (MPa)	배합 강도 f_{ck} (MPa)
21 미만	f_{ck} + 7
21 이상 35 이하	f_{ck} + 8.5
35 초과	$1.1f_{ck}$ + 5

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 각 재료의 계량장치는 공사 개시 전 및 공사 중에 정기적으로 점검하여 조정하여야 한다. 계량오차는 1회 계량분에 대하여 표 6-4-1-3의 값 이하라야 한다.

표 6-4-1-3 재료에 따른 허용오차

재료의 종류	측정단위	1회계량분량의 허용오차(%)
물, 시멘트	질량	±1
혼화재주)	질량	±2
골재	질량 또는 부피	±3
혼화제 용액	질량 또는 부피	±3

주) 고로슬래그 미분말의 계량오차의 최대치는 1%로 한다.

2.4.2 혼합기는 혼합작업을 수행하기 전에 드럼의 회전수를 기록하기 위한 자동계측기를 갖추어야 한다. 각 운송믹서(Transmixer)는 물탱크 또는 물의 양을 정확히 계측할 수 있는 수량측정장치를 갖추어야 한다.

2.4.3 비비기

(1) 재료를 믹서에 넣는 순서는 믹서의 형식, 비비기시간, 골재의 종류 및 입도, 단위수량, 단위결합재량, 혼화재의 종류 등에 따라 다르므로 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고로 해서 정한다.

(2) 비비기시간은 시험에 의하여 정하는 것을 원칙으로 한다. 비비기시간은 믹서안에 재료를 투입한 후 가경식믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제식믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 한다.

(3) 비비기는 미리 정해둔 비비기 시간의 3배 이상 계속해서는 안된다.

(4) 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서에 모르타르를 부착시켜야 한다.

(5) 비벼놓아 굳기 시작한 콘크리트는 되비벼서 사용해서는 안된다.

(6) 믹서안의 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 다음재료를 투입해서는 안된다.

(7) 믹서는 사용 전·후에 충분히 청소하여야 한다.

2.4.4 자재허용오차

콘크리트 배치 플랜트의 계량기 눈금, 자동계량장치는 13-4 시멘트 콘크리트의 해당사항에 따라야 한다.

2.5 자재 품질관리

2.5.1 한배치와 다음 배치의 콘크리트를 치는 시간 간격을 통제하여야 하며, 어떠한 경우에도 30분을 초과하여서는 안된다.

2.5.2 계약상대자는 콘크리트 배치 플랜트를 공사개시 전 1회 그리고 필요시마다 계량기의 눈금점검, 자동계량장치를 점검하여야 한다.

2.5.3 물은 필요시마다 수질검사를 실시하여야 한다.

2.5.4 배합설계는 재료가 다른 각 배합마다 시멘트 품질시험을 포함하여 실시하여야 한다.

2.5.5 콘크리트 시험

콘크리트 표준시방서 제2장 2.6 자재품질관리의 규정을 따른다.

2.5.6 검사

(1) 계약상대자는 시료채취 및 검사에 필요한 모든 시설을 제공하여야 한다.

(2) 점검일람표 작성을 위해 감독원이 요구하는 경우 감독원이 선정한 위치에서 사용할 재료의 종류별로 3개의 시료를 제공하여야 한다.

(3) 최초검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과, 품질기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 현장여건 파악

계약상대자는 작업시작 전 구조물 설치 도면을 검토하여 도면의 이상유무를 체크하고 이상이 있을 시 즉시 감독원에게 보고하여야 한다.

3.1.2 콘크리트 타설 전에, 거푸집, 토압지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 감독원의 승인을 받아야 한다. 감독원이 공급한 타설 기록부를 기입해서 서명하고, 감독원도 타설을 시작하기 전에 기록부에 서명한다.

3.1.3 계약상대자는 레디믹스트 콘크리트 제조업자와 콘크리트의 운반 및 반입에 관하여 미리 다음 사항을 반드시 협의하여야 하며, 그 결과를 시공전에 감독원에게 제출하여야 한다.

(1) 실제반입시간이 반입예정시간과는 떨어져 있기 때문에 콘크리트 타설에 지장을 줄 경우에의 조치

(2) 날씨 그 이 외에 콘크리트의 반입예정 일시를 변경할 경우에 조치

(3) 공사현장의 사정에 따라 운반차의 하역을 현저하게 지연시킬 경우에 조치

(4) 운반차의 충분한 투입대수 확보와 콘크리트 타설중 운반차 고장시 추가투입 방안 조치

3.1.4 구조물 시공전 콘크리트 균열에 대한 균열제어계획을 수립하여 감독원에게 제출하고 이를 이행하여야 하며, 거푸집 제거와 동시에 구조물 부위별 균열 조사 및 면조사를 하여 그 기록을 감독원에게 제출하여야 한다. 또한 균열이 발생되었을 경우에는 균열의 발전여부 등을 계속 추적하여야 하며 이에 대한 보수·보강 대책을 강구하여 보수·보강하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 콘크리트 타설 전 24시간 내에 콘크리트의 반입 및 타설 일정을 통지하고, 타설 전날의 오후 3시전까지는 감독원에게 알려야 한다.

3.2.2 콘크리트의 타설은 원칙적으로 시공계획서에 따라야 한다. 콘크리트 타설이 상황의 변화 등에 의하여 부득이 시공계획서를 따르지 못하는 경우에는 타설에 앞서서 48시간 내에 특별한 상황을 감독원에게 통지하여야 한다.

3.2.3 콘크리트를 타설 전에 운반장치, 타설설비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트 속에 잡물이 혼입되는 것을 방지하여야 한다.

3.2.4 직접기초와 슬래브의 흙바닥 면이나 지지면은 콘크리트 타설 바로 전에 습하게 해주어야 하지만, 포화되거나 진흙탕이 되어서는 안된다.

3.2.5 콘크리트를 타설 전에 운반 및 타설설비 등이 시공계획에 충분히 일치하는가를 확인하여야 한다.

3.3 운반

3.3.1 콘크리트는 중앙배치플랜트에서 트럭믹서나 트럭 애지테이터로 현장까지 운송하여야 한다.

3.3.2 콘크리트는 물-결합재비, 슬럼프, 공기량 및 균일성 등 명시된 물성을 저하시키지 않고, 타설지점에 효율적으로 반입될 수 있는 방법으로 현장까지 운송하여야 한다.

3.3.3 콘크리트를 소운반해서 타설할 때는 재료분리가 일어나지 않는 방법으로 하여야 한다.

3.3.4 콘크리트는 신속하게 운반하여 즉시 치고, 충분히 다져야 한다.

3.3.5 비비기로부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 외기온도가 25 ℃ 를 넘었을 때는 1.5시간, 외기온도가 25 ℃ 이하일 때는 2시간을 넘어서는 안된다.

3.3.6 운반전표에는 플랜트에서의 출발시간 및 현장 도착시간을 나타내어야 하며, 현장 도착시간을 현장관리자가 기재하여야 한다.

3.3.7 운반할 때에는 콘크리트의 재료분리가 가능한 한 적게 일어나도록 하여야 하며, 현장에서 부리기 전에 고속으로 혼합하여 균질한 상태로 타설하여야 한다.

3.3.8 플랜트를 떠난 후 트럭믹서나 트럭 애지테이터에 추가로 물을 주입해서는 안 된다.

3.3.9 부분적으로 굳어진 콘크리트를 운반하여서는 안된다.

3.4 콘크리트 타설

3.4.1 콘크리트 타설은 시공계획서에 따라 타설하여야 한다.

3.4.2 레디믹스트 콘크리트를 사용하여 타설작업을 할 시에는 계약상대자는 레디믹스트 콘크리트 생산업자와 지속적으로 연락을 유지하여야 한다.

3.4.3 콘크리트 타설장비는 콜드 죠인트가 생기지 않고, 재료의 분리나 손실이 없이 콘크리트가 부려지는 타설속도를 낼 수 있는 충분한 용량을 가진 것이어야 한다.

3.4.4 콘크리트 타설은 승인된 치수와 형상을 가진 부재가 완성될 때까지 연속작업으로 실시하여야 한다.

3.4.5 콘크리트의 1층 다짐높이는 다짐능력 등을 고려하여 결정하여야 하고, 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 30분에 1.5 m 정도 이하로 하여야 한다.

3.4.6 콘크리트는 재조작이나 흘리는 것을 피할 수 있도록 최종수평위치에서 되도록 가깝게 부려야 한다.

3.4.7 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 변형 및 손상되지 않도록 콘크리트를 마구 떨어뜨려서는 아니되고, 1.5 m 이상 떨어뜨려서도 안된다. 콘크리트는 소성체의 표면이 거의 수평하게 유지되도록 부려야 한다.

3.4.8 콘크리트의 타설중 표면에 블리딩수가 있는 경우에는 이것을 제거하고 콘크리트 타설을 하여야 한다.

3.4.9 슬래브 또는 보의 콘크리트가 벽 또는 기둥의 콘크리트와 연속해 있는 경우에는 침하균열을 방지하기 위해 벽 또는 기둥의 콘크리트 침하를 1~2시간 기다린 후 슬래브 또는 보의 콘크리트를 타설하여야 한다. 또한, 돌출부분을 갖는 구조물의 경우에도 같은 방법으로 시공하여야 한다.

3.4.10 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우 상층의 콘크리트 타설은 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 행하고, 상층과 하층이 일체가 될 수 있도록 진동봉을 하층 콘크리트까지 찔러 넣어 다짐하여야 한다.

3.4.11 친 콘크리트는 거푸집 안에서 횡방향으로 이동시켜서는 안된다.

3.4.12 거푸집에 낸 개구부, 트레미관 또는 재료분리나 이미 타설한 콘크리트의 표면위의 거푸집이나 철근에 굳은 콘크리트가 붙지 않게 콘크리트를 칠 수 있는 다른 승인된 장치를 사용하여야 하며, 이러한 장치는 콘크리트가 수직으로 떨어지도록 설치하여야 한다.

3.4.13 치는 부재의 두께가 0.5 m 이상일 때는 특히 침하균열이 발생되지 않도록 타설속도를 저감시켜야 하며, 타설종료 후 표면조사를 하여 균열이 발생할 경우 즉시 탬핑하여 균열을 제거하여야 한다.

3.5 펌핑장비 타설

3.5.1 콘크리트는 최대 슬럼프가 유지되고, 예정된 장소에 대해서 공사감독원이 승인하는 경우, 펌핑장비로 타설할 수 있다.

3.5.2 펌핑장비는 재료분리없이 반입지점에서 연속적인 콘크리트의 흐름이 보장되는 크기와 설비를 갖추어야 한다.

3.5.3 호스의 단부에서 콘크리트는 1.5 m 내의 자유낙하고를 갖게 하여야 하며, 펌프의 호스는 철근이 당초의 위치에서 이동되지 않도록 말굽이나 유사한 장치위에 지지하여야 한다.

3.5.4 콘크리트는 적절한 펌핑이 될 수 있도록 감독원의 승인을 얻어 유동화제를 첨가할 수 있다.

3.5.5 콘크리트 펌프카의 원활한 펌핑을 위하여 최초에 사용하는 모르타르는 구조물 콘크리트 타설에 사용되어서는 안된다.

3.6 다지기

3.6.1 콘크리트는 타설 중에 기계적인 진동으로 충분히 다져야 한다. 콘크리트 다지기에는 내부진동기의 사용을 원칙으로 하나, 얇은 벽 등 내부진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기를 사용하여도 좋다.

3.6.2 진동은 능숙하고 숙련된 경험있는 작업원이 체계적인 방법으로 실시하여야 한다.

3.6.3 진동기는 콘크리트를 타설한 전면적에서 일정한 간격으로 수직하게 찔러 넣었다가 뽑아내어야 하며, 찔러넣기의 간격은 찔러넣기 영향권이 겹칠 수 있어야 한다.

3.6.4 콘크리트 진동기의 형식, 크기, 숫자는 부재단면의 두께와 면적, 한 번에 운반되는 콘크리트의 양, 굵은 골재의 최대치수, 잔골재율, 콘크리트 반죽질기 등을 고려하여 확보하여야 한다.

3.6.5 장시간의 다짐으로 인하여 재료분리가 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.6.6 진동다짐을 할 때에는 진동기를 아래층의 콘크리트 속에 100 mm정도 찔러 넣어야 한다.

3.6.7 진동은 벌집, 공기와 돌주머니, 줄무늬, 콜드죠인트 및 육안으로 나타나는 층선 등이 없고, 조직과 외관이 균일한 콘크리트가 되게 실시하여야 한다.

3.6.8 수직면과 처진대로의 마무리가 요구되는 미장콘크리트에서는 보기 좋지 않은 공극, 벌집 기타 표면 결함이 없어지도록 거푸집 표면에 모르타르가 모이게 할 수 있는 추가 진동과 밀어넣기를 하여야 한다.

3.6.9 내부 진동기는 연직으로 찔러 넣으며, 그 간격은 진동이 유효하다고 인정되는 범위의 지름 이하로서 일정한 간격으로 한다. 삽입간격은 일반적으로 0.5 m 이하로 하며 1개소 당 진동시간은 다짐 시 시멘트페이스

트가 표면 상부로 약간 부상하기까지로 한다.

3.6.10 콘크리트 진동에 대한 추가절차는 다음과 같다.

(1) 진동기 찔러넣기 간격을 줄이고 찔러넣기 시간을 늘린다.

(2) 진동기가 철근과 거푸집에 닿지 않게 하면서 거푸집 표면에 가깝게 찔러 넣는다.

(3) 거푸집 표면에서 진동에 보충해서 밀어넣기를 한다.

(4) 거푸집의 진동은 밀어넣기 할 위치에 대한 감독원의 승인이 있을 경우에만 하여야 한다.

3.7 시공이음

3.7.1 설계도서에 정해져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜져야 한다.

3.7.2 설계도서에 정해져 있지 않은 이음을 설치한 경우에는 구조물의 강도, 내구성 및 외관을 해치지 않도록 위치, 방향 및 시공방법을 시공계획서 및 시공상세도에 명기하여 감독원의 사전승인을 받아야 한다.

3.7.3 시공이음은 압축력이 작용하는 방향에 직각으로 설치하여야 하며, 전단력이 최소가 되는 지점에 설치하여야 한다.

3.7.4 부득이하게 전단력이 큰 위치에서 이어치는 경우에는 시공이음에 장부 또는 홈을 두거나 적절한 강재를 배치하여 보강하여야 한다.

3.7.5 시공이음은 직선이고 경우에 따라 구조물과 정확하게 수직하고 수평한 배치를 갖게 하여야 한다.

3.7.6 콘크리트 타설 작업시 시공이음면은 모래 뿜기 또는 쇠솔로 레이탄스와 느슨한 골재를 제거하고, 깨끗한 물로 고압 살수한 다음, 모르타르에 의한 콘크리트의 결합이 보장되도록 하여야 한다.

3.7.7 날개벽이나 미적 감각을 살려야 하는 구조물의 표면에는 시공이음이 생기지 않도록 특별히 주의하여야 한다.

3.7.8 구조적으로 일체가 되도록 하기 위해서는 이음면에 부배합의 모르타르나 양질의 접합제 등을 발라 이음을 튼튼하게 할 수 있는 조치를 하여야 한다.

3.7.9 이음면에 모르타르나 접합제를 사용하지 않는 경우에는 타설 시작전 충분한 살수를 하여야 한다.

3.7.10 수축에 대한 시간여유를 주기 위해서는 12시간 내에는 시공이음의 굳은 쪽에 콘크리트를 쳐서는 안된다.

3.7.11 역방향 타설 콘크리트의 시공시에는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체가 되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공방법을 선정하여야 한다.

3.7.12 철근은 시공이음을 가로질러서 연속되어야 한다.

3.7.13 콘크리트를 계속해서 타설 전에 거푸집을 다시 조이고, 콘크리트표면은 적셔야 한다.

3.8 신축이음

신축이음의 설치구조 및 간격은 승인된 시공도면에 따른다.

3.9 균열유발줄눈

균열유발줄눈의 설치구조 및 간격은 승인된 시공도면에 따른다.

3.10 양생 및 보호

3.10.1 콘크리트는 친 후 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 습윤양생을 하고, 강도가 완전히 발휘될 때까지 충격이나 기타응력이 발생되지 않도록 보호하여야 한다.

3.10.2 양생방법과 이에 소요되는 자재와 장비는 사전에 감독원의 승인을 얻어야 한다.

3.10.3 양생기간 동안 하중을 싣거나, 충격을 가하거나, 기타 압력이 발생되는 일이 없도록 콘크리트를 보호하여야 한다.

3.10.4 습윤양생이 곤란할 경우 감독원의 승인을 받아 피막양생을 할 수 있다.

3.10.5 습윤양생

(1) 콘크리트는 친 후 경화될 때 까지 양생기간동안 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 방지하여야 한다.

(2) 콘크리트를 타설 한 후 습윤상태로 노출면이 마르지 않도록 해야하며 수분의 증발에 따라 살수를 하여 습윤상태로 보호하여야 한다. 습윤상태로 보호하는 기간은 표 6-4-1-4를 표준으로 한다.

(3) 거푸집판이 건조할 염려가 있을 때에는 살수하여야 한다.

(4) 막양생을 할 경우에는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 균일하게 살포하여야 한다.

표 6-4-1-4 습윤양생기간의 표준

일평균기온	보통포틀랜드 시멘트	고로슬래그시멘트 플라이애시시멘트 B종	조강포틀랜드 시멘트
15 ℃ 이상	5일	7일	3일
10 ℃ 이상	7일	9일	4일
5 ℃ 이상	9일	12일	5일

3.10.6 온도제어 양생

(1) 콘크리트는 경화가 충분히 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을

유지하여 저온, 고온, 급격한 온도변화 등에 유해한 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

(2) 기온이 현저하게 높을 경우나, 콘크리트 내·외부의 큰 온도차가 예상되는 경우 또는 부재의 크기가 크고 온도상승이 큰 경우에는 온도응력에 의한 균열이 발생하지 않도록 파이프 쿨링, 프리쿨링, 표면보온 또는 이들 방법을 병용하여 콘크리트의 온도나 온도차를 제어하여야 한다.

(3) 온도제어양생을 실시할 경우에는 온도제어방법 및 양생일수를 콘크리트의 종류 및 형상, 치수를 고려하여 적절히 정하여야 한다.

3.10.7 촉진양생

(1) 증기양생을 실시하는 경우에는 콘크리트를 친 후 3시간 이상 경과한 후에 가열을 시작하여야 하고, 양생실의 온도상승은 원칙적으로 1시간당 15 ℃ 이하로 한다. 또 양생실의 온도는 65 ℃ 를 넘지 않아야 한다.

(2) 기타 촉진 양생을 실시할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 온도의 상승속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정하여야 한다.

3.10.8 타설 직후의 콘크리트는 뜨거운 햇빛, 건조한 바람, 비, 손상으로부터 또는 더러워지지 않게 보호하여야 한다.

3.10.9 떠오른 표면수가 흩어지고 마무리 작업이 시작된 후에는 금방 친 슬래브에 분무를 하여야하고, 마무리 작업이 완료될 때까지는 언제라도 슬래브가 건조하게 되지 않게 하여야 한다.

3.10.10 모서리는 차량통행이나 사용으로 손상을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.10.11 콘크리트는 양생기간 중 무거운 장비의 이동이나 콘크리트가 하중응력, 하중충격 또는 과도한 진동을 받아서 야기되는 기계적이고 물리적인 응력을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.11 표면마무리

3.11.1 굳지 않은 콘크리트 표면의 마무리

(1) 상단 표면은 나무 흙손으로 두드려 모르타르가 표면에 떠오르게 한 다음 요철이 없도록 고르기를 하여야 하며, 그 표면을 젖은 솔로 약하게 문질러야 한다.

(2) 마무리 작업후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지 일어나는 균열은 다짐(Tamping) 또는 재마무리에 의하여 제거하여야 한다.

(3) 교량의 콘크리트 슬래브나 포장층의 표면은 데크피니셔(Deck finisher) 등으로 마무리를 하여야 한다. 다만, 감독원의 승인이 있을 때에는 설계도서에 표시된 요철을 만들 수 있는 형판을 사용하여 마무리 할 수도 있다.

(4) 기계마무리를 할 수 없을 때에는 감독원의 승인을 얻어 인력으로 마무리할

수도 있다. 이때에는 설계도서에 표시된 편경사에 적합하도록 흙손으로 고르고, 직선 각재로 두드린 후 마대 등으로 표면 및 거친면 마무리를 하여야 한다.

3.11.2 굳은 콘크리트 표면의 마무리

(1) 콘크리트의 표면은 거푸집을 제거한 후 즉시 마무리 하여야 한다.

(2) 거푸집을 지지하는데 사용했던 철선이나 기타 금속장치는 콘크리트 표면에 돌출되지 않도록 절단하여야 한다.

(3) 거푸집의 이음 때문에 생긴 불규칙한 면은 갈아내어야 한다.

(4) 콘크리트 표면에 생긴 작은 구멍인 경우에는 구체에 사용했던 콘크리트와 같은 배합비의 모르타르로 채움을 하며, 비교적 큰 구멍인 경우에는 주변의 느슨한 재료를 제거한 다음 물로 완전히 포화시킨 후 구멍 내부의 표면에 얇은 시멘트 막을 만든 다음 채움을 하여야 한다.

(5) 구조물의 강도에 현저한 영향을 미칠 수 있는 부분은 일부나 전부를 제거하여 재시공하여야 한다.

3.12 시공허용오차

3.12.1 균열 허용오차

(1) 철근콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위하여 허용되는 균열폭은 다음 표 6-4-1-5의 범위이내 이어야 한다.

표 6-4-1-5 철근콘크리트 구조물의 허용균열폭(mm)

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철 근	0.4 mm와 0.006 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.005 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.004 c_c 중 큰 값	0.3 mm와 0.0035 c_c 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2 mm와 0.005 c_c 중 큰 값	0.2 mm와 0.004 c_c 중 큰 값	–	–

주) 여기서, c_c는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

(2) 물을 저장하는 수조 등과 같은 수처리 구조물의 허용균열폭은 다음 표 6-4-1-6의 범위 이내 이어야 한다.

표 6-4-1-6 수처리 구조물의 허용균열폭(mm)

	휨 인장 균열	전단면 인장 균열
오염되지 않은 물[1]	0.25	0.20
오염된 액체[2]	0.20	0.15

1) 음용수(상수도) 시설물
2) 오염이 매우 심한 경우 발주자와 협의하여 결정

3.12.2 치수의 허용오차

(1) 거푸집을 사용한 콘크리트의 면이 거칠게 마무리 되었을 경우 구멍, 기타 결함이 있는 부위는 보수를 하여야 하며, 6 mm 이상의 돌기물은 제거하여야 한다.

(2) 수직오차

① 높이가 300 mm 미만인 경우
선, 면 그리고 모서리 : 25 mm 이하

② 높이가 300 mm 이상인 경우
가. 선, 면 그리고 모서리 : 높이의 1/1,000 이하, 다만 최대 150 mm 이하
나. 노출 모서리 기둥, 컨트롤 조인트 홈 : 높이의 1/2,000 이하, 다만 최대 75 mm 이하

(3) 수평오차

① 부재(슬래브밑, 천장, 보밑 그리고 모서리) : 25 mm 이하
② 슬래브 중앙부에 300 mm 이하의 개구부가 생기는 경우 또는 가장자리에 큰 개구부가 있는 경우 : 13 mm 이하
③ 쇠톱 자름, 조인트 그리고 슬래브에서 매설물로 인해 약화된 면 : 19 mm 이하

(4) 콘크리트 슬래브 바탕 마감의 허용오차

① 슬래브 상부면
가. 지반면에 접한 슬래브 : 19 mm 이하
나. 동바리를 제거하지 않은 기준 층 슬래브 : 19 mm 이하
② 동바리를 제거하지 않은 부재 : 19 mm 이하

(5) 부재 단면 치수의 허용오차

① 기둥, 보, 교각, 벽체(두께만 적용) 그리고 슬래브(두께만 적용) 등의 부재
가. 단면치수가 300 mm 미만 : +9 mm, −6 mm
나. 단면치수가 300 mm~900 mm 이하 : +13 mm, −9 mm
다. 단면치수가 900 mm 이상 : +25 mm

(6) 기타 허용오차

① 계단
가. 계단의 높이 : 3 mm 이하

나. 계단의 넓이 : 6 mm 이하

② 홈

가.폭이 50 mm 이하인 경우 : 3 mm

나.폭이 50 mm~300 mm 이하인 경우 : 3 mm

③ 콘크리트면 또는 선의 기울기는 3.0 m 당 다음의 허용오차 범위 이내이어야 한다.

가. 노출 모서리 기둥의 수직선, 노출 콘크리트에 있는 컨트롤 조인트의 홈 : 6 mm

나. 기타의 경우 : 9 mm

(7) 부재를 관통하는 개구부

① 개구부의 크기 : +25 mm, −6 mm

② 개구부의 중심선 위치

3.13 현장 품질관리

3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사

(1) 콘크리트의 받아들이기 품질 검사

① 콘크리트의 받아들이기 품질 검사는 콘크리트를 타설하기 전에 표 6-4-1-7에 따라 실시한다.

② 워커빌리티의 검사는 굵은골재 최대치수 및 슬럼프가 설정치를 만족하는 지의 여부를 확인함과 동시에 재료분리 저항성을 외관 관찰에 의해 확인한다.

③ 강도검사는 콘크리트의 배합검사를 실시하는 것을 표준으로 한다. 배합검사를 실시하지 않은 경우에는 표 6-4-1-8에 따라 압축강도시험에 의해 검사를 실시한다. 이 검사에서 불합격된 경우에는 구조물에 대한 콘크리트의 강도 검사를 실시하여야 한다.

④ 내구성 검사는 공기량, 염화물 이온량을 측정하는 것으로 한다. 내구성으로부터 정한 물-결합재비에 대해서는 배합검사를 실시한다. 물-결합재비에 대해서는 강도시험에 의해 확인하여도 좋다.

⑤ 검사결과 불합격으로 판정된 경우에는 이 콘크리트를 사용하여서는 안 된다.

(2) 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사

① 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사를 하는 경우에는 표 6-4-1-8에 의한다.

② 압축강도에 의한 콘크리트의 품질관리는 일반적인 경우 조기재령에 있어서의 압축강도에 의해 실시한다. 이 경우, 시험체는 구조물에 사용되는 콘크리트를 대표할 수 있도록 채취하여야 한다.

③ 검사결과 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판정되었을 경우에는 감독원의 지시에 따라 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취하는 동시에, 구조물에 치고 있는 콘크리트가 소요의 목적을 달성할 수 있는지를 확인하고, 필요에 따라 적당한 조치를 강구하여야 한다

표 6-4-1-7 콘크리트의 받아들이기 품질 검사

항 목		시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
굳지 않은 콘크리트의 상태		외관 관찰	콘크리트 타설 개시 및 타설 중 수시로 함.	워커빌리티가 좋고, 품질이 균질하며 안정할 것
슬럼프		KS F 2402의 방법	압축강도 시험용 공시체 채취시 및 타설 중에 품질변화가 인정될 때	30 mm 이상 80 mm 미만 : 허용오차 ±15 mm 80 mm 이상 180 mm 이하 : 허용오차 ±25 mm
공기량		KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		허용오차 : ±1.5 %
온 도		온도 측정		정해진 조건에 적합할 것
단위용적질량		KS F 2409의 방법		정해진 조건에 적합할 것
염화물량		KS F 4009 부속서 1의 방법	바다모래를 사용할 경우 2회/일, 그 밖의 경우 1회/주	원칙적으로 0.3 kg/㎥ 이하
배합	단위수량	굳지 않은 콘크리트의 단위수량시험으로부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용치 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 단위수량의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
	단위결합재량	결합재의 계량치	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
	물-결합재비	굳지 않은 콘크리트의 단위수량과 시멘트의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 오전 2회 이상, 오후 2회 이상	허용치 내에 있을 것
		골재의 표면수율과 콘크리트 재료의 계량치로부터 구하는 방법	내릴 때 전 배치	허용치 내에 있을 것
	기타 콘크리트 재료의 단위량	콘크리트 재료의 계량치	내릴 때 전체 배치	허용치 내에 있을 것
펌퍼빌리티		펌프에 걸리는 최대 압송 부하의 확인	펌프 압송시	콘크리트 펌프의 최대 이론 토출압력에 대한 최대압송부하의 비율이 80 % 이하

표 6-4-1-8 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기 및 횟수	판정기준	
				$f_{ck} \leq 35$ MPa	$f_{ck} > 35$ MPa
설계기준 강도로부터 배합을 정한 경우	압축강도 (일반적인 경우 재령 28일)	KS F 2405의 방법	1회/일, 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 150 ㎥마다 1회, 배합이 변경될 때마다 [1]	① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준압축강도 이상 ② 1회 시험값이 (설계기준압축강도 - 3.5MPa) 이상	① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준압축강도 이상 ② 1회 시험값이 설계기준압축강도의 90% 이상
그 밖의 경우				압축강도의 평균치가 소요의 물-결합재비에 대응하는 압축강도 이상일 것.	

주 [1] 1회의 시험값은 시험체 3개의 공시체 압축강도 시험값의 평균값임

3.13.2 콘크리트 시공 검사

(1) 콘크리트의 운반 검사는 표 6-4-1-9에 따른다.

(2) 콘크리트 타설 검사는 표 6-4-1-10에 따른다.

(3) 콘크리트 양생 검사는 표 6-4-1-11에 따른다.

(4) 검사 결과, 시공 시작시에 운반, 타설 혹은 양생이 적절하지 않다고 판단된 경우는 설비, 인원의 배치, 방법을 개선하는 등, 소요의 목적을 달성할 수 있도록 적절한 조치를 취하여야 한다. 콘크리트 타설이 완료되어 있는 경우는 구조물의 콘크리트가 소요의 목적을 달성하고 있는지 여부를 확인하여 필요에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

표 6-4-1-9 콘크리트의 운반 검사

항 목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
운반설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 타설 전 및 운반 중	시공계획서와 일치할 것
운반방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
운반량	양의 확인		소정의 양일 것
운반시간	출하 및 도착 시간의 확인		3.3 운반에 적합할 것

표 6-4-1-10 콘크리트의 타설 검사

항 목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
타설설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 타설 전 및 타설 중	시공계획서와 일치할 것
타설방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
타설량	타설 개소의 형상치 수로부터 양의 확인		소정의 양일 것

표 6-4-1-11 콘크리트의 양생 검사

항 목	시험·검사방법	시기 및 횟수	판정기준
양생설비 및 인원배치	외관 관찰	콘크리트 양생 중	시공계획서와 일치할 것
양생방법	외관 관찰		시공계획서와 일치할 것
양생기간	일수, 시간의 확인		정해진 조건에 적합할 것

3.13.3 구조물의 검사 및 시험

(1) 일반사항

① 콘크리트 구조물을 완성한 후, 적당한 방법에 의해 표면의 상태가 양호한가, 구조물의 위치, 형상, 치수 등이 허용오차 이내로 만들어졌는가, 구조물 중의 콘크리트의 품질이 소요의 품질인가, 구조물의 각 부위가 충분히 그 기능을 발휘할 수 있도록 만들어져 있는가 등에 관한 검사를 실시하여야 한다.

② 검사결과, 불합격이 되었을 경우 또는 비파괴검사 등의 결과로부터 상세 검사의 필요성이 생긴 경우의 조치에 대해서는 감독원의 지시에 따라야 한다.

(2) 표면상태의 검사

① 표면상태의 검사는 표 6-4-1-12에 의한다.

② 검사결과 이상이 확인된 경우에는 한국콘크리트학회에서 제정한 「콘크리트 구조물의 보수·보강 요령」을 참고로 감독원의 지시에 따라 보수를 실시하여야 한다.

표 6-4-1-12 콘크리트의 표면상태의 검사

항 목	검사방법	판정기준
노출면의 상태	외관 관찰	평탄하고 곰보, 자욱, 기포 등에 의한 결함, 철근피복 부족의 징후 등이 없으며, 외관이 정상일 것
균 열	스케일에 의한 관찰	균열폭은 콘크리트 구조설계기준 「4.2 균열」의 규정에 따르되, 구조물의 성능, 내구성, 미관 등 그의 사용목적을 손상시키지 않는 허용치의 범위 내에 있어야 함.
시공이음	외관 및 스케일에 의한 관찰	신구콘크리트의 일체성이 확보되어 있다고 판단되는 것

(3) 콘크리트 부재의 위치 및 형상치수의 검사

① 콘크리트 부재의 위치 및 형상치수의 검사는 그 구조물의 특성에 적합한 별도의 규준을 정하여 실시하여야 한다.

② 검사결과, 이상이 확인된 경우에는 감독원의 지시에 따라 콘크리트를 깎아내거나 재시공 또는 콘크리트 덧붙이기 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

(4) 철근피복 검사

① 표면상태의 검사에 의해 철근피복이 부족한 조짐이 있는 경우에는 비파괴시험방법 등에 의해 철근피복 조사를 실시하여 소정의 철근피복이 확보되어 있는지를 검사하여야 한다.

② 검사결과, 불합격된 경우에는 감독원의 지시에 따라 적절한 조치를 강구하여야 한다.

(5) 구조물 중의 콘크리트 품질의 검사

① 콘크리트의 받아들이기 검사 또는 시공 검사에서 합격 판정되지 않은 경우, 또는 이들 검사가 확실히 실시되지 않은 경우에는 구조물 중의 콘크리트 품질 검사를 실시하여야 한다.

② 구조물 중의 콘크리트의 품질 검사는 「3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사」에 의해 실시하는 것으로 한다.

③ 구조물 중의 콘크리트 품질 검사시 필요할 경우에는 비파괴시험(비파괴시험법에 의한 콘크리트 강도평가 요령, 한국콘크리트학회)에 의한 검사를 실시하여야 한다.

④ 비파괴 시험결과를 종합적으로 판단한 결과, 구조물의 성능에 의심이 가는 경우에는 감독원의 지시에 따라 적절한 조치를 취하여야 한다.

(6) 현장에서 양생한 공시체의 제작, 시험 및 강도 결과

① 감독원은 실제의 구조물에서 콘크리트의 보호와 양생이 적절한지를 검토하기 위하여 현장상태에서 양생된 공시체 강도의 시험을 요구할 수 있다.

② 현장에서 양생되는 공시체는 KS F 2403에 따라 현장과 같은 조건하에서 양생하여야 한다.

③ 현장 양생되는 공시체는 시험실에서 양생되는 공시체와 똑같은 시간에 동일한 시료를 사용하여 만들어야 한다.

④ 설계기준강도(f_{ck})의 결정을 위해 지정된 시험 재령 일에 실시한 현장 양생된 공시체 강도가 동일조건의 시험실에서 양생된 공시체 강도의 85 % 보다 작을 때는 콘크리트의 양생과 보호절차를 개선하여야 한다. 만일 현장 양생된 것의 강도가 설계기준강도보다 3.5 MPa 를 더 초과하면 85 % 의 한계조항은 무시할 수 있다.

(7) 시험결과 콘크리트의 강도가 작게 나오는 경우

① 시험실에서 양생된 공시체 개개의 압축시험 결과가 표 6-4-1-8 「압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사」 의 규정을 만족하지 못하거나 또는 현장에서 양생된 공시체의 시험 결과에서 결점이 나타나면, 구조물의 하중지지 내력을 충분히 검토하여야 하며, 적절한 조치를 취하여야 한다.

② 콘크리트의 압축강도 시험 결과 규정을 만족하지 못할 경우 시료의 적절성 및 시험기기나 시험 방법의 적절성을 검토하여 부적절한 경우를 제외하고 평가한다.

③ ②의 결과 강도가 부족하다고 판단되면 관리재령의 연장을 검토한다.

④ ②의 결과 강도가 부족하다고 판단되고 관리재령의 연장도 불가능할 때에는 「3.13.3 (5) 구조물 중의 콘크리트 품질 검사」 에 따라 비파괴 시험을 실시한다. 비파괴 시험 결과에서도 불합격될 경우 문제된 부분에서 코어를 채취하여 KS F 2422에 따라 코어의 압축강도의 시험을 실시하여야 한다. 코어 강도의 시험 결과는 평균값이 fck의 85%를 초과하고 각각의 값이 75%를 초과하면 적합한 것으로 판정한다.

⑤ ④의 시험 결과 부분적인 결함이라면 해당부분을 보강하거나 재시공하며, 전체적인 결함이라면 「3.13.3 (6) 현장에서 양생한 공시체의 제작, 시험 및 강도 결과」 에 따라 재하시험을 실시하여 구조계산을 재검토하여 가능한 사용할 수 있는 방안을 검토하며, 구조물의 적절한 보강으로 성능을 확보한다.

(8) 재하시험에 의한 구조물의 성능 시험

① 공사 중에 콘크리트가 동해를 받았다고 생각되는 경우, 공사 중 현장에서 취한 콘크리트 압축강도 시험결과로부터 판단하여 강도에 문제가 있다고 판단되는 경우, 그 밖의 공사 중 구조물의 안전에 어떠한 근거 있는 의심이 생긴 경우 등으로서 감독원이 필요하다고 인정하는 경우에는 재하시험을 실시한다.

② 구조물의 성능을 재하시험에 의해 확인할 경우 재하시험 방법은 그 목적에 적합하도록 정하여야 한다. 이 경우 재하방법, 하중크기 등은 구조물에 위험한 영향을 주지 않도록 정한다.

③ 재하 도중 및 재하 완료 후 구조물의 처짐, 변형률 등이 설계에 있어서 고려

한 값에 대해 이상이 있는지를 확인하여야 한다.

④ 재하시험 방법, 재하기준, 허용기준, 허용 내구력에 대한 규정 등 재하시험에 관련된 사항에 대해서는 「콘크리트 구조설계기준」을 준용한다.

⑤ 시험결과, 구조물의 내하력, 내구성 등에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 감독원의 지시에 따라 구조물을 보강하는 등의 적절한 조치를 취하여야 한다.

6-4-2 한중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 한중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 하루평균 기온이 4 ℃ 이하가 예상될 경우 한중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

1.1.3 한중콘크리트의 시공방법은 기온이 0~4 ℃ 에서는 간단한 주의와 보온으로 시공하고, -3~0 ℃ 에서는 물 또는 물과 골재를 가열할 필요가 있는 동시에 어느 정도의 보온이 필요하다.

1.1.4 일평균 기온이 0 ℃ 이하가 예상될 경우 1.1.3의 규정에 따라 시공하고, 일평균기온이 -3 ℃ 이하가 예상될 경우 가급적 콘크리트 타설을 하지 말아야 하며, 부득이 한 경우 한중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.2 관련 시방서

콘크리트 표준시방서 제14장 한중콘크리트

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.2 재료를 가열할 경우에는 물 또는 골재를 가열하여야 하며, 시멘트는 어떠한 경우에도 가열해서는 안 된다.

2.1.3 골재

(1) 골재는 동결되어 있거나, 빙설이 혼입되어 있는 것을 그대로 사용할 수 없다.

(2) 골재의 가열은 균등하여야 하며, 한 부위에 집중된 온도가 100 ℃를 초과하지 않도록 부분 과열을 피하고, 골재를 배치에 넣을 때에 평균온도는 65 ℃를 초과하지 않아야 한다.

2.1.4 고성능 감수제, 고성능 AE감수제, 방동·내한제 등의 특수혼화제를 사용할 경우에는 품질을 확인하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.1.5 콘크리트의 동결온도를 낮추기 위하여 소금이나 기타의 약품을 사용하여서는 안된다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 배합은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3.2 한중콘크리트에는 AE콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 한다. KS F 2560의 AE제, AE감수제 및 고성능 AE감수제 등을 사용하면 미세한 기포를 콘크리트 속에 연행시킴에 따라 소요의 워커빌리티를 얻는 데 필요한 단위수량을 줄일 수 있으며, 콘크리트 중의 물의 동결에 의한 해를 작게 할 수 있다.

2.3.3 단위수량은 초기 동해를 작게 하기 위하여 소요의 워커빌리티를 유지할 수 있는 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.4.2 비빈 직후 콘크리트의 온도는 기상조건, 운반시간 등의 영향을 고려하여 칠 때 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 하여야 한다.

2.4.3 가열한 재료를 믹서에 투입하는 순서는 시멘트가 급결하지 않도록, 먼저 뜨거운 물과 굵은 골재, 다음에 잔골재를 넣어서 믹서안에 재료의 온도가 40 ℃ 이하가 되고 나서 시멘트를 넣어야 한다.

2.4.4 콘크리트의 타설계획을 세울 때에는 가열설비능력을 충분히 고려하여야 하며, 콘크리트를 비빈 직후의 온도가 각 배치마다 변동이 작아지도록 관리하여야 한다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 시공기준

3.1.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.1.2 운반 및 타설

(1) 콘크리트의 운반 및 타설 전에 관로의 보온, 타설 전의 온수에 의한 예열, 타설 종료시의 청소 등을 철저히 하여 작업의 중단을 피하여야 하며, 비벼서 타설까지의 시간을 가능한 짧게 하여 열량의 손실을 줄이도록 하여야 한다.

(2) 타설할 때의 콘크리트 온도는 구조물의 단면치수, 기상조건 등을 고려하여 다음 표 6-4-2-1의 범위에서 정한다.

표 6-4-2-1 콘크리트 타설 및 관리시의 추천온도

단계	주변온도	단면 크기, 최소치수 기준(mm)			
		〈 300 mm	300~900 mm	900~1800 mm	〉 1800 mm
타설 및 관리시의 최소 콘크리트 온도					
1	–	13 ℃	10 ℃	7 ℃	5 ℃
주변온도를 고려한 배합시의 최소 콘크리트 온도*					
2	−1 ℃ 초과	16 ℃	13 ℃	10 ℃	7 ℃
3	−18 ~−1 ℃	18 ℃	16 ℃	13 ℃	10 ℃
4	−18 ℃ 미만	21 ℃	18 ℃	16 ℃	13 ℃
보온천막을 제거한 후 처음 24 hr 동안의 최대허용 온도강하					
5	–	28 ℃	22 ℃	17 ℃	11 ℃

(3) 콘크리트를 칠 때에는 철근이나 거푸집 등에 빙설이 부착해 있어서는 안된다.

(4) 시공이음부에 구콘크리트가 동결되어 있는 경우에는 표면을 치핑하여 동결된 부분을 완전히 제거한 다음 콘크리트를 타설하여야 한다.

3.1.3 양생

(1) 양생방법 및 양생기간은 6-4-1절에 따르는 외에 외기온도, 배합, 구조물의 종류 및 크기 등을 고려하여 정하여야 한다.

(2) 콘크리트는 타설 후 초기에 동결하지 않도록 잘 보호하고, 특히 바람을 막아야 한다.

(3) 콘크리트에 열을 가할 경우에는 콘크리트가 급격히 건조하거나 국부적으로 가열되거나 하지 않도록 하여야 한다.
(4) 콘크리트는 시공 중에 예상되는 하중에 대하여 충분한 강도가 얻어질 때까지 양생하여야 한다.
(5) 보온양생 또는 급열양생을 끝마친 후에는 콘크리트의 온도를 급격히 저하시켜서는 안된다.
(6) 심한 기상작용을 받는 콘크리트는 표6-4-2-2의 압축강도가 얻어질 때까지 콘크리트의 온도를 5 ℃ 이상으로 유지하여야 하며, 특히 2일간은 0℃이상이 되도록 유지하여야 한다.

표 6-4-2-2 심한 기상작용을 받는 콘크리트의 양생 종료시의 소요 압축강도의 표준

단면 / 구조물의 노출	압축강도(MPa)		
	얇은 경우	보통 경우	두꺼운 경우
(1) 계속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	15	12	10
(2) 보통의 노출상태에 있고 (1)에 속하지 않는 부분	5	5	5

3.1.4 거푸집 및 동바리
(1) 거푸집은 보온성이 좋은 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
(2) 동바리의 기초는 지반의 동상이나 동결된 지반의 융해에 의하여 변위를 일으키지 않도록 하여야 한다.
(3) 거푸집 떼어내기는 콘크리트의 온도를 갑자기 저하시키지 않도록 하여야 한다.

3.2 현장 품질관리 및 검사

3.2.1 한중 콘크리트의 품질검사는 6-4-1절 3.13.2 콘크리트 시공 검사 외에 표 6-4-2-3에 따른다.
3.2.2 양생을 끝낼 시기, 거푸집 및 동바리를 떼어낼 시기에 대하여는 현장의 콘크리트와 가급적 동일한 상태에서 양생한 공시체의 강도시험에 의하거나 콘크리트의 온도기록에 의한 적산온도로부터 추정한 강도에 의하여 정한다.
3.2.3 물-결합재비를 적산온도 방식에 의하여 정한 경우, 사용한 콘크리트의 품질관리 또는 품질검사를 위한 압축강도시험의 재령은 다음 식으로부터

정한다. 다만, 시험체의 양생은 20±3 ℃인 수중양생으로 한다.

Z20 = M/30 (일)

여기서, Z20 : 압축강도시험을 실시할 재령(일)

M : 배합을 정하기 위하여 사용한 적산온도의 값 (。D·D)

(1) 구조체 콘크리트의 압축강도 검사는 현장 봉함양생으로 실시한다.

(2) 양생기간 중에는 콘크리트의 온도, 보온된 공간의 온도 및 기온을 자기기록 온도계로 기록한다. 단, 콘크리트가 동결할 위험성이 적은 경우에는 그 주위의 기온만을 기록하여 양생관리를 하여도 좋다.

표 6-4-2-3 한중콘크리트의 검사

항 목	시험·검사 방법	시기·횟수	판정 기준
외기온도	온도측정	공사 시작 전 및 공사 중	일평균 기온 4 ℃ 이하
타설시 온도			5~20 ℃ 이내 및 계획된 온도의 범위 내, 계획하는 온도의 범위는 3.1.2 운반 및 타설에 적합할 것
양생중의 콘크리트 온도 혹은 보온양생된 공간의 온도			계획된 온도 범위내, 계획할 온도 범위는 3.1.3 양생에 적합할 것

6-4-3 서중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 서중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 서중콘크리트를 시공하여야 할 시기를 일률적으로 적용하기는 곤란하나, 콘크리트를 칠 때의 기온이 30 ℃를 초과하거나 또는 하루평균 기온이 25 ℃ 이상이 예상될 경우 사용하여야 한다.

1.1.3 일평균기온이 25 ℃ 이상이 예상될 경우 가급적 콘크리트 타설을 하지 말아야 하며, 부득이 한 경우 서중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.2 관련 시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제15장 서중콘크리트

(2) 콘크리트 표준시방서 제2장 일반콘크리트

(3) 대한토목학회 규준 유동화 콘크리트 시공지침 동해설

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 하며, 골재온도가 콘크리트의 온도에

미치는 영향이 크므로(보통골재 온도 ±2 ℃ 에 대하여 콘크리트 온도 ±1 ℃ 의 변화), 장시간 뙤약볕에 방치했던 골재를 그대로 사용하면, 콘크리트의 온도가 40 ℃ 이상으로 상승할 수 있으므로, 가능한 한 낮은 온도의 혼합수를 사용하는 것이 효과적이다. (보통 물의 온도 ±4 ℃에 대하여 콘크리트의 온도 ±1 ℃의 변화).

2.1.2 감수제 및 AE감수제는 KS F 2560에 적합한 지연형의 제품이어야 한다.

2.1.3 유동화제는 콘크리트학회 규준 KCI-AD101(콘크리트용 유동화제 품질규격)에서 정한 지연형의 제품 품질 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 배합은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3.2 콘크리트의 배합은 소요의 강도 및 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 단위수량 및 단위결합재량을 될 수 있는 대로 적게 하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.4.2 비빈 직후 콘크리트의 온도는 기상조건, 운반시간 등의 영향을 고려하여 칠 때 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 하여야 한다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 시공기준

3.1.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.1.2 운반

콘크리트를 운반할 때는 운반 도중 콘크리트가 건조되거나 가열되는 일이 적은 장치 및 방법을 사용하여야 한다.

(1) 덤프트럭 등을 사용하여 운반할 경우에는 콘크리트 표면을 덮어서 직사일광이나 바람으로부터 보호하여야 한다.

(2) 펌프로 수송할 경우에는 수송관을 젖은 천 또는 냉각수가 흐르는 이중관을 사용하여 수송관중의 콘크리트의 품질변화를 감소시킨다.

(3) 레디믹스트 콘크리트를 사용하는 경우에는 애지테이터(Agitator) 트럭을 뙤

약볕에 장시간 대기시키는 일이 없도록 사전에 배차계획까지 충분히 고려하여 시공계획을 세워야 한다.

3.1.3 타설

(1) 콘크리트를 타설 전에는 지반, 거푸집 등 콘크리트로부터 물을 흡수할 우려가 있는 부분을 습윤상태로 유지하여야 한다.

(2) 거푸집, 철근 등이 직사일광을 받아서 고온이 될 우려가 있는 경우에는 살수, 덮개 등의 적절한 조치를 하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설은 가능한 한 빨리 실시하여야 하며, 비벼서 타설을 시작할 때까지의 시간은 1시간 이내에 쳐 넣는 것이 바람직하며, 대책을 강구했을 때라도 1.5 시간을 초과해서는 안된다.

(4) 타설할 때의 콘크리트 온도는 35 ℃ 이하라야 한다.

(5) 콘크리트 타설은 콜드조인트가 생기지 않도록 실시하여야 한다.

(6) 대량의 콘크리트를 칠 경우에는 타설구획이나 순서를 계획하는 것 외에 1회의 타설량을 제한하거나 지연제를 사용하는 등의 조치를 취하여야 한다.

3.1.4 양생

(1) 서중에 친 콘크리트 표면은 직사일광이나 바람에 쐬이면 갑자기 건조해서 균열이 발생하기 쉬우므로, 콘크리트를 친 후 적어도 24시간 동안은 노출면이 건조하는 일이 없도록 습윤상태로 유지하여야 하며, 양생은 적어도 5일 이상 실시하여야 한다.

(2) 목재거푸집의 경우처럼 거푸집판에 따라서 건조가 일어날 염려가 있는 경우에는 거푸집까지 습윤상태로 유지하여야 하며, 거푸집을 떼어낸 후에도 양생기간 동안은 노출면을 습윤상태로 유지하여야 한다.

(3) 콘크리트를 친 후 콘크리트의 경화가 진행되어 있지 않은 시점에서 갑작스러운 건조에 의해 균열이 발생하였을 경우에는 즉시 재진동이나 탬핑을 실시하여 이것을 없애야 한다.

(4) 막양생을 실시할 경우에는 콘크리트 표준시방서 제2장 3.5.2절에 따르며, 가능하면 직사광선에 의한 열흡수가 적은 것을 사용하여야 한다.

3.2 현장 품질관리 및 검사

서중콘크리트의 품질검사는 6-4-1절의 「3.13.2 콘크리트 시공검사」 외에 표 6-4-3-1에 따르는 것으로 한다.

표 6-4-3-1 서중콘크리트의 품질검사

항 목	시험·검사 방법	시기·회수	판단기준
외기 온도	온도측정	공사시작 전 및 공사 중	일평균기온 25 °C 이상인 경우
타설시 온도		공사 중	35 °C 이하 및 계획한 온도의 범위내, 계획하는 온도범위는 「3.1.3 타설」에 적합할 것. 매스콘크리트의 경우는 6-4-5절 「3. 시공」에 준할 것
운반 시간	시간의 확인	공사시작 전 및 공사 중	비비기로부터 타설 종료까지의 시간은 1.5시간 이내 및 계획한 시간 이내일 것

6-4-4 팽창콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 수축보상용 콘크리트 및 화학적 프리스트레스용 콘크리트를 대상으로 하는 팽창콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격

KS F 2562 콘크리트용 팽창재

1.3.2 관련시방서

콘크리트 표준시방서 제20장 팽창콘크리트

1.3.3 관련법규

건설기술관리법 제24조

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

1.6.1 운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6.2 팽창재는 습기의 침투를 막을 수 있는 사일로 또는 창고에 시멘트 등 다른 재료와 혼입되지 않도록 구분하여 저장하여야 한다.

1.6.3 포대팽창재는 지상 300 mm 이상의 마루 위에 쌓아 운반이나 검사에 편리하도록 배치하여 저장하여야 한다.

1.6.4 포대팽창재는 15 포대 이상 쌓아서는 안된다.

1.6.5 포대팽창재는 사용직전에 포대를 여는 것을 원칙으로 하며, 저장 중에 포대가 파손된 것은 공사에 사용해서는 안된다.

1.6.6 저장기간이 길어진 경우에는 시험을 실시하여 소요의 품질을 갖고 있는지를 확인하고 나서 사용하여야 한다.

1.6.7 팽창재의 운반 또는 저장 중에 직접 비에 맞지 않도록 한다.

1.6.8 벌크(Bulk)상태의 팽창재 및 팽창재와 시멘트를 미리 혼합한 것은 양호한 밀폐상태에 있는 사일로(Silo)등에 저장하여 다른 재료와 혼합되지 않도록 하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.2 팽창재, 표면활성제 및 플라이애시 이외의 혼화재료를 사용하는 경우에는 시험 또는 신뢰할 수 있는 자료에 의하여 콘크리트가 소요품질을 확보할 수 있는 재료를 산정하여야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 팽창콘크리트의 배합은 소요강도, 내구성, 수밀성 및 워커빌리티를 만족하도록 정함과 동시에 건조수축보상에 의한 균열감소 혹은 화학적 프리스트레스 도입에 의한 인장 또는 휨내력의 증대, 충전모르타르 및 콘크리트 등 그 목적에 따라 필요한 팽창성능을 갖도록 정하여야 한다.

2.3.2 콘크리트의 단위수량 및 슬럼프는 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위내에서 되도록 작은 값으로 정하여야 한다.

2.3.3 팽창콘크리트의 배합을 결정하기 전에 반드시 시험비빔을 하여 슬럼프, 단위용적중량, 압축강도 등의 시험을 하는 외에 필요시 표 6-4-4-1에 따라 팽창률을 확인하여야 한다.

2.3.4 화학적 프리스트레스용 콘크리트의 단위결합재량은 단위팽창재를 제외한 값으로서 보통콘크리트의 경우 260 kg/㎥ 이상, 경량콘크리트인 경우 300 kg/㎥ 이상으로 한다.

2.4 계량 및 비비기

계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.5 자재품질관리

자재품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절에 따라야 한다.

3.1.2 내·외부 온도차에 의한 온도균열의 우려가 있으므로 팽창콘크리트에 급격한 살수를 해서는 안 된다.

3.1.3 콘크리트 거푸집의 존치기간은 콘크리트 강도의 확보와 팽창률 확보를 위하여 수화반응에 필요한 수분의 건조를 방지하기 위하여 평균기온 20 ℃ 미만인 경우에는 5일 이상, 20 ℃ 이상인 경우에는 3일 이상을 원칙으로 한다. 단 슬래브, 보의 밑면, 아치 하부의 거푸집널은 원칙적으로 동바리를 해체한 후 해체한다. 단 압축강도 시험을 할 경우 설계기준 강도의 2/3 이상 값에 도달한 것이 확인될 경우 해체할 수 있다. 그러나 이때의 콘크리트 압축강도는 14MPa 이상이어야 한다.

3.1.4 소요의 품질을 갖는 팽창콘크리트를 경제적으로 제조하기 위해서는 콘크리트의 재료, 기계설비 및 작업 등을 관리하여야 한다.

3.1.5 팽창콘크리트의 품질은 원칙적으로 팽창률 및 압축강도의 시험값에 의해 확인하여야 한다.

3.1.6 검사결과 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판단되는 경우는 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취함과 동시에 미리 친 콘크리트가 소기의 목적을 달성할 수 있는지 여부를 확인하여 필요에 따라 적당한 조치를 강구하여야 한다.

3.2 품질관리 및 검사

팽창콘크리트의 품질검사는 표 6-4-4-1과 6-4-1절 3.13.1 콘크리트의 품질관리 및 검사에 따른다.

표 6-4-4-1 팽창률 및 압축강도의 품질검사

<table>
<tr><th>항 목</th><th>시험·검사 방법</th><th>시기·회수</th><th colspan="2">판단기준</th></tr>
<tr><td>팽창률</td><td>KS F 2562 참고1의 A 방법</td><td>구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 정한다.
(재령7일 표준)</td><td colspan="2">·수축보상용 콘크리트 경우
: 150×10^{-6} 이상, 250×10^{-6} 이하
·화학적 프리스트레스용 콘크리트 경우
: 200×10^{-6} 이상, 700×10^{-6} 이하
·공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레스용 콘크리트 경우
: 200×10^{-6} 이상, $1,000\times10^{-6}$ 이하</td></tr>
<tr><td rowspan="3">강 도</td><td rowspan="3">· 수축보상용 콘크리트인 경우
: KS F 2405의 방법
· 화학적 프리스트레스용 콘크리트인 경우
: KS F 2562 참고2의 방법</td><td rowspan="3">1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 150 ㎥마다 1회, 배합이 변경될 때마다
(재령 28일 표준)</td><td>$f_{ck} \leq 35$ MPa</td><td>$f_{ck} > 35$ MPa</td></tr>
<tr><td>① 연속 3회 시험 값의 평균이 설계 기준 압축강도 이상
② 1회 시험값이 (설계기준압축강도-3.5MPa) 이상</td><td>① 연속 3회 시험 값의 평균이 설계 기준 압축강도 이상
② 1회 시험값이 설계기준압축강도의 90% 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">압축강도의 평균치가 소요의 물-결합재비에 대응하는 압축강도 이상일 것.</td></tr>
</table>

6-4-5 매스콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 매스콘크리트 구조물에서 시멘트의 수화열에 의한 온도균열 및 온도 응력을 비롯하여 매스콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 매스콘크리트로 다루어야 하는 구조물의 부재치수는 구조형식, 사용재료, 시공조건에 따라 각각 달라서 일률적으로 정하기 어렵지만, 대체적인 표준으로서 넓이가 넓은 슬래브에서는 두께 0.8 m 이상, 하단이 구속된 벽에서는 두께 0.5 m 이상으로 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 관련시방서

콘크리트 표준시방서 제18장 매스콘크리트

1.4 제출물

1.4.1 제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 하며 다음 사항을 추가하여야 한다.

(1) 균열제어철근의 배치
(2) 블록분할과 이음위치도
(3) 콘크리트의 냉각을 위한 장치 설치도
(4) 균열유발줄눈의 설치위치와 간격을 표시한 전개도
(5) 온도균열의 제어계획서

1.4.2 계획서에는 사용하는 시멘트의 종류, 혼화재료, 골재 등을 포함한 재료 및 배합의 적절한 선정, 블록분할과 이음위치, 콘크리트 타설 시간간격의 선정, 거푸집의 재료와 구조, 콘크리트의 냉각, 양생방법의 선정, 균열제어철근의 배치 등 시공전반에 걸친 검토가 포함되어야 한다.

1.5 온도균열지수에 의한 평가

1.5.1 온도균열지수의 산정에 필요한 임의재령에서의 온도응력 해석은 유한요소법 등과 같은 정밀한 방법을 사용하여야 하며, 수화열에 의한 균열발생 우려가 크지 않다고 판단되는 구조물의 경우에는 온도해석만을 실시하여 다음과 같은 간이적인 방법으로 온도균열지수를 구해 안전성을 평가할 수 있다.

(1) 연질의 지반 위에 친 평판 등과 같이 내부구속응력이 큰 경우

$$\text{온도균열지수} = \frac{15}{\Delta T_i}$$

여기서, ΔT_i : 내부온도가 최고일 때의 내부와 표면과의 온도차(℃)

(2) 암반이나 매시브한 콘크리트 위에 친 평판 등과 같이 외부구속응력이 큰 경우

$$\text{온도균열지수} = \frac{10}{R\,\Delta T_0}$$

여기서, ΔT_0 : 부재 평균최고온도와 외기온도와의 균형시의 온도차(℃)

R : 외부구속의 정도를 표시하는 계수

외부의 구속정도	R
비교적 연한 암반 위에 콘크리트를 타설	0.50
중간 정도의 단단한 암반 위에 콘크리트를 타설	0.65
경암 위에 콘크리트를 타설	0.80
이미 경화된 콘크리트 위에 타설	0.60

1.5.2 온도균열지수는 구조물의 중요도, 기능, 환경조건 등에 대응할 수 있도록 선정하여야 하며, 철근이 일반적인 구조물에서의 표준적인 온도균열지수의 값은 다음과 같다.

(1) 균열발생을 방지하여야 할 경우 : 1.5 이상
(2) 균열발생을 제한할 경우 : 1.2 이상 1.5 미만
(3) 유해한 균열 발생을 제한할 경우 : 0.7 이상 1.2 미만

1.6 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.2 매스 콘크리트의 재료 및 배합을 결정할 때에는 설계기준 강도와 소정의 워커빌리티를 만족하는 범위 내에서 콘크리트의 온도상승이 최소가 되도록 하여야 한다.

2.1.3 콘크리트의 발열량은 대체적으로 단위결합재량에 비례하므로 소요의 품질을 만족시키는 범위내에서 단위결합재량이 적어지는 배합을 선정하여야 한다.

2.1.4 매스콘크리트에서는 중용열포틀랜드시멘트, 고로시멘트, 플라이애시시멘트 등의 저발열시멘트를 사용하는 것이 바람직하다. 이들 저발열시멘트는 장기재령의 강도증진이 크므로 장기재령(예 91일)에서의 강도를 설계기준강도로 하는 것이 좋다.

2.1.5 포틀랜드시멘트에 고로슬래그분말, 플라이애시 등을 혼합한 저발열시멘트의 경우에는 충분히 실험을 하여 그 특성을 확인하여야 하며, 고로시멘트는 칠 때에 콘크리트 온도가 높을 경우 발열상태가 변동할 경우도 있으므로 발열성상을 확인하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공준비

3.1.1 매스콘크리트의 시공시에는 콘크리트 구조물이 소요의 품질과 기능을 만족할 수 있도록 사전에 시멘트의 수화열에 의한 온도응력 및 온도균열에 대한 충분한 검토를 한 후에 시공계획을 수립하여 이것에 따라 실시하여야 한다.

3.1.2 넓은 면적에 걸쳐 콘크리트를 칠 경우에는 콜드조인트가 생기지 않도록 시공구간의 면적, 콘크리트의 공급능력, 이어치기의 허용시간 등을 고려하여 시공순서를 정하여야 한다.

3.2 시공 중 유의사항

매스콘크리트에서는 콘크리트를 친 후에 침하균열이 발생할 가능성이 높으며 경화가 진행되지 않은 시점에서 침하균열이 발생하였다면 즉시 재진동이나 탬핑 등을 실시하여야 한다.

3.3 온도균열의 제어

3.3.1 구조물에 필요한 기능 및 품질을 손상시키지 않도록 온도균열을 제어하기 위해 적절한 콘크리트의 품질 및 시공방법의 선정, 균열제어철근의 배치 등에 대한 대책을 강구하여야 한다.

3.3.2 균열유발줄눈 설치

(1) 온도균열을 제어하기 위하여 명시된 도면에 균열유발줄눈을 둘 경우에 구조물의 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정확히 설치하여야 한다.

(2) 균열유발줄눈에 발생한 균열이 내구성 등에 유해하다고 판단될 때에는 보수를 하여야 한다.

3.3.3 블록분할 및 이음

매스콘크리트의 타설구역의 크기와 이음의 위치 및 구조는 온도균열의 제어 및 1회 콘크리트 타설능력 등 시공상의 여러 조건을 고려하여 정하여야 한다.

3.3.4 콘크리트 타설 시간간격

매스콘크리트 타설 시간간격은 균열제어의 관점으로부터 구조물의 형상과 구속조건에 따라서 적절히 정하여야 한다.

3.3.5 거푸집

(1) 매스콘크리트의 거푸집은 온도균열을 제어하기 위한 콘크리트의 온도관리를 고려하여 그 재료 및 구조를 선정하여야 한다.

(2) 온도상승을 작게 하는데는 방열성이 높은 거푸집이 좋으나, 타설이 끝난 뒤에 큰 폭으로 기온의 저하가 예상될 경우, 또는 겨울철에 콘크리트 내부와 표면부의 온도차가 커지는 경우에는 보온성이 좋은 거푸집을 사용하여야 한다.

(3) 보온성이 양호한 거푸집을 쓸 경우에는 보통 거푸집의 존치기간보다 길게하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 거푸집을 떼어낸 후 콘크리트 표면의 급냉을 방지하기 위하여 시트 등으로 덮어 콘크리트 표면의 보온을 계속해 주어야 한다.

3.3.6 콘크리트의 타설온도

(1) 매스콘크리트의 타설온도는 온도균열을 제어하기 위한 관점에서 될 수 있는 대로 저온으로 하여야 한다. 타설온도가 높은 경우에는 특히 꼼꼼한 계획을 세워 시공하여야 한다.

(2) 매스콘크리트의 타설온도가 25 ℃ 이상이 될 경우에는 프리쿨링(Pre-cooling)방법 또는 파이프 쿨링(Pipe-cooling)방법을 고려하여야 한다.

3.3.7 양생시의 온도제어

(1) 매스콘크리트의 양생은 콘크리트의 온도변화를 제어하기 위하여 온도균열제어 대책에 따라 적절한 방법으로 실시하여야 한다.

(2) 매스콘크리트 양생은 콘크리트 부재 내·외부의 온도차가 커지지 않도록 하여야 하며, 부재 전체의 온도강하속도가 커지지 않도록 필요에 따라 표면의 보온 및 보호조치를 강구하여야 한다.

3.4 현장품질관리

3.4.1 온도관리

(1) 매스콘크리트의 시공관리에서는 일반콘크리트에서의 품질관리 외에 온도제어를 목적으로 콘크리트를 친 직후부터 외기온도와 거의 같게 될 때까지 온도관리를 실시하여야 한다.

(2) 측정결과 친 후의 콘크리트 각 부분의 온도상태가 예측한 것보다 크게 다를 때에는 계속 시공하는 콘크리트에 대하여 양생방법, 타설 시간간격 등의 대책을 재검토하여 예측한 상태로 되돌리기 위한 검토서를 제출하여야 한다.

3.4.2 검사

콘크리트 구조물을 완성한 후, 구조물의 균열검사를 하여 해로운 균열이 발생한 경우에는 이에 대한 조치를 하여야 한다.

6-4-6 수중콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 일반수중콘크리트, 수중불분리성콘크리트, 현장타설콘크리트말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 수중콘크리트를 사용하는 구조물에는 해양 등 수면하의 비교적 넓은 면적에 콘크리트를 쳐서 만드는 구조물과 현장타설 말뚝 또는 지하연속벽과 같이 비교적 좁은 곳에 사용되는 콘크리트구조물 등이 있다.

1.1.3 수중콘크리트에 프리플레이스트콘크리트를 쓸 경우에는 콘크리트 표준시방서 제19장에 따라야 한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 6-4-1 일반 콘크리트

1.2.2 6-5 철근공

1.3 참조규격

1.3.1 관련시방서

콘크리트 표준시방서 제16장 수중콘크리트

1.4 제출물

1.4.1 현장동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.4.2 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 4-1절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

시공상세도면은 시공순서도, 환경오염방지 가시설물도(오탁방지막 등)를 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.4 제품자료

제품자료는 혼화재료의 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용 지침서, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.5 안정액 처리

현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용한 안정액을 잘못 처리할 시는 현장주

변의 하수관 등을 막히게 하든지 주변의 도로를 더럽힐 수 있으므로 안정액의 처리계획을 사전에 제출하여야 한다. 처리계획에는 공사에 관계된 배수기준, 환경기준과 침전탱크, 진공차 등의 처리시설이 포함되어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.1.2 철근은 6-5절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.2 혼화재료

2.2.1 수중불분리성 혼화제의 품질은 콘크리트학회 규준 KCI-AD102 (콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규격)에 적합한 것이어야 한다.

2.2.2 수중불분리성콘크리트에 사용되는 감수제, AE감수제, 고성능감수제 또는 이 이외의 혼화제는 품질이 확인된 것으로써 수중 불분리성 혼화제와 병용하여 나쁜영향을 미치지 않은 것이어야 한다.

2.3 장비

장비는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.4 배합

2.4.1 배합강도

(1) 일반적인 수중콘크리트는 수중시공시의 강도가 표준공시체 강도의 0.6~0.8 배가 되도록 배합강도를 설정하여야 한다.

(2) 수중불분리성 콘크리트는 KCI-CT 102에 따라서 제작한 수중제작공시체의 재령 28일 압축강도를 배합강도로 설정한다.

(3) 현장타설 콘크리트 말뚝 및 지하연속벽 콘크리트는 수중시공시 강도가 대기중 시공시 강도의 0.8배, 안정액중 시공시 강도가 대기중 시공시 강도의 0.7배로 하여 배합강도를 설정한다.

2.4.2 일반적인 수중콘크리트

(1) 슬럼프는 표 6-4-6-1을 표준으로 한다.

표 6-4-6-1 수중콘크리트의 슬럼프 표준

시공방법	일반 수중콘크리트	현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트
트레미	130~180 mm	180~210 mm
콘크리트 펌프	130~180 mm	-
밑열림상자, 밑열림포대	100~150 mm	-

(2) 물-결합재비는 50 % 이하를 표준으로 한다.
(3) 단위결합재량은 370 kg/㎥ 이상을 표준으로 한다.

2.4.3 수중불분리성콘크리트

(1) 수중불분리성콘크리트의 배합은 콘크리트가 소정의 수중 불분리성, 강도, 유동성 및 내구성을 가지도록 배합설계에 의하여 정하여야 한다.
(2) 수중불분리성콘크리트의 유동성은 그 시공조건에 따라 표 6-4-6-2에 나타낸 슬럼프 플로로서 설정한다. 슬럼프 플로 시험은 콘크리트학회 규정 KCI-CT103에 따른다.

표 6-4-6-2 수중불분리성콘크리트의 슬럼프 플로

시 공 조 건	슬럼프 플로의 범위(mm)
급경사면의 장석(1 : 1.5~1 : 2)의 고결, 사면의 엷은 슬래브(1: 8 정도까지)의 시공 등에서 유동성을 작게 하고 싶은 경우	350~400
단순한 형상의 부분에 타설하는 경우	400~500
일반적인 경우, 표준적인 철근콘크리트 구조물에 타설하는 경우	450~550
복잡한 형상의 부분에 타설하는 경우 특별히 양호한 유동성이 요구되는 경우	550~600

(3) 수중불분리성콘크리트의 배합강도는 설계기준강도 및 콘크리트의 품질변동을 고려하여 정하여야 한다.
(4) 굵은골재의 최대치수는 40 mm 이하를 표준으로 하고 부재최소치수의 1/5 및 철근의 최소간격의 1/2을 넘어서는 안 된다.
(5) 공기량은 4 % 이하를 표준으로 한다.

2.4.4 현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트

(1) 굵은골재의 최대치수는 철근 순간격의 1/2 이하 또는 25 mm 이하를 표준으로 한다.
(2) 슬럼프값은 150~210 mm 를 표준으로 한다.
(3) 물-결합재비는 55 % 이하를 표준으로 한다.
(4) 단위결합재량은 350 kg/㎥ 이상으로 한다.

2.5 비비기

2.5.1 수중불분리성콘크리트

(1) 수중불분리성콘크리트의 비비기는 제조설비가 갖추어진 플랜트에서 물을 투입하기 전에 건식으로 비빈 후 전 재료의 비비기를 하여야 한다.

(2) 믹서는 강제식을 사용하여야 한다.

(3) 1회 비비기 양은 믹서의 공칭용량의 80 % 이하이어야 한다.

(4) 비비기 시간은 시험에 의하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

2.6 품질관리

2.6.1 시험

(1) 수중불분리성콘크리트의 배합강도는 한국콘크리트학회 규준 KCI-CT 102에 따라서 제작한 수중제작 공시체의 재령 28일에 있어서의 압축강도를 기준으로 설정한다.

(2) 수중불분리성콘크리트의 유동성은 슬럼프 플로로 표시한다. 슬럼프 플로 시험은 한국콘크리트학회 규준 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법에 의한 것으로 한다.

3. 시 공

3.1 일반

3.1.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

3.1.2 수중콘크리트는 그 성질을 충분히 고려하여 재료, 배합, 타설 및 시공기계 등에 특히 주의하여 재료분리가 될 수 있는 대로 적게 되도록 시공하여야 한다.

3.2 일반적인 수중콘크리트

3.2.1 콘크리트타설의 원칙

(1) 콘크리트는 정수중에서 타설하여야 한다.

(2) 콘크리트는 수중에 낙하시켜서는 안된다.

(3) 콘크리트면은 가능한 한 수평하게 유지하면서 소정의 높이 또는 수면상에 이를 때까지 연속해서 타설하여야 한다.

(4) 레이탄스의 발생을 되도록 적게 하기 위하여 치는 도중에 될 수 있는 대로 콘크리트가 흐트러지지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 콘크리트가 경화될 때까지 물의 유동을 막아야 한다.

(6) 한 구획의 콘크리트 타설을 완료한 후 레이탄스를 완전히 제거하지 않고 연속하여 쳐서는 안된다.

(7) 콘크리트는 트레미나 콘크리트 펌프를 사용해서 치는 것을 원칙으로 한다. 그러나, 감독원이 승인한 경우에는 밑열림상자나 밑열림포대를 사용해도 좋다.

3.2.2 트레미에 의한 타설

(1) 트레미는 수밀성을 가지며 콘크리트가 자유롭게 낙하할 수 있는 크기를 가져야 하며, 수심에 따른 안지름은 다음과 같다. 또한 트레미의 안지름은 굵은 골재 최대치수의 8배 정도는 필요하다.

① 수심 3 m 이내에서 250 mm

② 수심 3~5 m 에서는 300 mm

③ 수심 5 m 이상에서는 300~500 mm

(2) 트레미 1개로 칠 수 있는 면적은 30 ㎡ 이하로 하여야 한다.

(3) 트레미는 콘크리트를 치는 동안 그 하반부가 항상 콘크리트로 채워져 있어야 하며, 트레미 하단을 친 콘크리트면 보다 300~400 mm 아래로 유지하여야 한다.

(4) 트레미는 콘크리트를 치는 동안 수평이동 시켜서는 안된다.

(5) 트레미의 취급은 각 단계에서의 상태를 미리 상세히 검토하여 치는 동안의 콘크리트에 대하여 좋지 않은 상태가 일어나지 않도록 예방조치를 강구하여야 하다.

(6) 특수한 트레미를 사용할 경우에는 그 적합성을 확인하고 사용방법을 충분히 검토하여야 한다.

3.2.3 콘크리트펌프에 의한 타설

(1) 콘크리트펌프의 배관은 수밀하여야 한다.

(2) 콘크리트의 치는 방법은 트레미에 준하여야 하며, 펌프의 안지름은 굵은 골재 최대치수의 3~4 배에 해당하는 100~150 mm 를 사용하고, 수송관 1 개로 쳐지는 면적은 5 ㎡ 이하로 하여야 한다.

3.2.4 밑열림상자 및 밑열림포대에 의한 타설

(1) 밑열림상자 및 밑열림포대는 그 바닥이 콘크리트를 치는 면 위에 도달해서 콘크리트를 쏟아 부을 때 쉽게 열릴 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 콘크리트를 치는데 있어서는 밑열림상자 및 밑열림포대를 조용히 수중에 내려 콘크리트를 쏟은 후, 콘크리트면으로부터 상당한 거리가 떨어질 때까지 천천히 끌어 올려야 한다.

3.3 수중불분리성콘크리트

3.3.1 타설

(1) 타설은 정수중에서 수중낙하높이 0.5 m 이하로 하는 것을 원칙으로 한다. 여기서 정수중이란 0.05 m/s 정도 이하를 의미한다.

(2) 타설은 콘크리트펌프 또는 트레미를 사용하는 것을 원칙으로 하고 수중불분리성콘크리트의 품질을 저하시키지 않도록 하여야 한다.

3.3.2 콘크리트는 타설 후 경화할 때까지 유수, 파도 등에 씻겨져서 표면이 세굴되지 않도록 보호하여야 한다.

3.4 현장타설 말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트

3.4.1 철근망태 설치

(1) 철근망태는 보관, 운반, 설치할 때 유해한 변형이 생기지 않도록 견고하게 제작하여야 한다.

(2) 철근의 피복두께는 100mm 이상으로 충분히 취하여야 한다.

(3) 간격재는 명시된 도면에서와 같은 피복두께가 확보되도록 적정한 형상, 배치가 되도록 한다.

(4) 철근망태를 설치할 때 굴착 종료 후 될 수 있는 대로 빠른 시기에 실시하고 그 위치와 연직도를 정확히 유지하여 공벽에 접촉되지 않도록 하여야 한다.

3.4.2 타설

(1) 콘크리트의 타설에 앞서 진흙의 제거를 확실히 하여야 한다.

(2) 콘크리트는 트레미를 써서 연속하여 치는 것을 원칙으로 하며, 콘크리트를 치는 중에서 콘크리트 속에 트레미의 삽입깊이는 2 m 이내 이어야 한다.

(3) 콘크리트는 명시된 도면보다 500 mm 이상의 높이로 치고, 경화한 후 이것을 제거하여야 한다.

(4) 사용한 안정액의 처리는 충분히 고려하여야 한다.

(5) 콘크리트의 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 먼저 타설하는 부분의 경우 4~9 m/h, 나중에 타설하는 부분의 경우 8~10 m/h로 실시하여야 한다.

3.5 현장품질관리 및 검사

3.5.1 일반 수중콘크리트의 품질검사는 표 6-4-6-3에 따른다.

3.5.2 수중불분리성콘크리트의 품질관리는 표 6-4-6-4에 따른다.

3.5.3 현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트의 검사는 표 6-4-6-5에 따른다.

