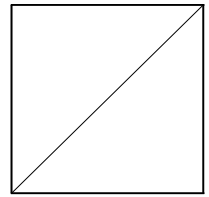
2026년도

공사코드 : KR-CCD-26-022

공 사 명 : 경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사(총체)



설 계 서

담당자	심사자	토목팀장	시설처장	본부장

한국철도공사 수도권서부본부장

2026년도
공 사 코 드 : KR-CCD-26-022
인 가 :

공 사 명 : 경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사

설 계 서

(회 계)
예산관리센터) 5000091 (서부-수탁(시설)-일반개량FC)
사 업 코 드) C41414(시설개량/시설/산업안전시설개량/토공부보도)

목 차

1. 설 계 설 명 서 ---------- 1

2. 공 사 시 방 서 ---------- 2

3. 표 준 안 전 시 방 서 ---------- 302

4. 예 정 공 정 표 ---------- 330

5. 설 계 예 산 내 역 서 ---------- 331

6. 공 종 별 예 산 조 서 ---------- 332

7. 철 도 공 사 직 원 급 내 역 서 ---------- 341

8. 을 부 담 자 재 조 서 ---------- 342

9. 철도공사 제공 기계기구 예정조서 ---------- 343

10. 철도공사현장 안전확보를 위한 관리지침 ---------- 344

11. 안 전 계 약 특 수 조 건 ---------- 348

12. 계 약 특 수 조 건 ---------- 359

1. 설 계 설 명 서

가. 공 사 명 : 경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사

나. 위 치 : 경부선 성균관대-화서 구간

연번	선별	역구간	상・하	위치(km)	공종	비고
1	경부선	성균관대-화서	하2	37.000 ~ 39.273	콘크리트포장, PCT 침목 포장, 투수콘 포장, 보도데크, 투수 블록, 방초	
2	경부선	성균관대-화서	상2	37.000 ~ 39.166	인터로킹 블록, 방초	

다. 목 적 : 작업자 이동통로를 설치하여 작업원 안전사고를 예방하고 열차안전운행을 확보하기 위하여 산업안전시설 설치공사를 시행하기 위함.

라. 공사개요 : ◇ 보도데크 L=180m ◇ 투수콘 포장 L=320m ◇ 콘크리트포장 L=1,116m,
◇ PCT침목 포장 L=110m ◇ 투수블록 L=473m ◇ 인터로킹블럭 L=2,092m
◇ 예초 및 방초, ◇ 차량방호시설

마. 공사기간 : 착공지정일로부터 510일간

바. 입찰참가자격 : 건설산업기본법 시행령 제7조에 의한 종합건설업 중 토목공사업 등록업체

사. 시행책임자 : 한국철도공사 수도권서부본부장

2. 공 사 시 방 서

1. 일반시방서

가. 이 시방서는 "경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사"에 적용한다.

나. 본 공사의 시행에 있어서 법령 또는 별도로 정하는 것 이외에는 설계 및 본 시방서가 정하는바에 의한다.

(1) 법령 또는 별도로 정하는 규정 및 시방서 중 중요한 것은 다음과 같다.

- 건설기술진흥법, 건설안전기본법, 철도안전법
- 건설산업기본법 및 건축사법, 철도건설관련법규
- 시설물의 안전관리에 관한 특별법
- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률
- 건축법 및 보안관련 법규
- 근로기준법 및 산업안전보건관련 법규
- 기타관련 법규
- 전기 및 정보통신 관계법규
- 하도급관계 법규
- 엔지니어링산업 진흥법
- 예산회계관련법, 철도안전보건관리 규정 및 시행세칙
- 건설기술심의위원회 규정
- 폐기물관리법, 대기환경보전법, 환경· 교통· 재해 등에 관한 영향평가법
- 중소기업진흥 및 구매촉진에 관한 법률

(2) 본 공사수행과 관련한 각종 표준시방서 및 설계기준은 다음과 같다.

- 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정
- 철도종합시험운행시행지침, 철도건설측량지침
- 철도설계기준, 편람, 지침
- 철도공사전문시방서(토목편, 노반편)
- 철도궤도공사 표준시방서
- 선로유지관리지침
- 열차운행시행세칙, 철도보호지구 안전작업 절차에 관한 세칙
- 철도분야 전자도면작성 표준
- 공사 및 용역관리 규정, 계약업무처리 시행세칙
- 기본설계등에 관한 세부시행기준, 건설공사의 설계도서 작성기준
- 구조물 기초 설계기준, 철도표준도, 선로용품도, 분기기 정규도
- 건축물의 구조내력에 관한 기준, 건축물의 고주기준 등에 관한 규칙
- 토목공사 표준시방서, 콘크리트 포준시방서, 도로공사 표준시방서
- 한국산업규격(KS), 한국철도표준규격(KRS), 한국철도공사규격(KRCS)
- 열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼(토목시설처-3586, `21.12.29.)
- 토목공사 품질관리 철저 및 강화시행(토목시설처-1960, `16.3.22.)
- 안전교육 및 공사 단계별 세부 안전관리 대책(선로관리처-911, `15.2.25.)
- 기타 관련 설계기준, 안전기준 및 관련 시방서와 법규

2. 특별시방서

가. 일반사항

(1) 본 시방서는 "경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사"에 적용한다.

(2) 철도안전보건관리규정, 철도보호지구 안전작업 절차에 관한 세칙, 철도안전관리 시행세칙에 의하여 시행한다.

(3) 현장대리인은 공사착공 전에 시행방법 및 세부공정표를 작성 감독관의 승인을 받아 시공하여야 한다.

(4) 현장대리인은 공사기간 중 현장에 상주하여야 하며, 부득이 현장을 비울 시에는 사전에 감독관의 승인을 받아야 한다.

(5) 본 공사 현장의 철도운행안전관리자, 전기철도안전관리자 및 열차감시자의 대가는 철도운행협의서를 기준으로 실 정산한다.

(6) 건설기계 대여대금 직불제 시행 : 건설산업기본법 제68조의3('23.4.18.) 및 '하도급 거래실태 점검 시 현장개선 요구사항 알림 '〔청렴조사처-135('19.11.28.)〕호 관련 건설기계장비 대여대금 400만원 이상에 대하여 직불제 시행(사전 직불동의서 체결 시)

* 원(하)도급업체 장비대여대금 청구 → 발주처 검토 → 회계통합센터에서 장비업체로 직불처리

(7) 선로 여건상 차량진입불가 등 자재 운반이 어려운 경우 사전 협의를 통해 발주처에서 모터카를 지원한다.

(8) 본 공사는 일반시방서 및 본 시방서에 의거 시행하되 명시되지 않은 제반사항은 감독관의 지시를 받아 시행하여야 한다.

(9) 현장대리인은 공사착수 전 시공을 위한 공법 및 세부작업 계획서(안전작업계획서 포함)와 공사예정공정표를 작성하여 감독관에게 제출하고 승인을 받아 시공하여야 한다.

(10) 현장대리인은 감독관의 승인 없이는 현장을 이탈하여서는 안되며 수급인은 공사감독관으로부터 현장대리인의 교체 요구 시 즉시 교체하여 본 공사 시공에 차질이 없도록 하여야 한다.

(11) 공사 성질상 시공 후 확인할 수 없는 개소는 반드시 사진을 촬영하여야 하며 현장 감독관의 입회하에 시공하여야 한다.

(12) 각종 재료는 K.S 규격품 또는 동등 이상의 재료를 사용하여야 하며 공사재료 관리를 철저히 하여 품질에 이상이 없도록 하여야 하며 각종 재료의 시험치 납품서 등은 본 공사에 사용된 재료로 공사기간 내에 검사완료된 시험치를 제출하여야 한다.

(13) 수급인은 공사진행(시공 전, 중, 후) 사진을 공종별로 촬영하여 준공과 동시에 사진첩 2부와 원본을 감독관에게 제출하여야 한다.

(14) 수급인은 공사에 관련되는 모든 법령을 준수하고 본 공사 시공으로 인한 제반 안전사상사고와 인명피해 등 민,형사상의 모든 책임은 수급인이 져야 한다.

나. 수급인 준수사항

(1) 현장대리인의 자격 기준은 건설산업기본법 시행령에 따라 기사 이상 자격취득자로서 해당 직무분야에 3년 이상 실무에 종사한 사람, 산업기사 자격취득 후 해당 직무분야에 5년 이상 종사한 사람이나 건설기술 진흥법에 따른 건설기술인 중 다음 각 목에 어느 하나에 해당하는 사람

① 해당 직무분야의 고급기술자 이상인 사람

② 해당 직무분야의 중급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 3년 이상 종사한 사람

공사예정금액의 규모별 건설기술인 배치기준(제35조제2항 관련)

공사예정금액의 규모	건설기술인의 배치기준
700억원 이상(법 제93조제1항이 적용되는 시설물이 포함된 공사인 경우에 한정한다)	1. 기술사
500억원 이상	1. 기술사 또는 기능장 2. 「건설기술 진흥법」에 따른 건설기술인 중 해당 직무분야의 특급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 5년 이상 종사한 사람
300억원 이상	1. 기술사 또는 기능장 2. 기사 자격취득 후 해당 직무분야에 10년 이상 종사한 사람 3. 「건설기술 진흥법」에 따른 건설기술인 중 해당 직무분야의 특급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 3년 이상 종사한 사람
100억원 이상	1. 기술사 또는 기능장 2. 기사 자격취득 후 해당 직무분야에 5년 이상 종사한 사람 3. 「건설기술 진흥법」에 따른 건설기술인 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 가. 해당 직무분야의 특급기술인 나. 해당 직무분야의 고급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 3년 이상 종사한 사람 4. 산업기사 자격취득 후 해당 직무분야에서 7년 이상 종사한 사람
30억원 이상	1. 기사 이상 자격취득자로서 해당 직무분야에 3년 이상 실무에 종사한 사람 2. 산업기사 자격취득 후 해당 직무분야에 5년 이상 종사한 사람 3. 「건설기술 진흥법」에 따른 건설기술인 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 가. 해당 직무분야의 고급기술인 이상인 사람 나. 해당 직무분야의 중급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 3년 이상 종사한 사람
30억원 미만	1. 산업기사 이상 자격취득자로서 해당 직무분야에 3년 이상 실무에 종사한 사람 2. 「건설기술 진흥법」에 따른 건설기술인 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 가. 해당 직무분야의 중급기술인 이상인 사람 나. 해당 직무분야의 초급기술인으로서 해당 공사와 같은 종류의 공사현장에 배치되어 시공관리업무에 3년 이상 종사한 사람

(2) 본 공사는 일반시방서 및 본시방서에 의거 시행하되 명시되지 않은 제반사항은 감독관의 지시를 받아 시행하여야 한다.

(3) 현장대리인은 공사착수 전 시공을 위한 공법 및 세부작업 계획서(안전작업계획서 포함)와 공사예정공정표를 작성하여 감독관에게 제출하고 승인을 받아 시공하여야 한다.

(4) 현장대리인은 감독관의 승인 없이는 현장을 이탈하여서는 안되며 수급인은 공사감독관으로부터 현장대리인의 교체 요구 시 즉시 교체하여 본 공사 시공에 차질이 없도록 하여야 한다.

(5) 공사 성질상 시공 후 확인할 수 없는 개소는 반드시 사진을 촬영하여야 하며 현장 감독관의 입회하에 시공하여야 한다.

(6) 각종 재료는 K.S 규격품 또는 동등 이상의 재료를 사용하여야 하며 공사재료의 관리를 철저히 하여 품질에 이상이 없도록 하여야 하며 각종 재료의 시험치 납품서 등은 본 공사에 사용된 재료로 공사기간 내에 검사 완료된 시험치를 제출하여야 한다.

(7) 수급인은 공사진행(시공 전, 중, 후) 사진을 공종별로 촬영하여 준공과 동시에 사진첩 2부와 원판을 감독관에게 제출하여야 한다.

(8) 수급인은 공사에 관련되는 모든 법령을 준수하고 본 공사 시공으로 인한 제반 안전사상사고와 인명피해 등 민,형사상의 모든 책임은 수급인이 져야 한다.

(9) 수급인은 도급받은 전문공사 전부 또는 일부를 다른 건설업자에게 하도할 수 없다.(건설산업기본법 제29조)

(10) 수급인은 단일 현장 작업 시행을 원칙으로 하고, 부득이 공사 현장이 분산되어 시행할 경우, 작업장 단위로 시공사 책임자(현장대리인 또는 발주기관이 지정한자)와 철도운행안전관리자가 반드시 상주하여야 한다.

(11) 책임자(현장대리인 또는 발주기관이 지정한자)와 철도운행안전관리자는 작업장 단위별로 현장에 반드시 상주하여야 하며, 감독자의 승인없이 현장 이탈시 당일 작업중지 등 제재 조치

(12) 「건설근로자 임금비용 구분지급 및 확인 의무제도」 이행 철저(건설근로자법 시행령(2025.10.01.))

* 1건의 도급계약금액이 3천만원 이상이며, 공사기간이 30일을 초과하는 공공발주 공사에 대해 도급인(발주자 포함)은 수급인에게 건설근로자의 임금비용을 다른 공사비와 구분하여 지급하고, 수급인이 근로자에게 지급한 임금내역을 매월 확인, 미지급한 경우 관할 고용노동청에 통보

(13) 한국철도공사 계약업무처리 시행세칙 제36조(낙찰자 결정)에 따라 발주처에서 시행하는 안전보건수준 및 안전관리능력 평가 결과(별지 61호, 62호 서식 참조) 부적합으로 판정되었을 때에는 1회에 한하여(통보일로부터 3일 이내)을 요청한 후 재평가하여야 하며, 적합으로 판정된 경우에만 계약체결을 요청할 수 있다.

(14) 중대재해처벌법 시행에 따른 안전관리 철저

① 작업안전수칙 준수 및 근로자 안전·보건교육 이수

② 안전보호구 착용 철저 및 안전설비, 사용장비의 안전이 확보 된 상태에서 작업 시행

③ 안전이 의심스러운 경우 억측에 의한 작업금지 및 정확한 정보교환 후 작업 시행

④ 공중교통수단(철도구조물 포함) 유해·위험요인 발견 시 신고 철저(Safty Call 참여)

(15) 안전보건수준평가 시행

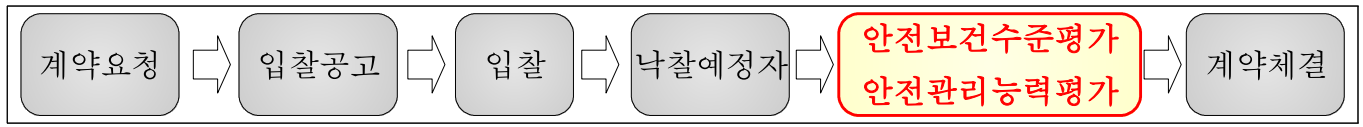
중대재해처벌법 시행령 제4조 및 제10조에 따라 우리 공사의 시설, 장비, 장소에서 시행되는 도급, 용역, 위탁 업무 중 종사자의 안전·보건 확보와 관련하여 실질적인 지배·운영·관리하는 책임이 있는 경우, 중대산업재해 예방을 위한 적격 수급인의 선정을 위해 계약체결 전 안전보건수준평가 시행해야 한다.

* (평가시기) 중대산업재해 및 중대시민재해 예방을 위한 적격 수급인 선정을 위해 산업안전보건법 제61조에 의거 계약체결 전 시행
· 제61조(적격 수급인 선정 의무) 사업주는 산업재해 예방을 위한 조치를 할 수 있는 능력을 갖춘 사업주에게 도급하여야 한다.

① 시행절차 및 수의 계약

1) 시행절차

가) 낙찰예정자에 대해 안전보건수준평가 후 계약체결



나) 계약부서에서 낙찰예정자 통보 시 시행부서에서 안전평가를 위한 자료를 제출받아 평가위원회를 개최하여 평가결과 계약부서에 통지

2) 수의 계약 : 계약상대자에게 문서로 안전평가를 위한 자료를 문서로 제출받아 평가 후 수의계약 요청

② 평가기준 및 평가공지

1) 평가기준 : 도급·용역·위탁 업무의 규모·성격에 따라 주관부서에서 안전보건수준평가 기준을 조정하여 시행
(고용노동부 「도급사업 안전보건관리 운영 매뉴얼」의 적격 수급업체 선정 가이드라인에 따른 세부기준 준용)

2) 평가공지 : 계약상대자에게 안전관리능력 평가계획과 평가내용 및 제출 자료목록을 확인할 수 있도록 설계서 및 입찰공고에 명시해야 한다.

* 안전보건수준 및 안전관리능력평가 부적합 판정 시 1회에 한해 보완(통보일로부터 3일 이내) 후 재평가

* (재평가결과 조치) 선정기준 등급 미만 평가 시 낙찰자 대상 배제

3) 평가항목 및 기준

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
총계		100			
	안전보건관리체계	40			
1. 안전보건방침	안전보건방침의 수립	10	10	7	4
2. 이행계획	중대재해예방을 위한 이행계획 수립	20	20	14	8
3. 역할분담	이행계획 추진을 위한 구성원 역할분담	10	10	7	4
	실행수준	40			
4. 위험성 평가	위험성 평가 수립	20	20	14	8
5. 안전교육	안전보건교육 계획 수립	10	10	7	4
6. 안전작업허가	유해·위험작업 안전작업허가 이행	10	10	7	4
	재해발생 수준	20			
7. 재해발생현황	최근 3년간 산업재해발생 현황	20	20	14	8

* (평가등급) 5단계 평가로 시행

등급	점수	이행수준
S	90점 이상	자발적·지속가능한 안전·보건 업무수행능력을 갖춤
A	80점 이상	의무사항을 충족하고 안전·보건 업무수행 능력 우수
B	**70점 이상**	**안전·보건 업무수행 능력 양호**
C	60점 이상	안전·보건 업무수행 능력 보통
D	60점 미만	안전·보건 업무수행 능력 미흡

〈선정기준〉
- A등급 이상 : 화재폭발 우려장소(인화성 액체 증기, 가스, 고체가 존재하는 장소) 및 밀폐공간 작업장소
- B등급 이상 : 열차충돌 우려장소, 고소 작업 장소
- C등급 이상 : A, B 등급 이외 작업
- D등급 : 낙찰자 배제

* 안전보건수준 및 안전관리능력평가 부적합 판정 시 1회에 한해 보완(통보일로부터 3일 이내) 후 재평가

③ 세부평가기준

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
	안전보건관리체계	40			
1. 안전보건방침	안전보건방침의 수립	10	10	7	4
2. 이행계획	중대재해예방을 위한 이행계획 수립	20	20	14	8
3. 역할분담	이행계획 추진을 위한 구성원 역할분담	10	10	7	4

1) 안전보건방침의 수립

○ (우수) 도급사업자 규모 및 특성에 맞는 안전보건방침 수립, 안전보건을 확보하기 위한 지속적인 개선 및 이행의지 포함

○ (보통) 도급사업자 특성, 지속적인 개선 및 이행 의지가 구체적이지 않음

○ (미흡) 안전보건방침이 없거나, 안전보건 이행의지 결여

2) 중대재해예방을 위한 이행계획 수립

○ (우수) 산재예방활동에 따른 도급업체의 활동에 부합하는 목표와 측정 가능한 성과지표가 수립되고 법규 요구사항 충족

○ (보통) 도급업체 활동에 대한 이행계획이 수립되었으나, 성과지표와 요구사항 충족여부가 구체적이지 않음

○ (미흡) 이행계획을 제출하지 않았거나 상당부분이 결여되어 중대재해예방 이행계획으로 인정하기 어려움

3) 이행계획 추진을 위한 구성원 역할분담

○ (우수) 이행계획의 효율적 추진을 위한 업체 안전보건조직의 구성, 역할, 책임 및 권한을 명시하고 유해·위험작업을 수행하는 구성원은 업무수행에 필요한 자격과 능력을 가지고 있고, 교육·훈련을 통하여 자격과 능력을 유지

○ (보통) 안전보건조직은 구성되었으나 유해·위험작업을 수행하는 구성원의 업무수행 자격과 능력, 교육·훈련 내용 미흡

○ (미흡) 안전보건조직이 구성되지 않거나 유해·위험작업을 수행하는 구성원의 자격과 능력 없고, 교육·훈련 계획 없음

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
	실행수준	40			
4. 위험성 평가	위험성 평가 수립	20	20	14	8
5. 안전교육	안전보건교육 계획 수립	10	10	7	4
6. 안전작업허가	유해·위험작업 안전작업허가 이행	10	10	7	4

4) 위험성 평가 수립

○ (우수) 업체 규모 및 위험작업 특성을 고려, 적절한 위험성평가기법으로 절차에 따라 실시

○ (보통) 작업에 사용되는 설비, 물질 및 작업특성에 대한 유해·위험요인 파악이 누락되거나 구체적이지 않음

○ (미흡) 자체 위험성평가 절차 또는 결과가 없음.

5) 안전보건교육 계획 수립

○ (우수) 법정 안전보건교육 종류별로 교육내용, 시기, 대상자, 장소, 성과지표 등 요구사항을 포함하여 계획 수립됨

○ (보통) 법정 안전보건교육 계획은 수립되었으나 요구사항 미흡

○ (미흡) 법정 안전보건교육 계획이 없음

6) 유해·위험작업 안전작업허가 이행

○ (우수) 안전작업허가 대상 종류와 허가절차 및 업무역할이 지정되고 기록, 경유 및 보관에 대한 이행계획이 수립됨

○ (보통) 안전작업허가에 대한 이행절차는 수립되었으나 절차의 누락 및 역할이 미흡함

○ (미흡) 안전작업허가 절차가 없음

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
	재해발생 수준				
7. 재해발생현황	최근 3년간 산업재해발생 현황 * 안전보건공단에서 발급한 최근 3년간 산업재해율확인서 제출 * 사업장 가동기간이 2년 미만인 경우는 해당 가동 기간만으로 산정 * 1년 미만 신규업체는 평가항목에서 재해발생수준을 제외	20	20	14	8

7) 재해발생현황

○ (우수) 최근 휴업을 제외한 2년 동안 무재해사업장을 유지하거나, 3년 연속 동종업종 평균재해율 미만으로 재해율이 지속적으로 감소함

○ (보통) 2년 연속 동종업종 평균재해율 미만임

○ (미흡) 최근 2년 동안 사망재해가 있거나, 2년 동안 동종업종 평균 재해율 이상임

(16) 안전관리능력평가 시행

중대재해처벌법 시행령 제10조에 따라 우리공사의 시설, 장비, 장소에서 실질적인 지배・운영・관리하는 책임이 있는 도급, 용역, 위탁 업무 중 종사자와 여객 또는 공중의 안전・보건관리가 필요한 대상(설치도, 소보수 포함)

① 평가시기 및 평가기준

1) 평가시기 : 중대산업재해 및 중대시민재해 예방을 위한 적격 수급인 선정을 위해 산업안전보건법 제61조에 의거 계약체결 전 시행

2) 평가기준 : 고용노동부 「도급사업 안전보건관리 운영 매뉴얼」 및 국토교통부 「중대시민재해 가이드라인」기준 준용

② 평가공지 및 평가방법·관리

1) 평가공지 : 계약상대자에게 안전관리능력 평가 계획, 내용 및 제출 자료에 대해 설계서 반영 및 입찰공고문 공지해야 한다.

2) 평가방법·관리 : 건설기술 진흥법에 따라 수급인이 안전관리계획을 제출 시 안전관리능력평가 자료를 제출받아 평가 시행하고, 건설기술 진흥법에 따라 수급인이 안전관리계획을 제출 시 안전관리능력평가 자료를 제출받아 평가 시행해야 한다.

* 안전보건수준 및 안전관리능력평가 부적합 판정 시 1회에 한해 보완(통보일로부터 3일 이내) 후 재평가

* (재평가결과 조치) 선정기준 등급 미만 평가 시 낙찰자 대상 배제

3) 평가항목 및 기준(1안)

* 국토교통부 중대시민재해 가이드라인 '수탁기관 안전관리능력 산정기준'

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
총계		100			
1. 안전인력 및 예산 현황	・안전 전문 인력 보유 현황 ・안전 예산 현황(안전 예산 편성항목, 매출액 대비 비중 등)	20	20	14	8
2. 안전관리규정·지침·매뉴얼 현황	・법정 보유 안전관리규정/지침/매뉴얼 구비 여부	20	20	14	8
3. 재해대응체계 현황	・재해신고·보고 절차도 유무 ・재해대응 조직 및 업무분장 현황 ・유관기관 비상연락망 유무	20	20	14	8
4. 교육 및 훈련실적	・교육 및 훈련 프로그램 유무 ・최근 3년간 안전교육 및 훈련 실적	20	20	14	8
5. 중대재해 발생에 따른 행정처분 등	・최근 3년 내 중대재해 발생 횟수 ・중대재해로 인한 행정처분 유무 및 처분정도	20	20	14	8
* (평가기준) 3단계로 평가, 우수 100~81점, 보통 80~61점, 미흡 60점 이하 * (평가결과조치) '보통'은 해당 항목 보완, '미흡'은 작업중지 또는 일시정지 후 보완					

* (평가등급) 3단계 평가로 시행

등급	점수	이행수준
A	80점 이상	의무사항을 충족하고 중대재해예방 능력 우수
B	**60점 이상**	**중대재해예방능력 확보**
C	60점 미만	중대재해예방능력 미흡
〈선정기준〉 - A 등급 : 공중이용시설 대상 관련 작업 - B 등급 : A등급 이외 작업 - C 등급 : 낙찰자 배재		

* 안전보건수준 및 안전관리능력평가 부적합 판정 시 1회에 한해 보완(통보일로부터 3일 이내) 후 재평가

1) 안전인력 및 예산현황(안전인력 및 예산현황을 50%씩 적용)

○ (우수) 설계서에 계상된 안전전문인력 및 중대시민재해 예방을 위한 안전전문인력을 확보하고 있으며 산업안전관리비를 사업장 특성을 고려하여 목적에 맞게 집행하기 위한 계획이 수립되어 있음

○ (보통) 설계서에 계상된 안전전문인력을 확보하고 있으며 산업안전관리비 집행 계획 있음

○ (미흡) 설계서에 계상된 안전전문인력이 확보되지 않고, 산업안전관리비 집행 계획 없음

2) 안전관리규정・지침・매뉴얼 현황(규정/지침/매뉴얼 중 1개 이상)

○ (우수) 최근 법령 개정 사항 등을 반영한 안전관리규정/지침/매뉴얼이 있는 경우

○ (보통) 안전관리규정/지침/매뉴얼이 있는 경우

○ (미흡) 안전관리규정/지침/매뉴얼이 없는 경우

3) 재해대응체계 현황

○ (우수) 재해신고・보고 절차가 있으며, 재해대응 조직과 업무분장이 되어 있고, 유관기관 비상연락망을 갖추고 있는 경우

○ (보통) 재해신고・보고 절차가 있으나, 재해대응 조직과 업무분장이 및 유관기관 비상연락망을 없는 경우

○ (미흡) 재해신고・보고 절차가 없는 경우

4) 교육 및 훈련실적

○ (우수) 교육 및 훈련 프로그램이 있으며, 최근 3년간 지속적으로 안전교육 및 훈련을 시행한 경우

○ (보통) 교육 및 훈련 프로그램이 있으며, 최근 1년이내 안전교육 및 훈련을 시행한 경우

○ (미흡) 교육 및 훈련 프로그램이 없는 경우

5) 중대재해 발생에 따른 행정처분 등

○ (우수) 최근 3년 내 중대재해에 따른 행정처분이 없었음

○ (보통) 최근 3년 내 중대재해로 인한 행정처분으로 업무정지 30일 이상 6개월 미만이나 이에 해당하는 과징금을 부과한 사례가 있는 경우

○ (미흡) 최근 3년 내 중대재해로 인한 행정처분으로 업무정지 6개월 이상이나 이에 해당하는 과징금을 부과한 사례가 있는 경우

4) 평가항목 및 기준(2안)

* 국토교통부 중대시민재해 가이드라인 참조

평가항목	평가기준	배점	세부기준		
			우수	보통	미흡
총계		100			
1. 안전인력	안전과 유지관리를 위한 인력 확보	10	10	7	4
2. 안전예산	안전관리의 이행을 위한 안전예산 계획	10	10	7	4
3. 안전점검	안전보건관계법령에 따른 안전점검 계획	10	10	7	4
4. 안전계획	공중이용시설의 설치 및 유지관리에 관한 사항	20	20	14	8
5. 유해·위험확인	공중이용시설의 유해·위험요인의 확인	20	20	14	8
6. 긴급조치	중대시민재해 발생 시 조치에 대한 사항	10	10	7	4
7. 중대재해 발생에 따른 행정처분 등	중대재해로 인한 행정처분 유무 및 처분정도	20	20	14	8

* (평가등급) 3단계 평가로 시행

등급	점수	이행수준
A	80점 이상	의무사항을 충족하고 중대재해예방 능력 우수
B	60점 이상	중대재해예방능력 확보
C	60점 미만	중대재해예방능력 미흡
〈선정기준〉 - A 등급 : 공중이용시설 대상 관련 작업 - B 등급 : A등급 이외 작업 - C 등급 : 낙찰자 배재		

* 안전보건수준 및 안전관리능력평가 부적합 판정 시 1회에 한해 보완(통보일로부터 3일 이내) 후 재평가

1) 안전인력

○ (우수) 설계서에 계상된 안전전문인력 및 중대시민재해 예방을 위한 안전전문인력을 확보하고 있음

○ (보통) 설계서에 계상된 안전전문인력을 확보하고 있음

○ (미흡) 설계서에 계상된 안전전문인력을 미확보

2) 안전예산

〈중대시민재해 예방을 위한 안전예산〉

◦ 유해·위험요인 확인·점검 비용 및 이의 발견 또는 신고된 경우 긴급안전점검·긴급안전조치·정비·보수보강 등을 위한 예산

◦ 시설의 기능유지, 안전관리 시설물 설비의 설치 예산

◦ 중대시민재해 발생 시 원인 개선을 위한 작업자 교육 또는 이용자 안내 조치 예산

◦ 안전관리에 필요한 물품·보호구 및 장비 구입 예산

◦ 법령에 따른 안전점검을 위해 필요한 예산

○ (우수) 중대시민재해 예방을 위한 대상을 인지하고 있으며 안전예산 투입계획 및 예산확보 방안이 있음

○ (보통) 중대시민재해 예방을 위한 대상을 인지하고 있으며 안전예산 투입계획이 있음

○ (미흡) 중대시민재해 예방을 위한 대상 및 안전예산 투입 계획이 없음

3) 안전점검

○ (우수) 중대시민재해 예방을 위한 점검인력, 점검주기, 점검방법 등 안전점검 계획이 수립되어 있으며 점검을 위한 기구, 장비 등을 갖추고 있음

○ (보통) 중대시민재해 예방을 위한 안전점검 계획이 수립되어 있음

○ (미흡) 중대시민재해 예방을 위한 안전점검 계획이 없음

4) 안전계획

○ (우수) 해당 공중이용시설 관련 중대시민재해 예방을 위한 공정, 시공에 대해 착공부터 준공 시 까지 구체적인 안전계획이 수립된 경우

○ (보통) 해당 공중이용시설 관련 중대시민재해 예방을 위한 안전계획이 수립된 경우

○ (미흡) 해당 공중이용시설 관련 중대시민재해 예방을 위한 안전계획이 수립되지 않은 경우

5) 유해·위험확인

○ (우수) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 유해·위험 사항을 인식 하고 위험성 평가를 통해 안전대책이 강구된 경우