표 6-4-6-3 일반 수중콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기·회수	판단기준
배 합	압축강도	KS F 2405의 방법	·받아들이기 시점 ·1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 ㎥마다 1회	수중 시공시의 할증을 고려한 설계기준강도를 바탕으로 6-4-1절 2.3 배합에 준함.
수중분리 저항성	물-결합재비	배합시험에 의함.	〃	규정치 이하, 규정치가 없는 경우는 50 % 이하
	단위결합재량	배합시험에 의함.	〃	규정치 이상 규정치가 없는 경우는 370 kg/㎥ 이하
유동성	슬럼프	KS F 2402의 방법	〃	시공계획서의 값, 트레미, 콘크리트 펌프의 경우 130~180 mm

표 6-4-6-4 수중불분리성콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기·회수	판단기준
배 합	수중제작 공시체 압축강도	KCI-CT102 및 KCI-AD102의 방법	·받아들이기 시점 ·1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 ㎥ 마다 1회	6-4-1절 2.3 배합에 준함.
	굵은골재의 최재치수	배합시험에 의함.	〃	·40 mm 이하 ·부재최소치수의 1/5 및 철근의 최소순간격의 1/2를 초과하지 않을 것
수중 분리 저항성	수중분리도	KCI-AD102의 방법	〃	규정치 이상 규정치가 없는 경우는 현탁물질량은 50 mg/L이하, pH는 12.0 이하
	수중기중 강도비	KCI-AD102의 방법	〃	일반적인 경우 0.7 이상, 철근콘크리트의 경우는 0.8 이상
유동성	슬럼프 플로	KCI-CT103의 방법	〃	규정치 ±30 mm

표 6-4-6-5 현장타설말뚝 및 지하연속벽에 사용하는 수중콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기·회수	판단기준
배 합	압축강도	KS F 2405의 방법	·받아들이기 시점 ·1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 ㎥ 마다 1회	수중 시공시의 할증을 고려한 설계기준강도를 바탕으로 6-4-1절 2.3 배합에 준함.
	굵은골재의 최재치수	배합시험에 의함.	〃	·25 mm 이하 ·철근의 최소순간격의 1/2를 초과하지 않을 것
수중 분리 저항성	물-결합재비	배합시험에 의함.	〃	규정치 이하, 규정치가 없는 경우는 55 % 이하
	단위결합재량	배합시험에 의함.	〃	규정치 이상, 규정치가 없는 경우는 350 kg/㎥ 이상
유동성	슬럼프	KS F 2402 또는 KCI-CT103의 방법	〃	시공계획서의 값, 지시가 없는 경우의 슬럼프는 180~210 mm, 슬럼프 플로의 규정치 ±30 mm

6-4-7 해양콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 해양콘크리트 구조물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 해양콘크리트 구조물은 해면 아래에 있게 되어 해수의 작용을 받는 구조물뿐만 아니라, 육상이나 해면상에 건설되어 파랑이나 해수 물보라, 조풍의 작용을 받는 구조물에 사용되는 콘크리트를 말한다.

1.1.3 해양콘크리트 구조물의 시공을 수중콘크리트로 시공할 경우에는 이 절의 규정하는 것 외에 6-4-6절에 따라야 한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 관련 시방서

콘크리트 표준시방서 제17장 해양콘크리트

1.4 제출물

1.4.1 현장동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.4.2 검사 및 시험계획서

계약상대자는 공사착수전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 4장의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 시공상세도면

시공상세도면은 다음 사항을 추가하여 작성하여야 한다.

(1) 환경오염방지 가시설물도(오탁방지막 등)

(2) 프리캐스트 부재 설치 순서도

(3) 프리캐스트 부재 설치방법

1.4.4 제품자료

제품자료는 혼화재료의 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용 지침서, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.5 환경조사

해양콘크리트구조물 시공전에 조풍, 파랑, 조류 등의 환경조건과 선박의 항행이나 주변의 어장에 미치는 영향, 야간이나 악천후 때에 항행선박으로부

터 받는 장해 등을 미리 검토한 대책보고서를 작성하여야 한다.

1.4.6 프리캐스트 부재 운반(또는 예항) 계획서

프리캐스트 부재의 시공을 할 때는 부재를 설치 장소까지 안전하게 운반 또는 예항할 수 있도록 운반(또는 예항) 계획서를 작성하여야 한다. 계획서에는 기상조건, 해상조건, 해상교통의 상황과 긴급한 상황하에서의 대피방법, 대피장소가 포함되어야 한다.

1.5 환경요구 사항

1.5.1 해양에서 현장타설 콘크리트 시공을 할 때에는 환경오염을 방지하기 위해서 해수의 오탁이 일어나지 않는 공법을 제시하여야 한다.

1.5.2 오탁수가 시공시 발생된다면 오탁수 처리방법을 제시하여야 하며, 처리된 물의 버릴 장소 및 버릴 방법이 포함되어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.1.2 시멘트는 해수의 작용에 대하여 내구적이어야 하므로 고로슬래그시멘트, 플라이애시시멘트 등 혼합시멘트계 및 중용열포틀랜드시멘트 등이 좋다. 이들 혼합계시멘트는 내해수성 이외에도 장기재령의 강도가 크고, 수화열이 적은 이점이 있어 해양콘크리트에 적합하지만 초기강도가 작은 결점이 있어 초기 습윤양생에 주의하여야 한다.

2.1.3 해양콘크리트에는 시멘트콘크리트 이외 시멘트와 폴리머를 사용한 폴리머 시멘트콘크리트와 결합재를 폴리머만 사용한 수지콘크리트 또는 시멘트 콘크리트의 공극 속에 합성수지를 함침 시킨 폴리머 함침 콘크리트 등이 사용된다.

2.1.4 혼화재료 중 고로슬래그미분말이나 플라이애시를 적당량 시멘트와 치환함으로써 수밀하고 해수의 화학작용에 대한 내구성이 큰 콘크리트를 만들 수 있으나, 이들 혼화재의 사용효과는 혼화재의 종류, 분말도 및 혼합률에 따라 크게 상이하므로 사용시에는 실험 등을 거쳐 품질을 확인한 후 사용방법을 정하여야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당 절의 요건에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 물-결합재비

(1) 해양콘크리트구조물에서는 내구성으로부터 정하는 물-결합재비의 최대 값은 표 6-4-7-1 의 값을 표준으로 한다.

표 6-4-7-1 내구성으로 정해진 AE콘크리트의 최대 물-결합재비(%)

시공조건 / 환경구분	일반 현장시공의 경우	공장제품 또는 재료의 선정 및 시공에서 공장제품과 동등 이상의 품질이 보증될 때
(a) 해 중	50	50
(b) 해상 대기중[1]	45	50
(c) 물보라 지역[2]	40	45

주) [1] 해상 대기중이란 물보라의 위쪽에서 항상 조풍을 받으며 파도의 물보라를 가끔 받는 열악한 환경을 말함.

[2] 물보라 지역은 평균 간조 면에서 파고의 범위에 있으므로 조석의 간만, 파랑의 물보라에 의한 건습의 반복작용을 받는 내구성 면에서 가장 열악한 환경이기 때문에 콘크리트 속의 강재부식, 동해, 화학적 침식 등의 손상을 받을 가능성이 큼.

(2) AE콘크리트로 타설한 무근콘크리트를 내구성으로부터 정한 최대 물-결합재비는 표 6-4-7-1의 값에 10 %정도 더한 값으로 해도 좋다.

(3) 해수 또는 조수간만의 영향을 받으며 콘크리트를 타설하여야 하는 시공조건이 나쁜 경우는 일반적으로 현장시공의 경우 최대 물-결합재비의 값을 표의 값에 5% 정도 작게 하여야 한다.

2.3.2 단위결합재량은 구조물의 규모, 중요성, 환경조건 등을 고려하여 내구성이 얻어지도록 표 6-4-7-2의 값 이상으로 하여야 한다.

표 6-4-7-2 내구성으로 정하여지는 단위결합재량 (kg/㎥)

굵은골재의 최대치수 / 환경구분	20(mm)	25(mm)	40(mm)
물보라 지역 및 해상 대기중	340	330	300
해중	310	300	280

2.3.3 해양콘크리트 구조물에 쓰이는 콘크리트의 설계기준강도는 30MPa 이상으로 한다.

2.3.4 해양콘크리트구조물에 쓰이는 AE콘크리트의 공기량은 표 6-4-7-3의 값을 표준으로 하여야 한다.

표 6-4-7-3 콘크리트의 공기량의 표준값(%)

환 경 조 건		굵은골재의 최대치수(mm)		
		20	25	40
동결융해 작용을 받을 염려가 있는 경우	(a) 물보라	6	6	5.5
	(b) 해상 대기중	5	4.5	4.5
동결융해를 받을 염려가 없는 경우[1]		4	4	4

주 [1] 동결 융해작용을 받을 염려가 없는 지역은 항상 해중에 있는 구조물로서 기온이 0 ℃ 이하 되는 일이 거의 없는 경우를 말함.

3. 시 공

3.1 시공준비

해양콘크리트구조물 시공전에 환경조건, 항해선박으로부터 받는 장해 등을 미리 검토하여 대책을 세워야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.2.2 해양콘크리트구조물 시공시에는 해역오염, 생태계의 영향 등이 미치지 않도록 환경보전에 충분히 주의하여야 한다.

3.2.3 시공이음은 될 수 있는 대로 피하여야 하며, 특히 최고조위로부터 600 mm, 최저조위로부터 아래로 600 mm 사이의 감조부분에는 시공이음이 생기지 않도록 세부 공정계획에 포함되어야 한다.

3.2.4 시공이음을 피할 수 없는 경우에는 이음은 6-4-1절에 따라야 하며, 내구성에 결점이 되지 않도록 충분한 조치를 강구하여야 한다.

3.2.5 콘크리트는 재령이 5일이 되기까지는 해수에 씻기지 않도록 보호하여야 한다.

3.2.6 강재와 거푸집판과의 간격은 소정의 피복두께를 확보하도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

3.2.7 마모, 충격 등의 작용을 받는 부분은 적당한 재료로 콘크리트 표면을 보호하거나 철근의 피복두께 또는 단면을 증가시켜야 한다.

3.2.8 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치

(1) 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 있어서는 소요의 정밀도를 얻을 수 있도록 시공방법, 설치방법 등은 세부 공정계획서 및 시공도에 따라야 한다.

(2) 프리캐스트 콘크리트 부재의 연결방법 또는 다른 재료 부재와의 연결방법에 대해서는 충분한 내수성, 내염성을 가진 접합방법을 사용하고 소요의 내하력 및 내구성을 갖도록 하여야 한다.

3.3 품질관리 및 검사

3.3.1 품질관리 및 검사는 6-4-6절 3.5 품질관리 및 검사에 따른다.

6-4-8 유동화콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 유동화콘크리트를 사용하는 콘크리트 구조물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

1.3.2 관련 시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제7장 유동화콘크리트

(2) 대한토목학회 규준 유동화 콘크리트 시공지침 및 동 해설

1.3.3 관련법규

건설기술관리법 제24조

1.4 제출물

제출물은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.5 품질보증

품질보증은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

1.6 운반 및 저장

운반 및 저장은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.1.2 유동화제는 유동화 콘크리트의 품질기준에 대한 영향을 고려하여 선정하여야 한다.

2.1.3 AE제, 감수제, AE감수제는 KS F 2560에 적합하고 또한 유동화제와 병용할 경우에 유동화콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.

2.2 장비

장비는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.3 배합

2.3.1 베이스 콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 적당한 워커빌리티를 가지며, 품질의 변동이 적어지도록 콘크리트의 배합 및 유동화제의 첨가량을 정하여야 한다.

2.3.2 베이스 콘크리트는 원칙적으로 AE콘크리트로 하며 그 배합 및 유동화제의 첨가량은 유동화후의 콘크리트가 워커빌리티, 강도, 내구성 및 수밀성 이외에도 강재를 보호하는 성능을 갖도록 실시하여야 한다.

2.3.3 슬럼프

(1) 유동화콘크리트의 슬럼프는 작업에 적절한 범위로서 원칙적으로 210 mm 이하로 결정하여야 한다. 그러나 재료분리, 기타 콘크리트에 나쁜 영향이 없는 것을 나타내는 신뢰할 수 있는 자료, 실적 또는 실험자료가 있으면 그 값을 초과해도 좋다.

(2) 슬럼프의 증가량은 100 mm 이하를 원칙으로 하며 50~80 mm 를 표준으로 한다. 그러나 (1) 과 같이 신뢰할 수 있는 자료, 실적 또는 실험자료 등이 있으면 감독원의 승인을 얻어 슬럼프 증가량을 100 mm 이상으로 해도 좋다.

(3) 베이스콘크리트의 슬럼프는 콘크리트의 유동화에 지장이 없는 범위여야 한다.

2.3.4 배합 표시방법

(1) 배합의 표시방법은 일반적으로 표 6-4-8-2에 의하는 것으로 한다.

표 6-4-8-2 배합의 표시방법

굵은 골재의 최대치수 (mm)	슬럼프[1] (mm)		공기량[1] (%)		물-결합재비 W/B (%)	잔골재율 s/a (%)	단위량 (kg/m³)						
	베이스 콘크리트	유동화 콘크리트	베이스 콘크리트	유동화 콘크리트			W	C	S	G	혼화재료		
											혼화재	혼화제[2]	유동화제[2]

주 [1] 슬럼프 및 공기량은 유동화 전후의 것으로 한다.

[2] 혼화제 및 유동화제의 사용량은 ㎖/m³ 또는 g/m³으로 나타내고 희석시키지 않거나, 녹이지 않은 것을 표시하는 것으로 한다. 또한 유동화제의 용적은 콘크리트를 비비는 용적계산에서 무시하는 것으로 한다.

(2) 시방배합은 잔골재가 5 mm 체를 전부 통과하고 굵은 골재는 5 mm 체에 전부 남는 것으로 하며 모두 표면건조포화상태에 있는 것으로 한다.

(3) 시방배합을 현장배합으로 고치는 경우에는 골재의 함수상태, 5 mm 체에 남는 잔골재의 양, 5 mm 체를 통과하는 굵은 골재 및 혼화제의 희석수량 등을 고려하여야 한다.

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 계량 및 비비기는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2.4.2 콘크리트의 유동화는 다음 중 한가지 방법에 의한다.

(1) 콘크리트 플랜트에서 운반한 콘크리트에 공사현장에서 유동화제를 첨가하여 균일하게 될 때까지 휘저어 유동화한다.

(2) 콘크리트 플랜트에서 트럭애지테이터에 유동화제를 첨가하여 즉시 고속으로 휘저어 유동화한다.

(3) 콘크리트 플랜트에서 트럭애지테이터에 유동화제를 첨가하여 저속으로 휘저으면서 운반하고 공사현장 도착 후에 고속으로 휘저어 유동화 한다.

2.4.3 유동화콘크리트를 다시 유동화 할 수 없다.

2.5 자재품질관리

자재품질관리는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3. 시 공

3.1 작업준비

3.1.1 유동화콘크리트 시공시에는 유동화 후 소요의 품질이 얻어지도록 사전에 베이스콘크리트(Base Concrete)의 재료, 배합, 유동화 방법, 품질관리 등에 대해서 충분히 검토하여야 한다.

3.1.2 계약상대자는 유동화콘크리트를 사용 전에 유동화 시기, 첨가량, 휘젖기 시간, 유동화 장소, 소음대책, 관리방법 등에 대해서 충분한 검토를 하여야 한다.

3.2 시공기준

유동화콘크리트의 시공기준은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.3 현장품질관리 및 검사

3.3.1 유동화콘크리트 시험 및 검사는 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.3.2 베이스콘크리트 및 유동화콘크리트의 슬럼프 및 공기량 시험은 50 ㎥ 마다 1회씩 실시하여야 한다.

3.3.3 유동화콘크리트의 시공에서 특히 필요한 품질검사는 표 6-4-8-3에 따른다.

표 6-4-8-3 유동화 콘크리트의 품질검사

종 류	항 목	시험·검사 방법	시기·회수	판단기준
유동화제	밀도 고형분, IR	시험성적표에 의한 균일성 확인 (승인시/반입시)	승인 및 반입 또는 생산로트 별	최초 제출한 제조사 시험성적서의 관리기준 및 KCI-AD101에 적합할 것
	KCI-AD101의 품질항목	KCI-AD101의 방법	승인 또는 반입 후 6개월 경과시	
베이스 콘크리트	슬럼프	KS F 2402의 방법	50 ㎥ 마다 1회의 빈도를 표준으로 한다. 타설 당초는 빈도를 높인다.	계획한 범위 내에 있을 것. 2.3 배합에 적합할 것
	공기량	KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		정해진 조건에 적합할 것
유동화 콘크리트	슬럼프	KS F 2402의 방법		계획한 범위 내에 있을 것. 2.3 배합에 적합할 것
	공기량	KS F 2409의 방법 KS F 2421의 방법 KS F 2449의 방법		정해진 조건에 적합할 것

6-4-9 섬유보강콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 섬유보강콘크리트 공사의 일반적 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2564 콘크리트용 강섬유

KS F 2566 강섬유보강 콘크리트의 휨인성 시험방법

1.3.2 관련시방서

(1) 콘크리트 표준시방서 제10장 섬유보강콘크리트

(2) 한국콘크리트 학회 KCI SF 102 강섬유보강 콘크리트의 강섬유 혼입률 시험방법

(3) 한국콘크리트 학회 KCI SF 103 강섬유보강 숏크리트의 강섬유 혼입률 시험방법

(4) 한국콘크리트 학회 KCI SF 104 강섬유보강 콘크리트의 휨강도 및 휨인성 시험방법

(5) 한국콘크리트 학회 KCI SF 105 강섬유보강 콘크리트의 압축강도 및 압축인성 시험방법

2. 재 료

2.1 사용섬유

2.1.1 현재 시멘트계 복합재료용 섬유로서는 강섬유, 유리섬유, 탄소섬유 등의 무기계섬유와 아라미드 섬유, 폴리프로필렌섬유, 비닐론섬유, 나이론 등의 유기계섬유로 분류된다. 이들 섬유는 사용목적에 따라 차이가 있으나 일반적으로 섬유와 시멘트 결합재 사이의 부착성이 양호하고, 섬유의 인장강도가 크며, 내구성, 내열성 및 내후성이 우수하여야 한다.

2.1.2 강섬유는 KS F 2564의 규준에 적합한 것이어야 한다.

2.1.3 2.1.1 이외의 강섬유를 사용하는 경우에는 그 품질을 확인하여 사용방법을 충분히 검토하여야 한다.

2.2 배합

2.2.1 섬유보강콘크리트의 배합은 소요의 품질을 만족하는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 정하여야 한다.

2.2.2 섬유의 형상, 치수 및 혼입률은 섬유보강콘크리트의 소요 압축강도, 휨강도 및 인성을 고려하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

2.2.3 배합의 표시는 6-4-1절의 해당 절에 의하며, 이외의 섬유의 형상, 칫수 및 섬유혼입률을 명시하도록 한다.

3. 시 공

3.1 비비기

3.1.1 섬유보강콘크리트는 소요의 품질이 얻어지도록 충분히 비벼야 한다.

3.1.2 믹서는 강제식 믹서를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

3.1.3 섬유를 믹서에 투입할 때에는 섬유를 콘크리트 속에 균일하게 분산시킬 수 있는 방법으로 하여야 한다.

3.1.4 비비기 시간은 시험에 의하여 정하는 것으로 한다.

3.2 재료의 품질관리 및 검사

3.2.1 강섬유의 품질관리 및 검사는 표 6-4-9-1에 따른다.

표 6-4-9-1 강섬유의 관리 및 검사

종 류	항 목	시험·검사방법	시기·횟수	판정기준
강섬유	품 질	KS F 2564	공사착수전, 공사중 및 종류가 변했을 때	KS F 2564

3.2.2 강섬유 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

3.3 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질관리 및 검사

3.3.1 강섬유 혼입률에 대한 품질관리 및 검사는 표 6-4-9-2에 따른다.

표 6-4-9-2 강섬유혼입률에 대한 관리 및 검사

항 목	시험·검사방법	시기·횟수	판정기준
강섬유혼입률	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF 102)	강도용 시험체 채취시 및 품질변화를 보였을 때	허용차(%) ±0.5
강섬유혼입률 (숏크리트)	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF 103)	강도용 시험체 채취시 및 품질변화를 보였을 때	허용차(%) ±0.5

3.3.2 강섬유 혼입률 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

3.4 경화콘크리트의 품질관리 및 검사

3.4.1 휨강도 및 인성에 대한 품질관리 및 검사는 표 6-4-9-3에 따른다.

표 6-4-9-3 휨강도 및 인성에 대한 품질관리 및 검사

항 목	시험·검사방법	시기·횟수	판정기준
휨강성 및 휨인성계수	KS F 2566	강도용 시험체 채취시 및 품질변화를 보였을 때	설계시에 고려된 휨인성계수값에 미달할 확률이 5 % 이하일 것
압축인성	한국콘크리트 학회 규준 (KCI-SF105)	강도용 시험체 채취시 및 품질변화를 보였을 때	설계시에 고려된 압축인성값에 미달할 확률이 5 % 이하일 것
강섬유 혼입율	한국도로 공사 품질기준	1회(6공이상)/50m 코어채취	설계기준량의 90% 이상

3.4.2 휨강도 및 인성 이외의 재료에 대한 품질관리 및 검사는 6-4-1절에 따른다.

6-4-10 고강도콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 장은 고강도콘크리트의 재료 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

(2) 이 장에서는 공장제품 등과 같은 특수 양생방법인 증기양생이나 오토클래이브양생 등에 의해 얻어지는 고강도콘크리트에 적용하지 않는다.

1.2 일반사항

(1) 일반적인 구조물에 쓰이는 고강도콘크리트의 강도는 표준양생을 한 콘크리트 공시체의 소요기준재령의 강도를 표준으로 한다.

(2) 고강도콘크리트의 설계기준강도는 일반적으로 40 MPa 이상으로 하며, 고강도경량콘크리트는 27 MPa 이상으로 한다.

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법
KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법
KS F 2502 굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험 방법
KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험 방법
KS F 2511 골재에 포함된 잔 입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험 방법
KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리 양의 시험 방법
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
KS L 5201 포틀랜드시멘트
KCI-CT103 수중불분리성 콘크리트의 슬럼프 플로 시험 방법

1.3.2 관련시방서

건축공사표준시방서 05055 고강도콘크리트 공사
한국콘크리트학회 기준 고강도콘크리트의 설계·시공요령
콘크리트 표준시방서 제9장 고강도 콘크리트

1.4 제출물

6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

2. 재 료

2.1 시멘트

(1) 시멘트는 KS L 5201에 적합한 것이어야 한다.

(2) 위 (1) 이외의 시멘트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다.

2.2 혼화재료

(1) 화학혼화제는 고강도콘크리트를 제조하는데 적절한 것인가를 시험배합을 거쳐 확인한 후 사용하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트에 사용되는 플라이애시, 실리카 퓸, 고로슬래그 미분말 등의 혼화재는 시험배합을 거쳐 확인한 후 사용하여야 한다.

2.3 잔골재

(1) 잔골재는 깨끗하고 강하며 내구적인 것으로서 적당한 입도를 가지며, 먼지, 진흙, 유기불순물, 염분 등의 유해물질을 함유해서는 안 된다. 잔골재는 일반적으로 표 6-4-10-1의 기준을 만족하여야 한다.

표 6-4-10-1 골재의 품질

항목 / 종류	절대건조 밀도 (kg/m^3)	흡수율 (%)	실적률 (%)	점토량 (%)	0.08mm체 통과량 (%)	유기 불순물	염화물 이온량 (%)	안정성 (%)	팽창률[1] (%)
굵은골재	2,500 이상	2.0 이하	59 이상	0.25 이하	1.0 이하	-	-	12 이하	0.1 미만
잔골재	2,500 이상	3.0 이하	-	1.0 이하	2.0 이하	표준색 이하	0.02 이하	10 이하	0.1 미만

주1) 팽창률은 알칼리 골재반응시험(ASTM C 1260)에 따른 팽창률을 말한다.

(2) 잔골재는 대소의 입자가 알맞게 혼입되어 있는 것으로 그 입도는 제2장의 표 2.2의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F2502에 따른다.

(3) 고강도콘크리트에 사용되는 부순모래는 KS F 2527에 적합한 것이어야 한다.

2.4 굵은골재

(1) 굵은골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이며 알맞는 입도를 갖고 얇은 석편, 유기불순물, 염분 등의 유해량을 함유해서는 안 되며, 표 6-4-10-1의 기준을 만족하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트에 사용하는 굵은골재가 콘크리트 강도 및 워커빌리티 등에

미치는 영향이 크므로 선정에 세심한 주의를 하여야 한다.

(3) 고강도콘크리트에 사용되는 굵은골재의 입도분포는 굵고, 가는 골재 알이 골고루 섞이어 공극률을 줄임으로써 시멘트페이스트가 최소가 되도록 하는 것이 좋으며, 그 입도는 제2장의 표 2.4의 범위를 표준으로 한다. 체가름 시험은 KS F2502에 따른다.

(4) 굵은골재의 점토량 시험은 KS F2512, 골재씻기 시험은(0.08 mm체 통과량)은 KS F2511, 유기불순물 시험은 KS F2510, 염화물함유량 시험은 KS F2515, 골재의 안정성 시험은 KS F2507에 따른다.

(5) 고강도콘크리트에 사용되는 굵은골재의 최대치수는 40 mm 이하로서 가능한 25 mm 이하로 하며, 철근 최소 수평 순간격의 3/4, 그리고 부재 최소치수의 1/5 이내의 것을 사용하도록 한다. 단, 콘크리트를 공극 없이 밀실하게 타설할 수 있는 반죽질기나 다짐방법을 사용할 경우에는 감독원의 판단에 따라 적용하지 않을 수도 있다.

2.5 배합

(1) 고강도콘크리트의 배합강도는 6-4-2절 2.3.2의 규정에 의하여 정한다.

(2) 물-결합재비의 결정은 다음 사항에 따른다.

① 고강도콘크리트의 물-결합재비는 소요의 강도와 내구성을 고려하여 정한다.

② 실제로 사용하는 콘크리트와 거의 동일한 재료를 사용하여 소요 슬럼프값 또는 슬럼프 플로, 소요 공기량이 얻어지는 콘크리트에 관하여 물-결합재비와 콘크리트 강도의 관계식을 시험 배합하여 구한다.

③ 물-결합재비는 일반적으로 45% 이하로 한다.

④ 배합강도에 상응하는 물-결합재비는 시험에 의한 관계식을 이용하여 결정하며 이 경우 관계식의 신뢰성을 고려하여 안전한 쪽으로 물-결합재비를 결정하는 것이 바람직하다.

(3) 단위결합재량은 소요의 워커빌리티 및 강도를 얻을 수 있는 범위 내에서 가능한 한 적게 되도록 시험에 의해 정하여야 한다.

(4) 단위수량은 소요의 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 가능한 작게 하여야 한다.

(5) 잔골재율은 소요의 워커빌리티를 얻도록 시험에 의하여 결정하여야 하며, 가능한 작게 하도록 한다.

(6) 고성능감수제의 단위량은 소요강도 및 작업에 적합한 워커빌리티를 얻도록 시험에 의해서 결정하여야 한다.

(7) 슬럼프는 작업이 가능한 범위 내에서 되도록 작게 하며, 유동화 콘크리트로 할 경우 슬럼프 플로의 목표치는 설계기준강도 40 MPa 이상, 60 MPa 이하의 경우 구조물의 작업 조건에 따라 500 mm, 600 mm, 700 mm로 구분하여

정하며, 그 이상의 고강도콘크리트의 경우 감독원의 지시에 따른다.

(8) 기상의 변화가 심하거나 동결융해에 대한 대책이 필요한 경우를 제외하고는 AE제를 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.

2.6 비비기

(1) 비비기는 성능이 우수한 믹서로 비빈다.

(2) 믹서에 재료를 투입하는 순서는 감독원의 지시에 따른다. 재료는 제조된 콘크리트의 물성이 사용하고자 하는 구조물에 가장 적합하도록 투입 순서를 정한다.

(3) 비비기 시간은 시험에 의해서 정하는 것을 원칙으로 한다.

2.7 거푸집 및 동바리

(1) 고강도콘크리트용 거푸집 및 동바리는 높은 측압과 유동성 증가에 대하여 소정의 강도와 강성을 가지는 동시에 완성된 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보될 수 있도록 세심한 설계 및 시공을 하여야 한다.

(2) 동바리는 작용하중을 안전하게 기초에 전달할 수 있는 형식의 것을 사용하여야 한다.

(3) 거푸집 및 동바리는 콘크리트를 타설하기 전과 타설하는 도중에 감독원의 검사를 받아야 한다.

(4) 고강도콘크리트용 거푸집은 콘크리트가 자중 및 시공시 가해지는 하중에 충분히 견딜 만한 강도를 가질 때까지 해체해서는 안 되며, 높은 수화열로 인한 균열발생 가능성이 크므로 제거시기에 신중하여야 한다.

(5) 거푸집판이 건조할 우려가 있을 때에는 살수를 하여야 한다.

(6) 특수거푸집과 동바리를 사용할 경우는 설계도서에 따른다.

2.8 자재 품질관리

(1) 고강도콘크리트의 받아들이기 검사는 표 6-4-10-2에 따른다.

표 6-4-10-2 고강도콘크리트의 받아들이기 검사

종류	항목	시험 및 검사방법	시기 및 횟수	판정기준
배합	압축강도	KS F 2405의 방법	·받아들이기 시점 ·1회/일 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 20~150 m^3마다 1회	6-4절 표 6-4-1-6에 준함
유동성	슬럼프 또는 슬럼프 플로	KS F 2402의 방법 또는 KCI-CT103의 방법	상동	·슬럼프 : 설정치 ±2 5 mm (180 mm 이하의 경우) 설정치 ± 15 mm (180 mm를 초과하는 경우) ·슬럼프플로 : 설정치 ± 50 mm

3. 시 공

3.1 운반

(1) 콘크리트는 재료의 분리 및 슬럼프 값의 손실이 적은 방법으로 신속하게 운반하여야 한다.

(2) 운반시간 및 거리가 긴 경우에 사용하는 운반차는 트럭믹서, 트럭 애지테이터 혹은 건비빔 믹서로 하여야 하며, 고성능감수제 등을 추가로 투여하는 등의 조치를 하여야 한다.

(3) 콘크리트 운반차량은 운반지연으로 인한 급격한 슬럼프 값 저하 가능성에 대비하여 고성능 감수제 투여장치 등의 보조 장치를 준비하여야 한다.

(4) 버킷의 구조는 콘크리트의 투입 및 배출시 재료 분리를 일으키지 않는 것, 또는 버킷에서의 콘크리트 배출이 용이한 것으로 하여야 한다.

(5) 콘크리트 펌프를 사용할 경우 펌프의 기종, 수송관의 직경, 압송속도 등에 관한 사항을 감독원의 지시에 따른다.

3.2 타설 및 양생

3.2.1 타설

(1) 타설 순서는 구조물의 형상, 콘크리트의 공급상태, 거푸집 등의 변형을 고려하여 결정하여야 한다. 기둥 및 벽체 콘크리트와 보 및 슬래브 콘크리트를 일체로 하여 타설할 경우에는 보 아래에서 타설을 중지한 다음, 기둥과 벽에 타설한 콘크리트가 침하한 후 보, 슬래브의 콘크리트를 타설하여야 한다.

(2) 타설 전에 철근, 거푸집, 기타에 관해서는 시공상세도에 따라 시공되는지 여

부와 타설 설비 및 장치가 제대로 되어 있는가를 확인하여또한 거푸집 내에 이물질이 없는가를 확인하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 낙하고는 콘크리트 재료 분리가 일어나지 않는 범위에서 감독원의 지시에 따른다.

(4) 콘크리트는 운반 후 신속하게 타설하여야 한다. 타설할 때는 받침 또는 투입구를 설치하며, 타설 간격은 콘크리트 면이 거의 수평을 이루는 때로 정한다.

(5) 다짐에 사용되는 다짐기의 기종은 고강도 콘크리트의 높은 점성 등을 고려하여 선정하여야 하며 다짐시간과 다짐방법을 사전에 검토하여야 한다.

(6) 수직부재에 타설하는 콘크리트의 강도와 수평부재에 타설하는 콘크리트 강도의 차가 1.4배 이상일 경우에는 수직부재에 타설한 고강도콘크리트는 수직-수평부재의 접합면으로부터 수평부재 쪽으로 안전한 내민 길이를 확보하도록 하여야 한다. 그러나 수직부재와 수평부재의 접합부에 기계적인 보강을 통하여 안전성 확보를 입증할 경우 내민 길이를 확보하지 않아도 된다.

3.2.2 양생

(1) 고강도콘크리트는 초기강도발현이 중요하므로 콘크리트를 타설한 후 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하여야 하며 진동, 충격 등의 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분한 조치를 취하여야 한다.

(2) 고강도콘크리트는 낮은 물-결합재비를 가지므로 습윤양생을 철저히 실시하여야 하며, 부득이한 경우 현장봉함양생 등을 실시할 수 있다.

(3) 콘크리트를 타설한 후 경화할 때까지 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 하여야 한다.

(4) 부재 두께가 0.8 m 이상인 경우의 양생은 '6-4-5 매스콘크리트'에 따른다.

6-4-11 고성능콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현장타설 고성능콘크리트를 사용하는 일체형(노출) 바닥판 공사의 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

6-4-1 일반콘크리트

1.3 참조규격

6-4-1절 1.3에 따른다.

1.4 제출물

6-4-1절 1.4에 따른다.

1.5 품질보증

6-4-1절 1.5에 따른다.

1.6 운반 및 저장

6-4-1절 1.6에 따른다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 시멘트, 골재 등의 품질기준은 6-4-1절에 따른다.

2.1.2 결합재는 3성분계(시멘트 : 고로슬래그미분말 : 플라이애시 = 6 : 3 : 1, 중량비)를 사용하여야 하며 고로슬래그미분말 및 플라이애시 품질기준은 각각 KS F 2563 3종 및 KS L 5405 2종의 규격을 만족하여야 한다.

2.2 장비

장비에 관한 사항은 6-4-1절에 따른다.

2.3 배합

고성능콘크리트의 배합기준은 표 6-4-11-1과 같다.

표 6-4-11-1 고성능콘크리트의 배합기준

설계기준강도 (MPa)	σmax (mm)	최대 물/결합재비 (W/B)	표준공기량 (%)	슬럼프 (mm)
f_{28} = 30	25	40	6.5 ± 1.5	130 ± 25

2.4 계량 및 비비기

계량 및 비비기에 관한 사항은 6-4-1에 따른다.

2.5 자재의 품질관리

자재의 품질관리에 관한 사항은 6-4-1에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공기준

3.1.1 이절에서 언급하지 않는 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

3.1.2 타설

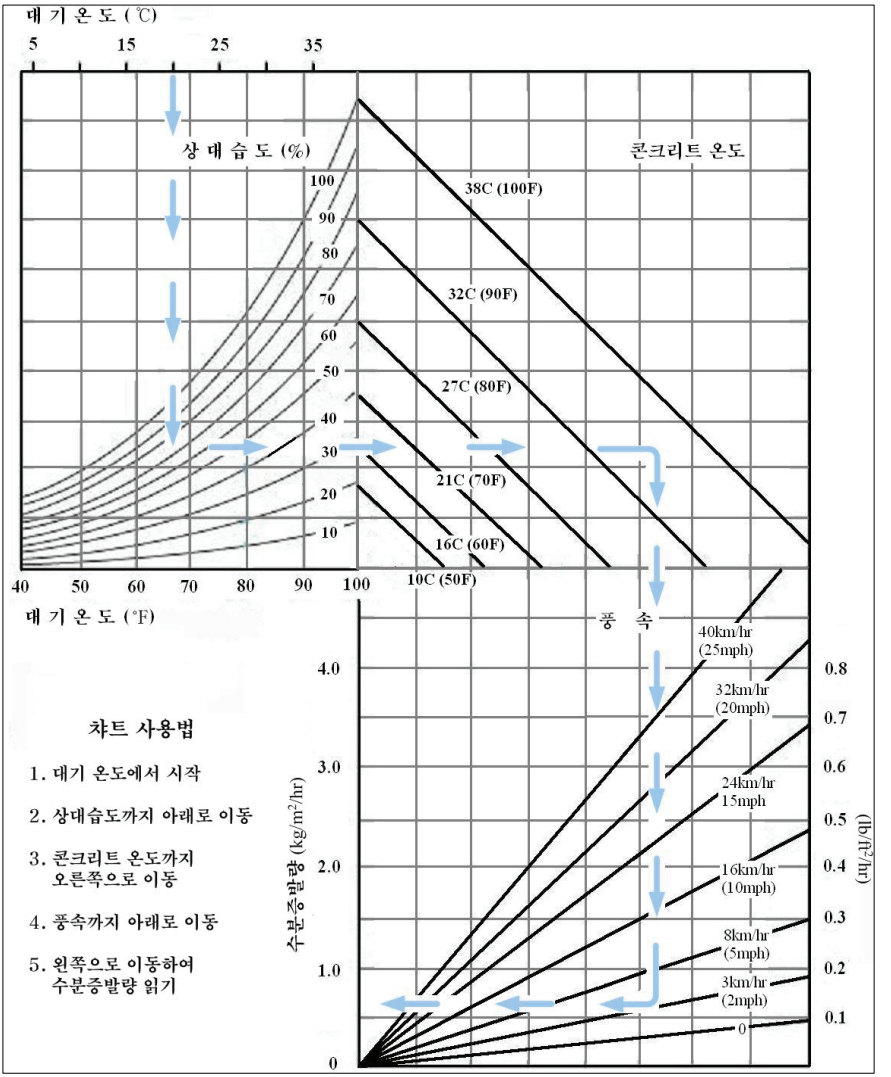
(1) 타설시 수분증발량이 0.5kg/m^2/h 이상으로 예상되는 경우에는 바람을 차단하거나 분무 시스템을 사용하여 수분증발량을 낮추거나 낮에 콘크리트를 타설하지 않아야 한다.

$$E = 5[(T_c + 18)^{2.5} - r(T_a + 18)^{2.5}](V + 4) \times 10^{-6}$$

E = 증발속도(kg/m^2/h)
Tc = 콘크리트(물표면) 온도(℃)
Ta = 대기온도(℃) : 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정
r = 상대습도(%)/100 : 콘크리트 면에서 1.2~1.8m 높이에서 측정
V = 풍속(km/h) : 콘크리트 면에서 0.5m 높이

(2) 타설 시점에서 콘크리트의 온도는 21 ± 11℃ 범위에 있어야 한다. 비가 오거나, 기온이 7℃이하이거나 양생시에 7℃이하로 내려갈 가능성이 있는 경우에는 포설하지 않아야 한다.

그림 6-4-11-1 특정 환경조건에 따른 수분증발률



3.1.3 레일 받침대 및 레일설치

(1) 레일 받침대는 마무리 면이 도면에 나타난 종단과 횡단면에 일치하도록 실제 시공에 맞게 정확히 설치되어야 한다.

(2) 레일은 데크피니셔가 교면 전체를 마무리할 수 있도록 이동량을 고려하여 신축이음부 후면까지 연장설치하여야 한다.

(3) 레일 받침대는 콘크리트를 타설하는 동안 발생할 수 있는 거푸집, 동바리, 구조적인 지지부재의 처짐을 적절히 고려하여 설치되고 수정되어야 한다.
(4) 받침대의 중심간격은 600mm 이하이어야 한다.
(5) 레일은 소요의 평탄성을 확보하는데 매우 중요한 영향을 미치므로 사전에 측량을 통하여 확인하여야 하며 감독원의 승인을 받아야 한다.
(6) 도로면이 캔틸레버부에 위치하는 경우에 레일 받침대는 캔틸레버부의 거푸집위에 설치되어야 한다. 거푸집은 아웃트리거 또는 다른 승인된 방법을 사용하여 이러한 하중을 지지하도록 설계되어야 한다.
(7) 콘크리트를 타설하기 직전에 교량 전체에 걸쳐서 테크피니셔를 시험 운용하여야 한다. 이러한 시험운용은 장비가 마무리 위치에 적합하도록 하기 위해서이다. 이러한 시험 운용시에 처짐을 검토하여 지지 레일의 높이를 적절히 조정하고 철근의 피복두께를 측정하고, 철근 및 거푸집의 상태를 점검하여야 한다. 필요로 하는 모든 교정은 콘크리트를 타설하기 전에 실시되어야 한다.

3.1.4 평탄마무리

바닥판의 평탄마무리를 위해 사용되거나 제안되는 특수방법과 장비는 타설 전 사전회의 때 논의되어야 하며, 감독원에 의해서 승인을 받아야 한다. 바닥판의 마무리는 고성능 콘크리트 바닥판 상면이 소요의 다짐도와 평탄성 등을 만족시킬 수 있도록 아래의 조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

(1) 기계 마무리가 불가능한 부위를 제외한 모든 교면은 전체적으로 데크피니셔에 의한 기계 마무리가 되어야 한다.
(2) 데크피니셔는 자체 동력으로 전·후방 이동이 가능하여야 한다.
(3) 데크피니셔는 배면에서의 콘크리트 표면 마무리가 고르게 펴지도록 스크리드(screed) 전면을 위로 올릴 수 있어야 한다.
(4) 데크피니셔는 2개 이상의 회전 롤러와 오거(auger), 1,500～2,000VPM의 진동팬(vibrating pan)이 장착되어 있어야 한다.
(5) 데크피니셔는 실제 시공되는 바닥판에 맞게 조정된 상태를 유지하여야 한다. 기준을 벗어난 장비는 적절한 수정을 하여야 하며 감독원에 의해 승인을 받을 때까지 사용하여서는 안된다.
(6) 면을 마무리하는 동안 테크피니셔의 용량에 맞는 충분한 양의 콘크리트가 항상 제공되어야 한다.
(7) 균질한 교량 바닥판을 시공하기 위해서 콘크리트가 타설되고, 펴지고, 다짐이 된 후에, 표면은 즉시 데크피니셔의 통과에 의해서 마무리되어야 한다. 데크피니셔는 앞쪽의 충분한 콘크리트를 처리하여 낮거나 공극이 있는 곳을 채울 수 있어야 한다.
(8) 마무리 작업을 하는 동안 콘크리트 표면에 대해서 과도한 작업이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 인력 마무리가 허용되는 구간도 데크피니셔에 의해 만들어지는 것과 같은 콘크리트 표면의 품질을 확보할 수 있도록 하는 방법으로 실시되어야 한다. 마무리 흙손의 폭은 250mm이상이어야 하며 콘크리트와 접촉하는 흙손의 면은 강재이어야 한다.

(10) 장비의 고장 또는 운반상의 문제로 인해서 타설이 지연되는 경우에는 현장에 있는 모든 콘크리트는 젖은 양생포, 양생 담요, 비닐을 가지고 표면을 덮어서 증발을 방지하여야 한다. 과도한 지연이 발생할 경우에는 칸막이(bulkhead)를 만들거나 타설을 중단하여야 한다.

(11) 마무리된 콘크리트는 밀실하고 균질하여야 하며 표면은 균일한 평탄성을 확보하여야 한다. 교면 처리에 앞서, 마무리 콘크리트 면은 감독원에 의해 승인된 직선자를 사용하여 계약상대자와 감독원에 의해서 조사가 이루어져야 한다. 직선자는 3m이상이어야 한다. 콘크리트가 아직 소성 상태인 동안에, 표면이 낮은 부위는 진행되고 있는 타설과 같은 등급의 콘크리트로 채워져야 한다. 종,횡방향으로 3m에서 5mm보다 큰 표면의 불균일성은 감독원에 의해 허용될 수 있는 방법으로 수정되어야 한다.

3.1.5 거친면 마무리

(1) 평탄 마무리가 끝나고 표면에 성형성이 유지된 후에 10-1-2절의 3.14.4에 따라 거친면 마무리를 하거나 양생 후에 3.1.7에 따라서 쏘컷 그루빙을 실시하여야 한다.

(2) 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 감독원의 지시에 따라 홈의 깊이 및 간격을 조정할 수 있다.

3.1.6 양생

바닥판 콘크리트를 타설하기 전의 회의에서 계약상대자는 의도된 양생 방법을 감독원에게 알려야 한다. 콘크리트의 양생은 고성능 콘크리트 바닥판의 균열억제와 내구성 확보를 위해 아래의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 콘크리트 바닥판 상면에 발생되는 균열을 최소화하기 위해서, 콘크리트 타설 후 마무리 및 표면처리 후에 양생제 살포 또는 비닐 양생 후에, 젖은 양생포를 덮어서 14일 동안 균일한 습윤 양생을 실시한다.

(2) 피막양생제는 유성제품으로 사용량은 1.5 L/m^2(원액농도 0.105kg/m^2) 이상으로 한다. 양생제는 전면적에 고르게 살포되어야 하며, 양생제가 살포되지 않는 부분이 있어서는 안된다.

(3) 이러한 양생작업은 표면 처리(타이닝)완료 후로부터 5분, 마무리 작업으로부터 30분 이내에 이루어져야 한다. 이때, 마무리 면과 표면에 손상이 발생되지 않도록 주의하여야 한다. 그러나 어떤 상황 하에서도 규정된 시간을 초과할 정도로 양생이 지연되어서는 안된다.

(4) 양생포는 최소한 양생부위보다 300mm이상 연장하여 덮어야 한다. 양생포

는 전체 면을 완전히 적셔야 하고 양생포가 마르지 않도록 양생포 위에서 지속적으로 살수가 이루어져야 하며 과도한 물은 배수될 수 있어야 한다. 이러한 작업은 양생포 설치 후 10분경에 시작하도록 한다.

(5) 7일 동안 양생한 후에 쏘컷 그루빙, 보도의 설치, 연석, 난간 등을 설치하기 위해서 단기간 동안 제한된 부분에 대해서 양생포를 벗겨 낼 수 있다. 이러한 작업을 위해서 양생포를 걷어내는 부위는 작업에 의해 영향을 받는 인접 부위로 제한되어야 한다. 이러한 작업을 위해 노출되는 모든 콘크리트 면은 습윤포화상태를 유지하여야 한다. 영향을 받는 부위에서의 작업이 완료된 직후에 모든 양생포는 양생을 위해 다시 설치되어야 한다.

3.1.7 쏘컷 그루빙

콘크리트 바닥판 마무리 직후에 타이닝을 실시하지 않고 일정 기간 동안 콘크리트를 양생한 후에 쏘컷팅에 의한 그루빙을 실시하여 차량이 통과하는 표면의 미끄럼 저항을 증진시키는 경우에 적용한다. 여러 개의 원형 날을 가진 쏘컷 장비를 사용하여야 한다. 작업을 완료하기 위해 원형 날이 하나인 것이 요구되는 경우에는 사용을 허용할 수 있다. 사용되는 장비는 사용 전에 감독원의 승인을 받아야 한다.

(1) 쏘컷 그루빙은 규정된 양생기간이 경과하거나 또는 시방서에서 허용하는 기간 보다 빠른 시일에 시행할 수 있다.

(2) 쏘컷 그루빙은 종방향 그루빙이 권장되며 현장여건에 따라 횡방향 그루빙을 실시할 수 있다.

(3) 그루빙은 직사각형 형상으로 한번에 실시하여야 한다.

(4) 종방향 그루빙을 실시하는 경우에는 도로의 중심선에 평행하여야 하며 폭, 깊이 및 중심간격은 다음과 같아야 한다.

표 6-4-11-2 종방향 그루빙 규격

폭	깊이	중심간격
3 mm(±0.5 mm)	4 mm(±2.0 mm)	19 mm(±2.0 mm)

(5) 횡방향 그루빙을 실시하는 경우에는 도로의 중심선에 수직이어야 하며, 폭, 깊이 및 중심간격은 다음과 같아야 한다.

표 6-4-11-3 횡방향 그루빙 규격

폭	깊이	중심간격
3 mm(±0.5 mm)	4 mm(±2.0 mm)	20~30 mm

(6) 그루빙이 실시된 면위에 다시 그루빙을 실시하여서는 안된다. 어떠한 컷팅날도 이미 그루빙한 곳에 도입되지 않아야 한다.

(7) 그루빙을 하는 동안 수시로 최소 그루빙 깊이가 확보되는 지를 확인하여야 한다. 최소 그루빙 깊이를 만족하지 못하는 경우에는 그루빙 작업을 멈추고 최소깊이를 달성하기 위한 조치를 취하여야 한다.

(8) 신축이음장치 설치 후에 또는 기존의 신축이음에 근접해서 시행하는 그루빙 작업은 신축이음장치가 손상되지 않는 방법으로 시행하여야 한다.

(9) 그루빙 작업으로 인해 발생되는 슬러리 또는 파편은 쌓이지 않도록 계속해서 제거하여야 한다. 슬러리는 교면에서 경화되지 않아야 하며, 슬러리 또는 파편을 구조물, 도로, 배수 장치 또는 사면에 버려서는 안된다.

3.1.8 방수

고성능 콘크리트의 염화물에 대한 초기 박리저항성을 증진시키기 위해서, 침투식 방수를 실시하는 것을 원칙으로 하며, 사용되는 방수재의 품질기준은 KS F 4930의 규격을 만족하되 통기성이 있는 제품으로 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 침투깊이는 4mm 이상의 경우 현장에서 제작한 시험체 또는 현장에서 타설된 코어 3개소 이상을 채취하여 침투깊이를 확인한다.

(2) 연행공기를 갖지 않는 콘크리트 시편에 침투식 방수를 실시한 후에 ASTM C 672의 규정에 따라서 100회 반복 후의 등급이 0~1등급인 제품을 사용한다.

3.2 현장 품질 관리검사

3.2.1 이 절에서 언급하지 않는 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

3.2.2 균열관리

바닥판 50m^{2}에서 어느 위치의 균열폭이 0.25mm를 초과하고 균열의 길이가 15m이상인 균열밀도의 경우에는 균열부를 깨끗하게 청소한 후에 0.1mm 이상의 모든 균열은 압력 주입법 또는 중력주입법에 의해 에폭시가 완전히 채워지도록 하여야 한다.

3.2.3 상부 피복두께 관리

(1) 최소설계피복두께를 90mm 이상으로 한다.

(2) 시공허용오차는 -20mm, +40mm로 한다.

(3) 바닥판 콘크리트 타설 전에 마무리 면에서의 피복두께를 검측하고 시공 후 비파괴 장비를 이용하여 피복두께를 조사한다.

3.2.4 평탄성 관리

(1) 도로면은 통행방향에 횡방향으로 설치한 3m 길이의 직선자로부터 5mm이상 변하지 않아야 한다.

(2) 교면의 평탄성은 PrI 160mm/km, IRI 2.0m/km 이하이어야 한다.

6-4-12 조적 및 주입용 모르타르

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 조적공사의 줄눈이나 공장제품 이음매의 채움재로 사용되는 모르타르 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 제4장 품질관리
1.2.2 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.3 13-3 골재

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 2440 콘크리트 조적재의 시료채취 및 시험 방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트
KS L 5204 백색 포틀랜드 시멘트
KS L 5219 메이슨리 시멘트
KS L 5220 건조시멘트 모르타르
KS L 9007 미장용 소석회

1.3.2 관련 시방서 및 규준

(1) 토목공사 일반 표준시방서 04341 모르타르 및 그라우트
(2) 콘크리트 표준시방서 제2장 일반 콘크리트

1.4 제출물

1.4.1 설계배합 : KS L 5220의 배합비나 재료의 시방이 적용될 수 있는지 요구된 환경조건 및 혼합재의 제한 등을 명시하여야 한다.
1.4.2 시료 : 모르타르의 색상과 그 범위를 예시하는 2개의 시료를 제출하여야 한다.
1.4.3 보고서 : 모르타르 또는 그라우트의 규격요건, 재료요건, 시험결과보고서 등을 제출하여야 한다.
1.4.4 제조업체의 확인서 : 제품이 해당사항을 합치한다는 확인서를 제출하여야 한다.
1.4.5 공장혼합 모르타르 : 제작자의 작업지침 등을 제출하여야 한다.

1.5 품질보증

1.5.1 총칙편 4장의 해당규정의 요건에 따라야 한다.

1.5.2 관련문서의 복사본 1부를 현장에 비치하여야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 제품은 재료 및 기기의 해당사항에 따라 현장에 반입, 보관, 보호 및 조작하여야 한다.

1.6.2 포장된 재료는 깨끗하고 건조하여야 하며, 습기, 결빙, 및 이물에 대해서 보호하여야 한다.

1.7 환경요구사항

재료와 대기의 온도는 조적작업의 시작 전 또는 작업 중 5℃이상 그리고 완료 후 48시간동안 10 ℃이상이어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 시멘트는 KS L 5201, 백색 포틀랜드 시멘트는 KS L 5204, 메이슨리 시멘트는 KS L 5219, 건조시멘트 모르타르는 KS L 5220 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.2 잔골재는 13-3절에 따른다.

2.1.3 물은 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유해서는 안된다.

2.2 부속재료

2.2.1 혼화재료는 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

2.2.2 소석회는 KS L 9007 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 배합

2.3.1 모르타르의 배합 및 비비기

(1) 모르타르는 KS L 5220 조적용 모르타르 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 현장 비비기 모르타르

① 관이음에 채움 모르타르는 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 2로 혼합하고, 충분한 물을 넣어 소성질의 모르타르를 만들어야 한다.

② 돌쌓기 등 조적용 모르타르는 부피비로 10 % 의 소석회를 첨가한 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 2로 혼합한 것이며, 줄눈채움 모르타르는 시멘트와 모래를 부피비 1: 1로 혼합하여야 한다.

(3) 모르타르는 즉시 사용할 수량만큼의 재료를 충분히 혼합하여야 하며, 응결이 시작된 후에 다시 비벼서 사용해서는 안된다.
(4) 비비기를 시작하기 전에 모래를 고르게 적셔두어야 한다.
(5) 모르타르의 색상과 혼화재료는 제조업체의 지시에 따라 첨가하고, 혼합물의 색상이 균일하게 되도록 비벼야 한다.
(6) 모르타르의 결빙점을 낮추는 방동제를 사용해서는 안된다.
(7) 모래의 물이 증발해서 없어지면 비비기 2시간 전에 다시 적셔야 한다.
(8) 모르타르는 25 ℃ 이상의 온도에서 비빈 후 60분내 그리고 25 ℃ 이하의 온도에서는 90 분내에 사용하여야 한다.

2.3.2 주입용 모르타르의 배합 및 비비기

(1) 주입용 모르타르의 28일 압축강도는 20 MPa 이상이어야 하며, 유동성은 KS F 2432에 준하여 구하는 유하시간에 의하여 설정하며, 유하시간의 범위는 미리 실험에 의하여 정한다.
(2) 주입용 모르타르의 물-결합재비(W/B)는 40~50 % 범위 내에 있어야 한다.
(3) 주입용 모르타르는 시멘트와 승인된 깨끗한 모래를 부피비 1: 3으로 혼합하여 충분한 물을 넣어 적당한 반죽질기의 그라우트를 만들어야 한다.
(4) 주입용 모르타르 즉시 사용할 수량만큼의 재료를 충분히 혼합하여야 하며, 응결이 시작된 후에 다시 비벼서 사용해서는 안된다.
(5) 혼화재료는 제조업자의 지침에 따라 첨가하고 혼합물이 균일하게 되도록 비벼야 하다.

2.4 자재 품질관리

2.4.1 시험

표 6-4-12-1 자재 시험 방법

종별	시험종목	시험방법	시험빈도	품질기준
그라우팅	컨시스턴시	KS F 2432	·작업개시 전 1회 ·필요시	유하시간은 실험에 의해 정함
	블리딩률 및 팽창률	KS F 2433		·블리딩률 : 3 % 이하 ·팽창률 : 5~10 % (시험시작후 3시간의 값)
	압 축 강 도	KS F 2426		20 MPa

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

그라우트 할 공간은 감독원에게 미리 검사를 요청하여야 한다.

3.2 작업준비

3.2.1 기존 콘크리트의 표면에는 접착제를 도포하여야 한다.

3.2.2 크게 뚫린 구멍은 벽돌이나 블록으로 막고, 젖은 그라우트의 압력에 지탱하도록 석축의 벽면을 버팀대로 지지하여야 한다.

3.3 시공기준

3.3.1 모르타르의 주입은 조적의 중앙부와 공동 속의 공극을 메울 수 있도록 하여야 한다.

3.3.2 모르타르의 주입은 1회에 400 mm 이상의 높이로 해서는 안되며, 남은 모르타르는 그라우트 공간에서 제거하여야 한다.

3.3.3 모르타르의 주입 중 철근의 이동은 방지하여야 한다.

3.4 현장품질관리

3.4.1 현장검사와 시험은 6-4-1절의 해당사항에 따라 수행하여야 한다.

3.4.2 건조모르타르는 KS L 5220의 해당사항에 따라 시험, 평가하여야 한다.

3.4.3 그라우트는 KS F 2426 및 2433의 시험 방법에 따라 소요의 품질을 만족하여야 한다.

3.4.4 조적재의 시험은 KS F 2440의 해당사항에 따라야 한다.

3.4.5 모르타르의 종류와 재료는 달리 명시된 것이 없으면 감독원의 지시에 따라야 한다.

6-4-13 줄눈 및 지수판

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트의 줄눈 및 지수판 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 제3장 자재관리
1.2.2 총칙편 제4장 품질관리
1.2.3 6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)
KS M 3805 연질 염화비닐 수지 지수판

1.4 제출물

1.4.1 검사 및 시험계획서
계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 4-1절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.2 제품자료
지수판 제조업자는 제품자료를 1.3의 KS 규격에 따라 지수판의 성분, 특성, 치수, 인장강도, 신장율, 노화성, 무게변화율, 유연성, 내약품성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 시험방법, 사용실적 등을 추가하여 작성하여야 한다.

1.4.3 견본
계약상대자는 크기가 300 mm 의 지수판 견본품과 현장 접합한 지수판의 시제품을 작성하여야 하며, 비용은 계약상대자가 부담한다.

1.5 운반, 보관, 취급

1.5.1 지수판은 재료의 주위에 공기가 자유롭게 유통할 수 있도록 저장하여야 한다.
1.5.2 지수판은 저장 중 그리고 콘크리트에 부분적으로 묻혀있을 때 48시간 이상 직사광선을 받지 않게 하여야 한다.

1.6 타공정과의 협력작업

계약상대자는 콘크리트 타설작업, 철근작업과 줄눈 및 지수판 작업이 서로 지장

이 되지 않도록 공사 착수전에 조정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 연질 염화비닐 수지 지수판은 KS M 3805 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.2 고무지수판의 재료는 천연고무, 적합한 합성고무 또는 천연 및 적합한 합성고무의 혼성재라야 한다.

2.1.3 수팽창 지수판은 제조업체가 제출한 견본 및 제품자료에 따른다.

2.1.4 지수판은 재질이 치밀하고 균질하게 될 수 있는 공정으로 제조된 것이어야 하며, 구멍과 다른 불순물이 없어야 한다.

2.2 조립 허용오차

2.2.1 수로암거(BOX)용 지수판의 품질기준

(1) 1/2 압축시 압축응력도 : 0.5 이상 9.0 MPa 이하

(2) 복원률 (%) : 65 이상

(3) 1/2 압축시 돌출량 : 10 이하

2.3 자재 품질관리

2.3.1 시험

표 6-4-13-1 수지 및 지수판 자재 시험

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도
연질 염화비닐 수지 지수판	KS M 3805에 규정된 시험종목	KS M 3805	· 제조회사마다 · 제품규격마다
연질 염화비닐 수지를 제외한 지수판	제조업체가 제출한 제품자료에 의한 종목	제품자료에 의한 시험	· 제조회사마다 · 제품규격마다

3. 시 공

3.1 시공기준

3.1.1 설치

(1) 계약상대자는 명시된 도면에 따라 지수판을 설치하여야 한다.

(2) 지수판은 콘크리트속에 묻힌 부분의 이음매 양측에서 같게 설치하여야 한다.

(3) 지수판의 현장 접합개소는 가능한 한 적게 하여야 한다.

(4) 지수판을 현장에서 접합할 때에는 접합 작업자의 능력, 기후, 계절, 작업환

경 등을 충분히 고려하여야 한다.

(5) PVC지수판의 접합은 PVC용접기 또는 감독원이 승인한 방법으로 누수가 되지 않도록 실시하여야 한다.

(6) 현장에서 지수판을 가공해서는 안된다.

(7) 거푸집에 지수판을 설치할 때에는 지수판이 좌우로 균등하게 들어가도록 하여야 하며 지수판에는 일체 못을 치지 말아야 한다.

(8) 지수판을 거푸집에 설치한 뒤 철근을 사용하여 일정한 간격을 유지하고 늘어짐이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(9) 지수판은 제자리에 정확하게 설치하고 콘크리트 타설 중 적절하게 지지해서 묻고 이동되지 않게 단단히 고정시켜야 한다.

(10) 정해진 위치에 지수판을 설치한 뒤 콘크리트를 타설할 때까지 지수판에 손상을 주지 않도록 적절한 보호를 하여야 한다.

(11) 지수판은 가능한 가장 긴 길이로 설치하여야 하며, 접합을 해서 이음의 전길이에 걸쳐 연속적인 수밀봉합이 되게 하여야 한다.

(12) 지수판이 수평으로 설치되어 있을 때에는 지수판의 아래측에도 콘크리트가 잘 채워지도록 콘크리트를 지수판의 높이까지 타설한 시점에서 일시 중지하고 충분히 콘크리트를 다짐과 동시에 지수판 아래쪽의 물과 공기가 배출되도록 하여야 한다.

(13) 지수판이 수직으로 설치되어 있을 때에는 타설한 콘크리트가 지수판의 양측에서 차이가 생기지 않도록 균등하게 콘크리트를 타설하고 충분히 진동기로 다져야 한다.

(14) 지수판이 콘크리트에 묻힐 때는 표면에 기름, 그리스, 건조한 모르타르 등의 이물질이 묻지 않도록 하여야 하며, 지수판의 모든 부분은 치밀하게 콘크리트로 채워져 단단히 유지되어야 한다.

(15) 수팽창 지수판은 콘크리트 양생 후 시공하게 되므로 시공면은 청결하고 건조된 상태로 유지되어야 하고, 부착되는 콘크리트면은 요철이 없도록 하여야 한다.

3.1.2 접합

(1) PVC 지수판은 제작자의 지침에 따라 온도조절이 된 전열과 용접재료를 써서 용접하여야 한다.

(2) 접합부는 접합하지 않은 재료의 인장강도의 60 %이상의 인장강도를 가지고 지수판과 방울이 연속성을 유지하여야 한다.

3.2 현장품질관리

3.2.1 지수판과 이음매는 검사해서 설치착오, 거품, 부적합한 부착, 투수성, 균열, 어긋남 및 물의 침입으로 지수판의 효과가 훼손될 수 있는 다른 결함이 있는지 확인하여야 한다.

3.2.2 손상 또는 결함이 있거나 또는 잘못 설치된 지수판은 제작자의 지침에 따라 보수하거나 대체하여야 한다.

6-5 철근공

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 철근 콘크리트 구조물의 강도, 내구성 및 시공성에 중대한 영향을 미치는 철근의 공급, 가공, 이음 및 조립의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 이 시방은 D51 이하의 이형철근, 지름 18mm이하의 용접철망에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 제3장 자재관리

1.2.2 총칙편 제4장 품질관리

1.2.3 6-4-1 일반 콘크리트

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS B 0802 금속재료 인장시험 방법
KS B 0804 금속재료 굽힘 시험
KS B 0814 금속재료의 인장 크리프 시험 방법
KS B 0833 강의 맞대기 용접 이음-인장 시험 방법
KS B 0845 강 용접 이음부의 방사선 투과시험 방법
KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
KS C 9602 교류 아크 용접기
KS C 9607 용접봉 홀더
KS D 0244 철근콘크리트용 봉강의 가스 압접 이음의 검사방법
KS D 0273 철근콘크리트용 이형봉강 가스압접부의 초음파 탐상시험 방법 및 판정기준
KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
KS D 3508 피복 아크 용접봉 심선재
KS D 3527 철근 콘크리트용 재생 봉강
KS D 3552 철선
KS D 3613 철근콘크리트용 아연도금 봉강
KS D 3629 에폭시 피복철근
KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
KS D 7006 고장력 강용 피복 아크 용접봉
KS D 7017 용접철망

KS M 6070 분체 도료
KS T 2561 철근콘크리트용 방청제

1.3.2 관련 시방서
(1) 콘크리트 구조설계기준 제5장 철근상세, 제8장 정착 및 이음
(2) 콘크리트 표준시방서 제3장 철근작업

1.4 제출물

1.4.1 검사 및 시험계획서
(1) 계약상대자는 공사착수전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 2-4절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.
(2) 용접공과 압접공에 대해서는 자격증명서를 제출하여야 한다.

1.4.2 시공계획서 및 상세도면
(1) 모든 철근에 대한 무게를 기재한 철근목록, 가공상세도, 수량표 및 설치작업계획서와 상세자료 등을 제출하여야 한다.
(2) 철근에 대한 설명, 상세, 치수, 배근, 조립 및 위치를 명시하고, 철근의 개수, 치수 등을 표시, 겹이음과 겹대기, 지지물 및 부대품, 그리고 가공 및 설치에 필요한 사항을 명시하여야 한다.
(3) 앵커볼트 수량표와 위치, 앵커, 현수재, 삽입재, 배관, 슬리브 및 철근과 간섭될 수 있는 콘크리트에 매설되는 품목에 대한 계약도면을 검토하여야 한다.
(4) 콘크리트 구조설계기준 제5장 및 제8장의 요건에 따라 철근의 상세가공도를 작성하고, 목록에는 각 철근의 무게, 치수별 총 무게 및 전체 철근의 총 무게를 명시하여야 한다. 무게의 계산은 KS D 3504 또는 KS D 3527에 명시된 공칭무게를 기준하여야 한다.
(5) 계약상대자는 철근 이음방법에 대한 계획서 및 설명서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.4.3 제품자료
제작자의 제품자료와 자체생산자료 및 철근부대품에 대한 설치지침서를 제출하여야 한다.

1.4.4 시료
(1) 시료는 총칙편 3장에 따라야 한다.
(2) 시료는 공급된 재료를 대표하는 것이어야 하며, 이들 시료는 감독원이 임의로 발취한 추가시료와 함께 요건에 합치하는지 시험할 수 있다. 감독원이 하는 추가 시편발취와 시험은 감독원이 적합하다고 생각하는 어느 곳에서도 할 수 있다.
(3) 도금 또는 에폭시 도막철근이 명시된 경우는 현장에 반입된 각 치수와 반입로트에서 길이가 300 mm 인 철근시료를 2개씩 채취해서 제출하여야 한다.

(4) 시료가 시방요건을 충족하지 못한 경우, 그 회의 반입분을 모두 거부할 수 있다.

1.4.5 품질 자료 확인서

(1) 현장에 반입된 매회 운반분의 철근에 대해서 철근의 등급과 물리, 화학적 물성이 KS B 0802, KS B 0804, KS B 0814를 포함한 04 KS규격에 합치한다는 것을 증명하는 품질보증자료를 제출하여야 한다.

(2) 아연도금 철근은 KS D3613의 요건에 합치한다는 확인서를 제시하여야 한다.

(3) 에폭시 도막 철근에서 철근은 KS D 3504, 분체도료는 KS M 6070의 요건에 합치한다는 확인서를 제시하여야 한다.

1.5 운반, 보관, 취급

1.5.1 철근은 같은 치수와 길이의 것을 묶음으로 운반하여야 하며, 단단히 묶고, 노출된 위치에 제조공장, 용융 또는 가열번호와 철근의 등급과 치수를 명시한 플라스틱 꼬리표를 달아 구별하여야 한다.

1.5.2 철근을 현장에 운반해서, 직접 땅에 닿지 않도록 적절한 보관시설에 저장하거나 덮어야 하며, 습기, 먼지, 기름 또는 콘크리트와 부착을 저해할 수 있는 기타 사유로 철근이 손상되지 않게 하여야 한다.

1.5.3 아연도금 철근과 에폭시 도막철근은 도막이 손상되지 않도록 조작, 보관하여야 한다.

1.5.4 철근은 재질별, 규격별로 보관하는 것이 좋으며, 묶음이 해쳐진 후에도 철근은 구별해 두어야 한다.

1.6 타공정과의 협력작업

콘크리트 타설작업, 거푸집 및 동바리 작업, 지수판 설치작업과 철근가공조립작업이 서로 지장이 되지 않도록 공사 착수전에 조정하여야 한다.

2. 재 료

2.1 철근 및 용접철망

2.1.1 철근 및 용접 철망은 깨끗하여야 하며 들뜬 녹 등의 유해한 부식, 더러움, 흠, 변형 등이 없는 것이어야 한다.

2.1.2 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.3 아연도금 철근은 KS D 3613 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.4 에폭시로 도막한 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 철근에 KS M 6070의 분체도료를 입힌 것으로, 도막 후 초록색의 색상이 나와야 한다.

2.1.5 철근콘크리트용 재생 봉강은 KS D 3527에 적합한 것이어야 하며, 시험을 통하여 품질이 확인된 제품을 사용하여야 한다.

2.1.6 용접철망은 KS D 7017 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
2.1.7 강선 및 나선 철근 : KS 규격에 적합한 것이어야 한다.
2.1.8 압접강선망-보통강선 : KS 규격에 적합한 것이어야 하며, 강선의 치수와 망눈간격은 명시된 것에 따라야 한다.
2.1.9 압접강선망-이형강선 : KS 규격에 적합한 것이어야 하며, 강선의 치수와 망눈간격은 명시된 것에 따라야 한다.
2.1.10 철근매트-보통철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 적합한 보통철근 또는 강봉을 사용하고, 부재의 치수와 간격은 명시된 것에 따르고, 교차점에서 용접하여야 한다.
2.1.11 철근매트-이형철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 합치하는 이형철근을 사용하고 부재의 치수와 간격은 명시된 것에 따르고, 교차점에서 용접 또는 접합하여야 한다.

2.2 장비

교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접봉 홀더는 KS C 9607 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3 부속재료

2.3.1 결속선은 KS D 3552에 합치하여야 하거나 동등 이상의 제품으로, 지름 0.9 mm(#20번선)이상 되는 풀림(Annealing) 철선이다. 노출콘크리트의 마무리면에 근접한 경우에는 연질의 스테인레스 강선을 사용하여야 하며, 도금한 철근에는 아연도금한 아연도철선을 사용하여야 한다.
2.3.2 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
2.3.3 간격재(spacer)는 본체 콘크리트와 동등 이상의 강도와 품질을 가진 콘크리트 혹은 모르타르제, 강재를 사용하여야 한다. 필요에 따라 플라스틱제를 사용할 경우에는 감독원의 승인을 받아야 한다.
2.3.4 에폭시 도막철근에 사용되는 부대품(철근 고임대 및 간격재, 현수재, 체어, 결속선 등)은 KS M 6070에 적합하도록 나일론, 에폭시 또는 플라스틱으로 도장된 것이어야 한다.

2.4 조립

2.4.1 공통사항
(1) 철근은 계약도면과 승인된 시공도면에 명시된 모양과 치수에 합치하도록 재질을 해치지 않는 방법으로 가공하여야 한다.
(2) 철근은 상온에서 가공하여야 하며, 할 수 없이 철근을 가열하여 가공하는 경

우 그 작업방법에 관하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

(3) 특정한 상세가 명시되어 있지 않은 경우에는 콘크리트 구조설계기준 제5장 및 제8장, 콘크리트 표준시방서 제3장의 해당사항에 따라야 한다.

(4) 한번 구부린 철근은 이를 다시 펴거나 구부려서는 안된다.

2.4.2 절단 및 굽힘

(1) 절단과 굽힘작업은 사용에 적합하고 설비를 갖춘 장소에서 하여야 한다.

(2) 철근은 반드시 절단기를 사용하여 절단하여야 하며, 상온에서 굽혀야 하고, 굽히거나 펴기 위해 철근을 가열해서는 안된다.

(3) 모든 철근의 굽힘 상세도와 수량표에 따라 표찰을 달고 적절히 단단하게 묶어야 한다.

(4) 철근가공조립도에 철근의 구부리는 내면 반지름이 표시되어 있지 않을 때에는 180° 표준 갈고리와 90° 표준 갈고리의 최소 내면 반지름이 표 6-5-1에 규정된 최소반지름 이상이 되도록 철근을 구부려야 한다.

표 6-5-1 180° 갈고리와 90°갈고리의 최소 내면 반지름

철근의 지름	최소 반지름
D 10~ D 25	3 db
D 29~D 35	4 db
D 38 이상	5 db

주) db : 철근의 공칭지름

2.4.3 용접

(1) 철근의 용접이 명시되어 있고 승인 받은 경우에는 명시된 규격과 방법에 합치되도록 철근의 준비와 용접이 이루어져야 한다.

(2) 달리 명시되었거나 승인된 경우가 아니면 전기아크 방법으로 완전 침투된 맞대기 용접을 사용하여야 한다.

(3) 맞대기 용접의 강도는 철근의 항복강도 이상이어야 하며 다른 치수의 철근을 용접한 경우에는 지름이 작은 철근 항복강도의 125% 이상이어야 한다.

(4) 용접 전에 철근에 묻은 기름, 먼지, 기타 이물을 청소하고 화염으로 건조시켜야 한다.

(5) 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된 대로 보수하여야 한다.

2.4.4 손상된 피복의 보수

아연도금 철근은 도금 전에 냉각하고 절단해서 굽히기를 하여야 한다. 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된 대로 보수하여야 한다.

2.5 조립허용오차

2.5.1 절단길이 : ±25 mm

2.5.2 트러스 철근의 깊이 : −13 mm, +0 mm

2.5.3 스터럽, 결속선, 나선철근의 전체길이 : ±13 mm

2.5.4 굽힘 : ±25 mm

2.5.5 가공오차가 도면에 명시되어 있지 않거나 위에서 명시되지 않은 경우에는 감독원의 결정에 따라야 한다.

2.6 자재 품질관리

2.6.1 현장에 반입된 철근은 선정된 품질을 만족하고 있다는 사실을 시공하기에 앞서 검사하여야 한다.

2.6.1 철근의 품질검사는 입하시 마다 아래 표 6-5-2에 따라 실시한다.

표 6-5-2 철근 품질 검사

종 별	항 목	시험 및 검사방법	판정기준
철근콘크리트용 봉강	KS D 3504 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3504의 방법	KS D 3504에 적합할 것
철근콘크리트용 재생봉강	KS D 3527 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3527의 방법	KS D 3527에 적합할 것
에폭시 피복철근	KS D 3629 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3629의 방법	KS D 3629에 적합할 것
철근콘크리트용 아연도금봉강	KS D 3613 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3613의 방법	KS D 3613에 적합할 것

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

3.1.1 콘크리트를 치게 될 표면은 깨끗하고, 철근설치에 적합한 상태인지 확인하여야 한다.

3.1.2 콘크리트에 매설된 품목, 삽입재, 슬리브 및 블록아웃 등이 필요한 대로 제자리에 설치되어 있는지 확인하여야 한다.

3.2 시공기준

3.2.1 공통사항

(1) 철근은 계약도면, 승인 받은 시공상세도 그리고 콘크리트 표준시방서 제3장의 해당사항에 따라 설치하여야 한다.

(2) 철근과 콘크리트의 부착을 저해할 수 있는 각종 이물질은 제거하여야 한다.

(3) 철근은 정확하게 설치하여야 하고, 콘크리트를 타설 전에 감독원의 검사를 받아야 한다. 그리고 작업원의 체중과 콘크리트타설로 이동되지 않도록 견고하게 고정시켜야 한다.

(4) 설계도서대로의 배근이 곤란할 경우 수정 현장 시공상세도를 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(5) 철근 조립 후 콘크리트 타설까지 장시간 경과가 예상될 경우 철근 부식방지를 위한 별도 조치를 하여야한다.

3.2.2 철근지지물

(1) 철근 고임대(Bar support) 및 간격재(Spacer) 등의 재질 및 배치 등은 명시된 도면에 따른다. 도면에 정한 바가 없을 경우에는 표 6-5-3 철근 고임대 및 간격재의 종류, 수량, 배치의 표준에 따른다.

표 6-5-3 철근 고임대 및 간격재의 종류, 수량, 배치의 표준

부 위	종 류	수량 또는 배치
기 초	강재, 콘크리트	- 2 개/㎡
지 중 보	강재, 콘크리트	- 간격은 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
벽, 지하외벽	강재, 콘크리트	- 상단보 밑에서 0.5 m - 중단은 1.5 m 이내 - 횡간격 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
기 둥	강재, 콘크리트	- 상단은 보 밑 0.5 m 이내 - 중단은 주각과 상단의 중간 - 기둥 폭 방향은 1 m 까지 2개, 1 m 이상 3 개
보	강재, 콘크리트	- 간격 1.5 m - 단부는 1.5 m 이내
슬 래 브	강재, 콘크리트	- 간격은 상·하부철근 각각 가로 세로 1 m

주) 수량 및 배치간격은 5~6층 이내의 철근콘크리트 구조물을 대상으로 한 것으로서, 구조물의 종류, 크기, 형태 등에 따라 달라질 수 있음

(2) 철근은 고임대(Bar support) 및 간격재(Spacer)위에 지지되게 하고, 제자리에 이미 설치된 철근에 단단하게 결속하여야 한다.
(3) 금속의 고임대(Bar support) 및 간격재(Spacer)의 다리는 거푸집 표면에 박히지 않고 거푸집 안에서 지지되게 하여야 한다.
(4) 정확하게 간격을 두고 띠철근과 정철근은 주철근에 결속한다.

3.2.3 조립, 이음 및 결속

(1) 철근은 제자리에 놓고, 간격을 맞추고, 명시된 위치에 있는 모든 접합점, 교차점, 겹치는 점에서 단단하게 결속하거나 철선을 감는다.
(2) 감독원의 서면승인 없이는 현재 상태에 맞추기 위해서 작업장에서 철근을 다시 굽혀서는 안된다.
(3) 결속선의 끝은 거푸집 표면에서 떨어지게 하여야 한다.
(4) 인장철근의 이음은 될 수 있는 대로 피하여야 한다. 그러나 인장철근의 이음을 하는 경우에는 이음이 한 단면에 모이지 않도록 서로 어긋난 위치에 있게 하여야 한다.
(5) 특정한 상세가 명시되어 있지 않은 경우 이음의 위치 및 방법은 콘크리트 구조설계기준 제5장에 따라 정하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
(6) 계약상대자는 철근이음에 용접이음, 가스압접이음, 기계적이음, 슬리브 이음 등을 쓸 경우에는 그 성능을 사전에 시험 등에 의한 방법으로 확인한 다음

철근의 종류, 지름 및 시공장소에 따라 가장 적당한 시공방법을 선택하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

(7) 장래 증축을 위하여 구조물로부터 노출해 놓은 철근은 손상, 부식 등을 받지 않도록 보호하여야 한다.