○ (보통) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 유해·위험 사항을 인식한 경우

○ (미흡) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 유해·위험 사항을 인식하지 못한 경우

6) 긴급조치

○ (우수) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 긴급사항을 인식하고 조치계획 및 시행을 위한 대응방안이 있는 경우

○ (보통) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 긴급사항을 인식하고 조치계획이 있는 경우

○ (미흡) 해당 수급업무 수행 중 예상되는 긴급사항을 인식하지 못한 경우

7) 중대재해 발생에 따른 행정처분 등

○ (우수) 최근 3년 내 중대재해에 따른 행정처분이 없었음

○ (보통) 최근 3년 내 중대재해로 인한 행정처분으로 업무정지 30일 이상 6개월 미만이나 이에 해당하는 과징금을 부과한 사례가 있는 경우

○ (미흡) 최근 3년 내 중대재해로 인한 행정처분으로 업무정지 6개월 이상이나 이에 해당하는 과징금을 부과한 사례가 있는 경우

(17) 중대산업·시민재해 관련 안전점검 시행

① 사업기간에 따른 점검회수

사업기간	모든 작업	1월 이상~3월 미만	3월 이상
점검횟수	착수 시	1회	분기 1회 이상

② 점검절차 : 안전관리계획 평가 시 안전점검 시행 계획을 통보하고 점검주기에 따라 현장점검 및 안전관리계획 이행실태 점검 시행

* (점검자) 사업시행부서장이 지정한 자

③ 점검내용 : 안전보건수준평가, 안전관리능력평가, 안전관리계획항목의 이행준수와 현장 안전관리 상태

* 점검체크리스트

- 작업자 합동 안전보건 점검(분기)

구분	점검 항목	점검결과		
		양호	보통	불량
안전보건관리체계	○ 중대재해예방을 위한 이행계획의 준수 ○ 이행계획 추진을 위한 역할분담의 이행			
실행수준	○ 작업장 상황을 고려한 수시 위험성 평가 시행 여부 ○ 안전보건교육 계획에 따른 교육 시행여부 ○ 유해·위험작업 안전작업허가 이행여부			
운영관리	○ 비상연락체계 확보 및 ○ 유해·위험물질 및 취급 기계·기구·설비의 안전성 확인 ○ 비상 시 대피 대책 및 피해 최소화를 위한 대책 강구			
안전인력 및 안전예산	○ 투입 계획에 따른 안전인력 배치 및 관리 현황 ○ 산업안전관리비 확보 및 사용 현황			
안전관리규정	○ 안전관리를 위한 규정/지침/매뉴얼의 준수 여부 ○ 안전관리 지시사항의 인식 및 교육/전파, 준수 여부			
재해대응체계	○ 재해신고 및 보고 절차의 인식 현황 ○ 중대산업재해 또는 중대시민재해 발생 시 조치 및 대응 계획 수립			
교육 및 훈련	○ 교육 및 훈련 프로그램에 따른 시행 여부 ○ 안전교육 실적			
안전점검	○ 안전보건관계법령에 따른 안전점검 시행 여부			
유해·위험확인	○ 공중이용시설의 유해·위험요인의 확인 및 관리 여부			
기타				

- 작업장 안전점검(착수시, 주1회)

구분	점검항목	점검결과		
		양호	보통	불량
작업계획서	○ 작업별 유해·위험 요인을 파악하여 안전한 작업계획을 수립하였는가? ○ 관리감독자는 작업별 사고사례 교육을 직원들에게 시행하였는가? ○ 당해 작업에 대한 위험성평가를 시행하고 위험을 방지하기 위하여 적절히 조치하였으며 작업계획에 반영이 되어있는가? ○ 작업을 수행하는 작업자에게 각 작업의 유해·위험요인 및 안전대책을 주지시켰는가?			
운행안전협의	○ 작업계획 수립 후 운행안전협의서를 작업에 맞게 작성하고 인접역과 운행안전협의를 적정하게 시행하였는가?			
보호구	○ 유해·위험 작업별 필요한 보호구를 파악하고, 작업자에게 지급·착용 하도록 하였는가?			
위험성평가	○ 넘어짐, 맞음, 끼임, 부딪힘, 추락등 다발재해 위험요인을 파악하고 안전대책을 수립하고 준수하고 있는가? ○ 열차접촉, 장비접촉 등으로 인한 산업재해 사례를 반영하였는가?			
열차감시	○ 관리감독자는 열차감시자를 적정한 개소에 배치하고 열차감시자는 열차감시휴대품을 소지하였는가? ○ 열차감시자는 열차감시업무에만 집중하고 있는가? ○ 열차감시자는 무선방호요령, 열차접근통보요령을 숙지하고 있는가?			
열차대피	○ 열차대피 시 운행선 외방(현장에 맞는)안전한 곳으로 대피하도록 작업전 교육을 받았으며 열차대피를 하고 있는가?			
열차접근경보앱	○ 작업책임자, 운행안전협의자, 열차감시자가 소지하고 있으며 정상적으로 작동이 되는가?			
무전기	○ 작업책임자, 철도운행안전관리자, 열차감시원 및 작업자간 소통방법 여부, 무전기가 비치되어 있는가? ○ 무전기 운용직원은 무선방호 요령을 숙지하고 있는가?			
단락용동선	○ 열차운행선로 지장작업 업무세칙 제19조에 따른 단락용동선 설치를 준수하고 있는가?			
작업자보호	○ 터널작업 혹은 야간작업시 발광띠(체)착용을 하였는가?			
건설장비 안전대책	○ 건설장비 작업시 안전대책을 준수하고 있는가? ○ 건설장비 안전장치 설비가 설치되어 있으며 정상작동하고 있는가? ○ 장비작업시 장비유도원을 배치하여 작업자안전을 보호하고 있는가?			
기타				

(18) 『중대재해 처벌 등에 관한 법률』 관련 지시사항 이행 철저

(19) 사외자 휴대무전기 운영관리 개선(안)(전기기술단 통신처-3213호 2021.11.25.)에 따라 용역의 안전관리를 위한 휴대무전기 임대(구입) 실시 및 관리 철저

① 사외자가 임대(또는 구입) 방식으로 직접 휴대무전기 확보

1. 사외자 직접 확보 후 철도공사에서 사용 승인 처리 및 사용자 교육

2. 승인기간 만료 시 통신보안을 위하여 철도전용 주파수 및 고유정보 삭제

② 산업안전보건관리비 적용 예외에 따라 원가계산서의 경비에 반영하여 집행

1. 사용기간에 따라 산정한 임대비와 구입비를 비교하여 예산 지출이 적은 비용 적용

다. 안전관리

(1) 현장대리인은 작업장의 총책임자로서 작업상의 안전을 위하여 기계기구, 장비, 인원을 점검한 후 안전하다고 판단할 때에 착수하고 공사용자재, 기계기구, 장비등은 열차안전운행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

(2) 본 공사는 열차운행선상에 근접하여 시행하므로 현장대리인은 작업착수 전 작업자 안전수칙 및 작업별 안전수칙을 공사 전 안전교육을 실시한 후 작업에 임하되 확성기 또는 호각을 지참하고 안전모, 안전화, 안전조끼등 안전보호구를 착용한 열차감시원을 필히 배치하여 작업원의 안전을 도모함과 동시에 열차안전운행 확보에 만전을 기하여야 한다.

(3) 공사 시 작업 시·종점부 200m, 500m 지점에 공사 중 알림판을 견고히 설치하여야 한다.

(4) 본 공사 시행 중 안전조치 불이행과 작업원의 부주의로 인한 사고가 발생하여 사상자가 있거나 발주처, 수급인 및 제3자의 재산상손실이 있을 때에는 수급인의 부담으로 이를 변상 또는 원상 복구하여야 하며, 민·형사상의 책임도 수급인이 진다.

(5) 본 공사 시행 중 여객 및 작업자의 선로 무단진입 예방을 위해 감독관의 지시에 따라 선로측에 위험표지판 및 안전로프 등을 설치하여 여객 및 작업자가 선로 무단진입(접근)을 막을 수 있는 적절한 안전설비를 설치하여야 한다.

(6) 본 공사 시행 중 야간작업 시 현장대리인 및 안전관리자를 포함한 모든 작업자는 발광형 조끼를 착용하여야 하며 작업 전 발광형조끼의 상태 및 이상유무 점검확인 후 야간작업에 임하여 작업원 안전확보에 만전을 기하여야 한다.

(7) 본 공사 시행 중 이동식 비계를 사용하는 선로작업 시 궤도 점유를 통해 열차운행을 차단하도록 철재 차륜을 사용하여야 한다.

* 이동식 비계 사용기준 : 발바퀴의 제동장치는 구름방지장치(잠금장치) 설치 등 한국산업안전보건공단의 이동식 비계 구조 기준 및 사용 지침을 준수하여야 한다

(8) 열차운행 작업개소에는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제407조(열차운행감시인의 배치 등) 및 열차운행선로지장작업 업무세칙 제13조(열차감시원 배치) 에 따라 열차감시원을 다음과 같이 배치하여야 하며, 철도운행안전관리자는 배치의 적정유무를 점검하여야 한다.

① 수급인은 발주청의 안전보건처에서 시행하는 이론·실기교육 4h이상 이수 후 교육필증을 교부 받은 작업원을 열차감시원으로 지정, 배치하여야 하며 열차감시 업무 시 교육필증을 항상 패용하여야 한다. 또한, 교육필증 교부 후 동일 사업에서 4개월 이상 열차감시원으로 근무 시 정기 보수교육(2h, 발주부서 주관)과 발주청 점검자(안전지도사 등)가 열차감시원의 근무태도가 불성실한 것으로 확인 시 수시 보수교육(2h, 안전부서 주관)을 받아야 한다.

② 열차감시가 불량한 급곡선부 등의 장소에서는 열차감시원을 열차감시가 가능한 장소부터 작업구간까지 순차적으로 2인 이상 배치시켜야 하며 단선구간(복선구간에서 일시 단선운전을 시행하는 구간을 포함한다)에서는 열차감시원을 작업구간 전·후방에 각각 배치시켜야 한다.

③ 작업책임자는 철도차량접근에 따른 경보체계를 정한 후 열차감시원과 작업원을 대상으로 작업 전 교육을 시행하여야 하며, 작업원은 경보 발생 시 사전에 지정된 대피장소로 신속히 대피하여야 한다.

④ 열차감시원은 철도차량이 접근할 때 작업원에게 신속히 경보하고, 통과하는 철도차량에 대해서는 다음 각 호의 전호를 현시한다

1. 철도차량 통과에 이상이 없을 때 : 주간에는 백색기, 야간에는 백색등 현시
2. 철도차량 통과에 이상이 있을 때 : 주간에는 적색기, 야간에는 적색등 또는 비상전호 현시

⑤ 열차감시원은 열차감시 중에는 다른 업무에 종사할 수 없으며 다음 각 호와 같은 보호구와 휴대품을 휴대한다.

1. 안전보호구(안전조끼, 안전모 등) 착용
2. 인접 정거장과 무선통화가 가능한 무선전화기, 열차접근경보앱 단말기
3. 작업시간대 작업구간 운행예정인 열차의 운전시각표
4. 확성기·경보기 등 작업원 대피를 위한 경보설비
5. 적색기· 백색기(주간), 적색등·백색등(야간)

(9) 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우 작업 반경을 반드시 확인 후 전차선 지장을 줄 우려가 있다고 판단 될 때는 감독자에게 승인을 받은 후 시행하여야 한다.

(10) 차량계 건설기계를 사용하는 작업할 때에 유도하는 사람을 배치하고 지반의 부동침하 방지, 갓길의 붕괴 방지 및 도로 폭의 유지 등 필요한 조치를 하여야 한다.

(11) 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우에는 운전 중인 해당 차량계 건설기계에 접촉되어 근로자가 부딪칠 위험이 있는 장소에 근로자를 출입시켜서는 아니 된다. 다만, 유도자를 배치하고 해당 차량계 건설기계를 유도하는 경우에는 그러하지 아니하다.

(12) 차량계 건설기계의 운전자는 제1항 단서의 유도자가 유도하는 대로 따라야 한다.

(13) 사업주는 차량계 건설기계를 이송하기 위하여 자주 또는 견인에 의하여 화물자동차 등에 싣거나 내리는 작업을 할 때에 발판·성토 등을 사용하는 경우에는 해당 차량계 건설기계의 전도 또는 전락에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음 사항을 준수하여야 한다.

① 싣거나 내리는 작업은 평탄하고 견고한 장소에서 할 것

② 발판을 사용하는 경우에는 충분한 길이·폭 및 강도를 가진 것을 사용하고 적당한 경사를 유지하기 위하여 견고하게 설치할 것

③ 마대·가설대 등을 사용하는 경우에는 충분한 폭 및 강도와 적당한 경사를 확보할 것

(14) 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우 승차석이 아닌 위치에 근로자를 탑승시켜서는 아니 된다.

(15) 사업주는 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우 그 차량계 건설기계가 넘어지거나 붕괴될 위험 또는 붐·암 등 작업장치가 파괴될 위험을 방지하기 위하여 그 기계의 구조 및 사용상 안전도 및 최대사용하중을 준수하여야 한다.

(16) 차량계 건설기계의 붐·암 등을 올리고 그 밑에서 수리·점검 작업 등을 하는 경우 붐·암 등이 갑자기 내려옴으로써 발생하는 위험을 방지하기 위하여 해당 작업에 종사하는 근로자에게 안전지주 또는 안전블록 등을 사용하도록 하여야 한다.

(17) 공사용 재료는 변형·부식 또는 심하게 손상된 것을 사용해서는 아니 된다.

(18) 콘크리트(모르타르) 타설 및 충전작업 시 거푸집 붕괴의 위험이 발생할 우려가 있으면 충분한 보강조치를 할 것

(19) 설계도서상의 콘크리트 양생기간을 준수하여 거푸집, 동바리 등을 해체할 것

(20) 콘크리트(모르타르)를 타설하는 경우에는 편심이 발생하지 않도록 골고루 분산하여 타설할 것

(21) 중량물을 운반하거나 취급하는 경우에 하역운반기계·운반용구를 사용하여야 한다. 다만, 작업의 성질상 하역운반기계 등을 사용하기 곤란한 경우에는 그러하지 아니하다.

(22) 경사면에서 중량물 취급 시 구름멈춤대, 쐐기 등을 이용하여 중량물의 동요나 이동을 조절할 것

(23) 경사면에서 중량물이 구르는 방향인 경사면 아래로는 근로자의 출입을 제한할 것

(24) 자재운반시 열차감시원 배치 및 통제 철저 및 노반 아래 적치할 것

(25) 수급인은 철도운행안전관리자, 열차감시원 등에게 열차접근경보 앱이 설치된 모바일 단말기를 지급하여야 하며, 지급절차는 발주처의 관련 매뉴얼을 따른다.

(26) 열차접근경보 앱에서 제공되는 열차운행 정보가 실제 운행상황과 다를 수 있음을 유의하여 절대 열차접근경보 앱에 의존하여 작업을 시행하여서는 아니되며, 이를 열차감시 보조수단으로 활용하여야 한다.

라. 철도 안전사고 재발방지 종합대책

(1) 외측레일 2m이내 구간의 경우 차단작업을 원칙으로 발주처에서 시행한 작업방법 검토회의 결과에 따라 작업을 시행하여야 한다.

(2) 감독자 및 현장대리인은 공사현장 신규작업자 채용 및 작업 시작 전 안전교육 시행실적을 매일 SNS로 발주청으로 보고하여야 한다.

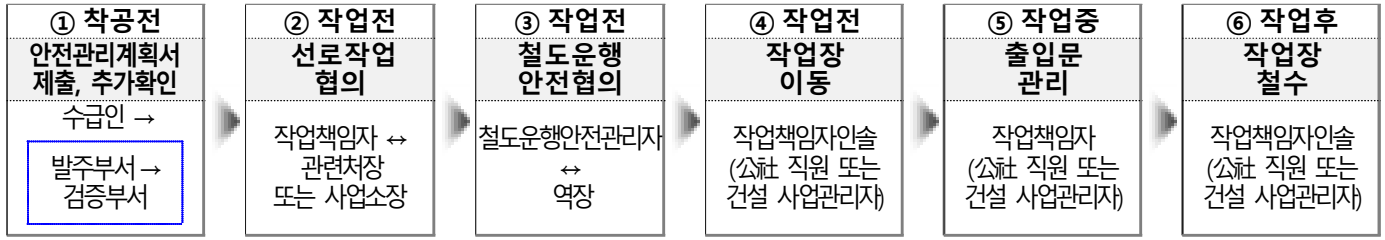
(3) 공사현장의 작업장 단위로 시공사 책임자 및 철도운행안전관리자가 상주하여야 하며, 감독자 승인없이 작업장을 이탈할 경우 발주청에서는 당일 작업 중지 등 제재 조치 시행

(4) 공사 관련 안전교육은 다음과 같이 단계별로 시행한다.

교육명	시행시기	시행주체	교육대상
착수전 최초교육	공사계약 후	발주자	감독자, 외주업체
착수전 전파교육	공사시행 전	시공사	참여기술자, 작업자(신규작업자)
일일안전교육	당일작업 전	시공사	참여기술자, 작업자
정기·특별교육	월1회 또는 수시	시공사	참여기술자, 작업자

(5) 열차감시원의 경우 전문성 확보를 위하여 배치전 안전교육(이론2시간, 현장 2시간 이상)을 시행한다.

(6) 작업장 이동 및 출입문 관리절차는 다음과 같이 시행하며, 안전작업계획서에 작업장 이동방법 및 출입문 위치 등을 명시한다.



마. 열차접근경보앱 사용

- 수급인은 작업책임자, 철도운행안전관리자, 열차감시원에게 열차접근경보 앱이 설치된 모바일 단말기를 지급하여야 하며, 지급절차는 발주처의 관련 매뉴얼을 따른다. 또한, 열차접근경보 앱에서 제공되는 열차운행 정보가 실제 운행상황과 다를 수 있음을 유의하여 절대 열차접근경보 앱에 의존하여 작업을 시행하여서는 아니되며, 이를 열차감시 보조수단으로 활용하여야 한다.〔토목시설처-368(2021.02.01.)〕
- 지급수량은 작업책임자 1대, 철도운행안전관리자 1대, 열차감시원 각 1대를 지급한다.

바. 작업중지 및 중대재해 발생 시 조치사항(산업안전보건법 제51조, 54조 관련)

- 사업주는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있을 때 및 중대재해가 발생하였을 때에는 즉시 작업을 중지시키고 근로자를 작업장소에서 대피시키는 등 안전 및 보건에 관하여 필요한 조치 시행

[산업안전보건법]
제2조(정의) 2. "중대재해"란 산업재해 중 사망 등 재해 정도가 심하거나 다수의 재해자가 발생한 경우로서 고용노동부령으로 정하는 재해를 말한다.

[산업안전보건법 시행규칙]
제3조(중대재해의 범위) 법 제2조제2호에서 "고용노동부령으로 정하는 재해"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 재해를 말한다.
1. 사망자가 1명 이상 발생한 재해
2. 3개월 이상의 요양이 필요한 부상자가 동시에 2명 이상 발생한 재해
3. 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10명 이상 발생한 재해

3. 공사시방서

가. 강구조

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) KCS 14 31 05는 주요부재를 강재로 사용하는 강구조물 공사에 적용한다.

2) KCS 14 31 05에 기술하지 않은 사항은 당해 공사 관련 시방서에 따른다.

3) 특별한 조사, 연구 등에 따라 이 시방서의 전부 또는 일부를 적용하지 않는 경우에는 공사감독자의 승인을 받는다.

2. 강구조공사 일반

1) 강구조물의 시공은 KCS 14 31 05의 규정을 따른다. 다만, 개개 구조물의 시공은 특별한 검토를 하여 그 구조물의 시공에 적절한 것으로 인정되는 사항은 이 시공기준을 따르지 않을 수 있다.

2) 공사가 종료된 후에는 원칙적으로 공사기록 등에 의해 시공이 적절히 실시되었다는 관련 서류를 보관하여야 한다.

3. 품질관리에 따른 구조물의 분류

1) 이 기준에서는 효율적인 품질관리를 하기 위하여 구조물을 다음 표 1.5-1과 같이 분류한다.

표 1.5-1 구조물의 중요도에 따른 품질관리 구분

품질관리구분	가	나	다	라
구조물	중요도(3) 건축물[1)]	중요도(3) 건축물	중요도(특), (1) 및 (2) 건축물	
		토목가설구조물[2)]	토목가설구조물 임시교량	교량

주 1) 이 표의 중요도는 국토교통부 고시 건축구조기준 0103 건축물의 중요도 분류에 의한 것으로, 품질관리 구분 '가'에 속하는 중요도(3) 건축물은 붕괴 시 인명피해가 없을 것으로 예상되는 일시적인 건축물에 한한다.

2) 주로 정적하중을 받는 경우이다.

4. 공법의 선정 및 제출자료

1) 공법의 선정

① 설계도서에 기재되어 있는 시공의 수단 방법에 관해서는 이 시방서에 따른다. 다만 설계품질의 제품을 제작함에 있어서 이 시방서가 현장의 제 조건에 적합하지 않거나 또는 이것을 대신할 만한 보다 좋은 방법이 있는 경우에는 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자의 책임 하에 입안한 후 공사감독자와 협의하여 가장 좋은 방법을 선정한다.

② 설계도서에 기재되어 있지 않은 시공의 수단과 방법에 관해서는 설계자와 공사감독자와 협의하여 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자의 책임 하에 결정한다.

2) 제출자료

① 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 공사 및 제작 착수 전에 시공계획서 및 시공상세도(shop drawing), 공장제작요령서, 현장시공요령서, 공정표 등을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 받는다.

② 공사감독자의 승인을 받는 시공계획서 등에는 아래 항목 중 계약에 따라 필요한 항목에 관하여 명기해야 한다.

- 시공계획서
  - 일반사항, 공사개요, 공사담당 및 조직, 가설계획, 인원계획, 강재구입 및 조달계획, 설치계획, 접합계획, 품질관리 및 검사계획, 공장 및 현장도장계획, 수송계획, 공정표 및 공정관리계획, 타공사와의 관련사항, 안전관리 계획
- 공장제작요령서
  - 일반사항, 공사개요, 공장조직, 재료관리요령, 제작 및 용접작업요령, 품질관리 및 검사요령, 기타
- 현장시공요령서
  - 일반사항, 공사개요, 현장조직, 설치작업요령, 고장력볼트 접합작업 요령, 용접 접합작업 요령, 안전관리요령

③ 품질관리 구분 '가', '나', '다'의 경우에는 다음 사항에 따른다.

- KS 규격품의 경우 강재의 종류, 형상 및 치수는 규격 증명서의 원본으로 확인한다. 강재 규격 증명서의 원본을 준비할 수없는 경우에는 그 사본에 의해 확인한다. 그 사본은 해당 강재와 일치한다고 보증하는 자의 성명, 날인 및 날짜가 첨부되어 있는 것이어야 한다. 이 기준에 규정되어 있지 않은 KS 규격품이나 또는 KS 규격품이라 하더라도 공급원이 처음으로 생산, 공급하는 경우에는 해당 구조물의 용도에 따라 용접성 등의 요구성능에 대하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

④ 품질관리 구분 '라'에 해당하는 경우 다음 사항에 따른다.

- 시공자 및 제작자는 강재 구입 시 강재 제조공정, 시험 및 검사계획, 운송계획 등 강재 생산과 품질에 관련된 자료를 제출해야 한다.
- 시공자는 강재 및 부속품 구입품의 품질확인 및 검증을 위하여 KS D 0001, KS D 0028, KS D 0401, KS Q 1001 그 외 각 해당규격에서 규정한 사항 등에 의하여 작성된 각 재료의 밀시트, 재료시험보고서, 제품 검사보고서 및 제품 검사성적서 등을 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 이 기준에 규정되어 있지 않은 KS 규격품이나 KS 규격품이라 하더라도 공급원이 처음으로 생산, 공급하는 경우에는 해당 구조물의 용도에 따라 용접성능과 피로성능 등 요구성능을 확인할 수 있는 자료를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 재료별 제출자료는 다음 표 1.6-1에 따른다. 또한, 상기 ②에 따라서 요구성능 확인자료가 추가될 수 있다.

표 1.6-1 재료별 제출자료

재료구분	제출 자료
강재	재료의 밀시트 및 입고명세서
교량받침 및 부속품	재료시험보고서, 제품검사보고서, 재료의 밀시트
볼트	재료의 밀시트(일반볼트 제외), 볼트의 제품 검사 성적서
스터드 전단 연결재	재료의 밀시트
선재 및 선재 2차 제품	재료의 밀시트, 기타 재료시험보고서

5. 품질보증 및 관리

1) 품질보증

① 품질보증의 원칙

- 강구조물은 건설기술진흥법 제58조 1항 및 시행령 제96조의 규정에 따라 인증된 해당 제작능력 등급에 적합한 강구조물 제작공장에서 제작한 것으로서 품질이 보증된 것을 사용해야 한다.
- 강구조의 품질보증을 위해서 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 구조기술사 및 공사감독자와 상호 협력하여 각각 분담된 역할을 수행해야 한다.

- 시공자, 협력업자 등 공사수행에 관계하는 자는 설계자가 설계도서에서 요구하는 설계품질에 맞도록 시공품질을 보증해야 한다.
- 시공에 대한 품질보증은 시공단계의 각 공정마다 품질관리 계획서에 의하여 시행해야 한다.
- 강구조물 제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시해야 한다.

② 시공품질의 보증

시공품질을 보증하기 위해서는 아래 4단계의 필요한 내용이 이행되어야 한다.

- 설계품질의 파악
- 설계품질을 달성하기 위한 계획의 작성
- 계획대로 계속 실행되고 있다는 증명
- 시공품질이 설계품질을 확보하고 있다는 증명

2) 재료의 품질관리

① 강재는 KS 인증 공장에서 제조되어야 한다.

② 재료의 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인받아야 한다.

③ 구조물 구분 '가', '나', '다'의 경우에는 다음 사항에 따른다.

- 이 기준의 1.2 관련 한국산업표준의 관련 한국산업표준에 명시된 KS 규격품, 고장력볼트, 볼트, 스터드 및 턴버클의 KS 규격품에서 규격증명서가 첨부되어 있는 규격품은 재료시험을 하지 않아도 무방하다.
- 위 ①의 규격증명서가 첨부되어 있는 규격품이더라도 특별히 재료시험을 해야 하는 경우의 시험방법은 해당 KS의 시험방법에 따른다. 다만 이미 시행한 시험결과만으로도 공사감독자가 충분하다고 인정한 경우 이 시험을 생략할 수 있다.

④ 구조물 구분 '라'의 경우에는 1.6 공법의 선정 및 제출자료의 1.6.2(4)에 규정한 바에 따라 품질관리를 실시하도록 한다. 또한, 주요 부품의 제조와 시험에 공사감독자가 입회할 수 있다.

3) 시공자의 품질관리

① 시공자는 품질관리를 하기 위한 유효한 관리체제를 갖추고, 품질관리계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

② 시공자는 시공계획서 등에 따라 공장제작 및 공사 현장시공의 품질관리를 해야 한다.
③ 품질관리의 실시상황은 필요에 따라 그 타당성을 공사감독자에게 입증할 수 있는 것으로 하고 입증에 필요한 기록을 남겨야 한다.

4) 강구조제작자의 품질관리
① 품질관리 조직
- 제작공장은 아래의 품질관리 기능을 갖는 품질관리 조직을 갖추어야 한다. 또한, 이 조직은 품질관리 조직도 등으로 명시해야 한다.

- 품질관리 방침을 나타내는 기능
- 설계품질을 확인하고 제작의 목표품질을 설정하는 기능
- 설계품질 실현을 위하여 계획하는 기능
- 계획에 따라서 품질을 검사하여 만들어 내는 기능
- 시공품질을 확인, 평가하는 기능
- 품질평가 정보에 따라 생산능력을 향상시키는 기능
- 표준화를 도모하는 기능
- 불일치를 예방하는 기능
- 불일치의 재발을 방지하는 기능
- 품질증명에 필요한 기록을 남기는 기능

② 품질관리 실시내용
- 설계품질의 확인
  강구조제작자는 시공에 들어가기 전에 설계도서와 계약도서 등의 공사관련 서류로부터 설계품질을 정확하게 파악해야 한다. 설계품질을 이해할 수 없는 경우에는 질의서를 제출하여 공사감독자와 협의해야 한다.
- 품질관리 실시계획
  강구조제작자는 가공착수 전에 설계품질을 실현하기 위한 구체적인 품질관리 실시방법, 관리항목, 관리값, 기준에 벗어난 경우의 검사 및 처리 등을 계획해야 한다. 공사시방서가 있으면 계획내용을 기재한 품질관리계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

- 시공품질의 보증 및 평가
  강구조제작자는 강재 제작 중에 실시계획에 따라 품질관리를 하고, 각 공정의 작업결과의 이상 유무를 확인해야 한다. 이상이 확인된 경우에는 신속히 수정함과 동시에 이상 발생의 실제 원인을 규명하여 재발방지책을 강구해야 한다. 중대한 불량부분의 처리에 관해서는 공사감독자와 협의해야 한다. 또한 완성된 제품은 제작자가 검사를 하여 품질평가를 해야 한다.
- 기록 및 보고
  강구조제작자는 제작자 검사의 결과를 기록하고, 필요에 따라 보고서로 정리하여 공사감독자에게 제출해야 한다.

5) 현장시공

① 공사현장시공의 품질관리는 이 기준 1.7.4에 따른다.

6. 운송 및 보관

1) 강재의 운송, 보관 및 취급 시에는 강재의 휨, 긁힘 및 과다 적재하중은 피해야 한다. 휘거나 손상을 입을 수 있는 돌출부분은 적절한 보호조치를 취해야 한다.
2) 강재는 오염과 손상을 입지 않도록 상차, 운송, 하차한다. 받침목 또는 기타 지지물 위에 보관하고, 덮개 등으로 조치하여 부식되지 않도록 보관한다. 또한 보관 중 비틀림이 생기지 않도록 지지대의 간격을 좁게 하고, 레벨의 편차가 없도록 한다.
3) 강재는 현장에 반입시 녹막이 페인트 처리된 강재를 반입하여야 하며, 또한 심한 녹, 표면손상 등의 유해한 표면 결함이나, 휨, 비틀림 등의 변형이 없어야 한다. 녹막이 페인트에 하자가 생겨 녹이 발생되었거나, 녹막이 페인트가 되어 있지 않은 채 반입되어 현장에 장기간 야적되어 녹이 발생한 경우에는 부재 설치 전에 녹을 제거하고, 보수한 후 공사감독자의 승인을 받는다.
4) 볼트 및 연결재는 KS B ISO 3269에 의하여 인수검사가 완료된 것을 상자로 포장하여 운반하도록 하며 실내 보관관리를 원칙으로 한다. 다만 제품의 표시와 포장의 표시방법은 사용강재의 해당 산업표준에 따른다.
5) 보관은 재료의 식별이 용이하도록 조치한다.

(2) 자재

1) 사용 재료 요건

① 이 기준에서 강구조에 사용되는 재료, 즉 강재는 구조용 강판, 강관, 형강, 선재, 봉강, 볼트 및 연결재, 정착재, 주조품 등과 이들의 부속재료를 포함한다.

② 강구조에 사용되는 재료는 이 기준에서 규정하고 있는 한국산업표준(이하 KS라 칭함.)에 적합한 강재를 사용하는 것을 기본으로 한다.

③ 상기 (2) 이외의 경우에는 해당 강구조물 관련 기준 및 시방서에서 정한 바에 따른다.

(3) 시공

1) 안전시설

① 시공자는 현장조립 및 설치 시, 고소작업과 현장상황에 적합한 안전시설을 설치해야 한다.

② 안전시설용 장비는 장비의 성능시험에 합격한 장비를 사용해야 한다.

③ 공사에 대한 안전관리는 산업안전보건법 관리규정에 적합해야 한다.

2) 환경시설

① 시공자는 공사 시 소음, 진동, 먼지 등 환경에 영향을 주는 사항은 관련 기준을 준수해야 하며, 필요시 보완시설을 설치해야 한다.

② 시공으로 인하여 자연환경파괴나 피해가 발생 시에는 관련 환경법규에 따라 조치해야 한다.

나. 강구조 제작

(1) 일반사항

1. 적용 범위

1) 이 기준은 강구조물 제작에 필요한 가공, 용접, 가조립 공사 및 운송에 적용한다.

2) 가공은 현도, 마킹, 절단 및 개선가공, 구멍뚫기, 굽힘가공, 지압면, 마찰면 및 도장면, 표면가공, 부재조립 및 부재조립검사를 포함한다.

3) 가조립 및 운송은 공장 제작을 위한 조립 가용접 및 공장내 가조립 방법과 검사기준 그리고 공장 제작품의 운송에 관한 내용을 포함한다.

2. 강종의 식별방법 및 보관・관리

1) 강종 식별방법의 강구

동일 구조물에 여러 종류의 강재를 사용하는 경우는 혼동을 피하기 위하여 색칠 등에 의하여 강종을 식별하는 방법을 강구해야 한다.

① 식별색의 종류

식별색의 종류는 KS A 0011에 의하고 기준색은 KS A 0062에 따른다.

② 전처리 도장에 의한 강재 식별

전처리 도장에 의한 강재 식별은 표 1.2-1에 준하며, 전처리 시 강재 표면 전체에 지정 색상을 도포한다. 내후성강의 경우 전처리 도장에 의한 강재 식별이 불필요하지만, 제작사에서 자율적인 방법으로 강재를 식별할 수 있다.

2) 보관・관리

제작품이나 부재를 현장보관을 위해 야적할 경우 뒤틀림 등의 변형이 발생하지 않도록 받침목이나 또는 지지목을 설치하여 보관해야 하며 파손, 분실 등이 생기지 않도록 대책을 강구해야 한다. 보관 시에는 포갬 저장을 하지 말아야 하며 조립이 편리하도록 저장(야적) 관리해야 한다.

표 1.2-1 전처리 도장에 의한 강재 식별

강재 종류	식별색		색칠 방법
	색의 종류	기준색	
SS275	백 색	N 9.5	전처리 시 강재 표면 전체에 지정 색상 도포
SM275	청색	3.4G 6.3/7.3	
SM355	회색	N7.0	
SM420	녹색	5G 5.5/6	
SM460	적색	5R 4/13	
HSB380	등황색	2.5YR 6/13	
HSA650	연한청색	1.6YR 8.9/2.5	
SMA275, SMA355, SMA460, HSB380W HSB460, HSB460W, HSB690, HSB690W	-	기준색 없음.	필요에 따라 공장에서 색상 선정

3. 운송

1) 수급인은 제작품이 안전하게 운송될 수 있도록 제작품의 규모, 중량 및 형상과 강구조물 가설지점까지 도로의 지형적 특성을 고려하여 운송방법을 계획해야 한다. 운송방법은 도로 및 철도운송과 해상운송으로 분류하되 가장 안전하고 경제적인 방법을 선택해야 한다.

2) 도로 운송 시 국토교통부에서 정한 운행제한 차량 등 법령에 의한 차량제한 규정을 검토하여 운송방법을 결정해야 한다.

3) 철도운송 시 소요 시간, 열차의 적재 능력, 차량 및 건축한계, 출발 및 도착역에서의 하역 조건 등을 검토하여 운송 방법을 결정해야 한다.

4) 해상운송 시 소요 시간, 운송 바지의 적재 능력, 해상 운반 안전성, 출발 및 도착 항구에서의 하역 조건 등을 검토하여 운송 방법을 결정해야 한다.

5) 제품의 현장운송은 공사감독자 및 검사원의 최종검사가 끝난 제품으로 현장 설치순서에 따라 운송해야 한다. 운송 중에 변형을 방지할 수 있도록 적절한 조치를 취하여 공사감독자의 승인을 받은 후 운송해야 한다.

6) 제품은 운송 중 뒤틀림, 파손, 분실 등이 생기지 않도록 대책을 강구해야 한다.

7) 제품운송 절차 및 방법에 대해서는 현장 관계자와 충분히 협의하여 결정해야 한다.

8) 제작품의 현장반입 시 현장 내에서는 가급적 2차 운송이 발생하지 않도록 조립장까지 운송하되, 부득이 2차 운송이 필요할 경우에는 안전하게 운송되도록 이에 대한 계획을 수립해야 한다.

9) 제품은 현장설치 작업순서에 따라 포장 목록표를 작성하여 발송해야 한다.

10) 상·하차 및 운송

① 연결판, 이음판, 수평브레이싱, 앵커볼트, 받침와셔 및 기타 소부재 및 부속품은 같은 것끼리 한데 모아 볼트로 조이거나 철선으로 묶어 운송이나 상·하차 시에 편리하도록 해야 한다.

② 현장에서 조립되는 강구조물은 조립부호를 눈에 잘 띄는 곳에 도료로 표시해야 한다. 도료로서 표시해서는 안 되는 부재에 대해서는 테이프, 실(seal) 및 기타 적당한 방법으로 표시를 해야 한다. 조립부호, 중심(重心) 및 도심의 위치를 표시하는 도료는 그 위에 도장하는 도료에 유해한 것이어서는 안 된다.

③ 연결부재는 본체에 볼트로 조여 이탈을 방지해야 한다.

④ 가설현장에서 제품 하차 시 변형방지와 안전작업을 위하여 한 개의 중량이 50 kN 이상의 부재는 중량 및 중심위치를 눈에 잘 띄는 곳에 도표로 표시해야 한다. 다만 특수모양의 부재는 20 kN 이상인 경우로 제한한다. 한편 중량물의 경우 리프팅러그를 무게중심 또는 취급하기 편리한 위치에 견고하게 부착하여야 하며, 작업반경, 양중장비 동선을 고려한 상·하차 계획을 수립하여야 한다.

다. 강구조 용접

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 이 기준은 건축 및 공작물의 강구조와 강교를 제작하고 설치하는 데 필요한 용접공사에 적용한다.

2) 용접은 다음과 같이 구조물의 품질관리 구분에 따라서 KS B ISO 3834의 해당 요구사항에 부합하도록 수행한다.

① 품질관리 구분 가: KS B ISO 3834-4 기초 품질 요구사항

② 품질관리 구분 나: KS B ISO 3834-3 표준 품질 요구사항

③ 품질관리 구분 다: KS B ISO 3834-2 포괄적 품질 요구사항

④ 품질관리 구분 라: KS B ISO 3834-2 포괄적 품질 요구사항

2. 제출자료

1) 제출자료에 관한 일반사항

① 제작자는 구조물의 품질관리 구분에 따라 요구되는 자료를 표 1.2-1에 의거하여 작성, 제출한다.

② 용접시공설명서 및 검정기록서 작성에 필요한 용접기호 및 용접용어는 KS B 0052 및 KS B 0106에 준한다.

표 1.2-1 구조물의 품질관리 구분에 따른 제출 자료 요건

품질관리 구분 / 자료	가	나	다	라
용접작업계획서	해당 없음.	제출	제출	제출
용접기록 및 자료	해당 없음.	제출	제출	제출
용접시공시험 기록	해당 없음.	해당 없음.	제출	제출
제작확인서	해당 없음.	해당 없음.	제출	제출

2) 용접작업계획서

① 수급인은 용접시공에 앞서 용접작업계획서를 작성한다.

② 용접작업계획서에는 해당되는 경우에 따라 다음의 내용을 포함한다.

- 용접절차서 (용접봉, 예열, 층간온도, 후열처리요건 등 관련사항 포함)
- 용접 작업 중과 후의 제작물 뒤틀림 방지를 위한 대책
- 용접 시점과 종점 등에 대한 허용 또는 제약조건 등을 포함한 용접 순서
- 중간 용접검사에 대한 요건
- 용접 작업 중 부재의 뒤집기
- 층상박리현상 방지 대책
- 용접봉을 위한 특별 장비
- 용접 합격 요건
- 검사 및 시험계획
- 표면 처리 요건
- 기술 인력의 관련 자료

3) 용접기록 및 자료

① 제작이 완료되면 제작자는 용접재료, 용접시공 및 용접검사에 관한 기록을 제출해야 한다. 용접 검사기록은 KS B 0816, KS B 0845, KS B 0896, KS D 0213중 해당 검사를 실시한 시험기록서를 작성한다.

② 현장용접이 허용된 경우에는 현장용접기기에 대한 명세서와 용접기록서를 작성하여 제출해야 한다.

4) 제작확인서

① 제작자는 제작이 완료되면 이 절에서 규정한 제반 시험결과와 분석 자료 및 용접시공에 관한 실명으로 날인한 보고서의 사본을 제출한다.

② 제작완료보고서에는 위의 (1) 이외에 부재의 변형교정, 응력제거 방법 및 내용, 용접결함 보수사항 및 현장 품질관리기록서를 포함한다.

3. 용접법의 승인

1) 피복아크용접(SMAW), 가스메탈아크용접(GMAW), 플럭스코어드아크용접 (FCAW), 서브머지드아크용접(SAW), 일렉트로슬래그아크용접(ESW)의 경우 용접법의 인증은 구조물의 품질관리 구분과 모재에 따라 좌우되며, 인증을 얻는 방법은 표 1.3-1을 따른다. 시험 방법 및 절차는 공인된 기준(3.2 용접시공시험 참조)에 따른다.

표 1.3-1 구조물의 품질관리 구분에 따른 용접법의 인증

품질관리 구분 / 인증방법	가	나	다	라
용접절차시험	해당 없음.	허용	허용	허용
사전용접절차시험	해당 없음.	허용	허용	허용
표준용접절차	해당 없음.	허용[1)]	허용[1), 3)]	불가
용접시공 실적	해당 없음.	허용[2)]	불가	불가
검증된 용접봉 사용	해당 없음.	허용[2)]	불가	불가

주 1) 항복강도 355 MPa 이하 강재의 경우에만 적용
2) 항복강도 275 MPa 이하 강재의 경우에만 적용
3) 건축물에 SAW, ESW를 적용하는 경우는 제외

4. 주요시설 및 기기의 승인

1) 품질관리 구분 '다'와 '라'의 경우 용접에 필요한 주요시설 및 기기 등은 사전에 공사감독자에게 승인을 받아야 한다. 다만, 건설기술진흥법 제58조 1항의 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장인 경우에는 공사감독자의 사전승인을 생략할 수 있다.

5. 기술인력

1) 용접사의 자격

① 용접사는 KS의 해당요건에 따라 자격을 갖추었거나, 해당 작업에 2년 이상 경험이 있는 자로서 제작자 자체 검증시험으로 확인된 자이어야 한다. 단, 제작자 자체 검증시험은 (3)항에 준하는 수준이어야 한다.

② 강구조물 제작에 참여하는 각 용접사에 대한 신분증과 자격증 또는 자격을 입증할 수 있는 자료(제작자 자체 검증시험 합격증)의 사본을 제출해야 한다.
③ 용접사의 자격 검정시험 및 판정은 건축물의 경우 KS B 0885, AWS D1.1 4장 Part C, 교량의 경우 AWS D1.5 5장 Part B, 또는 구조물의 종류에 따라 세계적으로 인정받는 기준에 따른다.
④ 용접사의 자격은 다음의 경우를 제외하고 기간에 제한 없이 유효한 것으로 간주한다.
- 자격 검정을 받은 시험의 용접법을 6개월 이상 작업에 적용하지 않았을 경우
- 용접사의 기량에 대해 특별히 의문을 제기할 만한 이유가 있을 경우

⑤ 자격 검정을 받은 용접법을 6개월 이상 적용하지 않았을 경우의 재검정시험은 두께 10 mm 강판에 대해서 시행한다.
⑥ 용접사의 자격 검정시험 결과 또는 보고서는 공사감독자가 수시로 열람할 수 있도록 보관되어야 한다.

2) 용접업무 조정담당자
① 용접업무 조정담당자는 용접이나 용접 관련 업무에 관한 생산작업을 책임지며, 교육과 훈련 및 경험 등을 통하여 지식과 능력이 입증된 자이어야 한다.
② 품질관리 구분, 강종, 판의 두께에 따라 요구되는 용접업무 조정담당자의 기술관련 지식의 구분은 표 1.5-1에 따른다.
③ 용접업무 조정담당자의 기술관련 지식 구분 및 업무 내역은 KS B ISO 14731에 따른다. 용접업무 조정담당자의 업무 내역은 계약, 설계검토, 모재 및 소모품, 하청계약, 생산계획, 장비, 용접작업, 시험, 용접 승인, 문서화 등의 활동에 관련된 명세 또는 준비, 업무조정, 통제관리, 검사 및 점검 또는 입회의 임무와 책임을 포함한다.
④ 용접업무 조정담당자은 하나 또는 다수의 업무조정과제를 수행한다. 다수에 의해 용접업무가 조정되는 경우 각 개인에게 임무와 책임을 배정한다.
⑤ 제작자는 적어도 1명 이상의 공인된 또는 공사감독자의 승인을 받은 용접업무 조정담당자를 임명한다.

표 1.5-1 용접업무 조정담당자의 기술관련 지식 구분

품질관리 구분	강종 항복강도 (MPa)	판두께 t (mm)		
		t ≤ 25	25 < t ≤ 50	50 < t
가	-	-	-	-
나	235~360	B	S	C
	420~460	S	C	C
다	235~360	C	C	C
	420~690	C	C	C
라	235~690	C	C	C

주 1) B(기초적인 기술관련 지식), S(세부적인 기술관련 지식), C(포괄적인 기술관련 지식)

3) 비파괴검사 검사자

① 제작자 자체 품질관리의 일환으로 시행하는 검사는 최소 5년 이상 경력자로서 제작자가 선임한 해당 종목의 비파괴검사 기술자가 수행해야 한다.

② 비파괴검사를 수행하는 검사자는 비파괴검사

- 기술의 진흥 및 관리에 관한 법 또는 KS B ISO 9712, 레벨 2 이상의 해당 종목 자격을 취득한 비파괴검사 기술자라야 한다.

(2) 자재

1. 용접재료

1) 용접재료 사용에 관한 일반사항

① 강도가 같은 강재를 용접할 경우에는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.

② 강도가 다른 강재를 용접할 경우에는 낮은 강도를 갖는 모재의 규격치와 동등하거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용한다.

③ 인성이 같은 강재를 용접할 경우에는 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

④ 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

⑤ 내후성강재와 보통강재를 용접하는 경우에는 모재와 같거나 그 이상의 기계적 성질과 인성을 만족하는 용접재료를 사용한다.

⑥ 내후성강과 내후성강을 용접할 경우에는 모재와 동등이상이거나 그 이상의 기계적 성질, 인성 그리고 내후성능을 만족하는 용접재료를 사용한다.

2) 용접방법에 따른 사용 재료의 종류 및 허용오차

용접재료의 종류 및 허용오차는 다음의 한국산업표준을 따른다. 이외의 사용재료는 해당 사용재료 표준에서 정의된 허용오차를 따른다.

① 피복아크용접(SMAW)

- 연강용 피복 아크 용접봉: KS D 7004
  허용오차: KS B 0952
- 고장력 강용 피복 아크 용접봉: KS D 7006
  허용오차: KS B 0952
- 저온용 강용 피복 아크용접봉: KS D 7023
- 내후성 강용 피복 아크용접봉: KS D 7101

② 서브머지드아크용접(SAW)

- 서브머지드 아크용접 및 일렉트로슬래그 용접용 플럭스 - 분류: KS B ISO 14174
- 일반 세립강용 서브머지드 아크용접용 와이어와 와이어 및 플럭스 조합 - 분류: KS B ISO 14171
- 고장력강용 서브머지드 아크용접용 와이어와 와이어 및 플럭스 조합 - 분류: KS B ISO 26304

③ 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)

- 연강용 가스 용접봉: KS D 7005
- 내후성강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어: KS D 7109
- 연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어: KS D 7025
- 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접플럭스코어선: KS D 7104
- 내후성강용 탄산가스 아크용접 솔리드와이어: KS D 7106

④ 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)

- 일렉트로 가스 아크용접용 플럭스코어선: KS D 7105

3) 용접봉 사용에 관한 구분 요령

① 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용 구분 및 규격과 재질은 공사감독자의 승인을 받은 용접절차서에 준하며 사용 용접봉의 재질은 모재의 화학적 성분 및 기계적 성질(공칭 강도 및 인성)과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용해야 한다.

② 사용 용접봉은 2.1.2항에 준하여 사용하되 이 규격 이외의 사용용접봉은 국제 규격과 동등한 제품을 사용해야 한다.

③ 사용 용접봉은 용접시공 시험에 합격한 제품을 사용해야 한다. 다만 피복아크 용접봉과 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료는 표 2.1-1 및 표 2.1-2에 준한다.

④ KS D 3529에 따른 용접구조용 내후성 열간 압연강재를 무도장 상태로 외부에 노출하여 사용하는 경우의 용접재료는 표 2.1-2를 기본으로 한다. 사용 용접봉은 모재의 화학적 성분 및 기계적 성질이 동등하거나 그 이상이며, 내후성능을 만족해야 한다.

⑤ 강도가 다른 강재를 용접하는 경우에는 강도가 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 강도를 나타내는 용접재료를 사용한다.

⑥ 인성이 다른 강재를 용접하는 경우에는 인성이 낮은 모재에 요구되는 값과 같거나 그 이상의 인성을 나타내는 용접재료를 사용한다.

표 2.1-1 피복아크 용접봉 사용구분[1)]

피복아크 용접봉의 종류	적용강종 및 판 두께 (mm)
연강용 피복아크 용접봉	SS275, SM275 (t < 25) SS 275, SM 275 (예열을 할 때 25≤t<33)
저수소계 피복아크 용접봉	SS275, SM275 (예열을 하지 않을 때 25≤t<33) SM355, SM420, SM460 SMA275, SMA355, SMA460 HSB380, HSB380L, HSB380W HSB460, HSB460L, HSB460W HSB690, HSB690L, HSB690W

주 1) SS275의 적용은 품질등급 가의 구조물 및 가설부재에 사용하는 경우 또는 형강이나 박판으로 된 SM재의 사용이 곤란한 경우에 한 한다. 다만 품질등급 '가'의 구조물을 제외한 경우에는 사전에 용접성 문제가 없는지 확인하여야 한다.

표 2.1-2 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료

용 접 방 법	용접봉 규격	승인 가능한 용접봉
피복아크용접	KS D 7101	- 용접봉 등급(G,P,W)에 적합한 용착금속을 갖는 용접봉 - 모재의 C, Si, Mn, P, S 이외에 Cu, Cr, Ni 함량에 만족하는 용착금속의 화학성분과 기계적 성질을 갖는 용접재료 - SAW용 용접 와이어는 튜브형으로 제작한 것도 사용 가능
플럭스코어드아크용접	KS D 7109	
가스메탈아크용접	KS D 7106	

2. 용접재료의 품질관리

1) 용접봉 및 플럭스

① 구조용 강판, 형강, 관, 단강 및 강봉에 사용할 용접봉은 해당 KS 규격에 합당해야 하며, 실제 사용할 위치와 기타조건에 대하여 제작자가 추천하는 크기와 분류번호를 가진 피복된 용접봉이나 철선이어야 한다.

② 용착금속은 해당 KS 규격의 요건에 따른다.

③ 모재의 종류와 용접방법에 따라 사용할 용접봉은 해당사용 규격별 용접시험 결과와 성적서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

④ 용접봉은 제조년월일, 공급시기 등이 가급적 동일한 제품이어야 한다. 다만 용접용강 와이어 감기모양, 감기치수 및 무게는 KS B 0952 기준에 준한다.

⑤ 서브머지드아크용접에 사용되는 플럭스와 용접와이어에 대해서는 두 재료의 조합 시험보고서를 제출해야 한다.

2) 보호가스

① 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접에 사용되는 보호가스나 보호가스 혼합물은 이슬점이 -40 ℃ 이하인 용접등급을 가져야 한다.

② 제작자는 사용하고자 하는 가스 및 가스혼합물이 사용기준에 적합하며 이슬점 요구조건을 만족한다는 가스제조업자의 인증서를 제출해야 한다.

(3) 시공

1. 용접시공에 관한 일반사항

1) 공통사항

① 용접순서 및 방향은 가능한 한 용접에 의한 변형이 적고, 잔류응력이 적게 발생하도록 하고 용접이 교차하는 부분이나 폐합된 부분은 용접이 안 되는 부분이 없도록 용접순서에 대하여 특별히 고려를 해야 한다.

② 용접부에서 수축에 대응하는 과도한 구속은 피하고 용접작업은 조립하는 날에 용접을 완료하여 도중에 중지하는 일이 없도록 해야 한다.

③ 항상 용접열의 분포가 균등하도록 조치하고 일시에 다량의 열이 한 곳에 집중되지 않도록 해야 한다. 이러한 경우가 있을 때에는 용접순서를 조정해야 한다.

④ 완전용입 용접을 수동용접으로 실시 할 경우의 뒷면은 건전한 용입부까지 가우징한 후 용접을 실시해야 한다.

⑤ 용접자세는 가능한 한 회전지그를 이용하여 아래보기 또는 수평 자세로 한다.

⑥ 결함이 존재하는 경우에는 검사대장에 기입하고 결함부의 보수는 표 3.12-1에 따른다.

⑦ 아크 발생은 필히 용접부 내에서 일어나도록 해야 한다.

⑧ 스캘럽이나 각종 브라켓 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 크레이터가 발생하지 않도록 모퉁이부를 돌려서 연속으로 용접해야 한다.

⑨ 용접개시 전 용접의 종류, 전압, 전류 및 용접방향 등을 점검하여 용접조건을 설정하고 이에 따라서 작업해야 하며 용접관리도를 현장에 비치해야 한다.

⑩ 맞대기 용접에서 용접표면의 마무리 가공이 규정되어 있지 않는 경우에는 판두께의 10% 이하의 보강살 붙임을 한 후 끝마무리를 해야 한다.

⑪ 한냉지용 강재의 주요부재 맞대기 용접은 원칙적으로 수동용접 및 탄산가스 용접으로 해야 하며 특히 용착금속의 샤르피 흡수에너지는 모재의 규격 값 이상이 되어야 한다.

⑫ 부재이음에는 용접과 볼트를 원칙적으로 병용해서는 안 되지만, 불가피하게 병용 할 경우에는 용접 후에 볼트를 조이는 것을 원칙으로 한다.

⑬ 그루브 용접 및 거더의 플랜지와 웨브판 사이의 필릿용접 등의 시공에 있어서는 부재와 동등한 홈을 가진 엔드탭을 붙여야 한다. 용접의 시작과 끝의 처리는 엔드탭 위에서 50 mm 이상으로 하여 크레이터가 본 부재에 포함되지 않도록 해야 한다. 엔드탭은 용접 종료 후 가스절단법에 따라 제거하고 그 부분을 그라인더로 다듬질해야 한다.

⑭ 부분용입 그루브용접의 시공에서 연속된 용접선을 서로 다른 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비드의 단부를 깎아 내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 해야 한다. 다만 완전한 수동용접 비드가 선행할 때에는 이를 따르지 않을 수 있다.
⑮ 재편의 모서리 부에서 끝나는 필릿용접은 모서리 부를 돌면서 연속적으로 시공해야 한다.
⑯ 현장용접의 경우 KCS 14 31 30(3.1.2(2), 3.3.2(5))에 의거 용접결함이 발생되지 않도록 조치해야 한다.

2) 조립 가용접(가용접, 임시용접과 가용접)
① 품질관리 구분 '나', '다', '라'의 가용접은 인증받은 용접법으로 수행한다.
② 본용접의 일부가 되는 가용접에는 본용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접해야 하며, 용접 자세는 본용접의 경우와 똑같은 자세로 용접한다.
③ 조립을 위한 가용접 개소는 최소화해야 하며 비드 길이, 간격은 표 3.1-1을 표준으로 한다.

표 3.1-1 비드 길이 및 간격

판두께 t[1)] (mm)	인장강도 (MPa)	비드 길이		피치 (mm)
		수동, 반자동용접	자동용접	
t ≤ 25	500 미만	40 mm 이상	50 mm 이상	300 ~ 400
25 < t ≤ 50	500 미만	50 mm 이상	70 mm 이상	
모든 두께	500 이상			

주 1) 판두께 t는 두꺼운 쪽의 판두께임.

④ 모든 가용접부는 다음 사항을 제외하고는 본용접부와 동일한 품질조건을 가져야 한다.
- 연속되는 서브머지드아크용접(SAW)에 의해 재용해되어 그 일부분으로 포함되는 단일패스 가용접부의 경우
- 언더컷, 채워지지 않은 크레이터 및 다공성과 같은 불연속을 갖는 가용접부를 서브머지드아크용접에 의해 용접을 실시하는 경우

⑤ 조립용접을 위한 가용접의 위치는 본용접의 시, 종단 모서리 등의 강도 상, 제작 상 지장을 받는 곳은 피한다. 또 그루브 용접부의 홈 내에는 가용접을 하지 않는 것을 원칙으로 한다. 백가우징(back gouging)을 하는 용접부의 조립 용접은 백가우징을 하는 쪽에 가용접한다. 부득이 그루브 내에 가용접 할 경우에는 필히 가용접을 제거한 후 본용접을 한다. 다만 서브머지드아크용접(SAW), 가스메탈아크용접(GMAW)과 같이 용입이 깊은 용접일 경우에는 그루브내에 가용접을 두어도 무방하다.

⑥ 최종용접부에 포함되는 가용접부는 본용접에 사용되는 용접봉과 동일한 용접봉을 사용한다. 다중패스용접의 가용접부는 케스케이드법으로 용접한다.

⑦ 최종용접부에 포함되지 않는 임시용접부 및 가용접부는 모재가 손상되지 않도록 제거한다.

⑧ 강재 뒷댐재의 가용접은 일반적으로 이음부내에서 이루어지도록 하며 모든 가용접은 본용접 시 재용해되어 본용접에 포함되도록 한다.

⑨ 조립을 위한 가용접면에 기름, 먼지, 수분 등이 부착되어 있는 경우에는 와이어 브러시 등으로 청소한다. 또 자동용접하는 부분에 방청도장이 되어 있을 때에는 주거더의 경우 용접기기의 능력에 따라 적당한 폭의 용접선주변에 있는 도장을 그라인더로 완전히 제거한 후 용접한다.

⑩ 부재표면에 용접흠이 생기거나 아크스트라이크(arc strike)의 발생은 원칙적으로 허용되지 않는다. 이들이 극후판에 발생된 경우에는 완벽히 보수한다.

⑪ 조립용접은 본용접의 일부로 본용접과 동종의 용접봉 및 와이어를 사용해야 하며, 고장력강 및 강판두께 25 mm 이상의 조립 용접에는 저수소계 용접봉을 사용한다.

⑫ 가용접 길이는 표 3.1-1에서와 같이 40 mm 이상으로 하고, 본용접과 동일한 방법을 적용하여 본용접 개소에 시공해야 한다. 다만 가용접의 다리길이는 4 mm 이상으로 하고 그 간격은 400 mm 이하로 한다.

⑬ 열처리 고장력강을 사용하는 부재의 가용접 층두께는 5 mm 이상, 간격 300 mm 이하, 길이 100 mm 이상을 표준으로 하며, 트러스부재의 모서리 용접의 가용접두께는 본용접 시에 가용접부분이 재용융되는 크기로 하고, 균일한 용입선이 얻어지도록 한다. 모서리 용접의 가용접은 반자동 용접으로 하고 용접은 직선비드로 한다. 또, 가용접간의 비드사이는 실링비드(sealing bead)를 실시하고, 그 사이즈, 용접방법 등은 가용접과 동일하게 한다.

⑭ 부재의 단부에 남게 되는 가용접은 피하는 것을 원칙으로 한다. 부득이 한 경우에는 부재단부를 온둘레 돌림 용접으로 하던가, 또는 부재단부에서 30 mm 이상을 띄워서 가용접한다.

⑮ 지그의 일부를 부재에 임시용접 한 경우에는 본용접 완료 후 모재에 손상이 가지 않도록 제거하고 결함이 되는 흠이 잔류하지 않도록 다듬질 한다

⑯ 임시용접은 조립완료 전까지 슬래그를 제거하고, 용접부 표면에 균열이 없는가를 확인한다. 임시용접부에 균열이 발견된 경우에는 그 원인을 규명하고, 적당한 대책을 강구한 후에 필요하다면 그 근방에 새로운 임시용접을 실시하고 균열이 발생한 임시용접은 제거 또는 보수한다.

⑰ 임시용접과 가용접 시 모재의 예열작업은 3.4의 해당요건에 따르며, 최소예열온도는 표 3.4-1에 준한다.

3) 피이닝(peening) 및 코킹(caulking)

① 균열을 방지하기 위해 두꺼운 용접부에서 수축응력을 제거할 목적으로 중간 용접층에서 피이닝을 사용할 수 있다.

② 용접부의 루트나 표면층 또는 용접부 단부에 있는 모재 위에는 피이닝을 실시해서는 안 된다.

③ 용접부의 루트나 표면층 또는 용접단부의 모재 위에는 슬래그 및 스패터를 제거시킬 목적으로 수동 슬래그 해머, 끌 및 경량 진동장비를 사용할 수 있는데, 이는 피이닝으로 간주하지 않는다.

④ 용접부에 대한 코킹은 허용되지 않는다.

2. 용접시공시험

1) 시공시험 대상

① 품질관리 구분 '다'와 '라'에 대해서는 다음의 각 항의 어느 것에 해당될 경우에는 용접시공시험을 하는 것을 원칙으로 하고, 그 결과를 사전에 공사감독자에게 승인을 받는다.