(8) 철근의 겹이음은 소정의 길이로 겹쳐서 0.9 mm (#20번선) 굵기 이상의 풀림 철선으로 여러 곳을 긴결하여야 한다.

3.2.4 간격 맞추기

평행한 철근간의 중심거리는 계약도면에 따라야 하며, 명시되지 않은 경우에는 순간격이 철근지름의 1.5배 이상이 되어야 하고, 40 mm 보다 작거나 골재 최대치수의 1.5배 보다 작아서는 안된다.

3.2.5 굽힘부와 철근종단의 종방향 위치

부재의 단부에서 규정된 콘크리트 피복두께가 13 mm 이상 감소되는 경우가 아니면 명시된 위치에서 최대 ±75 mm의 오차가 허용된다.

3.2.6 접합부

(1) 접합부의 겹대기는 부착력으로 응력이 전달되도록 적당하여야 한다.

(2) 달리 명시된 경우가 아니면 철근지름의 최소 36배로 겹대기 한다.

(3) 가능하다면 어긋나게 놓인 철근의 접합부는 접합부 사이에 최소 1.2 m이상 어긋나게 하여야 한다.

(4) 접합부는 겹대기한 전체길이에 대해 결속하거나 감독원이 승낙한다면 용접 접합하여야 한다.

3.2.7 다웰

(1) 다웰은 접속시공하는 구조물과 철근의 연속성 유지를 위해서 명시되었거나 필요한 곳에 설치하여야 한다.

(2) 다웰은 콘크리트를 타설 전에 확실하게 제자리에 결속시켜야 한다.

(3) 필요한 곳에서는 적절한 지지와 정착을 위해 추가철근을 대어야 한다.

(4) 다웰은 매설한 후에 굽혀서는 안된다.

3.2.8 철근 지지물, 간격재, 현수재, 체어, 결속선 등의 철근은 제자리에서 간격을 유지시켜 조립하고, 지지하는데 필요한 기타품목을 포함한 철근 부대품을 갖추어야 한다.

(1) 직접기초, 접지빔, 접지슬래브에 대해서는 젖은 바닥재료가 체어다리를 지탱하지 못하는 경우에 프리캐스트 콘크리트 또는 모르타르의 바닥에는 판재 또는 버림콘크리트로 지지물을 만들어야 한다.

(2) 노출콘크리트의 표면에 대해서는 지지물의 다리가 거푸집과 접촉하거나 마무리면에 근접한 경우에 아연도금, 플라스틱 피복 또는 스테인레스 강재의 다리를 가진 지지물을 만들어야 한다.

3.2.9 강선망

(1) 강선망은 될 수 있는 대로 길게 설치하여야 하고, 모든 겹대기와 접합부에는

철선으로 결속하여야 한다. 단부의 겹대기는 인접한 쪽에 덧대어야 한다. 겹대기로 용접한 강선망은 겹대기 방향에서 망눈 크기의 3/2배 또는 150 mm 보다 작지 않아야 한다.

(2) 용접강선망는 작업원의 체중과 콘크리트타설로 이동되지 않도록 명시되어 있거나 필요한 대로 적합한 지지물, 부대품 및 결속선으로 제자리에 단단하게 고정시켜야 한다. 명시되어 있거나 필요한 경우에는 명시된 위치에 적당하게 매설되도록 콘크리트를 치고 있을 때 강선망을 들어주어야 한다.

3.2.10 사전에 조립된 철근

(1) 사전에 조립된 철근은 현장치수에 맞는지 확인하고, 소정의 위치에 안전하고 정확하게 설치하여야 한다.

(2) 조립된 철근군과 철근군 단위의 이음은 소정의 이음성능을 얻을 수 있는 방법에 의해 실시되어야 한다.

3.2.11 콘크리트 피복두께

(1) 콘크리트 피복두께는 명시된 도면에 따라야 한다.

(2) 설계도에 달리 명시된 경우가 아니면 철근에 대한 최소 콘크리트 피복두께는 도로교 설계기준 4.3.3 및 콘크리트 구조설계기준 5.4의 규정을 따라야 한다. 규정된 규격간에 상이한 것이 있을 경우에는 두꺼운 것을 적용한다.

(3) 철근의 피복두께를 정확히 확보하기 위해 적절한 간격으로 간격재를 배치하여야 한다.

3.3 시공허용오차

3.3.1 유효깊이 d에 대한 허용오차와 휨부재, 벽체, 압축부재에서 콘크리트의 최소 피복 두께 허용오차는 표 6-5-4에 따라야 한다. 다만, 하단 거푸집까지의 순거리에 대한 허용오차는 -7 mm 이며, 피복두께의 허용오차는 도면 또는 설계 기준에서 요구하는 최소 피복두께의 -1/3 로 하여야 한다.

표 6-5-4 허용오차

	유효깊이(d)	콘크리트 최소 피복두께
d ≤ 200 mm	±10 mm	-10 mm
d 〉 200 mm	±13 mm	-13 mm

3.3.2 종방향으로 철근을 구부리거나, 철근이 끝나는 단부의 허용오차는 ±50.0 mm 이며, 다만 부재의 불연속단에서 철근 단부의 허용오차는 ±13.0 mm 이다.

3.3.3 철근이 설계된 도면상의 배근위치에서 철근의 공칭지름이상 벗어나야 할 경우는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.3.4 설치오차가 도면에 명시되어 있지 않았거나 위에서 명시하지 않은 경우에는 감독원의 결정에 따라야 한다.

3.3.5 철근 조립 후 콘크리트 타설까지 장시간 경과가 예상될 경우 철근의 부식 방지를 위한 별도 조치를 취하여야 한다.

3.4 현장 품질관리

3.4.1 계약상대자는 가혹한 부식환경 지역에 설치되는 주요구조물에 철근 부식문제가 예상되는 경우에는 전문가가 서명한 기술검토서를 감독원에게 제출하여 승인을 얻은 후 에폭시수지 등으로 도막처리된 철근을 사용할 수 있다.

3.4.2 철근은 다른 철근이나 배관 또는 매설물과 간섭을 피하여 필요한 만큼 이동시킬 수 있다. 철근이 철근지름이상 또는 위의 허용치를 초과하여 이동되는 경우에는 철근배근에 대해서 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.4.3 철근 최소간격은 줄여서는 아니되며, 필요한 철근의 수대로 설치하여야 한다.

3.4.4 청소를 위한 통로 때문에 이동시킨 철근은 콘크리트를 타설 전에 다시 설치해서 고정시켜야 한다.

3.4.5 시험

(1) 철근 이음의 품질검사는 표 6-5-5에 따른다.

표 6-5-5 철근 이음 검사

종 별	시험종목	시험방법	시험빈도	비 고
겹침이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	모든 이음부위마다	철근가공조립도와 일치할 것
철근 용접이음	인장시험	KS B 0802 KS B 0833	500개소마다	
	용접부의 내부결함	KS B 0845 또는 KS B 0896		
	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	모든 이음부위마다	철근가공조립도와 일치할 것
철근 가스압접 이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	전체 개소	철근가공조립도와 일치할 것
	초음파 탐상검사	KS D 0273	1검사로트에 30개소 이상	1검사로트는 1조의 작업반이 하루에 시공하는 압접개소의 수량
	인장시험	KS D 0244	1검사로트에 시험편 3개	
기계적 이음	외관검사	육안 및 자에 의한 측정	전체 개소	철근가공조립도와 일치할 것
	각각의 이음에 요구되는 항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 필요로 하는 항목	설계도서에 의함.	사용목적을 달성하기 위해 정한 별도의 규격에 적합할 것

(2) 철근 커플러의 화학성분은 KS D 3752, KS D 3517에 따르며, 기계적 성질은 표 6-5-6에 따른다.

표 6-5-6 철근 커플러 시험 및 검사

시험항목		시험 방법	품질기준				시험빈도	비고
			SD 300	SD 350	SD 400	SD 500		
항복응력 (N/㎟)		KS B 0802	300 이상	350 이상	400 이상	500 이상	각 호칭별 1검사로트 (1일 시공개소 또는 1회/1000개소 : 2개 채취) 반입 후 장기보관 등 품질변동 우려시 확인시험 추가 시행	철근 체결 후시험
인장응력 (N/㎟)			440 이상	490 이상	560 이상	620 이상		
잔류변형량		KS D 0249 ($0.9 \sim 0.05 f_y$ 응력범위)	최대잔류변형량 0.3mm 이하				제품별(대표 사용규격) 1회 단, 소량(1,000개 미만)사용시 제조사 공인시험성적서 대체 가능)	
반복인장 시험		KS D 0249 (100회 반복재하 후 인장강도 측정)	최종인장강도 : 설계항복강도의 125 % 이상 반복인장 후 파단위치는 모재철근에서 파단					
외관검사	커플러	육안검사	가공상태, 이물질 여부				전수검사	
	연결 철근 단부	육안검사	- 나사산 가공면 Oil 등 부착 여부 확인 - 연결된 철근의 수직도				전수검사	

주) 1. 반복인장시험(Cyclic Test) : 설계 항복강도의 5 % 에서 90 % 까지 100회 반복 후 최종 인장시험 실시
2. 1차 시험에 만족하지 않는 경우 다른 시험군에서 2배의 수량을 시험하며 모두 합격하여야 함
3. 커플러 사용시 피복두께가 감소하므로 외측에서 콘크리트 표면까지 순피복 두께는 40mm 이상 확보

3.4.6 검사

콘크리트 타설을 하기 전에 감독원에게 다음과 같은 사항에 대하여 반드시 검사를 받아야 한다. 명시된 요건을 만족하지 못하거나 승인을 받기 전에 이어진 작업은 계약상대자의 부담으로 감독원이 지시하는 방법으로 재시공하여야 한다.

(1) 철근 지지물, 결속한 겹대기 및 교차부분을 포함한 철근, 용접강선망 및 철근매트의 설치상태

(2) 용접한 철근의 접합부 및 이음부

3.4.7 청소

(1) 철근은 콘크리트를 치는 시점에 거푸집 박리제, 쇠똥 또는 뜬 녹과 기타 부식물 등과 같이 콘크리트의 부착을 손상시킬 수 있는 부식물과 피복물이 없어야 한다.

(2) 철근을 조립한 지 4일이 경과한 경우에는 콘크리트를 타설 전에 다시 감독원의 검사를 받고 청소를 하여야 한다.

6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 PSC 구조물의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 6-1 교량공사 일반
1.2.2 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.3 6-4-12 조적 및 주입용 그라우트
1.2.4 6-5 철근공

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS D 3505 PS 강봉
KS D 7002 PS 강선 및 PS 강연선
KS F 2426 주입 모르타르의 압축강도 시험방법
KS F 2432 주입 모르타르의 컨시스턴시 시험방법
KS F 2433 주입 모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순 골재
KS F 4009 레디 믹스트 콘크리트
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3.2 관련 시방서

(1) 도로교 표준시방서 3-11 프리스트레스트 콘크리트
(2) 콘크리트 표준시방서 제26장 프리스트레스트 콘크리트

1.4 용어의 정의

1.4.1 프리스트레스(Prestress)

외력에 의해서 일어나는 응력을 소정의 한도로 상쇄할 수 있도록 미리 계획적으로 콘크리트에 주는 응력

1.4.2 프리스트레스트 콘크리트(Prestressed concrete)

외력에 의하여 일어나는 응력을 소정의 한도까지 상쇄할 수 있도록 미리 인공적으로 그 응력의 분포와 크기를 정하여 내력을 준 콘크리트

1.4.3 프리스트레스 힘(Prestressing force)

프리스트레싱에 의하여 부재단면에 작용하고 있는 힘

1.4.4 프리스트레싱(Prestressing)
프리스트레스를 주는 일

1.4.5 PS강재(Prestressing steel)
프리스트레스를 주기 위하여 사용하는 고강도의 강재

1.4.6 PSC그라우트(Prestressed concrete grout)
프리스트레스트 콘크리트에서 PS강재의 인장 후에 쉬스관 내부를 충진시키기 위한 주입재

1.5 제출물

1.5.1 계약상대자는 공사 착수 전에 다음 사항을 준비하여 감독원에게 제출하여야 한다.

(1) 설계도서 검토 의견서
(2) 시공 계획서
(3) 품질관리 계획서
(4) 공정관리 계획서
(5) 안전관리 계획서
(6) 자재, 장비관리 계획서
(7) 하도급 회사 선정 계획서
(8) 관련도로 또는 하천의 장래계획 및 관련기관의 시공허가서
(9) 인원 조직 기구표
(10) 지하매설물 확인사항

1.5.2 제작장 설치 계획서

1.5.3 시공계획서
계약상대자는 다음 각 호의 사항을 포함한 시공계획서를 감독원에게 제출하여야 한다.

(1) 사용할 프리스트레싱 장비의 명세 및 PSC 제작절차서
(2) PSC 그라우트의 배합설계 성과서
(3) PSC 그라우팅 작업방법과 장비명세서
(4) 부재의 제작, 운반, 보관 및 설치 등 절차서
(5) 프리스트레싱 작업에 사용할 재료와 방법에 관한 상세서
(6) PS 강재의 응력·변형곡선
(7) 콘크리트 양생시설, 방법
(8) 운반 및 가설방법
(9) 공사용 기계기구 및 가설장비 배치도

1.5.4 시공상세도면

시공상세도면은 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 제작 및 가설 순서도
(2) 재료수량표, 설치도 및 다른 공사와의 연관도
(3) 거푸집 및 동바리에 대한 계산서와 상세도
(4) 솟음계산서
(5) 프리스트레싱하는 부재에 작용하는 하중, 힘 및 응력계산서 등
(6) 쉬스관의 위치, 철근과 PS 강재 크기와 간격, 단위 무게, 프리스트레싱 순서, 최초 인장하중
(7) 마찰과 탄성수축으로 인한 손실, PS 강재의 늘어남, 정착장치의 미끄러짐으로 인한 손실, 결합과 그라우팅 절차, 풀림(Annealing) 철강배치, 캠버, 간격, 부재의 치수

1.5.5 제품자료

제품자료는 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 쉬스관의 생산가능 규격, 전단강도, 이음방법, 방수능력, 전기에 대한 저항성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등
(2) PS 강재의 긴장시 극한항복강도 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등
(3) 정착장치 및 접속장치의 정착성능 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

1.5.6 품질보증서

(1) PS 강재에 대한 제조업자의 보증서는 제품반입시 마다 제출
(2) 유압잭의 교정 확인서
(3) 강재의 물리적 특성, 화학적 특성, 탄성계수를 포함한 응력-변형률 시험특성, 최소 극한 인장강도, 항복강도 등의 시험성적서

1.6 품질보증

1.6.1 PSC 구조물 제작 회사

프리스트레싱 작업을 시행하는 회사는 현재의 계약과 유사한 작업을 시행한 경험이 있는 회사이어야 하며 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.6.2 PS숙련공

PS숙련공은 PS작업에 대하여 경험이 많고 숙련된 기술자로 모든 기기를 조작할 수 있고 감독원이 요구시 경력을 증명할 수 있어야 한다.

1.7 운반, 보관, 취급

1.7.1 PS 강재 및 PS정착장치는 공장에서 운반시 규격별, 종류별로 구분하고 표

식을 부착하여 현장에 반입하여야 한다.

1.7.2 PS 강재를 운반 시에는 물리적인 손상이나 부식을 방지할 수 있도록 컨테이너나 박스 속에 넣어서 운반하여야 한다.

1.7.3 운반이나 저장하는 동안 부식을 방지하기 위하여 부식방지용 수용성오일을 바를 수 있다. 부식방지용 수용성오일은 강재, 콘크리트, 콘크리트와 강재의 결합에 해가 없는 제품이어야 한다.

1.7.4 계약상대자는 표식이 불명확한 제품을 현장에 반입해서는 안된다.

1.7.5 PS 강재, 정착장치 저장시에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.

1.7.6 PS 강재를 저장하여 보관중에는 저장된 물품명과 취급시 유의사항 등을 표시해 놓아야 한다.

1.7.7 PS 강재는 직접 지상에 놓지 않아야 하며, 창고 내에 저장하던가 또는 창고에 둘 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 저장하며, 유해한 기름, 염분, 먼지 등이 부착하지 않도록 하고 유해한 부식, 흠, 변형, 물리적 손상 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

1.7.8 정착장치 및 접속장치는 창고 내에 저장하되 나사부가 부식되지 않도록 하고, 콘크리트와의 접촉부분에는 기름, 먼지 등이 부착하지 않도록 하여야 한다.

1.7.9 쉬스는 창고 내에 저장하던가 또는 창고에 둘 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 저장하며, 유해한 기름, 염분, 먼지 등이 부착하지 않도록 하고 유해한 부식, 흠, 변형, 물리적 손상 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

1.7.10 접착제는 재료분리, 변질, 먼지 등의 불순물이 혼입하지 않도록 저장하여야 한다. 저장기간이 오래된 것은 사용 전에 시험하여 그 품질의 이상유무를 확인하여야 한다.

1.7.11 골재는 표면건조 포화상태로 골재분리가 되지 않도록 저장하며 겨울에는 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하고 여름에는 골재의 건조나 온도상승을 막기 위한 시설을 하여 저장하여야 한다.

1.8 환경요구사항

1.8.1 계약상대자는 서중이나 한중에 그라우트 주입을 시공할 수 없다. 다만, 감독원이 승인한 경우에는 전문기술자의 검토를 거쳐서 시행할 수 있다.

1.8.2 한중에 그라우트 주입시에는 쉬스관 주위의 온도가 5 ℃ 이상 유지되어야 하고 주입시 그라우트 재료 온도는 10~20 ℃ 이상을 유지하여야 하며, 주입후 최소 5일 동안은 5 ℃ 이상 유지되도록 관리하여야 한다.

1.8.3 서중에서 시공하는 경우에는 그라우트의 온도상승, 그라우트의 급격한 경화 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

2 재 료

2.1 시멘트 및 골재

2.1.1 시멘트는 13-1절에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.1.2 굵은 골재의 최대 치수는 PS 강재, 쉬스관, 철근, 정착장치 등의 주위에 콘크리트가 잘 채워질 수 있도록 정하여야 한다.

2.1.3 굵은 골재 최대 치수는 보통의 경우 25 mm 를 표준으로 한다. 그러나 부재치수, 철근간격, 펌프압송 등의 현장사정에 따라 19 mm 를 사용할 수 도 있다.

2.1.4 잔골재의 입도범위는 다음 표 6-6-1과 같다.

표 6-6-1 잔골재 입도범위

체 규 격	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.2 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm
통과백분율(%)	100	95~100	80~100	50~85	25~60	10~30	2~10

2.1.5 굵은 골재 입도범위는 KS F 2526 표-3에서 정한 [콘크리트용 굵은 골재 57]에 적합하여야 한다.

2.2 PS 강재

2.2.1 PS 강봉은 KS D 3505의 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2.2 PS강선 및 PS 강연선은 KS D 7002의 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.2.3 2.2.1 및 2.2.2에 규정되지 않은 PS 강재를 사용할 때는 시험을 실시하여 품질변동을 확인하고 알맞은 강도 및 그 밖의 설계용 값을 별도로 정하여야 한다.

2.2.4 정착, 접속, 조립 혹은 배치를 위하여 PS 강재를 재가공하거나 열처리를 할 경우에는 이와 같은 처리를 함으로써 PS 강재의 품질이 저하되지 않는다는 사실을 시험에 의하여 확인해 두어야 한다. 이와 같은 처리에 의하여 PS 강재의 품질이 저하되는 경우에는 시험에 의하여 그 저하의 정도를 확인하여 그에 알맞은 강도 및 기타의 설계용 값을 별도로 정하여야 한다.

2.2.5 PS 강재는 깨끗하여야 하며 유해한 녹, 더러움, 흠 등이 없는 것이어야 한다.

2.3 PSC 그라우트

2.3.1 그라우트 재료

(1) PSC 그라우트에 사용하는 시멘트는 13-1절에 적합한 것이어야 한다.

(2) PSC 그라우트에 사용하는 물은 PSC그라우트 및 PSC 강재에 나쁜 영향을 미치는 물질을 함유해서는 안된다.

(3) PSC 그라우트에 사용하는 혼화재료의 사용가부, 품질 및 사용방법에 대해서는 사전에 감독원의 승인을 득하여야 한다.

(4) PSC 그라우트에 사용하는 혼화제는 블리딩 발생이 없는 것의 사용을 표준으로 한다.

2.3.2 쉬스관 내의 충전성

(1) PSC 그라우트의 쉬스관 내 충전성은 쉬스관의 길이 및 형상, PS 강재의 종류 및 쉬스관 내 PS 강재의 단면적 점유율 등과 같은 구조조건, 주입작업에 있어서의 시공시간 등의 시공조건 및 기온등의 기후조건을 고려하여, PSC 그라우트의 유동성, 재료분리 저항성, 체적 변화 등을 적절히 설정함과 동시에 적절한 주입방법을 설정하여야 한다.

(2) PSC 그라우트의 쉬스관 내의 충전성은 실적이 있는 표준적인 구조조건, 시공조건을 선정한 경우에 PSC 그라우트의 유동성, 블리딩율, 팽창률로 설정해도 좋다.

① 유동성은 KS F 2432에 준하여 구하는 유하시간에 의해 설정하며, 유하시간의 범위는 미리 실험에 의해 정한다.

② 블리딩률은 KS F 2433에 준하여 구하는 시험값에 의해 설정하며, 0 %를 표준으로 한다.

③ 팽창률은 KS F 2433에 준하여 구하는 시험값에 의해 설정하며, 비팽창성 그라우트에서는 −0.5~0. 5 %, 팽창성 그라우트에서는 0~10 %를 표준으로 한다.

(3) PSC 그라우트의 물−결합재비는 45 % 이하로 한다.

2.3.3 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도

(1) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 쉬스관의 종류 및 형상, 긴장재의 종류를 고려하여 이것을 적절히 설정하여야 한다.

(2) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 일반적으로 재령 28일의 압축강도로 대신하여 설정해도 좋다. 압축강도는 KS F 2426에 준하여 구한 시험값에 의해 설정하며, 비팽창성 그라우트의 경우는 30 MPa 이상, 팽창성 그라우트의 경우는 20 MPa 이상을 표준으로 한다.

2.3.4 강재의 부식 저항성

(1) 구조물의 성능이 부식성 물질의 함유에 따른 강재 부식에 의해 손상을 받아서는 안된다.

(2) 강재의 부식 저항성은 일반적으로 비빌 때의 PSC 그라우트 중에 함유되는 염화물이온의 총량으로 설정한다. 이 때 염화물이온의 총량은 0.3 kg/m^3 이하를 원칙으로 한다.

2.4 PSC 부속재료

2.4.1 정착장치 및 접속장치

(1) PS 강재 정착장치 및 접속장치는 감독원의 승인을 받은 것으로 영구적이고 PS 강재를 단단히 정착시킬 수 있는 제품이어야 한다.

(2) 정착장치 및 접속장치의 선정에 있어서는 정착 또는 접속된 PS강재의 인장강도의 95% 이상이 되는 하중을 지지할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 정착장치로부터 하중이 콘크리트로 효과적으로 분배되도록 승인된 장치이어야 하며, 다음 각 호의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 앵커 플레이트나 부속품 바로 밑에 있는 콘크리트에 작용하는 최종 단위 압축응력은 사용 콘크리트의 허용압축응력을 넘지 않아야 한다.

② 프리스트레싱 작업으로 인해 앵커 플레이트나 부속품에 발생하는 휨응력은 그 재료의 항복점을 초과하지 않아야 하며, 감독원이 승인한 긴장재 인장강도의 95 %를 적용했을 때 앵커플레이트에 눈에 띄는 비틀림이 있어서는 안된다.

③ 포스트텐션 정착장치의 조립부품 끝을 콘크리트로 피복하지 않을 경우 설계도서에 별도로 규정되어 있지 않는 한 PS 강선의 끝과 정착장치의 모든 부분이 부재의 단부에서 부재 내측으로 최소 50 mm 이상 들어가도록 묻어 넣어야 하며 프리스트레스 도입 후 끝 부분을 그라우트로 채워 매끈하게 하여야 한다.

(4) 정착장치 및 접속장치가 이 규정을 만족하고 있는지 여부를 계산에 의해 밝히기는 어려우므로 한국콘크리트학회 규준 KCI-PS101의 규정에 따라 시험하여 확인하는 것이 좋다. 다만, 충분한 시험 데이터를 기초로 하여 제조자가 품질을 보증하는 정착장치나 접속장치를 사용하는 경우에는 이들 시험을 생략해도 좋다.

2.4.2 쉬스관

(1) 쉬스관의 재질은 설계도서에서 제시한 기준에 만족하여야 한다.

(2) 쉬스관은 콘크리트를 칠 때 쉽게 변형되지 않아야 한다.

(3) 쉬스관은 시멘트풀이나 콘크리트 혼합물에 함유되어 있는 물이 유입되는 것을 막을 수 있어야 한다.

(4) 이음부는 용접 또는 연결 이음장치로 조립할 수 있어야 한다.

(5) 쉬스관은 콘크리트에 해를 끼치거나 전기적인 활동을 발생시켜서는 안된다.

(6) 계약상대자는 그라우팅과 관련한 다음 각 호의 사항을 보증하여야 한다.

① PS 스트랜드나 PS 강봉을 사용할 때 쉬스관의 내경은 적어도 PS 스트랜드나 PS 강봉의 직경보다 6.35 mm (1/4 in.)이상 더 커야 한다.

② 쉬스관의 낮은 곳에 배수구멍이 있어야 한다.

2.4.3 PSC 앵커 및 부속물

(1) PSC 앵커 및 부속물은 부식에 대한 방지대책이 수립되어야 한다.
(2) 계약상대자는 PSC 앵커 및 부속물의 사용시 콘크리트 삽입물과 시공의 잘못으로 발생되는 손상에 대하여 책임을 져야 한다.
(3) 쉬스관은 긴장재를 녹슬지 않게 하고 콘크리트에 해를 주지 않으며, 프리스트레스 도입시에 긴장재와 콘크리트 사이를 부착시키지 않는 것이어야 한다.
(4) 마찰감소제는 긴장재, 쉬스 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

2.4.4 기타재료
(1) 쉬스관을 씻기 위한 물은 생석회(산화칼슘)나 소석회(수산화칼슘)를 물 1L 당 12 g 을 함유하고 있어야 하며, 쉬스관에 불어 넣을 압축공기는 유분이 있어서는 안된다.
(2) 프리캐스트부재의 접합에 쓰이는 콘크리트, 모르타르 및 접착제는 소요의 강도와 수밀성이 있고, 접합부의 시공조건에 적합한 것이어야 한다.
(3) 마찰 감소재는 긴장재, 쉬스관 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

2.4.5 철근
이 시방서 6-5절의 관련 규정에 따른다.

2.5 장비

2.5.1 프리스트레싱 장비
(1) 응력도입에 사용되는 유압잭에는 잭킹 압력을 측정할 수 있는 장비압력 게이지나 로드셀 등을 갖추어야 한다.
(2) 유압장치는 공인시험기관으로부터의 성능검사를 받고 유효기간이 지나지 않은 장비이어야 한다.
(3) 압력게이지를 사용하는 경우 압력게이지에는 최소직경이 150 mm 이상인 다이얼 게이지가 부착되어 있어야 하며, 각 잭의 게이지에는 예상되는 최종 잭킹 압력의 위치까지 교정한 도표가 첨부되어야 한다.
(4) 로드셀을 사용하는 경우에는 잭의 인장력을 측정할 수 있는 응력 지시기가 부착되어 있어야 하며, 사용전에 미리 교정하여야 한다. 인장력이 로드셀 측정용량의 10 % 이하로 되는 경우에는 그 로드셀을 사용하여서는 안 된다.
(5) 프리스트레싱 작업 중 그립(Grip)의 미끄러짐에 의한 사고나, PS 강선의 파단에 의한 사고를 방지할 수 있는 안전대책을 세워야 한다.

2.5.2 PSC 그라우트 믹서(Mixer)
(1) PSC 그라우트 믹서는 5분 이내에 완전히 혼합할 수 있고, 주입이 끝날 때까지 천천히 교반할 수 있는 장비이어야 한다.
(2) PSC 그라우트 믹서는 혼합조와 주입조가 분리되어 있어 연속작업이 가능하

여야 한다.

2.5.3 그라우트 장비

그라우트 장비는 눈금의 간격이 2.0 MPa 이하로 표시되어 있는 압력게이지가 부착된 것이어야 하며, 1.5 MPa 이상의 펌핑압력을 낼 수 있는 청소용 장비를 갖추고 있어야 한다.

2.6 부속재료

2.6.1 그라우팅 주입파이프

그라우팅 주입파이프에는 기계식 차단밸브가 있어야 하며 중간의 구멍 및 배출 파이프에는 밸브, 캡 또는 기타 펌핑압력을 지탱할 수 있는 장치가 있어야 한다.

2.7 자재 품질관리

2.7.1 PS 강재의 품질검사

(1) 현장에 반입되는 PS 강재가 선정된 품질을 만족하고 있다는 사실을 시공에 앞서 검사하여야 한다.

(2) PS 강재의 품질 검사는 반입시에 표 6-6-2에 따라 실시한다.

표 6-6-2 PS 강재의 품질 검사

종 별	항 목	시험 및 검사방법	판정기준
PS 강선 및 강연선	KS D 7002 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 7002의 방법	KS D 7002에 적합할 것
PS 경강선	KS D 7009 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 7009의 방법	KS D 7009에 적합할 것
PS 강봉	KS D 3505 의 품질항목	제조회사의 시험성적서에 의한 확인 또는 KS D 3505의 방법	KS D 3505에 적합할 것

2.7.2 PSC 그라우트의 품질검사

PSC 그라우트의 품질검사는 표 6-6-3에 따른다.

표 6-6-3 PSC 그라우트의 품질검사

항 목	시험·검사방법	시기·횟수	판단기준
유동성	KS F 2432의 방법	주입 전, 1회/일 이상 및 품질 변화가 인정될 때	시공계획서에 규정된 범위
블리딩률	KS F 2433의 방법		0%
팽창률	KS F 2433의 방법		팽창성 재료 : 0~10 % 비팽창성 재료 : 시험생략
압축강도	KS F 2426의 방법		팽창성 재료 : 20 MPa 이상(재령 28일) 비팽창성 재료 : 30 MPa 이상 (재령 28일)
염화물 함유량	KS F 4009 부속서 1의 방법		0.3 kg/㎥ 이하

2.7.3 정착장치 및 접속장치의 품질 검사

정착장치 및 접속장치의 품질 검사는 표 6-6-4에 따른다

표 6-6-4 정착장치 및 접속장치의 품질 검사

항 목	시험·검사방법	시기·회수	판정기준
성 능	KCI-PS 101의 방법	원칙적으로 공사 시작 전, 실적이 있고 품질이 보증되는 것은 생략할 수 있음	규정된 하중에 견딜 수 있을 것
외 관	외관 관찰	배치하기 전, 전체 수량	유해한 부식, 오염, 손상, 변형이 없을 것

2.7.4 쉬스의 품질 검사

쉬스의 품질 검사는 표 6-6-5에 따른다

표 6-6-5 쉬스의 품질 검사

항 목	시험·검사방법	시기·회수	판정기준
성 능	외압저항력 시험 주입시험	원칙적으로 공사 시작 전, 실적이 있고 품질이 보증되는 것은 생략할 수 있음	규정된 하중에 견딜 수 있을 것
외 관	외관 관찰	배치하기 전, 전체 수량	유해한 부식, 오염, 손상, 변형이 없을 것

2.7.5 PS재료의 샘플링

(1) 현장으로 운반되는 모든 강선, 강연선, 정착장치, 강봉에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.

(2) 제출된 모든 샘플은 공급되는 로트를 대표하는 것이어야 하며 강선과 강연선의 경우 같은 로트에서 채취하여야 한다.

(3) 시험용 재료는 계약상대자 부담으로 제공하여야 하며 사용전에 시험이 완료될 수 있도록 미리 제공하여야 한다.

(4) 계약상대자는 재료의 판매자로 하여금 각 로트에서 샘플링한 다음의 시료를 제공하도록 하여야 하며, 감독원은 필요에 따라 시험재료의 샘플링을 제조공장에서 직접 할 수 있다.

3 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 이 절에서 언급되지 않는 사항에 대하여는 도로교 표준시방서 3-11절에 따른다.

3.1.2 계약상대자는 프리스트레스 도입 작업을 시행하기 전에 사용장비, 재료, 시공방법 등에 대한 제반의 상세한 내용을 제출하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.1.3 프리스트레스 도입방법을 이행하는데 있어 필요한 재료의 설치, 프리스트레스 도입장비 사용을 주관하여 지도를 할 수 있는 유능한 기술자를 확보하여야 한다.

3.1.4 PSC 구조물의 콘크리트 및 철근은 이 시방서 6-4-1절 및 6-5절에 맞도록 시공하여야 하며, 필요시 계약상대자는 구조검토 및 시공상세도를 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 변경하여 시행할 수 있다.

3.1.5 PSC 자재를 원설계와 다르게 사용할 경우 필요한 구조검토 및 도서를 작성하여 감독원의 승인을 받아 변경할 수 있다.

3.1.6 계약상대자는 PSC 구조물의 시공 전에 인장계획서 등 시공계획서를 제출하여야 한다.

3.1.7 PS 강재에 녹이 발생한 경우 별도의 인장시험을 한 후 감독원의 사용승인을 받아야 한다.

3.2 긴장재의 배치

3.2.1 긴장재의 가공 및 조립

(1) PS 강재는 명시된 도면에 따라 가공하여야 하며, 가공시 재질이 손상되지 않도록 하여야 한다. 심하게 구부러진 PS 강재, 급격한 열의 영향을 받은 PS 강재 및 높은 온도에 접한 PS 강재는 사용하지 않아야 한다.

(2) PS강봉의 가공 및 조립시 전 작업에 걸쳐 열에 의한 절단을 해서는 안된다.

(3) 프리텐션 방식의 시공에 사용하는 PS 강재 및 프리스트레싱 후에 부착시키

는 PS 강재는 조립전에 부착을 해칠 우려가 있는 들뜬녹, 기름, 기타 이물질을 제거하여야 한다.

3.2.2 쉬스 및 긴장재의 배치

(1) 쉬스 및 긴장재는 설계도서에 명시된 위치에 정확히 배치하여야 하며, 콘크리트 타설 및 양생 중 움직이지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.

(2) 쉬스관은 용접하거나 또는 연결 이음장치로 조립하여야 한다. 연결 이음장치는 도금할 필요가 없으며 배치된 원상태를 그대로 유지할 수 있어야 한다. 쉬스관 단면 사이의 이음은 이음부에서 굴곡에 의한 변형이 생기지 않도록 금속연결을 하며 방수테이프로 밀봉하여야 한다.

(3) 손상된 쉬스나 내면에 녹이 심하게 발생한 쉬스는 사용해서는 안된다.

(4) 쉬스의 이음은 콘크리트를 칠 때 시멘트풀 등이 들어가지 않도록 견고하게 시공되어야 한다.

(5) 포스트텐션 방식의 경우에 긴장재는 쉬스관(sheath)내에 배치할 때, 서로 엉키지 않도록 하여야 한다.

(6) 부착시키지 않는 경우의 긴장재는 그 피복을 해치지 않도록 각별히 주의하여 배치하여야 한다.

(7) 포스트텐션 부재를 제작하여 장기간 동안 인장과 그라우팅 작업을 하지 못할 경우에는 PS 강재에 녹이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(8) 쉬스 및 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.2.3 정착장치 및 접속장치의 조립과 배치

(1) 정착장치 및 접속장치는 설계도서에 명시된 위치에 정확히 배치하여야 한다.

(2) 정착장치의 지압면은 긴장재와 수직이 되도록 하여야 하고, 정착장치 부근의 긴장재에는 적당한 길이의 직선부를 두어야 한다.

(3) 긴장재를 연결하는 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장측으로 충분히 이동할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 감독원의 확인을 받아야 한다.

(5) 계약상대자는 정착장치 설치전 설계도서에 명시된 지압판의 면적과 제품 지압판의 면적을 반드시 비교검토 하여야 한다.

3.2.4 정착장치 및 부재 끝단면의 보호

(1) 프리텐션방식의 부재는 프리스트레스를 준 후 부재 끝단면의 긴장재를 가지런하게 끊고 긴장재가 부식되지 않도록 보호하여야 한다.

(2) 포스트텐션 방식의 부재는 정착장치 및 부재 끝단면이 파손 또는 부식되지 않도록 보호하여야 한다.

(3) 정착구 양쪽에 빼놓은 PS 강선을 타고 빗물 등이 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮개를 씌워야 한다.

3.3 거푸집 및 동바리

3.3.1 거푸집은 프리스트레싱을 할 때 콘크리트 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 구조이어야 한다.

3.3.2 동바리는 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형 및 반력의 이동을 저해하지 않는 구조이어야 한다.

3.3.3 거푸집을 조립하기 전에 철근 조립상태, 쉬스관 선형 및 결속상태, 정착구 설치상태, 내부청소 등을 확인하여야 한다.

3.3.4 거푸집은 부재가 완성된 후 소정의 형상이 되도록 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형을 대비하여 적절한 솟음(Camber)을 고려하여야 한다.

3.3.5 프리스트레싱 중의 부재의 변형을 막는 거푸집은 콘크리트 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 범위에서 프리스트레싱 작업 전에 떼어내는 것이 좋다. 다만, 프리스트레싱에 의해서 비로소 자중 등의 반력을 받는 부분의 거푸집 및 동바리는 떼어내지 않아야 한다.

3.3.6 쉬스관과 거푸집과의 접촉방지를 위해 사용되는 간격재는 승인된 모양과 치수의 프리캐스트 모르타르 블록이어야 하며, 쉬스관과 쉬스관 사이에는 모르타르 블록이나 기타 적절한 방법으로 간격을 유지하여야 한다. 다만, 목재로 된 간격재를 사용해서는 안된다.

3.3.7 거더의 측면 거푸집은 포스트텐셔닝 전에 제거하여야 하며 상부구조를 지지하는 동바리는 그라우트 후 최소한 48시간이 경과하지 않았거나 모든 조건이 만족된 후가 아니면 해체해서는 안된다. 지지동바리는 상부구조의 동바리를 제거하는데 영향을 받지 않고 포스트텐션을 주는 동안 줄어들지 않도록 시공하여야 한다.

3.4 프리스트레스의 도입

3.4.1 일반사항

(1) 긴장재는 이것을 구성하는 PS 강재의 각각에 소정의 인장력을 주어지도록 인장되어야 한다. 이 때 인장력을 설계값 이상으로 주었다가 다시 설계값으로 낮추는 식의 시공을 하지 않아야 한다.

(2) 프리텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 고정장치에서의 활동(slip), 고온촉진 양생을 하는 경우의 고온으로 인한 유해한 영향 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 프리스트레스를 줄 때는 고정장치를 서서히 풀어서 각 긴장재가 고르게 풀어지도록 하여야 한다.

(3) 포스트텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 또는 활동 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 설계도서에 명기된 순서에 따라야 하며, 각 단계마다 콘크리트에 유해한 응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 또한 이 경우에는 콘크

리트의 탄성변형량에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향력을 고려하여 인장력을 정하여야 한다.

(4) 계약상대자는 프리스트레싱하기 전에 거푸집의 일부를 풀어서 프리스트레싱 중의 PSC 부재의 변형에 대한 구속을 작게 하여야 한다. 필요에 따라서는 프리스트레싱과 동시에 동바리의 일부를 침하시키는 조치를 취하여야 한다.

(5) 긴장재를 인장하는 방향은 설계내용, 현장조건, 시공방법 등에 따라 결정하여야 하며, 일방향 인장시에는 프리스트레스가 균등하게 분포되도록 긴장재마다 인장하는 방향을 바꾸는 것을 원칙으로 한다. 단, 제작 및 가설 조건의 제약으로 인해 긴장재마다 인장방향을 바꾸는 것이 불가능한 경우에는 해석이나 실험을 통해 충분한 긴장력이 도입된 것을 확인한 후 긴장재의 인장방향을 한 방향에서 인장할 수 있다.

(6) 프리스트레싱시에는 긴장재의 파단 또는 부재의 좌굴 등에 의한 안전사고 대책에 대해서 특히 유의하여야 한다.

(7) 스트랜드(강연선)는 생산제조회사로부터 규격별 시험성과표를 받아 이를 기준으로 프리스트레싱 관리를 하여야 한다.

(8) 프리스트레싱 작업은 반드시 안전조치를 취하고 감독원 입회 하에 실시하여야 하며 프리스트레싱 작업 후 인장력과 강재의 신장량 등 인장에 관한 기록을 감독원에게 제출하여야 한다.

(9) 콘크리트의 압축강도가 설계에 규정된 응력 도입시의 압축강도에 도달하기 전까지는 현장타설 콘크리트에 포스트텐션을 가해서는 안된다.

3.4.2 프리스트레싱 장치의 교정(Calibration)

(1) 프리스트레싱 장치의 교정은 현장에 다이나모미터 또는 쌍침식(雙針式) 표준게이지를 준비해두고, 프리스트레싱 장치를 사용하기 전에 실시하고 필요에 따라서 사용중에도 실시하여 그 결과를 기록해 두어야 한다.

(2) 프리스트레싱 장치는 다음의 시기에 반드시 교정을 하여야 하며 그 결과를 감독원에게 보고하여야 한다. 현장에는 교정용 표준게이지 등을 비치하여야 한다.

① 최초의 프리스트레싱 직전
② 잭(Jack) 또는 펌프수리 및 조합변경시
③ 압력계의 0점이 이동되었을 때
④ 약 50본의 케이블을 인장한 후
⑤ 장기작업 중단 후 작업재개시
⑥ 계산치와 측정치가 현저히 다를 때

3.4.3 프리스트레싱시 콘크리트 압축강도

(1) 프리스트레싱 시의 콘크리트의 압축강도는 프리스트레싱 직후의 콘크리트에 생기는 최대 압축응력의 1.7배 이상, 또는 28 MPa 이상이어야 한다. 프리

텐션 방식의 경우 콘크리트의 압축강도는 30 MPa 이상이어야 한다. 이 때 압축강도의 확인은 구조물과 똑같은 양생조건의 공시체에 대하여 한다.

(2) 프리스트레싱시 정착부 부근 콘크리트 강도는 정착에 의해서 생기는 지압응력에 견디는 강도 이상이 되어야 한다.

3.4.4 초기재령에 프리스트레스를 주는 경우의 유의사항

(1) 교량의 규모, 구조, 시공방법, 시공시기, 현장조건 등에 따라 초기재령의 콘크리트에 프리스트레스(의) 일부를 주는 경우에도 3.4.3항의 규정을 준수하도록 특히 유의하여야 한다.

(2) 캔틸레버공법(Free cantilever method)으로 시공하는 교량의 경우에는 콘크리트 강도가 비교적 낮은 시기에 프리스트레싱이 순차적으로 수행되기 때문에 매 단계별로 면밀히 검토하여야 한다.

3.4.5 프리스트레싱의 관리

(1) 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시도와 긴장재의 늘음량에 의해 관리하여야 하고, 하중이 증가함에 따라 그의 관계가 직선으로 되어가는 것을 확인하여야 한다. 직선이 되지 않는 경우에는 프리스트레싱을 다시 하여야 하고, 다시 한 후에도 이상상태를 나타내는 경우에는 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.

(2) 프리스트레싱의 관리에 있어서는 여러 가지 원인에 의한 변동을 고려하여, 긴장재 1개 마다에 정해진 인장력이 주어지고 있는 것을 확인하여야 한다.

(3) 1개 부재에 여러 개의 긴장재가 배치되어 있는 경우에는 긴장재 1개 마다의 관리 외에 긴장재를 몇 개의 조로 나누어서 관리하여야 한다.

(4) 집중 케이블 방식과 같이 한 개의 부재에 배치되는 긴장재의 개수가 극단적으로 적은 경우의 프리스트레싱 관리는 특별한 고려를 하여야 한다.

(5) 마찰계수 및 긴장재의 겉보기 탄성계수는 시험에 의해 구하여야 한다.

(6) 프리스트레싱 작업은 설계도서대로 긴장을 하며, 긴장력 도입을 위해 사용되는 유압기는 긴장력 도입에 필요한 힘을 충분히 공급하고 지탱할 수 있어야 하고 긴장력을 측정하기 위한 압력계나 하중계를 장치한 것이어야 한다.

(7) 프리스트레싱 작업은 프리스트레싱 관리도를 이용하여 실시하고 하중계의 인장력과 PS 강재의 늘음량 또는 빠짐량을 측정기록하여 직선으로 진행되는가를 확인하여야 한다.

(8) 인장력과 늘음량 또는 빠짐량의 관계가 직선이 되지 않을 때는 즉시 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.

(9) 설계상의 인장력 및 늘음량 또는 빠짐량 값과 실제 긴장 시의 값 차이, 즉 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차가 ±5% 이상의 편차를 보일 경우 즉시 작업을 중지하고 전문기술자의 자문을 받아 원인을 조사하고 대책을 강구하여야 한다.

(10) 긴장 중 PS 강재의 파손 등이 발생하였을 시에는 전문기술자의 검토를 받아 대책을 수립하여야 한다.
(11) 프리스트레싱 작업 중에는 PS 강선의 늘음량 또는 빠짐량을 확인할 수 있도록 정착구 양측에 스프레이어 등으로 표시하여야 한다.
(12) 잭을 정착구에 설치하기 전에 자연상태로 된 PS 강재의 정착구 바로 뒷부분에 지워지지 않는 페인팅을 하여야 한다.
(13) 잭을 정착구에 설치한 후 매 10 MPa압력마다 잭의 램(Ram) 길이를 측정하여야 한다.
(14) 잭의 압력 게이지는 검·교정공인기관에서 검사를 받은 후 사용한다.
(15) 늘음량은 mm 단위로 측정이 되어야 하고, 이론적인 계산값과의 차이는 각각의 텐던에 대하여 ±7%를 넘지 않아야 하며, 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차는 ±5%를 넘지 않아야 한다.
(16) 계약문서나 설계도서 등에 달리 명시되어 있지 않는 한, 긴장순서는 부재에 편심력을 최소화 하는 방법으로 작업하여야 한다.

3.5 콘크리트 타설

3.5.1 계약상대자는 콘크리트 타설 이전에 배치 플랜트와 제작장과의 거리, 운반시간 타설방법, 타설시간 등을 검토하여 유동화제 투입장소, 사용량을 결정하고, 연속적인 콘크리트 타설이 되도록 계획을 수립하여야 한다.
3.5.2 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.
3.5.3 감독원이 거푸집, 철근, 마개, 쉬스관의 정착장치 및 강재의 배치, 내부 청소상태 등을 검사하고 승인하기 전에는 콘크리트 타설을 해서는 안된다.
3.5.4 콘크리트 타설 전 및 타설 중 감시인을 정하여 거푸집 및 동바리의 변형, 압축, 침하 등의 관측을 하도록 하여야 하며, 타설 전에 모든 쉬스관의 막힘 여부를 확인하여야 한다.
3.5.5 타설시 바이브레이터를 이용하여 콘크리트가 철근과 철근사이, 쉬스관 둘레 거푸집 구석구석까지 채워지도록 다짐을 철저히 하며, 특히 양단부는 철근 조립이 복잡하여 공동이 발생할 소지가 있으므로 다짐에 유의하여야 한다.
3.5.6 무리한 다짐은 쉬스관의 손상 또는 철근의 위치변동의 소지가 있으므로 주의하여야 한다.
3.5.7 시공이음부의 기존타설면은 콘크리트 타설 시작 2시간 전에 충분히 살수하여 습윤상태를 유지하여야 한다.

3.6 양생

3.6.1 습윤양생 대신 증기양생을 사용할 수 있으며, 이 때 계약상대자는 양생시설,

방법 등 계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.6.2 콘크리트를 친 후 2~3시간 경과 후에 증기를 가하기 시작하여야 하며 지연제를 사용했을 경우에는 4~6시간이 경과한 후 증기를 가하기 시작하여야 한다.

3.6.3 증기가 콘크리트에 직접 닿지 않도록 하여야 하며, 상대습도는 100 %가 유지되어야 한다.

3.6.4 온도상승 및 하강은 시간당 20 ℃를 넘지 않도록 한다.

3.6.5 온도상승은 65 ℃ 될 때까지 하며 최고온도의 유지시간은 거푸집의 탈형 및 프리스트레스 도입시기, 사용시기 등을 고려하여 결정한다.

3.6.6 온도하강시는 외기온도보다 10 ℃ 높은 온도까지 하강되게 한다.

3.6.7 증기양생후에도 타설 완료 후 최소한 7일간 적절한 습윤양생을 하여야 한다.

3.6.8 콘크리트를 친 후 7일이 경과하기 전에는 빙점하의 기온에 노출시켜서는 안되며 적절한 덮개나 습윤양생을 하여 급격한 외부온도와 습도의 변화로부터 보호하여야 한다.

3.6.9 증기양생 후 PS 강선 및 PS 강연선을 좌우단부에서 두드려 보아 쉬스관에 모르타르가 스며들었는지 확인하여야 한다.

3.7 PSC 그라우트

3.7.1 일반사항

(1) PSC 그라우트는 프리스트레싱이 끝난 후 다음의 제한시간 내에 그라우팅을 하여야 한다.

① 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용하지 않은 경우

가. 매우 습한 대기 또는 과다 함수비함유상태 (습도 70% 초과) : 7일

나. 적절한 습도함유 대기상태 (습도 40%~70%) : 15일

다. 매우 건조한 대기 상태 (습도 40% 미만) : 20일

라. 제작 및 현장 상황에 따라 부득이 상기 조건을 만족시키지 못하는 경우에는 쉬스관 안이나 강재에 직접 부식억제제 또는 부식방지제를 사용하여 녹과 다른 부식요소로부터 지속적으로 보호하여야 한다.

② 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용한 경우

사용된 부식억제제의 특성과 성능에 따라 ①항의 제한시간보다 시간을 연장할 수 있다. 단, 사전에 전문기술자의 검토를 거쳐 감독원의 승인을 득하여야 한다.

(2) 쉬스관은 그라우트 주입전에 압축공기로 물을 흘러내어 깨끗이 씻어내 충분히 적셔 놓아야 한다.

(3) 쉬스관내 PS 강재 사이의 공간을 그라우트로 채워 PS 강재를 콘크리트에 부착시킨다.

(4) 그라우트의 적정한 혼합비를 결정하기 위해서는 점성도 시험, 팽창성시험, 블리딩시험 및 압축강도시험을 하여야 한다.

3.7.2 시공장비의 관리

(1) 모든 쉬스관은 깨끗하고 그라우팅 작업을 방해하거나 그라우트의 부착을 저해하는 유해 물질이 없어야 하며 모든 그라우트 혼합물은 그라우트 펌프에 넣기 전에 최대 1.2 mm 눈금의 체로 걸러야 한다.

(2) 그라우팅 주입 파이프의 밸브와 캡은 그라우트가 경화할 때까지는 제거해서는 안된다.

(3) 강재는 콘크리트에 부착되어야 한다.

3.7.3 비비기 및 휘젓기

(1) 비비기의 순서는 먼저 물을 믹서에 투입하고 이어 시멘트와 혼화제를 투입한다. 그라우트는 비비기가 잘 되고 균질의 그라우트를 생산할 수 있는 형태의 기계식 혼합장비로서 혼합하여야 한다.

(2) 물의 양은 시멘트 1포대(40 kg)당 18 L를 넘지 않아야 한다. 또한 그라우트의 되비비기는 허용되지 않으며 펌프로 주입하기 전까지 계속 되섞어야 한다.

(3) 그라우트는 주입이 끝날 때까지 천천히 휘젓기를 하여야 한다.

3.7.4 주입

(1) 콘크리트 타설이 완료된 즉시 쉬스관 내에 유분이 없는 압축공기로 쉬스관 내의 모르타르를 굳기 전에 제거하여야 하며, 콘크리트를 친 후 대략 24시간이 경과한 후 쉬스관 내부를 물로 청소하고 유분이 없는 압축공기로 청소한다.

(2) PSC 박스거더의 내부 거푸집을 설치하기 전에 계약상대자는 감독원에게 모든 쉬스관이 막히지 않았음과 PS 강재를 배치한 경우라도 강재는 자유롭고 부착되지 않았음을 확인하여야 하며, 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후에는 PS 강재를 싸고있는 쉬스관 내에 PS 강재가 부착되지 않았음을 확인하여야 한다. 또한 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후 PS 강재를 싸고 있는 쉬스관 내에 유분이 없는 압축공기를 불어 넣어 청소를 하고 쉬스관의 낮은 쪽으로부터 그라우트하여 완전히 채워야 한다.

(3) 그라우트는 펌프로 쉬스관을 통해 채워 넣어 물, 슬래그 또는 공기가 출구로 나오지 않을 때까지 흘려버린다. 배출되는 그라우트의 유출시간은 11초 이상으로 한다. 그 후 모든 구멍 및 열려진 곳을 닫고 주입단에서의 그라우팅 압력이 최소한 0.7 MPa가 되도록 높혀 최소 11초간 유지한다.

(4) 시멘트 1포당 알루미늄 분말 혼화제 사용량은 그라우트의 온도가 21 ℃ 일 때는 0.13 kg, 4 ℃일 때는 0.2 kg로 변화한다. 모든 성분을 첨가한 후 1배치를 3분간 혼합한다. 혼합이 완료된 배치는 45분 내에 주입하여야 한다.

3.7.5 한중 그라우트 시공

(1) 한중에 시공을 하는 경우에는 주입 전에 쉬스관 주변의 온도를 5℃ 이상으로 올려놓아야 한다. 또한 주입시 그라우트의 온도는 10~25℃를 표준으로 하고,

그라우트의 온도는 주입 후 적어도 5일간은 5℃ 이상을 유지하는 것을 원칙으로 한다.

3.7.6 서중 그라우트 시공

(1) 서중 시공의 경우에는 지연제를 겸한 감수제를 사용하여 그라우트 온도의 상승이나 그라우트가 급결되지 않도록 하여야 한다.

3.8 시공허용오차

3.8.1 철근배치에 관한 시공정밀도는 다음 표 6-6-6의 범위내에 있어야 한다.

표 6-6-6 철근배치에 관한 시공정밀도

항 목	시 공 정 밀 도
유 효 높 이	설계치수의 ±3 % 또는 ±30 mm 중에서 작은 값 다만, 최소피복두께는 확보하는 것으로 한다. 바닥판의 경우 설계치수의 ±10 mm로 하고 소요 피복두께를 확보하여야 한다.

3.8.2 프리텐션 부재에서의 PS 강재 배치시 및 포스트텐션 부재 쉬스 및 정착장치 배치시의 시공정밀도는 다음 표 6-6-7의 범위 내에 있어야 한다.

표 6-6-7 PS 강재의 시공정밀도

항 목		시공정밀도
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	주요한 설계단면의 양측 L/10 의 범위(L:지간)	설계치수의 ±5 % 또는 ±5 mm 중에서 작은값
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	기타의 범위	설계치수의 ±5 % 또는 ±30 mm 중에서 작은값. 다만, 최소 피복두께는 확보하는 것으로 한다.

주) 주요한 설계단면이란 단면력이 크고 지간중앙부근, 지점상 부근 등의 위치의 단면을 말한다.

3.8.3 부재치수

부재치수의 시공 정밀도는 다음 표 6-6-8의 범위 내에 있어야 한다.

표 6-6-8 부재 시공 정밀도

항 목	시공정밀도
수직 및 수평부재의 길이	설계치수의 ±1 % 또는 ±30 mm 중에서 작은 값
기둥 및 보의 단면 치수	설계치수의 ±2 % 또는 ±20 mm 중에서 작은 값
바닥판의 두께	+20~-10 mm

3.9 현장 품질관리

3.9.1 시험

(1) 콘크리트 압축강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

(2) 콘크리트 압축강도 시험빈도는 개개의 PSC구조물에 대하여 각 부재마다 또는 150 ㎥ 마다 실시하여야 하며, 공시체는 3조(여기서, 1조는 3개의 공시체를 의미한다.)이상 제작하여야 한다.

(3) 공시체는 구조물과 같은 조건하에 양생하여야 하며, 다음과 같은 시기에 압축강도 시험을 실시하여야 한다.

① 1조는 프리스트레스 응력 전이 시

② 1조는 28일째 되는 날

③ 1조는 필요시

3.9.2 프리스트레스나 포스트텐션 등의 해체작업 시에는 매우 위험하므로, 설치된 스트랜드나 텐던의 정확한 위치를 표시하고 기록(준공)도면에 표기하여 해체시에 확인할 수 있도록 한다.

6-7 강구조물공

6-7-1 강교제작 및 가설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량을 설치하는데 필요한 강구조물의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-2 공사관리
1.2.2 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.3 6-1 교량공사 일반
1.2.4 6-7-4 강교도장
1.2.5 6-9-3 교량받침
1.2.6 13-12 구조용 강재

1.3 참조규격

다음 규준은 이 절에 명시되어 있는 범위내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS A 0011 물체색의 색 이름
KS A 0062 색의 3속성에 의한 표시방법
KS A 3103 계량 규준형 1회 샘플링 검사
KS B 0052 용접기호
KS B 0101 나사용어
KS B 0106 용접용어
KS B 0161 표면 거칠기 정의 및 표시
KS B 0529 머리붙이 스터드 용접부의 굽힘 시험 방법
KS B 0801 금속재료 인장시험편
KS B 0802 금속재료 인장시험 방법
KS B 0804 금속재료 굽힘 시험
KS B 0806 로크웰 경도시험 방법
KS B 0809 금속재료 충격 시험편
KS B 0810 금속재료 충격 시험방법

KS B 0811 금속재료의 비커스 경도 시험방법
KS B 0816 침투 탐상 시험방법 및 지시 모양의 분류
KS B 0845 강 용접 이음부의 방사선 투과 시험 방법
KS B 0850 점 용접부의 검사 방법
KS B 0867 겹치기 이음 용접 균열 시험 방법
KS B 0869 U 형 용접 균열 시험 방법
KS B 0870 Y 형 용접 균열 시험 방법
KS B 0872 C 형 지그 구속 맞대기 용접 균열 시험 방법
KS B 0893 용접열 영향부의 최고 경도 시험 방법
KS B 0885 수동 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 판정 기준
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트·6각 너트·평와셔의 세트
KS B 1062 머리붙이 스터드
KS B 5209 강제 줄자
KS B 5221 미터 보통 나사용 한계 게이지
KS D 0001 강재의 검사통칙
KS D 0028 단강품의 검사통칙
KS D 0213 철강재료의 자분 탐상시험 방법 및 자분 모양의 분류
KS D 0401 주강품의 제조, 시험 및 검사통칙
KS D 3500 열간 압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3501 열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3502 열간 압연 형강의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3529 용접구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3710 탄소강 단강품
KS D 3752 기계구조용 탄소강재
KS D 3868 교량 구조용 압연 강재
KS D 4101 탄소강 주강품
KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품
KS D 4106 용접구조용 주강품
KS D 4301 회 주철품
KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
KS D 7006 고장력 강용 피복 아크 용접봉

1.3.2 관련시방서

도로교 표준시방서 제2장 강교

1.3.3 관련법규

건설기술관리법 제24조

1.4 용어의 정의

1.4.1 전처리

강교에 사용될 철판은 강교제작 공장에 반입되자 마자 녹발생 방지를 위하여 숏 블라스팅(Shot blasting) 후 무기질 징크 도장을 25 μm 이상 실시하는 작업으로 무기질 징크는 용접작업시 용입에 문제가 없어야 한다.

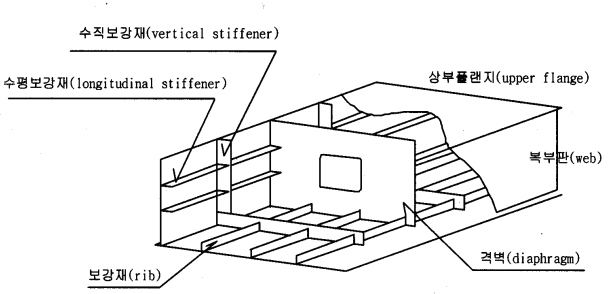


그림 6-7-1-1 강박스거더교의 부재별 명칭

1.4.2 격벽(Diaphragm)

박스(Box)의 지점부 또는 중간부에 뒤틀림이나 변형을 방지하기 위하여 설치한 칸막이

1.4.3 보강재(Stiffener)

주부재 복부판(Web)의 좌굴을 방지하기 위하여 복부판에 수평(longitudinal) 및 수직(Vertical)으로 부착한 강재

1.4.4 가로보(Cross beam)

박스거더(Box girder)와 박스거더를 연결하기 위하여 횡방향으로 설치한 보(Beam)

1.4.5 가조립

용접 등 제작이 완료된 부재를 설계도면대로 되어 있는지 가설전에 임시조립하여 확인하는 작업

1.4.6 용접의 기호

용접의 기호 표시방법은 그림 6-7-1-2와 같이 하며, KS B 0052에 따라야 한다.

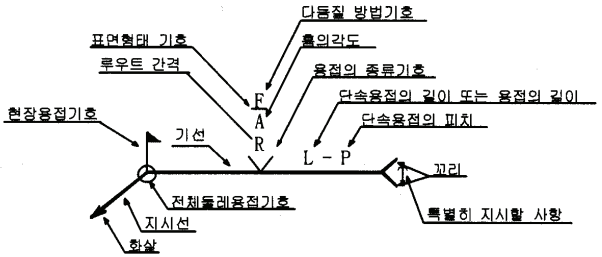


그림 6-7-1-2 용접의 기호 표시방법

1.4.7 용접부의 유효두께

응력을 전달하는 용접부의 유효두께는 그 용접의 이론상의 목두께로 하고 다음의 기준에 따른다.

(1) 전단면 용입 홈용접의 목두께

전단면 용입 홈용접의 목두께는 그림 6-7-1-3과 같이 비드(Bead)에 관계없이 규정에서 정한대로 모재의 두께로 하며, 두께가 서로 다른 경우에는 얇은 부재의 두께로 한다.

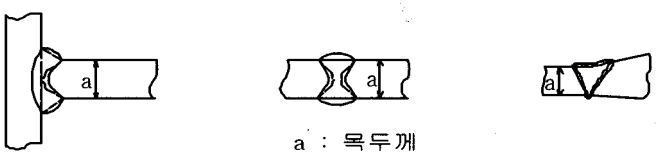


그림 6-7-1-3 전단면 용입 홈용접의 목두께

(2) 부분 용입 홈용접의 목두께

부분 용입 홈용접의 목두께는 그림 6-7-1-4과 같이 용입깊이로 한다.

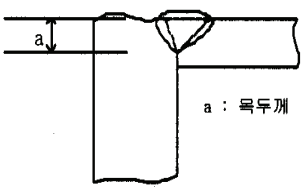


그림 6-7-1-4 부분 용입 홈용접의 목두께

(3) 필렛용접의 목두께

필렛용접의 목두께는 그림 6-7-1-5와 같이 이음의 루트(Root)를 꼭지점으로 하는 2등변 삼각형의 높이로 한다.

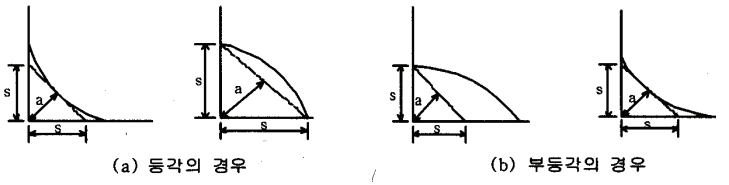


그림 6-7-1-5 필렛용접의 목두께

1.4.8 엔드탭

비드의 시발점과 종점에 붙인 보조판

1.4.9 현장용접

현장용접이란 가설공사에 따른 현장이음을 용접으로 시공

1.5 제출물

1.5.1 시공계획서

(1) 강교제작 착수 전에 강교의 제작, 조립, 설치 등에 관한 시공계획서를 작성하여야 한다. 시공계획서에는 다음사항이 포함되어야 한다.

① 공사예정공정표
② 강재구입 및 조달
③ 제작 및 제작관리
④ 가조립
⑤ 도장계획(공장도장 및 현장도장)
⑥ 수송계획
⑦ 조립 및 가설계획

교량가설지점의 지형, 지세의 지리적 조건과 교량형식, 사용장비계획 및 환경조건을 고려하여 세밀히 작성하여야 한다.

⑧ 상부 슬래브공
⑨ 품질관리계획(시험 및 검사계획)

(2) 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 총칙편 4-1절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

(3) 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.5.2 시공상세도면

계약상대자 및 강교제작자는 설계에 대한 검토를 한 후 감독원, 설계자와 협의하여 필요한 제반사항이 현장 시공상세도 작성시 반영될 수 있도록 하여야 한다. 시공상세도면은 총칙편 2-4절 1.4의 해당사항에 다음을 추가하여 작성하여야 한다.

(1) 강교제작도

① 제작도에는 부재의 기호, 용접기법, 절단, 커버플레이트, 연결, 구멍, 볼트 및 연결재, 솟음, 제작 및 설치 허용오차, 마무리종류, 페인트계열, 부재의 무게 및 주요 여유고 등 특기사항이 포함되어야 한다.

② 도면에는 용접의 치수, 길이 및 형식을 나타내야 하며, 개별용접공의 신원을 명시하여야 한다.

(2) 가설 구조물도(구조계산서 포함)

(3) 부재의 조립순서도

부재의 크기와 중량, 조립순서 및 조립방법, 조립위치, 솟음, 제작 및 설치 허용오차, 정착재, 받침재의 위치 및 설치요령서 등이 포함되어야 한다.

(4) 현장 용접시공도

KS B 0052의 표준용접기호를 사용하여 작성하여야 하며 현장용접의 위치, 용접규모, 용접방법 및 절차서, 품질검사방법 및 검사절차서를 포함하여야 한다. 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명시하여야 한다.

1.5.3 강교 제작보고서

(1) 계약상대자는 제작완료후 제작 완료보고서를 제출하여야 한다.

(2) 제작 완료보고서는 제작시험방법 및 검사절차서를 포함하여야 한다. 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명기하여야 한다.

1.5.4 용접절차서

계약상대자는 용접시공에 앞서 용접방법과 용접절차서, 용접품질 검사방법 및 절차서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다. 용접절차서 및 검정기록서 작성에 필요한 용접기호 및 용접용어는 KS B 0052 및 KS B 0106에 준한다.

1.5.5 용접공 및 용접기록 자료

(1) 용접공의 용접기록 자료

(2) 용접공의 신분증과 자격증

(3) 용접시험시공 기록

(4) 강교제작후 용접재료, 용접시공 및 용접검사에 관한 기록

(5) 현장용접이 허용된 경우 현장용접기기에 대한 명세서와 용접기록서

(6) 서브머지드 아크 용접을 시행하는 경우 용접봉과 플럭스의 조합시험 보고서

1.5.6 제품자료

(1) 계약상대자는 강재 및 부속품, 구입품의 품질확인 및 검증을 위하여 KS D 0001, KS D 0028, KS D 0401, KS A 3101 등에 의하여 작성된 각 재료의 밀시트(Mill sheet), 재료시험보고서 및 제품 검사성적서 등을 작성하여야 한다.

(2) 스터드

계약상대자는 스터드 제품의 품질확인서를 제출하여야 한다.

(3) 볼트 및 연결재

계약상대자는 볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서를 제출하여야 한다.

1.5.7 안전 및 환경시설

(1) 계약상대자는 교량가설에 필요한 중요 안전시설계획을 수립하고 이에 따른 보호시설도와 안전장비 등의 사양서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

(2) 공사시 발생하는 소음, 진동 등 자연훼손에 대한 보호시설과 건설잔재 처리 등에 관한 환경보호 시설계획을 제출하여야 한다.

1.6 품질보증

1.6.1 강교제작자

계약상대자는 강교제작자 선정에 있어 사전에 감독원에게 검사와 승인을 받아야 한다. 검사와 승인대상은 다음 사항에 따르며 작업을 시작하기 최소한 10일전까지는 서면으로 제출하여야 한다.

(1) 공장 면허소지 여부

건설산업기본법 시행령 제7조 별표1에 의한 철강재 설치공사업 면허공장

(2) 공장시설

① 기계설비 배치도
② 전처리 설비
③ CNC 절단
④ CNC 드릴 설비
⑤ 성형가공 설비
⑥ 도장 설비
⑦ 공종별 흐름(Flow)
⑧ 계측기 보유현황
⑨ 운반설비
⑩ 가조립장
⑪ 제작 라인 자동화 설비
⑫ 기타 감독원이 필요하다고 인정하는 시험
⑬ 자동 용접설비

(3) 품질관리조직 및 계획

(4) 품질관리자의 자격 및 자격증 소유

(5) 공장전체 조직원 및 조직 구성

1.6.2 용접기술자

계약상대자는 강교 용접부의 품질확보를 위하여 공장내에 용접기술자를 상주토록 하여 다음중 필요한 사항에 대한 관리 및 책임을 지도록 하여야 한다.

(1) 용접공의 기량시험 및 기량관리
(2) 용접장비와 용접치구의 관리 및 작업장의 유지관리
(3) 용접모재, 용접재료 관리
(4) 용접시공시험 및 용접절차서의 작성
(5) 용접부의 파괴, 비파괴검사 관리
(6) 용접부의 품질판정 및 보수용접의 관리

1.6.3 용접공 자격

(1) 피복 아크 용접공은 KS B 0885에 정해진 시험종류 중 그 작업에 해당하는 시험(용접자세, 사용강재 두께, 받침쇠 사용유무를 확인한 시험)에 합격한 자로서, 최소한 중판이상의 용접모재에 합격한 자이어야 한다.
(2) 피복 아크 용접법을 제외한 모든 용접법에 대하여는 용접시공시험을 하여야 하며, 시험은 감독원의 승인을 받아야 한다.
(3) 용접공은 필요한 자격증을 소유하고 용접시공 시험을 통과한 자로 한다.
(4) 강교제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시하여야 한다. 제작 및 계약상대자는 해당공사의 시공계획서, 품질관리절차서 및 품질관리절차서에 따라 시공한 용접공의 신상명세(경력서, 사진 및 자격증명서 등)가 명시된 제작 및 시공 보고서를 제출하여야 한다.
(5) 용접공은 각 자격에 따라 명찰을 달고 작업하여 적정한 작업이 이루어지는지 확인할 수 있어야 한다.

1.6.4 용접절차서 및 검정 기록서

계약상대자는 용접시공 및 수정작업에 필요한 모든 용접법에 대해서 용접절차서와 검정기록서를 작성하여야 하며 이를 5년간 보관하여야 한다.

1.6.5 용접검사원의 자격

계약상대자가 자체 품질검사의 일환으로 시행하는 용접검사는 최소 5년 이상 경력자로서 자격있는 용접검사원이 검사하여 결함유무를 확인하여야 하며, 특히 비파괴 시험 검사원은 비파괴 검정시험에 합격한 자이거나 감독원이 확인한 비파괴 교육과정을 이수한 자이어야 한다.

1.6.6 현장조립 또는 현장용접

현장조립 또는 현장용접시는 공장용접과 상응한 보호시설을 하여야 하며 용접공 및 용접기술자의 자격과 절차서는 공장용접에 따른다.

1.6.7 강재의 용접성 시험

충격을 요하는 구조용 강재와 부식 저항성이 있는 구조용 강재에 대해서는

강재의 용접성과 강재를 용접하는 절차를 정하여 시행한다. 또한 사용강재의 용접성 시험은 KS B 0850, KS B 0867, KS B 0869, KS B 0870, KS B 0872, KS B 0893의 해당시험 규격에 준하여 시행한다.

1.6.8 용접시공시험

도로교 표준시방서 제2장 2-4 1.5.7 용접시공시험에 따른다.

1.6.9 강교제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시하여야 한다. 제작 및 계약자는 해당공사의 시공계획서, 품질관리절차서 및 품질관리절차서에 따라 시공한 용접공의 신상명세(경력서, 사진 및 자격증명서 등)가 명시된 제작 및 시공 보고서를 제출하여야 한다.

1.7 운반, 저장 및 취급

1.7.1 운반

(1) 강재운반, 저장 및 취급시는 강재의 휨, 긁힘 및 과재응력은 피하여야 한다. 휘거나 손상을 입을 수 있는 내민 부분은 보호하여야 한다.

(2) 부재 운반전 적재요령 및 운반계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(3) 운반전 부재순서별로 조립기호를 기입한다. 조립기호는 페인트를 사용하여야 한다.

(4) 중량이 50 kN이상인 부재에는 그 중량 및 중심위치를 페인트로 보기 쉬운 곳에 기입하여야 한다.

(5) 운반중 손상의 우려가 있는 것은 목재 또는 앵글 등으로 견고하게 포장하여 부재가 파손하지 않도록 유의하여야 한다.

(6) 운반된 부재가 결함이 있는 경우 결함부위를 수정하여야 하며, 수정작업시 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고 600 ℃ 를 초과해서는 안된다.

(7) 부재는 현장조립할 순서를 고려하여 현장에 적치하여야 한다.

(8) 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고 적치하여야 한다.

(9) 고장력볼트는 너트를 조립하여 방습포대에 싸서 나무상자나 마분지 상자에 넣어 포장하여야 한다. 별도의 방식 처리가 안된 제품은 방청유를 도포하고 사용시는 방청유를 제거하여야 한다.

(10) 고장력볼트를 포장한 상자에는 표면에 다음의 항목에 따라 내용물을 명확하게 표시하고 그 목록을 작성하여야 한다.

① 볼트 표준명칭
② 기계적 특성에 의한 형태
③ 사용처 명기
④ 볼트의 호칭 지름 및 길이
⑤ 수량
⑥ 기타 지시사항

(11) 볼트, 너트, 와셔, 핀 등은 길이와 직경, 크기별로 분리해 포장하여야 하며,

필요시에는 용도별로 구분하여 보관하여야 한다.

1.7.2 보관

(1) 강판은 보관중 녹슬지 않도록 덮개 등으로 조치하여 보관하여야 한다.

(2) 보관중 비틀림이 생기지 않도록 지지대의 간격을 좁게 하고, 레벨의 편차가 없도록 한다.

(3) 강재는 재질 구분을 위하여 다음 표 6-7-1-1에 따라 절단면에 도색을 한다.

표 6-7-1-1 색칠에 의한 강재 식별의 구분

강 종		식별색의 조합		색칠방법
		색의 종류	기 준 색	
SS 400		백색	N9.5	1선
SS 490		청색	2.5 PB 5/6	1선
SM 400	A	녹색	5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SM 490	A	황색	2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
	TMC			4선
SM 490Y	A	등황색	2.5YR 6/13	1선
	B			2선
SM 520	B	분홍색	2.5YR 6.5/8	1선
	C			2선
	TMC			3선
HSB 500	-	분홍색	2.5YR 6.5/8	4선
	L			5선
	W			6선
SM 570	Q	적색	5R 4/13	1선
	N			2선
	T			3선
	TMC			4선
HSB 600	-	적색	5R 4/13	5선
	L			6선
	W			7선
SMA 400 (1종)	A	은색-녹색	은색은 지정하지 않고 녹색은 5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 490 (2종)	A	은색-황색	은색은 지정하지 않고 황색은 2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 570 (3종)	P	은색,적색	은색은 지정하지 않고 적색은 5R 4/13	1선
	W			2선
한냉지용 구조용 강재		갈색	기준색 없음	재질을 식별하는 색선에 갈색1선 추가

〈비고〉
① 식별색의 종류는 KS A 0011에 의하고 기준의 색은 KS A 0062에 따른 것이다.
② 색칠방법은 원칙적으로 구조용강재의 한쪽단면에 적당한 직선으로 식별색을 칠한다. 식별색의 한선의 폭은 10 mm 이상으로 한다.

그림 6-7-1-6 구조용 강재의 색칠방법

(5) 볼트 보관
① 볼트세트는 공장출하시의 상태가 현장시공시까지 유지될 수 있도록 포장 및 보관에 주의하여야 한다. 관련규정은 KS B 0905에 준한다.
② 녹발생, 나사부의 파손에 주의하여야 한다.
③ 습기없는 창고에 보관하여야 한다.
④ 1일 작업이 종료했을 때 남은 볼트는 신속히 포장하여, 미사용 볼트를 현장에 방치해서는 안된다.
⑤ 제작후 6개월 이상된 볼트는 현장 예비시험을 기준으로 하여 토크계수치의 측정을 하여야 한다.
(6) 부재의 보관
① 현장에서 부재를 임시로 둘 때에는 부재가 지면에 접하지 않도록 하여야 한다.
② 보관중에는 보관대에서의 전도, 타부재와의 접촉 등에 따른 손상위험이 없도록 충분한 방호를 하여야 한다.
③ 장기간 보관할 경우에는 부식 방지를 위한 대책을 강구하여야 한다.

1.8 환경요구사항

1.8.1 계약상대자는 다음과 같은 환경일 때에는 현장용접을 시행해서는 안된다. 다만, 방풍, 방우설비 및 예열 등이 공장용접 조건을 갖춘 경우는 예외로 한다.
(1) 작업중 비가 오거나 비가 올 우려가 있을 때
(2) 비가 그친 직후
(3) 강풍시(피복 아크 용접일 때에는 아크에 직접 풍속 5 m/s 이상의 바람이 불 때와 플럭스코어드 아크 용접의 경우 2 m/s 이상의 바람이 불 때)
(4) 기온이 5 ℃ 이하인 경우

2. 재 료

2.1 강재 및 볼트

2.1.1 강재는 13-12절의 해당 규정을 따른다.