- 강판두께가 50 mm를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강판두께가 40 mm를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3259)의 경우
- 강종별 용접법에 따른 한 패스의 입열량이 표 3.2-1의 값을 초과할 경우

표 3.2-1 강종별 용접법에 따른 한 패스의 최대 입열량 (Joule/mm)

강 종	SAW	GMAW 또는 FCAW
SM355, SMA355, SM420, SM460, SMA460, HSB380W, HSB460W, HSB690, HSB690L	7,000	2,500
HSB380, HSB380L, HSB460, HSB460L	10,000	3,000
HSB690W	5,000	2,500

- 피복아크용접, 플럭스코어드아크용접, 가스메탈아크용접, 서브머지드아크용접 이외의 용접을 할 경우
- 본 기준의 요건을 충족시킬 수 있음을 보여주는 사용실적이 없는 공급원이 공급한 재료(모재, 용접봉 또는 와이어, 플럭스)를 사용할 경우

2) 시험의 종류

① 용접시공시험은 표 3.2-2에 따르되, 필요에 따라 추가 용접성 시험을 실시할 수 있다.

② 용접시공시험을 할 경우에 시험강판의 선정, 용접조건의 선정 등에 대해서는 다음사항을 고려한다.

- 시험강판으로는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.
- 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

표 3.2-2 용접시공시험

시험의 종류	시험항목	시험편의 형상	시험편개수	시험방법	판정기준
필릿용접 시 험	마크로시험	KS D 0210	1	KS D 0210	균열없음. 언더컷 1 mm 이하 용접치수 확보 루트부 용융

3. 용접준비

1) 용접재료 선택 및 주의사항

① 피복아크 용접봉 및 플럭스는 사용에 앞서 건조로에서 충분히 건조한 상태에서 사용해야 한다.

② 피복아크 용접봉은 피복재가 벗겨지거나 나쁜 상태로 손상된 것을 사용해서는 안 된다.

③ 용접봉의 적열(赤熱)이 발생되지 않도록 사용에 주의해야 한다.

④ 사용하는 용접재료는 강재의 종류에 따라 2.1.2에 준한다.

⑤ 피복아크용접의 용접봉에 대해 다음 규정을 적용한다.

- 저수소계 용접봉의 사용을 원칙으로 하며, Y형 용접균열시험(KS B 0870) 등으로 용접성능이 입증된 경우에는 다른 용접봉을 사용할 수 있다.
- 응력을 전달하는 피복아크용접봉은 직경이 4~6 mm인 것을 표준으로 한다.
- 피복아크용접봉은 피복제가 오염되거나 손상 입은 것을 사용해서는 안 된다.
- 탄소강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 230~260 ℃에서 적어도 2시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.

- 저합금강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 370~425 ℃에서 1시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.
- 용접봉은 밀폐용기를 개봉한 경우 또는 건조로에서 꺼낸 경우에는 즉시 최소 120℃의 오븐에 보관되어야 한다.
- 밀폐용기 또는 건조로나 보관로에서 꺼낸 용접봉은 표 3.3-1의 허용시간 이내에 사용해야 한다. 허용시간에 사용하지 못한 용접봉은 1회에 한하여 230~290 ℃에서 최소 2시간 동안 재건조 시켜야 사용할 수 있다.
- 위의 ④~⑦의 사항에 대해 용접봉 제조자가 별도로 보증한 경우에는 생산규격 및 보증조건을 따르는 것을 원칙으로 한다.

3. 용접준비

1) 용접재료 선택 및 주의사항

① 피복아크 용접봉 및 플럭스는 사용에 앞서 건조로에서 충분히 건조한 상태에서 사용해야 한다.

② 피복아크 용접봉은 피복재가 벗겨지거나 나쁜 상태로 손상된 것을 사용해서는 안 된다.

③ 용접봉의 적열(赤熱)이 발생되지 않도록 사용에 주의해야 한다.

④ 사용하는 용접재료는 강재의 종류에 따라 2.1.2에 준한다.

⑤ 피복아크용접의 용접봉에 대해 다음 규정을 적용한다.

- 저수소계 용접봉의 사용을 원칙으로 하며, Y형 용접균열시험(KS B 0870) 등으로 용접성능이 입증된 경우에는 다른 용접봉을 사용할 수 있다.
- 응력을 전달하는 피복아크용접봉은 직경이 4~6 mm인 것을 표준으로 한다.
- 피복아크용접봉은 피복제가 오염되거나 손상 입은 것을 사용해서는 안 된다.
- 탄소강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 230~260 ℃에서 적어도 2시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.
- 저합금강 피복아크용접봉은 밀폐용기에 포장된 것이거나 370~425 ℃에서 1시간 이상 건조한 것을 사용해야 한다.
- 용접봉은 밀폐용기를 개봉한 경우 또는 건조로에서 꺼낸 경우에는 즉시 최소 120℃의 오븐에 보관되어야 한다.
- 밀폐용기 또는 건조로나 보관로에서 꺼낸 용접봉은 표 3.3-1의 허용시간 이내에 사용해야 한다. 허용시간에 사용하지 못한 용접봉은 1회에 한하여 230~290 ℃에서 최소 2시간 동안 재건조 시켜야 사용할 수 있다.
- 위의 ④~⑦의 사항에 대해 용접봉 제조자가 별도로 보증한 경우에는 생산규격 및 보증조건을 따르는 것을 원칙으로 한다.

표 3.3-1 저수소계 용접봉의 허용노출시간 및 재건조

용접봉의 종류	용접봉의 규격	허용노출시간	건조온도(℃)	건조 시간
저합금강 피복아크용접봉	E 70XX-X	4시간	230~290	2시간이상
	E 80XX-X	2시간		
	E 90XX-X	1시간		
	E 100XX-X	30분		
	E 110XX-X	30분		
탄소강 피복아크용접봉	E 70XX	4시간	230~290	2시간이상

⑥ 서브머지드아크용접의 용접와이어와 플럭스에 대해 다음 규정을 적용한다.

- 용접와이어의 직경은 6.4 mm를 초과하지 않아야 한다.
- 플럭스는 최소 6개월 보관하였을 때 용접성능에 영향을 주지 않는 포장된 상태로 구입해야 한다. 포장이 손상되었을 경우 플럭스를 버리거나 사용 전 최소 260 ℃에서 1시간 동안 건조해야 한다. 48시간 용접작업이 중단된 상태에서 용접기의 플럭스 공급 층에 보관된 플럭스는 새로운 플럭스 또는 건조시킨 플럭스로 교환해야 한다.

⑦ 가스메탈아크용접 또는 플럭스코어드아크용접의 보호가스 및 용접와이어에 대해 다음 규정을 적용한다.

- 차폐가스(shield gas)는 이슬점이 -40 ℃ 이하이어야 한다.
- 용접와이어는 건조하고 사용에 적합한 상태이어야 한다. 용접와이어의 직경은 아래보기자세 및 수평자세의 경우 4.0 mm, 수직자세의 경우 2.4 mm, 그리고 위 보기자세의 경우 2.0 mm 이하이어야 한다.

2) 용접부 사전 청소 및 건조

① 용접을 하려는 부위에는 기공(氣空)이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피(黑皮), 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안 된다.

② 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안 된다. 또한 조립 후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때에는 용접선 부근을 충분히 건조시켜야 한다.

3) 용접부 받침 및 엔드탭

① 강재 받침을 사용한 그루브용접부는 용접금속이 받침재와 완전히 용융되도록 한다.

② 강재 받침은 각 용접부의 전 길이에 걸쳐 연속으로 사용한다. 연속되는 강재받침은 다음 조건을 만족하는 짧은 조각을 용접하여 사용한다.

- 모든 용접은 본용접과 동일한 방법으로 완전용입 그루브용접으로 한다.
- 용접부는 초음파 탐상시험 또는 방사선 투과시험을 실시한다.
- 강재 받침의 용접과 시험은 강재 받침을 붙이기 전에 실시해야 한다.

③ 응력방향에 직각으로 설치한 강재 받침과 이음은 완만하게 다듬 가공을 한다. 다만 공사감독자의 승인을 받은 경우 응력방향과 평행하거나 또는 소요응력을 받지 않는 받침은 제거하지 않아도 된다.

④ 강재 받침은 모재와 밀착시켜 설치하되, 강재 받침과 모재 사이의 최대간격은 2 mm로 한다.

⑤ 그루브용접부 및 필릿용접부는 적절한 뒷면 비드형상의 유지 또는 용락방지의 목적으로 동판, 플럭스, 유리테이프 또는 유사한 재료를 받침으로 사용할 수 있으나, 사전 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 또한 용접부의 루트는 저수소계 피복아크 용접봉이나 승인된 아크용접절차에 의한 루트용접 패스로 용접해야 한다.

⑥ 품질관리 구분 '다'와 '라', 그리고 별도로 규정된 경우 '나'에 대해서는 맞대기용접의 전체 목두께가 판의 모서리부분에서도 확보될 수 있도록 엔드탭를 사용한다. 엔드탭 재료의 용접성은 모재의 용접성 이상이어야 한다.

4) 현장품질관리

① 용접재료

- 용접재료는 적절하게 보관, 관리되고 있는가를 확인한 후에 사용한다.
- 피복아크용접봉 건조는 표 3.3-2에 따른다.
- 용접봉은 1회에 한하여 건조하여야 하며, 또한 젖은 용접봉을 사용해서도 안 된다.
- 용접봉의 사용 시에는 이동용 건조로(portable canister)를 이용하여 용접봉의 건조 상태를 유지해야 한다.

표 3.3-2 용접봉의 건조

용접봉 종류	용접봉 건조 상태	건조온도	건조시간
연강용 피복아크용접봉	건조(개봉) 후 12시간 이상 경과한 경우 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	100~150 ℃	1시간 이상
저수소계피복 아크용접봉	건조(개봉) 후 4시간 이상 경과한 경우 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	300~400 ℃	1시간 이상

② 플럭스

- 서브머지드아크용접에 사용되는 플럭스는 건조상태를 유지해야 하며, 먼지, 밀스케일 또는 기타 이물질 등의 오염물질이 없어야 한다.
- 서브머지드아크용접용 플럭스의 건조는 표 3.3-3에 따른다.

표 3.3-3 플럭스 건조

플럭스 종류	건조온도	건조시간
용융플럭스	150~200 ℃	1시간 이상
소결플럭스	200~250 ℃	1시간 이상

- 용접장비, 호퍼, 탱크 등의 모든 플럭스는 용접작업이 48시간 이상 중단될 때에는 언제든지 새로운 플럭스로 대체시켜야 한다. 플럭스는 항상 습기 및 오염물질로부터 보호되어야 하며, 젖은 플럭스를 사용해서는 안 된다.
- 용접 시 용융된 플럭스의 재사용은 금지한다.

③ 용접 품질관리시험

시공자는 4.2절의 시공시험 이외의 추가 용접시험이 필요할 때에는 공사감독자의 승인을 받아 다음 중 해당 시험을 실시해야 한다.

- 용착금속의 인장 및 충격시험: KS B 0821
- 아크용접 이음의 한쪽 인장피로 시험 방법: KS B 0825
- 용착 금속의 경도 시험 방법: KS B 0826
- 금속 재료 용접부의 파괴 시험 - 십자 및 겹치기 이음 인장 시험: KS B 0841
- 측면 필렛 용접 이음의 전단 시험 방법: KS B 0842
- T 형 필렛 용접 이음의 굽힘 시험 방법: KS B 0844
- 강용접부의 수소량 측정 방법: KS D 0064
- 강부재 구조상세의 피로에 관련된 시험은 제작과정 상 특별한 문제가 없는 한 별도로 실시하지 않는다.

4. 예열

1) 예열에 관한 일반사항

① 다음의 경우는 예열을 해야 한다.

- 강재의 밀시트에서 다음 식 (3.4-1)에 따라서 계산한 탄소당량, C_{eq}가 0.44%를 초과 할 때

$$C_{eq} = \mathrm{C} + \frac{\mathrm{Mn}}{6} + \left(\frac{\mathrm{Cr+Mo+V}}{5}\right) + \left(\frac{\mathrm{Ni+Cu}}{15}\right) \qquad (3.4\text{-}1)$$

- 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고 경도(H_v)가 370을 초과 할 때
- 모재의 표면온도가 0℃ 이하일 때

② 모재의 최소예열과 용접층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접구속 조건을 기초로 하여 설정한다. 최소예열 및 층간온도는 용접절차서에 규정한다. 최대 예열온도는 공사감독자의 별도의 승인이 없는 경우 230 ℃ 이하로 한다.

③ 이종금속간에 용접을 할 경우는 예열과 층간온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시한다.

④ 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상균열을 최소화하기 위해 규정된 최소온도 이상으로 예열한다.

⑤ 용접부 부근의 대기온도가 -20 ℃보다 낮은 경우는 용접을 금지한다. 그러나 주위온도를 상승시킨 경우, 용접부 부근의 온도를 요구되는 수준으로 유지할 수 있으면 대기온도가 -20 ℃보다 낮아도 용접작업을 수행할 수 있다.

2) 예열온도

① 예열은 용접선의 양측 100 mm 및 아크 전방 100 mm의 범위 내의 모재를 표 3.4-1에 표시한 최소예열온도 이상으로 가열한다.

② 모재의 표면온도가 0 ℃ 미만인 경우는 적어도 20 ℃ 이상 예열한다.

③ 특별한 시험자료에 의하여 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 P_{cm}이 표 3.4-2의 조건을 만족하는 경우는 강종, 강판두께 및 용접방법에 따라 표 3.4-1의 값을 조절할 수 있다. 이 경우 예열온도는 다음 식과 같이 조절하거나 표 3.4-3에 나타낸 P_{cm}의 값에 따른 최소 예열온도를 따른다.

T_p(℃) = 1,440 P_w-392 (3.4-2)

여기서, T_p : 예열온도 (℃)

$$P_w = P_{cm} + \frac{H_{GL}}{60} + \frac{K}{400{,}000}$$

H_{GL}: 용접금속의 확산성수소량 (단위:ml/100g).
용접봉 제조사의 자료에 따름.
(예: 저수소계 용접봉의 경우 H_{GL}=2)

K : 용접계수의 구속도, K=200t
여기서 t는 판두께(단위 mm),
50mm 초과 시 t=50 적용

④ 2전극과 다전극 서브머지드아크용접의 최소예열과 층간 온도는 공사감독자의 승인을 받아 조절할 수 있다.

3) 예열방법

① 예열방법은 전기저항 가열법, 고정버너, 수동버너 등에서 강종에 적합한 조건과 방법을 선정하되 버너로 예열하는 경우에는 개선면에 직접 가열해서는 안 된다.

② 온도관리는 용접선에서 75 mm 떨어진 위치에서 표면온도계 또는 온도쵸크 등에 의하여 온도관리를 한다.

③ 온도저하를 고려하여 아크발생 시의 온도가 규정 온도인 것을 확인하고 이 온도를 기준으로 예열직후의 계측온도로 설정한다.

4) 가용접의 최소 예열온도

가용접의 최소 예열온도 및 용접층간 온도는 아래의 표 3.4-1에 준한다.

표 3.4-1 최소 예열온도(℃)[1)]

강종	용접 방법	판두께(mm)에 따른 최소 예열온도(℃)			
		t≤25	25〈t≤40	40〈t≤50	50〈t≤100
SM275	저수소계 이외의 용접봉에 의한 피복아크용접(SMAW)	예열 없음.	50	-	-
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
SMA275	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
SM355	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	예열 없음.	50	50
SM420 SM460 SN355	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	80	80	100
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	50	50	80

강종	용접 방법	판두께(mm)에 따른 최소 예열온도(℃)			
		t≤25	25<t≤40	40<t≤50	50<t≤100
SMA355W SMA460W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	80	80	100
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	50	50	80
HSB380 HSB380L HSB380W HSB460 HSB460L HSB460W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)				
HSB690 HSB690L	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	50	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	50	50	50
HSB690W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80	80
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열 없음.	50	50	50

주 1) 이 표에서 '예열 없음'이란 모재의 표면온도가 0 ℃ 이하일 경우에는 20 ℃ 정도로 가열한다는 것을 뜻한다.

표 3.4-3 P_{cm}에 따른 최소 예열온도[1)]

Pcm	용접 방법	예열온도(℃)		
		t≤25	25<t≤40	40<t≤100
0.21	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
0.22	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
0.23	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
0.24	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	예열 없음.
0.25	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	50	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50
0.26	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열 없음.	50	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	예열 없음.	50
0.27	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열 없음.	50	50
0.28	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	50	80
0.29	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	80	100	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	80	80

주 1) 이 표에서 가스실드아크용접은 GMAW 또는 FCAW를 뜻한다.

표 3.4-2 최소 예열온도 조절 가능한 P_{cm} 1) 조건

강재두께	SM275 SMA275	SM355	SM420 SM 460 SMA355 SMA460	HSB380 HSB380L HSB460 HSB460L	HSB380W HSB460W	HSB690 HSB690L	HSB690W
t≤25	0.24이하	0.26이하	0.26이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하
25<t≤50	0.24이하	0.26이하	0.27이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하	0.27 이하
50<t≤100	0.24이하	0.27이하	0.29이하	0.20 이하	0.22 이하	0.25 이하2)	0.27 이하2)

주 1) P_{cm} 산정식

$$P_{cm}(\%) = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

2) 적용범위 $50 < t \leq 80$

5. 피복아크용접(SMAW)

1) 피복아크용접(SMAW)에 관한 일반사항

① 용접봉의 등급, 크기, 아크길이, 전압 및 전류는 재질의 두께, 홈형상, 용접자세 및 작업과 관련된 기타 주변환경 등에 적합하도록 한다. 용접전류는 용접봉 제조업자의 권장범위 이내로 한다.

② 수직자세에서의 하향용접은 용접 승인시험에서 책임 용접기술자의 인증을 받지 못하면 적용해서는 안 되며, 수직자세의 모든 용접진행 방향은 상향으로 한다.

③ 강재 받침을 사용하지 않는 완전용입 그루브용접이음부는 뒷면의 루트부를 가우징한 후 용접을 실시하여 건전한 용접부가 되도록 한다.

2) 용접절차

① 용접봉의 최대지름은 다음을 기본으로 한다.

- 루트패스를 제외한 아래보기자세의 모든 용접: 6 mm

- 수평 필릿용접부: 6 mm
- 아래보기자세로 수행한 필릿용접부의 루트패스와 루트간격이 6 mm 이상의 그루브용접: 6 mm
- 수직자세 및 위보기자세 용접 : 4 mm
- 그루브용접부의 루트용접 및 위에서 언급한 경우를 제외한 기타 용접: 5 mm

② 루트패스의 최소 두께는 균열을 방지할 수 있을 정도로 충분해야 한다.

③ 그루브용접 루트패스의 최대 두께는 6 mm로 한다.

④ 단일패스 필릿용접과 다중패스 필릿용접 루트패스의 최대치수는 다음에 준한다.

- 아래보기자세: 10 mm
- 수평자세 및 위보기자세: 8 mm
- 수직자세: 12 mm

⑤ 그루브용접 및 필릿용접부의 루트패스 후속 용접층의 최대두께는 다음을 기본으로 한다.

- 아래보기자세: 3 mm
- 수평자세, 수직자세, 위보기자세: 5 mm

6. 서브머지드아크용접(SAW)

1) 일반사항

① 서브머지드 아크용접은 하나 또는 다수의 단일전극, 하나 또는 다수의 병렬전극, 또는 단일전극과 병렬전극을 조합할 수 있다. 아크 사이의 간격은 선행 아크에 의해 형성된 용접금속의 슬래그가 후행 전극의 적절한 용착을 방해할 정도로 냉각되지 않도록 한다. 다중전극을 사용하는 서브머지드 아크용접은 그루브용접 또는 필릿용접에 모두 사용할 수 있다.

② 열처리 고장력강을 용접할 때 입열량, 예열온도, 층간온도의 최대 허용조합은 강재 생산자의 권장값을 따른다.

③ 서브머지드 아크용접에 의해 용착되는 모재 표면과 인접 주위는 깨끗하고 습기가 없어야 한다.

④ 뒷면 가우징하지 않고 루트부 용입이 규정된 용접은 매크로시험, 방사선 투과검사, 위상배열 초음파탐상검사 등의 기록된 검사자료에 의해 용접 품질을 인증 받아야 한다.

⑤ 그루브용접에서 루트용접은 용융되는 강재 뒷댐재나 또는 용융되지 않는 뒷댐재를 사용할 수 있다. 필릿용접부의 루트는 모재의 용락을 방지하기 위해 뒷댐재로 지지할 수 있다.

⑥ 각 용접층에서 용착금속 단면의 높이와 최대 폭은 용접표면의 폭을 초과해서는 안 된다.

⑦ 루트용입부에 8mm이하의 가붙임용접은 본용접에 그대로 포함시킬 수 있으나 용접부의 외관을 문제가 될 정도로 변화시키거나 용입을 감소시켜서는 안 된다. 이 조건에 충족되지 않은 가붙임용접은 본용접 이전에 제거하거나 그 크기를 줄인 후 본용접을 실시한다. 두께 8mm 미만의 강재 뒷댐재를 붙인 이음부의 루트에 용접한 가붙임용접은 제거하거나 또는 저수소계 용접봉을 사용한 피복아크용접으로 접합 전체 길이에서 연속되도록 한다.

2) 단일전극 서브머지드아크용접

① 모든 서브머지드 아크용접은 아래보기자세, 또는 수평자세로 한다.

② 그루브의 양면을 용융해야하는 모든 패스의 그루브용접부에 사용하는 전류는 900A를 초과하지 않아야 한다.

③ 아래보기자세의 필릿용접부에 사용하는 전류는 1000A를 초과하지 않아야 한다.

④ 루트 및 표면층을 제외하고 용접층의 두께가 6mm를 초과하여서는 안 된다. 루트간격이 12mm 이상 또는 용접층의 폭이 16mm를 초과할 경우에는 다중패스의 층분할 기법을 적용한다.

3) 병렬 또는 다중전극 서브머지드아크용접

① 하나의 용접층으로 용접금속이 용착되어야하는 그루브 내의 폭이 12mm를 초과하는 경우에는 가장자리의 적절한 용융을 확보하기 위해 층분할 기법이 사용되어야 한다. 병렬전극을 사용하는 경우에는 층분할 기법을 사용하는 대신 전극을 횡방향으로 분산 배치한다. 선행 용접층의 폭이 다중전극의 경우 25mm, 병렬전극의 경우 16mm를 초과하고, 단지 2개의 전극만이 사용된 경우에는 전극을 직렬로 배치한 층분할 기법을 사용한다.

② 용접층의 두께는 제한이 없다.

③ 단일 또는 다중 전극 서브머지드 아크용접을 하는 그루브용접부와 필릿용접부의 루트패스에는 병렬, 또는 다중전극의 GMAW를 적용할 수 있다.

④ 다중전극을 사용한 서브머지드 아크용접을 수행할 때 예열 및 층간 온도는 이 기준의 3.4의 해당 요건에 따른다. 그러나 단일패스 그루브용접 및 필릿용접에 대해서 공사감독자가 승인한 경우 KS B 0811에 따른 열영향부의 경도 HV10의 값을 모재 인장강도 415MPa 미만인 강재는 225 미만, 인장강도 415MPa 이상 475MPa 이하인 강재는 270 미만으로 감소시킬 수 있다면, 이 경우의 모재와 입열량의 조합에 대한 예열 및 층간 온도를 용접시공에 적용할 수 있다.

⑤ 위 ④에서 열영향부의 경도시험이 요구되는 경우 초기에는 매크로시험편에서 수행한다. 용접작업 진행 되면 부재의 표면을 평평하게 갈아내고 시험을 실시한다. 열영향부의 경도시험은 부재의 그루브용접부 또는 필릿용접부 길이 15m 당 모재가 두꺼운 곳 중 최소한 한 곳에 대해 시행하며, 공사감독자가 만족하는 수준으로 용접절차가 수립된 후에는 경도시험을 하지 않아도 된다.

7. 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)

1) 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)에 관한 일반사항

① 용접와이어는 건조하고 사용에 적합한 상태로 관리되어야 한다.

② 용접와이어의 최대직경은 아래보기자세 및 수평자세의 경우 4.0 mm, 수직자세의 경우 2.4 mm, 위보기 자세의 경우 2.0 mm로 한다.

2) 용접층 두께

① 단일패스로 이루어진 필릿용접부의 최대 용접 목두께는 아래보기자세 및 수직자세의 경우 12 mm, 수평자세의 경우 10 mm, 위보기자세의 경우 8 mm로 한다.

② 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접의 루트와 표면층을 제외한 그루브용접부에서 한 용접층의 두께는 6 mm를 초과하지 않도록 한다. 루트간격이 12 mm 이상일 경우에는 다중패스의 분할층(split-layer) 기법을 사용한다. 모든 용접자세의 가스메탈아크용접과 수직자세를 제외한 플럭스코어드아크용접 용접층의 폭이 16 mm를 초과할 경우와 수직자세의 플럭스코어드아크용접 용접층의 폭이 25 mm를 초과할 경우에도 다중패스 용접의 분할층 기법을 사용한다.

3) 용접절차

① 용접전류, 아크전압, 가스유동, 용접봉의 끝단에서 모재로 용착되어지는 금속의 이행형식, 용접속도는 각 용접패스가 인접한 모재와 용착금속에 완전히 융합되고, 오버랩이나 과도한 기공 또는 언더컷이 없도록 선정되어야 한다.

② 수직용접자세로 용접할 경우 용접의 진행 방향은 상향으로 한다. 다만, 공사감독자의 승인을 받은 시험에 의해 용접의 하향진행을 인증 받은 경우에 한하여 하향진행을 할 수 있다.

③ 받침을 사용하지 않는 완전용입그루브용접인 경우, 앞면의 용접을 수행한 후 뒷면에서 용접을 시작하기 전에 가우징이나 치핑 또는 기타의 방법으로 결함이 있거나 형상이 좋지 못한 부분이 모두 제거될 때까지 루트부의 용접금속을 제거해야 한다.

④ 가스메탈아크용접 또는 보호가스를 사용하는 플럭스코어드아크용접은 바람이 심한 곳에서는 적당한 보호막을 설치하여 용접해야 한다. 이와 같은 보호막은 용접부 주변의 최대 풍속을 2.7 m/s까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

⑤ 단락이행 가스메탈아크용접은 공사감독자의 서면 승인이 없는 경우 교량 부재의 제작에 사용할 수 없다.

8. 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)

1) 일렉트로슬래그용접(ESW) 및 일렉트로가스용접(EGW)에 관한 일반사항

① 일렉트로슬래그용접 및 일렉트로가스용접은 열처리(Quenched and Tempered) 강의 용접이나 인장응력 또는 반복응력을 받는 부재의 용접에 사용해서는 안 된다.

② 일렉트로가스용접에 쓰이는 보호가스는 용접의 등급과 같은 것이어야 하며, 용접절차서의 모든 요구조건을 만족시켜야 한다. 용접현장에서 혼합할 경우에는 적절한 측정 장치를 사용하여 가스를 배합시키도록 한다. 가스비율은 용접절차서의 요건에 준한다.

③ 사용 용접봉의 종류와 지름은 용접절차서의 요구조건에 준한다.

2) 용접절차

① 용접은 시작점에서 출발하기 전에 연결부의 그루브 면에 용접금속을 완전 용융시키기 위해 필요한 열이 충분히 축적될 수 있는 방식으로 시작되어야 한다.

② 이 용접방법은 입열량이 크므로 일반적으로 예열이 필요하지 않다. 그러나 용접 시 모재의 온도가 0℃ 미만일 경우에는 용접을 해서는 안 된다. 시작점의 용접품질 개선을 위하여 용접절차서에 따른 예열이 요구될 수 있다.

③ 슬래그나 용융된 용접금속이 응고되기 시작할 정도의 기간 동안 용접을 중단한 경우에는 용접 재시작부 양측 최소 150 mm 이상에서 초음파 탐상검사와 방사선 투과검사(가능한 용접부의 경우)에 의해 용접부의 건전성이 확인된다면 용접을 재시작 할 수 있다. 이러한 모든 재시작부의 위치는 기록되어 공사감독자에게 보고되어야 한다.

④ 고온균열이 생기지 않도록 구속응력, 모재성분, 응고 시의 결정입자 발달 방향에 주의하여야 한다.

⑤ 보호가스를 사용하는 일렉트로가스용접은 풍속이 2.7 m/s 이상일 경우 용접을 해서는 안 된다. 부득이 용접을 실시할 경우에는 용접부 주변의 최대풍속을 2.7 m/s 이하까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

⑥ 주부재의 모든 맞대기 그루브용접은 용접검사 규정에 따라 방사선 투과시험을 실시해야 하며 용접부의 결함은 표 3.12-1에 의하여 교정해야 한다.

9. 플러그 및 슬롯 용접

1) 플러그 및 슬롯 용접에 관한 일반사항

① 플러그용접은 피복아크용접, 가스메탈아크용접 및 플럭스코어드아크용접에 의하여 시행한다.

2) 용접절차

① 아래보기자세 용접 시에는 연결부 루트를 따라 용착시키고 홀의 중심을 향하여 원주방향으로 용착시켜 루트와 바닥에서부터 용접금속 층이 융합되고 쌓여서 요구되는 높이로 홀을 채우도록 반복해야 한다. 용접이 완료될 때까지 용착된 부위의 슬래그는 용융상태로 유지시켜야 하되, 아크가 중단되거나 슬래그가 냉각되면 슬래그를 완전히 제거한 후 재용접해야 한다.

② 수직자세로 용접할 경우 구멍의 아래쪽 루트에서 시작해서 위를 향하여 용접하되, 구멍의 내측 강판 면에서 구멍 주변 쪽으로 실시한다. 아크는 구멍의 윗부분에서 끝내고 슬래그를 완전히 제거한 후 구멍의 반대편에서 다시 용접을 시작한다.

③ 위보기자세 용접 시에는 아래보기자세에 준하여 시행하되 슬래그는 각 용접층 용착 후 냉각시켜서 완전히 제거한다.

④ 슬롯 용접은 위의 (3)을 적용하는 슬롯의 길이가 용접폭의 3배 이상, 또는 슬롯이 부재의 단부까지 연장된 경우를 제외하고는 플러그 용접과 동일한 방법으로 시행한다.

⑤ 플러그 용접이나 슬롯 용접을 앞서 용착한 용접비드 위에 용융된 슬래그를 뚫고 계속하고자 할 때 단속아크, 과대한 스패터, 과대한 가스를 동반한 슬래그 끓음 등 용융 불연속이 형성되어 있는 동안 나타나는 상태의 징후는 아크와 슬래그 커버를 보면 알 수 있다. 이러한 용접 흠이 발생할 경우에는 용접을 중단하고 슬래그를 냉각시킨 후 슬래그나 용접 층을 완전히 제거하고 재용접한다.

10. 용접검사

1) 용접검사의 종류 및 범위

① 용접의 육안검사 및 비파괴시험은 구조물의 중요도 및 용접의 종류 등에 따라 결정하되 비파괴시험 관련 절차서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아 시행한다.

② 모든 용접은 전 길이에 대해 육안검사를 수행한다. 표면 결함이 발견된 경우에는 필요에 따라 침투탐상시험(PT: penertrating test) 또는 자분탐상시험(MT: magnetic particle examination) 등을 수행할 수 있다.

③ 설계도서에 별도로 명시되어 있지 않는 한 품질관리 구분 '가'의 경우에는 용접부에 대한 비파괴시험이 요구되지 않으며, 품질관리 구분 '나', '다', '라'의 경우에는 비파괴시험을 수행해야 한다.

④ 비파괴시험의 범위는 표 3.11-1과 같으며, 강도로교 및 강철도교에 대해서는 '3.11.4 강도로교 및 강철도교 비파괴시험'을 적용한다.

표 3.11-1 비파괴시험의 범위

용접부 종류[1]	품질관리 구분				시험 방법
	가	나	다	라	
인장응력을 받는 완전용입 또는 부분용입 횡방향 맞대기 용접부	해당 없음.	10%	20%	100%	RT[2], PAUT,UT
완전용입 또는 부분용입 횡방향 맞대기 용접부 - 십자이음부 - T-이음부	해당 없음.	 10% 5%	 20% 10%	 100% 50%	UT
인장 또는 전단을 받는 횡방향 필릿용접부 - a 〉 12 mm or t 〉 20 mm - a ≤ 12 mm and t ≤ 20 mm	해당 없음.	 5% 0%	 10% 5%	 20% 10%	MT
종방향 용접과 보강재 용접부	해당 없음.	0%	5%	10%	MT

주 1) 이 표에서 종방향 용접은 부재의 축방향과 평행인 용접이며, 그 이외의 경우에는 횡방향 용접으로 간주한다. 또한 a는 용접의 목두께이며, t는 모재의 두께 (mm)

주 2) RT는 원자력분야에 사용할 수 없다.

2) 육안검사

① 검사범위

모든 용접부는 육안검사를 실시한다. 용접비드 및 그 근방에서는 어떤 경우도 균열이 있어서는 안 된다.

② 용접균열의 검사

균열검사는 육안으로 하되, 특히 의심이 있을 때에는 자분탐상법 또는 침투탐상법으로 실시해야 한다.

③ 용접비드 표면의 피트

주요 부재의 맞대기이음 및 단면을 구성하는 T 이음, 모서리 이음에 관해서는 비드 표면에 피트가 있어서는 안 된다. 기타의 필릿용접 또는 부분용입 그루브용접에 관해서는 한 이음에 대해 3개 또는 이음길이 1 m에 대해 3개까지 허용한다. 다만 피트 크기가 1mm 이하일 경우에는 3개를 한 개로 본다.

④ 용접비드 표면의 요철

비드길이 25mm 범위에서의 고저차로 나타내는 비드 표면의 요철은 다음 표 3.11-2의 값을 초과해서는 안 된다.

표 3.11-2 용접비드 표면의 요철 허용값

(단위 : mm)

품질관리 구분	가	나	다	라
요철 허용 값	해당 없음.	4	4	3

⑤ 언더컷

언더컷의 깊이는 표 3.11-3의 값을 초과해서는 안 된다.

표 3.11-3 언더컷의 깊이의 허용값

(단위 : mm)

언더컷의 위치	품질관리 구분			
	가	나	다	라
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 직교하는 비드의 지단부	해당 없음.	0.5	0.5	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 평행하는 비드의 지단부	해당 없음.	1.0	0.8	0.5
2차부재의 비드 지단부	해당 없음.	1.0	1.0	1.0

⑥ 오버랩

오버랩이 있어서는 안 된다.

⑦ 필릿용접의 크기

필릿용접의 다리길이 및 목두께는 지정된 치수보다 작아서는 안 된다. 그러나 한 용접선 양끝의 각각 50 mm를 제외한 부분에서는 용접길이의 10%까지의 범위에서 -1.0 mm의 오차를 인정한다.

3) 비파괴시험

① 비파괴시험은 육안검사에 합격한 용접부에 실시한다. 일반적으로 용접 후 표 3.11-4에 명시된 최소 지체시간이 경과한 이후에 실시한다.

표 3.11-4 비파괴시험의 용접 후 최소 지체시간

용접 목두께 (mm)	용접 입열량 (J/mm)	지체시간 (시간, h)[1]	
		인장강도 (MPa)	
		420 이하	420 초과
a ≤ 6	모든 경우	냉각시간	24
6 〈 a ≤ 12	3000 이하	8	24
	3000 초과	16	40
12 ≤ a	3000 이하	16	40
	3000 초과	40	48

주 1) 여기서 지체시간은 용접완료 후부터 비파괴시험 시작 때까지의 시간을 뜻함

② 침투탐상시험(PT) 및 자분탐상검사(MT)
침투탐상 검사 및 자분탐상 검사는 각각 KS B 0816과 KS D 0213에 따른다. 합격기준은 육안검사기준과 동일하게 적용한다.

③ 방사선투과시험
방사선투과시험의 합격기준은 KS B 0845에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 표 3.11-5에 준한다.

④ 자동초음파탐상검사(PAUT)와 초음파탐상검사(UT)
자동초음파탐상검사(PAUT)와 초음파탐상검사(UT)의 합격기준은 KS B 0896에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 표 3.11-5에 준한다.

표 3.11-5 방사선투과검사, 자동 및 수동 초음파탐상검사의 합격기준

품질관리 구분 및 응력 종류	합격 등급
품질관리 구분 '가'	해당 없음.
품질관리 구분 '나'	3류 이상
품질관리 구분 '다'	2류 이상
품질관리 구분 '라'	2류 이상
강도로교 및 강철도교 (3.11.4 참조) - 인장 및 교번응력이 작용하는 용접부 - 압축 및 전단응력이 작용하는 용접부	 2류 이상 3류 이상

11. 결함부의 보수

1) 결함 종류 및 보수방법

① 용접결함부의 종류 및 보수방법은 표 3.12-1에 표시한 요령으로 한다.

② 표 3.12-1에 표시된 것 이외의 용접부 결함 보수방법 및 보수 허용 규정치는 사전에 절차서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.

표 3.12-1 용접결함부의 보수

순번	결함의 종류	보수 방법
1	강재의 표면상처로 그 범위가 분명한 것	덧살용접 후, 그라인더 마무리, 용접 비드는 길이 40 mm 이상으로 한다.
2	강재의 표면상처로서 그 범위가 불분명 한 것	정이나, 아크에어가우징에 의하여 불량 부분을 제거하고, 덧살용접을 한 후 그라인더로 마무리한다.
3	강재 끝 면의 층상 균열	판 두께의 1/4 정도 깊이로 가우징을 하고, 덧살용접을 한 후, 그라인더로 마무리 한다.
4	아크 스트라이크	모재표면에 오목부가 생긴 곳은 덧살용접을 한 후 그라인더로 마무리 한다. 작은 흔적이 있는 정도의 것은 그라인더 마무리만으로 좋다, 용접비드의 길이는 이 표 3.1-1의 경우와 같다.
5	가용접	용접비드는 정 또는 아크에어스커핑법으로 제거한다. 모재에 언더컷이 있을 때에는 덧살용접 후, 그라인더로 마무리한다. 용접비드의 길이는 이 표의 경우와 같다.
6	용접 균열	균열부분을 완전히 제거하고 발생원인을 규명하여 그 결과에 따라 재용접을 한다.
7	용접비드 표면의 피트, 오버랩	아크에어가우징으로 결함 부분을 제거하고 재용접 한다. 용접비드의 최소길이는 40 mm로 한다.
8	용접비드 표면의 요철	그라인더로 마무리 한다.
9	언더컷	비드 용접한 후 그라인더로 마무리 한다. 용접비드의 길이는 40 mm 이상으로 한다.
10	스터드용접의 결함	굽힘실험으로 파손된 용접부 또는 결함이 모재에 파급되어 있는 경우에는 모재면을 보수용접한 후 갈아서 마감하고 재용접한다.

2) 용접 더돋기와 마무리

① 그루브용접

• 설계에서 마무리를 지정하지 않은 그루브용접을 하는 경우에는 표 3.12-2에 표시한 범위 내의 더돋기는 용접한 대로 두어도 좋다. 다만 더돋기가 표 3.12-2의 값을 초과 할 때에는 비드 형상의 끝부분(지단)을 매끄럽게 마무리해야 한다.

표 3.12-2 그루브용접의 더돋기 허용값 (mm)

품질관리 구분 / 비드폭(B)	가	나	다	라
B<15	해당 없음.	5	5	3
15≤B<25	해당 없음.	6	6	4
B≥25	해당 없음.	0.24B	0.24B	0.16B

② 필릿용접

• 한 용접선 양끝의 각 50 mm 이외의 부분에서 용접길이의 10%까지 -1 mm의 차를 허용하나 비드 형상이 불량한 경우에는 결함보수 기준에 따라 덧살용접으로 보수한다.

12. 변형교정

1) 강재의 표면온도

① 용접에 의해서 생긴 부재의 변형은 프레스나 가스화염 가열법 등에 의하여 교정할 수 있다. 가스화염 가열법에 의해 교정을 실시하는 경우의 강재 표면온도 및 냉각법은 표 3.13-1에 의한다.

표 3.13-1 가스화염법에 의한 선상가열시의 강재 표면온도 및 냉각법

강재		강재 표면온도	냉각법
조질강(Q)		750 ℃이하	공냉 또는 공냉 후 600 ℃이하에서 수냉
열가공제어강 (TMC, HSB)	Ceq>0.38	900 ℃이하	공냉 또는 공냉 후 500 ℃이하에서 수냉
	Ceq≤0.38	900 ℃이하	가열 직후 수냉 또는 공냉
기타강재		900 ℃이하	적열상태에서의 수냉은 피한다.

2) 교정방법의 승인

① 본 규정 이외의 비틀림 제어 및 수축에 따른 변형교정은 교정방법과 절차서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아 시행한다.

3) 응력제거 열처리

① 계약도면이나 특별시방서에서 요구될 때에, 용접 구조물에 대해서는 열처리에 의해 응력을 제거시켜야 하되, 열처리대상 및 범위는 승인된 열처리계획서에 준하여 시행해야 한다. 다만 용접 후 기계가공이 필요시에는 응력제거 후에 기계가공을 수행해야 한다.

② 응력제거 열처리는 다음 조건에 준하여 실시해야 한다.

- 용접된 조립품(부재)을 열처리로에 투입할 때 노의 내부 온도가 315 ℃를 초과해서는 안 된다.
- 315℃ 이상에서의 가열비(℃/hr)는 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25 mm당 1시간에 220 ℃를 초과해서는 안 된다. 또한 어떠한 경우도 단위 시간당의 가열온도가 220℃를 초과해서는 안 된다. 가열 중에 가열시키는 부재의 전 부위의 온도편차는 5 m 길이 이내에서 140 ℃ 이하가 되도록 해야 한다.
- 열처리 고장력강이 최대온도 600 ℃에 도달된 후 또는 다른 강재가 평균온도범위 590℃와 650 ℃ 사이에 도달된 후에는, 용접두께에 따라 표 3.14-1의 규정시간 이상 동안 조립품의 온도를 유지시켜야 한다. 응력제거가 치수안정을 목적으로 하는 경우, 유지시간은 두꺼운 쪽의 부재를 기준으로 하여 표 3.14-1에 기록된 시간 이상으로 유지시켜야 한다. 또한 유지시간 동안 가열된 부재의 전 부분에 걸쳐서 최고온도와 최저온도 차이가 80℃ 이상이 되어서는 안 된다.

표 3.14-1 최소 유지시간

두께 6.0 mm 이하	두께 6.0 mm 초과 ~50 mm 이하	두께 50 mm 초과
15분	1시간/25 mm	2시간+50 mm를 초과하는 두께에 대해서 25 mm당 15분 추가

- 315 ℃ 이상에서의 냉각비(℃/hr)는 밀폐된 노(爐) 또는 용기 내에서 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25 mm당 1시간에 315 ℃ 이하가 되어야 하며, 어떠한 경우에도 단위시간당 냉각온도가 260 ℃를 초과해서는 안 된다. 또, 315 ℃ 미만에서는 조립품을 공냉 시킬 수 있다.
- 다른 방법으로 위의 (2)에 기술한 온도까지 후열처리 시키는 것이 비현실적인 경우 용접시킨 조립품은 표 3.14-2에 준하여 더 긴 시간동안 더 낮은 온도에서 응력을 제거시킬 수도 있다.

표 3.14-2 응력제거 열처리의 다른 방법

최소규정온도 이하의 온도감소(℃)	온도 감소시의 최소 지속시간 (두께 25 mm당 최소 유지시간(hr))
30	2
60	3
90	5
120	10

4) 고리 및 가설용 공구 붙이기

① 운반 및 가설 등에 쓰이는 고리, 공구 등을 붙일 때의 용접은 원칙적으로 공장 내에서 수행하고 그 조건은 공장용접과 동등 이상인 것이어야 한다.

② 고리 및 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함을 남기지 않도록 주의하여 시행한다.

라. 용융아연도금

(1) 일반사항

1. 적용범위

① 이 기준은 강구조물의 용융아연도금에 적용한다.

2. 참고기준

① KCS 14 31 05(1.2)에 따른다.

3. 용어의 정의

① KCS 14 31 05(1.3)에 따른다.

4. 용융아연도금의 종류와 품질

① KS D 8308에 규정되어 있는 용융아연도금 종류는 부착량 및 황산동시험 횟수에 따라 표 1.1-1과 같은 분류하며 용융아연도금 시험 방법은 KS D 0201에 따르고 도금의 부착량과 황산동시험 횟수는 표 1.1-2에 따른다.

표 1.1-1 용융아연도금의 종류(KS D 8308)

종류		기호
1종	A	HDZ A
	B	HDZ B
2종	35	HDZ 35
	40	HDZ 40
	45	HDZ 45
	50	HDZ 50
	55	HDZ 55
	61	HDZ 61

표 1.1-2 도금의 부착량과 황산동 시험 횟수 품질

종류	기호	부착량 g/m^2	황산동 시험 횟수	적용 예[2)]
1종	HDZ A	-	4회	두께 5 mm 이하의 강재, 강제품, 강관류, 지금 12 mm 이상의 볼트·너트 및 두께 2.3 mm를 초과하는 와셔류
	HDZ B	-	5회	두께 5 mm를 초과하는 강재, 강제품, 강관류 단조품류
2종	HDZ 35	350이상	-	두께 1 mm 이상 2 mm 이하의 강재, 강제품, 지름 12 mm 이상의 볼트, 너트 및 두께 2.3 mm를 초과하는 와셔류
	HDZ 40	400이상	-	두께 2 mm 초과 3 mm 이하 강재, 강제품 주 단조품류
	HDZ 45	450이상	-	두께 3 mm 초과 5 mm 이하 강재, 강제품 주 단조품류
	HDZ 50	500이상	-	두께 5 mm를 초과하는 강재, 강제품 주 단조품류

종류	기호	부착량 g/m^2	황산동 시험 횟수	적용 예[2)]
2종	HDZ 55[1)]	550이상	-	가혹한 부식환경하에서 사용되는 강재, 강제품 주 단조품류
	HDZ 61	610이상	-	가혹한 부식 환경하에서 사용되는 두께 5mm 이상의 강재, 강제품 및 주 단조품류

주 1) HDZ 55의 도금이 요구되는 것은 소지의 두께 3.2 mm 이상의 것이어야 한다. 3.2 mm 미만의 경우에는 사전에 당사자 사이의 협의에 따른다.

2) 표의 '적용 예'에 표시한 두께 및 지름은 호칭 치수에 따른다.

5. 용융아연도금의 공정

1) 강구조물에 도금을 하는 작업은 KS D 9521에 따른다. 용융 아연 도금의 작업 공정은 일반적으로 도금 소재 표면의 녹, 밀 스케일, 유지, 도료 등을 제거하는 전처리 공정, 용융한 아연 안에 도금 소재를 침지해 표면에 아연 피막을 형성시키는 도금 공정, 도금된 제품을 품질확보를 위한 교정, 시험검사 보수 등의 마무리 공정이 있다.

(2) 자재

① 용융아연을 도금의 재료로 한다.

(3) 시공

1. 아연도금면의 바탕만들기

1) 표면의 유지분을 용제로 닦아주어야 하며, 오래 노출된 표면에는 백색의 아연염이 생성되어 있으므로 비눗물로 제거하거나 다시 깨끗한 물로 세척해야 한다. 또 2~3% 염산으로 세정해도 좋고 인산염 피막처리(화학처리)를 하면 밀착이 우수하다.

2) 공정

① 아연도금면의 바탕만들기의 공법은 소재의 종류, 면의 형상, 사용부분, 녹막이 처리에 따라 표 3.1-1의 3종으로 한다.

표 3.1-1 아연도금면 바탕만들기 공정

종별	공정		내용	면처리	건조 시간	도료량 (kg/m2)
A종 금속바탕처리용 프라이머 도장	1	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		
	2	녹 방지 도장	금속바탕용 프라이머	1회 붓도장	2시간내	0.02
B종 황산아연처리	1	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		
	2	화학처리	황산아연 5% 수용액	1회 붓도장	5시간 정도	0.05
	3	물씻기		물씻기	2시간 정도	
C종 옥외노출 풍화처리	1	방치		옥외 풍우에 노출방지	1개월 이상	
	2	오염, 부착물 제거		오염, 부착물을 와이어 브러시 등으로 제거		

3) 공법

① 바탕면 만들기는 바탕재의 설치 후에 하여도 무방하다.

② 오염, 부착물은 와이어 브러시, 내수연마지 등으로 제거한다.

③ 금속바탕처리용 프라이머는 도장번호에 규정하는 금속바탕처리용 프라이머를 붓으로 고르게 1회 도장한다.

④ 황산아연처리를 할 때에는 약 5%의 황산아연 수용액을 1회 도장하고, 약 5시간 정도 풍화시킨다.

⑤ 화학처리를 하지 아니할 때에는 옥외에서 1~3개월 노출시켜 바탕을 풍화시킨다. 도장 직전, 표면에 발생한 산화아연을 연마지 F60 ~ F80 또는 와이어 브러시로 완전히 제거하고 동시에 부착물을 청소한다.

2. 용융아연도금 작업

① 용융아연도금은 연결부재의 판두께 차이, 잔류응력과 침적중의 열응력 등을 고려해야 한다.

② 부재 용접선의 교차부는 용접 터짐과 아연도금의 쏠림을 고려해야 한다.

1) 전처리 공정

① 소재 표면의 산화물은 기계적 또는 화학적 방법으로 제거해야 하고, 유류 기타의 오물이 부착되어 있을 때에는, 알칼리 세척액 또는 유기용제를 사용하여 처리한다.

2) 아연도금공정

① 도금온도

아연도금의 온도는 440 ℃ ~ 470 ℃를 유지하도록 해야하고 도금 피막두께를 균질하게 하며 드로스(dross, 아연과 철의 금속간 화합)와 산화아연이 유착되거나, 발생되지 않도록 해야 한다.

② 침적속도와 시간

아연도금의 균질한 부착량 확보 및 부재의 건전성을 유지할 수 있도록 부재형상 및 두께 등을 고려하여 적절한 침적 속도와 시간을 유지하도록 한다.

③ 아연도금의 균질한 두께 확보

아연욕을 마친 부재를 들어 올릴 때에는 과부착, 아연쏠림 또는 부적절한 응고가 발생하지 않도록 형상 및 두께 등을 고려하여 적절한 작업속도를 유지하도록 한다.

④ 냉각

부재의 형상 및 크기를 고려하여 냉각 시에 발생되는 변형을 방지해야 한다.

3. 도금 후의 교정, 시험, 검사 및 보수

1) 교정

① 아연도금에 의해 부재에 변형이 발생할 수 있으나 열 교정은 원칙적으로 금한다. 다만 교정이 필요한 경우에는 공사감독자와의 합의에 따라 프렛, 롤러, 잭을 사용한 교정을 할 수 있다.

2) 시험

① 시험편의 채취방법

동일 재질의 소재를 동일조건으로 도금한 것으로부터 로트를 형성하고, 그 로트를 대표하는 시료를 샘플링한다. 샘플링한 시료에서 시험편을 채취한다. 조립된 제품 등에서 시험편을 절취할 수 없는 경우에는, 사용된 것과 같은 재료에서 시료를 채취하여 몸체와 동시에 도금한 것을 시험편으로 한다. 시험편의 수 및 샘플링 방식은 당사자 사이의 협정에 따른다.

② 부착량 시험은 KS D 0201의 부착량 시험 방법에 따른다.

③ 황산동 시험은 KS D 0201의 황산동 시험 방법에 따른다.

④ 밀착성 시험은 KS D 0201의 밀착성 시험 방법에 따른다.

3) 검사

① 아연도금 2종에 대한 부착량 시험은 표 1.1-2에 따라 실시하나, 밀착성 시험과 황산동 시험은 의무화 되어있지 않다. 다만 특기 시방서에서 정하면 이에 따른다.

② 외관검사는 도금불량, 흠집, 터짐과 마찰면, 개선면 도금 등은 유해한 결함이 없도록 표 3.3-1을 참고로 실시한다.

표 3.3-1 검사항목 및 적부심사 기준

항목		검사대상	적부심사 기준
외관검사	도금불량	전부재	직경 2 mm 홈과 도금되지 않은 부분
	흠집		유해한 흠집
	마찰면의 응고		마찰면 흘림, 부적절한 응고는 부적합
	개선면		개선면과 용접부 인접 100 mm에서의 아연도금은 부적합
	터짐		부적합

마. 콘크리트 공사

1. 적용범위

1) 이 기준은 콘크리트 구조물의 재료와 시공에 관한 전반적이고 기본적인 사항을 규정하며, 콘크리트 구조물의 시공은 이 시공기준의 규정을 따른다.
2) 다만, 개개 구조물의 시공은 해당 구조물의 특성을 고려하여 그 구조물의 시공에 적절한 것으로 인정되는 사항에 한하여 이 기준을 따르지 않을 수 있다.
3) 발주자는 공사를 발주할 때 이 시공기준의 규정을 기준으로 당해 공사에 적합한 공사시방서를 작성하여 적용하도록 한다.
4) 발주자는 공사시방서를 작성할 때 이 시공기준의 규정만으로 실제의 시공조건을 충족시키지 못할 경우에는 다른 시공기준의 규정에 따르거나 특별한 기준을 적용할 수 있다.

2. 콘크리트공사 일반

1) 콘크리트 구조물을 시공할 때는 콘크리트에 관한 충분한 지식과 경험을 가진 책임기술자가 현장에 상주하여야 한다.
2) 콘크리트 공사를 시행하기에 앞서 환경에 대한 부하, 환경 성능, 녹색성장에 대한 공사요건을 검토하고 구조물의 설계에 기초하여 시공계획을 수립하여야 한다. 녹색건축물이나 이와 유사한 친환경성이 요구되는 구조물은 부록2의 친환경 콘크리트 공사를 따르는 것을 원칙으로 한다.
3) 책임기술자는 공사가 종료된 후에 원칙적으로 공사기록 등에 의해 시공이 적절히 실시되었다는 관련 서류를 작성하여 보관하여야 한다.

3. 품질 확보

1) 콘크리트 공사를 수행할 때에는 이 시공기준에서 요구하는 품질 확보를 위하여 품질관리계획과 품질시험계획을 수립하고 이에 따라 품질시험 및 검사를 실시하여야 한다.
2) 콘크리트 품질확보를 위하여 콘크리트 품질 기술자는 부록1의 품질확보절차에 따라 품질시험 및 검사업무를 성실하게 수행하여야 한다.

3) 책임기술자는 설계도면과 시방서에 따라 콘크리트의 품질 확보를 위하여 아래 사항을 기록, 보관하여야 한다.
① 콘크리트 재료의 품질, 배합 및 강도
② 거푸집과 동바리의 설치와 제거, 그리고 동바리의 재설치
③ 철근의 배치
④ 콘크리트의 비비기, 치기, 양생
⑤ 공사 전반의 진행상황

바. 거푸집 및 동바리

1. 적용범위

1) 이 기준의 거푸집 및 동바리 공사는 거푸집 및 동바리의 설계, 제료, 조립 및 해체에 있어서 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

2. 관련기준

- 가설공사표준시방서(2016) 제4장 거푸집 및 동바리
- KS F 3110 콘크리트용 거푸집용 합판
- KS F 8006 강제 틀 합판 거푸집
- KS F 8023 거푸집 긴결재

3. 거푸집 및 동바리 일반

1) 거푸집 및 동바리는 필요한 강도와 강성을 가지고 있어야 하며, 구조물이 완성된 후 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보되어 콘크리트 구조물이 소요 성능을 만족하도록 설계, 시공한다.
2) 거푸집 및 동바리는 콘크리트 구조물의 콘크리트 타설 공정, 거푸집 및 동바리의 설치 및 해체 등의 시공계획서에 따라 설계도를 작성하고 이에 의거하여 시공함을 원칙으로 한다.
3) 거푸집 및 동바리에 사용하는 재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성, 콘크리트의 품질에 대한 영향 및 경제성, 안전성을 고려하여 선정한다.
4) 거푸집 및 동바리 공사는 공사의 중요성, 요구되는 성능, 재료와 공법, 시공설비와 시공기계, 노무, 관리체계 등을 종합적으로 검토하여 계획한다.

4. 거푸집 설계

1) 거푸집은 그 형상 및 위치가 정확히 유지되도록 설계한다.
2) 거푸집은 콘크리트 표면 및 인접한 재료에 손상을 주지 않고 조립 및 해체가 용이해야 하며, 거푸집널 또는 패널의 이음은 가능한 한 부재 축에 직각 또는 평행으로 하고, 모르타르가 새어나오지 않는 구조로 한다.
3) 특별히 지정하지 않은 경우라도 콘크리트의 모서리는 모따기가 될 수 있는 구조로 한다.
4) 필요한 경우에는 거푸집의 청소, 검사 및 콘크리트 타설에 편리하도록 적당한 위치에 일시적인 개구부를 만들어야 한다.
5) 거푸집은 콘크리트 시공시의 하중, 콘크리트의 측압, 부어넣을 때의 진동 및 충격 등에 견디도록 설계한다.
6) 구조물의 거푸집에 대해서 책임기술자가 요구하는 경우 구조설계도서를 제출하여 승인을 받아야 한다.
7) 거푸집 공사는 전체공사의 공정을 좌우하므로 공기나 시공성, 경제성, 안전성을 고려하여 재료와 공법의 선정, 공정관리 체계를 수립하여야 하고, 이를 설계도, 시방서, 계약서 등에 반영하여야 한다.
8) 거푸집 재료의 전용은 공사의 경제성에 큰 영향을 미치므로 거푸집 공사의 합리화와 전용의 효율화를 고려하여야 한다.

5. 거푸집 및 동바리 구조계산

1) 거푸집 및 동바리는 구조물의 종류, 규모, 중요도, 시공 조건 및 환경조건 등을 고려하여 연직하중, 수평하중 및 콘크리트의 측압 등에 대해 설계해야 하며, 동바리의 설계는 강도뿐만이 아니라 변형 등 안전성을 고려한다.
2) 연직하중은 고정하중 및 공사 중 발생하는 활하중으로 다음의 값을 적용한다.
   ① 고정하중은 철근콘크리트와 거푸집의 중량을 고려하여 합한 하중이며, 콘크리트의 단위 중량은 철근의 중량을 포함하여 보통 콘크리트 24 kN/㎥, 제1종 경량골재 콘크리트 20 kN/㎥ 그리고 2종 경량골재 콘크리트 17 kN/㎥을 적용하여야 한다. 거푸집 하중은 최소 0.4 kN/㎡ 이상을 적용하며, 특수 거푸집의 경우에는 그 실제의 중량을 적용하여 설계한다.
   ② 활하중은 구조물의 수평투영면적(연직방향으로 투영시킨 수평면적)당 최소 2.5 kN/㎡ 이상으로 하여야 하며, 전동식 카트 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우에는 3.75 kN/㎡의 활하중을 고려하여 설계한다. 단, 콘크리트 분배기 등의 특수 장비를 이용할 경우에는 실제 장비하중을 적용하고, 거푸집 및 동바리에 대한 안전 여부를 확인한다.
   ③ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브두께에 관계없이 최소 5.0 kN/㎡ 이상, 전동식 카트를 사용할 경우에는 최소 6.25 kN/㎡ 이상을 고려하여 거푸집 및 동바리를 설계한다.

3) 거푸집 설계에서는 굳지 않은 콘크리트의 측압을 고려하여야 한다.

① 콘크리트의 측압은 사용재료, 배합, 타설 속도, 타설 높이, 다짐 방법 및 타설할 때의 콘크리트 온도, 사용하는 혼화제의 종류, 부재의 단면 치수, 철근량 등에 의한 영향을 고려하여 산정한다.

② 일반 콘크리트용 측압은 아래 ③의 경우를 제외하고는 식 (1.6-1)에 의해 산정한다.

$$p = WH \qquad (1.6\text{-}1)$$

여기서, p : 콘크리트의 측압(kN/㎡)

W : 굳지 않은 콘크리트의 단위 중량(kN/㎥)

H : 콘크리트의 타설 높이(m)

③ 콘크리트 슬럼프가 175 mm 이하이고, 1.2 m 깊이 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설되는 기둥 및 벽체의 콘크리트의 측압은 다음 식으로 산정 할 수 있다. 다만, p 값은 최소 30 C_W 이상이고, 최대 WH 이하이다.

④ 기둥의 측압은 식 (1.6-2)에 의해 산정한다.

$$p = C_w C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \qquad (1.6\text{-}2)$$

여기서, C_W : 단위 중량 계수, 표 1.6-1

C_c : 화학첨가물 계수, 표 1.6-2

R : 콘크리트 타설 속도(m/h)

T : 타설되는 콘크리트의 온도(℃)

표 1.6-1 단위 중량 계수(C_w)

콘크리트 단위 중량 (kN/m3)	C_w
22.5 이하인 경우	$C_w = 0.5(1+\frac{W}{23})$ 다만, 0.8 이상이어야 한다.
22.5 ~ 24 인 경우	1.0
24 이상인 경우	$C_w = \frac{W}{23}$

표 1.6-2 화학첨가물 계수(C_c)

시멘트 종류 및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.0
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40 % 이하의 플라이 애시 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한 40 % 이하의 플라이 애시 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70 % 이상의 슬래그 또는 40 % 이상의 플라이 애시가 혼합된 시멘트	1.4

⑤ 벽체의 측압은 콘크리트 타설 속도에 따라 식 (1.6-3)과 식 (1.6-4)과 같이 구분한다.

㉠ 타설 속도가 2.1 m/h 이하이고, 타설 높이가 4.2 m 미만인 벽체

$$p = C_w C_c [7.2 + \frac{790R}{T+18}] \quad (1.6\text{-}3)$$

㉡ 타설 속도가 2.1 m/h 이하이면서 타설 높이가 4.2 m 초과하는 벽체 및 타설 속도가 (2.1 ~ 4.5) m/h인 모든 벽체

$$p = C_w C_c [7.2 + \frac{1,160 + 240R}{T+18}] \quad (1.6\text{-}4)$$

⑥ 재진동을 하거나 거푸집 진동기를 사용할 경우, 묽은 반죽의 콘크리트를 타설하는 경우 또는 응결이 지연되는 콘크리트를 사용할 경우에는 전문가의 권장 값에 따라 측압을 증가시킨다.

5) 목재 거푸집 및 수평부재는 등분포 하중이 작용하는 단순보로 검토한다.

6) 고정하중, 활하중, 수평하중, 풍하중 등 상기하중이 동시에 2개 이상 작용하는 하중조합을 고려하여 구조해석을 실시한다.