2.1.2 강판은 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.3 강관 및 형강은 KS D 3566, KS D 3568, KS D 3530, KS D 3558, 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

2..1.4 볼트 및 핀은 다음 각각의 사항과 동등 이상의 제품이어야 한다.

(1) 6각볼트 너트 : KS B 1002, KS B 1012

(2) 마찰 이음용 고장력 6각볼트 6각너트 평와셔의 세트 : KS B 1010

(3) 토크-전단형 고장력 볼트 : 구조용 토크-전단형 고장력 볼트 6각너트 평와셔의 세트

(4) 용융아연도금 및 아연알루미늄 도금 고장력 볼트재료 세트

① 볼트재료 세트 : KS D 1010의 제1종(F8T)A

② 전기아연도금 및 아연알루미늄 도금방법 및 도금부착량은 제조업자의 제품자료

(5) 핀 : KS B 1320, KS B 1321, KS B 1322

(6) 접시머리볼트 : KS B 1017

(7) 사용볼트의 종류 및 규격은 다음 표 6-7-1-2에 따른다.

표 6-7-1-2 사용볼트의 종류 및 규격

구 분	종 류	토크계수값	등 급		
			볼트	너트	와셔
마찰이음용 고장력볼트	1종	A	F8T	F10	F35
		B			
	2종	A	F10T		
		B			
	4종	A	F13T	F13	
		B			
	토크-전단볼트		S10T	F10	
			S13T	F13	
지압이음용 고장력볼트	1종	A	B8T	F10	F35
		B			
	2종	A	B10T		
		B			
	4종	A	B13T	F13	
		B			
일반볼트	6각볼트(C)		-	5	-

주 : 1) 토크계수값의 A는 윤활유 처리

2) 토크계수값의 B는 방청유 도포

2.1.5 도료(Paint)는 6-7-4절에 따른다.

2.2 부속재료

2.2.1 용접재료

(1) 피복 아크 용접(SMAW)봉은 KS D 7004, KS D 7006, KS D 7023, KS D 7101 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(2) 서브머지드 아크 용접(SAW)에 사용되는 재료는 KS D 7102, KS D 7103 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(3) 가스 메탈 가스 용접(GMAW) 및 플럭스 코어드 아크 용접(FCAW)에 사용되는 재료는 KS D 7005, KS D 7109, KS D 7025, KS D 7104, KS D 7106 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(4) 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스 용접(EGW)에 사용되는 재료는 KS D 7105 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

(5) 용접봉은 제조년월일, 공급시기 등이 가급적 동일한 제품이어야 한다.

(6) 가스메탈 아크 용접 및 플럭스 코어드 아크 용접에 사용되는 차폐가스나 차폐가스 혼합물은 이슬점이 -40 ℃ 이하인 용접 등급을 가져야 하며, 계약자는 이슬점 조건을 만족한다는 가스 제조업자의 인증서를 제출하여야 한다.

2.2.2 용접봉 사용구분

(1) 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용구분 및 규격과 재질은 감독원의 승인을 받는 용접절차서에 준하며 사용용접봉의 재질은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용하여야 한다.

(2) 사용 용접봉은 용접시공시험에 합격한 제품을 사용하여야 한다. 다만 피복 아크 용접봉은 다음 표 6-7-1-3에 따른다.

표 6-7-1-3 피복 아크 용접봉 사용구분

피복 아크 용접봉의 종류	적용강종 및 판두께(mm)
연강용 피복 아크 용접봉	SS 400, SM 400 (t<25) SS 400, SM 400 (25≤t<33 : 예열을 할 때)
저수소계 피복 아크 용접봉	SS 400, SM400(25≤t<33 : 예열을 하지 않을 때) SM490, SM520, SM570, SMA400, SMA490, SMA570

2.2.3 스터드형 전단연결재

(1) 스터드 규격

① 스터드(머리붙임 스터드)는 KS B 1062 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

② 머리형 스터드 : 감독원의 승인을 득한 제품
③ 교량 전용 스터드형 전단 연결재는 인장강도 400 MPa 이상인 B형을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 스터드의 기계적인 성질은 도로교표준시방서 제2장 2.3.3 스터드 기계적 성질에 따른다.

2.3 장비

2.3.1 볼트 체결 장비

볼트 체결 장비는 사용하기 전에 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.3.2 토오크렌치, 너트러너

(1) 토오크렌치, 너트러너 등 조임 기기의 교정은 반입시 1회, 반입 후에는 1개월 마다 점검하여야 한다.

(2) 감독원이 검사장치의 정확성에 대하여 의문을 갖는 경우에는 제작자에게 반환해서 정확성을 확인받도록 요구할 수 있다.

2.3.3 강재줄자

공장 내에서 사용하는 기준 테이프는 KS B 5209에 규정된 핸드 테이프 1급(50m) 이상으로 하며 강재 감는자(기준자)는 6개월 이내에 교정 검사를 필한 것을 사용하여야 한다.

2.4 자재 허용오차

2.4.1 강판두께의 허용오차는 KS D 3500의 표 4에 있는 두께 허용차를 적용하되 (-)측의 허용오차는 공칭두께의 5 %를 넘지 않아야 한다.

2.4.2 강판은 표면에 KS B 0161에 규정한 100 S(0.1 mm)를 초과하는 깊이의 흠이 없는 것을 사용하여야 한다.

2.5 자재 품질관리

2.5.1 시험

(1) 스터드의 추가 인장시험을 실시할 경우 KS B 0801의 표준시편 4호를 기준으로 KS B 0802에 의하여 실시하여야 한다.

(2) 볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험은 다음에 따라 실시하여야 한다.

① 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010의 부표 1-3에 준한다.
② 외관은 KS B 1010의 8항 겉모양에 준한다.
③ 나사 정밀도는 KS B 5221의 규정에 맞는 6 H/6 g용 한계 게이지로 검사하는 것을 원칙으로 하며 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.
④ 표준 추출검사 방식에서 외관, 모양, 치수 및 나사정밀도는 KS A 3109, 기

계성질은 KS A 3103에 의해 확인 검사한다.

(3) 고장력 볼트의 토오크계수값 시험은 각 로트의 고장력 볼트 세트에 대해 5개 이상 실시하고 토오크값의 평균과 편차를 조사하여 제작자 검사결과와 비교하되 토오크값이 5 % 이상 다를 경우는 재검사를 받아야 한다.

(4) 볼트 조임 기구는 반입시 1회, 사용중에는 1개월에 1회 이상 교정을 받아야 한다. 다만, T/S 전용 조임기구는 예외로 할 수 있다.

(5) 축력계는 반입시 1회, 사용중에는 최소 3개월에 1회 이상 교정을 실시하여야 하며 정밀도는 ±3 %의 오차범위가 되도록 하여야 한다.

(6) 볼트 연결면의 미끄럼 상태는 규정값 이상의 마찰계수를 가져야 되며 볼트 연결면에 도장되는 도장재는 미끄럼 내력시험에 인정된 것을 사용한다.

(7) 감독원이 사용재료에 대한 시험을 요구할 때에는 언제든지 시행하여야 한다.

2.5.2 자동수치제어 검사

CNC 자동 수치 제어기기를 사용하는 경우 첫 제품에 대한 치수 확인 검사를 감독 입회하에 실행한다. 단, Cross beam 등의 세세한 부분은 현도장을 이용하여 가조립에 문제가 없도록 한다.

2.5.3 제작온도

강구조물 제작시 제작 온도 기준에 대하여 별도 명기한 것이 없으면 제작 기준 온도를 10 ℃ 로 하여 구조물의 팽창이음에 대하여 제작에 반영하여야 한다.

2.5.4 절단면 검사 및 결함 보수

절단면의 검사 및 결함 보수는 도로교표준시방서 제2장 2-3 공장제작 3.3.8 절단면 검사 및 결함보수 해당 사항에 따른다.

2.5.5 용접봉의 관리

(1) 연강용 피복 아크 용접봉은 사용전 230~260 ℃에서 최소한 2시간 이상 건조시켜야 하며 고장력강용 피복 아크 용접봉은(저합금강용 포함) 사용전 370~430 ℃ 온도에서 최소한 1시간 이상 건조시켜야 한다.

(2) 용접봉함이 손상되었거나 밀봉 포장함을 개봉한 직후 또는 용접봉을 건조로에서 반출한 직후 용접봉은 최소한 120 ℃ 가 유지될 수 있는 저장로에 보관하여야 한다.

(3) 밀봉 포장함을 개봉한 후나 또는 건조로나 저장로에서 꺼낸 후, 대기에 노출된 용접봉은 다음에 준하여 사용하여야 한다.

① 저수소계 용접봉의 대기 노출 허용 한도는 표 6-7-1-4에 준하여야 한다.

표 6-7-1-4저수소계 용접봉의 대기 노출 허용한도

용 접 봉		시 간
저수소계 피복류로 490 MPa급 이하의 강재용	D50X6, D53X6	최대 4
저수소계 피복류로 490 MPa급 이하의 강재용, 또는 저수소계 피복류로 저합금강으로 분류된 용접봉	D(A)50X6, D(A)50X6	최대 4
	D(A)58X6	최대 2
	D62XX	최대 1

② 연강용 피복 아크 용접봉은 표 6-7-1-4의 한도 시간 내에 사용하고자 할 때는 최소 120 ℃ 의 온도를 유지할 수 있는 저장로에서 최소한 4시간 이상 건조시킨 후 사용하여야 한다.

③ 고장력강용 피복 아크 용접봉은 370~430 ℃ 의 온도에서 최소한 1시간 이상 건조시킨 후 사용하여야 한다.

(4) 용접봉은 건조로에 보관하며 1일 필요한 양만을 건조로에서 꺼내 사용하며 젖은 용접봉은 반드시 건조로에서 건조 후 사용한다.

2.5.6 플럭스의 관리

(1) 서브머지드 아크 용접에 사용되는 플럭스는 건조상태를 유지하여야 하며, 먼지, 흑피(Mill scale) 또는 기타 이물질 등의 오염물질이 없어야 한다.

(2) 손상된 포장상태의 플럭스는 폐기시키거나 사용전 최소온도는 260 ℃에서 1시간동안 건조시켜야 한다. 다만, 일렉트로 슬래그 용접용 플럭스도 역시 사용전 최소온도 260 ℃ 에서 최소 1시간 이상 건조시켜야 한다.

(3) 용접장비, 호퍼, 탱크 등의 모든 플럭스는 용접작업이 48시간 이상 중단될 때는 언제든지 새로운 플럭스로 대체시켜야 한다. 플럭스는 항상 습기 및 오염물질로부터 보호되어야 하며, 젖은 플럭스를 사용해서는 안된다.

(4) 용접시 용융된 플럭스의 재사용은 금지한다.

3. 시 공

3.1 현도작성

3.1.1 현도는 제작도면을 기준으로 제작전에 작성하되 제작물의 기본형상과 제작상의 지장유무를 확인하여야 한다.

3.1.2 현도작업은 제작도를 기준으로 금긋기용 템플레이트와 타이플레이트를 작성하되 템플레이트와 타이플레이트의 작성은 필요시 감독원의 입회검사를 받아야 한다. 다만, 자동가공기(CNC)를 사용할 경우는 템플레이트 및 타이플레이트를 작성하지 않아도 된다.

3.2 금긋기 작업

3.2.1 기준테이프

(1) 공장내에 테이프 품질관리는 테이프 취급요령을 작성하여 이에 따라 테이프의 정밀도가 유지되도록 하여야 한다.

(2) 공장내에 사용하는 모든 테이프는 모두 공장기준 테이프와 테이프 맞추기를 실시하고, 각각 보정 치에 대한 관리대장을 작성하여 관리한다.

(3) 실치수로 작업을 시작하기 전에 감독원이 소유하는 기준 테이프와 테이프 맞추기를 실시하여 오차를 확인하고, 그 오차가 강교 등에 지장을 주지 않도록 공장기준 테이프와의 상호관계를 명확히 하여 사용하여야 한다.

3.2.2 금긋기 작업

(1) 철판위에 주요부재를 금긋기할 때는 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜야 한다.

(2) 금긋기를 할 때는 구조물이 완성된 후에도 구조물의 부재로서 남을 곳에는 원칙적으로 강판에 상처를 내어서는 안된다.

(3) 절단 후 부재치수 오차가 1 mm 이내가 되도록 금긋기 치수 정밀도를 확보하여야 한다.

① 치수허용오차 : 0.5 mm 이내

② 대각선 허용오차 : $L \times \frac{1}{1000}$ 이내, 3 mm 이내

3.3 절단 및 가공

3.3.1 주된 부재의 판끊기는 주된 응력의 방향과 압연방향을 일치시켜 절단함을 원칙으로 하며 절단작업 착수전 재단도를 만들어야 한다.

3.3.2 주요부재의 절단은 자동가스절단으로 하며, 가스절단 및 가스가공한 강판의 허용오차는 KS B 0428에 따라야 한다.

3.3.3 채움재, 타이플레이트, 형강 및 판두께 10 mm 이하의 연결판, 보강재 등은 전단에 의해 절단할 수 있다. 전단가공의 허용오차는 KS B 0416에 따른다.

3.3.4 절단재에 녹, 기름, 도료가 부착되어 있는 경우는 제거후 절단한다.

3.3.5 개선각도 및 루트는 용접시 용입이 충분히 이루어질 수 있도록 정밀하게 개선하여야 하며 개선가공은 자동가스절단기 또는 기계절단기로 하는 것을 원칙으로 한다.

3.3.6 강재 가스절단면의 품질기준은 표 6-7-1-5에 따른다.

표 6-7-1-5 가스절단면의 품질기준

부재의 종류	주 요 부 재	2 차 부 재
표면 거칠기[1]	50 S 이하	100 S 이하
노치깊이[2]	노치가 없어야 한다.	1 mm 이하
슬래그	슬래그 덩어리가 점점이 부착되어 있더라도 흔적을 남기지 않고 브러쉬로 쉽게 제거되는 것이어야 한다.	
상연의 상태	약간은 둥근모양을 하고 있지만 매끄러운 상태의 것이어야 한다.	

주 : [1] 표면거칠기란 KS B 0161에 규정하는 표면의 조도를 나타내며 50S라 함은 표면거칠기 50/1,000 mm의 요철을 나타낸다.
[2] 노치깊이는 노치 마루에서 골 밑까지의 깊이를 나타낸다.

3.3.7 부재의 모서리 가공
(1) 주요부재의 모서리는 약 1 mm 이상의 모따기 또는 반지름을 가지도록 모서리를 그라인드 가공처리하여야 한다.
(2) 2차 부재의 경우도 도장작업을 위해 약 1 mm 정도의 모따기 내지 반지름을 가지도록 모서리부를 그라인드 가공처리하여야 한다.

3.4 핀과 로울러

3.4.1 핀과 로울러는 설계도서에 표시된 치수에 정확히 맞도록 제작하여야 하며, 표면이 매끄럽고 결점이 없어야 한다.
3.4.2 직경이 230 mm 이상인 핀과 로울러는 열간가공을 하여야 하며, 직경이 230 mm 미만인 핀과 로울러는 열간이나 냉간으로 가공할 수 있다.
3.4.3 직경이 230 mm 이상인 핀은 열간가공 후 천천히 냉각시켜 축방향으로 51 mm 이상의 정해진 직경에 맞게 정확히 그리고 면이 매끄러워야 한다.

3.5 구멍뚫기

3.5.1 구멍뚫기는 소정의 지름으로 정확하게 뚫어야 하며 표면을 매끄럽게 사상 마무리 한다.
3.5.2 2차부재에서 판두께 16 mm 이하 강재에 구멍을 뚫을 때는 눌러뚫기에 의하여 소정의 구멍을 뚫고 그 주위는 갈아서 사상 마무리 한다.
3.5.3 드릴은 누적사용기간을 정해 교체시기를 결정하여 교체하여야 한다.
3.5.4 볼트의 공경은 표 6-7-1-6과 같이 허용오차에 맞는 드릴 지름을 선정하여야 한다.

표 6-7-1-6 볼트의 공경 및 허용오차

볼트의 명칭	볼트의 공경 (mm)	볼트 공경의 허용오차(mm)	
		일반의 경우	볼트군의 20 %에 대하여 인정될 수 있는 값
M20	22.5	+0.5	+1.0
M22	24.5	+0.5	+1.0
M24	26.5	+0.5	+1.0
M27	30.0	+1.0	+1.5
M30	33.0	+1.0	+1.5
M36	39.0	+1.0	+1.5

3.5.5 구멍의 직각도는 $\frac{1}{20}$ 이하로 한다.

3.6 굽힘가공

3.6.1 강판의 냉간휨가공을 할 경우에는 강판에 100~200 ℃ 의 열을 가하며, 내측 휨 반지름은 강판두께의 15배 이상이어야 한다. 다만, 강재의 화학성분중 질소가 0.006 % 를 넘지 않는 재료로서 KS B 0810 에 규정하는 샤르피충격시험의 결과가 150 J(15.3 kgf·m) 이상인 경우는 내측 곡률반지름을 강재두께의 7배 이상까지 할 수 있으며 200 J(20.4 kgf·m) 이상 강재는 내측 곡률반지름을 강판두께의 5배 이상으로 할 수 있다. 압연직각 방향으로 냉간휨 가공을 할 경우는 압연직각 방향의 샤르피흡수 에너지 값을 적용하는 것으로 한다.

3.6.2 열처리강(Q) 및 열가공 제어강(TMC)의 열간가공은 원칙적으로 해서는 안된다.

3.6.3 미리 역변형을 줄 필요가 있을 경우에는 강재의 품질에 손상이 없도록 하여야 한다.

3.7 고장력 볼트

3.7.1 볼트는 KS B 1010 이음용 강재의 규정에 맞아야 하며, 볼트의 길이는 연결되는 부재의 총두께 및 와셔와 너트를 포함한 부재를 체결한 후 2~3개의 볼트 산이 남도록 선택하여야 한다. 또한 현장에 반입되는 볼트의 토오크계수는 제작공장에서 제출한 시험성적서에 준하며, 감독원의 요청이 있는 경우 감독원의 입회하에 축력계를 이용하여 토오크계수시험을 시행한다. 특히 T/S 볼트 사용시에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.7.2 접합면의 관리

(1) 접합된 재편의 접촉면은 흑피를 제거하고 면을 거칠게 하여야 하며, 접촉면에는 도장을 하여서는 안 된다. 다만 요구하는 마찰력을 유지할 수 있을 경

우에는 도장할 수 있다. 그러나 지압접합일 때에는 프라이머 도장의 제거를 생략할 수 있다.

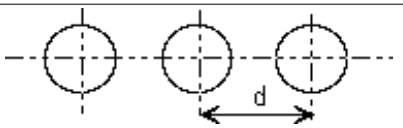
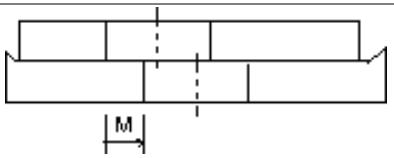
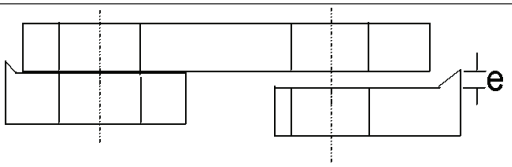
(2) 현장에서 재편을 조일 때에는 접촉면이 부식된 부분 (기름, 먼지 등으로 더러워진 부분)은 와이어 브러쉬 등으로 깨끗하게 청소하여 이를 제거한 후 볼트를 조여야 한다.

(3) 접촉면의 마찰계수는 $\mu > 0.40$ 를 확보하여야 한다.

(4) 도장을 하지 않는 경우 재편의 접촉면은 50 S 정도의 조면(거칠기)으로 하여야 한다.

(5) 볼트 접합면의 정밀도는 표 6-7-1-7에 따른다.

표 6-7-1-7 볼트 접합면의 정밀도

명칭	그 림	허 용 차	비고
구멍 간격 (d)		±2 mm	
구멍의 엇갈림 (M)		*마찰 접합 (1 mm) *지압 접합 (0.5 mm)	
접합부의 표면 틈새 (e)		1 mm	

3.7.3 볼트의 체결

(1) 볼트의 체결

① 볼트의 체결을 위한 기구의 교정(Calibration)은 작업개시 전에 행하며, 정밀도를 확인하여야 한다.

② 볼트는 계기를 부착한 렌치를 사용하여 너트를 돌리는 방법으로 조여야 하며, 렌치의 작업공간이 부족할 경우에는 감독원의 승인을 받아 너트를 돌리지 않고, 볼트를 돌려 조일 수 있다.

③ 용접과 고장력 볼트의 마찰이음을 병용할 때에는 용접완료 후에 고장력 볼트를 체결하여야 한다. 또한 고장력 볼트를 조인 후에 용접할 경우에는 구속에 의한 영향을 고려하여야 한다.

④ 충격식 렌치를 사용할 경우에는 매 볼트당 10초 내에 조임을 완료할 수 있는 강도의 능력을 갖는 것이어야 한다. 계기를 부착한 렌치는 최소볼트의 인장력보다 5~10 %의 인장력을 더 발휘할 수 있는 것이어야 한다.

⑤ 전자식 렌치(Nut runner)를 사용할 경우에는 매 볼트당 3초 내에 조임을 완료할 수 있는 능력을 갖는 것이어야 한다. 조임의 범위는 인장력 75 %이며 합격범위는 ±10 %로 한다. 이 범위를 벗어난 경우에는 감독원에 보고하고 지시에 따라 조치한다.

⑥ 볼트의 체결 순서는 볼트 군의 중앙에서 시작하여 양쪽으로 균형있게 진행하면서 순서대로 체결하여야 한다. 처음에는 요구되는 토오크의 60 %정도로 조이고 다음 (2차)에는 규정된 토오크로 체결하여야 한다(그림 6-7-1-7).

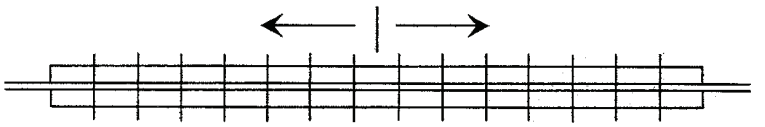


그림 6-7-1-7 볼트체결순서

⑦ 볼트의 체결을 토오크법에 따라 할 경우에는 표준볼트의 축력이 균일하게 도입되도록 체결 토오크를 조정하여야 하며, 또한 체결시 토오크계수치의 변화를 확인하여야 한다.

(2) 체결 볼트의 축력

① 마찰접합 및 지압접합에 의한 볼트의 체결은 표 6-7-1-8에 표시된 설계볼트의 축력을 얻을 수 있도록 조여야 한다.

② 체결볼트의 축력은 설계볼트의 축력을 10 % 증가시킨 값을 표준으로 한다.

표 6-7-1-8 설계 볼트의 축력

(단위 : kN)

등 급	볼트호칭	설계 볼트 축력	조임축력	5본 이상 볼트의 평균축력[1]	
				하한치	상한치
F8T B8T	M20	130	145	135	150
	M22	160	180	170	185
	M24	190	210	195	215
F10T B10T	M20	160	180	170	185
	M22	200	220	210	230
	M24	235	260	245	270

주) 시공 전 시험시공 검사값의 상하한치

(3) 검 사

① 계기를 부착한 렌치를 사용전 반드시 공인된 교정기관의 교정성적서를 확인한 후 검사를 실행한다.

② 체결시에 체결 완료된 볼트는 표시를 해 두어야 한다. 토오크법에 따를 경우에는 토오크렌치 등에 의한 검사를 하는 것으로 한다. 이때 체결 검사의 수는 각 볼트의 무리에 대하여 볼트 개수의 10 % 를 표준으로 하고 그 검사 시기는 볼트를 조인 후 즉시하여야 한다.

③ 볼트 반입시 제시한 토오크계수를 참조하여 현장에서 수시로 체크하며, 1차 조임 후 볼트, 너트, 와셔 표면에 마킹을 하고 2차 조임을 하여 너트의 회전 정도를 확인하여야 한다.

④ 검사용 렌치로 동력렌치를 사용할 경우에는 3개의 볼트를 규정된 최소 볼트의 인장력보다 5 %~10 % 더 큰 힘으로 조일 수 있도록 조정한 값을 검사용 힘으로 결정한다.

⑤ 구조물의 연결에 사용한 볼트 중 10 % 를 임의로 선택하여(최소 2회 이상)검사용 힘을 가하였을 때 돌아가는 것이 있으면 전 볼트를 다시 조이고 검사를 받아야 한다.

3.7.4 볼트의 품질 기준

(1) 볼트의 공경 및 구멍의 허용차는 표 6-7-1-9와 같다.

표 6-7-1-9 볼트의 공경 및 구멍의 허용차

(단위:mm)

볼트의 호칭	볼트공경		볼트구멍의 허용차	
	마찰접합	지압접합	마찰접합	지압접합
M20	22.5	21.5	+0.5	±0.3
M22	24.5	23.5	+0.5	±0.3
M24	26.5	25.5	+0.5	±0.3

주) 단, 마찰접합일 때에는 한 볼트군의 20 % 에 대하여 +1.0 mm 까지 인정할 수가 있음.

(2) 재편을 조립한 경우 구멍의 엇갈림은 표 6-7-1-10과 같다.

표 6-7-1-10 볼트 구멍 엇갈림 허용기준

종 류	기 준 (mm)
마 찰 접 합 시	1.0 이하
지 압 접 합 시	0.5 이하

(3) 볼트구멍의 관통율 및 정지율은 표 6-7-1-11과 같다.

표 6-7-1-11 볼트구멍의 관통율 및 정지율

	볼트의 호칭	관통게이지 (mm)	관 통 율 (%)	정지게이지 (mm)	정 지 율 (%)
마찰접합	M20	21.0	100	23.0	80 이상
	M22	23.0	100	25.0	80 이상
	M24	25.0	100	27.0	80 이상
지압접합	M20	20.7	100	21.8	100
	M22	22.7	100	23.8	100
	M24	24.7	100	25.8	100

3.8 용접

3.8.1 일반사항

(1) 용접은 필요한 이음성능을 만족하도록 아래 사항을 확인한 다음 신중하게 시공하여야 한다.

① 강재의 종류와 특성

② 용접방법, 홈형상 및 용접재료의 종류와 특성

③ 조립되는 재편의 가공, 조립정밀도, 용접부분의 청결도와 건조상태

④ 용접재료의 건조상태

⑤ 용접조건과 용접순서

(2) 공장용접은 공장내 또는 이와 동등한 조건에서 실시하여야 한다.

(3) 재료 및 구조물의 종류, 특징에 맞는 용접 시공요령을 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.8.2 용접종사자

(1) 용접종사자는 용접기술자와 용접공으로 분류하며, 자격 요건은 도로교 표준시방서 및 KS에서 정하는 자격을 가진 자이어야 한다. 계약상대자는 용접작업을 수행할 명단을 작성하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

(2) 용접공

① 용접공은 KS B 0885에 정해진 시험종류 중 그 작업에 해당하는 시험(용접자세, 사용 강재두께, 받침쇠 사용 유무를 확인한 시험)에 합격한 자로 하며, 최소한 중판 이상의 모재 용접에 합격한 자이어야 한다.
② 용접공은 필요한 자격증을 소유하고 용접시공 시험을 통과한 자로 한다.
③ 용접공에 대한 용접기술 결정기준은 다음과 같이 적용하여야 한다.
가. 수동용접(피복 아크 용접법 등) : KS B 0885 A-2F, A-2V, A-20
나. 자동용접(서브머지드 아크 용접법) : KS B 0885 A-2F
다. 반자동용접(플럭스 코어드 아크 용접법) : KS B 0885 SA-2F

3.8.3 용접시공시험

(1) 피복 아크 용접법을 제외한 모든 용접법에 대해서는 용접절차서(Welding procedure specification), 절차검정기록서(Procedure qualification record)를 작성하여야 하며, 아래사항에 해당할 경우에는 용접시공시험을 하여야 한다.
① 강판두께가 50 mm 를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강판두께가 40 mm 를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3259)의 경우
② SM 570, SMA 570에 있어서 한 패스의 입열량이 7,000 J/mm 을 초과할 경우
③ 피복 아크 용접법(수동용접의 경우만), 가스메탈 아크 용접법(CO2 가스 혹은 아크와 CO2의 혼합가스), 서브머지드 아크 용접법 이외의 용접을 사용할 경우
④ 과거의 사용실적이 없는 곳에서 재료 공급을 받을 경우

(2) 현장용접을 할 경우
현장에서 용접시공시험을 할 경우에는 공시강판의 선정, 용접조건의 선정 및 기타사항에 대하여는 아래에 따라야 한다.
① 공시강판에서는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하는 것이 좋다.
② 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고, 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.
③ 강도가 다른 강재의 홈용접시험은 실제의 시공과 동등한 조합의 강재로 실시하며, 용접재료는 낮은 강도의 강재 규격을 따른다. 동일한 강종으로 판두께가 다른 이음에 대하여는 얇은 쪽의 강재로 시험하여도 좋다.
④ 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

3.8.4 판이음 조립 및 정밀도

(1) 재편은 조립전에 충분히 치수, 정밀도 및 변형의 유무 등을 살핀 후 무리한 구속없이 조립이 되도록 수정을 하여야 한다.
(2) 조립에 있어서는 보조공구를 유효하게 이용하고 무리가 없는 자세로 가붙임 용접을 할 수 있도록 고려하여야 한다.
(3) 조립을 지지하기 위한 지재나 뒷댐(Strong back) 등의 이재(異材)를 모재에 임시로 붙이는 것은 될 수 있는대로 피하고, 특이한 형상의 부재로 불가피한 경우

에는 감독원의 승인을 받은 후 사용하여야 하며, 붙이기 및 떼기는 모재에 손상이 가지 않도록 하여야 한다. 또 한 부득이 흠이 난 경우에는 결함 보수기준에 따라 보수하고 보수기록을 감독원에게 제출하여야 하며 원본을 보관하여야 한다.

(4) 재편의 조립 정밀도는 완성시 "부재의 정밀도 기준"을 만족시키도록 하고 재편을 조립할 경우 개선부분의 정밀도는 표 6-7-1-24에 따라야 한다.

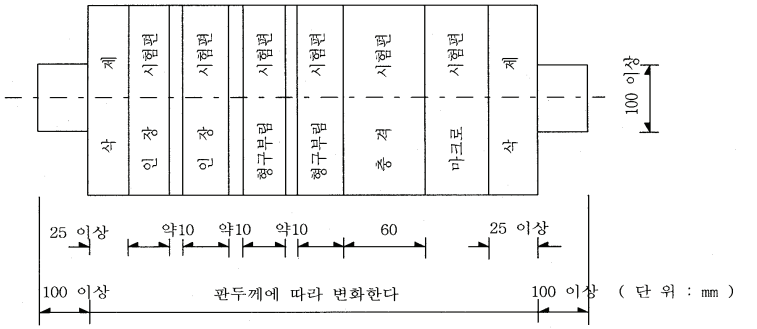
(5) 부재의 개선부분 간격이 허용기준 내에 들어오지 않는 경우에는 살붙이기 보수 또는 개선을 하여 용접한다. 이 경우 R.T나 U.T로 용접검사를 하여야 하며, 반드시 수정계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다. 일반적으로 살붙이기 보수의 허용범위는 설계 루트간격 +10 mm 이내로 제한한다.

(6) 판이음부에 휨이 생기지 않도록 역변형 등의 처리를 하여야 한다.

(7) 판이음의 조립정밀도는 표 6-7-1-12에 따른다.

표 6-7-1-12 용 접 시 공 시 험

시험의 종류	시험항목	용접 방법	시험편 형상	시험편 개수	시험방법	판정기준
홈용접 시 험	인장시험	그림 6-7-1-8	KS B 0801 1호	2	KS B 0833	인장강도가 모재의 규격 이상
	형틀굽힘시험 (19 mm 미만 뒤로 구부리기, 19 mm이상 옆 구부리기)		KS B 0803 3호	2	KS B 0832 3호	균열이 생겨서는 안된다
	충격시험		KS B 0809 4호(시험편 채취위치는 그림6-7-1-9에 따른다)	3	KS B 0810	용착 금속으로 모재의 규격치 이상(3개의 평균값)
	마크로 시험			1	KS D 0210	결함이 있어서는 안된다
	방사선 투과시험			시험편 이음 전장	KS B 0845	2급이상(인장측) 3급이상(압축측)
필렛용접 시 험	마크로 시험	그림 6-7-1-10		1	KS D 0210	결함이 있어서는 안된다
최고경도 시 험	최고경도 시험	그림 6-7-1-11		1	KS B 0811	$H_V \leq 370$
스 터 드 용접시험	스터드 구부림 시험	그림 6-7-1-12		10	KS B 0529	용접부에 균열이생겨서는 안된다
	인장시험			3	KS B 0802	용접부가 절단되어서는 안된다



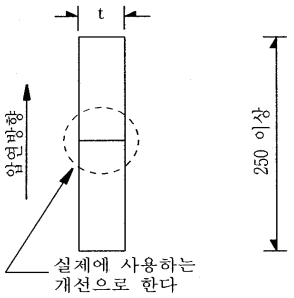


그림 6-7-1-8 홈용접시험 용접방법

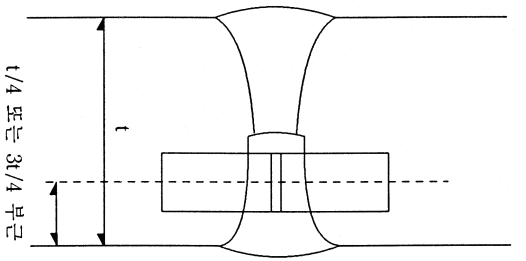


그림 6-7-1-9 충격시험(홈용접 시험편의 채취위치)

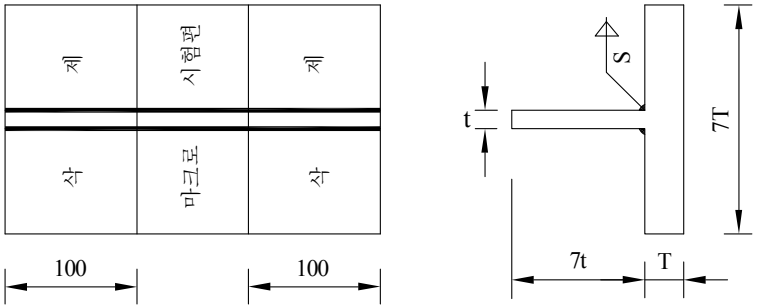


그림 6-7-1-10 필렛용접시험(마크로시험)용접방법 및 시험편의

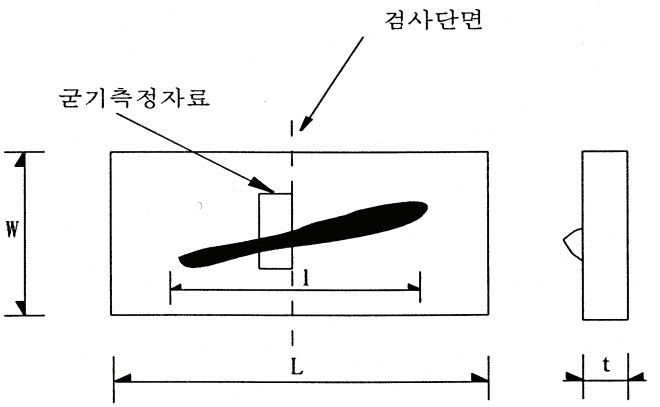
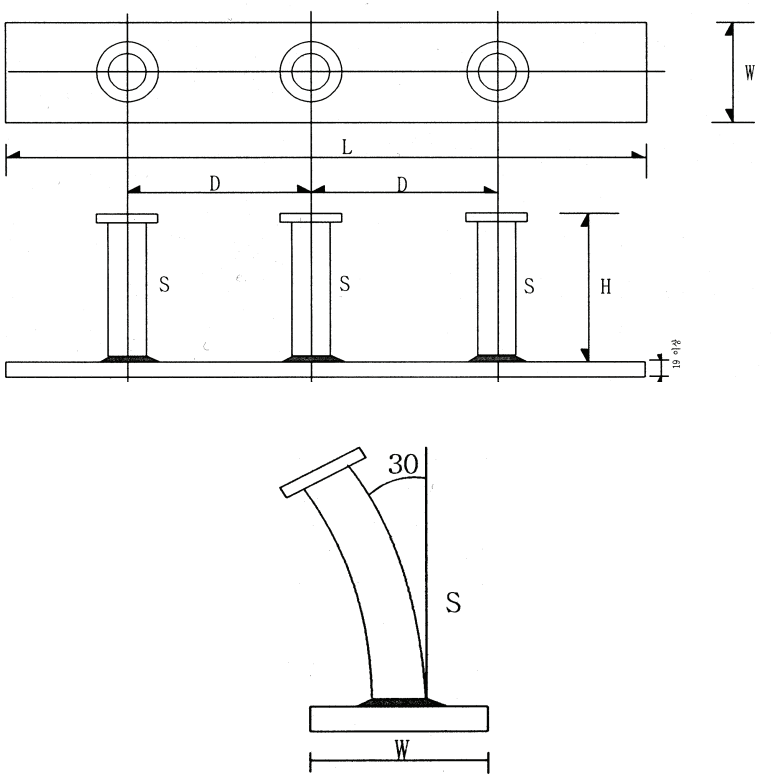


그림 6-7-1-11 최고경도시험 용접방법 및 시험편의 형상

표 6-7-1-13 용 접 단 위

(단위 : mm)

용접방법	L	W	L
수동용접	200	150	125
자동용접	250	190	150



주 : 1) L, W는 시험에 적합한 크기
2) S는 시공된 것과 같은 스터드
3) D는 H보다 크다.
4) 구부림은 해머충격에 따라 행한다.

그림 6-7-1-12 스터드 용접시험방법, 시험편의 형상 및 시험방법

3.8.5 가붙임 용접

(1) 본 용접의 일부가 되는 가붙임 용접에는 본 용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접하여야 한다.

(2) 사용 용접봉 및 용접 자세는 본 용접의 경우와 동일하게 관리하여야 한다.

(3) 가붙임 필렛용접의 길이는 길이방향으로 80 mm 이상, 변의 길이는 폭 방향으로 4 mm 이상으로 하고 간격은 400 mm 이하로 한다.

(4) 가붙임 용접은 조립 종료시까지 슬래그를 제거하고 적어도 용접부의 표면에

균열이 없는 것을 확인하여야 한다.

(5) 만약 균열이 발견될 때에는 그 원인을 규명하여 표 6-7-1-22에 따라 그 근방에 새로 임시 붙이기를 한 후 균열이 생긴 가붙임 용접을 제거하도록 한다.

(6) 가붙임 용접은 제작 완료시 남는 부재의 단부를 피하도록 한다. 부득이하여 용접을 하는 경우에는 부재 단부를 돌려서 용접하거나 또는 부재 단부로부터 30 mm 이상을 남기고 가붙임을 하도록 한다.

(7) 가붙임 용접의 경우 예열작업은 다음과 같이 하도록 한다.

① 최소 예열온도는 표 6-7-1-14를 표준으로 한다. 특별히 시험기록 등으로 균열방지가 확실히 보장되는 경우에는 감독원의 승인을 얻어 변경할 수 있다.

표 6-7-1-14 가붙임 용접의 최소 예열 온도 (단위 : ℃)

강 종	가붙임 용접방법	t 판 두 께 (mm)		
		t < 25	25≤t<38	38≤t<50
SS 400 SM 400	피복 아크 용접	–	50	50
	플럭스 코어드 아크 용접 가스메탈 아크 용접	–	–	50
SM 490 SM 490Y SMA 400	피복 아크 용접	–	50	100
	플럭스코어드 아크 용접 가스메탈 아크 용접	–	50	50
SM 520 SM 570 SMA 490 SMA 570	피복 아크 용접	50	100	100
	플럭스코어드 아크 용접 가스메탈 아크 용접	50	100	100

주) 철판 두께 50 mm 이상은 표 6-7-1-17 예열온도의 표준에 준한다.

② 예열완료시부터 아크 발생시까지 시간 경과에 대한 온도 저하를 고려하여 예열하여야 한다.

3.8.6 용접전 부재의 청소와 건조

(1) 용접을 하려는 부분에는 기공(Blow hole)이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피, 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안된다.

(2) 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안된다. 또한 조립후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때에는 용접선 부근을 충분히 건조시켜야 한다.

3.8.7 용접재료

(1) 용접재료는 소요 강도, 용접성을 고려하여 적절한 것을 선택하여야 한다.

(2) 부위별 용접재료의 구분을 명확히 하고 이에 따른 관리요령을 작성하여 관리하여야 한다.
(3) 피복이 벗겨지거나 습윤상태의 용접재료를 사용해서는 안된다.
(4) 용접재료는 사용에 앞서 반드시 건조로에 건조한 후 보관하여 사용하여야 하며, 피복 아크 용접봉 및 플럭스 등을 사용할 때에는 이동식 건조로에 보관하여 사용하여야 한다. (보온온도 120 ℃)
(5) 건조 및 보온은 용접재료에 따라 관리조건이 다르므로 각각 구분하여 표지판에 기입하여 현장관리를 하여야 한다.
(6) 내후성 강재를 용접하는 경우에는 내후성 강재의 용접재료를 사용하여야 한다.
(7) 피복 아크 용접 시공에서 다음의 항목에 해당하는 경우는 저수소계 용접봉을 사용하여야 한다.
① 내후성 강재를 용접하는 경우
② SM 490 강재 이상의 고장력 강재를 용접하는 경우
(8) 가스 용접이나 서브머지드 아크 용접에 사용하는 용접봉 및 플럭스는 용접절차 및 품질에 대하여 시험을 행한 후 감독원의 확인을 받아 사용하여야 한다.
(9) 용접재료의 건조
피복 아크 용접봉의 건조는 표 6-7-1-15에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다. 서브머지드 아크에 사용하는 플럭스의 건조는 표 6-7-1-16에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다.

표 6-7-1-15 용접봉 건조의 표준

용접봉의 종류	용접봉의 상태	건조온도	건조시간
연강용 피복 아크 용접봉	건조(개봉)후 12시간이상 경과할 때 또는 용접봉이 흡습 할 우려가 있을 때	100~150 ℃	1시간 이 상
저수소계 피복 아크 용접봉	건조(개봉)후 4시간 이상 경과할 때 또는 용접봉이 흡습 할 우려가 있을 때	300~400 ℃	1시간 이 상

표 6-7-1-16 플럭스의 건조표준

플럭스의 종류	건 조 온 도	건 조 시 간
용 융 플 럭 스	150~200 ℃	1 시간 이상
소 성 플 럭 스	200~250 ℃	1 시간 이상

3.8.8 예 열

(1) 일반사항

① 모재의 최소 예열과 용접층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접구속 조건을 기초로 하여 설정하여야 한다.
최소 예열 및 층간온도는 용접절차서에 규정되도록 하여야 하며 최대 예열온도는 230 ℃ 이하로 하여야 한다.

② 이종 금속간에 용접을 할 경우는 예열과 층간온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시하여야 한다.

③ 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상균열을 최소화하기 위해 규정된 최소온도 이상으로 예열하여야 한다.

④ 용접부 부근의 대기온도가 -20 ℃보다 낮은 경우는 용접을 금지하는 것으로 한다. 그러나 적당한 방법으로 주위온도를 상승시킨 경우, -20℃ 또는 그 이상의 온도에서도 용접부 부근의 온도를 충분히 유지할 수 있으면 대기온도가 -20℃보다 낮아도 된다.

⑤ 모재의 표면온도가 0℃ 미만인 경우는 적어도 20 ℃ 이상 예열하도록 한다.

⑥ 2전극과 다전극 서브머지드 아크 용접의 최소 예열과 층간온도는 감독원의 승인을 받아 조정할 수 있다.

(2) 예열온도

① 용접선의 양측 100 mm 및 아크 전방 100 mm 의 범위내의 모재를 표 6-7-1-17에 표시한 표준에 따라 예열하여야 한다.
다만, 특별한 실험자료에 따른 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 Pcm이 표 6-7-1-18을 만족할 경우는 강종, 강판두께 및 용접방법에 따라 표 6-7-1-17 값을 조정할 수 있다.

② 강재의 밀쉬트(Mill sheet)에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소당량(當量)이 0.44%를 초과할 때

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \left(\frac{Cu}{13}\right)\ (\%)$$

단, ( )항은 Cu≥0.5일 때에 더하는 것으로 한다.

③ 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고 경도(Hv)가 370을 초과할 때

④ 모재의 표면온도가 0 ℃ 이하일 때

표 6-7-1-17 예열온도의 표준(℃)

강종	용접방법	예열온도 (℃)			
		판두께 구분 (mm)			
		25이하	25~40	40~50	50~10
SM 400	저수소계 이외의 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	50	-	-
	저수소계 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	예열없음	50	50
	SWA, 가스실드 아크 용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SMA 400W	저수소계 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	예열없음	50	50
	SWA, 가스실드 아크 용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SM 490 SM 490Y	저수소계 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	50	80	80
	SWA, 가스실드 아크 용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	50	50
SM 520 SM 570	저수소계 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	80	80	100
	SWA, 가스실드 아크 용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
SMA 490W SMA 570W	저수소계 용접봉에 의한 피복 아크 용접	예열없음	80	80	100
	SWA, 가스실드 아크 용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80

표 6-7-1-18 예열온도를 조정할 경우의 Pcm 조건

강재두께	SM 400	SMA 400	SM 490 SM 490Y	SM520 SM570	SMA 490 SMA 570
t≤25	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.26이하	0.26이하
25<t≤50	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.27이하	0.27이하
50<t≤100	0.24이하	0.24이하	0.27이하	0.29이하	0.29이하

주 : 1) Pcm 산정식

$$Pcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B(\%)$$

2) 예열온도 산정식

Tp(℃) = 1,440 Pw-392

$$Pw = Pcm + \frac{H_{GL}}{60} + \frac{K}{40,000}$$

식중에서 HGL:용접금속의 확산성수소량, K:용접계수의 구속도

3.8.9 엔드탭

(1) 주부재의 홈용접과 필렛용접의 양단에 부재와 동등한 홈을 가진 엔드탭을 부착하여야 한다.

(2) 모든 강구조물의 강재 용접시 적용하며, 홈의 각 및 간격은 본용접과 같아야 한다.

(3) 모재와 엔드탭의 간격은 1 mm 이내이며, 엔드탭 길이는 50 mm 이상, 두께는 모재와 동일하게 처리하여 크레이트가 본체에 들어가지 않도록 하여야 한다.

(4) 용접 종료후 가스절단법으로 제거하고 단부 마무리는 그라인더로 다듬질을 하며 어떤 경우도 해머로 엔드탭을 제거해서는 안된다.

(5) 용접 후 양단 절단시에는 엔드탭의 생략이 가능하다.

3.8.10 용접 시공상의 주의

(1) 사전에 적정 용접조건(용접의 종류, 전압, 전류, 순서 및 방향)을 정하고 이후 이것을 철저히 준수하도록 작업을 진행하여야 한다. 용접의 취약 부분인 용접 비드의 시·종단 및 비드 이음에 결함이 발생하지 않도록 특히 유의하여 시공하여야 한다.

(2) 서브머지드 아크 용접에 의해 필렛용접 및 맞댐용접을 시행하는 경우에는 이음의 형상에 맞는 층수를 선택하여 외관, 변형 등에 관하여 어색한 곳이 생기지 않도록 하여야 한다.

(3) 용접순서, 방향의 선택은 가능한 변형이 생기지 않고 잔류응력을 적게 하는 방법으로 하여야 하며, 용접자세는 회전지그를 이용하는 하향 또는 수평으로 하여야 한다.

(4) 부분용입 홈용접의 시공

부분용입 홈용접의 시공에서 연속된 용접선을 2종의 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비드의 단부를 깎아내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 한다. 다만, 완전한 수동용접비드가 선행될 때는 이를 적용하지 않는다.

(5) 필렛용접의 형상과 마무리

스캘럽(Scallop)이나 각종 브래킷 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필렛용접은 모서리부를 감아 돌아서 연속으로 시공하여야 한다. 돌림용접의 길이는 기본으로 필렛용접 치수의 2배 이상이어야 한다. 비드 형상이 불량한 경우에는 결함보수방법에 따라 살돋우기 보수를 하여야 한다.

(6) 서브머지드 아크 용접법 또는 기타의 자동, 반자동 용접법을 사용할 때에는 이음도중에서 아크를 끊지 않는 것이 좋다. 부득이 아크를 끊는 경우에는 비드 단부를 50 mm 이상은 깎아내고 용접을 계속하도록 한다.

(7) 서브머지드 아크 용접은 가붙임 용접후 특히 습기를 피하고 24시간 이내에 하여야 한다. 수평용접을 하는 경우 1층 두께의 최대값은 8 mm 로 한다.

(8) 판두께가 두터운 맞대기 이음을 서브머지드 아크 용접법으로 다층 돋움 용접하는 경우에는 재편의 앞뒤를 번갈아가며 용접하는 것이 바람직하다. 이 경우 한쪽의 용접은 적어도 3층 이상을 돋운 후 반대측의 용접을 하는 것이 좋다.

(9) 홈용접(Groove weld)의 덧붙임과 마무리
설계에서 마무리를 지정하지 않는 홈용접에 있어서는 표 6-7-1-19에 표시한 범위내의 덧붙임인 경우 용접한 대로 두어도 좋다. 다만, 덧붙임이 표 6-7-1-19의 값을 초과할 때에는 비드 형상, 특히 끝단부를 그라인더로 매끄럽게 마무리 하여야 한다. 마무리 작업시 모재의 판두께를 0.5 mm 이상 얇게 하는 작업을 해서는 안된다.

표 6-7-1-19 홈용접의 덧붙임 (mm)

비 드 폭 (B)	덧 붙 임 높 이 (h)
$B < 15$	$h \leq 3$
$15 \leq B < 25$	$h \leq 4$
$B \geq 25$	$h \leq \frac{4}{25} \cdot B$

(10) 홈용접을 수동용접으로 실시할 경우, 반대편에 가우징(Gouging)을 하고 용접을 실시하여 건전한 용접부가 되도록 한다. 가우징 후에는 그라인더, 와이어 포일 등으로 전극 카본이나 가우징 찌꺼기를 제거하도록 한다.

3.8.11 용접부 검사

용접부의 검사는 비파괴 검사를 적용하여야 하며 KS기준에 맞아야 한다. 비파괴 검사의 종류는 다음과 같다.

① 방사선 투과검사 (R.T: KS B 0845) : 홈용접부
② 초음파 탐상검사 (U.T: KS B 0896) : 홈용접부
③ 자분 탐상검사 (M.T: KS D 0213) : 홈 또는 필렛용접부
④ 침투액 탐상검사 (P.T: KS B 0816) : 필렛용접부
⑤ 육안 검사 : 용접부 외관조사

비파괴 검사의 시기는 일반강은 용접 완료후 24시간 경과, 고장력강은 48시간 경과 후로 한다.

(1) 일반사항

① 계약상대자는 비파괴검사 전문회사에 검사를 의뢰하며, 검사회사의 장비, 능력 및 검사자의 자격 등에 대하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
② 계약상대자는 검사자로 하여금 이 시방기준을 적용토록 주지시켜야 하며, 검사의 과정 및 판정 등에 대해서는 검사자 고유의 권한으로 침해할 수 없다.
③ 검사자는 검사기록, 검사결과 등 검사관련자료 일체(육안 검사포함)를 서명

날인하여 원본을 감독원에게 제출하여야 한다.

④ 모든 검사는 취약부위 및 육안검사 의심부위를 우선적으로 실시하여야 하며 검사부위 지정에 대한 권한은 감독원에게 있다.

⑤ 계약상대자는 모든 부재에 대하여 육안검사를 시행하며 주요부재에 대해서는 검사기록을 유지하고 의심부위는 자체적으로 비파괴검사로 확인할 의무가 있다.

⑥ 계약상대자는 관련분야에 5년 이상 종사한 자를 육안검사자로 지정하여 현장에 상주 배치하여야 하며 검사결과를 감독원에게 수시로 보고할 수 있도록 조치하여야 한다.

⑦ 감독원은 검사자가 검사업무를 성실히 이행치 않는다고 판단될 경우 검사자의 변경을 계약상대자에게 요구할 수 있으며 이 경우 계약상대자는 즉시 감독원의 요구를 수용하여야 한다.

⑧ 검사결과에 대한 신뢰성에 문제가 있다고 판단될 경우 감독원은 검사결과중 일부에 대해 재검사를 요구할 수 있으며 계약상대자는 이를 수용하여야 한다.

(2) 공장용접부 검사 방법 및 기준

① 완전용입 홈용접부에 대해서는 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상검사를 다음과 같이 실시한다.

가. 플랜지의 인장 또는 교번하중을 받는 용접부의 검사는 시,종점부에는 방사선투과 검사(2매)로 하고, 나머지 길이는 초음파탐상으로 전수 검사를 실시하여야 한다.

나. 복부판의 수직맞대기 이음의 경우는 부분검사로 최대 인장점으로부터 복부판 높이의 1/2범위까지 초음파탐상 검사를 실시하여야 한다. 다만, 교번부에 위치하는 이음부는 100 % 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 복부판의 수평맞대기 이음의 경우는 부분검사로 용접부의 1/4길이를 초음파탐상 검사로 실시한다.

다. 압축응력이나 전단응력을 받는 맞대기 이음부는 50 % 의 초음파탐상 검사를 실시하여야 한다. 크로스빔의 상부플랜지와 주 거더의 상부플랜지 또는 스트링거의 상부플랜지와의 맞대기 이음부는 100 % 의 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 방사선투과검사나 초음파탐상검사의 부분검사는 이음부 전체에 균등하게 분포하여야 하며, 이때 결함이 발견될 경우에는 1로트의 나머지 용접부 전 길이에 대해 검사를 실시하여야 한다.

라. T이음부나 모서리 이음의 완전용입부는 초음파 탐상검사를 실시한다.

마. 초음파탐상 검사에서 결함이 발견된 경우에는 보수부와 보수부 양쪽으로 각 50 mm씩 추가검사를 실시하여야 한다.

② 필렛용접부에 대해서는 다음과 같이 자분탐상검사를 실시하는 것을 기본으로 한다.

가. SM-520 이하인 주거더의 복부판과 플랜지간의 필렛용접부는 자분탐상검사를 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m 당 300 mm 의 길이에 대해 실시하여야 하며 용접길이가 3 m 가 되지 않는 경우 또는 용접이음 형태가 바뀐 곳에서도 300 mm 의 자분탐상검사를 실시하여야 한다. 이때, 용접결함이 발견될 경우에는 용접의 전체길이 또는 용접결함이 발견된 위치로 부터 양쪽으로 각 1.5 m 중 짧은 쪽을 선택하여 자분탐상검사를 다시 실시하여야 한다. 기타 다른 주요부재의 필렛용접은 육안검사를 실시하는 것을 기본으로 하고 균열의 의심이 있는 경우에만 위의 기준에 준하여 실시한다.

나. SM 570 이상인 주 거더의 복부판과 플랜지 또는 플랜지와 종 리브간의 필렛용접부는 자분탐상검사를 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m 당 300 mm 의 길이에 대해 실시하여야 한다. 자분탐상검사에서 중대한 결함이 발견 또는 예상될 경우에는 감독원은 검사량을 증가 시킬수 있다.

③ 부분용입 홈용접부에 대해서는 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m당 300 mm 의 길이에 대해 초음파탐상검사를 실시하며 용접길이가 3 m 가 되지 않는 경우, 또는 용접이음 형태가 바뀐 곳에서도 300 mm 의 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 이때, 용접결함이 발견될 경우에는 용접의 전체길이 또는 용접결함이 발견된 위치로 부터 양쪽으로 각 1.5 m(3.0 m)에 대하여 초음파탐상검사를 다시 실시하여야 한다.

단, 판정기준은 용입깊이 및 용입깊이내의 중요 결함을 확인하는 것으로 하여야 한다.

④ 일랙트로 슬래그 용접(ESW) 또는 일랙트로 가스 용접(EGW)에 의해 용접된 용접부에 대해서는 방사선 투과검사를 기본으로 한다. 만약, 초음파 탐상검사를 실시한 경우에는 보완적으로 방사선 투과검사를 실시하여야 한다.

(3) 현장 용접부 검사 방법 및 기준

① 강바닥판을 제외한 주거더의 플랜지, 복부판, 종리브 그리고 강재교각의 보와 기둥의 용접부는 방사선투과 또는 초음파탐상검사로 전수검사를 하여야 한다.

② 강바닥판의 데크프레이트간 용접부는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 실시하여야 한다. 방사선투과검사를 할 경우에는 시·종단에 연속해서 2매 중간부에서는 1 m 당 1매 또는 용접와이어의 시·종점부에서 1매를 검사하여야 한다. 또한 십자 교차점에서는 사방으로 각 2매씩 검사하여야 한다. 방사선투과검사에 의한 샘플링 검사를 실시한 경우에는 결함부의 양측 각 1 m 의 범위에 대해서는 추가검사를 실시하고, 이들 개소에서도 결함이 발생된 경우에는 그 이음부 전체를 검사하여야 한다. 방사선투과검사 대신 초음파탐상검사로 할 경우에는 용접이음부 전 길이를 실시하는 것으로 하여야 한다.

③ 현장용접에 필렛용접부 및 부분용입 홈용접부가 있는 경우에는 공장용접부 검사 기준에 준한다.

(4) 판정기준(내부결함 및 균열 검사)

용접부 검사 판정기준은 표 6-7-1-20에 따른다.

표 6-7-1-20 용접검사 판정기준

검 사 방 법	부 위	판정기준	비 고
방사선검사 (R.T)	인장 및 교번응력이 작용하는 부재의 용접부	2급 이상	KS B 0845
	압축 및 전단응력이 작용하는 부재의 용접부	3급 이상	
초음파탐상검사 (U.T)	인장 및 교번응력이 작용하는 부재의 용접부	2급 이상	KS B 0896
	압축 및 전단응력이 작용하는 부재의 용접부	3급 이상	
자분탐상검사 (M.T) 침투탐상검사 (P.T)	모 든 부 재	2급 이상	KS D 0213 KS B 0816

주) 단, U.T의 검출 Level은 L Level

(5) 용접비드의 외관 형상의 검사

용접비드의 외관형상에 대한 검사는 다음 표 6-7-1-21에 따른다.

표 6-7-1-21 용접비드의 외관 형상검사

구분	부 위	판 정 기 준	비 고
용접비드표면의 피트	맞대기이음, T이음, 모서리이음	없을것	
	필렛용접, 부분용입 홈용접	한 이음에 대해 3개 또는 1 m 에 대해 3개 허용	단, 1 mm 이하의 피트는 3개를 1개로 간주
용접비드의 표면요철	-	비드 길이 25 mm 당 요철 3 mm 이하	
용접덧살	-	용접덧살의 높이가 3 mm 이하	
용접비드 폭의 불균일	-	비드 길이 150 mm의 범위 내에서 5mm 이하	
언더컷	1차응력에 직교하는 비드 종단부	0.3 mm 이하	주요부재
	1차응력에 평행하는 비드 종단부	0.5 mm 이하	
	2차 부재 비드 종단부	0.8 mm 이하	
오버랩	-	없을것	
필렛용접 크기	-	- 양단 50 mm 제외부분 : 용접길이 10 % 범위에서 -1.0 mm 까지 허용 - 나머지 부분 : 목두께, 변길이, 필렛치수 등은 설계치 보다 작아서는 안됨.	
가스 절단면	주요부재	- 표면거칠기 : 50 S 이하 - 노 치 : 없어야 함 - 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 - 상연상태 : 매끄러운 상태	절삭면 표면거칠기 50S 이하
	2차 부재	- 노면거칠기 : 100 S 이하 - 노치깊이 : 1 mm 이하 - 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 - 상연상태 : 매끄러운 상태	
균 열	-	있어서는 안됨	
스파타	-	있어서는 안됨	
적 층	주요부재의 홈용접부	있어서는 안됨	육안검사, 의심부위는 U.T로 검사
루트면 오목한 굴곡	주요부재의 용접 개선부	- 용접목살의 두께는 얇은쪽 부재 보다 5 % 또는 1 mm이상 작아서는 안됨	
스터드용접	-	- 표면의 플럭스 및 슬래그 혼입 : 있어서는 안됨 - 언더컷 : 뾰족한 노치형상 및 깊이 0.5 mm 이상인 언더컷은 있어서는 안됨 - 스터드 레벨의 마감높이 : 설계치 ±2 mm를 초과해서는 안됨	덧붙임은 전체에 대해 실시 (덧붙임이란 높이 1 mm 이상, 폭 0.5 mm 이상을 말함)

3.8.12 결함부의 보수

(1) 일반사항

① 결함을 용접으로 보수하는 경우에는 모두 용접관리대장에 기록하여야 한다.

② 결함부의 처리요령을 구체적으로 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

③ 보수 용접기준

가. 비드크기 및 예열은 가붙임 용접기준을 적용하고 길이는 40 mm 이상으로 한다.

나. 균열 및 용접결함이 있는 경우에는 즉시 비파괴 검사를 실시하여 균열의 정도와 범위 및 보수방법 등에 대하여 승인을 받은 후 보수하여야 한다.

(2) 결함부의 보수는 표 6-7-1-22에 표시한 요령으로 한다.

표 6-7-1-22 결함부의 보수방법

구분	결함의 종류	보 수 방 법
1	긁힌 자국 등의 강재의 표면결함	◦ 깊이 1 mm 이하는 그라인더로 마무리 ◦ 깊이 1 mm 이상은 덧살 용접하여 그라인더로 마무리 용접비드는 길이 40 mm 이상으로 한다. ◦ 그라인더의 마무리 면의 조도 50 S 이하임
2	강판단면의 층상갈라짐	◦ 동일원판에서 절단된 모든 부재를 추적하여 U.T 등에 의한 결함 유무를 확인하고 수정방안을 작성한 후 제출하고 감독원 승인을 받아야 함
3	강재끝면의 층상균열	◦ 판 두께의 1/4정도의 깊이에 가우징을 하고 덧살 용접을 한 후 그라인더 마무리
4	가스 절단면의 노치(Notch)	◦ 2 mm 미만은 그라인더로 끝마무리 ◦ 2 mm 이상은 노치부분을 축방향으로 10 mm 이상의 범위에 걸쳐서 깎아내고 보수용접 후 그라인더로 끝마무리
5	언 더 컷 (Under cut)	◦ 깊이 Ø ≤ 0.8 mm : 덧살 용접한 후 그라인더로 마무리 ◦ 깊이 Ø > 0.8 mm : 덧살 용접한 후 그라인더로 마무리 ◦ 홈비드의 길이는 40 mm 이상으로 함
6	아크 스트라이크 (Arc Strike)	◦ 깊이 Ø ≤ 4 mm : 그라인더 끝마무리 ◦ 깊이 Ø > 4 mm : 덧살 용접한 후 그라인더로 마무리 ◦ 용접비드의 길이는 40 mm 이상으로 함
7	용접부균열, 용접비드의 피트(Pit), 오우버랩(Overlap)	◦ 발생원인을 규명하고, 아크에어가우징(Arc air gouging)으로 결함부분을 완전히 제거하고 재용접한 다음 그라인더로 마무리함. 용접 비드의 최소길이는 40 mm 이다.
8	용접비드의 요철	◦ 심한 것은 그라인더로 부분을 깎아서 고르게 함
9	용접부의 내부균열	◦ 중대 결함으로서 갈라진 부분을 완전히 제거하고 발생원인을 규명하여 거기에 따른 보수용접 및 그라인더 끝 마무리
10	스 패 터(Spatter)	◦ 치핑해머 또는 그라인더로 끝마무리
11	용접부의 블로우 홀 슬래그 용입 및 용입 부족	◦ 아크에어 가우징으로 결함부분을 제거하고 재용접
12	스터드 용접부의 결함	◦ 해머타격검사로 파손된 용접부는 완전히 제거하고 모재면을 정리한 다음 재용접한다. 언더컷 덧붙임 부족에 대한 피복봉에 의한 용접은 피하는 것이 좋다.

3.8.13 기타

(1) 용접에 의한 변형의 제거

용접으로 생긴 변형은 기계적방법이나 가열방법으로 교정하여야 한다. 가열방법을 이용한 교정시 다음 표 6-7-1-23에 따른다.

표 6-7-1-23 가열 방법을 이용한 교정

강재		강재 표면온도	냉각법
조질강(Q)		750 ℃ 이하	공냉 또는 공냉 후 600 ℃ 이하에서 수냉
열가공제어강 (TMC)	Ceq 〉 0.38	900 ℃ 이하	공냉 또는 공냉 후 500 ℃ 이하에서 수냉
	Ceq ≤ 0.38	900 ℃ 이하	가열직후 수냉 또는 공냉
기타강재		900 ℃ 이하	적열상태에서의 수냉은 피한다.

(2) 고리, 가설용 공구의 붙이기

① 공장내 운반, 가설 등의 사용에 쓰이는 고리, 공구 등을 붙일 때의 용접은 공장내에서 하고, 조건은 공장용접과 동등 이상이어야 한다.

② 고리, 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함을 남기지 않도록 주의하여야 한다.

3.8.14 용접의 품질관리

(1) 용접 정밀도 기준은 표 6-7-1-24와 같다.

표 6-7-1-24 용접 정밀도 기준

종 류		기 준
홈 용 접	루우트 간격의 오차	규정치±1.0 mm 이하
	판두께 방향의 재편의 편심	얇은쪽 판두께의 1/10 이하
	뒷받침판을 사용할때의 밀착도	0.5 mm 이하
	홈경사 각도	규정치 −5 °, +10 °
필렛용접	재편의 밀착도	1.0 mm 이하

(2) 가붙임 용접시 허용기준은 표 6-7-1-25와 같다.

표 6-7-1-25 가붙임 용접 허용 기준

종 류	기 준
가붙임 필렛용접의 길이	80 mm 이상
총 두께	4 mm 이상

(3) 용접기준은 표 6-7-1-26과 같다.

표 6-7-1-26 용 접 기 준

종 류	기 준
용접의 시단 및 종단	엔드탭상 50 mm 이상의 크레이터가 들어가지 않는 범위
서브머지드 아크 용접법에서 수평 필렛용접을 할 때 1층 치수	8 mm 이하

(4) 용접시 비드 표면의 요철(비드 길이 25 mm 범위에서의 고저차)는 3 mm이하로 한다.

(5) 언더컷 (Under cut) 깊이의 허용오차는 표 6-7-1-27과 같다.

표 6-7-1-27 언더컷 깊이 허용오차

언 더 컷 의 위 치	허용오차 (mm)
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 직교하는 비드의 종단부	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 평행하는 비드의 종단부	0.5
2차 부재의 비드 종단부	0.8

(6) 필렛용접은 변의 길이 및 두께에 대하여 지정 필렛치수 및 그것에 상당하는 목두께 이상 (단, 한 용접선 양단의 각각 50 mm 를 제외한 부분에서는 용접길이의 10 % 까지의 범위에서 −1.0 mm 의 오차를 인정함.)으로 한다.

3.9 스터드 용접

3.9.1 스터드 용접의 시공은 스터드 용접부에 용입불량부분이 없어야 한다.

3.9.2 용접보조재는 동일 공사중에 사양을 변경해서는 안된다. 부득이하여 변경하는 경우에는 아크 스터드 용접시험을 하여야 하며, 시험결과는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.9.3 스터드 용접, 전류, 전압, 아크타임, 예열 등의 용접조건 및 보조재 등은 용접시공시험의 결과를 바탕으로 결정하여야 한다.

3.9.4 스터드 용접은 하향자세로 하여야 한다.

3.9.5 스터드 용접에서 아크타임의 허용차는 목표값에 대해 ±5 % 이내로 한다.

3.9.6 용접부가 파손된 경우, 스터드는 플랜지면에서 5 mm 이상 떨어져 가스절단을 하여야 하고 그라인더로 모재면까지 마무리하고 동일 개소에 재용접하여야 한다.

3.10 공장 조립

3.10.1 강구조물은 제작 후 공장에서 가조립을 실시하여야 하며, 이때 솟음량, 선형, 규격, 현장 이음부의 간격 및 볼트구멍의 정확도에 대하여는 조립정밀도의 기준에 따라 감독원의 확인을 받아야 하고, 공장의 가조립은 전체 구조물을 일시에 조립하도록 진행하여야 한다.

3.10.2 지면에서 약 700 mm 높이에 견고한 기초로 받침 지지대를 세우고, 지지대 위에서 똑바로 세워 조립하여야 한다.

3.10.3 구조물을 부분적으로 조립하여야 하는 경우에는 조립 부분의 명세와 조립 방법을 사전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.10.4 공장 가조립의 순서는 설치되는 장소에 따라 현장조건을 감안하여 결정하여야 한다.

3.10.5 공장 가조립에서 주부재의 접합에는 드리프트 핀이나 가조임 볼트를 사용하여야 한다. 이때 사용하는 드리프트 핀이나 볼트의 최소수량은 볼트구멍 개수의 25 % 이상, 복부판의 경우에는 15 % 이상이어야 한다.

3.10.6 현장에서 조립하는 구조물의 부재는 잘 보이는 장소에 조립기호를 적정한 방법으로 표시하여야 한다.

3.10.7 조립시뮬레이션

부재를 정밀가공하고 요구되는 측정정밀도와 조립정밀도를 얻을 수 있음이 감독원의 입회하에 확인된 경우, 디지털측정장비를 이용해 구축한 3차원 모델 전 부재의 컴퓨터 조립시뮬레이션으로 공장가조립을 대체할 수 있다. 다만, 다음의 경우는 필히 공장가조립을 시행하여야 한다.

(1) 시공경험이 부족한 새로운 형식의 교량

(2) 감독원이 공장가조립이 필요하다고 요구하는 경우

3.11 운 송

3.11.1 부재의 운송계획서는 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.11.2 운송전 부재 순서별로 조립기호를 기입하고 스플라이스 플레이트도 부재에 맞게 운송한다.

3.11.3 운송중 손상의 우려가 있는 것은 목재 또는 앵글 등으로 견고하게 포장을 하여 부재가 파손이 되지 않도록 유의하여야 한다.

3.11.4 운송된 부재에 결함이 있을 경우에는 결함부위를 수정하여야 하며, 수정작업시 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고 가열시 600 ℃ 를 초과해서는 안된다. 이는 도막 벗겨짐이나 강재의 찌그러짐 등을 유발할 수 있기 때문이다.

3.11.5 철도와 도로를 이용하여 구조물을 운반하는 경우에는 운반대차의 구조 및 싣는 방법에 유의하고, 운반도중 손상이 가지 않도록 하여야 한다.

3.11.6 부재는 현장에서 조립하는 순서를 고려하여 현장에 적치하여야 한다.

3.11.7 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고 받침대와 부재 접촉면 사이에 고무판 등을 설치하여 부재 도장부위가 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.12 현장조립

3.12.1 부재의 접촉면은 조립하기 전에 청소하여야 한다.

3.12.2 조립기호와 조립순서에 따라 정확하게 조립하고 부재는 신중하게 취급하여 손상이 없도록 주의하여야 한다.

3.12.3 강교의 조립을 위한 받침대 및 비계는 비틀림, 경사, 전도 등의 우려가 없는 좋은 지반에 소정의 솟음을 고려하여 견고하고 수평하게 설치하여야 한다.

3.12.4 임시 버팀대에 의하여 부재를 설치할 때에는 가설이 완료될 때까지 버팀대를 유지시켜 구조물의 솟음이나 비틀림 등에 의해 손상이 발생하지 않도록 견고하게 시공하여야 한다.

3.12.5 임시조임용 볼트 및 드리프트핀의 합계는 볼트수의 1/2을 표준으로 하고 드리프트핀의 수는 구멍을 맞추기에 필요한 정도로 하고 볼트의 수를 될 수 있는 한 증대시켜야 한다.

3.12.6 강교 조립에는 소요 고장력 볼트수의 1/2 이상의 가체결 볼트 및 드리프트핀을 사용하고, 볼트구멍을 잘 맞추어 볼트조임을 하여야 한다. 이 때 드리프트핀에 의하여 구멍이 확대되거나 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.12.7 강구조물에 부득이 구멍을 뚫어야 할 때는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.12.8 현장 조립품을 일체로 운반하여 설치할 경우에는 조립부재의 길이, 중량 및 형상을 고려하여 충분한 용량의 장비와 소요대수를 산출하여야 하며 부재의 변형이 발생하지 않도록 안전하게 설치하여야 한다.

3.12.9 조립완료 검사

조립완료 검사는 다음 각 호의 사항에 유의하여 행하여야 한다.

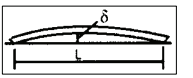
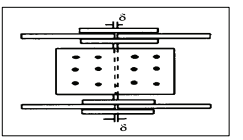
① 캠버량 검측

② 이음부 볼트구멍의 정밀도

③ 이음부에서의 부재사이의 간격

3.12.10 조립의 정밀도는 표 6-7-1-28을 따른다.

표 6-7-1-28 조 립 정 밀 도

<table>
<tr><th rowspan="2">번호</th><th rowspan="2">대 상</th><th rowspan="2">항 목</th><th colspan="4">규 격</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th colspan="2">플레이트거더, 박스거더, 강상판</th><th colspan="2">트러스, 아치, 라멘</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">부재의 정밀도</td><td>부재높이 (H)</td><td>H≤2 m
2<H≤3 m
3<H≤4 m
4<H≤5 m</td><td>±4 mm
±5 mm
±6 mm
±7 mm</td><td>H≤1 m
H>1 m</td><td>±2 mm
±3 mm</td><td rowspan="3">현장이음부의 상대오차를 왼쪽값의 1/2로 함</td></tr>
<tr><td>2</td><td>플랜지폭 (W)</td><td>W≤1 m
W>1 m</td><td>±2 mm
±4 mm</td><td>W≤1 m
W>1 m</td><td>±2 mm
±4 mm</td></tr>
<tr><td>3</td><td>부재길이 (L)</td><td>L≤10 m
L>10 m</td><td>±3 mm
±4 mm</td><td>L≤10 m
L>10 m</td><td>±3 mm
±4 mm</td></tr>
<tr><td>4</td><td></td><td>압축부재의 구부러짐</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">$\delta = \frac{L}{1000}$  </td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td rowspan="9">조립의 정밀도</td><td rowspan="3">강판의 평탄도</td><td>판형의 복부판
* H : 복부판 높이(mm)</td><td>$\frac{H}{250}$ mm</td><td rowspan="2">플랜지 및 복부판</td><td rowspan="2">$\frac{W}{150}$ mm
* W :용접선 간격</td><td rowspan="3">현장이음부의 상대오차를 왼쪽값의 1/2로 함</td></tr>
<tr><td>상자형들보, 플랜지 및 강상판</td><td>$\frac{H}{150}$ mm
W:리브 간격 또는 복부판 간격</td></tr>
<tr><td colspan="2">플랜지의 직각도 b/200
(b:플랜지폭, mm)</td><td colspan="2">플랜지 및 복부판</td></tr>
<tr><td>6</td><td>전장, 지간</td><td colspan="5">$\pm\left(10+\frac{L}{10}\right)$mm, * L : 전장 또는 지간 (m)</td></tr>
<tr><td>7</td><td>보, 트러스의 중심간거리</td><td colspan="5">B ≤ 2 : ±4 mm
B 〉 2 : ±(3+B/2) mm
* B : 설계중심간 거리 m</td></tr>
<tr><td>8</td><td>현장이음부의 간격</td><td colspan="2">$\delta \leq 5$ (mm)</td><td colspan="3"> 
δ : 가조립 간격으로 부터의 조립오차</td></tr>
<tr><td>9</td><td>솟 음</td><td colspan="5">L ≤ 20 : ±5 mm
20 < L ≤ 40 : −5 ~+10 mm
40 < L ≤ 80 : −5 ~+15 mm
80 < L ≤ 200 : −5 ~+25 mm
* L : 지간장길이 m</td></tr>
<tr><td>10</td><td>신축장치</td><td colspan="5">길이의 차
L ≤ 10 : −5 ~+10mm
L > 10 : −5 ~+10 {10 + (L − 10) × 0.5} mm
* L : 신축장치의 길이
조합된 신축장치의 높이의 차 : ±2 mm
핑거의 맞물림 차 : ±2 mm</td></tr>
</table>

3.13 가 설

3.13.1 계약상대자는 부재 가설 전 가설계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.13.2 교량받침 및 앵커볼트의 설치는 6-8-3절에 따른다.

3.13.3 부재의 설치는 승인된 시공도면에 따라 설정된 기선과 표고에 맞추어 정확하게 설치하여야 한다.

3.14.4 가설시 볼트조임은 1차 예비조임 후 2차 본조임은 구조전체가 완전히 시공된 상태에서 계측을 하거나 또는 시공측량 및 검측이 완료한 후 시행한다. 다만, 접합면의 청결상태를 확인하고 녹, 기름 등 불순물이 있는 경우는 깨끗이 청소하여야 한다.

3.14.5 가설 도중에 부득이 작업을 중단하는 경우에는 감독원의 지시를 받아 필요한 조치를 강구하여야 한다.

3.14.6 조립한 교량부재를 인양하기 위한 줄걸이는 표시된 지점에 걸고 모난 부분은 완충재를 삽입하여 와이어가 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.14.7 부재운반용 트롤리를 정지시킨 경우에는 반드시 미끄럼방지장치(스토퍼)를 하여야 한다.

3.14.8 부재를 인양할 때에는 걸이 및 와이어 로프에 걸리는 힘 방향의 적정여부를 확인하면서 작업을 진행하여야 한다.

3.14.9 가체결 볼트는 리벳이나 볼트 체결이 끝난 후 제거하여야 한다.