7) 2차원 또는 3차원 구조해석을 통한 전체좌굴에 대한 안전성을 검토한다. 단, 설치 높이가 5 m 이상인 동바리는 가능한 3차원 구조해석을 통해 구조적 안정성을 확보하여야 한다.

8) 조립도에 가새가 일부만 설치된 수직재의 좌굴검토 시 구조계산서의 수직재 유효좌굴길이를 단위부재로 적용한다.

9) 수직재의 좌굴검토 시 시험성적서와 설계기준 값 중 작은 값 이하로 설계한다.

10) 전단검토 시 형상계수(K)는 1.5(사각형단면), 4/3(원형단면), 1.0(각형 강관단면), 2.0(원형 강관단면)을 적용한다.

11) 구조계산서와 조립도 간의 단면규격 및 설치간격을 일치하도록 한다.

12) 조립도에 재질, 단면규격, 설치간격 및 이음방법 등을 명시한다.

13) 전체 평면도, X 및 Y방향 단면도, 상세도 등에 누락되지 않도록 한다.

14) 거푸집 및 동바리는 부재의 허용응력에 대한 설계하중으로 인한 응력의 비인 안전율을 고려하여 설계한다. 지주형식 동바리 중 단품 동바리는 3.0, 조립형 동바리는 2.5의 안전율을 적용하고, 보형식 동바리에 대하여는 안전율 2.0을 적용한다.

15) 설계 시 동바리 구조는 현장조건에 최대한 부합하는 연결조건과 받침조건을 적용하여야 한다. 시스템동바리의 경우 수직재와 수직재는 연속부재로, 수직재와 수평재, 수직재와 경사재, 수평재와 경사재는 활절(hinge)연결로, 받침의 경계조건은 활절(hinge)연결로 간주할 수 있다.

6. 자재

1) 거푸집널

① 거푸집널로 사용되는 합판은 KS F 3110의 규정에 적합하도록 한다.
② 금속제 거푸집널은 KS F 8006의 규정에 적합한 것으로 한다.
③ 알루미늄제, 플라스틱 패널 등은 KS D 3602의 규정에 적합하고 동등이상의 성능에 적합한 것으로 한다.
④ 흠집 및 옹이가 많은 거푸집과 합판의 접착 부분이 떨어져 구조적으로 약한 것은 사용할 수 없다.
⑤ 부러지거나 균열이 있는 거푸집의 띠장은 사용할 수 없다.
⑥ 제물치장 콘크리트용 거푸집널에 사용하는 합판은 내알칼리성이 우수한 재료로 표면처리된 것으로 한다.
⑦ 형상이 찌그러지거나 비틀림 등 변형이 있는 것은 교정한 다음 사용한다.
⑧ 금속제 거푸집의 표면에 녹이 많이 발생한 경우에는 쇠솔 또는 샌드페이퍼 등으로 제거하고 박리제를 엷게 칠하여 사용한다.
⑨ 거푸집널을 재사용하는 경우에는 콘크리트에 접하는 면을 깨끗이 청소하고 볼트용 구멍 또는 파손 부위를 수선한 후 사용한다.
⑩ 목재 거푸집널은 콘크리트의 경화 불량을 방지하기 위하여 직사광선에 노출되지 않도록 씌우개로 덮어둔다.
⑪ 재제한 목재를 거푸집널로 사용할 경우에는 콘크리트와 접하는 면은 대패질하여 사용한다.
⑫ 멍에 및 장선재는 거푸집널과 원활히 결합될 수 있는 재료나 결합방식을 고려하여 선정한다.

2) 기타재료

① 거푸집 긴결재는 KS F 8023에 적합하여야 하며, 내력시험에 의하여 제조업자가 허용인장력을 보증하는 것을 사용한다.
② 연결재는 다음 사항에 합당한 것을 선정하여 사용한다.
- 치수가 정확하고 충분한 강도가 있는 것
- 회수, 해체가 쉬운 것
- 조합 부품수가 적은 것

③ 박리제는 변색, 경화 지연, 경화 불량 등의 콘크리트 품질 및 표면 마감 재료의 부착에 유해한 영향을 끼치지 않는 것을 사용하며, 책임기술자의 승인을 받는다.
④ 간격재는 콘크리트에 유해한 영향이 없는 것으로 녹이 슬지 않고, 거푸집 간격유지와 철근의 위치고정에 적합하도록 한다.

7. 시공

1) 거푸집의 시공

① 거푸집은 유해한 누수가 없고, 용이하게 해체할 수 있으며, 해체 시 콘크리트에 손상을 주지 않는 것으로 한다.
② 거푸집은 시멘트 페이스트 또는 모르타르가 이음부분에서 새지 않도록 긴밀하게 조립한다.
③ 설비, 전기 등의 연관 공종과 관련되는 각종 개구부와 매설물은 미리 각 공종 기술자와 협의한다. 또한 콘크리트 시공 중에 움직이지 않도록 소요 위치에 견고하게 설치한다.
④ 거푸집 조립에 대한 허용오차는 완성된 콘크리트 구조물이 KCS 14 20 10 (3.5.5.3)에서 정한 허용오차 이내 이도록 시공한다.

2) 일반 거푸집

① 거푸집을 단단하게 조이는 조임재는 기성제품의 거푸집 긴결재, 볼트 또는 강봉을 사용한다. 거푸집을 제거한 후 콘크리트 표면에서 25 mm 이내에 있는 조임재는 구멍을 뚫어 제거하고, 이로 인하여 콘크리트 표면에 생기는 구멍은 고품질 모르타르로 메운다.
② 거푸집을 해체한 콘크리트의 면이 거칠게 마무리된 경우, 구멍 및 기타 결함이 있는 부위는 땜질하고, 6 mm 이상의 돌기물은 제거한다.
③ 거푸집 시공의 허용오차는 구조물의 허용오차가 보장되도록 하여야 하며 책임기술자의 승인을 받아야 받는다.
④ 거푸집널의 내면에는 콘크리트가 거푸집에 부착되는 것을 방지하고 거푸집을 제거하기 쉽도록 박리제를 칠하여야 한다.
⑤ 배근, 거푸집의 조립 또는 이에 따른 자재의 운반 및 쌓기 등은 이들 하중을 받는 콘크리트가 유해한 영향을 받지 않는 재령에 도달하였을 때 시작한다.
⑥ 높은 층고의 슬래브에서는 거푸집 조립이나 해체 시에 콘크리트 타설시 안전성에 대하여 고려한다.
- 동바리공에 의한 경우에는 콘크리트 타설에 따른 하중이나 그 편심에 의한 동바리공의 좌굴이나 쓰러짐 등 거푸집 붕괴에 대해 검토한다.
- 휨강성을 높게한 데크 플레이트 공법을 사용하는 경우에는 슬래브의 스팬과 데크 플레이트 종류, 수평 가설빔의 배치 간격, 그 재료의 지지방법 및 조립방법이나 해체방법 등을 검토한다.

8. 거푸집 및 동바리의 해체

1) 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가질 때까지 해체할 수 없다.
2) 거푸집 및 동바리의 해체 시기 및 순서는 시멘트의 성질, 콘크리트의 배합, 구조물의 종류와 중요도, 부재의 종류 및 크기, 부재가 받는 하중, 콘크리트 내부의 온도와 표면 온도의 차이 등을 고려하여 결정하고 책임기술자의 승인을 받아야 한다.
3) 기초, 보의 측면, 기둥, 벽의 거푸집널의 해체는 시험에 의해 표 3.3-1의 값을 만족할 때 시행한다. 특히, 내구성이 중요한 구조물에서는 콘크리트의 압축강도가 10 MPa 이상일 때 거푸집널을 해체할 수 있다. 이때 콘크리트의 압축강도는 한국콘크리트학회 제규격 KCI-CT 118에 따라 양생한 현장양생공시체를 사용하여야 한다. 거푸집널 존치기간 중 평균기온이 10 ℃ 이상인 경우는 콘크리트 재령이 표 3.3-2의 재령이상 경과하면 압축강도시험을 하지 않고도 해체할 수 있다.
4) 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면의 거푸집은 콘크리트의 압축강도가 표 3.3-1을 만족할 때 해체할 수 있다. 이때 콘크리트의 압축강도는 한국콘크리트학회 제규격 KCI-CT 118에 따라 양생한 현장양생공시체를 사용하여야 한다.

표 3.3-1 콘크리트의 압축강도를 시험할 경우 거푸집널의 해체 시기

부재		콘크리트 압축강도(f_{cu})
기초, 보, 기둥, 벽 등의 측면		5 MPa 이상[1)]
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	단층구조인 경우	설계기준압축강도의 2/3배 이상 또한, 최소강도 14 MPa 이상
	다층구조인 경우	설계기준 압축강도 이상 (필러 동바리 구조를 이용할 경우는 구조계산에 의해 기간을 단축할 수 있음. 단, 이 경우라도 최소강도는 14 MPa 이상으로 함)

주 1) 내구성이 중요한 구조물의 경우 10MPa 이상

표 3.3-2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우 거푸집널의 해체 시기 (기초, 보, 기둥 및 벽의 측면)

시멘트의 종류 / 평균기온	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드 시멘트 고로 슬래그 시멘트(1종) 포틀랜드포졸란시멘트(1종) 플라이 애시 시멘트(1종)	고로 슬래그 시멘트(2종) 포틀랜드포졸란시멘트(2종) 플라이 애시 시멘트(2종)
20 ℃ 이상	2일	4일	5일
20 ℃ 미만 10 ℃ 이상	3일	6일	8일

5) 보, 슬래브 및 아치 하부의 거푸집널은 원칙적으로 동바리를 해체한 후에 해체한다. 그러나 구조계산으로 안전성이 확보된 양의 동바리를 현 상태대로 유지하도록 설계, 시공된 경우 콘크리트를 10 ℃ 이상 온도에서 4일 이상 양생한 후 사전에 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.

6) 동바리 해체 후 해당 부재에 가해지는 전 하중이 설계하중을 초과하는 경우에는 전술한 존치기간에 관계없이 하중에 의하여 유해한 균열이 발생하지 않고 충분히 안전하다는 것을 구조계산으로 확인한 후 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.

7) 콘크리트는 양생 시에 직사 일광이나 강풍에 노출되거나 과도하게 건조하면 표면에 건조수축 및 균열이 발생하는 등 손상이 생기기 쉬우므로 거푸집 탈형 후에는 시트 등으로 직사일광이나 강풍을 피하고 급격히 수분이 증발하는 것을 방지하여야 한다.

9. 거푸집 및 동바리를 해체한 직후의 재하

1) 거푸집 및 동바리를 해체한 직후 구조물에 재하하는 하중은 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상이 발생하지 않는 범위 이내로 한다.

10. 현장 품질관리

1) 거푸집 및 동바리의 현장 품질관리는 표 3.4-1에 따른다.

표 3.4-1 거푸집 및 동바리의 품질 검사

<table>
<tr><th>항목</th><th>시험·검사 방법</th><th>시기·횟수</th><th>판정기준</th></tr>
<tr><td>거푸집, 동바리의 재료 및 체결재의 종류, 재질, 형상치수</td><td>외관 검사</td><td>거푸집, 동바리 조립 전</td><td>지정한 품질 및 치수의 것일 것</td></tr>
<tr><td>동바리의 배치</td><td>외관 검사 및 스케일에 의한 측정</td><td>동바리 조립 후</td><td rowspan="3">경화한 콘크리트 부재는 거푸집의 허용오차규정에 적합할 것</td></tr>
<tr><td>조임재의 위치 및 수량</td><td>외관 검사 및 스케일에 의한 측정</td><td>콘크리트 타설 전</td></tr>
<tr><td>거푸집의 형상치수 및 위치</td><td>스케일에 의한 측정</td><td rowspan="2">콘크리트 타설 전 및 타설 도중</td></tr>
<tr><td>거푸집과 최외측 철근과의 거리</td><td>스케일에 의한 측정</td><td>철근피복 허용오차 규정에 적합할 것</td></tr>
</table>

주) 현장여건에 따라 공사감독자와 협의하여 드론 등을 이용한 영상촬영 데이터를 검사에 활용할 수 있다.

2) 검사 결과 거푸집 및 동바리 시공이 적당하지 않다고 판정된 경우에는 책임기술자의 승인을 받아 적절한 조치를 취한다.

사. 되메우기 및 뒤채움

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 이 기준은 도시철도 터널, 지하구조물, 설비시설과 관련구조물 등의 시공을 위한 되메우기 공사와 구조물의 주위 및 현장 구조물에 대하여 명시된 표고까지의 뒤채우기, 바닥슬래브나 포장 아래의 메우기 및 조경구역의 기면까지 메우기 공사에 적용한다.

2) 되메우기 및 뒤채움은 기존 포장과 관련시설을 땅파기 전의 상태로 복구하는 것을 포함하여야 한다. 아스팔트 콘크리트 포장, 시멘트 콘크리트 포장 및 연석, 측구, 보도 등은 관련시방서의 요건에 따라 시공하여야 한다.

2. 참고기준

1) 관련기준

① KCS 10 30 05 시공측량
② KCS 10 10 15 품질관리
③ KCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
④ KCS 14 20 00 콘크리트 공사
⑤ KCS 14 20 10 일반 콘크리트
⑥ KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사
⑦ KS F 2306 흙의 함수비 시험방법
⑧ KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
⑨ KS F 2312 흙의 다짐 시험방법

(2) 자재

1. 재료

1) 바닥돋기 재료

① 파낸 도랑에 설치되는 설비배관의 바닥돋기에 사용되는 모래는 깨끗하고 입도가 고른 세척한 모래라야 하며, 5 mm보다 가늘어야 한다. 더 가는 모래라도 깨끗하고 해로운 성분이 없다면, 공사감독자자의 승인을 받아 사용할 수 있다. 단 콘크리트관, 토관 및 주철관의 바닥돋기에는 모래만을 사용하여야 한다.

② 바닥돋기에 사용되는 자갈은 깨끗하고, 입도가 고르고, 물로 씻은 것이라야 하며, 배수가 필요한 도랑이나 관의 상반부(관의 중심선 위) 위의 되메우기에 사용할 수 있다.

2) 되메우기 재료

① 되메우기 재료는 구조물의 기초를 시공하기 위하여 터파기한 재료 또는 땅깎기의 재료를 말하며 KCS 11 20 20에 적합하여야 한다.

② 되메우기 재료는 압축성이 적고 물의 침투에 의해 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 사용하여야 한다.

③ 구조물과 포장층 아래의 파낸 구덩이와 도랑에 대한 되메우기는 명시된 구조물 쌓기로 하여야 하고, 보통쌓기는 넓은 구역과 조경구역의 땅파기와 도랑의 되메우기에만 허용된다.

④ 시멘트 슬러리 되메우기에는 포틀랜드 시멘트, 깨끗하고 입도가 고른 골재 및 물을 혼합한 액상 혼합물을 사용하여야 한다.

3) 뒤채움 재료

① 뒤채움은 보통쌓기 재료, 구조물쌓기 재료를 이용하며, KCS 11 20 20 (2.1.2)에 적합하여야 한다.

② 콘크리트 재료는 이 기준에 명시된 일축압축강도로 KCS 14 20 10 (1.9.2)의 해당요건에 합치하는 버림콘크리트 및 구조물콘크리트를 사용하여야 한다.

③ 뒤채움 재료는 압축성이 적고 물의 침투에 의하여 강도가 저하되지 않아야 하며, 다지기 쉽고 동상의 영향을 받지 않는 재료를 선별하여 사용하여야 한다.

④ 도로공사 시 뒤채움 시공에 사용하는 재료는 표 2.1-1의 품질기준을 만족하여야 한다.

표 2.1-1 뒤채움 재료의 품질기준

구분	선택층재료	양질의 토사	비고
	피토고[1)] (3.5m 미만)	피토고 (3.5m 이상)	
최대치수 (mm)	KCS 44 50 05 표 2.2-1, 표 2.2-2 보조기층재료와 동등한 기준의 재료	100 이하	
5 mm 통과량		25 ~ 100	
0.08 mm 통과량		15 이하	노상기준: 25 % 이하
소성지수 (PI)		10 이하	
수정 CBR (%)		10 이상	

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

⑤ 뒤채움 재료로 상기 재료와 동등이상의 품질을 갖는 다른 대체 재료도 사용할 수 있으며, 이 경우 별도의 검토를 거쳐 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.

⑥ 뒤채움 대체 재료의 사용부위는 암거 상부의 토피고가 높아서 공용 중 차량 등에 의한 충격하중의 영향이 적고, 암거가 설치되는 지반의 조건이 양호하여 필요한 지지력을 확보할 수 있는 곳 등에 사용하여야 한다.

4) 부대품

① 지반용섬유: 부식성이 없는 부직포

② 분리막: 두께 0.25 mm의 폴리에틸렌 막재

(3) 시공

1. 시공조건 확인

1) 뒤채움 시 확인사항

① 지하배수, 방습 또는 방수설치가 검수되었는지 확인하여야 한다.

② 지하탱크류가 뒤채우기 후에 손상되지 않도록 정착되었는지 확인하여야 한다.

③ 비지지벽이 뒤채우기에 의해 부과되는 하중을 지탱할 구조적인 내력이 있는지 확인하여야 한다.

2. 작업준비

1) 뒤채움 시 바닥면 준비

① 본바닥은 후속뒤채우기 재료에 요구되는 밀도로 다져야 한다.

② 제자리에서 다져질 수 없는 본바닥의 연약 부분은 깎아내고, 뒤채우기 재료와 같은 쌓기 재료로 뒤채우기를 하고, 쌓기 재료에 요구되는 밀도 이상으로 다져야 한다.

③ 연약 부분을 찾아내기 위해서는 본바닥을 100 mm 깊이로 긁어서 시험 다지기를 하여야 하며, 연약 부분은 메우고 쌓기 재료에 요구되는 밀도 이상으로 다져야 한다.

④ 우수나 지하수의 유입이 예상되는 경우에는 뒤채움 시공 전에 배수시설을 설치하여 유입수를 외부로 배수하여야 한다.

2) 측점말뚝 및 시공기면

① 공사위치 설정을 위해서 KCS 10 30 05에 명시된 요건에 따라 필요한 표시인 수준점, 측점말뚝을 설치하여야 한다.

② 수량검측을 위한 측량은 KCS 10 30 05에 명시된 요건에 따라 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며, 다음을 포함하여야 한다.

- 원지반면에 대한 초기측량
- 땅파기, 되메우기, 쌓기 등이 완료되었을 때 최종측량
- 땅파기가 수량검측을 위해 암따기로 분류되었을 때 공사감독자가 암반면에 도달되었다고 판정한 암반면에 대한 측량

③ 침하표지 막대기 및 기타표식은 공사감독자가 결정하는 위치와 표고에 설치하여야 한다.

- 침하표지 기준막대기는 도면에 나타낸 요건에 맞는 재료와 치수를 갖추어야 한다. 막대기와 가로대는 흰색으로 칠을 하고, 각 기준점 막대기 위의 수평대는 흙이동을 측정할 수 있도록 검은 색의 자눈금을 그려야 한다.
- 막대기는 바닥면에 미리 뚫은 구멍에 수직하게 삽입하고, 버림 콘크리트 혼합물로 되메우기해서 단단히 설치하여야 한다. 막대기는 도면에 나타내었거나 공사감독자가 지시하는 위치에 설치하여야 하며, 직선 또는 직선선분으로 설치하여야 한다. 직선선분은 3개 이상의 수직막대기로 직선이 되게 배열하고, 흙이동을 탐지하는 육안참조평면에 맞추어 수평가로대를 두어야 한다. 가로대는 일정한 표고에 둘 필요는 없지만 일정한 투시평면에 따라 배열하여야 하며, 인접하거나 교차하는 직선선분은 공통된 막대기를 가질 수 있다.
- 둑쌓기의 비탈면이나 소단위에 위치한 경우가 아니면, 기준점 막대기는 인접한 둑쌓기의 시공전에 설치하여야 한다. 그러나 공사감독자의 승인을 받아 높이가 1.5 m 미만인 둑쌓기는 막대기 부근에서 운전하는 장비로 교란되는 것을 방지하기 위해 필요하다면 막대기 설치 전에 할 수 있다.
- 시공자는 막대기가 손상되지 않게 유지하고 보호할 책임이 있으며, 이동이 탐지된 경우에는 공사감독자에게 통지하여야 한다. 시공자의 부주의한 사고로 손상되거나 잘못 배열된 막대기는 시공자의 부담으로 공사감독자의 지시에 따라 재설치하거나 재배열하여야 한다.
- 둑쌓기 기준점 막대기가 이동된 것이 탐지되면 공사감독자는 시정조치가 이행될 때까지 시공을 중지시켜야 한다.

3. 시공기준

1) 되메우기 주요사항

① 도로의 되메우기 공사 전에 시공계획과 도로복구에 관한 제시험의 성과표를 제출하여야 한다.

② 되메우기 재료는 모래 또는 양질의 저압축성 토사를 사용하며 발파석이 혼합되어 있는 경우에는 최대 직경이 100 mm 이내이어야 한다.

③ 구조물 외면과 흙막이판 사이에는 모래 또는 양질의 토사로서 되메우기 하여야 한다.

④ 구조물 방수공 및 방수보호공이 완료되면 즉시 되메우기 작업을 시행하여야 한다.

⑤ 되메우기 작업은 공사감독자자가 지표면의 침하가 우려된다고 판단되는 경우 시험성토를 시행한 후 그 결과에 따라 시행하여야 한다.

2) 되메우기, 흙쌓기 및 땅고르기

① 지하구체공사 종료 후 되메움 시기는 흙의 반입방법, 다짐방법, 콘크리트강도 등을 고려하여 구조물에 손상이 없도록 결정한다.

② 되메우기에 앞서 구조체에 붙어 있는 거푸집 등은 완전히 제거한다.
③ 되메우기 흙의 재료는 이 기준에 따른다. 이 기준에 그 내용이 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 얻어 사질토 또는 굴착된 흙 중에 체가름하여 잡석이나 다짐에 방해되는 이물질을 제거한 흙을 사용한다.
④ 되메우기 재료는 모래, 석분 또는 양질의 토사를 사용하고 발파석인 경우 최대 입경이 100 mm 이하로 한다.
⑤ 터파기한 재료가 되메우기 재료로서 적합하다고 판단되면 승인을 얻은 후 선별, 사용토록 한다.
⑥ 구조물 외측부의 되메우기 시공 시에는 방수층이 손상되지 않도록 양질의 토사로 되메우기 하되, 층상마다 잘 다지도록 하며 만약 다지기가 곤란할 때에는 모래를 충전하고 물다지기 또는 시멘트 슬러리, 유동화처리토, 소일시멘트 등의 유동성 채움토를 사용할 수 있다.
⑦ 모래로 되메우기 할 경우 충분한 물다짐을 실시하고, 일반 흙으로 되메우기 할 경우에는 두께 약 300 mm마다 이 기준의 다짐밀도 규정 또는 공사시방서에서 요구하는 다짐밀도로 다진다.
⑧ 구조물 상단 1 m와 측벽 되메우기는 승인된 재료 및 다짐장비를 사용하여 박층 다짐을 실시하고 다짐은 최대건조밀도(C, D 또는 E 방법)의 95% 이상을 확보토록 한다. 다짐두께는 사용재료와 다짐장비에 따라 현장시험에서 결정한다.
⑨ 기계 되메우기 및 다짐을 시행할 경우에는 적당한 두께로 포설한 후 진동롤러로 다짐하여 다짐밀도 95% 이상을 확보토록 한다. 다짐두께는 사용재료와 다짐장비에 따라 현장시험에서 결정한다.
⑩ 연약지반 위에 성토를 할 경우에는 지반공학 전문가의 자문에 따라 적절한 지반개량공법을 선택하여 지반개량을 실시한 후 성토를 한다.
⑪ 바닥 콘크리트 밑의 되메우기 재료 및 다짐방법은 공사시방서에 따른다.
⑫ 성토의 재료는 공사시방서에 따른다. 공사시방서에 그 내용이 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 잡석이나 다짐에 방해되는 이물질을 제거한 흙을 사용한다.
⑬ 땅고르기 면은 평탄하게 고르면서 청결하고 보행에 견딜 정도로 다진다.
⑭ 구조물 상부의 되메우기는 측부의 되메우기가 완료된 후 균등하게 펴서 깔고 전압기로 다져야 한다. 만약 전압이 곤란한 부분에는 물다지기 등 다른 공법을 공사감독자의 확인을 받은 후 시행한다.
⑮ 구조물 상부의 버팀보 해체는 주변의 흙이 변동되지 않도록 하며 되메우기, 전압, 해체 등의 시기와 방법에 대해서는 사전에 계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
⑯ 매설물, 비계, 동바리 부근은 그것에 편압, 충격 등을 주지 않도록 양질의 토사로 시공하여야 한다.
⑰ 매설물 상부의 되메우기는 매설물에 손상을 주지 않도록 운반차로부터 직접 투입해서는 안된다.

⑱ 구조물 상부 되메우기에는 방수층이 토사로 유출되거나 또는 손상이 되지 않도록 구조물 1 m까지 인력으로 시공하여야 한다.

⑲ 되메우기의 시공 시 구조물의 안전도를 고려하여 시험 성토 후 전압기의 종류, 중량, 시공과정 등의 전압시공방법을 택하여야 한다.

⑳ 측벽 되메우기는 토류벽과 구조물 외벽이 85 ㎝ 이하의 협소한 장소에서는 다짐작업이 불완전하므로 모래 또는 석분으로 채운 후 물다짐으로 침하가 발생치 않도록 하여야 한다.

㉑ 지장물 주변 다짐 재료에 대하여 관리 주체의 별도 지시가 없을 경우에는 지장물 주변에 모래채움을 원칙으로 한다.

㉒ 상부에 구조물이 설치될 개소의 되메우기는 설계도에 표기된 대로 채움 콘크리트로 충분히 되메우기하여야 한다.

㉓ 채움 콘크리트는 지하수로 인하여 유실되지 않도록 하여야 한다.

㉔ 잡석, 호박돌 다지기

- 틈막이 및 면고르기는 틈막이 자갈(쇄석을 포함)로 한다.
- 잡석과 호박돌을 한 켜로 깔되 큰 틈이 없도록 세워서 틈막이 자갈을 충전한 후 램머 및 소일콤팩터 등으로 밑면이 흐트러지지 않을 정도로 다진다.

㉕ 자갈 다지기

- 자갈의 크기는 45 mm 이내의 자갈 또는 부순 돌로 한다.
- 부순 돌은 풀이나 초목뿌리, 목재, 기타 유기물질을 포함하지 않고 흙 및 점토 5% 이하, 모래 30% 정도, 자갈의 입도 2 mm 이상 50 mm 이하의 것이 적당히 혼합된 것으로 한다.
- 바닥 면에 자갈을 소정의 두께로 깔고 램머 및 소일콤팩터 등으로 밑면이 흐트러지지 않을 정도로 다진다.

㉖ 바탕(밑창) 콘크리트 다지기

- 재료는 KCS 14 20 00의 해당 사항에 의한다.
- 바탕(밑창) 콘크리트의 설계기준 강도는 150 kgf/㎠(14.7 MPa) 이상이어야 한다.
- 버림 콘크리트의 표면은 소정의 높이에 수평을 유지하고 평평하게 마무리한다.

㉗ 포장도로의 터파기 및 되메우기를 할 경우, 공사감독자가 승인하면 시멘트 슬러리, 유동화 처리토 등의 유동성 채움재 또는 소일시멘트를 사용할 수 있다. 이때 유동성 채움재 또는 소일시멘트의 품질 및 시공기준은 공사시방서에 따른다.

3) 뒤채움 시공기준

① 수급인은 구조물의 시공 완료 후 구조물의 기초 저면부터 노상 저면까지 규정된 품질확보를 위한 뒤채움 작업을 하여야 하며, 뒤채움 부위는 별도의 관리도를 기록 유지하여야 한다.

② 뒤채움은 얼지 않은 재료로 명시된 구역에 명시된 등고선과 표고에 맞추어 기초지반 상태를 확인한 후에 메워야 한다.
③ 진동 롤러를 사용하는 뒤채움부는 구조물 구체에서 1 m 정도 떨어져서 중량 10 t 이상의 대형 진동 다짐 롤러를 사용하되, 진동에너지를 크게 하여 다짐 효율이 커지도록 하여야 한다. 대형 장비로 다짐이 어려운 부위는 공사감독자의 승인을 받아 소형 램머(rammer) 등의 소형 다짐 장비를 사용하여 규정된 밀도를 얻을 때 까지 다짐을 실시한다.
④ 뒤채움과 접하는 후면 비탈면의 느슨한 부분은 뒤채움부 다짐을 할 때 동시에 진동로울러로 강하게 다져 다짐밀도를 뒤채움부와 맞추어야 한다.
⑤ 암거는 편토압이 작용하지 않도록 뒤채움부 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 뒤채움을 실시하고, 현장여건상 동시 시공이 어려운 경우 공사감독자의 승인을 받아 양측 최고 단차가 1.0 m 이하가 되도록 시공한다.
⑥ 암버력 쌓기를 한 구조물 뒤채움부를 진동다짐 할 때에는 과도한 진동으로 인한 구조물의 피해가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.
⑦ 콘크리트가 규정대로 양생되지 않은 상태에서 부득이하게 뒤채움을 실시하는 경우에는 진동이나 충격에 의한 구조물 균열 또는 손상이 발생하지 않도록 콘크리트 설계기준강도의 80 % 이상이 확보된 후 또는 14일 이상 양생한 후 공사감독자의 승인을 받고 뒤채움작업을 실시하여야 한다. 또한 한쪽부위가 반대쪽 보다 높게 뒤채움 하는 콘크리트 구조물의 경우나, 석축 구조물을 뒤채움 하는 경우에도 동일하게 적용한다.
⑧ 뒤채우기는 자연침하에 대하여 충분한 시간이 주어지도록 체계적으로 하여야 하며, 투수성이 크거나, 젖었거나, 얼었거나, 무른 본 바닥면 위에 서는 뒤채우기를 해서는 안 된다.
⑨ 골재 재료의 쌓기면 위에는 흙재료를 쌓기 전에 부직포를 덮어야 한다.
⑩ 뒤채움 재료는 시공 전에 사용재료의 품질시험성과를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 사용하여야 한다.
⑪ 골재쌓기 재료는 다져진 150 mm 이하인 연속층으로 재료를 포설하고 다짐밀도 95% 이상 다져야 한다.
⑫ 보통쌓기 재료는 다져진 두께가 200 mm 이하인 연속층으로 재료를 포설하고 다짐밀도 95% 이상 다져야 한다.
⑬ 재료의 포설은 다른 작업에 지장이나 손상을 주지 않는 방법으로 하여야 한다.

4. 현장 품질관리

1) 품질관리

① 수급인은 KCS 10 10 15에 명시된 요건에 따라 적절한 품질관리계획을 수립하고 실시하여야 한다.

2) 수급인의 자체검사 및 시험

① 밀도시험은 KS F 2311과 수급인의 품질관리계획에 정한 빈도에 따라 시험하고, 명시된 요건을 만족하는지 확인하여야 하며, 정하여진 빈도가 없는 경우 다음을 따라야 한다.