6-7-2 철골 제작 및 설치

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 철골제작 및 설치를 위한 구조용 강재와 용접, 도장공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 6-1 교량공사 일반
1.2.2 6-3 가시설공
1.2.3 6-7-1 강교제작 및 가설
1.2.4 6-7-4 강교도장

1.3 참조규격

KS B 0810 금속재료 충격시험 방법
KS B 1002 6각 볼트
KS B 1012 6각 너트
KS B 1101 냉간 성형 리벳
KS B 1102 열간 성형 리벳
KS B 1320 평행 핀
KS B 1321 분할 핀
KS B 1322 테이퍼 핀
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접 구조용 압연강재
KS D 3529 용접 구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3542 고 내후성 압연강재
KS D 3530 일반 구조용 경량형강
KS D 3558 일반 구조용 용접경량 H형강
KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관
KS D 4101 탄소강 주강품
KS D 4118 도로 교량용 주강품
KS D 4301 회주철품
KS D 8308 용융아연도금

2. 재 료

2.1 사용재료

2.1.1 구조용 강재

(1) 강재의 규격은 KS D3503, KS D3515,, KS D3529, KS D3542, KS D3530, KS D3558 또는 동등 이상이어야 한다.

(2) 충격시험은 KS B0810의 해당사항을 만족하여야 한다.

2.1.2 강관

강관의 규격은 KS D3566, KS D3568 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.3 볼트 및 핀

(1) 6각 볼트 및 너트 : KS B1002, KS B1012

(2) 마찰 접착용 고장력 6각 볼트·6각 너트·평 와셔의 세트 : KS B1010

(3) 리벳 : KS B1101, KS B1102

(4) 핀 : KS B1320, KS B1321, KS B1322

2.1.4 스터드 전단연결재

(1) 스터드 연결재는 상온에서 제작되어야 하며, 마무리된 스터드 연결재는 품질이 균일하고 해로운 겹침, 지느러미, 박층, 균열, 비틀림, 굽힘 또는 결함이 없어야 한다. 스터드는 두부의 둘레에는 손잡이까지 둘레의 반보다 깊은 균열이나 터짐이 없어야 한다. 스터드 연결재의 인장강도는 늘인 후에 강봉줄기나 마무리된 스터드에 대한 시험으로 결정하여야 하며 강도요건은 다음에 따른다.

표 6-7-2-1 스터드 강도

최소 인장강도	항복점 또는 0.2% 내력	신장율(%)
400 MPa	240 MPa	20 이상

(2) 스터드 연결재는 용접을 위해서 열저항성이 있는 세라믹으로 된 아크 피복이나 기타 적합한 재료와 함께 공급하여야 한다.

2.1.5 주조품의 규격

주조품의 규격은 KS D4101, KS D4118, KS D4301 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.6 용접전극

6-7-1절 참조

2.1.7 복판이 트인 강재세로보

6-7-1절 참조

2.1.8 공장페인트칠 재료

6-7-4절 참조

2.2 제 작

2.2.1 구조용 강재의 제작은 6-7-1절의 해당사항에 합치하여야 한다.

2.2.2 용접작업과 용접된 접합은 6-7-1절의 해당사항에 합치하여야 한다.

2.2.3 강부재와 금속재의 제작은 가능한 공장 또는 제작소에서 제작하여 미리 조립하여야 한다.

2.2.4 부재는 설치조건을 만족하도록 성형해서 제작하여야 하며, 부재를 제자리에 적절하게 고정시킬 수 있는 부대품을 갖추어야 한다.

2.2.5 굽어진 재료를 펼 때에는 재료에 손상을 주지 않는 방법으로 명시된 제작허용 오차를 벗어나지 않도록 곧게 펴야 한다. 심한 비틀림과 휨은 재료를 거부하는 사유가 될 수 있으며, 저합금 구조강재의 열수축은 허용되지 않는다.

2.2.6 전단, 화염절단, 가스절단 및 깎기는 절단되는 금속에 잔류응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 마무리된 공사에서 노출되는 절단연단은 기계절단, 전단 또는 화염절단해서 연마하여야 한다.

2.2.7 지지층 보강재와 집중하중에 대한 지주로서 사용된 보강재는 명시된 대로 제작하여야 하며, 지지표면은 연마하여야 한다.

2.2.8 하중을 지탱하는 냉간압연강판은 상온에서 전압방향에 직각으로 굽혀야 한다. 굽힘반지름은 내민면을 쟀을 때, 다음 표에 명시된 것 이상이어야 한다. 더 짧은 반지름이 명시되어 있을 경우에는 강판이 뜨거울 때 굽혀야 하며, 굽히기 전에 굽혀지는 강판연단은 2mm의 반지름으로 둥글게 하여야 한다.

표 6-7-2-2 강판 절곡 최소반지름

강판이 굽혀지는 각도	최소반지름
61 - 120 ° 121 - 150 °	1.0 t 2.0 t

2.2.9 접합은 명시된 대로 볼트를 조이거나 용접하여야 한다.

2.2.10 구멍은 금속재의 표면에 직각으로 절단, 천공 또는 펀치하여야 하며 화염으로 만들거나 확대해서는 안된다. 바닥판 또는 지지판의 구멍은 천공하여야 한다. 다른 작업반의 공사가 접합되게 하기 위해서는 부재에 구멍을 만들어야 하며, 구멍은 볼트의 지름보다 2 mm 더 크게 펀치하거나 천공하여야 한다.

2.2.11 고강도 볼트에 대해서는 이음매를 조립하고, 적합한 와셔와 볼트를 사용해서 구조용 이음매에 대한 시방에 따라 볼트를 설치하여야 한다. 볼트를 사용하는 모든 접합부에는 경화된 와셔를 사용하여야 한다. 고강도 볼트 조임은 자격있는 검사원이 검사하여야 한다.

2.2.12 콘크리트에 지지되는 부재에 대해서는 명시된 대로 강재의 지지판과 정착재를

갖추어야 하며, 바닥판 또는 지지판은 조정 너트를 사용해서 수평되게 하여야 한다. 정착재, 정착볼트 및 지지판의 설치는 지침서와 함께 규준들을 갖추어야 하며, 정착재와 관련품목은 공사진행중에 적절하게 콘크리트 속에 설치되어 있도록 확인하여야 한다.

2.2.13 성형한 합성고무지지재 또는 그라우트와 접촉하는 금속지지판은 30 mm 당 3 mm 내 그리고 전체적으로 5 mm 내의 허용오차로 제작하여야 한다.

2.2.14 명시된 대로 공사를 완성하는데 필요한 보강용 앵글, 크립앵글, 판재, 펀치한 고리, 브래킷 및 행거 등을 포함하여야 한다.

2.2.15 배출구가 없어 물이 고일 수 있는 구조물의 부재에는 배수공을 두어야 한다.

2.2.16 노출된 구조강 부재는 표준캠버의 1.5 배 내에서 곧게 제작하여야 하고, 허용오차를 유지하여야 한다.

2.3 청소 및 칠

2.3.1 청소

(1) 부재는 제작 후 공장 페인트칠하기 전에 전동공구로 청소하여 슬래그, 녹, 그리스, 기름, 기타 이물 등을 제거하여야 하며, 용접부는 충실하게 철사솔로 쓸어야 한다.

(2) 전동공구로 청소한 후 페인트칠하기 바로 전에 강재를 용제로 세척하여 흙먼지와 찌꺼기를 제거하여야 한다.

(3) 기후에 노출된 강재는 블라스팅으로 청소하여야 한다.

2.3.2 분무 방화 처리하는 강재

분무 방화 처리할 강재는 공장 페인트칠을 해서는 안 된다.

2.4 강재세로보

2.4.1 재료 및 제작

(1) 세로보 및 가로보 : 세로보의 재료와 제작은 명시된 세로보와 가로보의 형식에 대한 관련시방서의 해당사항에 합치하여야 한다.

(2) 부대품

① 정착재 및 볼트 : 볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 해당 KS 규격의 요건에 합치하여야 하며, KS D8308에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

② 고정장치 및 부대품 : 완전하고 마무리된 설치를 위해 필요한 정착재와 긴결재, 와셔, 고리 및 부대품을 갖추어야 한다. 긴결재는 스테인레스강재, 도금강재, 캐드뮴 도금한 강재 또는 기타 비부식금속이어야 한다. 바닥판 또는 지지판은 해당사항에 합치하는 강판재라야 한다.

③ 공장도장 : 가로보와 세로보는 블라스팅하여 표면처리하며 소정의 검사를 거친 후 도장한다. 이때 표면처리기준은 SSPC-SP10이다.

2.5 검사 및 시험

2.5.1 계약상대자는 관련시방서의 해당사항에 따라 제작자의 검사를 요구하여야 하며, 검사결과는 확인서에 명시된 대로 감독원에게 제출하여야 한다.

2.5.2 재료, 제작 및 용접은 제작자의 공장에서 감독원이 육안검사 방법으로 검사한다. 감독원은 의문이 있는 작업에 대하여 추가 검사와 시험을 실시할 권한을 가지며, 시험은 비파괴 시험방법에 의한다.

3. 시 공

3.1 가설 및 설치

3.1.1 구조강재의 가설과 설치는 6-7-1절의 해당조항을 만족하여야 한다.

3.1.2 구조강재는 설정된 기선과 표고에 정확하게 설치하여야 한다. 강재는 볼트조임이 시작되기 전에 수직하고 수평하여야 한다. 설치는 승인된 시공도면과 실제의 조건에 따라야 하며, 각도와 연단은 구조물의 관련된 기선에 평행하고, 경우에 따라 수평 또는 직각이거나 수평과 사각이어야 한다.

3.1.3 필요한대로 임시버팀대를 설치하고, 최종 완성시까지 제자리에 유지하여야 한다. 손상을 받을 수 있는 공장제작 품목은 버팀을 하고 깊게 조작해서 비틀림이나 손상을 방지하여야 한다. 설치된 모든 품목은 콘크리트가 타설되기 전에 적절히 버팀을 해서 콘크리트의 압력에 의한 비틀림을 방지하여야 한다. 콘크리트 타설 작업중에 버팀대를 주시하면서 유지하여야 한다.

3.1.4 정착재, 정착볼트, 스터드 및 고정장치

(1) 달리 명시된 것이 없으면 공장접합은 용접하고, 현장접합은 볼트로 조여야 한다. 볼트머리와 너트 밑에서 와셔를 사용해서 너트를 단단하게 돌렸을 때 완전히 조여지게 하여야 한다. 볼트가 비탈진 표면위에 지지하고 있는 경우에는 사각진 와셔를 사용하여야 한다.

(2) 명시된 다음 품목을 갖추어야 한다.

① 설치에 필요한 정착재, 볼트 및 와셔, 스터드(Stud) 및 고정용 철물

② 공사의 설치 및 완성, 그리고 콘크리트 타설전에 거푸집안에 설치하거나 콘크리트 속에 매설할 기타 여러 가지 강재 또는 철재 긴결재

(3) 정착재와 정착볼트를 정확한 위치에 설치하기 위해서는 필요한 규준틀 또는 기타 방법을 사용해서 볼트와 정착재를 미리 설치하여야 한다.

3.1.5 바닥판 및 지지판 : 정확한 표고에 그라우팅을 필요로 하는 바닥판과 지지판은 정착볼트 위에 조정너트를 사용해서 지지하여야 한다. 바닥판과 지지판은 무수축 그라우트에 명시된 고강도, 무수축 그라우팅 모르타르를 사용해서 정확하게 설치하여야 한다.

3.1.6 가설 및 조립

(1) 가설 및 현장조립후에는 완성된 구조물의 부분을 구성하는 여러 부재를 정

열 및 조정하고 단단히 고정시켜야 한다. 허용오차는 6-7-1 강교제작 및 가설의 해당사항에 합치하여야 한다.

(2) 압축부재의 접합판은 맞댄 표면이 접촉된 후에 조립하여야 한다. 지지면과 영구적으로 접촉되어 있을 표면은 부재를 조립하기 전에 청소하여야 한다. 접합판은 명시된 곳에서만 허용된다.

(3) 제거하도록 요구된 경우가 아니면 용접시공에 사용된 가설용 볼트는 견고하게 조인 후 제자리에 둘 수 있다. 가설용 볼트가 제거된 경우에는 구멍을 마개용접으로 채우고, 매끈하게 연마하여야 한다. 잘못 맞추어진 구멍은 한 치수가 크게 천공해서 교정하고, 그 치수의 볼트로 조여야 한다. 재천공을 위한 용접은 허용되지 않는다.

3.1.7 드리프트 핀 : 드리프트 핀은 여러 부재를 함께 조립하는 데만 사용할 수 있다. 허용오차를 벗어나 제작된 부재와 부품을 정열하는데 조립용 볼트나 드리프트 핀을 사용해서는 안된다. 드리프트 핀은 재료가 비틀리게 하거나 손상될만한 힘을 주어서 사용해서는 안된다. 정확하지 않게 제작된 구조강재나 여러 보조강재는 감독원에게 보고하여야 한다.

3.1.8 가스절단 : 주요부재에는 제작오차를 교정하기 위한 현장에서의 가스절단화염의 사용은 허용되지 않는다. 가스절단화염의 사용은 부재가 응력을 받지 않을 때 사소한 부재에만 허용되며, 이 경우 감독원의 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.

3.1.9 볼트조임

(1) 볼트는 나사를 손상하지 않고, 정확하게 구멍속으로 박아 넣어야 하며, 볼트 박기중 볼트머리는 손상되지 않게 보호하여야 한다. 모든 볼트와 너트밑에는 와셔를 끼우고, 볼트와 너트는 와셔에 정연하게 놓여야 한다.

(2) 볼트가 볼트축에 직각인 평면과 1/20 보다 큰 경사를 갖는 사각표면위에 사용되는 경우에는 볼트머리나 너트를 완전히 지지하도록 사각진 와셔를 사용하여야 한다.

(3) 볼트의 나사는 하나 이상의 나사가 금속에 물리는 길이로 전단력을 전달할 수 있어야 한다.

(4) 볼트는 달리 명시된 경우가 아니면 너트를 넘어 6 mm 이상 연장되어서는 안된다. 볼트머리와 너트는 길이가 380 mm 이상인 렌치로 금속재에 대하여 밀착되게 박아야 한다.

(5) 모든 볼트는 인장력의 75 % 범위 내에서 사용하도록 적절한 동력공구를 이용한다.

3.1.10 고강도 볼트조임

(1) 접합부는 6-7-1 강교제작 및 가설의 해당사항에 따라 조립하여야 한다.

(2) 볼트는 볼트의 치수에 대해서 제시된 것 이상의 토크로 교정된 임펙트

렌치로 체결하여야 한다.

(3) 접합부의 접촉면에는 페인트, 렉커 또는 기타 마찰을 감소시키는 칠이 없어야 한다.

3.1.11 활동이음매의 조립 지지면은 적절하게 청소하고, 필요한 경우 윤활유를 발라야 한다.

3.2 현장품질관리

현장조립 및 설치된 고강도 볼트 조임은 감독원에 의해 자격이 인정된 검사원이 검사하고, 토크 시험을 한다.

3.3 현장 페인트 칠

3.3.1 구조강재가 설치되면 단차부분은 면처리하여 표면을 균일하게 한다.

3.3.2 분무방화처리 할 강재는 부분 페인트칠을 해서는 안된다.

3.3.3 최종 현장 페인트칠은 6-7-4 강교도장에 명시된 해당사항 참조

6-7-3 잡철물공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 금속재의 제작 및 잡철물 공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 6-7-1 강교제작 및 가설

1.2.2 6-7-4 강교도장

1.3 참조규격

다음 규준은 이절에 명시되어 있는 범위내에서 이절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS D9521 용융아연도금 작업표준

2. 재 료

2.1 공통사항

2.1.1 정착물 및 볼트

볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 KS D9521에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

2.1.2 배수구거

(1) 명시된 치수와 형태를 갖는 쇠살이나 막힘 덮개를 갖춘 표준제품의 구체를 명시된 대로 공급하여야 하며, 배수구거와 구체는 회주철이나 백주철로 제작된 것이어야 한다.

(2) 진동 또는 유동하는 것을 방지하기 위해서 덮개는 지지면을 기계로 가공한 것이어야 한다.

(3) 배수구거로 사람이 통행하는 장소의 덮개는 논슬립 표면 처리한 것이어야 한다.

(4) 배수구거와 구체가 콘크리트나 흙과 접하는 경우에는 아스팔트 에멀션으로 칠하여야 한다.

2.1.3 그라우트

바닥면과 지지판에는 무수축 그라우트 및 구조용 강재공의 해당사항에 따라 고강도의 무수축 그라우트를 사용하여야 한다.

2.2 제 작

2.2.1 금속재는 금속재 제작과 잡철물의 주문제작과 시공에 경험이 있고 숙련된 업체나 제작소에서 제작하여야 한다. 마무리된 금속재에는 명시되었거나 요구된 경우를 제외하고 나사못, 볼트 및 고정장치 등이 노출되어서는 안된다.

2.2.2 용접접합은 용접공법의 요건에 따라 시행하여야 하며, 시선에 노출되는 곳에서는 용접된 품목의 모양과 형태가 유지되도록 용접부를 평활하게 마무리하여야 한다.

2.2.3 금속재 제작은 될 수 있는 한 공장이나 제작소에서 미리 제작해서 조립하여야 한다.

2.2.4 설치조건을 만족시키도록 금속재를 성형하고 제작하여야 하며, 금속재를 명시된 대로 제자리에 고정시키기 위해서는 정착물, 고정장치 및 부대품을 갖추어야 한다.

2.2.5 계약상대자는 해당할 구성재에 대한 표준 제작품을 공급할 수 있지만 이러한 제품은 공간제약과 설치조건을 만족하여야 하고 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.3 도 금

2.3.1 구조물의 외측에 있는 강재와 철재품목, 수분에 노출된 품목, 쇠살 및 계약서에 명시된 품목은 KS D9521에 따라 제작후에 용융아연도금을 하여야 한다.

2.3.2 당초의 도금을 제거할 수 있는 현장용접을 필요로 하는 공장도금하는 금속재는 현장도금 보수로 복구하여야 한다.

2.3.3 도금된 품목을 부착하기 위한 볼트와 나사는 KS D9521에 따라 도금하여야 한다.

2.4 앵커볼트

앵커볼트는 설계도서에 나타난 것과 같거나 또는 특별 규정에서 규정된 요구사항을 만족하여야 한다. 앵커볼트를 볼트구멍에 묻을 때 사용하는 재료는 만족할 만한 정착을 확보하기 위해 요철을 만들거나 끝을 볼록하게 하여야 한다.

2.5 개폐장치

2.5.1 공통사항으로서 제작된 강재 클립과 L형강은 설계도서의 요건을 만족하고, 승인된 시공도면에 나타낸 것을 사용한다.

2.5.2 볼트와 스터드, 너트 및 와셔는 KS D9521에 따라 용융아연도금한 것이어야 한다.

2.5.3 정착재와 고정장치, 와셔, 고리 및 부대품은 완전하고 마무리된 설치를 위해서 필요한 대로 갖추어야 하고, 고정장치는 스테인레스강 또는 아연도금강이어야 한다.

2.5.4 정착물이 콘크리트나 조적물 속에 매설되지 않은 경우에는 설계도서에서 요구된 치수를 갖는 도금한 강볼트를 갖춘 팽창형 정착물 또는 너트를 갖춘 스터드를 사용하고, 볼트머리와 너트 밑에는 메울 수 있는 와셔를 갖추어야 한다.

3. 시 공

3.1 설 치

3.1.1 금속재 제작물과 잡철물은 설계도서와 승인된 시공상세도면에 따라 이러한 공사의 설치에 숙련되고 경험 있는 근로자를 사용해서 설치하여야 한다.

3.1.2 금속재 제작물과 잡철물은 완전하고 마무리된 설치에 요구되는 제작자가 공급한 모든 부대품을 사용해서 설치하여야 한다.

3.1.3 금속재는 승인된 시공조건에 따라 수평, 수직 또는 요구된 각도에 맞고, 경우에 따라서는 구조물의 관련되는 선에 평행한 각도와 연단에 맞추어서 편평하고 정연하게 설치하여야 한다.

3.1.4 현장용접이 요구된 경우에는 6-7-1절 해당사항에 합치하여야 한다.

3.2 도금보수

용접작업, 취급 또는 설치로 손상을 입게 된 도금된 표면은 도금보수재료를 사용하여 설치후 즉시 보수하여야 한다.

3.3 현장페인트 칠

3.3.1 설치후에는 노출된 페인트칠한 표면, 현장용접부 및 마모되었거나 손상된 초벌칠된 표면은 다듬고 공장페인트칠에 대해서 명시된 것과 같은 초벌질의 추가로 철재 및 도금된 표면에 분무로 끝마무리 칠을 하여야 한다.

3.3.2 마무리 현장페인트칠은 6-7-4절의 해당사항에 적합하여야 한다.

3.4 앵커볼트

3.4.1 계약상대자는 앵커볼트를 위한 구멍을 뚫고 포틀랜드시멘트로 그라우팅하여 설치하거나, 설계도 또는 기술자에 의해 규정되거나 지시된 경우 앵커볼트를 미리 설치하여야 한다.

3.4.2 앵커볼트의 위치를 정할 때에는 설치시의 상부 구조물의 평균온도 변화와 설치후 고정하중에 의한 현재 또는 하부 플랜지의 예상 신축량 등을 고려하여, 평균온도와 고정하중하에서 가동받침의 고정볼트가 가능한 중심 가까이 위치하도록 주의를 기울여야 한다.

3.4.3 가동받침에서는 상부구조물의 완전하고 자유로운 이동이 너트나 앵커볼트에 의해 방해받지 않도록 주의하도록 한다.

6-7-4 강교도장

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 요약

이 절은 강교도장에 적용하며 콘크리트, 목재, 교량의 부속물 및 부대설비(난간, 방호책, 조명주, 배수설비)의 도장은 제외한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-2 공사관리
1.2.2 6-7-1 강교제작 및 가설
1.2.3 6-7-2 철골제작 및 설치
1.2.4 6-7-3 잡철물공
1.2.5 13-15-2 강교용 방청도료

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS F4910 건축용 실링재

1.3.2 관련 시방서

도로교 표준시방서 제6장 도장

1.4 용어의 정의

1.4.1 도장계열 표시기호

(1) 도료의 색채는 한국페인트잉크공업협동조합의 도료용 표준색견본의 색번호를 따른다.

GEA - 1(2, 3, 4, 5, 6, 7)
GIB - 1(2, 3, 4, 5, 6, 7)
|
SIL - 1(2, 3, 4, 5, 6, 7)

(2) 도장계열 표시기호에서 영문자 첫 G와 S는 일반환경용과 특수환경용을 뜻하고, 그 뒤의 I.E는 내부, 외부 그리고 그 뒤의 A~N은 도장의 종류를 뜻한다.

(3) 아라비아 숫자 1~7은 도장시기를 나타내며 다음과 같다.

①-1 : 신설시의 도장계열로 현장에서 재벌칠과 다듬칠을 한다.
②-2 : 신설시의 도장계열로 공장에서 다듬칠까지 한다.
③-3 : 용접부의 도장계열

④-4 : 신설시의 도장계열로 현장에서 재벌칠, 다듬칠을 하는 보수도장 계열
⑤-5 : 신설시의 도장계열로 공장에서 다듬칠까지 하는 보수도장계열
⑥-6 : 부분 재도장을 하는 도장계열
⑦-7 : 전면 재도장을 하는 도장계열

1.4.2 도장계열

도장계열은 다음 표 6-7-4-1과 같다.

표 6-7-4-1 도장 계열

환경	구분	계열	표면처리	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층
일반환경	외부	GEB	SSPC-SP10	무기질 아연말 도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료
		GED	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄 도료
		GEE	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계도료	실록산계도료	실록산계도료
		GEJ	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성에폭시계 도료	수용성아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료
	내부	GIB	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료		
		GID	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료		
		GIH	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성에폭시계 도료		
특수환경	외부	SED	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료
		SEE	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료
		SEH	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄도료
		SEJ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료
		SEK	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	
		SEL	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성에폭시계 도료	수용성아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료
	내부	SID	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	
		SIG	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	
		SIH	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료		
		SIK	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료	미스트코트	수용성에폭시계 도료	수용성에폭시계 도료	

연결판	내부 외부	SJ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료				
		SL	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료				
		SM	SSPC-SP10	아연알루미늄 용사				
포장면		DK	SSPC-SP10	무기질 아연말도료				
		DM	SSPC-SP10	수용성무기질 아연말도료				
		DN	SSPC-SP10	아연알루미늄용사				
볼트 및 연결판	외부	GEC	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	
		GEF	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄 도료	세라믹계 우레탄도료	
		GEG	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료	
		SEF	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	우레탄계 도료	우레탄계 도료	
		SEG	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	불소수지계 도료	불소수지계 도료	
		SEI	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄도료	세라믹계 우레탄도료	
		SEM	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	실록산계 도료	실록산계 도료	
	내부	GIC	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료			
		GIF	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료			
		SIG	SSPC-SP3	에폭시계 방청도료	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료		
		SIJ	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료			

1.4.3 표면처리 방법

(1) 용제 세정법

흙, 시멘트, 재단용 그림물감, 소금, 용립잔재와 기타 이물질 (기름제외)은 알칼리성 세척용제를 바르면서 철솔로 문지른 다음 물로 씻어내야 한다. 기름성분은 사염화탄소를 묻힌 걸레나 솔로 문질러 닦아내든지 용제속에 침전시키면 된다. 에멀션 세제나 증기세척방법을 대신 쓸 수 있으나 이때는 더운물로 잔재를 씻어내야 한다.

(2) 수공구 세정법
용제로 세척한 다음 비늘이나 녹은 인력으로 갈든지 망치나 충격장치로 두드리든지 해서 제거할 수 있다. 용접잔재는 긁어낸 다음 철솔로 문질러야 한다. 조립후 손이 들어갈 수 없는 장소는 조립전에 청소하여야 한다.

(3) 동력공구세정법
동력식 철솔, 그라인더 동력식 송곳 등을 사용해서 용제로 세척한 다음 남는 잔재를 제거할 수 있다. 동력식 철솔은 회전식으로 모든 각도에서 구석구석까지 들어갈 수 있는 기종이어야 하며, 모든 기계장치는 강재의 표면에 심한 상처를 남기지 않는 방법으로 가동하여야 한다.

1.5 제출물

1.5.1 현장동원 및 철수계획서
계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.5.2 검사 및 시험계획서
계약상대자는 공사착수 전에 검사 및 시험계획서를 작성하여야 한다.

1.5.3 견본
계약상대자는 다음의 항목에 대한 견본품을 제작하여 감독원에게 승인을 받아야 한다.

(1) 하도, 중도, 상도에 사용되는 도료
(2) 페인트 색상표

1.5.4 제조업자 시험성적서
계약상대자는 도료를 사용하기 전에 품질검사전문기관에서 시험한 시험성적표를 제출하여야 한다. 시험성적표는 도료의 종류별 , 제조 로트별로 확인검사를 하여야 한다.

1.5.5 제품자료
(1) 도료의 품명, 단체 규격, 비중, 색상, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 품질관리상태, 용도, 시공방법(표준사용량, 도장온도 및 간격, 도장방법 등), 사용시 주의사항 등
(2) 하도, 중도, 상도의 조합시 도료간 간섭유무

1.5.6 도장시공계획서
계약상대자는 작업시작전 최소한 7일 이전에 다음 각호의 사항에 대하여 충분한 계획을 세워야 한다.

(1) 계약상대자는 도장품질관리를 위해 도장사양 별 도장작업요령, 품질관리요령 자체검사요령 등을 포함하는 도장시공 계획서
(2) 공정관리 및 안전관리 계획서

1.5.7 도장검사 성적서

도장작업자는 각 공정별(표면처리, 중도, 상도 등)로 도장검사 성적서(서식 38)를 작성하여야 하고, 도장검사 성적서에 없는 보고내용은 추가로 작성하여야 한다.

1.5.8 도장 시공기록

도장의 시공에 관한 공사기록은 아래사항들을 포함하여 기록하여야 한다.

(1) 사용재료
(2) 도료의 종류
(3) 기상상태
(4) 표면처리 관리
① 표면처리의 규정
② 표면조도의 규정
③ 표면처리 방법의 준수 및 그 과정
④ 연마재의 입자크기 및 형상
⑤ 표면처리 장비
(5) 도장작업 내용
(6) 중복도장의 간격

1.6 공정관리 및 안전관리

1.6.1 공정관리

(1) 적절한 공정관리를 위해서는 공사착수 전에 현지의 상황을 충분히 조사하여 세밀한 관리계획을 입안하도록 하여야 한다.
(2) 공정관리에서는 도장공정에 맞는 도료 및 작업원의 수급, 각 층간의 중복도장 간격 등을 충분히 배려하도록 하여야 한다.

1.6.2 안전관리

(1) 도장작업에서의 사고방지를 위한 계획을 수립하고 확인하여야 한다.
(2) 도로나 철도상에서 작업하는 경우는 각 관리자는 시공시간, 시공범위, 보안설비, 연락체계 등을 충분히 협의하고 그 내용을 시공계획서에 명기하도록 한다.
(3) 박스 거더형 강교내부에서의 작업에서는 충분한 조명과 환기를 유지하도록 한다.
(4) 도료는 일반적으로 인화성의 액체이고, 용제가 함유되어 있어 그러한 것들이 고농도로 인체에 작용하는 경우에는 건강상 유해하다. 따라서 도료의 운반, 보관 및 도장작업 등의 각 단계에서 안전관리 방법 및 대책을 수립하여야 한다.
(5) 현장에서의 도장작업은 지상작업 이외에는 거의 대부분이 작업대에 의한 고공작업이므로 작업원의 추락이나 도료의 비산에 의한 제3자의 피해가 발생하기 쉽다. 또한 가설발판의 해체, 철거작업은 위험도가 높으므로 주의를 요한다.

1.7 품질보증

1.7.1 시험칠

(1) 계약상대자는 도장작업전에 도장을 하여 제출한 견본판과 같은 도장 계열로 시험칠판에 시험칠을 하여야 한다.

(2) 시험칠판은 빨아들임이 없는 밑바탕으로 하지를 사용하여야 한다.

1.7.2 도장관리자

(1) 계약상대자는 도장작업에 정통한 도장관리자를 두어야 한다.

(2) 도장관리자는 도장구분의 설정, 도료의 조정, 도장기구의 조정, 작업환경의 조정 및 도막의 품질보증, 사내검사 등 도장작업을 원활하고 안전하게 실시하기 위해 관리시트 등에 따라 총괄 관리하여야 한다.

1.7.3 도장작업자

도장작업자는 강구조물 도장공사에 다년간 종사한 경험이 있고 국가기술자격 검정시험에 합격한 자이거나 동등 이상의 자격을 소지한 자이어야 한다.

1.7.4 하자

하자의 대상이 되는 도막결함은 다음 각호의 사항에 따라 명시되어져야 한다.

(1) 현저한 변색 (색조변화)

(2) 부풀음

(3) 녹

(4) 벗겨짐

(5) 균열

1.8 운반, 보관, 취급

1.8.1 도료는 각 제품마다 식별이 용이한 곳에 도료의 품명, 단체규격번호, 제조년월일, 제조번호, 색상 등을 표기하여야 한다.

1.8.2 도료의 제조일자가 유효기간 경과시에는 사용을 하여서는 안된다.

1.8.3 도료의 보관과 관리는 소방법, 노동안전위생법, 유기용제 중독예방 규칙, 위험물 취급법을 준수하여야 한다.

1.8.4 도료와 신나는 통풍이 잘되고 스파크(Spark), 화염, 과열, 직사광선을 피할 수 있는 격리된 창고에 보관하여야 하며, 동결우려가 있는 도료는 난방된 창고에 보관하여야 한다.

1.8.5 도료는 침전을 방지하기 위하여 용기는 매월 정기적으로 뒤집어 주어야 한다.

1.8.6 현장에 납품된 모든 도료는 사용하기 전에 뚜껑을 열어서는 안되며, 일단 개봉된 도료는 완전히 사용하거나 제조회사의 제품자료에 따라야 한다.

1.9 환경요구사항

1.9.1 온도

(1) 계약상대자는 감독원이 특별히 승인하지 않는 한 도장작업은 온도가 15~32 ℃ 범위내에서 시행하여야 한다. 어떠한 경우라도 5 ℃미만, 43 ℃이상에서는 도장작업을 하여서는 안된다.

(2) 표면의 온도가 32 ℃ 이상이면 도막이 너무 빨리 건조되어 핀홀이나 기포(Bubble)같은 결함현상이 발생할 수 있으며, 5 ℃ 이하이면 경화가 느릴뿐만 아니라 불완전한 경화를 유발할 수 있다.

(3) 도장하는 동안 표면의 응축을 방지하기 위해 철표면 온도가 이슬점보다 3 ℃ 이상 높아야 한다.

1.9.2 습도

계약상대자는 감독원이 특별히 승인하지 않는 한 표 6-7-4-2 도료 종류별 습도 조건을 준수하여 도장작업을 시행하여야 한다. 어떠한 경우라도 상대습도가 85 % (무기질 아연말 도료는 상대습도 90%) 초과시에는 도장작업을 하여서는 안된다.

표 6-7-4-2 도료종류별 습도 조건

도 료 종 류	최 저	최 고
무기질 아연말 도료	50 % (65 % 이상이 바람직함)	90 %
수용성 무기질 아연말 도료 수용성 에폭시계 도료 수용성 아크릴계 도료	50 % (50~65 %가 바람직함)	85 %
에폭시계 방청도료 고고형분 에폭시계 도료 우레탄계 도료 불소수지계 도료 실록산계 도료 세라믹계 방식도료 세라믹계 우레탄 도료	-	85 %
염화고무계 중도.상도 도료 염화고무 MIO 도료	-	85 %

1.9.3 기타

안개, 비 또는 강한 바람이 부는 날에는 옥외도장을 피하여야 한다. 재도장시 종전 도막에 화학적 오염의 발생이 예상되면 후속 도장전에 적절한 표면처리를 한 후 재도장을 실시하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 도료 일반사항

(1) 도료는 제조업자가 제출한 제품자료에 따라야 한다.

(2) 도료용기에는 도료의 명칭, 단체규격번호, 로트 번호, 제조년월일, 유효기간 등이 명시되어야 한다.

2.1.2 일반환경용 재래식 도장

(1) 일반환경용 재래식 도장의 보수도장계는 표 6-7-4-3에 따라야 한다.

표 6-7-4-3 일반환경용 재래식 도장의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)
교량 외부 (볼트 및 연결판 포함)	GEA	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
		제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	80	고고형분 에폭시계 도료	80
		제3층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
		제4층	알키드계 마감도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	GIA	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	연단계 방청페인트	에폭시계 방청도료 (터치업)	75		
		제2층	연단계 방청페인트	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.3 일반환경용 중방식 도장

(1) 일반환경용 중방식 도장(염화고무계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-4에 따라야 한다.

표 6-7-4-4 일반환경용 중방식 도장(염화고무계 마감)의 보수도장

구분	도장계열	공 정	구도장계	구도장계와 동등한 수준의 내구성능				구도장계보다 내구성능을 향상시킬 경우			
				도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	GEB	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	염화고무 MIO도료 (터치업)	100	에폭시계 방청 도료	75	에폭시계 방청도료 (터치업)	75	에폭시계 방청도료	75
		제2층	염화 고무계 도료	염화 고무계 중도	60	염화 고무계 중도	60	고고형분 에폭시계 도료	80	고고형분 에폭시계 도료	80
		제3층	염화 고무계 도료	염화 고무계 상도	60	염화 고무계 상도	60	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
		제4층						우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	GIB	표면처리		SSPC-SP3							
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청도료 (터치업)	75						
		제2층	역청질계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100						

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 일반환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)은 표 6-7-4-5에 따라야 한다.

표 6-7-4-5 일반환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량 외부	GEB	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	80	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	우레탄계도료	30	1	
		공장/현장 도장	제5층	우레탄계도료	30	1	
		계			215		
교량 내부	GIB	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		계			175		
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	GEC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	80	1	
			제3층	우레탄계도료	30	1	
			제4층	우레탄계도료	30	1	
		계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	GIC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
		계			175		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
		계			75		

(3) 일반환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-6에 따라야 한다.

표 6-7-4-6 일반환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량 외부 (볼트 및 연결판 포함)	GEB	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
		제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
		제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	30	우레탄계 도료	30
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	GIB	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 일반환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)은 표 6-7-4-7에 따라야 한다.

표 6-7-4-7 일반환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는벙법	추천도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	GED	1차 표면처리		SSPC-SP10			
		샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트코트	75	1	
			제3층	세라믹계 방식도료		1	
			제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
		공장/현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1	
		계			225		
교량내부	GID	1차 표면처리		SSPC-SP10			
		샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20		
		2차 표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트코트	120	1	
			제3층	세라믹계 방식도료		1	
		계			195		
연결판(내외부)	SK	표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		
교량외부볼트및연결판	GEF	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	25	1	
			제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
		계			150		
교량내부볼트및연결판	GIF	표면처리	연결판	SSPC-SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
		계			120		
콘크리트접합부위	DK	표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(5) 일반환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-8에 따라야 한다.

표 6-7-4-8 일반환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량 외부 (볼트 및 연결판 포함)	GED	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료 (세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
		제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
		제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	GID	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	120		
	GID	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료 (터치업)	75		
		제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(6) 일반환경용 중방식 도장(실록산계 마감)은 표 6-7-4-9에 따라야 한다.

표 6-7-4-9 일반환경용 중방식 도장(실록산계 마감)

구 분	도장 계열	공 정		도료명칭 및 방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	GEE	1차 표면처리		SSPC - SP 10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP 10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	80	1	
			제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
			제4층	실록산계 도료	30	1	
		공장/ 현장도장	제5층	실록산계 도료	30	1	
		계			215		
교량 내부	GIB	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		계			175		
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP 10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	GEG	표면처리	연결판	SSPC - SP 3			
			볼 트	아연알루미늄피막 처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계 도료	80	1	
			제3층	실록산계 도료	30	1	
			제4층	실록산계 도료	30	1	
		계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	GIC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
		계			175		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP 10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(7) 일반환경용 중방식 도장(실록산계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-10에 따라야 한다.

표 6-7-4-10 일반환경용 중방식 도장(실록산계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량 외부 (볼트 및 연결판 포함)	GEE	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	80	고고형분 에폭시계 도료	80
		제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
		제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	30	실록산계 도료	30
교량 내부 (볼트 및 연결판 포함)	GIB	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(8) 일반환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)은 표 6-7-4-11에 따라야 한다.

표 6-7-4-11 일반환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)

구 분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	GEJ	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	수용성 에폭시계 도료			
			제4층	수용성 아크릴계 도료	30	1	
		공장/현장 도장	제5층	수용성 아크릴계 도료	30	1	
		계			255		
교량 내부	GIH	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		공 장 도 장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	수용성 에폭시계 도료			
		계			175		
연결판 (내, 외부)	SL	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	GEC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	80	1	
			제3층	우레탄계도료	30	1	
			제4층	우레탄계도료	30	1	
		계			215		
교량내부 볼트 및 연결판	GIC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
		계			175		
콘크리트 접합부위	DM	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(9) 일반환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-12에 따라야 한다.

표 6-7-4-12 일반환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	GEJ	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
		제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
		제3층	수용성 아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료	30	수용성 아크릴계 도료	30
		제4층	수용성 아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료	30	수용성 아크릴계 도료	30
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	GIH	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
		제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.1.4 특수환경용 중방식 도장

(1) 특수환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)은 표 6-7-4-13에 따라야 한다.

표 6-7-4-13 특수환경용 중방식도장(우레탄계 마감)

구 분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량 외부	SED	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	우레탄계도료	40	1	
		공장/현장도장	제5층	우레탄계도료	40	1	
		계			255		
교량 내부	SID	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			375		
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	SEF	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
			제3층	우레탄계도료	40	1	
			제4층	우레탄계도료	40	1	
		계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	SIG	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			375		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(2) 특수환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-14에 따라야 한다.

표 6-7-4-14 특수환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)의 보수도장

구 분	도장 계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	SED	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
		제3층	우레탄계 도료 (폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
		제4층	우레탄계 도료 (폴리 우레탄계 도료)	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	SID	표면 처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		
	SIE	표면 처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료 (후막형 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		
	SIF	표면 처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료 (콜탈 에폭시계 도료) (타르 에폭시계 도료) (고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 특수환경용 중방식 도장(불소수지계 마감)은 표 6-7-4-15에 따라야 한다.

표 6-7-4-15 특수환경용 중방식도장 (불소수지계 마감)

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEE	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	불소수지계 도료	25	1	
		현장/ 공장도장	제5층	불소수지계 도료	25	1	
		계			225		
교량 내부	SID	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			375		
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	SEG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
			제3층	불소수지계 도료	25	1	
			제4층	불소수지계 도료	25	1	
		계			225		
교량내부 볼트 및 연결판	SIG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			375		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(4) 특수환경용 중방식 도장(불소수지계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-16에 따라야 한다.

표 6-7-4-16 특수환경용 중방식도장 (불소수지계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	SEE	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료(후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
		제3층	불소 수지계 도료(자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
		제4층	불소 수지계 도료(자연건조형 불소수지 도료)	불소 수지계 도료	25	불소 수지계 도료	25
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	SID	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료(콜탈 에폭시계 도료)(타르 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		
	SIE	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료(후막형 에폭시계 도료)(고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		
	SIF	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료(터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료(콜탈 에폭시계 도료)(타르 에폭시계 도료)(고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료(콜탈 에폭시계 도료)(타르 에폭시계 도료)(고고형분 후막형 에폭시계 도료)	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 특수환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)은 표 6-7-4-17에 따라야 한다.

표 6-7-4-17 특수환경용 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감)

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEH	1차 표면처리		SSPC-SP10			
		샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC-SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트코트	100	1	
			제3층	세라믹계 방식도료		1	
			제4층	세라믹계 우레탄	40	1	
		공장/현장도장	제5층	세라믹계 우레탄	35	1	
		계			250		
교량 내부	SIG	1차 표면처리		SSPC-SP10			
		샵프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20		
		2차 표면처리		SSPC-SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트코트	75	1	
			제3층	세라믹계 방식도료		1	
			제4층	세라믹계 방식도료	75	1	
		계			225		
연결판 (내외부)	SJ	표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		
교량 외부 볼트 및 연결판	SEI	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	30	1	
			제4층	세라믹계 우레탄	25	1	
		계			175		
교량 내부 볼트 및 연결판	SIJ	표면 처리	연결판	SSPC-SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	75	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	75	1	
		계			150		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC-SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(6) 특수환경용 중방식 도장(세라믹계 우레탄 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-18에 따라야 한다.

표 6-7-4-18 특수환경용 중방식도장 (세라믹계 우레탄 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	SEH	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료(세라믹계 방식도료)	세라믹계 방식도료(터치업)	75	세라믹계 방식도료	75
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료(터치업)	100	세라믹계 방식도료	100
		제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40	세라믹계 우레탄	40
		제4층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	35	세라믹계 우레탄	35
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	SIG	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	세라믹계 방식도료(터치업)	75		
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료(터치업)	75		
		제3층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	75		
	SIG	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료(터치업)	75		
		제2층	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료(터치업)	75		
		제3층	세라믹계 우레탄	세라믹계 우레탄	40		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(7) 특수환경용 중방식 도장(실록산계 마감)은 표 6-7-4-19에 따라야 한다.

표 6-7-4-19 특수환경용 중방식도장 (실록산계 마감)

구 분	도장 계열	공 정		도료명칭 및 방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEJ	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
			제4층	실록산계 도료	40	1	
		공장/ 현장도장	제5층	실록산계 도료	40	1	
		계			255		
교량 내부	SID	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			375		
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	SEM	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼 트	아연알루미늄피막 처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
			제3층	실록산계 도료	40	1	
			제4층	실록산계 도료	40	1	
		계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	SIG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150		
		계			275		
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(8) 특수환경용 중방식 도장(실록산계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-20에 따라야 한다.

표 6-7-4-20 특수환경용 중방식도장 (실록산계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	SEJ	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
		제3층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
		제4층	실록산계 도료	실록산계 도료	40	실록산계 도료	40
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	SID	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	무기질 아연말 도료	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 특수환경용 중방식 도장(아연알루미늄용사 계열)은 표 6-7-4-21에 따라야 한다.

표 6-7-4-21 특수환경용 중방식도장 (아연알루미늄용사계열)

구 분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량외부	SEK	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
			제3층	우레탄계 도료	40	1	
		공장/현장도장	제4층	우레탄계도료	40	1	
		계			280		
교량내부	SIH	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제4층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
		계			300		
연결판 (내.외부)	SM	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		계			100		
교량외부 볼트 및 연결판	SEF	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
			제3층	우레탄계도료	40	1	
			제4층	우레탄계도료	40	1	
		계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	SIG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
		계			375		
콘크리트 접합부위	DN	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	아연알루미늄용사	100	1	
		계			100		

주) 구조물 단부(모서리)의 경우 품질관리를 위해 아연알루미늄용사도장 전에 조면형성제(아연알루미늄업계 추천)를 30㎛ 사용할 수 있다.

(10) 특수환경용 중방식 도장(아연알루미늄용사 계열)의 보수도장계는 표 6-7-4-22에 따라야 한다.

표 6-7-4-22 특수환경용 중방식도장 (아연알루미늄용사계열)의 보수 도장

구 분	도장 계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)	도료 및 표면처리	도막 두께 (㎛)
교량외부 (볼트 및 연결판 포함)	SEK	표면 처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75	에폭시계 방청 도료	75
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	100	고고형분 에폭시계 도료	100
		제3층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
		제4층	우레탄계 도료	우레탄계 도료	40	우레탄계 도료	40
교량내부 (볼트 및 연결판 포함)	SIH	표면 처리		SSPC-SP3			
		제1층	아연알루미늄용사	에폭시계 방청 도료 (터치업)	75		
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료 (터치업)	150		
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	150		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

(11) 특수환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)은 표 6-7-4-23에 따라야 한다.

표 6-7-4-23 특수환경용 중방식도장 (수용성 아크릴계 마감)

구 분	도장 계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(㎛)	도장 횟수	비고
교량 외부	SEL	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샵 프라이머		무기질 아연말샵프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	수용성 에폭시계 도료			
			제4층	수용성 아크릴계 도료	40	1	
		공장/현장도장	제5층	수용성 아크릴계 도료	40	1	
		계			255		
교량 내부	SIK	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	수용성 에폭시계 도료			
			제4층	수용성 에폭시계 도료	100	1	
		계			275		
연결판 (내, 외부)	SL	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		
교량외부 볼트 및 연결판	SEF	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
			제3층	우레탄계도료	40	1	
			제4층	우레탄계도료	40	1	
		계			255		
교량내부 볼트 및 연결판	SIG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	아연알루미늄피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 방청도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료	150	1	
		계			375		
콘크리트 접합부위	DM	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

(12) 특수환경용 중방식 도장(수용성 아크릴계 마감)의 보수도장계는 표 6-7-4-24에 따라야 한다.

표 6-7-4-24 특수환경용 중방식도장 (수용성 아크릴계 마감)의 보수도장

구 분	도장계열	공정	구도장계	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)	도료 및 표면처리	도막두께(㎛)
교량외부(볼트 및 연결판 포함)	SEL	표면처리		SSPC-SP3		SSPC-SP10	
		제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75	수용성 에폭시계 도료	75
		제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100	수용성 에폭시계 도료	100
		제3층	수용성 아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료	40	수용성 아크릴계 도료	40
		제4층	수용성 아크릴계 도료	수용성 아크릴계 도료	40	수용성 아크릴계 도료	40
교량내부(볼트 및 연결판 포함)	SIK	표면처리		SSPC-SP3			
		제1층	수용성 무기질 아연말 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	75		
		제2층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료 (터치업)	100		
		제3층	수용성 에폭시계 도료	수용성 에폭시계 도료	100		

주) 터치업 도료는 구도장계와의 경계면에서 과도하게 중첩 도장이 되지 않도록 주의하여야 한다.

2.2 부속재료

2.2.1 충전재

(1) 강교량의 도장계열중 외부에 마감되는 하도 및 상도와의 상용성이 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실런트를 사용한다.

(2) 1액형 우레탄 실런트는 KS F 4910 규격을 만족하여야 한다.

(3) 색상은 강교의 마감색상을 고려하여 백색과 회색 중 택일하며, 특별한 언급이 없는 한 백색을 사용한다.

2.3 품질관리

강교용 도료의 품질관리 기준은 13-15-2 강교용 방청도료의 품질기준에 따른다.

3. 시 공

3.1 표면처리

3.1.1 일반사항

(1) 표면처리는 가조립검사 완료 후 모두 해체하여 재용접 검사한 후 실시한다.

(2) 가조립검사 완료 후 표면처리는 전면 블라스트를 하여야 하며 처리후 감독원의 검사를 받아야 한다.

3.1.2 원판의 표면처리 기준

(1) 가능한한 자동전처리 라인(On-line)에서 실시하여야 한다.

(2) 표면처리 작업은 반드시 블라스트 세정방법으로 하여야 한다.

(3) 표면처리된 강판의 표면 세정등급은 SSPC-SP10 이상 이어야 한다.

(4) 연마재의 종류 및 크기는 목표로 하는 표면조도에 따라 선택하여야 한다.

(5) 안개 및 고습도 조건에서는 제습기 등을 사용하여 규정조건이 되도록 한다.

(6) 분사방법으로 청소된 표면은 기름의 흔적이나 작업중에 생긴 얼룩이 없는가를 면밀히 검사하여야 한다.

(7) 공장에서는 표면조도가 도료의 부착력 향상에 도움이 되도록 철구 및 철편을 적절히 배합하여 블라스트한 후 감독원의 검사를 받아야 한다. 단, 현장 보수시에는 전동공구를 사용할 수 있다.

3.1.3 샵 프라이머의 도장 기준

(1) 원판 블라스트 세정이 끝난 직후 온라인(On line) 상태에서 즉시 샵 프라이머가 도장되어야 한다.

(2) 샵 프라이머는 규정된 도막두께로 도장되어야 한다.

(3) 샵 프라이머 도장이 향후 가스절단, 용접 등에 영향을 미치는 지의 여부를 확인하고 사용하여야 한다.

3.1.4 2차 표면처리 기준

제작 및 가조립이 완료된 상태에서 블라스트 세정에 의한 방법으로 규정 등급 및 조도에 도달되도록 표면처리를 하여야 한다.

(1) 용접시 발생한 결함은 표면처리 전에 수정작업을 하여야 한다.

(2) 표면처리는 별도의 규정이 없으면 SSPC-SP10 등급으로 처리하여야 한다.

(3) 샵 프라이머 되어있는 원판을 그대로 사용하고자 하면 후속도장 전에 SSPC-SP7(경등급세정) 이상의 표면처리 후 도장을 하여야 한다.

(4) 표면처리가 완료되어 검사된 후 즉시 프라이머를 도장하여야 하며, 상온조건에서 4시간을 초과하지 않도록 한다. 만일 다시 녹이 발생한 경우에는 표면처리를 다시 실시하여야 한다.

3.1.5 용접부의 표면처리

용접부의 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

(1) 용접부는 특히 발청되기 쉬운 부분이므로 별도의 언급이 없는 한 반드시 블라스팅 방법에 의해 표면처리 등급 SSPC-SP10 이상으로 처리한다. 단, 무기질징크계 하도가 도장된 후 용접수정이 필요한 국소부위의 경우에는 나금속동력공구세정 등급인 SSPC-SP11로 처리 후 동일계열의 도장재로 도장하거나, 또는 동력공구세정등급인 SSPC-SP3으로 처리후 유기계 징크리치 프라이머(에폭시계 방청도료)로 터치 업을 실시할 수 있다.

(2) 용접과정에서 발생한 용접비드의 결함은 완전히 수정한 후에 표면처리를 한다.

(3) 용접시에 발생한 용접주위의 스패터 및 잔류물은 사전에 제거하여야 한다.

(4) 용접부 주위에 스패터의 부착을 방지하기 위해 처리약품 등이 사용되었을 경우에는 표면처리 작업시에 이들을 제거하여야 한다.

(5) 용접부는 72시간 방치한 후 전처리 및 도장을 하여야 한다.

3.1.6 고장력 볼트 및 현장표면처리(설치후)

볼트는 형상에 요철이 많고 부식이 쉬우므로 도장하기 전에 방식대책을 철저하게 수립하여야 한다.

(1) 볼트는 표면처리하지 않은 상태에서 연결판을 체결한 경우에는 볼트 및 연결판에 동력공구세정(SSPC-SP3)로 처리하고 후속도장을 실시한다.

(2) 볼트를 체결하기 전에 볼트에 적절한 전처리후 도금, 화성피막처리 또는 징크리치 페인트를 한 경우에는 연결판에 불트를 체결한 후 부착이 양호한 도료를 도장한다. 이 경우 도금 또는 화성피막을 처리한 볼트가 제반성능에 문제가 없는지를 검증하고 확인하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설시 강교에 부착된 시멘트 오염물은 제거한 후 도장하여야 한다.

(4) 가능한 강교의 현장 체결부위는 지상에서 이물질 제거 및 세척후 도장을 한다.

3.1.7 표면처리방법

표면처리 기준은 다음 표 6-7-4-25 및 표 6-7-4-26 과 같다.

표 6-7-4-25 표면처리 규격요약(SSPC 및 NACE 규격)

등 급			정 의	비 고
NACE	SSPC	명 칭		
	SP 2	수공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Hand Tool Cleaning
	SP 3	동력공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Power Tool Cleaning
	SP11	나금속 동력공구 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단 피팅이 있는 소지의 피트 하부에는 녹과 헌도막의 잔류상태가 미량 허용되며, 표면조도는 최소 25㎛이상 이어야 한다.	Power tool cleaning to Bare Metal
	SP14	산업등급 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀착하여 붙어있는 밀스케일, 녹, 헌도막은 최대 10%까지 허용된다.	Industrial Blast Cleaning
	SP15	상용등급 동력공구 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타, 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 33%를 초과해서는 안되며, 표면조도는 최소 25㎛ 이상이어야 한다.	Commercial Grade Power tool Cleaning
No.1	SP 5	나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다.	White Metal Blast Cleaning
No.2	SP 10	준나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 녹, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 5%를 초과해서는 안된다.	Near-White Metal Blast Cleaning
No.3	SP 6	상용등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 헌도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 헌도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으되 33%를 초과해서는 안된다.	Commercial Blast Cleaning
No.4	SP 7	경등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 부착되어 있는, 녹, 밀스케일, 헌도막이 없어야 한다. 단, 밀착된 밀스케일, 녹, 헌도막은 허용된다. 이때 둔한 퍼티용 칼로 제거하려 해도 안될 경우에는 밀착된 것으로 간주한다.	Brush-off Blast Cleaning

표 6-7-4-26 표면처리 규격요약(ISO 8501-1)

구 분	등 급	정 의	비 고
블라스트에 의한 표면처리	Sa 1	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 붙어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막 및 기타 이물질이 없어야 한다.	Light Blast Cleaning
	Sa 2	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀스케일, 녹, 페인트 도막과 기타 이물질 중 소지에 밀착되어 있는 것은 소량 허용된다.	Thorough Blast Cleaning
	Sa $2\frac{1}{2}$	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다. 오염의 잔류 흔적은 작은 점이나 줄무늬 형태로 아주 가벼운 상태이면 허용된다	Very Thorough Blast Cleaning
	Sa 3	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막 기타 이물질이 전혀 없어야 한다. 그리고 균일한 금속 광택을 띄어야 한다.	Blast Cleaning to Visually Clean Steel
수공구 또는 동력공구에 의한 표면처리	St 2	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다.	Thorough Hand and Power Tool Cleaning
	St 3	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질을 제거하여 금속 광택을 띄는 정도 이여야 한다.	Very Thorough Hand and Power Tool Cleaning

3.1.8 표면처리 작업시 유의사항

(1) 소지조정은 도장직전에 실시하여야 하며, 시기는 공정에 따라 결정되어야 한다.

(2) 모든 도료는 적절하게 피도물에 도장이 되어야 최대의 도장효과를 얻을 수 있으며, 따라서 모든 피도물은 사용될 도료가 요구되는 정도의 표면처리를 필히 해주어야 한다.

(3) 블라스트 세정은 피도물에 기름, 용접찌꺼기, 먼지, 기타 오염물질을 제거한 후에 실시하여야 한다.

(4) 표면처리의 정도는 도장사양에 명시된 규격 이상으로 처리되어야 하며, 만일 처리된 것이 이에 미치지 않는다면, 재작업하여 규격에 맞도록 표면처리를 하여야 한다.
(5) 블라스트 세정후 표면은 부드러운 솔이나, 압축공기 또는 진공청소 방법에 의해 표면에 남아 있는 이물질을 제거해 주어야 하며, 특히 구석진 곳, 후미진 곳의 이물질을 깨끗이 제거하여야 한다.
(6) 블라스트 세정후 적어도 4시간 이내에 도장하여야 하며, 만일 표면에 재발청이 되었다면 도장전 다시 블라스트 세정하여야 한다.
(7) 다음과 같은 조건하에서는 블라스트 세정 작업을 하여서는 안된다.
① 그 주위에 건조가 되지 않은 도장물이 있는 경우
② 비나 눈이 오거나 안개, 습도가 높은 날씨일 경우
③ 표면에 심하게 녹이 발생되어 심하게 쇠비듬이 형성되어 있을 때 (이 때에는 스크레이핑(Scraping), 쪼아내기(Chipping)와 같은 동력연마세정(Power tool cleaning) 후에 행한다)
(8) 블라스트 세정 작업은 대기오염 방지 시설이 갖추어진 전용공간에서 실시한다.
(9) 상대습도 85% 이상인 때에는 블라스팅 작업을 중지한다.

3.2 도장시공

3.2.1 일반사항
(1) 계약상대자는 도장작업 시작전에 하도, 중도, 상도에 쓰일 도료가 확실히 반입되었는지 확인하여야 한다.
(2) 도장은 도료공급자의 제품자료에 따라 표준도장 시공방법에 준해 시공하여야 한다.
(3) 강구조물은 규정된 도장 계열에 따라 도장하여야 하며, 사용할 도료는 그 재질이 설계도 또는 제조업자가 제출한 제품자료와 일치하여야 한다.
(4) 현장 연결부와 연결판은 무기질 아연말 도료 50 ㎛. 도장을 한다.
(5) 도장후 급작스런 일기변화에 대비하여 제작 도장면을 보호하여야 한다.
(6) 박스외부의 상도는 공장에서 시공하는 것을 원칙으로 하고, 박스 연결부는 현장에서 도장하는 것으로 한다.
(7) 도구 및 장비는 사용후 즉시 사용도료에 해당하는 희석제나 도구세척제로 세척되어야 한다.

3.2.2 도료의 혼합
(1) 도료의 품질확인
도료의 품질확인은 다음과 같이 실시하여야 한다.
① 도료는 사용전에 저장안정기간을 경과하였는지의 여부를 확인한 다음 캔을

개봉하는 것으로 한다.

② 용기내에 있는 도료상태의 이상유무를 확인하고 사용하여야 한다.

(2) 교반

① 도료를 사용할 때에는, 교반봉이나 교반기를 사용하여 충분히 저어서 섞은 다음, 통안의 도료를 균일한 상태로 만든 후 사용하여야 한다. 특히 비중이 큰 금속안료(연단, MIO, 아연말 등)를 함유한 도료나 또는 다액형 도료인 경우 균일하게 혼합되도록 특별한 주의를 하여야한다.

② 혼합된 도료가 덩어리 등이 있어 작업성 및 도막외관에 영향을 줄 우려가 있는 경우는 적절한 크기의 망으로 거른 후 사용하여야 한다.

③ 도료의 시료검사를 할 경우에도 도료를 충분히 교반하고 나서 시료를 채취하여야 한다.

(3) 가사시간과 숙성시간

① 다액형 도료는 사용직전에 주제(主劑), 경화제 등을 혼합하여 사용하는데, 혼합후에는 서서히 반응이 진행되어 고화되기 때문에 사용가능시간(가사시간) 내에 사용하여야 한다.

② 사용중 가사시간이 경과한 경우는 사용을 중지하고 혼합된 잔여물은 폐기한다.

③ 가사시간은 제조회사의 기술자료에 따른다.

(4) 점도와 희석

① 도료는 사용에 적절한 점도로 조정후 사용하며 제조사의 허용범위를 준수한다.

② 희석은 작업성을 향상시키기 위해 실시되는데 작업시의 온도, 도장방법, 도장면의 상태에 적합한 점도가 우선적으로 유지되어야 한다.

3.2.3 도장방법

(1) 희석제가 구분되어 있는 경우에는(하절기, 동절기 등) 조건에 맞는 적절한 희석제로 구분하여 사용하여야 한다.

(2) 도장은 전체부위에 규정된 도막이 균일하게 도포되도록 도장하고 도장이 빠지거나 과도막이 흐른 부위(Sag & Drip)가 없도록 유의하여야 한다.

(3) 균일한 도막을 얻기 위하여 전부위에 도장하기 전 용접선, 구석진 곳, 가장자리 등은 부분적 줄도장(Stripe coat)을 반드시 하여 충분한 도막이 도포되어야 한다.

(4) 도장된 도막은 재도장전 충분히 건조될 수 있도록 재도장 간격을 유지하여야 한다.

(5) 도장된 도막은 건도막 측정기로 측정하고 규정보다 미달된 도장 부위는 추가도장(Additional coating)하여 규정된 도막이 되도록 수정 도장하여야 한다.

3.2.4 세부도장

(1) 모든 도료는 규격에 맞도록 전처리되어 표면에 도장되어야 하며 도장전 그 부위에 정해진 도료가 사용되었는가를 확인하여야 한다.

(2) 모든 도장은 한 공장에서 도장을 하여야 한다.
(3) 계약상대자는 도료 제조업자의 제품자료에 명시된 도막두께를 유지하도록 도장하여야 하며 재도장 간격은 제품에 따라 많은 차이가 있으므로 제품자료에 나타나 있는 도장간격을 반드시 지켜야 한다.
(4) 도장작업은 에어 스프레이(Air spray) 또는 에어리스 스프레이(Airless spray)를 사용하며, 항상 피도면과 300~400 mm 이격하여 직각으로 시공하여야 한다.
(5) 에어리스 스프레이 도장을 효과적으로 실행하기 위해서는 피도물과 도장 건(Gun)과의 거리, 도장 건의 이동속도, 분사압력, 노즐팁 등이 조건에 맞도록 선정 및 작업되어야 한다.
(6) 에어리스 스프레이 도장시 건의 이동속도는 500~600 mm/s, 겹침간격 40 %를 유지하여 실시한다.
(7) 무기질 아연말 도료, 고고형분 에폭시계 도료 등은 특별한 이유가 없으면 에어리스 스프레이로 도장하여야 한다.
(8) 에어 스프레이 도장을 할 경우에는 비산방지 대책을 사전에 강구하여 작업하여야 한다.
(9) 세밀한 부분이나 각진 부분, 요철부분, 협소한 부분 등에 대해서는 붓도장을 먼저하고 나서 에어 스프레이 도장을 실시하여야 한다.
(10) 붓 또는 로울러 도장
별도 지정된 부분이나, 스프레이 도장이 어려운 부분, 부분적인 보수도장 등에는 붓 또는 로울러 도장을 할 수도 있다.
(11) 최종 마무리 도장이 끝난 후에 미흡한 부위가 있는지 확인하고 표면을 깨끗이 유지하여야 한다.
(12) 아연염(White salt) 제거
하도도장후 장기간 대기중에 노출됨으로써 표면에 형성되는 아연염(White salt)을 제거하여야 한다.

3.2.5 재도장 간격
(1) 동일한 도료를 추가로 도장하거나 다른 도료로 후속 도장하는 경우에는 반드시 재도장 간격을 준수하여 도장하여야 한다.
(2) 재도장 간격은 최소 및 최대의 간격이 경과하기 전에 후속도장을 실시하여야 한다.
(3) 재도장 간격이 경과한 경우에는 샌드페이퍼로 표면을 거칠게 하거나 도료 또는 도료 제조회사의 지침에 따라 표면처리를 한 후에 후속도장을 하여야 한다.
(4) 각 사양별 일반적인 재도장 간격은 다음 표 6-7-4-27과 같다.

표 6-7-4-27 사양별 재도장 간격

도장부위	도장계열	도장공정	도료명칭	재도장 간격(20℃기준)
외부	GEB SED	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	우레탄계 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	우레탄계 도료	
	GED SEH	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제4층	세라믹계 우레탄 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	세라믹계 우레탄 도료	
	GEE SEJ	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	실록산계 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	실록산계 도료	
	GEJ SEL	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	수용성 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	수용성 아크릴계도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	수용성 아크릴계도료	
	SEE	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	고고형분 에폭시도료	24시간 ~ 14일
		제4층	불소 수지계 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	불소 수지계 도료	
	SEK	제1층	아연알루미늄용사	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	우레탄계 도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	우레탄계 도료	
내부	GIB	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	
	GID SIG	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제4층	세라믹계 방식도료	
	GIH SIK	제1층	수용성 무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	수용성 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	수용성 에폭시계 도료	

	SID	제1층	무기질 아연말도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	고고형분 에폭시계 도료	
	SIH	제1층	아연 용사	
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	
볼트 및 연결판	GEC SEF	제1층	에폭시계 방청도료	24시간 ~ 14일
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	우레탄계 도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	우레탄계 도료	
	GEF SEI	제1층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제2층	세라믹계 방식도료	
		제3층	세라믹계 우레탄 도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	세라믹계 우레탄 도료	
	GEG SEM	제1층	에폭시계 방청도료	24시간 ~ 14일
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	실록산계 도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	실록산계 도료	
	SEG	제1층	에폭시계 방청도료	24시간 ~ 14일
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	불소 수지계 도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	불소 수지계 도료	
	GIC	제1층	에폭시계 방청도료	24시간 ~ 14일
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
	GIF SIJ	제1층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제2층	세라믹계 방식도료	
	SIG	제1층	에폭시계 방청도료	24시간 ~ 14일
		제2층	고고형분 에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	고고형분 에폭시계 도료	

주) 위에 표시한 재도장 간격은 각 제품에 대한 일반적인 기준으로 실제 제품에 따라 다를 수 있으므로 실 제품에 대한 것은 별도로 확인하여 관리하여야 한다.

3.2.6 용접부 및 볼트체결 부위의 도장

(1) 용접부 도장

① 용접부는 일반부위에 비해 도막결함이 발생하기 쉽고 조기에 발청하기 쉬운 부분이므로 표면처리후 도장을 실시하여야 한다.

② 용접부는 용접이 끝난 48시간 이후에 도장하여야 한다. 다만 비드면을 300 ℃로 몇 분간 가열시켜 냉각시킨 경우에는 예외로 한다.

③ 용접부는 5~10 % 인산 수용액으로 중화처리하고 건조시킨 후 도장하여야 한다. 다만, 아래의 경우에는 이 처리를 생략할 수 있다.

가. 용접 후 옥외에 방치하여 녹이 발생되고, 이 녹을 충분히 제거한 경우
나. 저수소계 용접봉에 의한 수동용접 이외의 부분

(2) 고장력 볼트 체결부위 도장

부재를 고장력볼트로 접합하는 연결판 부위는 볼트를 체결한 후 연결판 및 볼트를 표면처리한 다음 도장하여야 한다.

① 하도가 무기질 아연말 도료로 설계된 경우에는 규정된 표면처리를 한 후에 무기질 아연말 도료를 도장할 수 있다. 단 무기질 아연말 도료는 구조물이 요구하는 수준의 마찰계수를 만족하여야 한다.

② 작은 붓을 이용하여 세밀힌 부분까지 충분히 도장하여야 한다.

3.2.7 연결부 틈새의 실란트 충전작업

강교의 연결부분에 틈이 발생되며 이 틈으로 수분이 유입되어 내부에 물이 고일 수 있으므로 이를 차단하기 위한 충전재 작업을 실시하여야 한다.

(1) 적용부위

박스 거더형 강교의 맨 바깥쪽 부분중 수직 및 수평 연결부위의 틈새에 적용한다.

(2) 충전방법

① 바탕면에 묻은 이물질 등은 신나로 깨끗이 닦아내고 건조시킨다.

② 도장면이 오염되거나 손상될 우려가 있는 곳은 마스킹 작업을 실시한다.

③ 후면과 관통되어 있는 곳은 후면에 종이 테이프를 부착하여 충전재가 손상되지 않도록 한다.

④ 두께가 균일하고 평활하도록 충전재를 시공한다.

3.2.8 터치 업(Touch-up)

(1) 운송, 가설, 설치 및 부분용접 등으로 손상이 발생된 부분은 원칙적으로 최초와 동일한 표면처리 및 도장 시방대로 도장하여야 한다.

(2) 손상부분이 극소수일 경우 동력공구로 녹을 제거하고 손상된 도막면은 샌드페이퍼를 사용하여 주변 도막과의 단차를 적게 하여야 하며, 손상된 면 주위를 활성화시켜 도료가 부착하기 쉽게 하여야 한다.

(3) 터치 업 재료는 본체에 적용되는 동일계열의 하도로 도장하며 동력공구 세정조건에 적합한 재료를 사용하여야 한다.

(4) 터치 업 부분의 면적이 큰 경우에는 블라스트 세정방법으로 처리한 후 도장하는 것을 원칙으로 한다.

3.2.9 미스트 코트(Mist coat)

(1) 무기질 아연말 도료를 도장하고 후속 도료를 도장할 경우에는 부풀음현상(Popping) 및 미세한 기공(Pinhole) 등이 발생되므로 이런 결함을 차단하기 위해서 반드시 미스트 코트를 실시하여야 한다.

(2) 미스트 코트 방법은 무기질 아연말 도료 위에 후속도장되는 도료에 신나를 약 50 % 정도 희석하여 30~50 μm 두께로 도장한 다음 약간 건조된 상태

에서 추가도장을 하는 방법이며, 이때 후속 도장되는 도료는 최초 설계된 도막과 일치하도록 도막두께를 관리하여야 한다.

3.3 현장품질관리

3.3.1 모든 도료는 도막두께를 유지하도록 도장하며 재도장 간격은 도료에 따라 많은 차이가 있으므로 각 제품의 제품자료에 따라 재도장 간격을 준수한다.

3.3.2 도장검사

(1) 감독원의 승인 없이는 어떠한 경우라도 도장에 임할 수 없으며 불량하다고 지적받은 부위는 즉시 수정작업을 하여야 한다.

(2) 후속 도장시는 종전 도막의 오염, 먼지의 제거 및 건조상태 등을 확인 받아야 한다. 감독원은 매회 도장에 대한 건조도막 두께를 측정하여야 하며, 계약상대자는 도막두께가 미달된 부분은 재도장 작업을 하여야 한다.

(3) 계약상대자는 감독원에게 필요시 다음 표 6-7-4-28에 제시된 검사기기 및 장비를 제공하여야 한다.

표 6-7-4-28 검사기기 및 장비

확 인 사 항	비 고
(1) 온도계/대기측정용 또는 소지 및 대기겸용	
(2) 상대습도 측정기	
(3) 카메라	
(4) 표면처리 표준사진첩(SSPC-Vis 1&3 또는 ISO8501-1 책자)	
(5) 소지초면 측정 온도계	
(6) 표면조도 측정 게이지	
(7) 조도 표준판	
(8) 핀홀 탐지기(Pinhole detector)	
(9) 부착력 시험기기(Adhesion tester) 또는 컷트 칼(Cut-knife)	
(10) 확대경	
(11) 건조 도막 두께 측정기(DFT(Dry Film Thickness) Guage)	
(12) 습도막 두께 측정기(WFT(Wet Film Thickness) Guage)	
(13) 검사용 거울(Inspection mirror)	
(14) 이슬점 환산표 또는 이슬점 계산자	
(15) 리트머스지(PH 측정용)	
(16) 염분도 측정지	
(17) 작업복(Boiler suit)	
(18) 손전등(Flash)	
(19) 작업 안전화	
(20) 작업 안전모	
(21) 검사용 분필 또는 마킹펜(Marking pen)	
(22) 검사용 스크레이퍼(Scraper)	

(4) 계약상대자는 본 공사를 위해 자체도장 품질관리 요원을 선정 활용하며 도장시공의 진행 및 현장도장 상태를 수시로 사전 확인하고 미비한 부위를 수정토록 함으로써 양호하고 신속한 도장공사가 될 수 있도록 협조하여야 한다.

(5) 자체 품질관리 요원, 도급회사 품질관리 요원 및 도장 검사요원은 당일 검사할 부위의 사전상태를 확인후 도장검사 성적서 양식에 따라 검사후 감독원에게 승인을 받아야 한다.

(6) 도장검사는 대외적으로 인정되어 있는 제3의 독립기관(NACE, PROSIO, KACE 등)에서 자격을 인증받은 고급이상의 전문도장 검사자에 의하여 수행되어야 한다.

3.3.3 도막두께 검사 및 관리

(1) 도막외관

도장중 또는 건조후 도막외관을 관찰하여 평가하여야 하며 결함이 발견될 경우에는 발견 즉시 수정하여야 한다.

(2) 도막두께

① 도막두께는 규정에 따라 검사하여야 하며, 그 결과는 반드시 기록하고 유지되어야 한다. 단, 도막두께가 미달되는 경우에는 후속 도장전에 이에 대한 보정이 되어야 한다.

② 도막두께의 편차를 최소화하기 위해서는 도장작업시 사용량, 작업성 등에 충분히 유의하여야 한다.

③ 습도막 측정은 건조도막 두께의 정확한 관리를 위한 방법으로서 도장작업 과정에서 수시로 습도막 두께를 측정하여 작업표준을 설정하고 유지하여야 하며, 건조도막 두께와의 관계를 사전에 인지하고 측정하여 그 변화를 확인하여야 한다.

④ 건조도막 두께의 측정은 건조가 완료된 후 시행하여야 하며 그 결과를 반드시 기록 유지관리하여야 한다.

⑤ 강교도막의 검사는 건조도막 측정기로 측정하며, 측정횟수와 판정기준은 SSPC PA2에 따른다.

3.3.4 도막의 품질기준

도장작업이 완료된 도막의 품질기준은 다음 표 6-7-4-29과 같다.

표 6-7-4-29 도막의 품질기준

항 목	품질기준	비 고
건조도막의 두께	SSPC-PA2 기준 적용	
부착력	x-cut test 3A 이상일 것	테이프 부착시험
외관상태	핀홀 등이 없고 양호할 것	육안판정

3.3.5 도장수정

도장막에 현저한 결함이 있는 경우에는 도장수정을 실시하여야 한다. 도장수정은 도장막 결함의 발생원인을 조사하여 그 대책을 강구하고 결함의 종류에 따라 적합한 방법으로 실시하여야 한다. 도장수정은 다음과 같은 방법으로 하여야 한다.

(1) 사용하는 도료의 상품명이 다르거나 조합불량의 도료인 경우에는 원칙적으로 공장에서는 전면 블라스트를 다시하고 현장에서는 소지조정을 다시 하여야 한다.

(2) 소지조정이 원인이 될 때는 철저한 소지조정을 다시 하여야 한다.

(3) 도장막이 건조되기 전에 습도의 급변, 강설, 강우 등에 의하여 도장면에 이상이 발생하거나 도장막 건조후에 이상이 발생한 도장막 표면을 샌드페이퍼 등으로 잘 다듬질하고 재도장하여야 한다.

(4) 건조후에 도장막이 얇아서 앞의 도장 성상이 투시되는 경우에는 도장막을 벗기지 말고 재도장 하여야 한다.

(5) 도장막 건조후 도장막에 주름, 부풀음, 갈라짐, 안먹힘, 벗겨짐 등이 발생했을 때에는 이상이 발생한 도장막 부분을 벗겨내고 그 층은 재도장하여야 한다.

6-8 교량가설공

6-8-1 슬래브공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량 상부에 설치하는 슬래브 공사의 일반적 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-4-1 콘크리트 일반
1.2.3 6-5 철근공

1.3 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절에 따라 공사계획에 맞추어 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당 사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당 사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 타설준비

3.1.1 교량 슬래브는 통행차량에 노출되어 차량하중 온도, 건조수축 및 크리프에 의한 영향을 직접 받는 중요한 부분으로서 설계도서를 충분히 검토하여 시공계획을 수립하여 시공에 임하여야 한다.
3.1.2 슬래브 콘크리트 타설 전 기능공을 모아놓고 각자 임무를 부여한 후 면마무리, 바이브레이터 사용 등의 작업에 대한 사항과 교량 난간에서의 추락 등의 안전에 대한 교육을 사전에 실시토록 한다.
3.1.3 펌프카 고장 발생 시 대비책을 사전 강구하여야 한다.
3.1.4 우기를 대비하여 비닐을 준비토록 한다
3.1.5 양생제 살포 후 마대를 덮고, 습윤상태를 유지한다.
3.1.6 연약 지반상에 동바리를 설치하여 슬래브를 타설하는 교량은 침하가 발생되

지 않도록 사전에 조치한 후 감독원의 승인 하에 시공한다.

3.1.7 상부 슬래브 타설 전 교량받침 고정을 철저히 하여 콘크리트 타설시 교량받침 위치가 변경되지 않도록 하고 교량받침의 임시 잠금 장치는 슬래브 타설 후 제거토록 한다.

3.2 거푸집, 동바리, 비계

3.2.1 거푸집

(1) 거푸집 표면상태 및 박리제 도포상태를 확인하여야 한다.

(2) 가로 버팀대 및 세로 버팀대의 간격이 콘크리트 중량에 대하여 적절히 되어 있는가 확인하여야 한다.

(3) 폼 타이(form-tie) 혹은 타이 볼트(tie-bolt)의 간격이 적절히 배치되었고, 종·횡 방향으로 열이 맞는가 확인하여야 한다.

(4) 콘크리트 타설 전 조임 장치를 재확인하여야 한다.

(5) 거푸집의 제거시기를 결정할 때는 구조물의 특성, 위치, 기후와 콘크리트의 경화에 영향을 미치는 여러 가지 조건을 고려하여 결정하여야 한다.

3.2.2 동바리

(1) 동바리 및 비계는 시공 전 현장여건을 감안한 구조 검토를 면밀히 한 후 시공한다. 특히, 교량상부 공사 중에 사고발생 위험성(침하, 전도, 붕괴, 추락) 등이 많으므로 시방에 의한 관리에 철저를 기한다.