- 넓은 수평구역: 되메우기 또는 뒤채움의 100㎡마다 1회
- 한정된 구역과 둑쌓기: 되메우기 또는 뒤채움의 3층마다 1회

① 시험실 시험은 KS F 2312에 따라 다짐시험을 실시하여야 하며, 본바닥이나 다져진 되메우기의 현장 시험은 KS F 2311에 따라야 한다.

① 함수량시험은 KS F 2306에 따라 실시하며 시험빈도는 밀도시험에 명시된 것과 같다.

3) 공사감독자의 검사

① 공사감독자는 재료의 안정성, 최적함수량 및 다짐도 등을 평가하기 위해서 적절한 현장시험 및 실내시험을 실시하여야 한다. 명시된 요건을 만족하지 않는 경우에는 제거하거나 요건이 충족될 때까지 다시 다져야 한다.

① 작업이 차례로 이행 되는대로 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 만족스럽지 못하다고 판정된 공사나 승인을 받기 전에 이어진 작업으로 흐트러진 공사는 공사감독자가 승인하는 방법으로 보수하여야 한다.

① 흙시료는 공사감독자가 지정한 위치에서 공사감독자가 요구하는 방법으로 채취해서 제공하여야 한다.

① 공사감독자는 다지기 한 상태를 평판재하시험과 콘관입시험 등을 실시하여 확인할 수 있다.

아. 보조기층공사

(1) 일반사항

1. 적용범위

- 도로포장 공사 시 노상 상층부에 설치되어 포장파손 방지 및 포장층 지지력을 확보하고자 하는 목적으로 설치되는 동상방지층, 보조기층 및 기층의 공사에 관한 것이다.

1) 보조기층

① 이 기준은 마무리된 노상면 또는 동상방지층면 위의 보조기층공사에 적용한다.

2. 참고 기준

1) 보조기층

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS F 2302 흙의 입도 시험 방법
- KS F 2303 흙의 액성 한계·소성 한계 시험 방법
- KS F 2311 모래 치환법에 의한 흙의 밀도 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- KS F 2320 노상토 지지력비 (CBR) 시험 방법
- KS F 2340 잔골재 및 사질토의 모래 당량 시험 방법
- KS F 2508 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
- KS F 2535 도로용 철강슬래그

3. 용어의 정의

- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.

(2) 자재

1. 보조기층 재료

1) 재료의 품질

① 보조기층 재료는 견고하고 내구적인 쇄석·하천골재(자갈, 모래)·슬래그·스크리닝스 등 공사감독자가 승인한 재료 또는 이들의 혼합물로서, 점토질·실트·유기불순물 기타 유해물을 함유하여서는 안 되며, 표 2.2-1의 품질기준에 맞는 것이어야 한다. 재료의 외형은 비교적 균일한 형상을 가지고 있어야 하며, 골재원의 선정 및 변경은 공사감독자의 사전승인을 받아야 한다.

표 2.2-1 보조기층 재료의 품질기준

구분	시험 방법	기준
액성한계	KS F 2303	25 이하
소성지수	KS F 2303	6 이하
마모감량(%)	KS F 2508	50 이하
수정 CBR 값(%)	KS F 2320	30 이상
모래당량	KS F 2340	25 이상

비고 : 시멘트 콘크리트 포장의 경우에는 보조기층의 수정 CBR치를 50 이상으로 한다.

2) 재료의 표준입도

① 보조기층 재료의 입도는 표 2.2-2의 범위 내에 있어야 한다. 수급인은 공사감독자의 승인을 받아 표 2.2-2의 입도 중 어느 것을 사용하는 것도 가능하다. 단, 현지 골재수급 조건이 나쁜 경우 1층 시공두께의 1/2 이하로 최대치수 100 mm까지의 재료는 공사감독자의 승인을 받은 후 사용할 수 있다. 보조기층 재료용 잔골재로 스크리닝스를 사용할 경우 스크리닝스의 혼합비율은 혼합골재 중량의 30 % 이내이어야 하며, 혼합골재의 0.08 mm 통과율은 5 % 이내이어야 한다.

표 2.2-2 보조기층 재료의 입도

입도 번호	통과중량백분율 (%)							
	75 mm	50 mm	40 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0.4 mm	0.08 mm
SB-1	100	-	70-100	50-90	30-65	20-55	5-25	0-10
SB-2	-	100	80-100	55-100	30-70	20-55	5-30	0-10

3) 재료의 승인 및 시험

① 수급인은 보조기층 재료의 시료 및 시험결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

② 제출 시료가 이 기준의 규정에 합격하는지의 여부를 결정하기 위한 확인시험은 공사감독자가 실시하거나 품질검사전문기관에 의뢰하여 실시한다.

③ 시공 중 시공관리를 위한 시료채취장의 선정은 공사감독자 입회하에 수급인이 테스트 피트(test pit), 보링(boring)에 의하여 실시하며, 기존 생산공장인 경우는 생산 중의 재료에서 채취하여 제출한 시료에 대하여 실시한 시험결과에 의하여 판정하고, 시료 채취장을 조사한 후 공사감독자가 결정하는 것으로 한다.

④ 재료의 승인을 위한 시료채취는 재료의 생산 중 공사감독자의 입회하에 실시하고, 공사감독자가 봉인한다.

4) 재료의 채취 및 생산

① 보조기층 쇄석재료는 석산의 벌개제근, 표토깎기를 하고 발파한 후 파쇄하여 체가름, 골재 혼합 등의 처리를 하여 시방규정에 맞는 재료를 생산하여야 한다.

② 하천골재를 보조기층 재료로 사용할 경우에는 함수비 과다를 고려하여 골재를 집적하고, 일정 기간이 지난 후 운반하여 사용하여야 한다.

③ 시방규정에 맞는 보조기층 재료를 얻기 위하여 재료의 채취방법, 체가름, 혼합 등의 처리방법을 변경 또는 수정할 필요가 있을 때는 수급인은 공사감독자의 승인을 받아 필요한 조치를 취하여야 한다.

④ 사용할 재료의 채취장은 KCS 44 10 00 (1.7.7) 및 설계도서의 규정에 따라 정지하고 필요할 경우 녹화하여야 한다.

5) 재료의 저장

① 재료의 저장장소는 우선 평탄하게 고르고, 깨끗이 청소하여 이물질이 혼입되지 않도록 하여야 하며, 과다하게 함수되지 않도록 특히 저장장소의 배수에 주의하여야 한다.

② 골재원이나 재료의 성질이 다를 경우에는 종류별로 나누어 저장하고 서로 혼합되지 않도록 하여야 한다.

③ 재료분리가 생기지 않도록 저장하여야 하며, 먼지 기타 유해물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

(3) 시공

1) 보조기층 시공

1) 준비공

① 보조기층은 노상면 또는 동상방지층의 완성면 검측 후에 포설하여야 한다.

② 보조기층은 KCS 11 00 00의 토공에 관한 규정 및 동상방지층에 관한 규정에 따라 완료된 완성면 위에 포설하여야 한다.

③ 보조기층은 노상면 또는 동상방지층에 점토 등 기타 불순물이 있거나 동결상태에 있을 때에는 포설하여서는 안 된다.

④ 노상면이 부적합할 경우에는 면 고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여 공사시방서의 시방규정에 적합한 노상면을 준비하여야 한다.

2) 재료의 혼합

① 보조기층 재료는 규정입도 및 시방에 맞도록 혼합한 후 공사감독자의 승인을 받아 현장에 반입하여야 한다.

② 혼합된 보조기층 재료는 입도가 균질하여야 하며, 적정한 함수비를 가지고 있어 재료의 저장, 운반 및 포설 중 재료분리가 발생되지 않도록 하여야 한다.

③ 보조기층 재료를 현장에서 혼합할 경우에는 혼합방법 등을 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 반입하여야 한다.

3) 포 설

① 보조기층 재료는 운반, 포설 및 다짐 과정에서 적정한 함수비가 유지되도록 한다.

② 포설에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비이어야 한다. 다만, 포설 장비가 들어갈 수 없는 협소한 지역에서는 공사감독자의 승인을 받아 인력 또는 특수 장비를 사용하여 포설할 수 있다.

③ 보조기층 재료의 포설은 다짐 후의 1층 두께가 200 mm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 포설하여야 한다.

④ 보조기층은 다음 공종 작업을 시작하기 전에 충분한 길이를 완성하여 두어야 한다.

4) 다 짐

① 보조기층의 다짐은 머캐덤 롤러, 탄뎀 롤러, 진동 롤러 또는 타이어 롤러를 이용하여 공사감독자의 승인을 받아 다짐을 시행하여야 한다.

② 다짐은 KS F 2312의 E 다짐방법으로 구한 최대건조밀도의 95 % 이상으로 다져야 하며, 다짐작업 중 함수비는 상기 시험에서 정하여진 최적함수비의 ±2 % 범위 이내로 유지하여야 한다.

③ 다짐은 갓길 쪽에서 도로의 중심선 쪽으로 시행하며, 전회 다짐한 부분을 일정한 간격으로 겹쳐서 다져야 한다.

④ 다짐도를 알기 위한 현장밀도시험은 KS F 2311에 따라 측정한다.

⑤ 보조기층의 현장다짐밀도를 평판재하 시험결과로 확인할 때에는 이 기준 3.1.3(3)을 따른다.

⑥ 복륜하중 5 t 이상 타이어 접지압 549 kN/m3 이상인 타이어 로울러 또는 덤프 트럭(14 t 이상 트럭에 토사 또는 골재를 만재하여 사용)을 전 구간 3회 주행시켜, 비교적 큰 변형이 관찰되는 곳을 표시하여 벤켈만빔에 의한 변형량을 측정한다.

5) 마무리

① 보조기층은 설계도서에 표시된 종·횡단경사대로 정확히 마무리하여야 한다.

② 보조기층의 마무리 면은 계획고보다 ±30 mm 이상 차이가 있어서는 안 된다. 3 m의 직선자로 도로중심선에 평행 또는 직각으로 측정할 때 아스팔트 콘크리트 포장은 20 mm, 시멘트 콘크리트 포장은 10 mm 이상의 요철이 있어서는 안 되며, 새로운 측정은 이미 측정이 끝난 부분에 직선자를 반씩 겹쳐 측정하여야 한다.

6) 두께 측정

① 완성된 보조기층의 두께측정은 커터(cutter)로 자르거나 구멍을 파서 측정한다. 매 1,000 m2에 1개공 이상, 또는 1일 포설량이 1,000 m2 미만일 경우 1일 1회 이상 두께측정을 하여야 하며, 측정두께가 설계두께보다 10 % 이상 차이가 생기는 구간은 표면을 80 mm 이상 긁어 일으켜 재료를 보충하거나 또는 제거하고, 소요 두께가 되도록 다시 다져야 한다. 이에 소요되는 공사비는 수급인 부담으로 한다.

② 두께 측정을 위한 시험용 코어채취 보링 부분도 수급인 부담으로 원상 복구하여야 한다.

7) 유지관리

① 시공기간 중 보조기층은 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며, 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.

② 보조기층 마무리 면은 기층을 포설하기 전에 적절한 함수비를 함유하고 있어야 한다.

③ 완성된 보조기층 면 위를 공사용 차량이 왕래하였거나 보조기층 완성 후 강우·강설 등의 기상변화에 장기간 방치한 경우, 기타 공사감독자가 필요하다고 인정하는 경우에는 현장다짐밀도, 변형량, 마무리 및 두께 등에 대해 재시험을 실시하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

④ 시험결과 불합격되었을 경우에는 이 코드에 따라 수급인 부담으로 재시공하여야 한다.

자. 아스팔트 콘크리트 포장공사

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 프라임 코우트

① 이 기준은 보조기층면 또는 입도조정기층면에 역청재를 살포하여 아스팔트 콘크리트층과의 결합을 좋게 하고, 불투수층을 형성하게 하는 프라임 코우트 공사에 적용한다.

2) 택 코우트

① 이 기준은 이미 시공한 포장면에 역청재를 얇게 살포하여 신·구 포장층을 결합시키기 위해 실시하는 택 코우트에 적용한다.

3) 실 코우트

① 이 기준은 포장표면에 살포한 역청재료 위에 모래나 부순돌을 살포하여 이를 포장 노면에 부착시키는 실 코우트에 적용한다.

4) 아스팔트 콘크리트 중간층

① 이 기준은 기층면에 시공하는 아스팔트 콘크리트 포장의 중간층 공사에 적용한다.

5) 아스팔트 콘크리트 표층

① 이 기준은 교통하중을 직접 받는 아스팔트 콘크리트 표층 공사에 적용한다.

6) 갓길 포장

① 이 기준은 갓길 포장 공사에 적용한다.

2. 참고 기준

1) 프라임 코우트

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS M 2001 원유 및 석유제품 시료 채취 방법
- KS M 2203 유화 아스팔트

2) 택 코우트

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS M 2203 유화 아스팔트

3) 실 코우트

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- KS M 2203 유화 아스팔트
- KS F 2525 도로용 부순 골재

4) 아스팔트 콘크리트 중간층

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KCS 11 20 15 터파기
- KCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사
- KCS 44 55 10 역청재
- KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마샬 안정도 및 흐름값 시험방법
- KS F 2340 잔골재 및 사질토의 모래 당량 시험 방법
- KAI0002-F2349-5687 가열 아스팔트 혼합물
- KS F 2353 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험 방법(파라핀으로 피복한 경우)
- KS F 2355 아스팔트 골재 혼합물의 피막 박리 시험 방법
- KS F 2357 아스팔트 혼합물용 골재
- KS F 2364 다져진 아스팔트 혼합물의 공극률 시험 방법
- KS F 2366 아스팔트 혼합물의 이론 최대 비중 시험 방법
- KS F 2377 선회다짐시험기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 산출방법
- KS F 2384 다져지지 않은 잔골재의 공극률 시험 방법
- KS F 2502 굵은 골재 및 잔 골재의 체가름 시험 방법
- KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법

- KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법
- KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
- KS F 2575 굵은 골재중 편장석 함유량 시험방법
- KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- ASTM D 5821 Standard test method for determining the percentage of fractured particles in coarse aggregate (굵은 골재의 파쇠면 함유량 결정을 위한 시험)

5) 아스팔트 콘크리트 표층

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사
- KCS 44 55 10 역청재
- KS F 2337 아스팔트 혼합물의 마샬 안정도 및 흐름값 시험방법
- KAI0002-F2349-5687 가열 아스팔트 혼합물
- KS F 2353 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험 방법(파라핀으로 피복한 경우)
- KS F 2355 아스팔트 골재 혼합물의 피막 박리 시험 방법
- KS F 2357 아스팔트 혼합물용 골재
- KS F 2364 다져진 아스팔트 혼합물의 공극률 시험 방법
- KS F 2366 아스팔트 혼합물의 이론 최대 비중 시험 방법
- KS F 2373 7.6 m 프로파일미터에 의한 포장의 평탄성 시험방법
- KS F 2374 아스팔트 혼합물의 휠 트래킹 시험방법
- KS F 2377 선회다짐시험기를 이용한 아스팔트 혼합물의 다짐방법 및 밀도 산출방법
- KS F 2502 굵은 골재 및 잔 골재의 체가름 시험 방법
- KS F 2503 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 시험 방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험 방법

- KS F 2508 로스앤젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모 시험 방법
- KS F 2575 굵은 골재중 편장석 함유량 시험방법
- KS F 3501 아스팔트 포장용 채움재
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트

3. 용어의 정의

- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.

4. 공사관리

① 국토교통부에서 추진하는 도로사업의 포장공사에 참여하는 기술자는 도로포장기술교육- 1. 포장시공(감리)전문화과정, 2 포장 기능원 교육과정을 실무 범위에 따라 선택하여 이수하여야 한다.

(2) 자재

1. 프라임 코우트 재료

1) 프라임 코우트의 품질기준

① 프라임 코우트에 사용되는 유화 아스팔트는 RS(C)-3 또는 공사감독자의 승인을 받은 재료로써 KS M 2203의 규격에 맞는 것이어야 한다.

② 프라임 코우트의 재료는 제조 후 60일이 넘은 것은 사용하여서는 안 된다.

2) 재료의 승인 및 시험

① 수급인은 공사에 사용하기 15일 전까지 사용할 역청재료에 대한 시험성과표를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 필요에 따라 공사감독자는 시공도중 발췌시험을 지시할 수 있다.

2. 택 코우트 재료

1) 택 코우트의 품질기준

① 택 코우트에 사용되는 재료는 유화 아스팔트 RS(C)-4로 하며, KS M 2203의 규격에 맞는 것이어야 한다.

② 사용할 유화 아스팔트는 제조 후 60일이 지난 것은 사용하여서는 안 된다.

2) 재료의 승인 및 시험

① 수급인은 공사에 사용하기 15일 전까지 사용할 역청재료에 대한 시험성과표를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 필요에 따라 공사감독자는 시공 도중 발췌시험을 지시할 수 있다.

3. 실 코우트 재료

1) 역청재

① 실 코우트에 사용되는 역청재료는 다음 규격에 맞는 것이어야 하며, 사용하는 종류는 설계도서에 따른다.

- 침입도 등급 120-150: KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- RS(C)-1, RS(C)-2: KS M 2203 유화 아스팔트

2) 골 재

① 실 코우트에 사용되는 골재는 부순돌·파쇄한 자갈 및 굵은 모래이며, 아스팔트 혼합물용 골재와 동등한 것으로 견고하고 깨끗하며, 먼지·진흙 등 유해물이 부착되어 있지 않아야 한다.

② 역청재로서 아스팔트를 사용할 때에는 골재를 잘 건조시켜 두어야 한다.

③ 골재의 입도는 KS F 2525의 S-13(6호) 또는 S-5(7호)의 규격에 맞아야 한다.

4. 아스팔트 콘크리트 중간층 재료

1) 아스팔트

① 아스팔트 콘크리트 중간층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201 또는 국토교통부 관련 지침에 적합한 것으로서, KCS 44 55 10에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2) 골재

① 잔골재

- 잔골재란 2.5 mm 체를 통과하고 0.08 mm 체에 남는 골재를 말하며, 천연모래, 부순모래 또는 이 두 가지를 혼합한 것을 말한다.
- 부순모래는 굵은골재의 품질기준에 맞는 부순돌 또는 부순자갈을 파쇄하여 생산한 것이어야 한다.
- 잔골재는 깨끗하고 견고하며 내구적이어야 하고, 흙·먼지 또는 유해물을 유해량 이상 함유하지 않아야 한다.
- 골재 중 0.4 mm 체를 통과한 것을 흙의 액성한계·소성한계 시험방법에 따라 시험하였을 때 비소성(非塑性)이어야 한다.
- 잔골재는 표 2.4-1에 맞는 것이어야 한다.

② 굵은골재

- 굵은골재는 2.5 mm 체에 남는 골재를 말하며, 부순돌(쇄석), 슬래그 또는 부순자갈이어야 한다.
- 부순자갈은 최대치수의 3배 이상의 자갈을 부수어 생산한 것이어야 한다. 굵은 골재는 깨끗하고, 단단하며, 내구적인 것으로서 흙, 먼지 기타 유해물이 함유되거나 피복되어 있지 않아야 한다. 강자갈은 표면에 붙어있는 진흙먼지 등을 물로 씻어내야 한다.
- 철강 슬래그는 KS F 2535에 적합한 것이어야 한다.
- 편장석 함유량에 따른 골재의 품질기준은 1등급(10 % 이하), 2등급(20 % 이하), 3등급(30 % 이하)으로 구분된다. 1등급 골재는 4차로 이상의 도로 또는 중차량의 통행이 빈번한 도로, 2등급 골재는 2차로 이하의 도로 중 일반국도, 3등급 골재는 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급·2등급에 해당되지 않는 도로 등에 적용하도록 한다. 단, 현장여건상 골재의 수급이 어려운 경우 발주자의 승인을 받아 골재의 등급 적용을 조정할 수 있다.
- 동적수침 후 피복율 시험방법은 국토교통부 제정 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침을 참조한다.
- 동적수침후피복율 기준에 만족하지 못하는 경우 국토교통부 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침의 박리방지제 적용 기준을 적용하여 사용토록 한다.
- 굵은골재는 표 2.4-1에 맞는 것이어야 한다.

표 2.4-1 중간층용 아스팔트 콘크리트 골재의 품질기준

항목		시험방법	기준
잔골재	모래당량(%)	KS F 2340	50 이상
	잔골재 입형 시험 (%)	KS F 2384	45 이상
굵은 골재	마모율 (%)	KS F 2508	35 이하
	안정성 (%)	KS F 2507	12 이하
	파쇄면율 (%)	ASTM D 5821	85 이상
	편장석률 (%)	KS F 2575	30 이하
	동적 수침 후 피복율 (%)	지침부속서 참조	50 이상

③ 채움재

- 채움재는 KS F 3501의 규격에 맞는 것으로 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

④ 아스팔트 콘크리트 순환골재

- 재활용 아스팔트 혼합물 생산에 사용하는 아스팔트 콘크리트 순환골재는 KCS 44 55 15 (2.4.7)의 기준을 만족하여야 한다.

⑤ 재생 첨가제

- 재활용 아스팔트 혼합물은 노화된 아스팔트의 품질회복을 위해 아스팔트 콘크리트 순환골재를 25 % 이상 사용할 경우 재생 첨가제를 사용하여야 한다.
- 재생 첨가제는 표 2.4-2의 품질기준을 만족하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받은 후 사용한다.

3) 재료의 표준입도

① 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 혼합했을 때의 입도는 표 2.4-2에 따른다.

표 2.4-2 중간층용 아스팔트 콘크리트 골재의 표준입도

아스팔트 혼합물의 종류		MC-1	WC-5
굵은 골재의 최대 크기		20	20R
통과질량(%)	25 mm	100	100
	20 mm	90 ~ 100	90 ~ 100
	13 mm	70 ~ 90	69 ~ 84
	10 mm	-	56 ~ 74
	5 mm	35 ~ 55	35 ~ 55
	2.5 mm	20 ~ 35	23 ~ 38
	0.6 mm	11 ~ 23	10 ~ 23
	0.3 mm	5 ~ 16	5 ~ 16
	0.15 mm	4 ~ 12	3 ~ 12
	0.08 mm	2 ~ 7	2 ~ 10

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1「시험용 체-1부 : 금속망 체」에 규정한 표준망체 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm, 0.075 mm에 해당한다.

4) 재료의 승인 및 시험

① 수급인은 공사에 사용할 아스팔트와 골재의 시료 및 시험결과를 공사에 사용하기 15일 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

② 아스팔트의 공급원 변경이나 골재원을 변경할 경우에는 사전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 공사감독자는 사용재료의 적정 여부를 결정하기 위하여 필요에 따라 보조시험을 시행할 수 있으며, 공사 시행 중에도 아스팔트 시료채취 시험을 지시할 수 있다.

5) 재료의 저장

① 드럼에 든 아스팔트는 정유소별 및 입하 순으로 분류하여 저장하고, 입하 순으로 사용한다.

② 탱크차로 현장에 반입하는 아스팔트를 저장하는 경우에는 가열이 가능한 별도의 저장탱크시설을 갖추어야 한다.

골재는 종류별·크기별로 분리하여 저장하며, 서로 섞이지 않도록 하여야 하고, 재료분리가 일어나지 않도록 저장하여야 하며, 먼지·진흙 등 불순물이 혼입되지 않도록 하여야 한다.

④ 포대에 든 석분(채움재)은 지면에서 300 mm 이상 높이의 방습이 잘 되는 창고에 저장하여 입하 순으로 사용하여야 한다.

⑤ 아스팔트 콘크리트 순환골재 보관시설은 다음의 기준을 만족하여야 한다.

- 재활용 아스팔트 혼합물 생산에 필요한 아스팔트 콘크리트 순환골재 소요량을 3일분 이상을 보관하여야 한다.
- 지붕이나 칸막이를 설치하여 빗물이 유입되거나 다른 골재나 이물질과 섞이지 않아야 한다.
- 바닥면은 배수방향으로 4 % 이상 경사지고, 평탄하여야 한다.

⑥ 재생 첨가제를 현장에 반입하여 사용 시 다음의 기준에 따른다.

- 드럼으로 반입 시 제조사별 및 반입일 순으로 분류 및 저장하고, 먼저 저장한 드럼을 우선 사용한다.
- 탱크로리로 반입 시 저장탱크는 펌핑이 용이하도록 가열할 수 있어야 하며, 국부적으로 가열되지 않도록 순환시설이나 혼합시설을 갖추어야 한다.

6) 아스팔트 혼합물의 품질기준

① 중간층용 아스팔트 혼합물은 다음 사항을 만족하여야 한다.

- 품질 시험용 공시체 제작 방법은 KS F 2337 또는 KS F 2377에 따른다. 다만 인장강도비와 동적안정도용 공시체 제작은 표 2.4-3의 해당 시험방법 기준에 따른다.
- KS F 2337에 따른 마샬 다짐기를 이용하여 공시체 제작시 양면 각 50회 다짐하며, KS F 2377에 따른 선회 다짐기를 이용시 75회 다짐한다. 다만 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상 또는 20년 설계 ESAL 〉 107인 중교통도로 포장용 혼합물은 마샬다짐 양면 각 75회 또는 선회다짐 100회 다짐한다.
- 중간층용 아스팔트 혼합물은 표 2.4-3의 공통 항목 기준을 만족하여야 한다.
- 아스팔트 콘크리트 순환골재가 사용되지 않은 중간층용 신아스팔트 혼합물은 표 2.4-3의 인장강도비 기준을 만족하여야 한다.
- 중간층용 중온 아스팔트 혼합물은 표 2.4-3의 간접인장강도, 터프니스, 동적안정도 기준을 만족하여야 한다. 동적안정도 기준에서 W64, W70, W76은 중온 아스팔트 혼합물 종류를 나타낸다.
- 중간층용 재활용 아스팔트 혼합물은 표 2.4-3의 인장강도비, 추출 아스팔트 절대 점도 기준을 만족하여야 한다.
- 표 2.4-3의 시험항목 중 변형강도와 마샬안정도 기준은 적용대상의 교통조건, 환경조건 등을 고려하여 선택적으로 적용한다.

② 중온 아스팔트 혼합물은 일반 아스팔트 혼합물 생산온도보다 약 30 ℃ 낮은 온도에서 생산된 아스팔트 혼합물을 총칭하며, 공사 현장 조건 · 환경 조건에 따라 일반가열아스팔트 혼합물을 대신하여 중간층 포장공사에 적용할 수 있다.

표 2.4-3 중간층용 아스팔트 혼합물의 품질 기준

시험 항목				시험방법	기준		기타
					MC-1	WC-5	
공통	마샬안정도 적용	마샬 안정도 (N)		KS F 2337	7,500 이상 (5,000 이상)2)		〔다짐횟수〕 선회다짐:100(75) 마샬다짐:양면75(50)
		흐름값(1/100 cm)			20~40		
	변형강도 적용	변형강도 (MPa)[1)]		지침 부속서 참조[1)]	4.25 이상 (3.2 이상)		
	공통	공극률 (%)		KS F 2364	3~6	3~5	
		포화도 (%)		지침 부속서 참조3)	65~80	70~85	
		골재간극률 (%)			표 2.4-4 참조		
신아스팔트 혼합물		인장강도비		KS F 23984)	0.80 이상		공극률 (%):7±0.5
재활용 아스팔트 혼합물		인장강도비		KS F 2398	0.75 이상		공극률 (%):7±0.5
		추출 아스팔트 절대점도 (Poise)5)		KS M 2247	5,000 이하		-
중온 아스팔트 혼합물		간접인장강도 (N/mm2)		KS F 2382	0.8 이상		〔다짐횟수〕 선회다짐:100(75) 마샬다짐:양면75(50)
		터프니스 (N·mm)		KS F 2382	8,000 이상		
		동적안정도 (회/mm)	W64 등급	KS F 2374	750 이상	1,000 이상	공극률 (%): 4±0.3
			W70 등급		1,500 이상	2,000 이상	
			W76 등급		2,000 이상	3,000 이상	

주 1) 변형강도 시험방법은 국토교통부 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침' 부속서Ⅳ-5에 따른다.
2) 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 미만 또는 20년 설계 ESAL이 107 이하인 포장은 ( )안의 기준값이 있을 경우 이를 적용한다.
3) 포화도와 골재간극률 시험방법은 국토교통부 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침' 부속서Ⅳ-1에 따른다.
4) 신아스팔트 혼합물의 인장강도비 시험은 KS F 2398에 따르되, 동결 처리를 제외하고 (60±1) ℃ 온도로 (24±1)시간 수침처리만 한다.
5) KS F 2354, KS F 2381, KS F 2396 등의 시험방법으로 재활용 아스팔트 혼합물에서 아스팔트를 추출하여 KS M 2247의 시험방법으로 시험한다. 점도계는 KS M 2247 부속서1의 '아스팔트 협회 진공 모세관 점도계'를 사용하며, 측정되는 아스팔트의 절대점도 범위에 적합하여야 한다.

표 2.4-4 최소 골재간극률 기준

골재최대크기 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

비고 : 설계공극률이 3.0 %~4.0 %, 4.0 %~5.0 %, 5.0 %~6.0 % 이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대크기가 20 mm이고, 설계공극률이 4.5 %이면, VMA 기준은 13.5 % 이상이다.

7) 기준밀도

① 중간층용 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 공사감독자의 승인을 받은 현장배합에 대하여 양면을 각각 50(75)회씩 다진 3개의 마샬 공시체를 제작하고, 다음 식으로 구한 마샬 공시체의 밀도의 평균치를 기준밀도로 한다.

$$\text{공시체의밀도}(g/cm^3) = \frac{\text{건조공시체의 공기중 질량}(g)}{\left(\begin{array}{c}\text{공시체의 표면건조질량}(g)\\ -\text{공시체의 수중질량}(g)\end{array}\right)} \times 25℃\text{물의밀도}(g/cm^3) \quad (2.4\text{-}1)$$

5. 아스팔트 콘크리트 표층 재료

1) 아스팔트

① 아스팔트 콘크리트 표층에 사용할 아스팔트는 KS M 2201에 적합한 것으로서 KCS 44 55 10에 따른다. 사용할 아스팔트의 종류는 설계도서에 표시한다.

2) 골 재

① 골재는 이 기준 4. 2)에 따른다.

3) 재료의 표준입도

① 굵은골재, 잔골재 및 채움재를 혼합했을 때의 입도는 표 2.5-1에 따른다. 사용할 입도는 설계도서에 명기하거나 공사감독자의 지시에 따른다.

표 2.5-1 표층용 아스팔트 콘크리트 골재의 표준입도

구분		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
		밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	내유동성	내유동성
체의 호칭 치수 (mm)		13	13 F	20	20 F	20 R	13 R
통과중량백분율 (%)	25	-	-	100	100	100	-
	20	100	100	90~100	95~100	90~100	100
	13	90~100	95~100	72~90	75~90	69~84	90~100
	10	76~90	84~92	56~80	67~84	56~74	73~90
	5	44~74	55~70	35~65	45~65	35~55	40~60
	2.5	28~58	35~50	23~49	35~50	23~38	25~40
	0.6	11~32	18~30	10~28	18~30	10~23	11~22
	0.3	5~21	10~21	5~19	10~21	5~16	7~16
	0.15	3~15	6~16	3~13	6~16	3~12	4~12
	0.08	2~10	4~8	2~8	4~8	2~10	3~9

4) 재료의 승인 및 시험

① 재료의 승인 및 시험은 이 기준 4. 4)에 따른다.