(2) 일반적으로 설계에는 목재 및 강재로 설계되어 있으나 현장여건에 따라 감독원의 승인을 득한 후 그 공법을 달리할 수도 있다.

(3) 동바리를 받칠 원지반이 견고한가를 조사토록 하고, 견고하지 않을 경우 바닥을 다져 충분한 지지력을 확보한 후 콘크리트를 치거나 H-Beam 등을 설치하여 원지반을 보강토록 한다.

(4) 콘크리트 고정하중 및 작업하중을 고려한 동바리의 안정성을 검토하여야 한다.

(5) 각 조임 부분은 견고하게 연결되어 있는가 확인하며, 원칙적으로 볼트이음을 하도록 한다.

(6) 구조물에 수평 연직 방향 다같이 4 m 이하의 간격으로 벽 이음을 설치하여야 한다.

(7) 콘크리트 타설 도중 동바리에 변형이 오면 즉시 타설을 중지하고, 변형원인을 규명하여 더 이상의 변형이 생기지 않도록 조치하여야 한다.

(8) 강재 동바리 위에 목재 동바리 설치 시 강재 동바리와 목재 동바리 사이에서 분리되어 붕괴 사고가 일어나기 쉬우므로 하중 전달이 잘 되도록 견고하게 연결시켜야 한다.

3.2.3 비 계

(1) 비계는 안전을 고려한 도면을 작성하여 감독원의 승인을 얻은 후 설치한다.

(2) 직접기초 위에 비계를 지지하는 것을 원칙으로 하고, 부득이한 경우 바닥을 충분히 다져 지지력을 확보한 후 콘크리트를 치거나 H-Beam 등을 설치하여 원지반을 보강한다.

3.3 슬래브 타설

3.3.1 동바리 설치는 슬래브 콘크리트 타설에 따른 장비 및 인원 등이 동원되어 하중이 증가되므로 설계상의 동바리 설치간격 및 지반 지지력 상태를 면밀히 검토한다.

3.3.2 교량 슬래브 거푸집 바닥은 가로보(cross beam) 상면과 평행하게 설치하여야 하며, 거푸집 조립 후 모르타르가 새어나가는 일이 없도록 틈을 철저히 조사하여 틈 발생 부위는 적절한 조치를 강구하여야 한다.

3.3.3 데크피니셔 레일 설치는 편경사에 맞추어 배수처리에 이상이 없도록 하고, 슬래브 콘크리트 타설 전 데크피니셔{약 29.4 kN(3 tonf)}를 가동하여 침하량을 측정하고 침하량을 보정한 후 슬래브 콘크리트를 타설한다.

3.3.4 데크피니셔 시공 순서는 종단경사가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 동일 종단의 경우 데크피니셔 드럼 가동은 편경사가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 가동시킨다.

3.3.5 드럼은 약 10~15 °정도를 유지하여 사용토록 하고, 드럼 자국(파도 형상)을 제거할 수 있도록 드럼 후면에 플레이트 패널(plate panel) 마다 마무리 작업을 할 수 있도록 설치하여야 한다.

3.3.6 슬래브 콘크리트 타설은 전 부분에 고르게 타설하고, 데크피니셔 전방에 과도한 양을 미리 타설하면 작업성 및 슬럼프 저하가 우려되므로 전방 약 3m 정도의 여유분이 타설되어 있는 상태로 작업이 진행되도록 한다.

3.3.7 시공조인트가 발생되지 않도록 연속적인 콘크리트 타설이 될 수 있는 장비 가동상태 확인 및 인원 확보가 되어야 한다.

3.3.8 슬래브 콘크리트 타설 시 콘크리트 하중에 의한 실제 침하량과 계산 처짐량을 비교할 수 있도록 침하계를 설치하여 콘크리트 타설완료 후 24시간 동안 수시로 확인하여야 한다.

3.3.9 슬래브 콘크리트 타설에 필요한 동원인원, 장비, 및 시기 등에 대한 계획서를 제출하고 타설 1일전 검측을 받아야 한다.

3.3.10 슬래브가 곡선구간으로 편경사가 있을시 쏠림현상이 발생될 수 있으므로 횡버팀목을 촘촘히 설치한다.

3.3.11 비 온 뒤 바로 슬래브 콘크리트 타설 시는 동바리 설치부의 지반이 연약해지기 쉬우므로 지반 침하에 유의한다.

3.3.12 PSC 거더교인 경우 PSC 거더의 솟음에 의하여 콘크리트 타설 시에 처짐(약 10~20 mm)이 발생되므로 이를 감안하여 시공한다.

3.3.13 양생기간 동안 하중(고정하중 및 활하중)을 싣거나 충격을 가하는 등 기타

응력이 발생치 않도록 충분히 보호하여야 한다.

3.3.14 상부 슬래브 타설 전 교량받침 고정을 철저히 하여 콘크리트 타설 시 교량받침 위치가 변경되지 않도록 하고 교량받침의 임시 잠금장치는 슬래브 타설 후 제거토록 한다.

3.3.15 연약지반상에 동바리를 설치하여 슬래브를 타설하는 교량은 침하가 발생되지 않도록 사전에 조치한 후 감독원의 승인을 받은 후 시공한다.

3.3.16 특히 사각 라멘교의 둔각부는 철근이 복잡하게 배근되므로 콘크리트 타설시 적합한 다짐장비를 사용하여 재료강도 확보 및 재료의 균질성이 보장될 수 있도록 다짐을 충분히 시행하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.4 슬래브 양생 관리

3.4.1 양생재의 재료는 6-4-1에 따르되 감독원의 사전 승인을 얻어야 한다.

3.4.2 모든 콘크리트는 규정된 강도가 완전히 발휘될 수 있을 때까지 양생하여야 한다.

3.4.3 양생 시 외부 온도 변화에 의한 영향을 고려하여 양생 방법과 순서 및 이에 소모되는 자재, 장비에 관하여 사전에 감독원의 승인을 얻어야 한다.

3.4.4 양생 후 발견된 균열에 대하여는 계약상대자 부담으로 보수하여야 하며, 추후 유지관리에 활용할 수 있도록 발생 위치·규모·원인·발전 과정·보수 공법·등을 기록한 보고서를 준공 시 설계도서에 포함하여 별도 제출하여야 한다.

3.4.5 감독원의 지시에 의해 육안 조사 이외에 균열의 깊이와 폭을 정확히 측정하여야 할 필요가 있을 경우 비파괴시험 및 코아 채취 등을 실시하여야 하며, 이에 따른 비용은 계약상대자 부담으로 한다.

6-8-2 중공슬래브교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 R.C 및 P.C 중공슬래브 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

총칙편 2-4 공무행정 및 제출물

1.3 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 중공관 강도 시험성적서를 제출하여야 한다.

2. 재 료

중공관은 아연도강판의 파형(corrugated) 형식의 중공관을 사용하며, 품질검사 전문기관에서 실시한 외압에 대한 강도시험 성적서를 제출하여 감독원의 승인을 얻어야 한다.

3. 시 공

3.1 중공관의 고정

타설 시의 콘크리트는 거의 유체와 같으므로 중공관에 의해 공제된 부피만큼의 부력이 발생한다. 따라서 부력에 의해 중공관이 밀려 올라가지 않도록 단단히 고정시켜야 한다.

3.2 시공시 주의사항

3.2.1 콘크리트 타설 중 콜드 죠인트(cold joint)가 생기지 않도록 콘크리트 타설 계획을 수립하여 감독원의 확인을 받은 후 시행하여야 한다.

3.2.2 콘크리트 타설은 전 경간의 중앙부터 300 mm 두께 이하로 타설하며, 동바리에 균등한 하중이 재하되도록 하여야 한다.

3.2.3 중공관 부상방지용 간격재는 500 mm 간격으로 느슨하지 않도록 묶고 정위치에서 이탈되지 않도록 하여야 한다.

6-8-3 PSC 거더교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 거더 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-1 시멘트
1.2.3 13-3 골재
1.2.4 13-11 PS 강재
1.2.5 6-5 철근공
1.2.6 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1.3 참조 규격

1.3.1 한국산업규격(KS 규격)
KS D 7002 PC강선 및 PC 강연선
1.3.2 관련 시방서
콘크리트 표준시방서 제26장 프리스트레스트 콘크리트

1.3 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 제작장 설치 계획서 및 시험 성과표를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 시멘트

13-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 골 재

13-3절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 PS 강재

13-11절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 그라우팅

6-6절 2.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 준 비

3.1.1 제작장 선정

(1) 거더 제작과 야적에 충분한 면적을 확보하여야 한다.

(2) 제작중 지반의 부등침하가 발생하지 않도록 충분한 지지력을 확보하여야 한다.

(3) 제작된 거더의 반출이 용이한 곳이어야 한다.

(4) 홍수위 (H.W.L) 이상의 안전한 곳에 위치하여야 한다.

3.1.2 PSC 거더 제작대 설치

(1) 제작대는 빔 제작, 인장, 보관 시 지반침하(변형) 등이 발생하지 않도록 충분한 지지력과 평탄성이 확보되어야 한다.

(2) 제작대는 지반면 보다 높게 하여 작업 중 또는 강우 등으로 인한 배수가 충분히 이루어지도록 하여야 한다.

(3) 제작대 횡방향 간격은 작업자가 충분히 통행할 수 있고 거푸집 조립 및 해체 시 장애가 되지 않도록 하여야 하며, 불의의 사고로 전도할 경우를 대비하여 인근 거더에 연속적인 피해를 입지 않도록 충분한 간격과 수평을 유지하여야 한다.

(4) 거더의 종방향은 인장 및 그라우팅 장비가 충분히 작업할 수 있는 간격을 유지하여야 한다.

(5) 제작된 순서대로 사용할 수 있도록 운반 공간을 충분히 확보하여야 한다.

(6) PS 강재 인장작업 시에는 침하 현상이 일어나지 않도록 지반과 거푸집 지지대를 견고히 하여야 하며, 보의 자중과 철제 거푸집의 중량으로 인한 변형이 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.2 철근조립

6-5절 3.2항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3 쉬스관 및 강선배치

3.3.1 PS 강재는 설계도서에 나타난 형상 및 치수에 일치하도록 하고, 이를 배치할 때에는 쉬스관과 정착장치에 흠이 생기지 않도록 주의하여야 한다.

3.3.2 PS 강재 및 쉬스관은 긴장재에 인장력을 줄 때 지장이 없도록 콘크리트 블록, 강재 등으로 견고하게 지지하고 콘크리트를 칠 때 거푸집과의 상대위치가 바뀌지 않도록 하여야 한다.

3.3.3 거푸집 내에 있어서 PS 강재의 위치 변동은 연단응력에 지장이 없도록 하여야 한다.

3.3.4 PS 강재 및 쉬스의 배치가 끝나면 검사를 하여 파손여부 및 위치의 변동을 수정하여야 한다.

3.3.5 PS 강재 배치의 허용오차는 부재치수가 1 m 미만인 경우에는 5 mm 를 넘지 않아야 하고 1 m 이상인 경우에는 부재치수의 1/200을 넘지 않아야 하며, 어떠한 경우라도 10 mm 를 넘지 않아야 한다.

3.3.6 PS 강재 배치 시에는 매 1 m 마다 결속선으로 견고하게 철근에 결속하여 콘크리트 타설 시 PS 강재의 위치가 변동되지 않도록 하여야 한다.

3.3.7 PS 강재 및 정착장치의 배열, 위치, 정착상태 등은 감독원의 검측을 받아야 하며, 시정요구가 있을 시에는 지체없이 시정·보완하여야 한다.

3.3.8 정착장치와 쉬스관은 설계도서와 일치되도록 배치하고 튼튼하게 고정하여 콘크리트 타설 중에 움직이지 않도록 하여야 한다.

3.4 정착 및 접속장치의 조립 배치

3.4.1 정착장치 및 접속장치는 설계도서에 표시된 형상과 치수에 일치하도록 조립하고, 위치와 방향을 정확하게 배치하여야 한다.

3.4.2 정착장치의 지압면은 PS 강재와 직각이 되도록 설치하여야 한다.

3.4.3 PS 강재를 이어대는 경우 접속장치는 강재에 인장력을 줄 때 인장측에 충분히 이동될 수 있도록 하여야 한다.

3.4.4 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 검측을 하고 파손된 것은 보수하거나 재설치 하여야 한다. 또한 위치가 변동했으면 바로 고쳐야 한다.

3.5 거푸집 설치 및 검사

3.5.1 거푸집판의 모든 이음부는 모르타르가 새어나가지 않도록 폴리스틸렌(polystyrene)수지 또는 기타 승인된 재료를 이용하여 얇은 띠로 밀봉하여야 한다.

3.5.2 바닥판은 콘크리트의 소요강도 발휘 후 프리스트레스를 도입하여 재사용이 가능하므로 일반측벽과는 분리 제작토록 하여야 한다.

3.5.3 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.

3.5.4 거푸집은 소정의 강도와 강성을 갖도록 하여 완성된 프리스트레스 콘크리트 구조물의 위치, 형상 및 치수가 바르게 되도록 제작하여야 한다.

3.5.5 거푸집은 공사 중에 받는 연직방향 하중, 횡방향 하중 및 콘크리트의 측압 등을 고려하여 유해한 변형, 침하를 일으키지 않도록 충분히 견고하게 시공하여야 한다.

3.5.6 거푸집의 사용재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성 등 콘크리트 부재에 악영향을 주지 않는 구조이어야 한다.

3.5.7 특수 거푸집을 사용하는 경우에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.6 양생관리

6-6절 3.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.7 인장작업

3.7.1 스트랜드(강연선)는 제조회사로 부터 규격별 시험성과표를 받아 이를 기준으로 인장관리를 하여야 하며, 그렇지 못할 경우는 KS D 7002 SWPC7B Ø12.7 mm의 표준규격에 따라 인장관리 계획서를 작성하고 추후 현장에서 시험인장을 실시하여 차이가 발생할 때에는 이를 수정·보완하여야 한다.

3.7.2 마찰손실계수 k, μ값은 「도로교 설계기준」에 정해진 값을 기준으로 한다. 다만, 인장관리 시에는 현장 실측 결과에 따라 이를 보정하여 사용하여야 한다.

3.7.3 프리스트레스의 도입 시기는 콘크리트의 강도가 구조계산서의 프리스트레스 도입 시 강도 이상(프리스트레스 도입에 의한 최대 압축응력의 1.7배 이상)이어야 한다.

또한, 특별히 규정되지 않는 한 부재의 양생조건과 동일한 상태에서 양생시킨 공시체의 압축강도가 프리텐션 부재에서는 30 MPa, 포스트텐션 부재에서는 28 MPa이 될 때까지 콘크리트에 힘을 가하지 않아야 한다.

3.7.4 강선 인장결과의 허용범위는 인장계획표(수정)에 의한 신장력, 즉 이론적 계산치와 실제 현장에서 실측된 신장량의 차이에 의해 산출된 것으로 ±5 % 를 적용한다.

3.8 PSC 거더 긴장 시 주의사항

3.8.1 PS 강재의 긴장순서는 설계도서에 표시한 순서대로 긴장한다.

3.8.2 실제 긴장력과 늘음량이 일치할 때는 상관없으나 상이한 결과가 나올 때는 늘음량을 기준으로 하여 설계 늘음량의 5 % 이내에서 조정한다.

3.8.3 긴장은 설계도서대로 양단 긴장을 하며, 긴장력이 동시에 작용하도록 한 개의 유압기를 사용한다.

3.8.4 일단 긴장방법은 긴장력의 증가 및 웨지의 활동으로 소요 긴장력 및 늘음량이 불확실하여 바람직하지 못하므로, 부재의 길이가 짧거나 곡률이 작을 때 등 긴장력의 손실량이 작을 때 사용하여야 한다.

3.8.5 PS 강재의 배치 작업 시 위치오차에 의한 원인과 긴장작업 잘못으로 인하여 수평휨(sweep)이 작용될 수 있으므로 이 절 3.3.5의 오차한계 이상은 수정하여야 한다.

3.8.6 인장 시에는 안전을 위하여 인장 잭의 뒷부분을 피하고 옆에서 관리할 수 있도록 하여야 한다.

3.8.7 잭을 정착구에 설치하기 전에 자연상태로 된 PS 강재의 정착구 바로 뒷부분을 지워지지 않도록 페인팅을 하여야 한다.

3.8.8 잭을 정착구에 설치한 후 매 10 MPa압력마다 잭의 램(ram) 길이를 측정하여야 한다.

3.8.9 잭의 압력 게이지는 공인된 교정기관에서 교정을 받은 후 사용한다.

3.8.10 설계도서에 명시된 긴장력을 고려하여 유압기 용량을 선정하여야 한다.

3.9 운반 및 보관 시 주의사항

3.9.1 기 제작된 거더는 시공계획에 의거 수직으로 세워 운반하여야 한다. 또한 운반 시 지지점의 위치·적재 및 취급방법 등에 대하여는 전문기술자의 지시에 따라야 하며, 적재·운반·취급에 따르는 모든 위험손실은 계약상대자가 부담하여야 한다.

3.9.2 기 제작된 부재의 저장, 인상 등 취급 시에는 균열이나 파손을 입지 않도록 각별히 주의하여야 한다. 취급이나 저장상의 과실로 파손되었을 때에는 계약상대자 부담으로 이를 교체하여야 한다.

3.9.3 거더 받침대를 견고히 하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.9.4 바람 등에 전도되지 않도록 횡방향 지지대를 설치하여야 한다.

3.9.5 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되도록 하여야 하며, 가로보의 노출철근이 녹슬지 않도록 보호하여야 한다.

3.10 가설 시 주의사항

3.10.1 프리스트레스트 콘크리트 거더는 설계도서에 표시된 위치에 정확히 설치하여야 한다.

3.10.2 프리스트레스트 거더 가설 시 온도가 +5 ℃ 이하이거나 +15 ℃ 이상일 경우에는 감독원이 사전 지시를 하여 네오프렌(neoprene) 지압판들을 인위적으로 변화시킴으로써 온도가 10 ℃ 일 때 복원되도록 하게 할 수 있다. 고정단일 경우에는 거더를 가설하기 전에 고정핀이 들어갈 수 있도록 구멍이 있는 철판을 보에 설치하여 지압판을 접시나사못으로 고착시켜야 한다.

3.10.3 거더가 종단방향으로 0.5 % 이상의 경사로 놓일 경우에는 부착될 철판도 그 경사에 맞추어 사각을 내야 하며, 고정핀 구멍이 없는 유사한 사면 철판을 접시나사못 없이 신축 지압판의 철판에 고착시켜야 한다.

3.10.4 PSC 거더 하부에는 안전망을 설치하여 낙하물로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.

3.10.5 거더의 인양 시 크레인 와이어는 반드시 리프트 구멍에 삽입하고 상부의 접촉면에 패드를 끼워야 한다.

3.10.6 거더를 거치한 후에는 와이어로프와 쐐기를 이용하여 거더를 설치한 후 곧

바로 설계도서에 명시된 방법으로 전도방지를 위한 조치를 취하여야 한다.

3.10.7 거더를 가설한 후 받침 고정용 볼트를 체결하여야 한다.

3.10.8 가설중인 교량의 하부에는 차량통행 및 중기의 작업을 철저히 통제하여야 하며, 가설 시에는 안전요원을 상주토록 하여야 한다.

3.10.9 야간 가설 시에는 조명시설 등을 보완하여 설치하고 안전에 각별히 주의하여야 한다.

6-8-4 프리플렉스 거더교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 프리플렉스 거더 교량 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-4-1 일반콘크리트
1.2.3 13-12 구조용 강재
1.2.4 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공
1.2.5 6-7-1 강교제작 및 가설

1.3 참조규격

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험방법

1.4 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 제작장 설치 계획서 및 강도 시험성적서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트

2.1.1 6-4-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.
2.1.2 사용 콘크리트의 압축강도는 다음과 같다.
(1) 하부 플랜지 콘크리트 : fck ≥ 40 MPa
(2) 복부 콘크리트 : fck ≥ 27 MPa
(3) 가로보 슬래브 콘크리트 : fck ≥ 27 MPa
(4) 릴리즈(release) 시 콘크리트 : fck ≥ 35 MPa
(5) 가로보 및 콘크리트 바닥판 : fck ≥ 27 MPa

2.2 강 재

13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 제작장 구비조건

3.1.1 제작장 선정

(1) 거더 제작과 야적에 충분한 면적을 확보하여야 한다.

(2) 제작 중 지반의 부등침하가 발생하지 않도록 충분한 지지력을 확보하여야 한다.

(3) 제작된 거더의 반출이 용이한 곳이어야 한다.

(4) 홍수위(H.W.L) 이상의 안전한 곳에 위치하여야 한다.

3.1.2 재하대, 횡 지지장치 및 회전틀의 기초는 설계도서에서 정하는 기초로 하고, 그 두께는 0.25 m 를 표준으로 한다.

3.2 강형의 제작

3.2.1 품질관리에 대하여 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.2.2 프리플렉스 거더에 쓰이는 강거더의 제작 시에는 재료의 검사, 용접검사 외에 특히 강거더의 높이, 솟음에 대하여 정밀히 검측을 실시하여 프리플렉션 시의 기준으로 사용한다.

3.2.3 프리플렉션 작업 중 용접부분에 변형이 생겼을 경우에는 계약상대자의 부담으로 재시공하여야 한다.

3.3 프리플렉션

3.3.1 강형제작 시 누적 되어있는 잔류응력량을 측정하여 잔류응력이 잔존해 있을 경우에는 이를 적절한 방법으로 제거하여야 한다.

3.3.2 프리플렉션 도입 및 릴리즈 시 거더에 도입된 응력, 변형률, 캠버 및 유압을 동시에 측정하여 설계 시 계산된 응력과 비교, 확인하여야 한다.

3.3.3 솟음(camber)검사

(1) 각 단계의 프리플랙션 작업으로 필요한 하중을 가한 뒤 강거더의 솟음을 측정하여 솟음량이 설계값과 맞지 않는 경우 보정을 하여야 한다. 이때, 그 오차가 하중의 ±5 % 이내에서는 솟음량으로 조정하여야 한다.

(2) 설계도서에 표시한 소정의 처짐이 되면, 강형 양단에 강결볼트를 2개씩 2개조로 하중을 고정시키고 강거더의 솟음을 조정하여야 한다. 이 때 프리플렉션의 솟음은 {(제작솟음)-(잔류처짐)}-{하중 조정 후의 처짐}으로 구한다.

3.3.4 프리플렉션에 쓰이는 기계와 설비의 성능은 품질검사전문기관의 인증을 받아야 한다.

3.3.5 특수한 프리플렉션 공법을 사용하는 경우에는 반드시 감독원의 승인을 얻어야 한다.

3.4 철근조립 및 콘크리트 타설

3.4.1 철근 조립

(1) 철근은 만곡공구와 절단기구를 이용하여 설계도서에서 지시한 대로 가공한다.

(2) 철근을 조립할 때 철근이 교차하는 부분은 결속선을 사용하여 조립한다.

(3) 철근의 피복두께를 확보하기 위해서는 간격재(spacer)를 사용한다.

(4) 스트럽은 그 끝을 복부판에 충분히 용접하여 고정시킨다.

3.4.2 거푸집 설치

(1) 거푸집은 강재거푸집을 사용하고 다짐 시 진동에 의해 변형하지 않는 견고한 동바리를 설치하여야 한다.

(2) 거푸집에 부착된 먼지와 녹 등의 불순물은 와이어 브러쉬 등으로 깨끗이 청소하고 박리제를 발라야 한다.

3.4.3 콘크리트 타설

콘크리트 타설은 이 시방서 6-4-1절 3.4에 따르며, 시험은 다음과 같이 한다.

(1) 슬럼프 시험은 KS F 2402에 의해 공시체의 시료채취와 동시에 실시하여야 한다.

(2) 공시체의 시료는 콘크리트를 치는 장소에서 채취하고 한번 칠 때마다(주형 2개당) 표 6-4-8-1과 같은 개수를 채취한다. 다만, 공시체의 수는 감독원의 지시에 따라 증가시킬 수 있다.

(3) 콘크리트 타설 시 콘크리트를 충분히 채우도록 하기 위해 바이브레이터로 철저히 다짐을 하여야 한다.

(4) 하부 플랜지 콘크리트는 적절한 혼화제를 사용하여 크리프, 건조수축의 영향을 적게 하는 것이 좋다.

(5) 4℃ 이하의 온도에서는 한중콘크리트 타설계획을 수립하여 감독원의 확인을 받은 후 타설하여야 한다.

표 6-8-4-1 PF 거더교 콘크리트 치기 시 공시체 제작과 양생

구 분	공시체의 수	양 생 방 법	비 고
릴 리 스 시	3	부재와 같은 양생 (현장양생)	
릴 리 스 예 비	3	부재와 같은 양생 (현장양생)	
f_{cu} 시 험	3	표 준 양 생	
계	9		

3.4.4 거더의 양생 및 거푸집 제거

(1) 거더의 양생은 이 시방서 6-6절 3.6에 따른다.

(2) 거푸집의 제거시기는 콘크리트 강도가 15 MPa 이상일 때가 적합하다.

3.5 운반 및 보관

3.5.1 기 제작된 거더는 시공계획에 의거 수직으로 세워 운반하여야 한다. 또한 운반 시 지지점의 위치, 적재 및 취급방법 등에 대하여는 전문기술자의 지시에 따라야 하며, 적재, 운반, 취급에 따르는 모든 위험손실은 계약상대자가 부담하여야 한다.

3.5.2 기 제작된 부재를 저장, 인상 등 취급 시에는 균열이나 파손을 입지 않도록 각별히 주의하여야 한다. 취급이나 저장상의 과실로 파손되었을 때에는 계약상대자 부담으로 이를 교체하여야 한다.

3.5.3 거더 받침대를 견고히 하여 부등침하가 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.5.4 바람 등에 전도되지 않도록 횡방향 지지대를 설치하여야 한다.

3.5.5 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되도록 하여야 하며, 가로보의 노출철근이 녹슬지 않도록 보호하여야 한다.

3.6 하중제거(release)

3.6.1 콘크리트에 프리스트레스를 줄 때는 콘크리트 압축강도가 35 MPa이상인 것을 확인 후 시행한다.

3.6.2 하중의 증가는 분당 50 kN을 초과하지 않도록 한다.

3.7 거더 가설 시 주의사항

3.7.1 프리플렉스 거더 하부에는 안전망을 설치하여 낙하물로 인한 안전사고를 사전에 예방하여야 한다.

3.7.2 가설 중인 교량하부에는 차량통행 및 중기의 작업을 철저히 통제하여야 하며, 안전요원을 상주토록 하여야 한다.

3.7.3 야간가설 시에는 조명시설 등을 보완하여 설치하고 안전에 각별히 유의하여야 한다.

3.7.4 가설 시 사용되는 받침목(쐐기)은 단단한 목재를 사용하여 코핑과 하부 케이싱 콘크리트 사이에 유격이 없도록 단단히 박는다.(사각이 있는 교량인 경우에는 교대 및 교각에 평행하게 받침목을 받치지 말고 거더에 직각방향으로 박는다) 받침목은 슬래브 콘크리트 타설 후 거푸집 제거시기까지 제거하지 않아야 한다.

3.7.5 거더와 거더를 서로 연결하는 브레이싱은 32 mm 이상의 철근이나 앵글을 사용하고 용접을 한다. 브레이싱의 설치장소는 양쪽 빔 단부와 가로보가 놓이는 위치에 둔다.

3.7.6 와이어로프가 닿는 하부 케이싱 콘크리트의 부위는 고무보호대 또는 적당한 장치를 사용하여 파손을 방지하여야 한다.

3.7.7 가설 시 거더의 중심선과 받침의 중심선은 항상 정확히 일치시켜야 한다.

3.8 시공허용오차

3.8.1 길이와 지간

(1) 길이 20 m 미만 : ± 10 mm

(2) 길이 20 m 이상 : ± 15 mm

3.8.2 아래 플랜지 콘크리트의 폭 : ± 5 mm

3.8.3 형고 : − 5 mm ~ + 10 mm

3.8.4 솟음

(1) 제작 솟음 : ± L/1500 (L : 빔지간길이)

(2) 릴리즈 후 받침 거치상태의 솟음 : − 5 ~ + 10 mm

3.9 현장품질관리

3.9.1 공사개시 전에 재료의 시험, 콘크리트의 배합을 정하기 위한 시험, 그리고 시공시험을 하여야 한다.

3.9.2 Preflexion에 쓰이는 기계와 설비의 성능을 확인한다.

3.9.3 양생의 적부 및 형틀제거의 시기와 release의 시기를 확인하기 위하여, 타설한 콘크리트와 같은 방법으로 제조 및 양생한 공시체를 이용하여 압축강도시험을 하여야 한다.

3.9.4 공사 중 다음 단계에 있는 형에 대해 솟음을 측정하여야 한다.

(1) 강형의 완성 시

(2) Preflexion 전

(3) 1차 preflexion 후(잔류처짐 검사)

(4) 2차 preflexion 후

(5) Release 전

(6) Release 직후

(7) Preflex beam 가설 시

6-8-5 I.L.M

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 프리스트레스트 콘크리트 PSC 박스거더를 ILM (incremental launching method)공법으로 시공하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.3 13-6 혼화재료
1.2.4 13-10 철근콘크리트용 봉강
1.2.5 13-11 PS 강재
1.2.6 13-12 구조용 강재
1.2.7 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1.3 참조규격

해당없음

1.4 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서, 가설 계획서 및 제작장 설치 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재

13-4절, 13-6절, 13-10절, 13-11절 및 13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 패드 및 압축판

2.2.1 슬라이딩 패드의 총 두께는 13 mm 이상이어야 하며, 압축판의 두께는 8 mm 이상이어야 한다.

2.2.2 압출 시 패드의 신축성은 교각 및 PSC 박스 거더의 압축에 의한 변형량을 충분히 확보할 수 있는 것이어야 한다.

2.2.3 슬라이딩 패드의 표준제작 규격은 2 mm 두께의 천연고무, 2 mm 두께의 강판, 4 mm 두께의 천연고무, 2 mm 두께의 강판, 2 mm 두께의 천연고무, 1 mm 두께의 테플론으로 구성된다.

2.2.4 슬라이딩패드의 허용지압응력은 13.2 MPa 이상이어야 한다.

2.2.5 각 지간에 의한 상부구조물의 회전량과 지간장 50 m 까지의 경우 하부구조물의 허용 처짐과 변형량에 대한 슬라이딩패드의 신축성(탄력)은 상부 구조물의 선단이 각 교각의 가설 받침에 막 도달되었을 때 변형의 요구조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 계약상대자는 품질관리 및 공정관리를 위한 시공계획서, 시공상세도, 구조계산서, 재료산출서 등을 작성하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 특히 공정관리를 위해서 시공계획서에는 다음 사항을 포함하여 감독원에게 제출하여야 한다.

(1) 표준작업순서 및 1세그먼트 압출까지 소요 일수
(2) 몰드장 건설
(3) 몰드 및 노즈 제작, 운반
(4) 노즈 거치
(5) 거푸집 및 동바리 설치, 압출 작업대 및 비계설치
(6) 철근가공조립
(7) 강연선 배치
(8) 콘크리트 타설 및 양생
(9) 가설용 강연선의 긴장 및 그라우팅
(10) 거푸집(몰드) 제거
(11) 압출작업
(12) 완성용 강연선의 긴장 및 그라우팅
(13) 장비 및 계기, 기구 제거
(14) 교량 받침 설치 및 임시 지지판 제거

3.2 몰드장 및 노즈 제작 설치

3.2.1 몰드(mould)와 노즈(nose)는 설계도서를 참조하여 제작도면을 작성한 후 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 몰드장 기초는 교량상부 추진 시 침하가 발생하지 않을 만큼 충분한 지지력을 갖도록 시공하여야 한다.

3.2.3 몰드의 제작 및 거치는 평면 및 종단선형에 일치하도록 하고, 시공정밀도는 설계도서에 따른다.

3.2.4 노즈는 조립 거치 시 노즈의 하단과 박스의 하단이 동일 평면에 있어야 한다. 만약, 노즈 하단이 압출 시 지장이 있을 경우에는 시공장비 및 현장여건을 감안하여 거더의 추진에 지장이 없도록 하여야 한다.

3.3 프리스트레싱 및 콘크리트 작업

3.3.1 프리스트레싱 장비

6-6절 2.5항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3.2 강선의 배치

6-6절 3.2항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3.3 콘크리트 타설 및 양생

6-6절 3.5 및 6-6절의 3.6항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3.4 프리스트레스 도입

6-6절 3.4항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.3.5 그라우팅

6-6절 3.7항의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.4 가설 받침 및 슬라이딩 패드

3.4.1 가설 받침의 표면은 매우 매끈하여야 하며 각 점간의 평원도는 0.2 mm 보다 커서는 안 된다. 이 정도의 평원도는 기계로 가공하고 표면처리한 강판으로 가설 받침의 표면에 강판을 씌웠거나 콘크리트 블록으로 만든 가설 받침의 표면에 뚜껑(덮개)을 사용하는 경우에 얻어진다.

3.4.2 장지간 및 강결체의 지지점과 같은 강성체 상부 구조물의 경우에는 고강도 탄성체로 된 슬라이딩 패드를 사용하든지 또는 가설 받침의 내부나 하단에 탄성체의 추가층을 설치하여 제한된 회전량을 만족시켜야 한다.

3.4.3 가설 받침 표면의 스테인레스 강판은 인장력을 받았을 때 최대 평원정도가 0.003 mm 이내이어야 한다. 이때, 슬라이딩 패드의 평원도는 항상 깨끗이 청소하여 기름칠을 하였을 때를 전제로 한 것이다.

3.4.4 교량 상부 구조물 바닥면의 위험(한계)영역에 대해서 슬라이딩 패드의 위치가 잘못되었을 때 지지부에 발생하는 예상 밖의 큰 응력을 방지하기 위해서는 긴장된 스테인레스 강판으로 된 가설 받침 표면은 이론적인 슬라이딩패드의 위치로 보았을 때 각각의 양안으로부터 20 mm 이내 이어야 한다.

3.4.5 가설 받침 설치 시 허용오차는 설계도서에 따라야 한다.

3.4.6 PSC BOX(지점부)의 매립 플레이트 주변 콘크리트는 압출 또는 공용 중 균열이 발생하기 쉬운 위치로 다음에 제시된 보강 방안을 현장 여건에 따라 적용하여야 한다.

① 매립 플레이트 단부 콘크리트 블럭아웃
② 매립 플레이트 단부 라운드 처리 및 스터드 형식의 전단연결재 사용
③ 매립 플레이트는 횡방향으로 PSC BOX 단부까지 연장하여 설치
④ 매립 플레이트와 주철근 사이의 순 피복 확보

3.5 압출작업

3.5.1 압출잭

(1) 마찰면 접촉으로 중량물을 이동시키기 위한 압출잭은 설계도서에 규정된 장비로 감독원의 승인을 받아야 한다.

(2) 수직 잭 상면에는 수직하중의 50 %에 해당하는 수평력을 전달할 수 있는 마찰판(plate with sharp teeth)이 부착되어야 한다.

(3) 수직잭 하면에는 보강 네오플렌판(neoprene plate) 또는 테플론(teflon)과 윤기있는 매끄러운 철판(stainless steel plate)으로 구성된 저마찰 활동판을 설치하여야 한다.

(4) 수평 잭 전면은 튼튼한 브래킷, 핀 및 구상 베어링에 의해서 수직 잭과 연결되고 후면에도 위와 같은 방법으로 지지되어야 하며, 교대 배면에 고정된 지지물에 의해서 압축 및 인장력을 발휘할 수 있어야 한다.

3.5.2 거 치

(1) 압출 잭을 거치할 장소는 설계도서에 따른다.

(2) 잭의 저판은 압출되는 상부 구조체의 하면과 정확히 평행되도록 저판에 4개의 조절나사를 설치하여야 한다.

(3) 정치 후 콘크리트 면과 저판 사이의 간격은 고강도 무수축 모르타르로 채워야 한다. 고정볼트와 수평 잭 간의 폭을 정확히 지지시켜야 한다.

3.5.3 시운전

장비거치와 시운전은 압출 잭 제작회사의 전문기술자에 의해 수행되어야 하며, 특별점검 사항은 다음과 같다.

(1) 수직 잭을 조정하는 전기제어 스위치(필요한 경우)

(2) 테플론과 강 저판 사이에 바르는 마찰 저감 그리스

(3) 수직 잭의 응력제거 밸브를 최대 하중까지 조사

(4) 전기식 비상절단 장치(필요한 경우)

3.5.4 압출순서

(1) 수평 잭이 수축된 상태에서 수직 잭을 가동시켜 상부 구조체를 최소한으로(최대 5 mm) 들어야 한다. 이 상태에서 수평 잭을 가동시켜 상부 구조체를 앞으로 밀어낸다.

(2) 1 스트로크(250 mm 기준)의 압출이 끝나면 수직 잭을 풀고 수평 잭을 수축시킨다. 이러한 작업순서를 반복하여 상부 구조체를 전진시켜야 한다.

(3) 모든 작업을 자동으로 조정하고 관리하는 경우에는 솔레노이드 밸브(solenoid valve)를 사용하여야 한다.

(4) 압출작업 중에는 필요한 곳마다 안전관리요원을 교육하여 배치하고 돌발사고 등을 방지하여야 한다.

(5) 약 100 m 압출 시마다 특수 실리콘의 윤활유를 활동용 강판에 도포하여야

하며, 윤활유의 재질은 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.5.5 압출작업 시 주의사항

(1) 압출장치는 거더를 지지하고 원활하게 압출하며 지진에 의한 수평력이 작용할 때 거더가 이탈하는 것을 방지하는 진동방지기능을 가지고 있어야 한다.

(2) 압출장치는 압출 시의 계산 외에 비틀림 및 휨 모멘트가 작용하지 않도록 압출 시의 받침 높이를 조정할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.

(3) 가설 받침 동바리나 가교각상에 견고하게 고정시켜 가설 받침에 작용하는 압출 시의 수평력에 대하여 충분한 안전도를 가지고 있어야 한다.

(4) 압출장치를 사용할 때에는 압출장치의 안전성과 기능성을 확인하여야 한다.

(5) 계약상대자는 압출작업을 하기 전 압출장치, 자재 및 작업원 등의 추락방지를 위해 교각 두부에 작업대를 설치하여야 한다.

(6) 압출 시 플랫 잭의 설치위치는 상부 구조물의 복부 중심선에 설치하여야 하며, 반드시 다이어프램을 설치한 이후에 설치하여야 한다.

(7) 압출 노즈는 압출 노즈에 작용하는 최대 외력에 의하여 발생하는 휨 모멘트, 전단력 및 지압에 대하여 만족할 수 있는 단면을 가진 것을 사용하여야 한다.

(8) 압출장치와 접하는 부분인 압출 노즈의 아래면은 매끄러워야 한다.

(9) 가교각은 설계에서 고려한 지지력의 조건을 충분히 만족시켜야 하며, 지진이나 압출 시공 시의 수평력에 영향을 받지 않는 강성을 가진 것이어야 한다.

(10) 가교각에는 지점 침하 등에 대응하여 지점 침하를 수정할 수 있는 압출장치를 설치하여야 한다.

3.6 안 전

3.6.1 교각 및 가교각의 안전

(1) 슬라이딩 패드 설치 시 패드를 뒤집어서 삽입하지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 압출 시 각 교각에는 비상시를 대비하여 비상연락장치를 설치하여야 한다.

(3) 횡방향 허용변형률이 10 mm/m 를 초과하는 교각의 경우, 그 변형률은 각각의 교각에서 독립적으로 기록하여야 한다.

(4) 교각 상단부의 작업자는 교각 상단부의 변형률을 항상 점검하여야 하며, 교각 변형률이 허용치를 초과할 경우에는 교각에 설치된 비상연락장치를 이용하여 압출장비의 작동을 중지하고 전문기술자의 자문을 받아 그 원인을 조사하고 대책을 강구하여야 한다.

3.6.2 상부 구조물의 안전

(1) 교량 시공 중 상부구조물이 중력에 의해 경사진 방향으로 미끄러지는 것을 방지하기 위하여 브레이킹용 새들을 설치하는 등 안전대책을 세워야 하며, 전기공급 중단으로 인하여 교량 상부 구조물을 제어하고 있는 유압장치의 기능이 중단되지 않도록 하여야 한다.

(2) 압출 시 상부구조의 형상관리를 위하여 처짐, 경사 및 비틀림 등을 검사하여야 한다.

6-8-6 F.C.M

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 이동식 작업차(form traveller)를 이용한 현장치기 캔틸레버공법(free cantilever method)으로 PSC 박스거더를 설치하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.3 13-6 혼화재료
1.2.4 13-10 철근콘크리트용 봉강
1.2.5 13-11 PS 강재
1.2.6 13-12 구조용 강재
1.2.7 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공
1.2.8 6-7-1 강교제작 및 가설

1.3 참조규격

해당없음

1.4 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 이 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 가설 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재 료

콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재는13-4절, 13-6절, 13-10절, 13-11절 및 13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 이동식 작업차(form traveller)

2.2.1 일반사항

(1) 이동식 작업차의 경량화는 작업의 능률과 밀접한 관계를 갖기 때문에 계약상대자는 최적의 부재를 선정하여야 하며, 제작 전 이동식 작업차 제작계획도 및 구조검토서를 제출하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

(2) 용접 및 검사

용접 및 검사는 이 시방서 6-7-1절 3.8에 따라 실시하여야 하며, 감독원의 검사 확인을 받아야 한다. 용접은 공장용접으로 하며, 특별한 사유가 없는 한 현장용접은 허용하지 않아야 한다.

(3) 거푸집의 솟음

거푸집은 콘크리트 타설에 따른 솟음과 변형을 감안하여 제작하고, 감독원의 확인을 받아야 한다.

2.2.2 기준 측점의 설치

시공기간 중 사용 가능한 측량기준점을 설치하여 관리하여야 한다.

2.2.3 작업차는 조립 사용 중에 수시 점검하고 안전을 확인하여야 하며, 주요 점검 항목은 다음과 같다.

(1) 잭(jack)의 작동부
(2) 앵커 장치
(3) 접속부의 볼트
(4) 거푸집의 행거장치
(5) 프레임의 변형유무

2.2.4 작업차의 이동설치 시에는 확실하고 안전성이 높은 작업을 할 수 있도록 다음 사항에 유의 하여야 한다.

(1) 매설 정착부를 정확하게 배치하여야 한다.
(2) 레일을 정확하게 배치하여야 한다.
(3) 레일의 정착부를 수시로 점검하여야 한다.
(4) 모든 거푸집의 해체여부를 확인하여야 한다.
(5) 작업차를 궤도 위에 내릴 때 또는 궤도에서 올릴 때 작업차가 기울지 않도록 좌우의 잭을 균등하게 조작하여야 한다.
(6) 작업차의 이동 시에는 작업차가 기울지 않도록 작업차 좌·우 프레임을 균등하게 이동하여야 한다.
(7) 시공구간에 돌출되어 있는 PS 강재 및 철근이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
(8) 작업차는 수평이 되게 설치하여야 하며, 앵커에는 설계계산에 기준한 프리스트레스를 도입하여야 한다.
(9) 계약상대자는 작업차의 조립 및 해체에 따른 운용요령과 유의사항을 감독원에게 제출하여야 한다.

2.3 자재품질관리

2.3.1 일반사항

(1) F.C.M 상부공에 사용되는 현장치기 콘크리트에 대하여는 콘크리트의 탄성계수 그리고 크리프와 건조수축계수를 결정하기 위한 시험을 하여야 한다.

(2) 시험결과는 착수 후 최단 시일 내에 구하여 감독원에게 제출하여야 하며, 설계값의 조정과 구조적 처짐계산 및 기하학적 관리에 사용하여야 한다.

2.3.2 탄성계수 시험

공시체의 재령은 시험 시 3일, 28일, 90일로 한다. 시험 당 표준공시체수는 3개 또는 9개의 공시체로 하며, 표준공시체는 동일한 콘크리트 배치에서 만들어야 한다.

2.3.3 크리프와 건조수축 시험

(1) 공시체의 재령은 초기 하중 재하 시 3일, 28일, 90일로 한다. 하중재하 기간은 180일을 기준으로 하며, 매 10일간 측정하여 기록한다.

(2) 표준공시체는 재령 14일까지 습윤양생을 기준으로 하며, 시험 시의 공시체 재령이 14일 이내일 경우는 시험 시까지 습윤양생하며, 기타의 경우는 표준양생 규정에 맞추어 양생 및 저장하여야 한다.

3. 시 공

3.1 주두부

3.1.1 일반사항

계약상대자는 설계도서에 표시된 시공순서에 따라 정밀시공을 위하여 주두부의 시공계획과 구조 검토서를 제출하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.1.2 솟음의 검토

가시설의 계획 및 구조검토서에는 주두부 분할시공에 따른 단계별 솟음의 변화와 최초 설치 시의 표고를 표시하여 정밀하게 시공하여야 한다.

3.1.3 도 장

녹물에 의한 기초 및 교각의 오염을 방지하기 위하여 설치되는 강재 가시설에 대하여는 조합 페인트 2회 도색을 기준으로 한다.

3.1.4 동바리의 철거

동바리는 마지막 상부 슬래브면의 콘크리트 타설후 양생이 완료될 때까지 철거해서는 안 된다.

3.1.5 거푸집, 철근, PS 강재 설치

(1) 거푸집 설치 후 감독원의 검측을 받고 철근 및 PS 강재설치를 하여야 하며, 설계도서에 따라 정확히 조립하고 쉬스관에 맞는 고압호스를 설치한 후 최종적으로 감독원의 검측을 받아야 한다.

(2) 두부는 세그먼트가 시작되는 구조물로서 아래 사항에 대한 치수가 정확하여야 한다.

① 박스 및 슬래브(slab)의 폭

② 벽체 두께

③ 박스 내부 및 외부의 헌치 길이와 경사 등

(3) 계약상대자는 폼 타이 개수 및 지지력에 대한 구조계산서를 감독원에게 제출하여야 하며, 시공 이음부의 연결 마무리와 거푸집의 변형이 없도록 폼 타이의 확인을 철저히 하여야 한다.

3.1.6 콘크리트 타설

콘크리트 타설 및 양생은 이 시방서 6-4-1절 3.4 및 3.10에 따른다.

3.1.7 슬래브면 마무리

주두부 및 슬래브 면은 숙련된 기능공에 의하여 평탄하게 마무리하여야 한다. 만약 슬래브면의 평탄성을 확보하지 못하였을 경우에는 재시공 방안을 강구하여 감독원에게 보고를 하고 조치하여야 하며, 이 때 재시공에 대하여는 계약상대자 부담으로 하여야 한다. 마감된 슬래브 면은 3 m 직선자로 요철을 측정하여 ±5 mm 범위 이내이어야 한다.

3.1.8 안전보호망

고소작업에 따른 작업원들의 낙하물에 의한 안전사고 방지를 위하여 계약상대자는 낙하물 방지대책을 강구하여야 한다.

3.1.9 양 생

아스팔트 콘크리트에 의하여 포장되는 슬래브는 사용 후 발산 소실되는 피막양생제를 사용하여야 한다.

3.2 시공 이음부 처리

3.2.1 이미 양생된 콘크리트 면에 이물질이 없도록 깨끗이 청소하여야 한다.

3.2.2 설계도서에 제시된 방법으로 구 콘크리트의 이음부 면을 처리한 후 시공하여야 한다.

3.2.3 구 콘크리트면은 8시간 이상 습윤상태를 유지한 후 콘크리트 타설을 하여야 한다.

3.2.4 세그먼트 사이의 시공이음부는 표면처리를 철저히 하여 접착강도가 충분히 발휘될 수 있도록 하여야 하며, 필요에 따라 전단키를 선택적으로 사용할 수 있다.

3.3 세그먼트 제작

3.3.1 거푸집의 설치 및 확인

솟음 관리표에 따라 거푸집을 설치한 후 어떠한 자재도 적재되지 않은 상태에서 영점 기준값에 대한 감독원의 검측을 받아야 하며, 내공단면도 콘크리트 타설 전·후에 확인하여야 한다.

3.3.2 철근 및 강재배치

(1) 계약상대자는 거푸집의 설치·철근의 조립·강재의 조립 등 시공단계별로 검측을 받아야 하며, 최종적으로 콘크리트 타설 전에 검측을 받아야 한다.

(2) 철근 및 PS 강재 배치의 허용오차는 부재치수가 1 m 미만인 경우에는 5 mm를 넘지 않아야 하고 1 m 이상인 경우에는 부재치수의 1/200 을 넘지 않아야 하며, 어떠한 경우라도 10 mm를 넘지 않아야 한다.

3.3.3 호스설치

종방향 쉬스관에는 쉬스관 규격에 맞게 고무호스를 설치하여야 하며, 시멘트 페이스트에 의한 막힘을 방지하여야 한다.

3.3.4 콘크리트 타설

(1) 콘크리트 타설은 이 시방서 6-4-1절에 따르고 이동식 거푸집 차에 의하여 설치된 전단면은 콘크리트를 연속해서 타설하여야 하며, 조기강도가 전체 공정관리에 많은 영향을 미치므로 배합설계 시 충분한 설계강도가 나올 수 있도록 하여야 한다.

(2) 바닥 콘크리트는 박스 앞쪽 개구부를 통하여 콘크리트 타설을 하여야 하며, 벽체의 콘크리트가 바닥 슬래브로 미끄러지는 현상이 발생하지 않도록 콘크리트 타설속도를 적절히 조절하여야 한다. 또한 콘크리트 타설에 따른 거푸집 자체 솟음의 변화와 단면변화를 확인하여 조정하여야 한다.

(3) 타설순서는 세그먼트의 중앙부에서 양단으로 실시하여야 하며, 정착기구가 콘크리트에 정착될 수 있도록 진동기는 2대 이상을 가동시켜야 한다. 또한, 콘크리트의 타설이나 진동기 사용으로 강봉위치 및 철근의 위치의 변화, 쉬스의 파손이 없도록 주의하여야 한다.

(4) 운반차에 콘크리트를 투입하여 현장 타설시 까지는 1시간 30분 이내로 한다.

3.3.5 양 생

(1) 피막양생을 하여야 하며, 하절기에는 콘크리트 타설 마감과 동시에 비닐로 밀착시키고 양생포를 덮어 비닐 밑으로 살수하여 습윤양생을 하여야 한다.

(2) 동절기에는 강도발현이 지연됨에 따라 외부로부터의 통풍을 억제하기 위해 슬래브 및 입구를 천막으로 막고, 박스 내부에 보온시설을 하여야 한다.

3.3.6 PS 강재의 긴장

6-6절 3.4의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.4 가설하중

상부공을 시공하는 과정에서 바닥판에 적재되는 장비 및 자재 등의 가설하중은 제한하여야 한다. 따라서 제시된 가설하중 보다 큰 하중이 재하 될 경우에는 반드시 검증된 프로그램으로 구조검토를 하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.5 키 세그먼트의 접합

3.5.1 일반사항

계약상대자는 단차의 수정 시공방법 등을 포함한 시공계획 및 아래에 제

시된 사항에 대하여는 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(1) 교축방향의 일치 및 수직방향의 상대변위 방지대책
(2) 교축 직각방향의 상대변위 방지대책
(3) 콘크리트 타설 시 콘크리트 자중에 의한 회전방지 및 시공 완료 후의 처짐 변위 방지 대책
(4) 키 세그먼트 콘크리트 친 후 기 완성된 F.C.M 구간의 건조수축 및 온도변화 응력에 의한 균열 방지대책
(5) 키 세그먼트 긴장 시 거동의 변화로 인한 간섭 방지대책
(6) 키 세그먼트 접합 종료 후 빔(beam) 해체를 위한 작업구 설치 계획

3.5.2 중앙 키 세그먼트의 시공순서는 다음과 같다.

(1) 이동식 거푸집 차에 의하여 캔틸레버 단부의 상대 변위 및 단차를 조정한다.
(2) 수평버팀대(H형강)를 복부 헌치에 설치 고정한다.
(3) 외측 바닥판과 거푸집을 설치한다.
(4) 철근 및 쉬스관을 조립한다.
(5) 내측 거푸집을 설치한다.
(6) 콘크리트 타설 후 양생한다.
(7) 중앙연결 텐던을 설계도서 순서대로 긴장한다.

3.5.3 단부 키 세그먼트

교량단부의 키 세그먼트는 외측 바닥판 및 거푸집의 설치를 위하여 동바리 또는 이동식 거푸집차를 이용할 수 있으며, 시공순서는 중앙 키 세그먼트 시공순서인 3.5.2에 따른다.

3.6 처짐관리

3.6.1 일반사항

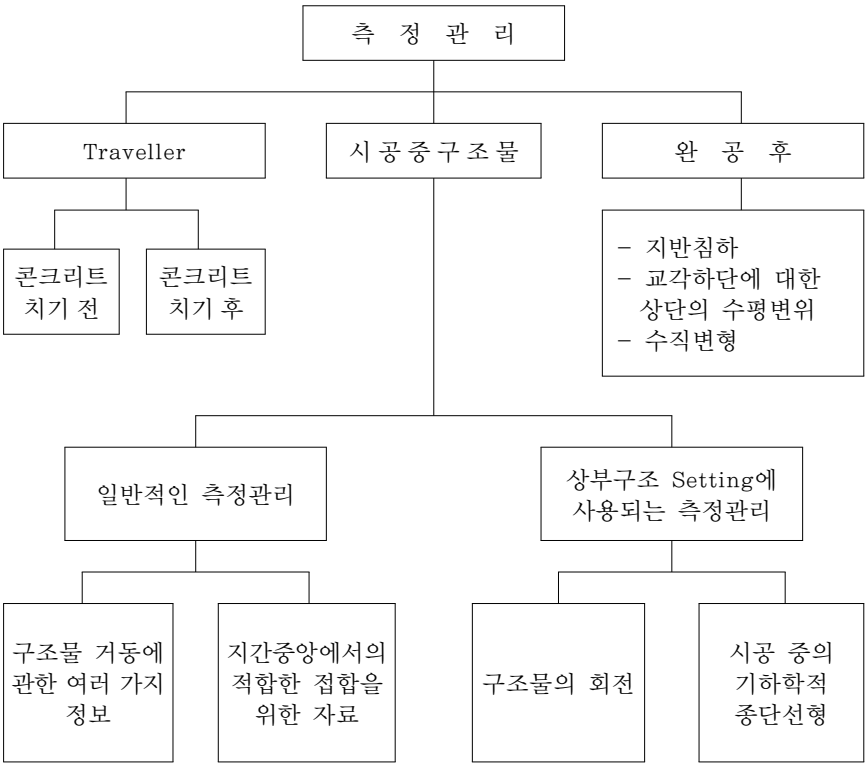
F.C.M의 처짐관리는 계획 종단선형과 키 세그먼트의 접합 등 종합적인 시공상황을 고려하여 정밀하고 철저한 관리를 하여야 하며, 계약상대자는 이러한 처짐관리를 위하여 별도의 처짐관리 전담기술자를 지정하여야 하며, 계약상대자는 전담기술자와 감독원의 유기적인 기술적 토의가 이루어지도록 하여야 한다.

3.6.2 처짐관리 요소

처짐관리에 영향을 주는 요소들의 측정값을 현장에서 실측하여 설계계산 값과 비교평가를 한 후 검토하여 조정하여야 한다.

3.6.3 측정관리

측정관리의 흐름도를 참고로 계속적인 관리를 하여야 한다.



3.7 강연선 진동방지공

3.7.1 강연선 진동방지시설은 상부공 박스내부에 설치되어 있는 강연선의 처짐을 감소시키고 계산된 인장력 도입을 원활하게 하며, 진동을 방지하여 텐던의 피로영향을 최소화할 목적으로 설치하여야 한다.

3.7.2 강재는 설계도서에 제시한 도장방법으로 도장을 하여야 한다.

3.7.3 강연선 진동방지공이 설치 완료되면 감독원의 승인을 받은 후 인장을 실시하여야 한다.

3.8 가고정 설비

캔틸레버 가설 전에 교각과 주두부를 고정시키기 위한 가고정 설비에 대한 계획서는 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

6-8-7 F.S.M

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 동바리 공법(full staging method)을 이용한 PSC 박스거더 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1	총칙편 2-4	공무행정 및 제출물
1.2.2	13-4	시멘트 콘크리트
1.2.3	13-6	혼화재료
1.2.4	13-10	철근콘크리트용 봉강
1.2.5	13-11	PS 강재
1.2.6	13-12	구조용 강재
1.2.7	6-6	프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1.3 참조규격

해당없음

1.4 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서 및 가설 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재

13-4절, 13-6절, 13-10절, 13-11절 및 13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

3. 시 공

3.1 가시설의 설치

3.1.1 계약상대자는 아래의 가시설물에 대한 시공을 위해 시공경험이 풍부한 전문기술자로 하여금 시공상세도면을 작성토록 하여 시공상세도면(제작도 포함) 및 구조계산서 등을 감독원에게 제출한 후 승인을 받아 시공하여야 한다.

(1) PSC 박스 거더용 거푸집s

(2) 가설고정 키(key)

(3) 지보공 및 지보공의 기초

(4) 콘크리트 타설 및 양생방법
(5) PSC 박스 거더 인장작업을 위한 작업대

3.1.2 PSC 박스 거더용 거푸집

(1) 거푸집은 교량의 평면선형 및 종단선형에 맞추어 정밀하게 제작하여야 하며, 설치 및 해체 시 박스 자체의 변형 및 손상이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.
(2) 특히 내부거푸집 설계 시에는 바닥 슬래브의 높이 조정, 정착구 설치 등의 처리에 세심한 주의를 하여야 하며, 콘크리트 타설 순서에 따른 거푸집 설치 순서 등이 고려되어야 한다.

3.1.3 가설고정 키(key)

가설고정 키는 콘크리트의 건조수축 및 PS 강선의 긴장에 의한 콘크리트 탄성변형에 따른 전단력에 견딜 수 있도록 시공하여야 하며, 가설고정 키 제거 후 제거부분은 무수축 모르타르로 채워야 한다.

3.1.4 지보공 및 지보공의 기초

(1) 지보공은 철재를 사용하여야 하며, 지보공은 설치 전에 지보공에 대한 구조계산서 및 시공상세도를 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.
(2) 지보공에 대한 높이를 결정할 때에는 다음의 변위에 대한 솟음을 고려하여야 한다.
① 콘크리트 타설 시 변위
가. 지보공 기초의 침하
나. 지보공 부재의 탄성변형(보의 처짐, 기둥의 단축)
다. 지보공 부재 접합부의 변위
② 콘크리트 타설 후의 변위
가. 구조물의 탄성변위(지보공 철거 시 구조물의 변위 등)
나. 콘크리트 크리프 등의 소성변형
(3) 지보공의 조립 및 해체 시 유의사항
① 지보공의 기초는 공사 중 안전성을 충분히 고려하여야 한다. 지반이 양호하더라도 지반과 기초의 접촉부의 시공이 나쁘면 침하를 일으킬 우려가 있으므로 특별히 시공에 유의하여야 한다.
② 지보공 주변에 측구 등을 설치하여 배수에 유의하여야 한다.
③ 가새 등으로 수평력을 지지할 경우에는 특정 기둥만으로 수평력을 전달시킨다.
④ 지보공의 해체는 콘크리트 강도가 충분한지 프리스트레스가 충분히 도입되어 있는지를 확인한 후 실시하여야 한다.
⑤ 하천 내 도로 근접부의 지보공은 유수의 저항 및 차량의 충돌을 대비한 대책을 강구하여야 한다.
⑥ 콘크리트 타설은 구조물에 유해한 영향을 주지 않는 순서대로 실시하고, 지보공에 수평력이 생기지 않는 방법으로 실시하여야 한다.

3.2 PSC 박스 거더 시공

3.2.1 계약상대자는 PSC 박스 시공계획에 대한 세부공정별 시간계획을 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 시공에 착수하여야 한다. 철근 및 쉬스관의 배치는 설계도서에 명시한대로 정확하게 설치하여야 하며, 시공이음부의 철근은 연결시공이 될 수 있도록 하여야 한다.

3.2.2 PSC 박스 콘크리트 타설 시에 고유동화제를 사용하여야 하며, 콘크리트 펌프카에 의해 타설하여야 한다.

3.2.3 PSC 박스 콘크리트 타설은 타설순서를 준수하여야 하며, 초기 건조수축·크리프의 양을 최대한 줄일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

3.2.4 콘크리트의 타설 및 양생은 이 시방서 6-6절 3.5 및 3.6에 따른다.

3.2.5 PS 텐션 긴장작업은 본시방서 6-6절 3.4에 따른다.

6-8-8 M.S.S

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 이동식 지보공법(movable scaffolding system)을 이용한 현장치기로 PSC 박스 거더를 설치하는 교량공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.3 13-6 혼화재료
1.2.4 13-10 철근콘크리트용 봉강
1.2.5 13-11 PS 강재
1.2.6 13-12 구조용 강재
1.2.7 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1.3 참조규격

해당없음

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획서
(2) M.S.S 장비 제작도, 구조계산서
(3) 인장 계획서

2. 재 료

2.1 재 료

콘크리트, 혼화재, 철근, PS 강선 및 강재는13-4절, 13-6절, 13-10절, 13-11절 및 13-12절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 이동식 비계(movable scaffold)

2.2.1 M.S.S는 크게 3개 부문, 즉 (1) 교각에 지지대로 사용되는 Pier bracket, (2) 주거더(main girder), (3) 거푸집(formwork)으로 구성된다. 추진코

(nose)는 추진(launching)시 캔틸레버의 모멘트를 감소시키기 위하여 설치된 것이며, 이동식 비계의 캔틸레버 처짐에 대한 대책을 세워야 한다.

2.2.2 이동식 비계는 본 구조물 및 공사안전에 큰 영향을 미치므로 비계의 계획 및 시공에 대해 면밀히 검토하여 수행하여야 한다.

2.2.3 이동식 비계는 소정의 강성을 갖는 동시에 안전성, 작업성, 경제성 등에 대해서도 충분히 배려되어야 한다.

2.2.4 M.S.S 공법에 의한 시공에 있어서 상부 자중 및 M.S.S 장비 하중 뿐만 아니라 풍하중, 가설하중 등에 의한 하중이 작용하므로 가설계획, 설계 및 시공에 대해 면밀히 검토하여 수행하여야 한다. 특히, Pier bracket은 콘크리트 타설 시의 하중 및 상부 가설 구조물의 하중이 집중되므로 사전에 Pier bracket의 구조 검토 및 타설 작업 중의 이상 유무 점검방안 등에 대한 시공계획을 면밀히 수립하여 감독원의 승인을 득한 후에 시행하여야 한다.

2.2.5 상부계산 시 적용한 M.S.S 장비 중량을 고려하여 설계하여야 한다.

2.2.6 설계장비 구동관계가 설계도면과 상이할 경우 도급자는 상부단면, 상부단면 관련 하부까지 검증하여야 한다.

2.2.7 M.S.S 제작

(1) 용접 및 검사

6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

(2) 거푸집의 솟음

거푸집은 콘크리트 타설에 따른 솟음과 변형을 감안하여 제작되어야 하고 단면 및 솟음의 변화를 확인하여야 한다.

(3) 가조립

M.S.S 장비의 제작 시 공장에서 가조립을 실시하여 적정성 여부를 확인한 후 현장 운반하여 조립작업을 실시하여야 한다.

3. 시 공

3.1 작업준비

3.1.1 PSC 박스 거더 시공계획에 대한 세부공정별 일정계획(time schedule)을 감독원에게 제출하여 승인을 득한 후 시공에 착수하여야 한다.

3.1.2 M.S.S 공법 시공 전 M.S.S 장비에 대한 상세 구조계산서(검토서)·시공계획서·교량 간 장비의 이동 및 해체에 대한 검토서·M.S.S 장비 시공상세도(shop drawing)등을 작성하여 반드시 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 하며, 또한 이에 따른 교량전반에 대한 안정 및 안전성 여부를 확인하고 그 결과를 감독원에게 제출 및 승인을 얻어야 한다.

3.1.3 상부구조 타설 전 수화열 등에 대한 세부사항을 검토하여 구조물에 균열 등의 유해응력이 발생하지 않도록 콘크리트의 양생, 재료배합, 타설계획서를 제

출하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2 M.S.S 장비

3.2.1 M.S.S 장비는 고도의 기계화 장비로 장비의 운영전반에 대한 사항을 숙지하여 시공에 착수한 후 장비운용에 관련해 시공 중단이 일어나지 않도록 하여야 한다.

3.2.2 주형의 전진 이동 시 불균형 모멘트에 의한 장비전도가 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

3.2.3 M.S.S 공법은 타공법에 비해 시공속도가 빠르기는 하나 대부분 장경간 교량에 도입되는 형식으로 공기가 긴 경우가 많으므로 장비의 도장에 대해 사전 검토하여 적정한 형식의 도장을 실시하여야 한다.

3.2.4 시공 중 콘크리트의 자중에 의한 장비의 변형을 검측하여야 하며 변형이 탄성회복 되지 않고 지속될 경우에는 추후 시공 시 이를 솟음 관리에 포함하여야 하며, 장비의 변형이 커서 시공상에 문제가 있다고 판단될 경우 즉시 공사를 중지하고 그에 대한 대책을 마련하여 보정한 후 시공에 임하여야 한다.

3.2.5 시공 중의 예상치 않은 횡방향 하중(풍하중, 지진하중)의 작용에 대비하여야 한다.

3.2.6 곡선구간에 설치되는 M.S.S 장비는 전진 이동 시 선형에 따라 이동이 가능하도록 각별히 주의하여야 한다.

3.2.7 M.S.S 장비는 여러 가지의 유압장비(jack 등)로 구성되어 운영되므로 시공 전에 점검을 실시하여 유압이 동시에 고르게 작용하도록 조정하여야 한다.

3.2.8 거푸집은 교량평면선형 및 종단선형에 맞추어 정밀하게 제작하여야 하며, 설치 및 해체 시 빔(beam) 자체의 변형 및 손상이 없도록 세심한 주의를 하여야 한다.

3.2.9 내부 거푸집 설치 시는 바닥 슬래브의 높이 조정, 정착구 설치 등의 처리에 세심한 주의를 하여야 하며, 콘크리트 타설순서에 따른 거푸집 설치순서 등이 고려되어야 한다. 솟음 관리표에 따라 Pre-setting에 대한 감독원의 검측을 받아야 한다.

3.2.10 거푸집에 부착된 먼지와 녹 등의 불순물은 와이어 브러쉬 등으로 깨끗이 청소하고 박리제를 발라야 한다.

3.3 쉬스관의 설치

3.3.1 쉬스관 설치 전 반드시 Profile marking 작업을 시행하여 시공 중 오차를 최소화하여야 한다.

3.3.2 Profile marking에 의해 스터럽 철근의 표시된 위치에 쉬스관을 지지할 수 있는 철근을 용접 등의 방법으로 설치하여야 한다.

3.3.3 지지철근의 간격은 1.0 m 이내로 하며, 복부 철근에 강결시켜야 한다.

3.3.4 쉬스관은 소정의 위치 및 방향이 정확하게 배치하여야 하며, 간격재나 철근

등으로 견고하게 지지하고 콘크리트 타설 시 배치형상이 변하지 않도록 하여야 한다.

3.3.5 강선삽입구 쪽의 쉬스관은 강선 삽입 시 변위가 없도록 약 5 m 정도를 견고하게 고정시킨다.

3.3.6 쉬스관 설치 시 최대허용오차는 ±10 mm 이내이어야 한다.

3.3.7 쉬스관은 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 검사하여 파손이나 위치의 변동을 확인하여야 하며, 오류 확인 시 보수 및 수정하여야 한다.

3.4 Grouting vent의 설치

3.4.1 Tendon profile 상 최상단부와 최하단부에 Vent를 설치하여야 한다.

3.4.2 설치할 곳의 쉬스관에 20 mm 내외의 구멍을 내고 vent cap을 씌워 쉬스관 구멍과 일치시켜 결속선으로 묶어 Taping을 하고, 그 안에 벤트 호스(vent hose)를 끼워 결속선으로 묶어 Taping하여 밀봉하면 벤트 호스를 구조물 철근에 묶어 이탈을 방지하여야 한다.

3.5 강연선의 설치

3.5.1 P.S 강재는 설계에 나타난 형상 및 치수와 일치하도록 재질이 상하지 않는 방법으로 가공하고 조립하여야 한다. 심하게 구부러진 P.S 강재, 급격한 열의 영향을 받은 P.S 강재 및 높은 온도에 접한 P.S 강재는 사용하여서는 안 된다.

3.5.2 P.S 강재 설치 전 뜬 녹 및 기름, 기타의 이물질을 제거 후 사용하여야 한다.

3.5.3 P.S 강재는 서로 꼬이지 않도록 쉬스관 속에 배치하여야 한다.

3.5.4 쉬스관 내의 막힘에 의한 강선의 삽입 불능을 방지할 수 있도록 콘크리트 타설 전에 강선을 삽입하여야 한다. 부득이한 경우 콘크리트 타설 후 삽입할 수 있으나 강선삽입이 불가능한 경우가 많으므로 되도록 지양하여야 한다.

3.6 정착구의 설치

3.6.1 정착장치 및 접속장치는 설계도에 나타난 형상 및 치수와 일치하도록 위치 및 방향을 정확히 배치하여야 한다. {형상과 치수는 설계이상의 성능 확인 시(상세구조 검토서등 확인 요함) 감독원 승인 하에 변경가능함}

3.6.2 정착장치의 지압면은 긴장재와 수직이 되도록 하여야한다.

3.6.3 설치된 블록아웃 거푸집 면에 볼트로써 Casting을 밀착 고정시켜야 하고, 그라우팅 홀(grouting hole)을 밀봉하여 콘크리트의 침입을 방지하여야 한다.

3.6.4 Casting 위에 나선 보강철근을 설치하여 고정시킨다.

3.6.5 쉬스관을 Casting내로 넣고 그 주위를 테이프로 밀봉한다.

3.6.6 긴장재를 이어댈 경우 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장측으로 충분히 이동할 수 있도록 하여야 한다.

3.6.7 정착장치 및 접속장치의 배치가 완료되면 반드시 육안검사 및 기타의 검사를 수행하여 파손된 것을 교체하거나 보강하여야 한다. 또한 위치에 변동이 생긴 것은 바로잡아야 한다.

3.7 콘크리트 타설

3.7.1 콘크리트는 콘크리트 펌프 차나 그 이상의 특수 장비를 이용하여 타설한다. 콘크리트의 타설은 비계보의 과도한 탄성 처짐이 발생하지 않도록 하여야하며, 콜드 조인트(cold joint)가 발생하지 않도록 그 방법을 검토하여 계획되어야 한다.

3.7.2 가능한 한 콘크리트 타설시간을 단축해 콘크리트의 시간 의존적인 영향을 적게 하여야 한다.

3.7.3 정착구 주위에는 절대로 시공이음이 생기지 않게 하여야한다.

3.7.4 정착구 주위에는 진동다짐을 주의 깊게 하여 공극이 생기지 않게 하여야 한다.

3.7.5 위치변동의 우려가 있으므로 쉬스관에 직접 진동다짐기가 닿지 않도록 하여야 한다.

3.7.6 쉬스관과 쉬스관의 간격이 좁은 곳은 콘크리트가 공극 없이 밀도 있게 채워지도록 그 주변에 진동다짐을 세밀하게 하여야 한다.

3.7.7 쉬스관과 콘크리트 바깥 면과의 피복이 적은 곳에 공극이 생겨 쉬스관이 노출되지 않도록 주의하여야 한다.

3.8 강연선 긴장작업

3.8.1 긴장작업 전에 구조계산서에 의거한 인장계획서를 충분히 검토·숙지하여 작업에 신중을 기하여야 하고, 신장량을 인장보고서 양식에 기록하여야 한다.

3.8.2 긴장작업 전에 콘크리트 압축강도를 확인하여 시방서 및 설계조건에 적합한지를 점검한다.

3.8.3 특히 정착구 부근의 콘크리트 타설상태를 면밀히 확인하여 공극 및 골재 분리 등의 유무를 점검하고, 이상이 있을 시 그에 대한 보강 및 대책방안을 실시한 후 긴장작업에 임하여야 한다.

3.8.4 앵커머리(anchor head), 쇄기(wedge) 등은 녹의 유무와 그 치수의 정확성을 확인하여야 한다.

3.8.5 긴장장비는 사용 전에 교정을 실시하고 사용 중에도 충격을 주었다고 생각될 때는 재점검을 하여야한다.

3.8.6 긴장재는 P.S 강재의 각각에 소정의 인장력이 고르게 도입되도록 인장하여야 한다. 이 때 인장력을 설계값 이상으로 주었다가 다시 설계값으로 낮추는 식의 시공은 바람직하지 않다.

3.8.7 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 및 활동을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 각 단계마다 유해한 응력이 생기지 않도록 하여야 하며, 이 경우 콘크리트의 탄성

변형에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향을 고려하여 인장력을 정하여야 한다.

3.8.8 긴장 후 정착장치 및 부재의 끝 단면이 파손 또는 부식되지 않도록 적절한 방법으로 보호하여야 한다.

3.9 그라우팅 작업

3.9.1 정착구 블록아웃 부분이 완전히 밀폐된 것을 확인하여야 한다.

3.9.2 쉬스관 내부의 막힌 곳 유무를 확인하여야 한다.

3.9.3 그라우팅 액 배합 시 규정된 배합비대로 혼합하여야 한다.

3.9.4 그라우팅 시 쉬스관 내부의 잔류수나 공기를 완전히 제거한 후 그라우팅 액의 점도를 확인하고 벤트 호스를 막아야 한다.

3.9.5 출구를 막은 후 주입압력이 2~3 Bar까지 상승될 때까지 계속적으로 주입하여야 한다.

3.9.6 그라우팅은 인장 후 빠른 시일 이내에 실시하여야 하며, 가능한 한 프리스트레싱이 끝난 후 일주일 이내에 작업하는 것이 좋다.

3.9.7 그라우팅 주입 전 압축공기로 쉬스관을 청소하여야 한다.

3.10 신·구 콘크리트 접촉면 처리

구 콘크리트 면은 쪼아내기(chipping)를 실시하여 거칠게 만들어야 한다.

3.11 공종별 검측내용

3.11.1 M.S.S 받침대 설치

(1) 하중지지기능 (M.S.S 자중 및 상부공 하중)

(2) 설치 위치 (설계 계획고)

3.11.2 M.S.S 이동

M.S.S 위치고정 및 이동에 대한 준비 및 진행사항

3.11.3 교량받침 설치

(1) 교량받침 기초설치 (교각 상단 블록아웃)

(2) 교량받침 기능 (규격 및 설치온도에 대한 이동)

3.11.4 거푸집 설치

(1) 설계도면 준수 여부

(2) 처짐에 대한 위치

(3) 콘크리트 타설과의 관계

3.11.5 철근 및 쉬스관 설치

(1) 사용 재료의 적정 여부

(2) 배치의 설계도면 준수여부

(3) 배치 후 변형여부 상태

3.11.6 정착구 설치
긴장 작업과의 관계
3.11.7 강연선(strand) 삽입
(1) 사용재료의 적정여부
(2) 긴장작업을 위한 준비상태
3.11.8 콘크리트 타설
(1) 사용 콘크리트의 적정 여부
(2) 타설순서 및 다짐상태
(3) 면 관리
(4) 양생 관리
3.11.9 긴장 작업
(1) 긴장 관리의 적정여부
(2) 주입의 확실성 여부

3.12 기타 사항

3.12.1 시공의 중단 시 콘크리트에 콜드 조인트가 발생하므로 반드시 연속시공하여 조잡한 시공을 방지하여야 한다.

3.12.2 크리프 및 건조수축 해석을 철저히 하여 콘크리트의 시간 의존적 특성에 의한 영향을 반영하여야 한다.

3.12.3 설계단계에서 솟음을 산정하기는 하나 이는 장비의 처짐 등을 무시하고 이상적인 하중과 환경을 가정하여 산정하는 것으로 시공 전 및 시공단계별로 현장여건과 장비의 처짐, 공사기간 등을 감안하여 솟음을 재산정하여야 하며, 이를 시공에 반영하여 시공완료 후 구조물의 공용성을 확보하여야 한다.

3.12.4 설계 시에는 M.S.S 장비의 개략설계에 따른 장비하중을 적용하였으므로 시공 시 장비하중을 재확인하여 설계치와 상이할 경우 이에 대한 구조 검토서를 작성하여 감독원에게 제출 및 승인을 얻어야 한다.

3.12.5 설계 시의 적용한 1회 작업 시간(1 cycle time)과 현장 작업의 1회 작업 시간(1 cycle time)이 상이할 경우 크리프 및 건조수축의 영향에 대한 구조 검토서를 작성하여 감독원에게 제출 및 승인을 받아야 한다.

3.12.6 하향구배로 M.S.S 시공 시 M.S.S 장비의 이동방지 및 횡하중에 의한 구조물의 유해한 응력이 발생치 않도록 적절한 대책을 수립하여 이에 대한 검토서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.12.7 시공 이음부 긴장에 의한 솟음량을 계산하여 계획고와의 관계를 고려하여 시공하여야 하며, 이로 인한 노면의 요철현상이 일어나지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.

6-8-9 P.S.M

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 P.S.M (precast segmental method)중 숏(short)방식 (old segment + new segment)으로 세그먼트를 제작하여 한 경간씩 설치하는 교량 공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 13-4 시멘트 콘크리트
1.2.3 13-6 혼화재료
1.2.4 13-10 철근콘크리트용 봉강
1.2.5 13-11 PS 강재
1.2.6 13-12 구조용 강재
1.2.7 6-6 프리스트레스트 콘크리트 구조물공

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS 규격)

KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3505 PC 강봉
KS D 3507 배관용 탄소강관
KS D 3512 냉간압연강판 및 강대
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3529 용접구조용 내후성 열간압연강재
KS D 4301 회 주철품
KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획서
(2) 강도 시험성적서
(3) 제작장 설치 계획서

2. 재 료

2.1 재 료

2.1.1 강연선

13-11절과 KS D 7002 SWPC 7B 2종(Low relaxation)에 적합한 동등 이상의 규격(품질) 제품을 사용한다.

2.1.2 쉬 스

KS D 3512에 적합한 동등 이상의 규격(품질) 제품을 사용한다.

2.1.3 삽입용 강관

KS D 3507에 적합한 동등 이상의 규격(품질) 제품을 사용한다..

2.1.4 고밀도 폴리에틸렌

ASTM D3350에 적합한 동등 이상의 규격(품질) 제품을 사용한다.

2.1.5 정착구

(1) 헤 드 : 탄소주강으로서 SM45C를 사용한다.

(2) 캐스팅 : KS D 4301에 따른다.

2.1.6 PS 강봉

PS 강봉은 이형강봉 Ø36·Ø40의 규격을 사용하며, KS D 3505의 SBPD 1080/1230 또는 SBPR 1080/1230을 기준으로 한다. 고강도 사용시 규격변경은 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.1.7 구조 강재

13-12절과 KS D 3503, KS D 3529, KS D 3515의 규격에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.1.8 콘크리트 및 혼화제

13-4절 및 13-6절의 해당사항을 준수하여야 한다.

2.1.9 접착제

(1) 물리적 조건

① 점성유효시간(gel time)

점성유효시간은 배합된 접착제가 배합 용기 내에서 사용될 수 있을 때까지 시간을 말하며, 접착제는 점성유효시간 이내에 접착면에 시공하여야 한다.

② 경화시간(open time)

경화시간은 접착제가 콘크리트 접합면에 시공된 후 접합제 층이 경화되기 시작하는 시점으로 경화시간 내에 세그먼트 접착을 완료하여야 한다.

③ 비처짐성(thixotropy)

세그먼트 수직면에 접착제를 시공할 때에는 접합면에 효과적으로 부착하여야 하며 흘러내려서는 안 된다.

④ 압축성(squeezability)

응력을 가한 상태에서 접착제는 두 접합면 사이에 공극이 생기지 않도록 밀실하게

충전되고 균일한 두께의 층을 형성하여야 하며, 이외의 양은 모두 밖으로 빠져 나와야 한다.

⑤ 접착성

세그먼트 접합부에 접착되어 양생된 접착제는 내·외부에서 발생되는 습기의 침입을 차단하여 프리스트레싱 텐던의 부식을 방지할 수 있어야 한다.

⑥ 경화속도

세그먼트 접합부에 접착된 접착제의 경화속도는 세그먼트의 조립속도에 지장을 초래하지 않을 정도이어야 한다.

⑦ 색 상

경화된 접착제의 색상은 콘크리트의 색상과 유사하여야 한다.

(2) 화학적 조건

① 콘크리트 접착 내구성

접착제는 시공 후 콘크리트의 알카리 성분과 화학적 반응을 하여서는 안 된다.

② 화학적 안전성

접착제는 구조물의 건축수명 때까지 화학적으로 안정된 상태에 있어야 한다.

(3) 기계적 조건

① 압축강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 압축강도 이상이어야 한다.

② 휨, 인장강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 휨, 인장강도 이상이어야 한다.

③ 전단강도

경화된 접착제는 최소한 세그먼트 콘크리트의 전단강도 이상이어야 한다.

(4) 온도로부터의 독립성

① 접착제는 주변습도로 인해 물리적, 기계적 특성에 영향을 받지 않는 것이어야 한다.

② 접합할 콘크리트 표면은 표면수가 있는 상태가 아니어야 하며, 특히 5℃정도의 저온상태에서는 콘크리트 표면이 건조하도록 유의하여야 한다.

③ 접착제로 사용되는 에폭시는 온도에 민감하므로 동절기 시공 시에는 저온상태에서의 물리적 성질, 기계적 성질을 확인한 후 사용하여야 한다.

(5) 접착제 특성에 대한 시험방법은 ASTM D 2393, D 2471, D 695 및 C 39 를 따른다.

2.2 가설 트러스 및 교각 브래킷(pier bracket)

2.2.1 일반사항

가설 트러스와 교각 브래킷은 제작 전에 제작설계도면 및 구조검토서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

2.2.2 제 작

(1) 용접 및 절단

용접 및 절단은 이 시방서 6-7-1절의 해당사항을 준수하여야 한다.

(2) 공장 및 현장에서의 가조립 및 점검

① 여러 부재의 조립 시, 특히 용접 시 변형이나 처짐 등이 없도록 정밀을 기하여야 하며, 반복적인 조립 및 진행작업은 조립대 위에서 하여야 한다.

② 용접 전에 철판과 철판 사이는 정확히 검측하여야 하며, 조립을 위한 볼트나 이형강봉을 사용하는 각 구성부재는 정확한 검측을 하여야 한다.

③ 가조립 점검에 따른 경미한 결점은 규정에 맞게 보수할 수 있으나 중요한 결점이 발견되면 그 구조물은 사용할 수 없다.

④ 가설 트러스에 대하여는 가조립 시 감독원의 입회 점검을 받아야 한다.

2.2.3 제작 검사

(1) 제작 일반허용 오차

설계도서에 특별히 명기한 사항이 없을 때 제작완료 치수에 대한 허용오차는 아래와 같다.

① 250 mm 까지 → ±0.5 mm

② 250~500 mm 까지 → ±1 mm

③ 500 mm 이상 → ±1.5 mm

(2) 치수의 검측

① 치수의 검측은 제작 과정 시 계속적으로 실시하며, 일반 허용오차는 (1)항에 따른다.

② 트러스는 완전히 조립된 후 모든 방향에 대한 편차가 10 mm 보다 커서는 안 된다.

③ 트러스는 설계하중에 의한 솟음을 주어 제작하여야 하며, 제작오차를 검측하여야 한다.

(3) 용접의 시험

① 가설 트러스에 대하여는 강재의 용접편 6-7-1절 3.8에 따르고 교각 브래킷에 대하여는 감독원의 승인을 받은 제작 설계도서에 따르며, 다음사항에 대하여는 검측과 검증이 이루어져야 한다.

가. 용접 변경사항

나. 죠인트의 기하학적 선형, 모양, 균일성

다. 제작도면 표시와의 일치성

② 각 거더의 다음 부분은 균열탐지시험에 의해 검사하여야 한다.

가. 상부 부재를 이루는 철판의 조립

나. 바닥 부재를 이루는 철판의 조립

다. 사재와의 연결

라. 이음부의 철판

2.2.4 트러스 하중재하시험(loading test)

(1) 트러스 하중재하시험은 매우 중요한 시험으로 트러스 구조물의 안정성 및 각 연결 부재의 결함여부 등 구조물 전반에 대한 특성치를 점검하여야 한다.

(2) 트러스 하중재하시험 중에는 다음과 같은 검사를 실시하여야 한다.

① 하중재하 전

가. 트러스의 기하학적 선형, 오차, 조립 및 해체 여부 검토

나. 부재별 솟음 및 처짐 관측(우발적 비틀림 현상 등)

② 하중재하 후

가. 트러스의 주요지점(용접부위)과 재하과정에서의 육안 관측사항

나. 각 부재의 솟음 및 처짐 변화와 하중 초과재하 및 초과하중 제거 시 변화상태의 측정 및 설계 이론치와의 비교 검토

다. 트러스의 이동, 세그먼트 조정 및 정렬 등에 관련된 각 기계 및 유압 잭의 작동상태 점검(winch, cable, roller, jack) 및 기능공 교육훈련

라. 트러스의 이론적 설계사항과 실제적 운영사이에서 일어날 수 있는 모순의 발견 및 조치

③ 하중재하시험은 반드시 감독원의 승인을 받은 후 시험을 하여야 한다.

2.2.5 공장조립

(1) 일반사항

① 공장조립은 현장 반입 전에 실시하며, 구조물의 점검·용접상태·부재 조립상태 등을 점검하여야 한다.

② 트러스는 가설현장으로 보내지기 전에 공장에서 완전히 조립하여야 하며, 연결강봉의 배치를 검사하여야 한다. 이 때, 트러스의 각 거더는 별개로 조립할 수 있다.

③ 트러스의 작업대(발판대)는 거더에서의 완전한 조립을 검사하기 위해 설치하여야 한다.

④ 세그먼트 베어링을 상현재 위에 설치하고 이동상태를 점검하여야 한다.

(2) 제작검증

트러스를 조립한 후에는 다음 사항을 검측하여야 한다.

① 제작일반

가. 제작 허용오차는 이 절 3.9와 같다.

나. 상·하현재의 편평도 오차는 2 mm 이하로 한다.

다. 부재 사이의 조인트 결합은 잘 마무리하여야 한다.

② 치 수

가. 거더 전체길이에 대한 일반 허용오차 : ±20 mm

나. 거더 전체높이에 대한 허용오차 : ±5 mm

다. 상·하현재의 치수검사

③ 설계도서와의 일치 확인
가. 보강판, 강판 등의 유무
나. 모든 용접점의 유무
다. 장래 장비조립을 위한 구멍의 유무
④ 조립상태 확인
가. 상·하현재 사이의 사재의 용접상태 및 접합 축선의 연속성 점검
나. 부재조립 이음부의 평면에서 두 조립부재 사이에 단차가 생기면 갈아내어 매끄럽게 마무리하여야 한다.

2.2.6 트러스 부재의 표시
공장에서 각 거더의 조립 점검 후 현장에서 같은 순서로 재조립할 수 있도록 페인트 표시를 하여야 한다.

2.2.7 방청도장
(1) 강재 구조물의 내구성 및 유지관리를 위해 방청도장을 하여야 한다.
(2) 설계도서에 도장하지 않도록 표시한 부분은 샌드 브라스팅을 하고, 벗겨지기 쉬운 왁스칠을 하여야 한다.
(3) 모양이 나쁜 철판이나 철면은 샌드 브라스팅을 하여야 한다.

3. 시 공

3.1 제작장의 구비조건

3.1.1 세그먼트 제작장 설치 계획을 감독원과 충분히 협의하여 확정하고 제작장 설치 계획서를 감독원에게 제출하여 사전 승인을 받아야 한다.

3.1.2 제작장은 세그먼트를 정밀하게 제작하기 위하여 지반의 안정성을 충분히 확보하여야 한다.

3.1.3 제작장 운용에 필요한 다음과 같은 시설을 설치하여야 하며, 익스팬션 세그먼트, 피어 세그먼트, 일반 세그먼트의 생산량, 제조기간, 제조빈도, 야적방법, 세그먼트의 시공계획 등을 고려하여 제조설비를 배치하여야 한다.
(1) 배치 플랜트(사일로 및 필요시설)
(2) 골재 적치장
(3) 문형크레인 및 타워크레인
(4) 세그먼트 적치장
(5) 철근적치 및 가공장 (절단기 및 벤더)
(6) 증기양생 시설
(7) 시험실
(8) 감독실
(9) 현장 사무실
(10) 창고

(11) 기타 필요시설

3.1.4 자재저장

세그먼트에 소요되는 모든 자재는 바닥이 포장된 견고한 면에 적치 보관하여야 한다. 특히 PS 강재는 지붕이 설치된 창고에 보관하여 부식방지에 유의하여야 한다.

3.2 세그먼트 거푸집 제작

3.2.1 계약상대자는 세그먼트 제작에 필요한 시공상세도를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.2.2 매취캐스팅(신·구 세그멘트의 완벽한 결합)이 가능하여야 한다.

3.2.3 허용오차 범위 내에서 세그먼트 제작이 가능하여야 한다.

3.2.4 거푸집은 개구부, 돌출부에 적용할 수 있고 조정이 가능하여야 한다.

3.2.5 거푸집 제거 시에는 콘크리트의 손상 없이 거푸집을 떼어낼 수 있어야 한다.

3.2.6 거푸집 설계는 선행된 세그먼트와의 이음에 있어 조밀하고 방수가 되어야 하며, 측대(bulkhead)는 쉬스관의 위치가 유지되고 그라우트의 침입을 방지하는 방법으로 쉬스관의 연결이 가능하여야 한다.

3.2.7 세그먼트 제작대는 경사와 선형을 조정하고, 유지할 수 있는 장치이어야 한다.

3.2.8 세그먼트의 외면에서 거푸집이 이어지는 곳은 평탄면에서의 1.6 mm 구석과 구부러지는 곳에서는 3.2 mm 이상의 간격을 초과할 수 없다. 현장치기 세그먼트의 접합면 사이의 간격은 6.4 mm를 초과할 수 없다.

3.2.9 세그먼트 제작을 위한 모든 벽체, 바닥, 내부 및 측대는 감독원이 승인하지 않는 한 철판을 사용하여야 한다.

3.2.10 거푸집은 충분한 두께를 가져야 하며, 적당한 외부 브레이싱과 보강재로 지지되어야 하고, 콘크리트 타설과 진동다짐에 의한 힘을 충분히 견딜 수 있도록 하여야 한다.

3.2.11 거푸집 내부 브레이싱과 간격의 유지장치는 복부 지지볼트에 의하여 지지되어야 되며, 거푸집 제거 후 표면처리작업이 가능하여야 한다.

3.2.12 세그먼트 제작대와 거푸집은 침하나 찌그러짐이 없이 세그먼트를 지지하는데 구조적으로 안정하여야 한다.

3.2.13 거푸집의 이음부는 모르타르가 새지 않도록 하여야 한다.

3.2.14 거푸집의 품질과 선형은 매 설치 때마다 검사하여야 하며, 콘크리트 타설 중에도 계속 관찰하여 필요한 조치를 하여야 한다.

3.3 세그먼트 제작

3.3.1 일반사항

계약상대자는 감독원이 승인한 제작 시스템을 적용하여 지정된 세그먼트를

시험 제작하고, 강연선의 인장과 수화열·양생방법 등을 고려한 온도해석 등을 검토하여 세그먼트 제작에 철저한 준비를 하여야 한다.

3.3.2 확인측량

(1) 기준점 및 수준점은 공인된 기준점 및 수준점을 이용하여 보조기준점을 반영구적으로 설치하여 사용하며, 공사 완료 시까지 관리하여야 한다.

(2) 거푸집의 허용오차 범위는 극히 작으므로(5 mm 이하) 계약상대자는 철저한 확인 점검을 실시하여 측량 시 발생될 수 있는 기계적인 오차, 시차 등을 소거할 수 있도록 관리하며, 감독원의 확인을 받아야 한다.

3.3.3 제작 시 유의사항

(1) 조정장치의 상세사항과 조정 절차방법은 제작대의 시공상세도에 포함하여야 한다. 처마 거푸집의 경사와 각 세그먼트 윗부분은 구조물 부재간의 상호 관련 배치를 고려하여야 한다.

(2) 각 조의 첫 세그먼트가 제작된 후 다음에 이어 생산되는 모든 세그먼트는 모든 접합면의 방향과 선형이 일치될 수 있도록 앞서 제작한 세그먼트에 이어 연속제작을 하여야 한다.

(3) 정착구는 세그먼트 가설 후 강연선이 정착구 부재 속으로 들어갈 수 있어야 한다. 강연선의 커플러는 설계도서에 표시되거나 감독원이 승인하는 위치에서만 사용될 수 있다.

(4) 강연선의 결속이 50 % 이상 어떤 한 구간에서 집중되어서는 안 된다.

(5) 설계도서에 임시 외부 텐던이 필요할 때에 강연선과 앵커는 강연선이 가설장비에 의해 손상되는 것을 보호하고, 인장작업과 정착 중이거나 후에 갑작스럽게 긴장을 없애거나 풀어주는 스트랜드나 강봉을 구속할 수 있는 보호용 둘레로 보호되어야 한다. 보호용 둘레에 대해서는 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(6) 철근은 설계도서에 따라 조립하고 설치하여야 하며, 쉬스관과 철근 혹은 블록아웃의 바른 위치에 저촉되는 것은 구조전문기술자의 자문에 의해 해결하고, 감독원의 승인을 받아 보정을 하여야 한다.

(7) 포스트텐션닝 쉬스관의 적정 위치를 위해 조립할 수 없는 철근은 충분한 겹이음 길이로 추가 철근에 의해 교체하여야 하며 감독원의 승인을 받아야 한다.

(8) 모든 세그먼트는 거푸집 제거 시 내부 면에 구별표시를 하여야 한다. 동 표시는 시공도면, 포스트텐션 상세사항과 계산서 및 프리캐스트 콘크리트 세그먼트의 조립과 설치에 관한 기타 서류상의 각 세그먼트를 구별하는데 사용하여야 한다.

(9) 설치된 쉬스관의 확실한 고정을 위해 실질적인 방법을 강구하여야 하며, 계약상대자는 시공상세도면에 표시하여 이를 제출하여야 한다.

3.3.4 콘크리트 타설 및 다짐

(1) 콘크리트 타설 시 다짐은 거푸집 진동기(form vibrator)를 사용하여야 한다.

(2) 슬래브 면 마무리

슬래브 콘크리트 표면은 숙련된 기능공에 의하여 평탄하게 마무리하고, 3 m 직선자로 요철을 측량하여 ±5 mm 이내이어야 한다.

(3) 양 생

① 세그먼트 제작 시 콘크리트는 증기양생을 하여야 한다.

② 증기양생시설은 이중막으로 밀폐된 시설이어야 하며, 시험에 의하여 증기관로의 적정한 설치위치를 정한다.

③ 콘크리트의 소요 압축강도 발현에 필요한 계절별 양생시간을 계획하여 감독원에게 제출하여야 한다.

(4) 쉬스관 설치

① 공기관 및 정착구 등의 연결부위는 콘크리트 모르타르가 침투되지 않도록 접착테이프로 밀봉하여야 한다.

② 쉬스관의 선형은 설계도서에 표시한 위치대로 정확하게 설치하여야 하며, 쉬스관 설치 후 거푸집 설치 전에 감독원의 확인을 받아야 한다.

③ 소켓에 의한 이음은 가능한 피하여야 하며, 부득이한 경우 이음부의 관과 관의 틈이 없어야 한다.

3.4 PS 강선의 설치 및 인장

6-6절 3.2, 3.4의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.5 PSC 그라우트

6-6절 3.7의 해당사항을 준수하여야 한다.

3.6 가 설

3.6.1 일반사항

계약상대자는 시공방법, 준비 및 장비의 모든 상세사항과 설명서를 감독원에게 제출하여 사전 승인을 받아야 한다.

3.6.2 상부구조의 가설순서는 다음과 같다.

(1) 1단계 : 가설 트러스 정치

가설트러스 정치 후 세그먼트 베어링은 트러스 후반부로 전부 이동한다.

(2) 2단계 : 세그먼트 거치

① 제작장에서 제작된 세그먼트를 운반하여 크레인으로 인양하고, 세그먼트는 정치된 트러스 위에 거치한다.

② 거치된 세그먼트는 윈치(winch)를 이용하여 정위치로 이동한다.

③ 첫 번째 세그먼트와 두 번째 세그먼트는 300 mm의 간격을 유지한다.
④ 그 이후의 세그먼트는 35 mm의 간격을 유지하며 거치한다.

(3) 3단계 : 조정
세그먼트 거치가 완료되면 계산된 종단 및 평면의 선형에 따라 세그먼트를 조정한다.

(4) 4단계 : 세그먼트 조립
① 첫 번째 세그먼트는 윈치를 이용하여 기 시공된 지점부 세그먼트와의 사이에 쐐기판(shim plate)을 설치하고 150 mm의 간격을 유지한 후 P/T 강봉으로 인장한다.
② 두 번째 세그먼트는 접착 면에 접착제를 바른 후 첫 번째 세그먼트와 정착시킨 후 강봉으로 인장한다.
③ 같은 방법으로 표준 세그먼트의 조립이 끝난 후 표준 세그먼트와 지점부 세그먼트사이에 쐐기판(shim plate)을 설치하고 150 mm 의 간격을 유지한 후 P/T 강봉으로 인장한다.

(5) 5단계 : 콘크리트 타설 및 양생
세그먼트 조립이 완료된 후 현장마감(closure joint)부에 거푸집을 설치하고 콘크리트를 치고 양생한다.

(6) 6단계 : 종방향 및 횡방향 인장
① 종방향 인장 : 현장치기 콘크리트의 강도가 21 MPa 이상이 되었을 때 인장을 실시한다.
② 횡방향 인장
가. 표준 세그먼트 : 제작장에서 100 % 인장 후 가설한다.
나. 지점부 세그먼트 : 제작장에서 2개, 가설트러스 제거 후 현장에서 1개(총 3개)를 인장한다.
다. 신축이음부 세그먼트 : 제작장에서 2개, 가설트러스 제거 후 현장에서 2개(총 4개)를 인장한다.

(7) 7단계 : 가설트러스를 이동한다.

3.6.3 계약상대자는 기하학적 관리계획에 따라 시공의 각 단계에서 구조물의 높이 및 선형을 검측하여야 하며, 검측과 모든 조정 및 수정사항에 대한 기록을 유지 보관하여야 한다.

3.6.4 강봉의 인장 및 쉬스관의 설치
(1) 강봉의 인장은 설계도서에 표시된 인장력으로 인장하여야 하며, 인장은 이 시방서 6-6절의 3.4에 따른다.
(2) 쉬스관의 사용 및 설치는 이 시방서 6-6절 3.2에 따른다.

3.7 이음부 처리

3.7.1 시공이음용 콘크리트는 세그먼트 콘크리트와 동종을 사용하여야 한다.

3.7.2 쐐기판(shim plate)를 이용하여 가설연결을 할 경우 도입력은 구조 시스템의 지압마찰보다 충분히 커야 하며, 도입 전·후 교량받침의 상태(자유단, 고정단)가 설계자의 의도에 부합되는 상태인가를 확인하여야 한다.

3.7.3 콘크리트 타설 후 설계순서에 따라 인장력을 도입하여야 하며, 각 단계별로 인장 전에 콘크리트 압축강도 시험을 실시하여 인장시기의 강도를 확인하여야 한다.

3.7.4 세그먼트 이음부는 전단 및 인장강도가 각 세그먼트 간에 확실히 전달될 수 있도록 접착제로 조인트접착을 하여야 한다.

(1) 콘크리트 접착면의 표면오염물질(기름, 그리스, 화학약품, 오물, 레이턴스 등)은 제거한다.

(2) 친수성 접착제를 제외하고는 건조시켜야 하며, 수분 존재여부는 1.2×1.2 m 폴리에틸렌 쉬트를 콘크리트 표면에 가볍게 두드려 확인한다.

(3) 접착제는 특별히 지정하지 않는 한 규정된 온도범위로 조절되어야 한다.

(4) 배합된 접착제는 소정의 가사시간 내에 전량 사용하여야 한다.

(5) 접착제에 부재를 부착시키기 전에 경화된 경우 처음 도포한 것을 완전히 제거하여 재도포를 실시한다.

(6) 접착제가 소정의 접착강도에 도달될 때까지 충격 등의 영향을 받아서는 안된다.

3.7.5 세그먼트의 연속조립이 가능하도록 세그먼트 이음부의 접착강도는 조기 발현되도록 하여야 한다.

3.7.6 조립작업 중 세그먼트 이음부는 각 세그먼트가 정확한 위치에 결합되도록 윤활작용을 하여야 한다.

3.7.7 세그먼트 이음부는 조인트 전체를 습기로부터 차단하여야 하며, 프리스트레싱 텐던이 부식되지 않도록 그라우팅 작업 시 그라우팅 재료의 누출을 방지하여야 한다.

3.8 처짐관리

3.8.1 일반사항

고정하중 및 긴장력에 의한 연직방향의 변위가 매우 미소하므로 세그먼트 자체의 수직 솟음은 두지 않으며 세그먼트 가설시 가설 트러스 위에서 위치를 조정하여 설치하여야 한다.

3.8.2 솟음과 처짐

(1) 계약상대자는 구조물을 최종 단계까지 시공하는데 필요한 각 시공단계에 대한 처짐 및 솟음자료를 감독원에게 제출하여야 하며, 제출자료에는 각 시공단

계에서 생기는 시간에 따른 응력감소와 크리프의 영향을 나타내야 한다.

(2) 시공순서, 시공방법 및 공사기간을 고려한 교량가설에 대한 모든 자료는 교각 구체를 시공하기 전 감독원이 검토할 수 있도록 제출하여야 한다.

(3) 각 시공단계별로 구조물의 솟음을 측정하여야 하며, 구조물의 최종구배를 확보하기 위한 조치를 취하여야 한다.

3.8.3 형상관리

(1) 계약상대자는 세부적인 측량 수행방법을 제시한 기하형상 관리계획을 감독원에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

(2) 기하형상 관리계획은 첫번째 세그먼트의 접합으로 시작하여 마지막 캔틸레버 세그먼트의 접합을 끝으로 한 상부처짐의 장기적인 측정을 하여야 하며, 가설시 예상선형에서 25 mm 이상 벗어난 캔틸레버에서도 이용할 수 있는 조정방법을 포함하여야 한다.

(3) 매 시공단계에서 구조물의 종단 및 평면선형을 검토하여 결정하고 보정하여야 하며, 이러한 모든 검토사항과 적용한 조정 및 보정 방법은 기록해서 보관하여야 한다.

(4) 모든 측량작업은 온도의 영향이 적은 때에 수행하여야 하며, 쐐기를 이용한 보정작업은 감독원이 승인한 경우에만 하여야 한다.

(5) Short line 거푸집 기술을 이용한 PS 세그먼트 시공에 대해서는 정밀한 측량을 하여야 하며, 높이와 수평 선형은 ±0.3 mm 의 정확도로 측정하여야 한다. 그 외 다른 방식의 세그먼트 시공측량에 대해서는 3 mm 의 정확도로 수행하여야 한다.

(6) 매취캐스트 세그먼트를 시공할 때 계약상대자는 제작장으로부터 세그먼트를 운반하기 전에 기하학적인 형상을 측정하고 수치계산에 의한 세심한 검측을 실시하여야 한다. 제작된 모든 부분의 좌표는 세그먼트를 제작하기 전에 계산 완료하여야 한다.

(7) 수직과 수평처짐에 따라 제작된 곡선계산에 추가로 예상되는 처짐의 검토로서 각각의 세그먼트별 횡구배를 측정하여 누적 비틀림곡선을 계산하여야 한다.

(8) 매취캐스트 제작과정의 높이를 정하는 계산에서 알맞은 역순에 의한 비틀림 오차보정을 우선적으로 하여야 한다.

(9) 매취캐스트 위치에서 세그먼트는 비틀림을 유도하는 응력을 받지 않아야 한다.

3.9 시공 허용오차

3.9.1 특별히 명기하지 않는 한 철근은 다음의 허용오차 범위내에서 조립, 설치 하여야 한다.

그러나, 부재 안쪽 순간격의 허용오차는 −6.3 mm이며 설계도서에 명기된 최소 피복의 1/3을 초과하는 피복의 오차는 없어야 한다.

표 6-8-9-1 유효깊이 d와 휨부재의 최소 순 콘크리트 피복에 대한 허용오차

벽과 압축 부재의 d	d의 허용오차	최종피복의 허용오차
0.2 m 이하인 경우	± 9.5 mm	− 9.5 mm
0.2 m 보다 큰 경우	±12.7 mm	− 12.7 mm

3.9.2 세그먼트의 상부슬래브면은 설계계획고에서 ±12.7 mm 의 오차 범위내에서 관리하여야 한다.

3.9.3 세그먼트 가설시 허용오차는 다음과 같다.

(1) 가설위치에서 인접 세그먼트의 외부면 사이의 편차는 6 mm 이내에 있어야 한다.

(2) 연직방향의 세그먼트 사이의 연직각 변화는 설계치(θ)와 실측치(φ)가 0.3 % 이내에 있어야 한다. 즉, $|\theta-\varphi| < 0.003$

(3) 세그먼트 이음부 사이의 비틈각 변화는 설계치(θ)와 실측치(φ)가 0.1 % 이내에 있어야 한다. 즉, $|\theta-\varphi| < 0.001$

3.10 강연선 진동 방지공

3.10.1 강연선 진동방지시설은 상부공 박스내부에 설치되어 있는 강연선의 처짐을 감소시키고 계산된 인장력 도입을 원활하게 하며, 진동을 방지하여 강선의 피로영향을 최소화할 목적으로 설치하여야 한다.

3.10.2 강재는 설계도서에 제시한 도장방법으로 도장을 하여야 한다.

3.10.3 강연선 진동방지공이 설치완료되면 감독원의 승인을 받은 후 인장을 실시하여야 한다.

6-8-10 사장교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방의 적용범위는 사장교의 콘크리트주탑, 강상판형 보강거더, 케이블, 정착구 및 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브의 제작·시험 및 가설공사에 적용한다.

1.2 관련 시방 절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물

1.2.2 6-7 강구조물공

1.3 참조규격

해당없음

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3의 해당사항에 맞추어 시공 계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 가설 계획

(2) 주탑시공 계획서

(3) 자재 조달계획서

(4) 보강거더 제작 및 운송계획서

(5) 케이블 제작 계획서

(6) 케이블 가설 계획서

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 구조용 강재

13-12절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 PS 강선 및 PS 강봉

13-11절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.5 강교용 도료

13-15절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.6 고장력 볼트

13-14절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.7 케이블

케이블에 사용하는 인장부재는 와이어, 스트랜드, 강봉 등이 가능하며 각각의 품질관리의 선재는 PTI의 관련규정인 Recommendations for Stay Cable design, Testing and Installation에 적합하여야 한다.

2.8 정착구

정착구는 90 % 이상의 인장파괴강도(GUTS)를 가져야 하며 케이블과 동등한 피로저항성을 가져야 한다. 또한 외부는 부식방지용 도장이나 스테인레스 스틸을 사용한다.

2.9 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브

고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브는 ASTM D 3350에 적합하여야 한다. 온도의 영향을 최소화하기 위하여 다른 색상을 채택하는 경우에만 검은색과 동등한 자외선 저항능력이 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 주탑시공

3.1.1 시공방법

콘크리트 주탑의 시공은 이동식거푸집을 사용, 시공하는 것을 원칙으로 하며, 현장 작업여건에 따라 변경 할 수 있으나 이의 변경은 감독원의 승인을 얻어야 한다.

3.1.2 형상관리

(1) 각 Segment의 형상에 따라 매 Segment별 정밀측량에 의하여 형상점검을 시행하여 점검결과를 감독원에게 제출하여야 한다.

(2) 형상 점검 결과에 따른 매 Segment 수직경사의 조정범위는 0.002RAD 이내로 하며, 감독원과 협의 조정되어야 한다.

(3) 교량 완성시 주탑 정부의 편심량은 주탑높이(H)의 1/1000 이하, 중간높이

(H/2)의 편심량은 주탑높이(H)의 1/1500 이하이어야 하고, 주탑의 곡률반경은 R=200·H이하가 되도록 시공하여야 한다.

3.1.3 균열관리

주탑 시공 중 콘크리트의 특성상 건조수축 등에 의한 균열이 발견되면 전문가의 평가를 통해 계측관리 또는 보수·보강 대책을 강구하여 감독원의 승인을 득한 후 시행하도록 한다.

3.1.4 주탑 가로보의 시공

(1) 주탑 가로보를 시공하기 위한 강재동바리, 또는 기타 가시설에 대하여는 계약상대자가 가시설계획 및 구조검토서를 감독원에게 제출·승인을 득하여야 한다.

(2) 가시설 계획 및 구조검토에는 콘크리트 치기에 따른 처짐을 포함하여야 한다.

(3) 주탑 수평재에 사용되는 PS 강선의 시공은 “프리스트레스 구조물공”을 따른다

(4) 고소에 설치되는 가시설에 대하여는 낙하물 방지를 위한 적정 안전시설이 조치되어야 한다.

3.1.5 콘크리트 관리

(1) 강풍으로 주탑 진동이 콘크리트에 악영향의 우려가 예상될 때에는 콘크리트를 칠 수 없다.

(2) 설계도에 표시한 각 블록(block)의 시공이음부 이외의 별도시공 이음이 불가피한 경우 감독원의 승인을 득한다.

(3) 시공이음부의 레이턴스 제거를 위하여 칩핑 또는 고압수에 의한 골재노출법으로 처리하고 구 콘크리트면을 최소 8시간 이상 습윤상태에서 콘크리트를 쳐야 한다.

(4) 콘크리트 다짐에 대해서는 감독원과 사전 협의 후 결정한다.

(5) 주탑의 콘크리트 타설시 수화열에 의한 균열이 발생되지 않도록 현장여건에 맞는 균열제어 대책을 수립하여야 한다.

3.2 보강거더 시공

3.2.1 운송 및 보관

(1) 운송전에 선적방법, 운반장비, 고정설비, 운반경로 등을 포함한 운송계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

(2) 부재는 지면에 접하지 않도록 하고 보관대에서 전도, 타 부재와의 접촉에 따른 손상이 없도록 충분한 방호를 한다. 또한, 장기간 보관시에는 오손, 부식을 방지하기 위하여 적절한 방법을 강구하여야 한다.

(3) 가설에 사용하는 가설자재 및 가설용 기기에 대하여는 공사중의 안전을 확보할 수 있는 정도의 규모와 강도를 가질 것을 확인한 후 사용한다.

3.2.2 가설 일반

(1) 보강거더 가설에 따라 사장재 케이블, 주탑, 보강거더에 큰 변형과 응력이 발생할 수 있으므로 계약상대자 또는 하수급인은 가설 시작 전에 시공순서에 따른 구조계산을 시행하여 가설시의 구조물의 안전성을 조사하여 감독원에게 보고하여야 한다.

(2) 가설시의 구조계산에는 가설장비의 배치, 중량, 수량 등을 상세히 계획하여 계산에 반영하여야 하며, 가설계산을 할 때의 주의하여야 할 점은 다음과 같다.

① 보강거더의 변형과 이에 따른 각 부재와의 간섭

② 사장재 케이블 인입시 장력 및 정착 웨지 풀림 또는 과긴장에 따른 손상 발생여부

③ 주탑 및 보강거더의 강도에 대한 구조검토

④ 가조립의 순서

⑤ 바람에 의한 면외 단면력과 보강거더의 강성

⑥ 보강거더 가설시 변형에 의한 가설비, 기계 등의 영향

(3) 계약상대자 또는 하수급인은 시공성, 구조물의 영향 등을 충분히 검토하여, 감독원의 승인을 얻어 보강거더 가설공법을 변경 할 수 있다.

(4) 계약상대자 또는 하수급인은 보강거더 가설블록의 크기 및 중량, 인양장비 및 기타 가설장비, 가설하중 등을 포함하는 정밀 구조해석을 검증된 구조해석 프로그램을 이용, 매 단계별로 실시하여 가설 구조의 안정성을 확인하여야 하며, 이를 바탕으로 작성한 가설 계획서를 작성하여야 한다.

(5) 가설계획에 따라 보강거더 본체에 설치되는 가설부재는 설치 및 해체방법, 보수방안을 포함하는 검토서(도면, 계산서 포함)를 감독원에게 제출하여 승인 후 시공하여야 한다.

3.2.3 주두부

(1) 주두부 설치를 위한 가시설에 대해서는 주두부 시공계획 및 구조검토서를 감독원에게 제출하여 승인을 득하여야 한다.

(2) 임시 케이블의 설치 및 해체 시기는 가설 단계별 구조 검토를 수행한 후 시기를 선정하여야 하며, 특히 해체시 보강거더 본체에 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 주두부 설치시 주탑과의 간섭 및 손상이 발생하지 않도록 크레인 및 가설재 운용 계획을 수립하여 시공하여야 한다.

3.2.4 블럭 가설

(1) 제작관리

① 가설시 부재상호간 치수정밀도 차의 흡수가 필요하므로 연결부의 볼트공경, 간격 정밀도는 검토 후 조정하여야 한다.

② 가설블록의 연결부에는 형상 유지재, 간격 유지재, 충격완충재, 셋팅 가셋

트, 셋팅 핀 등의 치구 등을 설치하는 방법 등으로 부재 상호간의 연결부 형상 확보나 인접블록과의 제작치수 정밀도차의 흡수와 조정을 하여야 한다.

(2) 가설블록의 연결부 완성형상 정밀도 관리, 대블럭 가설시 연결부 완성형 관리는 엄격한 정밀도 관리가 필요하므로 일반부와는 별도로 관리 목표치를 정하여 관리하여야 한다.

(3) 가설형상 관리

① 일조의 영향에 의해 부재간 혹은 부재 각 부위에 생기는 온도차에 따른 변형을 고려하여 가설계획을 수립하여야 한다.

② 가설블럭에 거치되어 있는 교량받침 하면과 교각 천단과의 유간량을 검토하여 가설시 여유를 두어야 하며, 유간량은 가설시의 바람이나 파랑에 의해 인양장비의 동요나 조수차를 고려하여 정한다.

(4) 시 공

① 블록 중심이 계획 편심량보다 커서, 블록이 바닥에서 분리될 때 횡이동으로 로프의 균형을 잃어 사고의 염려가 있으므로 본체는 물론 형상의 가설재 중량에 맞출 때까지 검토하여 엄밀한 중심계산을 한다.

② 작업하기에 나쁜 겨울이나 태풍기는 가능한 피하도록 한다.

③ 블록 인상, 또는 재하시 하중부담은 단계별로 하고 각 단계는 편재하를 파악하기 위해 전후크의 하중 조정을 실시한다.

④ 계약상대자 또는 하수급인은 Tower Crane, Derrick Crane 등 특수장비의 설치 및 운영에 대한 시공계획서, 구조검토서를 작성하여 감독원에게 제출, 승인을 받아야 한다.

⑤ 계약상대자 또는 하수급인은 보강거더 가설시 보강거더의 이동을 방지하기 위한 임시 이동 고정장치를 설치하여야 하며, 이에 따른 설치계획, 시공요령, 해체시기, 해체계획, 구조계산서 및 도면 등을 제출하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

⑥ 캔틸레버 가설시 비대칭 상태에서 돌풍 및 강풍 등 이상기상조건을 고려하여 공사계획을 수립하여야 한다.

3.3 케이블시공

(1) 케이블의 가설 및 정착에 관한 상세한 사항은 시공상세도에 따른다.

(2) 주탑과 보강거더에 설치하는 정착구는 설계도서에 따라 위치 및 각도를 정확하게 시공하여야 하며 이에 대한 설치방안을 강구하여 제출하여야 한다.

(3) 장력조정시에는 장력 및 상부구조의 처짐을 단계별로 측정하여 허용범위 내에 있는지 확인하여야 한다.

6-8-11 현수교

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 현수교의 콘크리트주탑, 보강거더트러스, 및 케이블의 주케이블, 행거로프, 핸드로프, 래핑와이어 및 가설로프의 제작·시험 및 가설공사에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.2 6-7 강구조물

1.3 참조규격

1.3.1 KS D 3509 피아노 선재
1.3.2 KS D 3515 용접구조용 압연강재
1.3.3 KS D 3559 경강 선재
1.3.4 KS D 3711 크롬 몰리브덴강 강재
1.3.5 KS D 3723 특수용도 합금강 볼트 용봉강

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
1.4.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
(1) 가설 계획서
(2) 주탑시공 계획서
(3) 자재 조달계획서
(4) 트러스 제작계획서
(5) 보강거더 제작 및 운송 계획서
(6) 케이블 제작 계획서
(7) 케이블 가설 계획서

2. 재 료

2.1 콘크리트

6-4-1절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.2 철 근

6-5절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.3 구조용 강재

13-12절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.4 PS 강선 및 PS 강봉

13-11절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.5 강교용 도료

13-15절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.6 고장력 볼트

13-14절 해당사항을 준수하여야 한다.

2.7 주탑

2.7.1 앵커프레임의 재질은 주부재의 경우 본 시방서 6-7절에 따른다.

2.7.1 앵커볼트의 재질은 SNB24-5로서 KS D 3723, 너트의 재질은 SCM435로서 KS D 3711, 와셔는 SM570으로서 KS D 3515의 규격에 각각 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.8 보강거더

보강거더의 재질은 본 시방서 6-7절에 따른다.

2.9 케이블

2.8.1 주케이블에 사용하는 강선의 선재는 KS D 3509에 적합하여야 한다.

2.8.2 행거로프의 선재는 KS D 3509에 규정하는 PWR 67A 또는 B. 72A 또는 B. 75A 또는 B. 77A 또는 B의 규격에 적합한 것이어야 한다.

2.8.3 핸드로프의 선재는 KS D 3559에 규정하는 HSWR 62A 또는 B. 67A 또는 B의 규격에 적합한 것이어야 한다.

2.8.4 래핑 와이어의 선재는 KS D 3559에 규정하는 HSWR 27 또는 32의 규격에 적합한 것을 사용하여야 한다.

2.8.5 정착구는 90 % 이상의 인장파괴강도(GUTS)를 가져야 하며 케이블과 동등한 피로저항성을 가져야 한다. 또한 외부는 부식방지용 도장이나 스테인레스 스틸을 사용한다.

2.8.6 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 튜브는 ASTM D 3350에 적합하여야 한다. 온도

의 영향을 최소화하기 위하여 다른 색상을 채택하는 경우에만 검은색과 동등한 자외선 저항능력이 있어야 한다.

3. 시 공

3.1 주 탑

3.1.1 앵커프레임 및 앵커볼트, 탑기부 가설, 탑하부 및 상부의 제작과 가설에 대해서는 설계도서에 따른다.

3.1.2 탑기부의 가설시 앵커볼트의 축력도입은 정해진 절차에 따라서 정밀하게 이루어져야 하며, 세부적인 사항은 설계도서에 따른다.

3.1.3 주탑의 가설후 주탑 탑정의 중심변위는 허용오차 이내에서 유지되어야 한다.

3.1.4 주탑가설 완료 후에는 탑의 높이, 탑의 연직도, 탑주 지간장, 수평재의 캠버 등에 대해 검사를 실시하여야 한다.

3.2 보강거더

3.2.1 현수교의 보강거더의 운송 및 보관, 가설 및 가시설에 관한 사항은 설계도서에 상세하게 기술하여야 한다.

3.2.2 보강거더를 운송할 때는 운송전에 선적방법, 해상운반장비, 고정설비, 운항항로 등을 포함한 운송계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.2.3 시공자는 가설공사 착수 전에 가시설도 및 가시설계산서 등을 포함한 시공계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2.4 블록을 가설할 경우에는 기준점과 기준선을 설정하여 정밀하게 형상관리를 하여야 한다.

3.3. 케이블

3.3.1 케이블의 가설 및 정착, 탑정새들 및 스프레이 새들 및 케이블 밴드의 시공에 관한 상세한 사항은 시공상세도에 따른다.

3.3.2 계약상대자는 캣워크(catwalk) 제작 및 가설전에 케이블 가설에 대한 작업, 품질기준 등이 포함된 가설 계획서를 작성하여 감리자에 제출하고 승인을 받아야 한다.

3.3.3 캣워크(catwalk) 가설은 고공작업 등에 대한 안전관리를 철저히 하여 인적, 물적 재해의 방지에 만전을 기하여야 한다.

3.3.4 케이블을 정착할 경우에는 시공오차가 발생하지 않도록 주의하여야 하며, 장력조정시에는 장력을 수시로 측정하여 허용범위내에 있는지를 확인하여야 한다.

3.3.5 가설이 완료된 스트랜드 군은 온도가 안정한 상태에서 육각형의 단면형상이므로 케이블 밴드 가설에 우선하여 케이블 밴드 설치가 가능하도록 원형단

면으로 마무리하기 위해 전처리 스퀴즈와 본 스퀴지를 실시하여야 한다. 이에 대한 세부적인 사항은 시공상세도에 따른다.

3.3.6 케이블 밴드의 가설시에는 케이블 밴드의 교축 및 케이블 방향의 설치시에 정밀도 관리를 하여야 하며 케이블 밴드 축력도 관리하여야 한다.

3.3.7 행거로프의 보강거더 인입에 대한 가설방법 및 형상관리는 사전에 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.3.8 래핑시에는 공사착수전에 시험래핑을 실시하여 방청페이스트 비율, 래핑 와이어 장력, 와이어 감김상태 등을 확인후 시공에 반영하여야 한다.

3.3.9 주케이블, 행거로프, 핸드로프 등의 도장작업의 세부사항은 6-7-4절의 해당사항에 따른다.

3.3.10 케이블 정착은 정착부에 대한 인장시험과 시공성 확인을 검토한 후 시공하여야 한다.

6-9 교량부대시설공

6-9-1 난간

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 구조물 난간의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-2 공사관리
1.2.2 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.3 총칙편 3 자재관리
1.2.4 총칙편 4 품질관리
1.2.5 6-1 교량공사 일반
1.2.6 6-3-3 동바리와 거푸집
1.2.7 6-4-1 일반 콘크리트
1.2.8 6-5 철근공
1.2.9 6-7-3 잡철물공

1.3 참조 규격

1.3.1 한국산업규격(KS)
KS D 3507 배관용 탄소강관
KS D 3517 기계 구조용 탄소강관
KS D 6008 알루미늄합금 주물
KS D 8308 용융아연도금

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 현장동원 및 철수계획서
계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 2-2절의 해당사항에 따라 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.3 시험 및 검사계획서
계약상대자는 공사착수전에 시험 및 검사계획서를 총칙편 제4장의 해당사항에 따라 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.4 제품자료

난간 제조업자는 총칙편 제3장에 따라 난간의 생산가능 규격, 생산가능량 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 품질관리상태, 설치 지침서, 사용실적 등을 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트에 사용하는 재료는 6-4-1절의 해당사항에 따른다.

2.1.2 철근은 6-5절의 해당사항에 따른다.

2.1.3 난간에 사용하는 강재 파이프는 KS D 3507, KS D 3517 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.4 알루미늄난간은 KS D 6008의 제7종 AC7A 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.5 난간에 사용하는 기타 재료에 대하여는 명시된 도면에 따라야 하며, 제품자료를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

슬래브의 신축이음장치가 설치된 부분은 난간부위에도 신축이 가능하도록 시공계획을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다. 차도측에 시공되는 강재난간, 알루미늄 난간은 반드시 충돌시험에 합격한 제품을 사용하여야 한다.

3.2 콘크리트 난간

3.2.1 이 절에서 언급하지 않은 사항은 6-4-1절의 해당사항에 따라야 한다.

3.2.2 교량상부공을 지지하는 동바리 및 거푸집을 제거한 후에 난간을 시공하여야 한다.

3.2.3 거푸집을 설치할 때는 소정의 선형과 경사에 맞도록 하여 견고하게 설치하고 제거할 때는 콘크리트에 손상을 입히지 않도록 특별히 주의를 하여야 한다.

3.2.4 프리캐스트 레일부재는 모르타르가 새지 않는 거푸집을 사용하여 제작하여야 하며, 콘크리트가 충분히 경화한 다음 거푸집을 제거하고 물에 적신 마포 등으로 덮고 최소 5일간 양생하여야 한다.

3.2.5 난간을 설치하기 전이나 설치하는 동안 손상이 된 것은 제거하고 재시공하여야 한다.

3.2.6 기계타설 시에는 콘크리트 성형이 좋고, 종방향 선형이 잘 유지되도록 하여야 한다.

3.3 강재난간

3.3.1 강재난간을 설치할 때는 6-7-3절의 해당사항에 따라 시공하여야 한다.

3.3.2 콘크리트와 접촉되는 포스트는 세우기 전에 그 표면을 코오킹 콤파운드로 완전히 칠하여야 하며, 설치가 끝나면 금속표면과 콘크리트 사이의 틈도 코오킹 콤파운드로 봉하여야 한다.

3.3.3 레일을 설치할 때에는 레일과 레일이 서로 평행이 되도록 하고 레일지주와 수직이 되도록 하여야 한다.

3.3.4 레일을 절단할때는 거칠거나 들쑥날쑥하지 않도록 곧고 매끄럽게 하여야한다.

3.3.5 요(凹)자형으로 절단 할 때는 미리 작은 구멍으로 제본을 뜬 다음에 시행하여야 한다.

3.3.6 앵커볼트의 구멍은 볼트의 정상 직경보다 50 % 까지 크게 할 수 있으며, 최대 13 mm 까지 크게 할 수 있다.

3.4 알루미늄난간

3.4.1 절단

(1) 두께가 13 mm 이하인 재료는 가위질, 톱질 또는 기계로 절단하며, 그보다 두꺼울 때는 톱 또는 기계로 절단하여야 한다.

(2) 절단된 모서리는 곧고 매끄러워야 하며 너무 거칠거나 들쑥날쑥해서는 안된다.

(3) 어떠한 경우라도 불꽃을 사용하여서는 안 된다.

3.4.2 구부리기

재료를 구부릴 경우에는 200 ℃ 의 온도로 30분 간 가열하여 작업을 할 수 있다. 단, 재료 원래의 기능을 상실할 우려가 있다고 판단될 때는 감독원의 지시에 따라 상온에서 구부리기 작업을 하여야한다.

3.4.3 리벳 및 볼트구멍

(1) 리벳 및 볼트의 구멍은 한번에 뚫거나 예비 천공으로 확공하여 소정의 규격에 맞도록 만들어야 한다.

(2) 예비로 천공된 구멍의 크기는 적어도 부재두께의 1/4이상 되어야 한다.

(3) 다음의 경우를 제외하고는 구멍의 최종직경은 조임재의 직경보다 7 % 이상 커서는 안 된다.

① 신축을 원활하게 하기 위해 도면에 표시한 대로 슬롯(slot)볼트 구멍을 설치할 경우

② 앵커용 볼트구멍을 뚫을 경우, 이때 볼트 직경은 50 % 최대 13 mm까지 크게 뚫을 수 있다.

3.4.4 타재료와의 접촉

(1) 알루미늄합금이 다른 금속재료와 접하는 곳에서 접촉면에 알루미늄을 함유한

승인된 코오킹 콤파운드를 완전히 칠하거나 인조고무 가스켓을 끼워야 한다.

(2) 알루미늄합금재료는 동, 납 또는 니켈 등의 금속과 접촉하여서는 안된다. 알루미늄 합금이 콘크리트나 석재와 접하게 될 때도 접촉면에 코오킹 콤파운드로 완전히 칠하여야 한다.

(3) 알루미늄에 콘크리트를 부착시켜야 할 때는 먼저 알루미늄에 아연크롬산염(Zinc-chromate) 페인트를 칠하고 충분히 건조시켜야 한다.

(4) 슬래브의 신축이음 부위가 설치된 부분은 난간부위에도 신축이 가능하도록 시공계획을 작성하여 감독원의 확인을 받은 후 시공하여야 한다.

6-9-2 교량신축이음

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 개 요

이 절은 교량의 신축이음의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 강(Steel)제 신축이음장치

(2) 고무제 신축이음장치

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물

1.2.2 6-1 교량공사 일반

1.2.3 6-6 프리스트레스트 구조물공

1.2.4 13-12 구조용 강재

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS D 2121 주형용 규사

KS M 6518 가황고무 물리시험 방법

1.3.2 도로교 표준시방서 제5장 5-2 신축이음

1.4 제출물

1.4.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.4.2 시공계획서

계약상대자는 작업시작 전 최소한 7일 전에 최소한 다음 사항을 포함한 시공계획서를 제출하여 감독원의 승인을 득한 후 시공에 임하여야 한다.

(1) 상부구조의 온도변화

(2) 활하중에 의한 상부구조 변화

(3) 콘크리트의 크리프와 건조수축

(4) 설치시의 온도, 여유량 등

1.4.3 현장동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 작성한 후 제출한다.

1.4.4 시험 및 검사계획서
계약상대자는 공사착수전에 시험 및 검사계획서를 작성한 후 제출한다.

1.4.5 시공상세도
시공상세도면은 다음을 포함하여 작성하여야 한다.

(1) 신축이음 설치를 위한 계산서
(2) 설치절차와 신축이음 부품을 나타낸 상세도면
(3) 총이동량이 45 mm 이상인 신축이음인 경우 제작도면

1.5 운반, 보관, 취급

1.5.1 신축이음과 봉함재는 완전히 조립된 상태에서 현장으로 수송되어야 한다.
1.5.2 신축이음 부재는 검사 및 승인을 받기 위해서 완전히 공장조립 되어야 한다.
1.5.3 길이 18 m 이하의 조립된 신축이음은 중간부에 현장이음이 없어야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 신축이음은 설계도서에 제시된 신축량 및 유간을 충분히 확보할 수 있는 규격의 제품이어야 하며 당해제품의 제품자료를 제출하여 감독원의 승인을 얻은 제품이어야 한다.
2.1.2 신축이음장치에 사용하는 강재는 13-12의 해당 규정에 합격한 것이어야 한다.
2.1.3 고무는 천연고무, 합성고무를 사용하며, 고무의 경도 인장 노화 등의 물리시험은 KS M 6518에 따라야 한다.
2.1.4 에폭시수지 모르타르

(1) 에폭시수지 모르타르의 품질은 다음 표 6-9-2-1과 같으며 시험빈도는 매 공사마다 1회 이상 실시하여야 한다.

표 6-9-2-1 에폭시수지 모르타르 품질기준

시험항목	공시체	규 격	단 위	비 고
압축항복강도	Ø50×100	50.0 이상	MPa	7일, 20 ℃ 양생
휨강도	40×40×160 mm	25.0 이상	MPa	7일, 20 ℃ 양생
탄성계수	Ø50×100	4.0×10^3	MPa	7일, 20 ℃ 양생

(2) 에폭시수지 모르타르의 배합(중량비)는 다음 표 6-9-2-2와 같다.

표 6-9-2-2 에폭시수지 모르타르의 배합(중량비)

에폭시수지	주재 : 경화재	1 : 1
규 사	4호사 : 7호사	1 : 1
배 합	에폭시수지 : 규사	1 : 1

(3) 에폭시수지 모르타르에 사용하는 규사는 KS D 2121에 합치하거나 동등 이상의 재료이어야 한다.

2.1.5 탄성 봉함재(Seal)는 실리콘계, 에폭시고무계 또는 부틸고무계씨일재로서 바닥판 또는 포장과 밀착되며, 신축에 잘 견디고 고내후성의 것을 사용하여야 한다.

2.1.6 백업재는 폴리우레탄 폼 또는 그와 동등한 성능을 가진 것으로 비중은 0.05~0.1 이상이어야 한다.

2.1.7 신축이음 봉함(Seal) 고무는 양질의 흑색 프로필렌계 고무를 성형한 것으로 다음 표 6-9-2-3에 적합한 것이어야 한다.

표 6-9-2-3 조인트 씨일 고무품질기준

시험항목		단위	규격	시험방법
인 장 강 도 신 율 경 도 시 험		MPa % 경도(Ms)	15 이상 300 이상 45~60	KS M 6518 〃 〃
가열노화시험	인 장 강 도 신 율 경 도 변 화	MPa % 경도(Ms)	13 이상 250 이상 10 이하	〃 〃 〃
압 축 영 구 변 형		%	25 이하	〃

2.1.8 신축이음장치에 사용하는 알루미늄합금은 부식에 대한 저항성이 있어야 하며, 재료는 다음 표 6-9-2-4의 품질기준에 적합하여야 한다.

표 6-9-2-4 알루미늄계 신축이음장치의 품질기준

〈알루미늄 합금 몸체〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	경도	화학적 성분(%)					
				Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti
260 이상	260 이상	2% 이상	90 이상	6.50~7.50	0.20 이하	0.10 이하	0.10 이하	0.45~0.70	0.08~0.25

〈프리스트레싱 볼트〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	화학적 성분(%)						
			C	Si	Mn	S	P	Cr	Me
1080~1280	850 이상	10% 이상	0.39~0.45	0.10~0.40	0.60~0.90	0.035 이하	0.035 이하	0.90~1.20	0.15~0.25

〈볼트 정착앵커(동 알루미늄)〉

인장강도 N/㎟	항복점 N/㎟	신율	경도	화학적 성분(%)			
				Al	Fe	Ni	Mn
650 이상	250 이상	20% 이상	160 이상	6.50~7.50	0.20 이하	0.10 이하	0.10 이하

2.1.9 무수축 콘크리트

무수축 콘크리트의 품질은 표 6-9-2-5와 같으며, 시험빈도는 매 공사마다 1회 이상 실시하여야 한다.

2.1.10 신축이음에 사용하는 기타 재료에 대하여는 제작 도면에 따라야 한다.

표 6-9-2-5 무수축 콘크리트 품질기준

시험항목	품 질 기 준	적용시험항목	비 고
팽창율	재령 7일기준 - 수축보상용 콘크리트: 150×10^{-6}~250×10^{-6} - 화학적 프리스트레스용 콘크리트: 200×10^{-6}~700×10^{-6} - 공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레스 용 콘크리트: 200×10^{-6}~$1,000\times10^{-6}$	KS F 2562 참고 1의 A법	
블리딩율	1 % 이하	KS F 2414	
슬럼프	15 ㎝ 이상	KS F 2402	
압축강도	f_{28}=40 Mpa	- 수축보상용:KS F 2403, KS F 2405 - 화학적프리스트레스용: KS F 2562	15×30 ㎝

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 신축이음장치의 시공은 전문적 지식과 경험이 풍부한 기술자의 지도아래 시공하여야 한다.

3.1.2 모든 신축이음장치는 설계도서에 표시한 규정에 맞도록 정확히 시공하여야 한다.

3.2 조정

3.2.1 보다 정확한 정보가 없는 경우 설치온도는 콘크리트 구조물에서는 신축이음장치 설치전 48시간 동안의 구조물 아래의 평균 그늘 온도를 취하여야 하고 주부재가 강재인 구조물에 대해서는 신축이음장치 설치전 24시간 동안의 평균 그늘 온도를 취하여야 한다.

3.2.2 신축량은 상부구조의 온도변화, 활하중에 의한 상부구조의 변위, 콘크리트의 크리프와 건조수축, 설치시의 여유량 등을 고려하여 산정하여야 한다.

3.2.3 콘크리트교에서는 건조수축과 크리프의 수축량이 대단히 크게 작용하므로 계약상대자는 이를 필히 고려하여 유간을 결정하여야 한다.

3.2.4 장대구조물의 경우에는 설치온도 설정시의 부정확성과 신축이음장치 유간을 측정한 시점과 신축이음장치 설치를 하는 시점 사이에 발생할 수 있는 상부구조의 이동에 대응하기 위해서 신축이음장치 유간에 허용오차를 포함시켜야 한다.

3.2.5 장대구조물의 신축이음장치 설계시에는 가장 빠른 시간안에 신축이음장치 조정과 완성을 할 수 있는 장치, 세목 및 절차를 우선적으로 고려하여야 한다.

3.2.6 주부재에 대한 신축이음장치 지지부의 연결은 수평, 수직, 회전의 조정이 가능하여야 한다.

3.2.7 시공줄눈과 블록아웃은 신축이음장치의 설치와 조정전에 뒤채움 및 주요구조부재 요소의 설치가 실질적으로 가능한 곳에 사용하여야 한다.

3.2.8 신축량이 100mm 이하 규격에는 내구성, 누수에 우수한 모노셀, 스트립씰을 사용하며, 신축량이 100mm를 초과하고 주거지역이 인접하여 소음민원이 예상되는 구간은 내구성이 우수한 강핑거형식을 사용한다.

3.2.9 레일식 신축이음장치를 사용할 경우에 중간레일이 없을 때의 신축량(W)은 W≤100mm로 제작하여야 하며 중간레일이 여러개일 경우에 레일과 레일사이의 허용 신축량(W)은 W≤70mm가 되도록 제작하여 차량하중으로 인한 피로파괴 방지 및 겨울철 레일 사이가 과도하게 벌어져 소음이 커져 발생하는 민원에 대비하여야 한다.

3.2.10 NB형, 모노셀 등 1.8m 분절로 시공되는 여러 형태의 신축이음장치는 이음부에서 누수가 발생하고 있어 방수 커플러 등을 사용하여 누수로 인하여 교대 및 교각에 피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.3 임시지지부재

바닥 신축이음장치는 영구부재가 만들어질 때까지 또는 타설 콘크리트의 초결이 끝날 때까지는 적정 위치에서 연결부재를 지지하기 위한 임시장치가 설치되어야 한다.

3.4 현장이음

3.4.1 단계별 시공과 18 m 보다 긴 신축이음장치를 사용하는 경우에는 교축직각방향 현장이음에 대한 설계세목에 따라 배치되어야 한다. 실용상 가능하다면 이음부는 바퀴가 지나가는 곳이나 배수지역에 위치하지 않도록 하여야 한다.

3.4.2 이음부는 피로수명을 최대로 할 수 있도록 선정하여야 한다.

3.4.3 단계별 시공을 위해 설치되는 현장이음은 이음 연결을 하기 위한 충분한 공간을 확보하기 위해서 다른 시공줄눈과 연관해서 위치시켜야 한다.

3.4.4 신축이음장치 설치가 완전히 끝날 때까지는 영구적인 봉함재를 설치하지 않도록 하는 사항이 포함되어야 한다. 실용적인 경우 하나의 연속부재로 설치가능한 봉함재만을 사용하여야 한다. 현장이음을 피할 수 없는 곳에서는 이음부를 가황처리하여야 한다.

3.5 신축이음장치 설치

3.5.1 신축이음장치 설치시 설계도서에 주어진 규격과 위치대로 정밀 시공하되, 시공시 설치온도를 측정하여 설계도서와 상이할 경우에는 이를 고려한 계산서 및 상세도면을 감독원에 제출하여 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

3.5.2 계약상대자는 신축이음장치 설치를 위한 슬래브 단부 보강부가 설치하고자 하는 신축이음장치 설치에 적합한지 여부를 시공전에 확인하여야 한다. 설계도서에 제시된 내용이 미흡하거나 슬래브 단부 보강부의 규격이 설치하고자 하는 신축이음장치와 부적합할 경우 계약상대자는 별도의 보완대책을 수립하여 감독원의 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

3.5.3 슬래브 시공시 교대와 슬래브 또는 슬래브 상호간 최소유간이 신축이음장치의 최소유간 보다 10 mm 정도 크게 유지되도록 시공하여야 한다.

3.5.4 신축이음장치 설치를 위한 블록아웃은 설치하고자 하는 신축이음장치의 규격에 맞추어 시공하여야 한다.

3.5.5 신축이음장치의 유간은 설치시의 온도에 맞추어 신축량을 사전 계산한 다음 정밀하게 세팅(Setting)하여야 하며 앵커 바(Anchor bar) 및 보강철근은 슬래브 철근과 견고히 용접하여 감독원의 검측을 받아야 한다.

3.5.6 신축이음장치의 앵커철근은 보강철근에 용접하여 정착시키고, 후 타설콘크리트 시공시 위치가 뒤틀리지 않도록 충분한 용접을 하여야 한다.

3.5.7 신축이음장치 세팅(Setting)은 평탄성이 유지될 수 있도록 정밀하게 시공하여야 하며 블록아웃 부위는 압력수 또는 공기압축기를 이용하여 깨끗하게 청소하여야 한다.

3.5.8 아스팔트 교면 포장의 경우 침하를 고려하여 신축이음장치를 포장면보다 5 mm 정도 낮게 설치할 수 있다.

3.5.9 무수축 콘크리트는 진동다짐기를 사용하여 밀실한 콘크리트가 되도록 시공하여야 하며, 콘크리트 타설중 신축이음장치 세팅(Setting)상태가 변형되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

3.5.10 콘크리트 타설시 신축이음장치 표면 홈으로 콘크리트가 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮개를 하여야 하며 마무리면은 신축이음장치 표면과 일치되도록 평탄하게 마무리하여야 한다.

3.5.11 콘크리트 타설시 충분한 다짐이 이루어져야 하며 양생시 건조수축에 의한 균열방지에 주의하여야 한다.

3.5.12 무수축콘크리트 시공후 모서리 파손 방지를 위해 모따기를 하고 콘크리트 표면을 마무리하여야 한다.

3.5.13 콘크리트 타설후 양생기간동안 차폐시설을 충분히 설치하여 차량이나 사람에 의한 충격이나 진동을 방지하여야 한다.

3.5.14 설계도서에 제시된 신축량, 유간장은 보통 상온 15℃를 기준으로 한 것이므로

계약상대자는 강교 또는 빔 제작에 앞서 제작시 온도와 상온 15 ℃와의 온도차에 의한 신축량을 계산한 다음 감독원의 확인을 받은 후 설치하여야 한다.

3.6 강제 신축이음장치

3.6.1 강제 신축이음장치는 콘크리트 슬래브의 단면과 일치하도록 공장에서 제작하여 판, 각 및 기타 구조적인 형상이 정확한 것을 사용하여야 한다.

3.6.2 제작법 및 도장 등은 해당 KS규격, 설계도서 및 감독원 지시에 따라야 한다. 완성된 강재 신축이음장치의 표면은 정확한 평면이어야 하며, 취급도중 변형이 일어나지 않도록 각별히 주의하여야 한다.

3.6.3 신축이음장치 설치부분을 절단한 후 정리하여, 신·구 콘크리트 접착을 양호하게 하여야 한다.

3.6.4 신축이음장치는 콘크리트를 타설전에 거푸집에 맞추어 넣은 다음 감독원이 승인한 방법으로 고정하여 콘크리트를 타설하고 잘 다져야 한다. 이때 신축이음 장치 위치나 모양이 변하지 않도록 주의하여야 한다.

3.6.5 콘크리트를 칠 때 앵커부 주위를 특히 주의하여 잘 다지고 모서리부와 콘크리트를 채우기 곤란한 부분의 공간도 잘 채워지도록 하여야 한다.

3.6.6 포장면의 수직, 수평편차가 +2 mm 이내로 유지되도록 하고 편차가 허용범위 이상일 경우 면갈이를 하여야 한다.

3.6.7 양생방법은 무수축콘크리트를 3일간 습윤양생하며, 교통개방은 최소 7일 양생 후에 한다.

3.7 고무제 신축이음장치

3.7.1 계약상대자는 작업하기전에 사용할 봉함재의 품질보증서를 감독원에게 제출하여야 한다. 일단 선정된 봉함재는 감독원의 서면승인 없이는 타제품으로 변경시켜서는 안된다.

3.7.2 포장을 절단할 때에는 절단기를 사용하여 지시된 폭과 깊이에 맞도록 정확히 절단하여야 한다. 별도 지시가 없으면 절단작업은 교량중심선에 시작하여 난간의 뒷부분까지 1회의 작동으로 진행하여야 하며, 이때 바닥판면이 손상을 받지 않도록 주의하여야 한다.

3.7.3 포장을 철거할 때는 충분히 조각을 내어 부석, 레이턴스, 유제 등을 완전히 제거하여야 한다.

3.7.4 교량면과 접속부를 레벨로 각 5 m 씩 측정한 결과 +2 mm 이내로 되게 하여야 한다. +2 mm 이상일 때는 면 갈기후 시공하여야 한다,

3.7.5 바닥판 유간부를 점검하여 이상이 있을 때는 감독원에게 보고하여 지시를 받아야 한다.

3.7.6 거푸집은 에폭시수지 모르타르나 콘크리트를 칠 때 잘 견디고 직선을 유지

할 수 있는 재료를 사용하여야 하며, 높이를 정확히 알 수 있도록 레벨용 도구를 조합하여 설치하여야 한다.

3.7.7 에폭시수지 모르타르는 전문적인 지식을 가진 기술자의 지도아래 충분한 주의를 기울여 시공하여야 한다.

3.7.8 앵커볼트는 콘크리트를 칠 때 잘 견디도록 설치하여야 하며 정착시의 온도를 고려하여 정확히 고정하여야 한다.

3.7.9 앵커볼트 간격은 공장제작시 기준간격에다 온도에 의한 보정량을 가감하여 설치토록 하여야한다.

3.7.10 보강철근을 설치할 때는 바닥판 앵커용 철근에 용접으로 고정하고, 바닥판과 나중에 칠 콘크리트가 충분히 일체화되도록 하여야한다.

3.7.11 콘크리트를 칠 때는 바이브레이터를 사용하여 콘크리트가 구석구석까지 채워지도록 하여야 한다.

3.7.12 신, 구 콘크리트의 이음부에는 승인된 접착제를 발라야 한다.

3.7.13 무수축콘크리트 타설시 적당한 다짐을 실시하여 강재 형틀에 공기구멍을 만들어 형틀바닥 부분의 공기를 배출시켜 신축이음장치 설치시 접착성을 증대하여야 한다.

3.7.14 강재 형틀은 48시간 경과후 제거하고 양생포를 덮은 후 살수하여 7일간 습윤양생하여야 한다.

3.7.15 트랜스플랙스형 신축이음장치는 무수축콘크리트 타설 15일후 바닥면을 청소하고 접착제를 충분히 도포하여 경화시간(동절기 3시간, 하절기 1시간)이내에 설치하여야 한다.

3.7.16 콘크리트가 소정의 강도에 달했을 때 정착도구를 사용하여 조인트를 정착시켜야 한다. 앵커볼트를 조일 때는 토오크렌치를 사용하여 충분히 조여야 한다.

3.8 현장 품질관리

3.8.1 계약상대자는 교량바닥 신축이음장치를 설치한 후에 교량바닥을 최종적으로 정리할 때까지 교량바닥 신축이음장치를 보호장치로 덮어주어야 한다.

3.8.2 계약상대자는 신축이음장치 설치 후 최종 승인전에 감독원 입회하에 신축이음장치를 통한 누수여부 시험을 실시하여야 한다. 신축이음장치 봉함재에서의 누수발생시 계약상대자는 대책을 수립하여 감독원의 승인을 얻은 후 재시공하여야 한다. 이때 누수시험은 다음과 같은 방법으로 실시한다.

(1) 신축이음장치 전 구간에 대해서 깊이 25 mm 이상 정도의 물을 흐르게 하거나 고이게 하여 15분 이상 차수시켜야 한다.

(2) 이와 같이 물이 공급되는 15분 동안 신축이음이 설치된 콘크리트면에 대해서 누수여부를 조사하여야 하며, 물 공급이 끝난 후 45분 동안 신축이음이

설치된 부위의 콘크리트면에서 물이 떨어지거나 습윤상태를 나타내는지를 조사하여야 한다.

(3) 신축이음 아래의 콘크리트면에 물방울이 맺혀 떨어지지 않는 경우 누수가 없다고 판단하여도 좋다. 그러나 극히 일부분에 나타나는 습윤면은 불합격의 요인으로 간주되지 않는다.

(4) 신축이음 설치 후 누수여부시험 과정에서 누수가 발생한 경우 누수가 발생하는 위치를 찾아서 누수를 차단하는데 필요한 모든 조치를 취하여야 하며 원래의 시험과 동일한 방법으로 누수여부 시험을 재 실시하여야 한다.

6-9-3 교량 받침

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 요약

이 절은 교량 받침을 제작 설치하는데 필요한 일반적인 사항에 관하여 적용한다.

1.1.2 주요내용

(1) 앵커볼트의 설치

(2) 무수축 모르타르

(3) 받침 및 받침판의 설치

1.2 관련 시방절

총칙편 2-4 공무행정 및 제출물

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS B 0418 주강품의 보통 공차
KS D 3515 용접 구조용 압연 강재
KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저 합금강 주강품
KS F 4420 교량 지지용 탄성받침
KS F 4424 교량 지지용 포트받침
KS D 3501 열간 압연 연강판 및 강대
KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
KS M 6518 가황 고무 물리 시험 방법
KS M 6783 가황 고무의 인열 시험 방법

1.3.2 도로교 표준시방서 제5장 5-3 교량 받침

1.4 용어의 정의

1.4.1 탄성중합체(Elastomer) : 압력을 가하여 상당한 변형이 있은 후 그 압력을 제거하면 초기의 크기와 형상으로 복원되는 고분자 물질로서 여기에는 고무부품이나 고무부품의 생산에 사용하는 복합화합물을 말한다.

1.4.2 보강판 : 탄성중합체의 내부 고무층과 적층을 이루는 보강철판을 말한다.

1.4.3 상하 받침판 : 교량의 상부 슬라브 하면과 하부 구조물 상면 사이에 탄성받침을 고정하는 받침판(상·하 덮개)을 말한다.

1.4.4 탄성받침(Elastomeric bearing) : 한 개 이상의 보강판과 탄성 중합체가 교대로 보강되어 블록화된 제품을 말한다.

1.4.5 적층받침(Laminated bearing) : 한 개 이상의 보강판이 경화시 고무와 화학적으로 결합되어 내부적으로 보강된 받침으로 일반적인 탄성받침(B형)을 말한다.

1.5 제출물

1.5.1 이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.5.2 현장동원 및 철수계획서

계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.5.3 시험 및 검사계획서

계약상대자는 공사착수 전에 시험 및 검사계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

1.5.4 시공상세도

시공상세도면은 다음을 포함하여 작성한 후 제출하여야 한다.

(1) 받침의 제조에 사용된 용접 방법이 공인된 방법과 다른 경우의 제조방법
(2) 수직·수평하중 회전량 그리고 이동량
(3) 도장이나 코팅에 대한 요구사항
(4) 정착부의 상세
(5) 시공계획서
(6) 시공순서도
(7) 온도보정 계산서

1.5.5 제품자료

제품자료는 다음사항을 추가하여 작성한 후 제출하여야 한다.

(1) 재료시험성적서
(2) 비파괴시험성적서
(3) 치수검사서
(4) 미끄럼 마찰 성적서
(5) 해당규격 구조 계산서
(6) 공급원 승인 신청서
(7) 손상이나 노화를 방지하는 방법과 안전한 보관지역이나 보관실을 명시한 설명서
(8) 설치·시공에 대한 교량받침의 역할, 제반기술 및 받침의 특성에 따른 공법별 기술지도서
(9) 제조공장의 위치
(10) 제조자의 이름과 생산과 검사, 표본선정 그리고 시험에 책임이 있는 대표자의 이름

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 각 제품마다 식별이 용이한 곳에 제조회사 마크(Mark), 형식, 제작일자, 주문번호, 로트(Lot)번호, 받침 인식번호 그리고 고무의 종류 등을 주물로 표기하거나 스틸 스탬프(Steel stamp), 알루미늄 스티커(Sticker)로 견고하게 부착 또는 지워지지 않는 잉크나 유연성이 있는 페인트로 표기하여야 한다.

1.6.2 교량받침은 고정단과 가동단이 혼돈되지 않게 미리 색상 등으로 구분하여 반입하여야 한다.

1.6.3 계약상대자는 받침의 혼돈을 방지하기 위해서 현장반입 즉시 받침 상단부에 설치위치와 방향을 표시해서 보관하여야 한다.

1.6.4 교량받침은 검사와 설치에 절대적으로 필요한 경우가 아니라면 운반시 조립된 상태로 보관, 저장되어야 하며, 교량받침을 운송할 때 손상을 입었는지 외관검사를 철저히 한다.

1.6.5 서늘하고 통풍이 잘되는 창고에 보관하여야 하고, 수평상태를 유지하며 지면으로부터 100~200 mm 정도 높게 보관한다.

1.6.6 교량받침을 저장창고에서 설치위치까지 운반시 제품의 도장이 벗겨지지 않도록 주의하며, 외부충격으로부터 보호하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재 료

2.1.1 탄성 받침

(1) 탄성 받침의 제작에 사용되는 탄성 중합체는 신생 중합체로서 천연 고무(NR)나 합성 고무(CR)일 수 있으며 다른 중합체를 5 % 이상 혼합해서는 안 된다. 혼합물의 천연 고무(NR)나 합성 고무(CR)의 함량은 표 6-9-3-1의 규정에 따른다.

표 6-9-3-1 고무에 포함된 혼합물 함량

구 분 / 고무 종류	전단 탄성 계수 특성값(Gk)별 중량 구성비		
	0.7 MPa	0.9 MPa	1.15 MPa
천연 고무(Natural rubber)	60% 이상	55% 이상	50% 이상
합성 고무 (Chloroprene rubber)			

주) 1. 천연 고무 탄성 받침은 내후성이 좋은 합성 고무를 덮개로 이용, 보호될 수 있다. 두 부품은 동시에 경화되어야 한다.

2. 재생 고무나 갈아서 경화한 고무를 사용해서는 안 된다.

(2) 탄성 중합체의 물리적, 기계적 성질

탄성 중합체의 물리적, 기계적 성질은 사용되는 신생 중합체에 따라 표 6-9-3-2에 주어진 요건에 부합하여야 한다. 합성 고무로 덮개를 한 천연 고무 탄성 받침인 경우 천연 고무는 오존저항 시험을 하지 않아도 된다. 덮개용 복합 합성 고무는 그 요건을 만족하여야 하고 내부는 오존 저항을 제외하고는 천연 고무의 요건을 충족시켜야 한다.

표 6-9-3-2 탄성 중합체(고무)의 물리적, 기계적 특성

특 성			수 준			시험 방법
전단계수(G) MPa			0.7	0.9	1.15	
인장 강도 MPa	제조 시험편		16 이상	16 이상	16 이상	KS M 6518의 4.
	제품 시험편		14 이상	14 이상	14 이상	
파단점에서의 신장률(%)	제조 시험편		450 이상	425 이상	300 이상	KS M 6518의 4.
	제품 시험편		400 이상	375 이상	250 이상	
인열 저항 kN/m	천연 고무(NR)		7 이상	10 이상	12 이상	KS M 6783의 트라우저형
	합성 고무(CR)		5이상	8 이상	10 이상	
압축 영구 줄음률(%) 24시간, 70℃	천연 고무(NR)		30 이하			KS M 6518의 10.
	합성 고무(CR)		15 이하			
촉진 노화 (노화전 값으로부터의 최대 변화) ·NR 7일, 70℃ ·CR 3일, 100℃	경 도 (쇼어A)	천연고무	−5, +10			KS M 6518의 7.
		합성고무	±5			
	인장 강도 (%)	천연고무	±15			
		합성고무	±15			
	파단시 신장률 (%)	천연고무	±25			
		합성고무	±25			
오존 저항 · 신장률 30 %, 96시간, 40±2 ℃ · 천연고무 25 pphm, 합성 고무 100 pphm *			균열이 없을 것			KS M 6518의 15.

주) * 지정될 경우 200 pphm

(3) 보강판

탄성 받침에서 내외부 보강 철판은 KS D 3501 또는 KS D 3503에 규정된 재료를 사용하며, 강교제작시 주부재로 사용되는 일반구조용 압연 강재중 SS 400 이상의 두께 5mm 이하를 사용한다.

보강판의 화학적 성분 및 기계적 성질은 표 6-9-3-3과 같다.

표 6-9-3-3 보강판의 화학적 성분 및 기계적 성질

재 질	화학성분(%)		기 계 적 성 질			
	P	S	항복점 및 내력 MPa	인장강도 MPa	연신율 (%)	굽힘시험 두께의 1.5배, 180 °
SS400	0.050이하	0.050이하	250이상	410~520	21이상	이상 없을것

(4) 상하 받침판

탄성받침을 교좌부와 상부슬래브를 연결해 주는 상하 받침판은 KS D 3515에 따른다.

2.1.2 포트 받침

(1) 강 재

강재(Steel)는 KS D 3515의 용접구조용 강재 SM 490B 이상을, 주강품(Cast steel)은 KS D 4102의 저합금 주강품 LMnSC 2A 이상을 사용한다.

(2) 불소수지판(PTFE판)

① 윤활구멍을 가진 불소수지판(Virgin dimpled PTFE sheet)을 사용하여야 한다.

② 불소수지판은 다음 표 6-9-3-4에 규정된 품질이상의 것을 사용한다.

표 6-9-3-4 불소수지판의 품질

항 목	단 위	규 격
인 장 강 도	MPa	17.5 이상
신 장 율	%	200 이상
비 중	-	2.10 ~ 2.23

③ 가동받침에 대한 마찰계수

계속적으로 윤활상태인 불소수지판과 맞물려서 활동하는 스테인레스 강판과의 마찰계수는 표 6-9-3-5와 같다. 이 마찰계수는 대기온도가 -24 ℃까지의 저온에서도 적용할 수 있다

표 6-9-3-5 지압응력에 따른 마찰계수

지 압 응 력 (MPa)	마 찰 계 수
4	0.08
10	0.06
20	0.04
30 이상	0.03

주) 중간값은 선형 보간법으로 구한다.

④ PTFE판의 최대 접촉 압력

홈에 끼워 넣는 PTFE판에서 평균접촉 압력과 연단의 최대 접촉압력은 다음 표 6-9-3-6의 값을 초과해서는 안된다.

표 6-9-3-6 PTFE판의 최대접촉압력

설계 하중	중심 축 반력에 의한 최대 평균접촉 압력(MPa)	편심축반력에 의한 최대연단압력(MPa)
영구설계하중	30.0	37.5
전 설계 하중	45.0	55.0

⑤ PTFE판의 최소두께 및 최대 돌출높이

PTFE판의 피스톤 강판위의 오목한 원형 홈에 그 두께의 반 이상을 끼워야 한다. 이 경우에 불소수지판의 최소두께와 홈위로 돌출할 수 있는 최대 돌출높이는 표 6-9-3-7과 같다.

표 6-9-3-7 PTFE판의 최소두께 및 최대 돌출높이

PTFE의 평면치수D (지름 또는 대각선길이)(mm)	PTFE의 최소 두께 (mm)	최대 돌출 높이 (mm)
D ≤ 600	4.5	2.0
600 < D ≤ 1200	5.0	2.5
1200 < D ≤ 1500	6.0	3.0

(3) 스테인레스 강판

① 스테인레스 강판은 KS D 3698의 STS 316 Mirror #8이상 또는 동등 이상의 제품을 사용하며, 또한 불소수지판보다 경도가 커야하고 부식에 대한 저항력이 커야 한다.

② 스테인레스 강판의 두께는 표 6-9-3-8의 값 이상이어야 한다.

표 6-9-3-8 스테인레스 강판

스테인레스 강판과 불소수지판과의 직경의 차이 △D(mm)	스테인레스 강판의 최소두께(mm)
△D≤ 300	1.5
300 < △D≤ 500	2.0
500 < △D≤ 1500	3.0

(4) 고무판

① 설계하중으로 인한 포트받침의 고무판 응력은 원주를 봉함한 링을 파손하지 않는 값이어야 하며, 설계하중에서 40 MPa 이하라야 한다.

② 포트받침의 회전은 설계하중하에서 고무판의 원주면에 발생하는 수직변형율이 0.15를 초과해서는 안되며, 수평축에 관해서 적어도 0.01 radian 이상 회전할 수 있어야 한다.

③ 봉함(Sealing)은 고무판이 피스톤과 포트벽의 사이로부터 돌출되어 나오는 것을 방지하기 위하여 금속링(Metal ring) 등의 적절한 봉함장치로 고무판의 원주를 봉함시켜야 한다.

④ 고무판(Rubber pad)은 다음 표 6-9-3-9에 규정된 품질이상의 것을 사용한다.

표 6-9-3-9 고무판의 품질

항 목		단 위	고 무 판	
			천연고무	합성고무
인 장 강 도		MPa	15.5 이상	15.5 이상
신 장 율		%	450 이상	400 이상
경 도		HS	+ 5 50 - 4	+ 5 50 - 4
노 화 후 (70℃, 168시간)	경도변화	HS	10 이하	15 이하
	인장강도 변 화 율	%	15 이하	15 이하
	신 장 율 변 화 율	%	20 이하	40 이하
압축영구줄음율 (70℃,22시간)		%	30 이하	35 이하
오존 균열 시 험	50 ± 5 ppm 40 ± 2℃ 신장율 20% 48 시간		균열없음	균열없음

(5) 봉함장치(Seal device)
고무판이 포트의 벽과 피스톤 사이로 돌출하는 것을 방지하기 위하여 고무판 둘레에 황동링(Brass ring)인 봉함 장치(Seal device)로 봉합하여야 한다.

(6) 유도궤도의 표면
일방향 가동 포트받침의 피스톤면에 부착되어 있는 유도궤도(Guide)의 양옆 수직면에는 마찰감소용판(Du-dry bearing)을 부착하여야 한다.

(7) 윤활제
PTFE판의 지압표면에 주입하는 윤활제는 금속성 비누를 혼합시킨 실리콘 그리스(Silicon grease)를 사용한다.

(8) 외곽지압판
집중반력을 적절하게 분포시켜 인접구조의 응력이 허용응력을 초과하지 않도록 유효면적을 가져야 한다.

2.2 제 작

2.2.1 탄성받침 제작

(1) 탄성받침은 탄성층의 고무와 강판을 금형을 사용하여 열과 압력을 가해서 하나씩 만들어야 한다.

(2) 내부 보강판은 고무와의 접착을 증대시키기 위하여 강판을 특수 표면 처리하여야 한다.

(3) 부재의 절단은 자동 가스절단기에 의해 정확히 작업하여야 하며 절단에 의한 열변형은 교정하여야 한다. 내부 보강철판은 변형을 방지하기 위해 레이저 절단기(Laser cutting machine)에 의해 절단 가공한다.

(4) 일체형 탄성받침(볼트체결, 가황 등) 제작시 온도보정이 가능하고 전단변형 발생(들뜸 현상 및 미끄럼 현상) 방지 및 안정적인 거동을 할 수 있도록 하여야 한다.

2.2.2 포트받침 제작

(1) 강재는 설계도서의 치수에 의해 정밀하게 가공하여야 한다.

(2) 고무판은 열과 압력을 가하면서 하나씩 만들어야 한다.

(3) 스테인레스 강판은 용접으로 부착시키며, 부착후에 휨이 없어야 한다.

(4) 윤활구멍이 있는 순수 PTFE판은 규격에 따라 정교히 처리하여야 하며, 반드시 윤활구멍과 가동면 사이에 대치하도록 절단하여야 한다.

(5) 유도궤도 양면에 부착하는 마찰 감소용판(Du-dry bearing)은 정밀하게 절단한 후 강력한 접착제로 접착하며 양끝 부분은 용접처리를 하여야 한다.

2.2.3 받침의 방청

표 6-9-3-10 받침의 일반외면의 방청

방청방법	도 장		용 사	용융아연도금
방청원리	징크 도료 도막에 의한 방청		균일한 아연도막층에 의한 방청	아연 층에 의한 방청
방청재료 처리방법	중방식도장 (스프레이도장)		용사 건에 의한 도막형성	용융아연도금 (dipping) 처리조에 침적
방청규격	◦하도(75 ㎛) : 무기징크 ◦중도(100 ㎛) : 에폭시 ◦상도(80 ㎛) : 우레탄계	◦하도(50 ㎛) : 에폭시 프라이머 ◦중·상도(100 ㎛ + 100 ㎛) : MIO에폭시, 폴리아미드수지	아연용사 최소두께: 100 ㎛이상 (KS D ISO 2063)	아연부착량 550 g/㎡ 이상 (KSD 8308)
적용에 따른 구조상의 제한	특별히 없음		특별히 없음	용융아연도조 또는 미도막구간 등의 치수 제한
표면처리 작업	블라스팅처리		블라스팅처리	산세정
색상	선택가능		색체한정 (추가도색 필요)	색체한정 (추가도색필요)
추가 및 보수도장	◦ 하도 : 보수도장용 에폭시계 도장 (MIO 또는 알루미늄 계) ◦ 상도 : 우레탄계 80 ㎛			

2.3 제작 허용오차

2.3.1 탄성받침 제품에 대한 허용 오차는 표 6-9-3-11에 따른다.

표 6-9-3-11 제품에 대한 허용오차

(단위 : mm)

구 분		허 용 차
완제품 치수	길 이	+6 −0
	너 비	
	전체 평균 두께(H)	H≤32 : −0, +3 H〉 32 : −0, +6
내부 고무층 두께(t)	받침 내부의 모든 곳	설계값의 ±20 % 다만 ±3 mm 이하
반대편 면과의 평행성	상단과 하단	0.005 rad 이하
	측 면	0.02 rad 이하
연결 부재의 노출 위치	구멍, 끼움새나 흠	±3 mm
고무 덮개층	상하두께	설계값의 −0, +2.0 mm와 공칭 표층 두께의 +20 %중 작은 값
	측면두께	설계값의 −0, +3 mm
크 기	구멍, 끼움새나 흠	설계값의 ±3 mm
내부 보강 강판	길 이	+2 −1
	너 비	

2.3.2 포트받침 제작 허용오차

(1) 봉함장치에 사용되는 황동판의 두께는 1.6 mm 이며, 두겹을 설치하되 300 tonf 미만은 6 mm, 300 tonf 이상은 9 mm 폭의 동판을 사용하여야 한다.

(2) 조립된 포트받침의 평면과 두께의 치수는 ±3 mm의 허용오차 범위 이내로 한다.

(3) 절삭가공의 허용오차는 KS B 0412에 따르며, 주강품의 허용오차는 KS B 0418에 따른다.

(4) PTFE판의 허용오차는 표 6-9-3-12에 따른다.

표 6-9-3-12 PTFE판의 허용오차

지름 또는 대각선길이 (mm)	평면치수의 허용오차(mm)	두께의 허용오차(mm)
D ≤ 600	±1.0	+0.5
600 < D ≤ 1200	±1.5	+0.6
1200 ≤ D	±2.0	+0.7

주) 여기서 PTFE판의 크기는 20~25 ℃ 에서 측정하여야 한다.

2.4 품질 관리

2.4.1 탄성받침의 품질관리

(1) 탄성받침 재료의 품질에 관한 시험 및 검사는 KS F 4420에 따른다.

(2) 탄성받침은 납품되어진 것 중 무작위로 추출하여 공인기관의 품질시험을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 제품 시험이나 검사 결과가 만족스럽지 못하면 즉시 단점을 보완하기 위한 필요 조치를 하여야 하고 그 요건에 부적합한 제품은 구분하여 표기하여야 한다. 기술적으로 가능하고 결점이 틀림없이 개선되었다는 것이 확인되면 이에 대한 시험이나 검사가 지체없이 반복되어야 한다.

(4) 일체형 탄성받침(볼트체결, 가황, 접착제등) 패드와 상하부 플레이트의 체결 또는 접착강도는 받침의 적용하중별 수평력(TON, 상시 70%, 지진시 150%) 이상이어야 한다.

(5) 표준온도(15°)로 환산하여 받침설치시 최대이동량이 허용이동량을 초과할 경우 온도보정을 하여야 한다.

2.4.2 포트 받침의 품질관리

(1) 포트받침 재료의 품질은 KS F 4424에 따른다.

(2) 포트받침의 성능시험

① 교량용 포트받침은 KS F 4424에 의거 공인기관에 품질 및 성능 시험을 실시한 후 사용한다.

② 일련의 하중에 대하여 지름 변화 및 수직 처짐이 각 길이의 3%이상 기록되지 않아야 한다.

③ 육안 검사하여 피스톤, 포트, PTFE 판, 고무판 및 봉함장치 등에 어떠한 손상이나 영구변형이 없어야 한다.

④ 봉함장치나 피스톤이 피스톤과 포트의 벽 사이로 돌출되지 않아야 한다.

(3) 부반력 받침의 부반력 성능시험이 곤란한 경우 시험을 대체할 수 있도록 보강부 및 연결부에 대한 정밀한 검토서를 별도로 제출하여야 한다.

2.4.3 부반력 받침의 품질관리

(1) 부반력 받침의 부반력 성능시험이 곤란한 경우, 시험을 대체할 수 있도록 보강부 및 연결부에 대한 정밀한 검토서를 별도로 제출하여야 한다.

2.4.4 무수축 모르타르의 품질관리

무수축 모르타르는 다음 표 6-9-3-13에 규정된 품질이상의 것을 사용하여야 한다.

표 6-9-3-13 무수축 모르타르의 품질기준

시 험 항 목		품 질 기 준	적용시험 항목	비 고
팽창율		재령 7, 28일 기준0~0.3 %	ASTM C 1090 또는 CRD C 621	
블리딩율		0.5 % 이하	KS F 2414	
유동성		125 % 이상	KS L 5111 (ASTM C 939)	
압축강도		f_{28} =58.8 Mpa 이상	KS L 5201 (ASTM C 109)	5×5×5 ㎝
응결 시간	초결	1시간 이상	KS L 5207	
	종결	10시간 이내		

주) KS L 5111로 시험시에는 Cone에 타격이 없는 자연 flow 기준임.

3. 시 공

3.1 작업준비

3.1.1 받침이 설치될 교각 및 교대 상부의 블록아웃(Block out)은 시공도면에 따라 정확하게 마감되어야 하며, 항상 청결한 상태를 유지한다.

3.1.2 코핑부의 철근 배근시 받침의 스터드와 철근이 간섭되지 않도록 스터드 볼트 위치가 표시된 탁본(Template)을 이용하여 스터드 위치를 피하여 철근을 배근하여야 한다.

3.1.3 시공 및 유지보수를 위하여 형하공간을 확보하고, 형하공간 확보를 위한 돌출부는 시공계획서를 작성하여 감독원에게 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.2 교량 받침 시공시의 측량

3.2.1 하부구조

(1) 인조점(예비말뚝)의 위치는 사용에 편리하고 공사에 지장이 없는 위치에 선택하여야 한다.

(2) 계약상대자는 시공측량시 하부구조 코핑면의 받침위치 및 높이를 도면에 명시하여야 한다.

3.2.2 상부구조

(1) 교량 상부구조 시공시에는 정밀한 기준점측량과 수준측량을 행하여 받침의 고정설치위치를 결정하여야 한다.

(2) 지간측량결과 하부구조의 위치에 오차가 있을 경우에는 이후의 시공에 지장을 초래하지 않고 완성한 교량의 기능을 손상하지 않도록 감독원의 승인을 얻어 오차를 배분하여 받침 중심위치를 결정한다.

(3) 상부구조의 수준측량에는 전용 임시 벤치마크를 설치하여야 하며, 시공중에도 수시로 침하의 유무를 조사하여야 한다.

(4) 교량의 경우 시준거리가 길기 때문에 교대로 수준측량을 하여 오차를 적게 하여야 한다.

3.3 앵커볼트의 설치

3.3.1 교대 및 교각에 앵커볼트를 설치할 때는 미리 콘크리트속에 구멍을 만들어 주어야 한다. 구멍은 적어도 볼트직경보다 50 mm 이상 큰 목편 또는 금속파이프 등에 기름을 칠해 매입하여 두고 콘크리트가 적절히 경화한 후에 제거하여 만든다. 앵커볼트 구멍 직경은 100 mm 이상이어야 한다.

3.3.2 교대 및 교각에 앵커볼트를 설치하기 위해 미리 콘크리트 속에 구멍을 만들 때 교대 및 교각의 주철근은 절단하지 않아야 한다.

3.3.3 감독원의 승인을 받은 경우에는 콘크리트를 친 후에 구멍을 뚫거나 콘크리트를 칠 때 직접 앵커볼트를 설치할 수도 있다. 콘크리트를 친 후 구멍을 뚫는 경우에는 볼트직경 보다 적어도 25 mm 정도 크게 하여야 한다.

3.3.4 교대, 교각에 설치한 앵커볼트 구멍은 동절기에 파손되지 않도록 봉인하여야 한다.

3.3.5 볼트는 바른 위치에 정확히 세우고 틈새는 무수축 모르타르로 완전히 채워야 한다.

3.3.6 가동 받침, 로울러, 로커 등에 사용하는 앵커볼트의 설치위치는 가설시의 온도를 고려하여 정하여야 한다. 가동단 앵커볼트의 너트는 구조물이 자유롭게 팽창수축할 수 있도록 조절하여야 한다.

3.3.7 부반력 받침의 경우 교대 및 교각에 앵커볼트를 미리 설치한 후 콘크리트를 타설하여 콘크리트와 앵커볼트의 일체화를 도모하여야 한다.

3.3.8 앵커볼트 설치 중 부득이하여 받침하면 보강 철근을 절단한 경우 반드시 절단 부위를 보강하여야 한다.

3.3.9 부반력 받침에 설치되는 앵커볼트는 감독원이 요구할 경우 계약상대자의 부담으로 인장 및 인발력 시험을 실시하여야 한다.

3.4 받침 및 받침판의 설치

3.4.1 받침 및 받침판의 설치는 승인된 시공도면에 따라 설정된 기선과 표고에 맞추어 정확하게 설치하여야 한다.

3.4.2 받침 및 받침판(Bearing plate)은 설계도서에 표시한 위치에 수평이 되도록 설치하여야 하며, 잘못 마무리되었거나 불규칙한 교좌부에 설치해서는 안된다.

3.4.3 로커 및 기타 가동 받침은 설계시 고려된 기온을 설치시 기온으로 조절하여 설치하여야 한다.

3.4.4 받침이 콘크리트속에 묻히지 않고 그위에 직접 놓이게 될 경우에는 받침부 콘크리트면을 약간 높게하여 갈기 또는 무수축 모르타르 채우기 등의 승인된 방법으로 마무리하여야 한다. 이때 마무리면은 직선자로 측정하였을 때 어느 지점에서도 요철이 나타나서는 안되며, 설계도서에 표시한 소정의 높이보다 3 mm 이상의 차이가 생겨서는 안된다.

3.4.5 고무받침판, 성형유리질판 등이 놓여질 때는 직선자로 측정하여 1.5 mm 이상의 요철이 나타나서는 안된다.

3.4.6 받침 설치 전에 반드시 블록아웃 시공상태와 코핑면의 수평도, 받침형식과 배치상태 등을 점검하여야 한다.

3.4.7 슬래브교의 경우 받침부 철근을 일직선상에 배열하여 받침효과를 충분히 발휘할 수 있도록 하여야 한다.

3.4.8 받침이 콘크리트 속에 묻히지 않고 그 위에 직접 놓이게 될 경우에 받침부 콘크리트 면과 보강철근을 약간 높여 승인된 방법으로 작업을 하여야 한다.

3.4.9 수평력 보강받침

(1) 수평력 보강받침은 설계도서와 감독원의 지시에 따라 정확하게 시공하여야 한다.

(2) 경사교량이 아니더라도 소울플레이트(Sole Plate)와 받침상부를 2중으로 분리시켜 설치 후라도 회전각이나 시공오차를 수정할 수 있어야 하며. 어떤 경우라도 장기간 밀폐된 내부가 분해되어 방치되어서는 안된다.

3.4.10 부반력 보강받침

(1) 부반력 보강받침은 설계도서와 감독원의 지시에 따라 정확하게 시공하여야 한다.

(2) 부반력 보강받침에 체결되는 앵커볼트는 풀림을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

(3) 시공 중 받침상면과 거더하면 사이에 간격이 발생할 경우 반드시 원인 분석과 수정 방안에 대한 전문기술자의 검토결과를 감독원에 제출하여 승인을 득한 후에 보완작업을 시행하여야 한다.

3.4.11 교량의 종단 및 횡단 경사를 고려하여야할 경우, 교량받침은 수평으로 설치할수 있도록 받침의 상부판과 교량상부 사이에 경사소울플레이트(Tapered sole plate)를 삽입한다.

3.5 무수축 모르타르

3.5.1 받침판의 하부면과 교대 또는 교각의 코핑사이에 충전하는 모르타르와 앵커볼트 구멍의 틈을 메우는 모르타르는 별도의 지시가 없는 한 무수축 모르타르로 시공하여야 한다.

3.5.2 무수축 모르타르의 시공에 관해서는 설계도서 및 감독원의 지시에 따라 엄밀히 시공하여야 한다.

3.5.3 승인된 모르타르를 사용하여 받침하면과 교각 또는 교대의 코핑에 충분히 밀착되도록 주의하여 시공하여야 한다. 특히, 주입시에 모든 공기가 빠져나가 받침하단 콘크리트 타설 부위에 기공(Air pocket)이 생기지 않도록 한다.

3.5.4 무수축 모르타르는 상부(Box girder, beam, slab 등)시공 최소 7일전에 타설하여 충분한 강도가 발휘될 수 있어야 한다.

3.5.5 양생은 반드시 습윤양생을 실시하여야 하며, 무수축 모르타르의 소요강도가 확인되기 전까지는 받침에 어떠한 하중도 재하되어서는 안 된다.

3.6 시공허용오차

3.6.1 설치된 받침이 다음 표 6-9-3-14를 만족하지 못하면 교정하거나, 감독원의 지시에 따라야 한다.

표 6-9-3-14 받침의 시공허용오차

검사항목		콘크리트교	강 교
받침중심간격(교축직각방향)		±5 mm	4 + 0.5(B-2) mm[1]
가동받침의 이동가능량		설계이동량 + 10 mm 이상	
가동받침의 교축방향의 이동편차 동일 받침선상의 상대오차		5 mm	
설치 높이		±5 mm	
교량 전체 받침의 상대높이 오차		6 mm	
단일 BOX를 지지하는 인접 받침의 상대높이 오차		3 mm[3]	
받침의 수평도[2] (교축 및 직각방향)	포트받침	1/300	
	기타받침	1/100	
앵커볼트의 연직도		1/100	

주 [1] B : 받침 중심 간격(m)

[2] 받침의 상·하면 사이의 수평도

[3] 받침에 유해한 영향이 있을 경우는 감독원의 지시에 따른다.

3.6.2 마무리면은 직선자로 측정했을 때 어느 지점에서도 요철이 나타나서는 안되며 설계도서에 표시한 소정의 높이보다 3 mm 이상의 차이가 생겨서는 안된다.

3.7 현장품질관리

계약상대자는 받침설치 완료 후 다음과 같은 방법으로 정규검사를 실시하고 그 결과를 감독원에게 제출하여야 한다.

(1) 가동단 받침에서 구조물의 온도 변화를 감안한 충분한 이동량
(2) 육안손상
(3) 균열, 잘못된 위치, 예상치 못한 이동이나 변형
(4) 고정과 안치상태
(5) 부식상태 및 불순물 침투상태
(6) 미끄럼면과 구름면의 상태
(7) 받침으로 인한 인접구조물의 손상

6-9-4 교면 방수

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 콘크리트 교량 바닥판 방수의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 관련 시방절

1.2.1 총칙편 2-2 공사관리
1.2.2 총칙편 2-4 공무행정 및 제출물
1.2.3 총칙편 4 품질관리

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)
KS F 3211 건설용 도막 방수재
KS F 4917 개량 아스팔트방수 시트
KS F 4930 콘크리트 표면도표용 액상형 흡수방지재
KS F 4931 교면용 시트방수재
KS F 4932 교면용 도막방수재
KS M 5000 도료 및 관련 원료의 시험방법
KS M 6518 가황고무 물리시험 방법

1.3.2 ASTM 규격
ASTM C 836 Standard Specification for High Solids Content, Cold Liguid-Applied Elastomeric Water proofing Membrane for Use with Separate Wearing Course

1.3.3 관련 지침
콘크리트 교면 방수재의 설계·시공 및 품질관리 지침

1.4 제출물

1.4. 현장동원 및 철수계획서
계약상대자는 장비 및 인력의 현장동원 및 철수를 위한 계획서를 총칙편 2-2절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.2 시험 및 검사계획서
계약상대자는 공사착수 전에 시험 및 검사계획서를 총칙편 4-1절의 해당사항에 따라 작성하여야 한다.

1.4.3 품질보증서

계약상대자는 방수에 사용하는 재료는 공사에 사용하기 30일 이전에 품질보증서를 제출하여야 한다.

1.4.4 시공상세도

시공상세도면은 총칙편 2-4절 1.4에 따라 시공순서를 추가하여 작성하여야 한다.

1.5 품질보증

1.5.1 시험시공

계약상대자는 교면방수 시공에 앞서 감독원 입회하에 시험시공을 실시하여야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

1.6.1 프라이머 및 도막식 방수재는 인체에 위험하지는 않지만, 해로운 물질이 대부분이므로, 현장에서 보관 또는 취급시, 환경관련 법령 또는 기준에 적합한 방법에 따라 관리를 철저히 하여야 한다.

1.6.2 방수재료의 보관은 우수와 직사광선에 노출되지 않아야 하며, 제품의 유효기간이 경과한 것을 사용해서는 안 된다.

1.7 환경요구사항

1.7.1 기온 5 ℃ 이하 상태에서 시공하지 않은 것이 바람직하며 5 ℃ 이하에서 부득이 시공을 하여야 할 경우 적외선 램프 등을 사용하며 콘크리트 바닥판면을 예열하거나 이동식 방풍 판넬 등을 세워 바람에 의한 온도저하를 방지하는 등 보온 대책을 강구하여야 한다.

1.7.2 작업장에 비가 내렸을 경우에 중지하여야 하며 작업완료 직후의 강우에 의하여 도막에 요철이 생겼을 경우에는 충분히 건조하여 그 위에 추가 도막 작업을 시행하여야 한다.

2. 재 료

2.1 침투식 방수재

침투식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-4-1과 같다.

표 6-9-4-1 침투식 방수재의 품질기준

시험항목		시험방법	규격값
침투 깊이 (mm)		KS F 4930	4 이상
염화물 이온 침투성 (mm)		KS F 4930	3 이하
내 산 성		KS F 4930	이상무
흡수성	표준	KS F 4930	물흡수계수비 0.1 이하
	내알칼리성 시험 후		
	온·냉 반복에 대한 저항성 시험후		
	촉진 내후성 시험 후		물흡수계수비 0.2 이하
투수비 (%)		KS F 4930	0.1 이하

2.2 쉬트식 방수재

2.2.1 프라이머

프라이머는 아스팔트와 휘발성이 높은 용제를 혼합하여 제조한 것으로 표면 정리 및 방수 쉬트와의 접착력을 강화시킬 수 있는 제품으로 감독원의 승인을 받은 제품이어야 한다.

2.2.2 쉬트식 방수재의 품질 및 시험

쉬트식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-4-2와 같다.

표 6-9-4-2 쉬트식 방수재의 품질기준

항 목			시험방법	규격값
인장성능	인장강도 (N/㎟)	무 처 리	KS F 4931	13.0 이상
		알칼리 처리		
		가열 처리		
	신장률 (%)	무처리	KS F 4931	33 이상
		알칼리 처리		
		가열 처리		
전단접착성능	전단접착강도 (N/㎟)	-20℃	KS F 4931	0.80 이상
		20℃		0.15 이상
	전단접착변형률 (%)	-20℃	KS F 4931	0.5 이상
		20℃		1.0 이상
인장접착강도 (N/㎟)		-20℃	KS F 4931	1.2 이상
		20℃		0.6 이상
내투수성			KS F 4931	투수되지 않을 것
염화물 이온 침투 저항성(coulombs)			KS F 4931	100 이하
내움푹패임			KS F 4931	구멍이 생기지 않을 것
내열 치수 안정성(%)		150℃, 30분	KS F 4931	±2.0 이내
저온굴곡성		-20℃	KS F 4931	균열이 없을 것
접합강도(N/mm)			KS F 4931	5.0 이상
내피로성			KS F 4931	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것
내균열성		-20℃	KS F 4931	

2.3 도막식 방수재

2.3.1 도막식 방수재의 품질 및 시험

도막식 방수재의 품질기준은 다음 표 6-9-4-3과 같다.

표 6-9-4-3 도막식 방수재의 품질기준

항 목			시험방법	규격값
작업성			KS F 4932	작업에 지장이 없을 것
불휘발분(%)			KS F 4932	표시값 ±3% 이내
지속 건조시간			KS F 4932	3시간 이내
인장성능	인장강도 (N/㎟)	무 처 리	KS F 4932	1.5 이상
		알칼리 처리		무처리의 80% 이상
		가열 처리		무처리의 80% 이상
	신장률 (%)	무처리	KS F 4932	100 이상
		알칼리 처리		무처리의 80% 이상
		가열 처리		무처리의 80% 이상
전단접착성능	전단접착강도 (N/㎟)	-20℃	KS F 4932	0.80 이상
		20℃		0.15 이상
	전단접착변형률 (%)	-20℃	KS F 4932	0.5 이상
		20℃		1.0 이상
인장접착강도 (N/㎟)		-20℃	KS F 4932	1.2 이상
		20℃		0.6 이상
내투수성			KS F 4932	투수되지 않을 것
염화물 이온 침투 저항성(coulombs)			KS F 4932	100 이하
내움푹패임			KS F 4932	구멍이 생기지 않을 것
내열 치수 안정성(%)		150℃, 30분	KS F 4932	± 2.0 이내
내피로성			KS F 4932	잔금, 찢김, 파단이 생기지 않을 것
내균열성		-20℃	KS F 4932	

3. 시 공

3.1 시공전 준비사항

3.1.1 콘크리트 바닥판

(1) 콘크리트 바닥판면의 건조는 보통시멘트를 사용할 경우, 콘크리트 타설후, 2주 이내에 방수층 시공을 해서는 안된다. 그러나 조강 및 초속경시멘트를 사용할 경우는 고주파 수분계로 건조상태를 확인한 후, 그 값이 10 % 이하일 때에는 2주 이내에 방수층을 시공하여도 무방하다.

(2) 콘크리트 바닥판면에 레이탄스, 먼지, 기름 등이 부착되어있다면 방수층의 접착성능에 악영향을 미치는 경우가 많기 때문에 이들 유해물은 확실하게 제거하여야 한다.

(3) 레이탄스의 제거는 일반적으로 콘크리트 그라인더나 진공형 파워 브러쉬를 사용하지만, 부분적인 레이탄스의 제거는 와이어 브러쉬, 핸드 그라인더 등으로 수행해도 좋다. 평탄성은 1 m 스틸자를 이용하여 m당 3점법으로 평탄도를 점검하고, 길이 3 m에 10 mm를 초과해서는 안된다. 측정 위치는 편평도가 육안으로 볼 때 가장 클 것으로 예상되는 곳이어야 한다.

(4) 바닥판면의 요철부위 중 직경 10 mm 이상이며 깊이 3 mm 이상 패인부분은 이물질을 제거하고 적합한 충전재를 사용하여 퍼티작업(공극메움)을 하여야 한다.

(5) 먼지제거는 공기압축기로 청소하는 것이 효율적이지만, 소음이 심하므로 근처 환경에 따라 포장노면 청소용 스위퍼 등으로 제거하는 것이 바람직하다

(6) 유류는 용제를 묻힌 천으로 닦아내어 제거하는 것이 일반적이다. 이 경우, 용제는 유류의 종류에 따라 선정하여야지만, 통상 바닥판면의 유지는 기계유와 엔진오일 등이 많기 때문에 유기용제를 사용하면 좋은 점이 많다. 또한 인접부 포장작업으로 인해 바닥판면에 이물질이 발생한 경우에는 반드시 제거하여야한다.

(7) 바닥판 단부 및 바닥판의 요철부 등의 물이 고이는 부분은 충분히 건조시켜야 한다.

(8) 바닥판면의 균열이 있는 경우는 균열보수 작업을 반드시 실시한 후 후속작업을 행하여야한다.

(9) 인접부의 포장작업으로 인해 바닥판면에 아스팔트 찌꺼기 및 이물질이 발생할 경우는 면처리 작업에 지장이 있으므로 작업자 및 차량의 진입시에는 이물질이 묻지 않도록 관리하여야한다.

3.2 기상 조건

3.2.1 콘크리트 바닥판 방수공에 있어서는 재료의 품질 및 콘크리트 바닥판의 상태도 물론 중요하지만, 시공시의 주변 온도에도 많은 영향을 받게 된다. 기온이 너무 높거나 낮아도 방수재가 성능을 발현하는데 악영향을 미친다.

3.2.2 시공시의 기온은 5 ℃ 이상을 원칙으로 한다. 부득이 하여 기온이 5℃ 미만에서 시공할 경우는 결로에 주의하여야하며 보온 대책을 수립하여야하고, 하절기와 같이 시공시의 온도가 30 ℃를 넘는 경우, 온도에 영향을 받기 쉬운 재료, 특히 클로로프렌 고무 도막방수재는 새벽이나 야간을 이용한 시공이나 차양을 설치하여 직사광의 영향을 받아 시공면의 온도가 올라가는 것을 막도록 하여야 한다.

3.2.3 비가 온 직후에는 바닥판면의 함수율을 반드시 점검하고 공기중 상대습도가 85 % 이상일 경우에는 시공을 지양하여야하며, 도포 작업시 비가 올 경우 작업을 즉시 중단하고 도포재의 품질이 우천으로 인하여 품질이 저하되는 현상이 발생하지 않도록 조치한다.

3.2.4 강풍시에는 재료가 흐트러질 수 있으므로 시공을 피한다.

3.2.5 우기 중에는 습도가 높아 콘크리트 바닥판면의 함수율이 10 % 이하로 떨어지지 않는 경우도 시공을 피하여야 한다.

3.2.6 해가 있는 경우 직사광선에 의한 급격한 양생을 방지하고 기포의 발생 억제를 위해 15시 이전, 해가 없는 경우는 13시 이전에 작업을 할 경우에는 감독원의 지시에 따라야 한다.

3.3 접착층의 시공

3.3.1 접착제의 도포에 있어서 일반적으로 사용할 기계기구에는 고무헤라, 로울러 및 살포기 등이 있다. 접착제의 도포시에는 필요한 기계기구를 이용하여 얼룩이 지지 않고 균일하게 도포되도록 넓게 바르는 것이 좋다.

3.3.2 접착제의 도포는 필요한 기계기구를 사용하여 얼룩없이 균일하게 도포하여야 하고, 일반적으로 단경간 교량에서 프라이머는 한 작업장에서 프라이머 작업을 완료하고, 장경간 교량에서 프라이머 작업은 스팬 바이 스팬(Span by span) 방법이나 차선별로 수행하는 것이 바람직하다.

3.3.3 접착층을 2층 이상으로 도포할 경우에는 각 층을 균일하게 도포하여야 하며, 일반적으로 1층을 교축 직각방향으로 2층을 교축방향으로 도포한다.

3.3.4 접착제 시공시 재료가 소요량 이상을 한곳에 다량 도포하지 않도록 표준사용량을 준수하도록 한다.

3.3.5 2층 이상 도포할 경우에는 1차 도포후 2차 도포할 때까지 30~60분 정도 건조시킨다. 이는 제품의 종류에 따라 다소 차이가 있으므로 주의하여야 한다.

3.3.6 양생시간은 고무아스팔트계 및 합성고무계는 20 ℃ 에서 1시간 정도, 5 ℃ 에서 2시간 정도이고, 수지계는 20 ℃ 에서 15분 이내, 5 ℃ 에서 30분 이내를 표준으로 하며 접착제의 종류, 기온, 바람, 지촉건조 시간 등을 고려하여 결정한다.

3.3.7 양생중 강우가 있을 경우는 도포를 중지하고 비닐 등으로 덮어 표면을 보호함과 동시에 수분을 충분히 제거한 후 재도포 한다.

3.3.8 접착제의 표준 사용량은 일반적으로 고무아스팔트계의 경우에 0.2 L/㎡ 이상, 합성고무계 용제형은 0.15 L/㎡ 이상, 수지계는 0.15 L/㎡ 이상을 표준으로 하되, 시공 전에 시험시공을 실시하고 그 결과에 대하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

3.4 침투식 방수층 시공

3.4.1 침투식 방수재의 경우 대부분이 수용성으로 물과 일정 비율로 혼합하여 작업하게 되며 어느정도의 콘크리트 표면의 물기를 필요로 한다. 따라서 표면이 너무 건조하지 않도록 유지하여야 하며, 동시에 먼지, 진흙, 기타 유해물 제거 청소를 하여야할 필요가 있다.

3.4.2 현장에 맞는 시공 장비를 준비하여야 하며, 분무기를 사용할 경우, 적정 압력의 분무기를 사용하여야 하며, 솔이나 흙손을 사용할 경우 확실하게 문질러 시공하여야 하며, 사용량에 대하여 손실량을 충분히 고려하여 혼합하여야 한다.

3.4.3 표면에 균일하게 되도록 살포하고 중복 도포하여야 하는 경우에는 1차 도포 후 충분히 양생한 후 2차 도포시에는 1차 도포한 방향과 직각이 되도록 시공하여야 한다.

3.4.4 도포막이 너무 빨리 건조되지 않도록 분무기 등으로 수분을 제공하여야 하며, 제품에 따라 적절한 양생 방법을 사용하여야 한다.

3.4.5 제품에 따라 차이는 있지만, 양생기간이 충분하지 않을 경우, 침투가 불량하고 표면에 건조막이 존재하여 아스팔트 포장층과의 접착에 악영향을 미치는 경우가 있으므로 반드시 충분히 양생하여야 한다.

3.4.6 표준 사용량은 제품에 따라 차이가 있을 수 있지만, 침투식 방수재의 경우 표면에 막을 형성하는 방식이 아니기 때문에 시공 두께를 언급할 수 없으며, 대신 물의 침투로 인한 바닥판 콘크리트 표면의 손상 방지를 위해 침투 깊이를 4 mm 이상이 되도록 시공하고 관리하여야 한다.

3.4.7 단부에는 배수처리 시설을 설치하여 물이 체수되지 않도록 조치하여야 한다.

3.5 쉬트식 방수재 시공

3.5.1 쉬트식 방수재의 시공두께는 3.5 mm 이상을 확보하여야하고 접착공법을 사용한 경우는 융착형 보다 다소 작은 3.0 mm 이상이 되어야한다.

3.5.2 방수쉬트의 접착방향은 교축방향과 같게 하고 구배가 낮은 쪽부터 시공하는 것이 바람직하다.

3.5.3 접착시 부풀음이 생기지 않도록 교면에 밀어 붙여 시공하고 부풀음이 생길 방수쉬트의 겹침폭은 10mm이상으로 하고, 겹침부위가 2겹 이상이 되지 않게 하는 것이 좋다.

3.5.4 쉬트식 방수층에는 직경이 5 mm 이상의 기포는 핀 등의 기구를 사용하여 구멍을 뚫거나, 크기가 클 때에는 그 부분을 절개한 후 재시공을 한다. 단 5 mm 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미친다고 판단될 시에는 반드시 제거하여야 한다.

3.5.5 쉬트의 겹침폭은 100 mm 이상이 되어야 하며, 겹침부위는 열을 가해 완전

히 접착시켜야하며 겹치는 부위가 2겹 이상이 되지 않게 지그재그(Zigzag) 모양으로 시공한다. 겹침부위가 2겹 이상이 될 때에는 그 부위를 적정 두께로 절단하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.5.6 프라이머의 표준 사용량은 0.2~0.5 L/㎡ 이며, 재료사양에 따라 변화할 수 있으므로 시험시공을 실시 후 감독원의 승인을 득한 후 시공에 임한다.

3.5.7 프라이머는 도포 후 20~60분 동안 건조 양생 시켜야 한다.

3.5.8 접착형 쉬트 부착

(1) 접착용 아스팔트의 용해 온도는 210 ℃ 정도이며, 전용 용제를 사용하여야 한다.

(2) 용해시 소화기를 준비하고, 부분 가열은 피하여야 하며, 용기 주변은 오염되지 않도록 양생쉬트를 깐다.

(3) 쉬트를 시공선에 한 번 맞추고서 다시 말고, 접착용 아스팔트를 흘리면서 부착한다.

(4) 쉬트의 단부에서 벗어난 아스팔트는 적절한 기구로 균일하게 한다.

3.5.9 융착형 쉬트 부착

(1) 쉬트를 시공선에 한 번 맞추고 나서 다시 말고, 토치로 쉬트를 가열하면서 부착한다.

(2) 쉬트단부에서 벗어난 용융재는 적절한 기구로 균일하게 한다.

(3) 아스팔트 고임을 확인하면서 공기가 주입되지 않도록 주의한다.

(4) 쉬트를 너무 가열하지 않도록 주의한다.

3.5.10 방호벽 및 중분대와 접촉하는 단부는 포장 상부층의 높이 이상 치켜 올려야 한다.

3.6 도막식 방수재 시공

3.6.1 도막식 방수재의 시공에 사용되는 기계기구는 접착제 도포에 이용되는 기계기구에 준한다.

3.6.2 방수재의 도포는 필요한 기계기구를 이용하여 고르지 못한 부풀음이 생기지 않도록 균일하게 도포 되도록 하고, 방수재 도포는 교축직각방향과 교축방향으로 일정하게 도포하고 이 경우 도막의 부착을 위하여 충분한 시간을 가지고 단계적으로 도포하여야 한다.

3.6.3 각 층의 양생시간은 사용하는 재료에 따라 다르지만 층간의 접착을 위하여 충분히 양생하여야 하고, 양생시간이 충분하지 않을 경우는 가열기구를 이용하여 촉진양생을 실시하는 등의 조치가 필요하다.

3.6.4 방수재 양생 중에는 차량 주행, 중량물 재하, 기름 등에 의해 도막이 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.6.5 도막식 방수층에 발생한 직경 3 mm 이상의 기포는 제거하여야 하며, 3 mm 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 포장층과의 접착력에 악영향을 미

친다고 판단될 때에는 제거하여야 한다.

3.6.6 프라이머의 표준 사용량은 0.2~0.5 L/㎡ 이며, 재료사양에 따라 변화할 수 있으므로 시험시공을 실시 후 감독원의 승인을 득한 후 시공에 임한다.

3.6.7 프라이머는 도포 후 20~60분 동안 건조 양생 시켜야 한다.

3.6.8 표준 사용량은 각 제품에 따라 다르므로 시공 전에 시험 시공을 실시하여 그 결과에 대하여 감독원의 승인을 득한 후에 시공에 임하여야 한다.

3.6.9 도막방수공사에 있어서 방수성능을 충분히 확보하기 위한 시공두께는 재료의 성능 면에서 1.0 mm 이상이 요구된다.

3.6.10 합성고무계의 도포

(1) 롤러와 도포기로 방수재가 바닥에 밀착되도록 균일하게 도포한다.

(2) 각 층 도포 시간간격은 제품 사양에 따르며, 양생기간을 엄수하고 다음층의 도포를 시행한다.

(3) 직경 3 mm 이상의 기포는 터트린 후에 다음 층의 도포를 시행한다.

(4) 최종층에서는 특히 얼룩에 주의하고 소정의 두께가 확보될 수 있도록 균일하게 도포한다.

(5) 양생 후 시공두께 확보 유·무를 확인한다.

(6) 포장과의 접착용 택코트를 도포하는 경우는 그 도포량을 엄수하여야 하며, 얼룩이 생기지 않게 주의한다.

3.6.11 고무아스팔트계의 도포

(1) 접착용 아스팔트의 용해 온도는 210 ℃ 정도이며, 전용 용해 가마를 사용하여야 한다.

(2) 용해시 소화기를 준비하고, 과열과 부분 가열은 피하여야 하며, 가마 주변은 오염되지 않도록 양생쉬트를 깐다.

(3) 고무아스팔트 방수재는 규정두께를 확보할 수 있도록 롤러를 이용하여 균일하게 도포하여야 하며, 바닥판의 패임부에는 과다 도포하여 재료가 고이지 않도록 한다.

(4) 직경 3 mm 이상의 큰 기포는 터트린 후에 다음 층의 도포를 시행한다.

(5) 신축이음부 및 배수구 주위는 꼼꼼히 도포한다.

(6) 시공두께 확보 유·무를 확인한다.

3.6.12 합성수지계의 도포

(1) 액상의 주재인 합성수지와 경화제 등을 적정 비율로 혼합한다.

(2) 바닥판의 패임부에는 재료를 과다 도포하여 고이지 않게 한다.

(3) 롤러 및 스프레이 등을 사용하여 도포한다.

(4) 직경 3 mm 이상의 큰 기포는 터트린 후에 다음의 공정의 도포를 시행한다.

(5) 규정두께가 확보될 수 있도록 균일하게 도포하고, 시공두께 확보 유·무를 확인한다.

(6) 규사를 한 곳에 집중이 되지 않게 스코프로 균일하게 살포하고, 잉여 규사는 닦아 낸다.

3.6.13 방호벽 및 중분대와 접촉하는 단부는 포장 상부층의 높이 이상 치켜 올리는 것이 좋다.

3.6.14 배수구, 신축이음장치, 보차도 등의 경계부는 불연속구간이 생기지 않도록 충분히 치켜 올려 도포한다.

3.7 배수 처리

3.7.1 방수층의 시공에 있어서 방호벽이나 중분대측의 배수장치는 포장층을 통해 침투한 물을 방수층 상면에서 신속하고 원활하게 배수를 목적으로 설치한다.

3.7.2 배수구에 먼지나 이물질 등이 끼어있는 것이 있기 때문에 배수구는 방수층을 시공하기 전에 깨끗이 청소를 하여야 한다.

3.7.3 배수구 안에 접착제나 방수재가 들어가지 않도록 사전에 입구를 막아 놓는다.

3.7.4 방수쉬트의 겹침부가 있을 경우는 쉬트면이 배수구 보다 아래에 있지 않도록 한다.

3.8 현장 품질관리

3.8.1 품질관리는 완성한 공정 소요의 척도, 성능을 가질 수 있게 하는 과정이다. 품질관리의 항목은 다음 표 6-9-4-4를 따른다.

표 6-9-4-4 품질관리 항목

구 분	항 목	방 법	횟수 또는 범위
RC 바닥판	수분량	고주파 수분계	전면 (5회/1경간)
	양생기간	타설후 경과일 수	전면
	평탄성	스틸자 이용	전면
접착층	도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공중 수시, 시공후 1회)
	도장얼룩	전면 육안 조사	
	기 포	전면 육안 조사	
	흠 집	전면 육안 조사	
쉬트식 및 복합식 방수층	두 께	막 두께 측정용 다이얼게이지 마이크로메타, 버니어캘리퍼스	전면 (9점/1경간, 시공중 및 후)
	접착용 AP 도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (1회/40 ㎡)
	벗겨짐	전면 육안 조사	
	주 름	전면 육안 조사	
	기 포	전면 육안 조사	
	얼 룩	전면 육안 조사	
	겹침폭	겹침부위 전구간 측정	
도막식 방수층	두 께	막 두께 측정용 다이얼게이지 마이크로메타, 버니어캘리퍼스	전면 (9점/1경간, 도포후)
	도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공중 수시, 시공후 1회)
	기 포	전면 육안 조사	
	흠집	전면 육안 조사	
	도장얼룩	전면 육안 조사	
줄 눈	프라이머 도포량	납품서 및 빈 용기 수 확인	전면 (시공중 수시, 시공후 1회)
	빈 틈	전면 육안 조사	
	충진후 유출	전면 육안 조사	
단부처리	치켜올림 높이	정규자로 측정	모든 개소
배수처리	구멍공	육안 조사	각 배구수
	배수구 단부	육안 조사	

주) 두께에 대해서는 방수재 시공 후 포장층 포설 전에 방수재가 완전 경화된 상태에서 표 6-9-4-4의 방법에 따라 측정하고, 포장층을 포설한 후의 두께 측정은 시편을 코어링 및 기타 적절한 방법으로 채취하여 측정 횟수 및 빈도는 감독원의 지시에 따르도록 한다.

3.8.2 품질관리의 기록

품질은 각 시공단계 및 시공후의 관리를 실시하는 것이 좋다. 품질관리는 아래의 표 6-9-4-5를 참고로 한다. 그러나 방수층의 종류, 교량, 현장조건 등에 따라 감독원이 필요하다고 판단되는 항목을 추가할 수 있다.

표 6-9-4-5 품질관리 기록표

<table>
<tr><td colspan="2">공사명</td><td colspan="2"></td><td>교 량 명</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">시공업자명</td><td colspan="2"></td><td>교량형식</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">일기</td><td colspan="2"></td><td>교량연장</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">온도</td><td colspan="2">℃</td><td>시공일시</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">풍속</td><td colspan="2">m/s</td><td>일시공면적</td><td>㎡</td></tr>
<tr><td colspan="2">상대습도</td><td colspan="2">%</td><td>전체시공면적</td><td>㎡</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">바닥판의 상태</td><td>마무리</td><td colspan="3">솔질, 흙손, 기타</td></tr>
<tr><td>배수구</td><td colspan="3">없음, 있음 ( )개소</td></tr>
<tr><td>수분량</td><td>%</td><td>양생기간</td><td>주, 일</td></tr>
<tr><td>이물질</td><td>있음, 없음</td><td>강 도</td><td>kg/㎠</td></tr>
<tr><td>평탄성</td><td>양호, 불량</td><td>레이탄스</td><td>있음, 없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">방수층의 종류</td><td colspan="4">쉬트식, 도막식, 복합식, 기타 : 제품명( )</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시 공</td><td>청소방법</td><td colspan="4">빗질, 콤프레샤, 진공청소기, 기타( )</td></tr>
<tr><td>시공방법</td><td colspan="4">롤러, 솔, 스프레이, 인력시공, 기계시공, 기타( )</td></tr>
<tr><td>양생기간</td><td colspan="4">일, 시간, 분</td></tr>
<tr><td rowspan="10">품질관리
이상유무</td><td>두 께</td><td>기준값 이하, 이상</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>얼 룩</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>기 포</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>흠 집</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>주 름</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>벗 겨 짐</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>줄 눈 공</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>단부처리</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>배수구부</td><td>있음, 없음 (상태)</td><td>처리방법</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">재료
사용량</td><td rowspan="3">규정
사용수량</td><td>제품명</td><td>단위 사용량</td><td>시공면적</td><td>소정의 사용량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">현장
사용수량</td><td>제품명</td><td>단위수량</td><td>시공면적</td><td>소요된 사용량</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">기타 특기사항</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">작 성 자</td><td colspan="2"></td><td>연 락 처</td><td></td></tr>
</table>

3.8.3 품질의 합격판정 기준

(1) 방수층을 시공한 후 공정 및 품질은 표 6-9-4-6의 인장접착성 및 표 6-9-4-7에 표시한 기준에 합격하여야 한다.

(2) 접착성능과 규정 두께는 반드시 기준에 적합하여야 하고, 두께는 아스팔트 포장층을 포설하기 전에 실시하여야만 측정이 용이하고 방수층에 손상을 주지 않는다.

(3) 포장층 포설후 두께 측정이 반드시 필요한 경우는 접착성능 검사시 병행하는 것이 바람직하다.

표 6-9-4-6 교면 방수층의 품질 기준

시험 항목		시험온도(℃)	시험방법	기 준
방수성 (ml)		20	교면방수재의 설계·시공 및 품질관리 지침 시험편	감수량 0.5 이하
내끌충격저항성		10, 25, 40		합 격
전단접착성	강도 (MPa)	-10		0.8 이상
		20		0.15 이상
	신장률 (%)	-10		0.5 이상
		20		1.0 이상
인장접착성	강도 (MPa)	-10		1.2 이상
		20		0.6 이상
수침 7일 후의 인장접착성	강도 (MPa)	20		수침 전의 70% 이상

표 6-9-4-7 품질의 합격 판정 기준

구 분	항 목		합격판정 기준
RC 바닥판	함수비		10 % 미만
	양생기간		타설후 2주 이상(속경성 재료 사용시는 단축 가능)
	평탄성		3 m에 10 mm 이하
접착층	도포량		소요의 규정량 만족
	도장얼룩		이상 없는 것
	기 포		이상 없는 것
	흠 집		이상 없는 것
쉬트식 및 복합식 방수층	두께	쉬트식	접착형 : 3.0 mm 이상, 융착형 : 3.5 mm 이상
		복합식	도막 2.0 mm 이상, 쉬트 1.0 mm 이상, 합성두께 3.0 mm 이상
	접착제 도포량		소요의 규정량 만족
	벗겨짐		이상 없는 것
	주 름		이상 없는 것
	기 포		이상 없는 것
	얼 룩		이상 없는 것
	겹침폭	쉬트식	10 cm 이상
		복합식	5 cm 이상
도막식 방수층	두 께		1.0 mm 이상
	도포량		소요의 규정량과 두께를 만족
	기 포		이상 없는 것
	흠집		이상 없는 것
	도장얼룩		전면 육안 조사
줄 눈	프라이머도포량		소요의 규정량 만족
	빈 틈		발견되지 않는 것
	충진후 유출		발견되지 않는 것
단부 처리	치켜올림 높이		표층 높이 이상
배수 처리	구멍공		이상 없는 것
	배수구 단부		이상 없는 것

주) 발생한 기포는 완전히 제거하는 것이 바람직하지만 방수층의 접착성, 방수성 및 포장층에 악영향을 미치는 위험이 없는 작은 기포들까지 제거하는 것은 그 노력을 감안할 때 합리적이지 못하다. 일반적으로 접착제 및 도막식 방수층에는 직경 3 mm 정도, 쉬트식 방수층에는 직경 5 mm 정도를 한도로, 그 이상의 기포는 없애야 한다. 단 이 크기 미만의 기포에 있어서도 포장두께가 얇고 교통량이 많은 경우 포장에 악영향을 미친다고 판단될 시에는 필수적으로 제거하는 것이 바람직하다.

3.8.4 방수 시공중 나타나는 일반적인 하자의 발생원인과 그에 대한 대책 방안은 아래 표 6-9-4-8과 같다.

표 6-9-4-8 하자 발생원인 및 대책방안

구 분	하 자	원 인	대 책
바닥판	· 블로홀 · 블리스터	· 바닥면의 요철 · 콘크리트의 건조상태 · 바닥면의 청소불량 및 오염	· 콘크리트 양생기간 준수(보통 콘크리트 타설시 최소 2주 이상) · 콘크리트 바닥판 표면 조정작업(평활도 3 m당 10 mm 이하) · 바탕의 건조상태 확보(고주파 수분계 이용, 표면 함수비 10 % 이하) · 바탕면 청소철저(블라스트 및 진공청소기) · 레이탄스층 완전 제거
방수재	· 방수재 파손·탈락 · 아스콘 탈락·밀림	· 방수재료의 기초물성 · 방수재의 두께 부족 · 방수재의 배합 · 전단 및 인장접착강도 불량 · 과도한 교면의 구배	· 중교통 노선, 곡선부, 경사로 등은 인장접착 및 전단강도가 큰 재료 선택 · 품질검사전문기관에 품질시험(방수재 및 방수층) 의뢰 · 배합비의 준수(적정고무함량 규정) · 도막식 2회~4회 겹침 도포 · 도막두께 준수(완전건조후 두께 1.0 mm 이상) · 시공후 쉬트 두께 준수(접착형 3.0 mm 이상, 융착형 3.5 mm 이상) · 복합식 방수재 시공 두께 3.0 mm 이상 준수
시공	· 방수재 손상 · 방수재 접착력 상실	· 재료별 시공시방 미준수 · 공사차량 조기 진입 · 일사광, 비, 바람, 먼지 · 염분이나 기름 등 이물질 · 포장층의 두께 부족 · 아스콘 포설온도 및 다짐온도의 낮음	· 지촉건조시간 및 가사시간 준수 · 도포작업 시간간격 준수 · 포장층 포설시 방수재 경화시간 준수 · 고온다습, 직사광선시 시공 자제 · 동절기 5 ℃ 이하에서는 시공 불가 · 배수처리 시설 철저 · 포장층 두께 75 mm 이상 확보 · 아스콘 혼합물 온도규정 준수(일반밀입도 130 ℃, SMA 150 ℃ 이상)
양생	· 기포발생 · 방수재 손상	· 강한 일사광으로 인한 기공부의 수증기 팽창압 발생 · 양생시 완전 경화전의 강우	· 강한 일사광에서는 양생막 설치 · 양생시간 준수(제조사 시방 규정) · 방수층 시공 후 가능한 빠른 시간내에 방수보호층 시공

6-9-5 교면 포장

이 시방은 9-5절 및 9-6절의 해당 사항에 따른다.

6-9-6 교량점검시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 시방은 도로교의 유지관리용 부대시설 중 고정식 점검시설의 일반적인 시공에 적용한다.

1.1.2 고정식 점검시설은 점검계단, 점검 통로 및 출입사다리와 그 부속시설, 그리고 점검용 조명설비를 포함한다.

1.2 관련 시방절

6-7-1 강교제작 및 가설

1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격(KS)

KS B 0810 금속재료 충격 시험방법
KS B 1002 6각 볼트
KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평와셔의 세트
KS B 1012 6각 너트
KS D 3503 일반 구조용 압연강재
KS D 3515 용접구조용 압연강재
KS D 3529 용접구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3530 일반 구조용 경량형강
KS D 3542 고 내후성 압연강재
KS D 3558 일반 구조용 용접경량 H형강
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS D 3568 일반 구조용 각형 강관
KS D 4101 탄소강 주강품
KS D 4118 도로 교량용 주강품
KS D 4301 회주철품

1.3.2 관련지침

교량점검시설 설치지침

1.4 용어의 정의

1.4.1 점검계단
교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 교대로 접근하기 위해서 설치하는 계단식 접근시설

1.4.2 점검통로
고소용 접근장비를 이용하여 접근이 불가능한 교량부재의 점검 및 유지관리를 위해서 설치하는 통로식 접근시설

1.4.3 출입사다리
교량 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검통로로 도달하기 위하여 설치하는 승강 사다리

1.4.4 이동식 접근장비
사다리, 점검대차, 굴절식 점검차, 고소작업대 등 고소 부재에 접근할 수 있는 장비

1.4.5 점검용 조명설비
상자형 거더교의 박스내부에 설치하는 조명 및 조명용 전기설비

1.5 설치기준 및 규격

1.5.1 설치기준 및 설계하중은 국토해양부에서 발행한 '교량점검시설 설치지침'에 따른다.

1.5.2 점검통로 및 출입사다리는 교량부재에 고정시키는 구조로 한다.

1.5.3 점검통로는 지지대, 통로(바닥), 난간, 출입사다리로 구성한다.

1.5.4 난간은 원형 또는 구형 파이프 구조로 하고, 핸드 레일은 3단으로 한다.

1.5.5 출입사다리는 추락 방지 원형지지대가 있는 구조로 한다.

1.5.6 점검계단 및 점검통로의 규격은 표 6-9-6-1에 따른다.

표 6-9-6-1 점검 계단 및 점검 통로의 규격

구 분		규 격
점 검 계 단		• 유 효 폭 : 0.60 m
출입 통로	통 로	• 유 효 폭 : 0.80 m ※ 유효폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로부터 난간 내측까지 거리임
	난 간	• 유효 높이 : 1.0 m • 난간 레일 : 3 단 • 레일수직간격 : 0.3 m
	출입사다리	• 발 판 폭 : 0.5 m • 원형 지지대 내경 : 0.6 m

2. 재 료

2.1 사용재료

2.1.1 구조용 강재

(1) 강재의 규격은 KS D 3503, KS D 3515, KS D 3529, KS D 3542, KS D 3530, KS D 3558 또는 동등 이상이어야 한다.

(2) 충격시험은 KS B 0810을 만족하여야 한다.

2.1.2 강 관

강관의 규격은 KS D 3566, KS D 3568 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.3 볼트 및 핀

(1) 6각 볼트 및 너트 : KS B 1002, KS B 1012

(2) 마찰 접착용 고장력 6각 볼트·6각 너트·평와셔의 세트 : KS B 1010

2.1.4 주조품의 규격

주조품의 규격은 KS D 4101, KS D 4118, KS D 4301 또는 동등 이상이어야 한다.

2.1.5 용접전극

6-7-1절 참조

3. 시 공

3.1 점검계단

3.1.1 점검계단의 경사는 앞성토 경사나 교대가 가설되어 있는 현장 지형의 경사와 유사하도록 한다.

3.1.2 앞성토가 있는 교대 앞에 성토 또는 블록쌓기를 하여 점검로(폭 1.0 m)를 설치하는 경우, 점검계단의 계단참 위치와 제원은 점검로의 높이(주형하단으로부터 1.5 m)를 고려하여 결정한다.

3.2 점검통로

3.2.1 점검통로 및 부속물은 강도, 내식성, 내구성이 우수한 재질(스테인레스, 알루미늄 등)로 제작한다.

3.2.2 염해 우려지역에 가설되는 교량에 설치하는 점검통로는 염해에 문제가 없는 재질로 제작한다.

3.2.3 강부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재를 본체에 용접으로 미리 설치하고 연결부재와 점검통로 설비는 볼트로 체결하는 것으로 한다.

3.2.4 콘크리트 부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재는 매입형볼트(Embeded bolt) 또는 셑앵커볼트(Set anchor bolt) 등 고정력이 우수한 연결재를 lt하여 콘크리트에 고정하거나, 견고한 걸이식 구조 등으로 한다. 앵커볼트의 간격 및 수량은 지지력 및 앵커근입깊이를 계산하여 산정한다.

3.2.5 앵커볼트는 콘크리트 내부에 있는 철근의 위치를 피해서 설치하여야 하며, 앵커용 천공위치는 콘크리트 부재의 박락을 방지하기 위하여 단부에서 150 mm 이상 이격된 곳으로 선정하도록 한다.

3.2.6 연결용 볼트는 진동 등에 의한 풀림을 고려해 필히 풀림방지 너트 혹은 스프링와셔를 사용하고 내식성이 우수한 제품을 사용한다.

3.2.7 설치시기는 교각 또는 상부구조 시공시 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 후속공정 및 상부공 등 작업에 지장이 있는 경우에는 공사여건에 따라 정한다.

3.3 출입사다리

3.3.1 출입사다리 발판은 부재 또는 벽면에서 150 mm 떨어져 설치한다.

3.3.2 자동차전용도로가 아닌 교량 상부에 출입사다리를 설치하는 경우, 출입사다리 입구에 시건장치를 설치한다.

3.3.3 출입사다리를 지상에서 승강하는 방식으로 설치하는 경우, 일반인(특히, 어린이)이 접근할 수 없는 높이로 설치한다.

3.3.4 하천상 교량에 설치하는 출입사다리는 하류쪽으로 설치하여 홍수시 상류에서 떠내려오는 유송 잡물이 걸리지 않도록 한다.

6-9-7 교량배수시설공

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교량의 배수공사의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 6008 알루미늄 합금주물

KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재

KS M 3333 배수 및 하수용 플라스틱 배관계-불포화 폴리에스테르 수지 유리 섬유강화 플라스틱(GRP)-압력 및 비압력 배관

2. 재 료

2.1 재 료

배수관은 직경 50mm 이상의 스테인리스관, 알루미늄 또는 경질염화 비닐관, 또는 FRP관으로 KS규격 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공일반

3.1.1 배수시설은 도면에 표시된 대로 시공하여야 하며 비록 도면에 있지 않더라도 배수시설 주변은 적절한 보강조치를 취하여야 한다.

3.1.2 포장구조물이 완공될 때까지 감독원이 지시하는 바에 따라 약 25mm의 가배수공을 설치하여야 한다.

3.1.3 배수구의 간격은 20m 이하로 설치하여야 한다.

3.1.4 교량 신축이음장치의 하류 측에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다.

3.1.5 교량 신축이음부 하단에는 배수관을 설치하여 교량받침부 등으로 낙수되지 않도록 유의하여야 한다.

3.1.6 배수관은 경관을 고려하여 노출을 피하고 곡선형으로 설치한다.

3.2 배수구 설치위치

3.2.1 배수구의 간격은 설계도서 또는 감독원이 지시하는 위치에 설치하여야 한다.

3.2.2 배수구의 설치높이는 배수구 위치의 포장면 보다 20 mm 아래로 하고 배수구의 측면에 구멍을 뚫어 침투수가 바닥판에 채수 되지 않도록 하여야한다.

3.2.3 배수구 측면에 구멍이 없는 경우 배수구의 설치높이는 배수구위치의 바닥판면

보다 5mm 낮게 설치한다.

3.2.4 배수구의 설치위치는 차도부와 연석이 접하는 부분에 설치한다. 다만, 부득이한 경우 연석 및 난간 내에 설치할 수도 있다.

3.2.5 종단곡선이 오목하게 된 경우 중앙에 배수구를 설치하여야 한다.

3.2.6 완화 곡선구간 및 S곡선구간의 변곡점 부근에서 횡단경사가 수평 또는 수평에 가까우므로 차도 양측에 배수구를 설치하여야 한다.

3.2.7 강바닥판에 배수구를 설치할 때에는 강상판과 틈이 발생하여 누수가 되지 않도록 정밀용접 시공한다.

3.2.8 배수구는 부식방지를 위한 방청 및 도장을 한다.

3.3 배수관의 설치방법

3.3.1 배수관의 형상은 원형으로 하며, 설계도서에 다른 형상으로 명기된 경우를 제외하고는 직경 150 mm 이상이고 계획우량의 3배를 유지시킬 수 있는 단면으로 하여야 한다.

3.3.2 배수관의 철물은 부식방지를 위한 방청 및 도장을 하여야 한다.

3.3.3 경질염화비닐관을 사용하는 경우에는 관에 작용하는 온도응력을 고려하여야 한다.

(1) 횡관이 2개 이상의 배수구와 직결되는 경우에는 중간에 1개의 신축이음을 설치한다.

(2) 종관으로는 슬리브관을 사용하고, 접속부에는 접착제를 사용해서는 안된다.

3.3.4 배수관에서 상부공과 하부공의 접속부에는 연결관을 두어 상하부를 연결한다. 상부공과 경사배수관 연결부에는 청소구를 두어 배수관이 막힐 경우 청소가 가능하게 하여야 한다.

3.3.5 배수관의 경사는 3 % 이상으로 한다.

3.3.6 배수관은 유도수로를 교각으로 연결하여 배수처리하며, 배수구의 위치는 지표에서 300m m 이격하는 것으로 한다.

3.3.7 배수용 강판은 교량하부에 충분히 고정 설치하여야 한다.

3.3.8 알루미늄 배수관을 사용하는 경우 연결관은 유지보수가 용이하도록 탈부착식을 사용한다.

(1) 각 이음부는 유동이 없도록 단단히 고정하고, 연결부위는 용접을 해서는 안된다.

(2) 탈부착식 연결관 부위는 누수방지용 실링재를 사용한다.

3.3.9 FRP관을 사용하는 경우, 접합시 파손이 발생하지 않도록 주의하며, 직관 및 연결이음부의 흙 등 이물질을 완전히 제거하여 누수 및 배수기능의 저하를 초래하지 않도록 주의하여야 한다.

6-9-8 교량계측시설

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 관련전문가에 의해 계측 시스템의 필요성이 요구되는 특수교량의 작용하중 및 구조물응답과의 상관관계를 분석키 위하여 설치되는 각종 계측기의 설치와 관리의 일반적인 시공에 적용한다.

1.2 제출물

1.2.1 시방서, 도면 및 자료

계약상대자는 계약체결 후 2개월 이내에 제반계측 장비에 대한 도면, 자료 및 시방서를 승인용으로 제출하여야 한다.

(1) 장비의 규격 및 설명서
(2) 기술시방서
(3) 상세 설치 방법 및 도면
(4) 공급자재 명세 및 자재별 규격
(5) 제품 검정 또는 교정 성적서

1.2.2 계측 계획서

(1) 다음 사항을 충분히 고려하여 계획을 수립하여야 한다.
① 공사의 개요 및 규모
② 교량의 구조적 형태
③ 공사의 공정
④ 계측 목적, 계측 방법 및 시스템의 구성
⑤ 계측기의 종류와 사양
⑥ 계측담당자 교육
⑦ 계측기의 설치, 유지관리 방법
⑧ 계측 결과의 수집 및 분석
⑨ 데이터의 보관방법
⑩ 교량 유지관리 계측 방안
(2) 가능한 교량의 이상을 조기에 효과적으로 감지할 수 있도록 계획되어야 한다.
(3) 설치되는 계측기기는 장기적으로 유지관리 계측에 사용될 수 있도록 내구성이 보장되고 사용 실적이 있는 제품이어야 한다.
(4) 구조적인 거동 및 안전성에 결정적인 영향을 미칠 수 있는 구간과 대표적인 단면을 선정하여야 한다.
(5) 설계도서 상의 계측항목은 교량의 구조해석, 시공 방법, 계측 결과의 활용

목적, 평가 수법을 명확히 이해한 후 선정되었으므로 특별한 사유가 없는 한 설계도서를 따라야 한다.

1.2.3 사용설명서 및 부품책자

계약상대자는 납품자와 계약체결 후 2개월 이내에 사용설명서와 부품책자를 제출하여야 한다. 각 계측기기에 대한 취급설명서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 일반사항

① 계측기의 용도와 적용범위

② 계측기의 기본측정 원리

③ 시스템의 측정범위

④ 설치요령

(2) 작동 및 측정순서

① 측정준비 및 세부적인 순서

② 사용자 및 장비에 관련된 주의사항

③ 기기 설치 후 초기치 설정 방법

④ 초기치 설정 이후의 계측데이터 획득 방법

⑤ 측정시 필요한 기구 및 준비물의 목록

(3) 보수 및 유지관리

① 현장상태로의 보관에 관한 사항

② 소모품 교체시기 및 방법에 관한 사항

③ 측정 전,후의 현장점검 사항

④ 소모품을 포함한 예비부품의 추천목록

1.3 품질관리

1.3.1 계측의 측정단위

모든 통신, 기술내역서, 도면 등에서 측정단위로서 SI단위를 사용하고 도면이나 인쇄물에서 다른 단위를 사용했을 때는 이에 상당하는 SI단위를 첨부하여야 한다.

1.3.2 혹한기 가동대책

계측시스템은 혹한기에도 가동되도록 적절한 보호조치를 강구하여야 한다.

1.3.3 명찰과 표찰

센서 부착위치 및 장비에는 지침표찰과 명찰을 부착하여야 한다.

1.4 검사 및 시험

1.4.1 장비는 아래의 검사와 시험을 거쳐야 한다.

(1) 현장에서의 인도시 검사

(2) 현장에서의 조립 완성후 시작동

1.4.2 각 기기의 출고 시 검사 및 시험에 대한 성적서를 제출하여야 한다.

1.4.3 계측기의 초기화 방법과 계측값의 보정방법을 제공하여야 한다.

1.5 하자보증

계약상대자는 공사시행 중 소요되는 예비부품을 적시에 공급하여야 하며, 공사 하자 기간 내 발생되는 고장 등은 즉시 수리하여야 한다.

1.6 기술지도와 관리

계약상대자는 전문 기술자를 현장에 투입하여 계측기 설치 및 관련작업에 대한 관리와 기술지도를 하여야하며, 전담 기술자를 배치하여 계측시스템의 설치 및 시험운영을 수행하여야 하고 최초 초기 거동 계측 보고서 작성을 위한 계측자료 획득에 관련된 기술적인 사항에 적극 협조하여야 한다.

1.6.1 현장에서 장비의 포장 해체

1.6.2 장비의 정밀도 검사와 시작동 및 성능보증시험

1.6.3 계측기 설치 감독

1.6.4 감독원에 대한 기술지도 정보 및 자료제공

1.7 유지보수

1.7.1 계약상대자는 공급한 장비의 적절한 유지보수를 위한 부품 및 소모품 내역을 제공하여야 한다.

1.7.2 장비는 효율적인 운전과 유지관리를 위한 모든 부속품을 갖추어야 하며, 계약상대자는 부속품에 관해 사양서에 명시하여야 한다.

2. 재 료

해당없음

3. 시 공

3.1 계측기의 설치

3.1.1 센서 설치 위치

각 계측 항목별 센서의 설치 위치는 설계도서를 따른다.

3.1.2 계측시스템 구축 계획

(1) 각 위치별 계측기 및 기타 장비는 감독원이 승인한 도면과 같아야 한다.

(2) 각 지점의 계측기기 및 기타 장비는 구조물의 손상을 최소화하고 노이즈제거 및 유지관리가 용이한 최적 지점에 설치하여야 한다.

(3) 계측자료의 전송은 통신망을 이용한 원격전송을 사용하며 케이블 연결 및 접속은 계약상대자의 과업에 포함되어야 하고, 통신규격은 측정장비 제원에 포함한다.
(4) 계약상대자는 발주자가 지정한 전력 공급원으로부터 현장 계측기까지의 전력공급 계획 작성하여야 한다.
(5) 모든 전송장비는 향후 계측시스템이 확장 운영될 경우를 대비하여 호환성을 고려하여야 한다.
(6) 계측은 자동으로 수행되며 계측기로부터 계측자료는 원격계측실의 컴퓨터로 전송되어 원격컴퓨터에서 계측자료의 저장 및 분석이 가능하여야 한다.
(7) 각 지점의 계측기를 원격지에서 원격 제어하여 계측의 빈도를 조정할 수 있어야 한다.
(8) 모든 센서는 항시 작동상태에 있어야 하며 일정한 관리치 이상의 모든 측정값을 상시 측정할 수 있어야 한다.
(9) 계약상대자는 위의 사항을 만족시킬 수 있는 프로그램을 내장한 자동계측시스템을 현장에 구축하여야 한다.

3.1.3 계측기기 선정 및 설치 시 요구사항

(1) 계측기기는 반드시 사용범위, 정밀도 및 내구성 등 발주자가 제시한 계측기기 사양서의 요구조건을 만족하여야 한다.
(2) 장기 자동계측시스템에 적합하도록 계측기기 및 운용프로그램을 선정하여야 한다.
(3) 계측기기는 외부의 영향으로부터 충분히 보호될 수 있도록 견고하게 설치되어야 한다.
(4) 계측자료 전송을 위한 케이블의 경우, 장기계측용으로 적합한 제품을 선정하여야 하며 케이블 배선 계획을 설치계획에 포함시켜야 한다.
(5) 계약상대자는 교량내부에 적당한 장소를 선정하고 자동계측기 설치를 위한 상세설계를 수립한다.
(6) 자동계측기의 설치 시 안정적으로 계측자료를 수집, 저장, 송신할 수 있도록 전원공급장치를 설치하고 필요 시 전압안전장치, 낙뢰방지장치, 제습장치, 항온장치 및 방진장치 등의 부속기기를 설치하여야 한다.

3.1.4 계측항목 및 수량

계측항목은 시방서에 의하며 필요시 계측항목을 변경 또는 추가 할 수 있도록 계약상대자는 계측기기 설치 전 계측항목과 수량에 대해 감독원의 승인을 득하여야 한다.

3.2 계측설비 및 기능

3.2.1 센서 및 데이터 로거의 선택

계측용 센서 및 데이터 로거를 선정하는 경우, 최소한 두 가지 이상의 다른 계측형식 또는 회사 제품을 비교한 후 장기계측용으로 적합한 최상품을 선택하여야 하며 이에 대한 근거를 명시하여야 한다.

3.2.2 센서 교체

각종 센서의 교체시기 및 방법, 교체 후 초기화 방법을 제공하여야 한다.

3.2.3 온도 범위

각 센서 및 데이터 로거의 작동은 온도범위가 최소한 -20℃~60℃ 범위내의 기후조건에서 연중 사용하는데 문제가 없어야 한다. 보온장치가 필요한 센서에 대해서는 이를 따로 기술하여야 한다.

3.2.4 알람경보 전송 기능

계측치가 일정 관리기준치를 상회할 경우 원격계측실로 알람경보를 전송하는 기능이 있어야 한다.

3.2.5 계측데이터 관리

계약상대자는 자동계측기에 저장되는 계측데이터를 일정 주기마다 갱신하고 모든 데이터베이스를 관리 운영하여야 한다.

3.2.6 계측시스템 장애 진단 기능

(1) 계측시스템의 작동상태를 상시 감시하고 장애가 발생한 경우, 이를 검출하고 장애위치를 탐색할 수 있는 기능이 있어야 하며 시스템의 장애상태를 원격지 터미널을 통해 표시하여야 한다.

(2) 모든 장애 사항들은 발생일시(초 단위)별로 원격계측실 컴퓨터에 기록되어야 하며, 그 내용이 모니터에 실시간으로 표시되고 프린터로 출력할 수 있어야 한다.

3.2.7 트리거 기능(Triggerring)

사용자가 설정한 기준치 이상/이하의 신호에 대해서 선별적으로 계측을 수행하도록 트리거 기능(triggering)을 보유하여야 한다.

3.3 모니터링 소프트웨어

3.3.1 주요기능

계측기를 제어하며 각 센서로부터 전달되는 신호를 관리하고, 분석하는 일련의 모듈을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 발주처 정보시스템의 H/W 및 S/W와의 호환성과 확장성을 고려하여 설계하여야 하며 다음과 같은 기능을 포함하여야 한다.

(1) 신호 타입별, 센서 위치별 관리한계의 설정

(2) 트리거링에 의한 신호처리

(3) 전기신호의 공학단위 변환 기능

(4) 신호 분석 보고서 작성 기능

(5) 상태판정 이후 경보 발령 기능

3.3.2 계측기 제어

소프트웨어로부터 계측기에 명령을 전달하여 설정상태 등을 변경할 수 있어야 한다.

3.3.3 실시간 신호 표현

계측기로부터 전달되는 신호를 모니터상에 실시간으로 표현할 수 있어야 한다.

3.3.4 기타 기능

(1) 교량형상, 단면, 센서위치 등이 그래픽으로 구현되어야 한다.

(2) 시스템운영 전문기관과 관리주체 간에 상시 데이터 공유가 가능하여야 한다.