5) 재료의 저장

① 재료의 저장은 이 기준 4. 5)에 따른다.

6) 아스팔트 혼합물의 품질기준

① 표층용 아스팔트 혼합물은 다음 사항을 만족하여야 한다.

- 품질 시험용 공시체 제작 방법은 KS F 2337 또는 KS F 2377에 따른다. 다만 인장강도비와 동적안정도용 공시체 제작은 표 2.5-2의 해당 시험방법 기준에 따른다.
- KS F 2337에 따른 마샬 다짐기를 이용하여 공시체 제작시 양면 각 50회 다짐하며, KS F 2377에 따른 선회 다짐기를 이용시 75회 다짐한다. 다만 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 이상 또는 20년 설계 ESAL 〉 107인 중교통도로 포장용 혼합물은 마샬다짐 양면 각 75회 또는 선회다짐 100회 다짐한다.
- 표층용 아스팔트 혼합물은 표 2.5-2의 공통 항목 기준을 만족하여야 한다.
- 아스팔트 콘크리트 순환골재가 사용되지 않은 표층용 신아스팔트 혼합물은 표 2.5-2의 인장강도비 기준을 만족하여야 한다.
- 표층용 중온 아스팔트 혼합물은 표 2.5-2의 간접인장강도, 터프니스, 동적안정도 기준을 만족하여야 한다. 동적안정도 기준에서 W64, W70, W76은 중온 아스팔트 혼합물 종류를 나타낸다.
- 표층용 재활용 아스팔트 혼합물은 표 2.5-2의 인장강도비, 추출 아스팔트 절대 점도 기준을 만족하여야 한다.
- 표 2.5-2의 시험항목 중 변형강도와 마샬안정도 기준은 적용대상의 교통조건, 환경조건 등을 고려하여 선택적으로 적용한다.
- 표 2.5-2의 인장강도비 기준에 만족하지 못하는 경우 국토교통부 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침의 박리방지제 적용 기준을 적용하여 사용토록 한다.

② 중온 아스팔트 혼합물은 이 기준 2.4.6(2)를 따른다.

표 2.5-2 표층용 아스팔트 혼합물의 품질기준

시험 항목				시험방법	기준		기타
					WC-1~4	WC-5,6	
공통 기준	마샬안정도 적용	마샬 안정도 (N)		KS F 2337	7,500 이상 (5,000 이상)	6,000 이상	〔다짐횟수〕 선회다짐:100(75) 마샬다짐:양면75(50)
		흐름값(1/100 cm)			20 ~ 40	15 ~ 40	
	변형강도[1] 적용	변형강도 (MPa)		지침 부속서 참조[1]	4.25 이상 (3.2 이상)[2]		
	공통	공극률 (%)		KS F 2364	3~6	3~5	
		포화도 (%)		지침 부속서 참조[3]	65~80	70~85	
		골재간극률 (%)			표 2.5-3 참조		
신아스팔트 혼합물		인장강도비		KS F 23984)	0.80 이상		공극률 (%): 7±0.5
재활용 아스팔트 혼합물		인장강도비		KS F 2398	0.75 이상		공극률 (%): 7±0.5
		추출 아스팔트 절대점도(Poise)5)		KS M 2247	5,000 이하		
중온 아스팔트 혼합물		간접인장강도 (N/mm)		KS F 2382	0.8 이상		〔다짐횟수〕 선회다짐:100(75) 마샬다짐:양면75(50)
		터프니스 (N·mm)		KS F 2382	8,000 이상		
		동적안정도 (회/mm)[3]	W64 등급	KS F 2374	750 이상	1,000 이상	공극률 (%): 4±0.3
			W70 등급		1,500 이상	2,000 이상	
			W76 등급		2,000 이상	3,000 이상	

주 1) 변형강도 시험방법은 국토교통부 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 부속서Ⅳ-5에 따른다.

2) 대형차 교통량이 1일 한 방향 1,000대 미만 또는 20년 설계 ESAL이 107 이하인 포장은 ( )안의 기준값이 있을 경우 이를 적용한다.

3) 포화도와 골재간극률 시험방법은 국토교통부 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 부속서Ⅳ-1에 따른다.

4) 신아스팔트 혼합물의 인장강도비 시험은 KS F 2398에 따르되, 동결 처리를 제외하고 (60±1) ℃ 온도로 (24±1)시간 수침처리만 한다.

5) KS F 2354, KS F 2381, KS F 2396 등의 시험방법으로 재활용 아스팔트 혼합물에서 아스팔트를 추출하여 KS M 2247의 시험방법으로 시험한다. 점도계는 KS M 2247 부속서1의 아스팔트 협회 진공 모세관 점도계를 사용하며, 측정되는 아스팔트의 절대점도 범위에 적합하여야 한다.

표 2.5-3 최소 골재간극률 기준

골재최대크기 (mm)	설계 공극률 (%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상	16.0 이상
20	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상	15.0 이상
25	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상	14.0 이상
30	10.5 이상	11.5 이상	12.5 이상	13.5 이상
40	10.0 이상	11.0 이상	12.0 이상	13.0 이상

비고 : 설계공극률이 3.0 %~4.0 %, 4.0 %~5.0 %, 5.0 %~6.0 %이면, 각 기준값을 보간하여 사용한다. 예를 들어 최대크기가 20 mm이고, 설계공극률이 4.5 %이면 VMA 기준은 13.5 % 이상이다.

7) 기준밀도

① 표층용 가열 아스팔트 혼합물의 기준밀도는 현장배합에 의해 제조된 혼합물로부터 매일 3개의 마샬공시체를 만들고, 기준밀도의 결정은 이 기준 2.4.7에 따른다.

6. 갓길 포장 재료

1) 기층

① 갓길 포장 기층의 재료는 KCS 44 50 05 (2.4)에 따른다.

2) 표층

① 중차량의 통행이 많은 곳 또는 포장의 수밀성이 요구되는 곳에는 표층용 포장을 하여야 하며, 재료는 이 기준 2.5에 따른다.

(3) 시공

1. 프라임 코우트 시공

1) 준비공

① 프라임 코우트는 시공할 표면에 불안정한 돌·먼지·점토·기타 이물질이 없어야 하며, 보조기층이나 입도조정기층 등 역청재를 살포할 표면은 KCS 44 00 00의 규정에 따라 마무리되어야 한다.

② 표면은 시공 전에 필요하면 약간의 습윤상태로 되게 하여 공사감독자의 확인을 받아야 하며, 자유표면수가 없어진 후 역청재를 살포하여야 한다.

③ 프라임 코우트 공급자는 기온에 따른 양생시간을 제시하여야 한다. 이때 공급자는 양생시간과 관련된 시험자료를 제공하여야 한다.

2) 장비

① 역청재료의 살포에는 역청재료를 균일하게 살포할 수 있는 아스팔트 디스트리뷰터를 사용하여야 한다. 이 디스트리뷰터에는 시간마다 주행거리를 표시하는 회전속도계와 노즐에서 나오는 역청재 살포량의 기록장치가 있어야 한다.

② 시공 직전에 시험살포를 통해 아스팔트 디스트리뷰터의 노즐상태와 균일한 분사량을 확인한 후에 작업에 임하여야 한다.

③ 디스트리뷰터의 출입이 곤란하거나 협소한 곳에는 공사감독자의 승인을 받아 소형 살포기(스프레이어)를 사용할 수 있다.

3) 기상조건

① 프라임 코우트는 표면이 깨끗하고 먼지가 나지 않을 정도로 잘 건조된 후 시공하여야 하며, 유화 아스팔트를 역청재료로 사용할 경우 기온이 10 ℃ 이하에서는 감독원의 승인 없이 시공하여서는 안 된다.

② 비가 내릴 때 시공하여서는 안 되며, 작업도중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하여야 한다.

③ 일몰 후 역청재를 살포 시에는 사전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

4) 사용량 및 살포온도

① 프라임 코우트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 설계도서에 따른다.

② 프라임 코우트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 현장조건 및 시공방법에 따라 다르지만 일반적으로 표 3.1-1의 범위에서 결정할 수 있다. 실제의 살포량은 시험살포에 의해서 판단하는 것이 좋으며, 표 3.1-1의 범위에서 살포할 면이 치밀한 경우는 적은 쪽으로, 거친 경우는 많은 쪽으로 사용한다.

표 3.1-1 프라임 코우트에 사용되는 역청재의 사용량

재료	사용량(ℓ/m2)	비고
RS(C)-3	1~2	가열이 필요한 경우 공사감독자가 지시하는 온도에 따른다.

5) 역청재의 살포

① 표면정비 후 이 기준 3.1.2의 장비로 역청재를 살포하여야 한다. 살포 전에 현장시험을 통하여 정확한 살포량을 결정하여야 하며, 일부에 집중됨이 없이 표면에 고르게 분사될 수 있도록 노즐상태·살포높이·살포압력 등으로 확인하고 속도를 결정하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 프라임 코우트 시공 후 RS(C)-3의 경우는 24시간 이상 양생하여야 하고, 공급자가 특별히 양생시간을 제시할 경우 그 시간을 양생시간으로 할 수 있다. 이때 공급자는 양생시간과 관련된 시험자료를 제공하여야 한다.

③ 역청재를 표면에 살포한 후 24시간 경과하여 관찰한 결과, 적게 살포된 부분은 추가로 살포하여 시정하여야 하며, 역청재가 과다하거나 또는 표면에 완전히 흡수되지 않은 경우에는 표면에 모래를 살포하여 과다 역청재를 흡수하도록 하여야 한다. 이때 상층부의 포장 시공 전에 흩어진 모래는 제거하고 타이어 롤러로 다져야 한다.

④ 역청재를 살포할 때에 교량의 난간, 중앙분리대, 연석, 전주 등은 비닐 등을 덮어 오염되지 않도록 하여야 한다.

⑤ 프라임 코우트의 이음부분은 과소 또는 과다 살포가 되지 않도록 주의하여야 한다. 이 경우 이미 살포한 프라임 코우트에는 살포한 선을 따라 비닐 등을 덮어 추가 살포가 되지 않도록 하고, 그 후 인접부분을 살포하여야 한다.

6) 유지관리

① 역청재를 살포한 프라임 코우트의 표면은 포장시공 전까지 손상되지 않도록 보호하여야 하며, 포장시공 전에 프라임 코우트에 손상이 생기면 수급인 부담으로 보수하여야 한다.

2. 택 코우트 시공

1) 준비공

① 택 코우트를 시공할 포장면은 시공 전에 불안정한 돌·먼지·기타 유해물을 완전히 제거하고, 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

② 표면의 일정치 못한 파형부분은 적절한 재료로 치환·보수하여야 한다.

2) 장 비

① 장비는 이 기준 3.1.2에 따른다.

3) 기상조건

① 택 코우트는 표면이 깨끗하고 건조할 때 시공하여야 하며, 기온이 5℃ 이하일 때는 공사감독자의 승인 없이 시공하여서는 안 된다.

② 비가 내릴 때에 시공하여서는 안 되며, 작업도중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하여야 한다. 그리고 비가 멈추어 작업을 재개할 때 노면에 자유 표면수가 있을 경우 공사감독자의 승인을 받은 후 작업하여야 한다.

③ 일몰 후 역청재를 살포 시에는 사전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

4) 사용량 및 살포온도

① 택 코우트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도는 설계도서 또는 시험시공 결과에 따르며, 표 3.2-1범위에서 결정할 수 있다.

표 3.2-1 택 코우트에 사용되는 역청재의 사용량 및 살포온도의 표준

재료	사 용 량(ℓ/m2)	비고
RS(C)-4	0.3~0.6	가열이 필요한 경우 공사감독자가 지시하는 온도에 따른다.

5) 역청재의 살포

① 표면을 정비한 후 이 기준 3.2.2의 장비로 역청재를 살포하여야 한다. 살포 전에 현장시험을 통하여 정확한 살포량을 결정하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 역청재는 과잉살포가 되지 않도록 주의하여야 하며, 사전에 결정된 양 이상으로 살포되어 포장의 결합에 유해하다고 판단되면 역청재를 제거하고, 재시공하여야 한다.

③ 역청재의 살포가 균일하지 못한 부분은 즉시 헝겊, 마대 등으로 균일하게 살포되도록 한다.

④ 역청재 살포할 때에는 교량의 난간, 중앙분리대, 연석, 전주 등은 비닐 등을 덮어 오염되지 않도록 하여야 한다.

⑤ 역청재 살포 후 수분 또는 휘발분이 건조할 때까지 충분히 양생하여야 하며, 표층을 완료할 때까지 차량통행을 금지하여야 한다.

6) 유지관리

① 역청재를 살포한 택 코우트의 표면은 포장시공 전까지 손상되지 않도록 보호하여야 하며, 포장시공 전에 택 코우트에 손상이 생기면 수급인 부담으로 보수하여야 한다.

3. 실 코우트 시공

1) 준비공

① 실 코우트를 시공하는 표면은 시공 전에 불안정한 돌·먼지 기타의 유해물을 제거하고, 부분적인 균열·변형 및 파손지점을 보수하고 청소하여 공사감독자의 검사와 승인을 받아야 한다.

2) 기상조건

① 실 코우트는 시공하는 노면이 젖어 있거나, 비가 올 때 또는 기온이 10 ℃ 이하일 때에는 시공하여서는 안 된다.

3) 사용량 및 살포온도

① 실 코우트에 사용되는 역청재료의 사용량, 살포온도 및 골재의 살포량은 설계도서에 따른다.

4) 역청재 및 골재의 살포

① 역청재의 살포에 있어서는 연석 등의 구조물이 더럽혀지지 않도록 하고, 디스트리뷰터 또는 엔진 스프레이어 등으로 균일하게 살포한 후 골재를 규정량으로 균일하게 살포하여야 한다.

② 골재가 불균일하게 살포된 곳은 균일한 두께가 되도록 골재를 추가하여 고른 후 빠르게 롤러를 투입하여 다진다.

③ 교통 개방은 골재가 비산되지 않을 정도로 양생이 완료 되고, 공사감독자의 승인을 받은 후 실시하여야 한다.

4. 아스팔트 콘크리트 중간층 시공

1) 준비공

① 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

② 공사에 중대한 영향을 미치는 아스팔트 혼합물의 생산 플랜트, 운반 및 시공장비 등을 미리 점검하여 양호한 상태로 정비하여 두어야 한다.

③ 수급인은 종·횡방향 시공이음부 처리 방안 및 1일 적정 작업물량 등이 포함된 세부작업계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

2) 믹싱 플랜트

① 믹싱 플랜트는 KCS 44 50 05 (3.4.2)에 따른다.

3) 시험포장

① 수급인은 설계도서에 따라 공사에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 공사감독자 입회하에 시험포장을 실시하여야 한다. 단, 현장여건상 시험포장이 곤란할 경우 공사감독자의 승인을 받은 후 시험포장을 생략할 수 있으며, 시험포장을 생략할 경우에는 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도, 다짐작업에 사용할 롤러의 대수, 조합 및 다짐횟수, 최적 아스팔트 함량, 다짐도, 다짐 전 포설두께, 플랜트 배합, 현장 포설온도 등 시험포장에서 결정하여야 할 제반사항을 공사감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

② 시험포장 면적은 약 500 m2 정도로 공사감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있으며, 다짐시험을 실시하여 두께 및 밀도를 측정하여야 한다.
③ 시험포장은 최적 아스팔트 함량, 다짐도, 다짐 전 포설두께, 다짐방법, 다짐 후 밀도, 플랜트 배합 및 현장포설온도 등을 검토할 목적으로 시행한다.
④ 시험포장을 시행할 장소와 혼합물의 배합·포설두께·다짐장비·다짐방법 등이 포함된 시험포장계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 공사감독자와 협의하여야 한다.
⑤ 시험포장 구간은 공사시방서, 설계도서의 규정에 만족할 경우에는 본 포장의 일부로 사용할 수 있으나, 규정에 벗어날 경우에는 이를 제거하여 원상으로 복구하여야 한다.
⑥ 시험포장에 소요되는 비용은 포장의 계약단가에 포함된 것으로 간주하고, 별도의 지불은 하지 않는다.

4) 현장배합
① 수급인은 아스팔트 및 골재의 대표적인 시료를 이용하여 시험비빔 및 시험포장을 시행한 결과를 검토한 후 혼합물의 입도, 아스팔트 함량, 혼합물의 혼합시간, 믹서에서 배출할 때의 온도 등을 공사감독자와 협의하여 결정한다.
② 수급인은 (1)에 따라 혼합물을 생산하여야 한다. 다만, 실제 플랜트에서 생산되는 혼합물의 골재입도는 배합설계할 때의 입도와 다르게 나타나는 것이 보통이기 때문에 현장배합을 실시하여 규정된 혼합물의 품질기준에 만족하는지를 확인하여야 한다.
③ 아스팔트 혼합물의 품질기준에 만족하지 않을 경우에는 골재의 입도 또는 아스팔트의 함량을 수정하여야 한다.
④ 아스팔트 혼합물의 현장배합 시 온도 오차는 ±10 ℃ 이상 나지 않도록 한다.
⑤ 지금까지 제조실적이 있는 혼합물의 경우에는 그 실적 또는 정기시험에 의한 시험결과 보고서를 제출하여 공사감독자가 승인한 경우에는 시험배합을 생략할 수 있다.
⑥ 시공 중 혼합물의 개선이 필요한 경우에는 공사감독자가 현장배합의 변경을 지시할 수 있다. 이때 아스팔트량의 차이가 ± 0.5 % 미만인 경우에는 계약단가의 변경은 하지 않는다.

5) 혼합작업
① 혼합작업은 이 기준 3.2에서 규정한 믹싱플랜트에서 아스팔트, 골재 및 채움재를 사용하여 혼합하여야 한다.
② 종류별 및 크기별로 저장되어 있는 콜드 빈의 골재는 가열 및 체가름하여 핫 빈으로 보내며, 핫 빈에서는 배합비에 따라 골재를 계량하여 믹서에 투입하며, 계량된 채움재가 투입되고 믹서에서 혼합된 후 소요량의 아스팔트를 믹서에 주입하여 혼합한다.

③ 믹서에 투입된 골재와 아스팔트의 온도는 규정된 온도에서 ±10 ℃의 범위를 넘어서는 안 되며, 골재의 온도는 아스팔트 투입온도보다 10 ℃ 이상 높아서는 안 된다.
④ 믹서에서 5~15초 동안 골재를 혼합한 후 가열된 아스팔트를 주입하고, 균일한 혼합물이 될 때까지 30초 이상 계속 혼합하여야 한다. 이때 과잉혼합이 되지 않도록 주의하여야 한다.
⑤ 연속식 플랜트에서는 다음 식으로 구한 혼합시간을 45초 이상으로 관리하여야 한다.

$$\text{혼합시간(초)} = \frac{\text{믹서의 전용량(kg)}}{\text{매초 당 믹서의 배출량(kg/초)}} \quad (3.4\text{-}1)$$

⑥ 배치식 플랜트나 연속식 플랜트의 어느 것을 사용하든지 혼합시간은 현장배합 시험 결과에 따라 결정하여야 하며, 믹서에서 배출할 때 혼합물의 온도는 시험배합에서 결정된 혼합물의 온도에서 ±10 ℃의 범위 내에 있어야 한다. 중온 아스팔트 혼합물의 경우 140 ℃를 가열 아스팔트 혼합물의 경우 180 ℃를 넘어서는 안 된다.

6) 혼합물의 운반
① 플랜트에서 포설현장까지 혼합물 운반에 사용할 트럭의 적재함은 바닥이 깨끗하고 평평하여야 하며, 혼합물이 적재함 바닥에 붙는 것을 방지하기 위하여 경유(석유계 물질)등을 적재함 바닥에 발라서는 안 된다.
② 혼합물의 양은 계획시간 이전에 포설 및 다짐을 마칠 수 있을 만큼 현장에 운반하여야 한다.
③ 혼합물은 운반 도중 오물이 유입되거나 온도가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 혼합물 위에 덮개를 씌우는 등의 조치를 하여야 한다.

7) 기상조건
① 아스팔트 혼합물은 포설할 표면이 얼어있거나 습윤상태이거나 불결할 때, 또한 비가 내리거나 안개가 낀 날은 시공하지 않아야 한다.
② 시공 중 비가 내리기 시작하면 즉시 작업을 중지하고, 기온이 5 ℃ 이하일 때는 시공하여서는 안 된다.

8) 포설장비
① 아스팔트 혼합물의 포설에 사용하는 피니셔는 자주식으로 설계도서에 표시한 선형, 경사 및 크라운에 일치되도록 포설할 수 있는 자동센서가 부착된 장비이어야 한다.

② 피니셔는 혼합물을 평탄하게 포설할 수 있는 호퍼, 스크류, 조절 스크리드 및 탬퍼를 장치한 것으로 혼합물의 공급량에 따라 작업속도를 조절할 수 있는 것이어야 한다.

9) 포설작업

① 아스팔트 혼합물의 포설에 앞서 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고, 표면상의 먼지 및 기타 불순물은 완전히 제거하여야 한다.

② 택 코우트의 양생이 끝나기 전에는 혼합물을 포설하여서는 안 된다.

③ 공사감독자는 포설온도범위를 지정하여야 하며, 지정된 포설온도보다 20 ℃ 이상 낮을 경우에는 그 혼합물은 폐기하여야 한다.

④ 아스팔트 콘크리트 중간층은 다짐 후의 1층 두께가 70 mm 이내가 되도록 포설하여야 한다.

⑤ 포설작업이 작업 도중 오랫동안 중단되었을 때는 혼합물의 포설 및 다짐에 부적합한 온도로 내려가 완성면의 평탄성이 좋지 않거나 다짐밀도가 적어지므로 포설작업이 연속적으로 이루어질 수 있도록 플랜트의 생산능력에 맞추어 포설속도를 조절하여야 하며, 혼합물의 운반계획을 면밀히 수립하여야 한다.

⑥ 혼합물은 포설 스크류 깊이의 2/3 이상 차 있도록 호퍼에 적정량이 공급되어야 한다. 이때 호퍼의 조정문은 스크류와 피더가 85 % 이상 작동하도록 조절되어야 한다.

⑦ 피니셔의 속도는 혼합물의 포설두께와 종류에 따라 조정하며, 스크리드는 포설작업을 시작하기 전에 예열하여야 한다.

⑧ 편경사가 설치된 구간에서는 도로중심선에 평행하게, 노면이 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다. 또한 직선구간에서는 도로중심선에 평행하게, 갓길 쪽에서 도로중심선 쪽으로 포설하여야 하며, 종단방향으로는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설하여야 한다.

⑨ 피니셔 뒤에는 삽과 레이크 인부를 고정 배치하여 피니셔의 마무리가 불완전한 곳은 수정하여야 한다. 포설 중에 혼합물의 재료분리가 생길 경우에는 피니셔의 운행을 즉시 중지하고, 원인을 조사하여 포설불량 부분은 즉시 보수하여야 한다.

⑩ 기계포설이 불가능한 곳에는 인력포설을 하여야 하며, 이때에는 재료분리현상이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

⑪ 이미 완성된 포장층에는 공사감독자의 확인을 받아 택 코우트를 시행한 후 혼합물을 포설하여야 한다. 단, 택 코우트의 생략은 이 기준 3.2를 따른다.

10) 다짐장비

① 다짐장비는 8톤 이상의 머캐덤 롤러와 6톤 이상의 2축식 탄뎀 롤러 및 10톤 이상의 타이어 롤러를 사용하여야 하며, 규격·종류 및 다짐횟수는 시험포장결과에 따라 결정한다.

② 롤러는 전·후진, 방향전환 시 노면에 충격을 가하지 않는 자주식으로서 혼합물이 바퀴에 부착되지 않도록 바퀴에 물을 공급하는 장치가 구비되어 있어야 한다.

③ 공사감독자 입회하에 포장 시공 전까지 각 다짐장비의 중량을 측정하고, 롤러 면의 녹과 협잡물을 완전히 제거하여야 한다.

11) 다짐작업

① 혼합물의 다짐은 이 기준 3.4.10의 다짐장비로 균일하게 다짐을 실시하여야 하며, 롤러다짐이 불가능한 곳에서는 수동식 탬퍼로 충분히 다져야 한다.

② 다짐작업에 사용되는 롤러의 대수, 조합, 다짐횟수 등은 시험포장에서 결정된 내용으로 시행한다. 혼합물 포설 후 롤러의 하중에 의하여 이동하지 않을 정도로 안정되면 즉시 롤러를 투입하여 다져야 한다. 머캐덤 롤러로 초기다짐을 실시한 후 횡단면의 양호도를 검사하여 불량한 곳이 발견되면 공사감독자의 지시에 따라 혼합물을 가감하여 수정하여야 한다.

③ 다짐작업 중 롤러의 다짐선을 갑자기 변경하거나 방향을 바꿔 포설한 혼합물의 이동이 생기도록 하여서는 안 된다. 롤러의 방향전환은 안정된 노면 위에서 하여야 하며, 포설된 혼합물이 이동되었으면 레이크로 긁어 일으켜 다짐 전의 상태로 만들어 다시 다져야 한다. 다짐이 끝났다 하더라도 양생이 완료될 때까지는 롤러 등 중장비를 포장면에 세워 두어서는 안 된다.

④ 현장다짐밀도는 이 기준 2.4.7의 방법으로 구한 기준밀도의 96 % 이상에서 100 % 이하 사이가 되도록 한다.

⑤ 다짐작업 후 24시간 이내에는 교통을 소통시켜서는 안 되며, 공사감독자의 승인을 얻어 불가피하게 교통을 소통시키는 경우에는 표면의 온도가 40 ℃ 이하이어야 한다.

12) 이 음

① 포장의 이음은 이음부분이 외형으로 눈에 띄지 않도록 정밀시공을 하여야 하며, 이미 포설한 단부에 균열이 생겼거나 다짐이 충분하지 않은 경우에는 그 부분을 깨끗이 잘라내고 인접부를 시공하여야 한다.

② 세로이음, 가로이음 및 구조물과의 접속면은 깨끗이 청소한 후 공사감독자가 승인한 역청재를 바른 후 시공하여야 한다. 아스팔트 혼합물층의 아래층과 위층의 가로이음의 위치는 1 m 이상, 세로이음의 위치는 0.15 m 이상 어긋나도록 시공하여야 한다.

13) 마무리

① 아스팔트 콘크리트 중간층의 완성면은 3 m 직선자로 도로중심선에 직각 또는 평행으로 측정하였을 때 가장 오목한 곳이 3 mm 이상이어서는 안 된다.

② 직선자를 사용하여 평탄성을 측정할 경우에는 이미 측정한 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정하여야 한다.

③ 평탄성의 기준에 맞지 않는 부분은 공사감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다.

14) 두께측정

① 수급인은 공사감독자가 선정하는 위치 또는 매 층당 3,000 m2 마다 코어를 채취하여 두께를 측정하고, 그 결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

② 완성두께는 설계두께보다 10 % 이상 초과하거나 5 % 이상 부족하여서는 안 된다.

③ 코어를 채취한 곳은 즉시 메워야 하며, 여기에 소요되는 비용은 수급인 부담으로 한다.

5. 아스팔트 콘크리트 표층 시공

1) 준비공

① 준비공은 이 기준 4. 1)에 따른다.

2) 믹싱 플랜트

① 믹싱 플랜트는 이 기준 4. 2)에 따른다.

3) 시험포장

① 시험포장은 이 기준 4. 3)에 따른다.

4) 현장배합

① 현장배합은 이 기준 4. 4)에 따른다.

5) 혼합작업

① 혼합작업은 이 기준 4. 5)에 따른다.

6) 혼합물의 운반

① 혼합물의 운반은 이 기준 4. 6)에 따른다.

7) 기상조건

① 기상조건은 이 기준 4. 7)에 따른다.

8) 포설장비

① 포설장비는 이 기준 4. 8)에 따른다.

9) 포설작업

① 포설작업은 이 기준 4. 9)에 따른다.

10) 다짐장비

① 다짐장비는 이 기준 4. 10)에 따른다.

11) 다짐작업

① 다짐작업은 이 기준 4. 11)에 따른다.

12) 이 음

① 이음은 이 기준 4. 12)에 따른다.

3.5.13 마무리

① 아스팔트 콘크리트 표층의 완성면은 3 m의 직선자를 도로중심선에 직각 또는 평행으로 대었을 때 가장 오목한 곳이 3 mm 이상이어서는 안 된다. 평탄성 측정은 이미 측정이 끝난 곳에 직선자를 반 이상 겹쳐서 측정하여야 한다.

② 프로파일 인덱스(profile Index)는 7.6 m 프로파일미터를 사용하는 경우, 1구간을 150 m 이상으로 측정하여야 하며, 측정위치는 각 차로 우측 끝부에서 안쪽으로 800 mm ~ 1,000 mm 간격을 유지하며, 중심선에 평행하게 측정하고, 측정속도는 보행속도 이하(4 km/h 정도)로 하며, 일반도로 본선 토공부의 경우 PrI = 100 mm/km 이하, 교량접속부를 포함한 교량구간의 경우 PrI = 200 mm/km 이하이어야 한다. 단, 확장 및 시가지 도로의 경우 본선은 PrI = 160 mm/km 이하, 교량구간, 인터체인지 및 램프구간은 PrI = 240 mm/km 이하이어야 한다. 여기서 일반도로란 확장 및 시가지도로, 교량구간, 인터체인지 및 램프구간을 제외한 구간으로 한다.

① 평탄성 기준에 어긋나는 부분은 공사감독자의 지시를 받아 재시공하여야 한다. 재시공에 소요되는 비용은 수급인 부담으로 한다.

3.5.14 두께측정

① 두께측정은 이 기준 4. 14)에 따른다.

3.5.15 품질관리 및 검사

① 수급인은 아스팔트 콘크리트 표층의 품질관리를 위해 시공 전에 혼합물의 품질 및 입도규정에 적합한지를 판정하여야 하며, 각 재료에 대한 시험결과를 시공 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

② 수급인은 시험시공에 의한 다짐밀도, 계획고와의 차이, 층 두께 등을 확인하여 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

③ 평탄성은 이 기준 5. 13)을 만족하여야 한다.

16) 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장

① 대형차 교통량이 1일 1방향 1,000대 이상이거나 저속차량이 많은 포장, 정체 구간의 포장 및 오르막차로와 같이 유동에 의한 소성변형이 우려되는 포장에는 개질 아스팔트나 특수포장을 사용한다. 이러한 재료나 포장은 시험포장이나 사용실적 등으로 그의 공용성이 인정된 것이어야 하며, 사전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

② 폭염에 의하여 소성변형이 우려되는 교차로나 교통량이 많은 구간의 경우 고온에 강한 개질 아스팔트나 특수포장을 사용할 수 있다. 이러한 재료나 포장은 시험포장이나 사용실적 등으로 그의 공용성이 인정된 것이어야 하며, 사전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

③ 아스팔트 혼합물의 내유동성의 평가는 KS F 2374에 의한 동적안정도에 의하여 실시한다. 목표로 하는 동적안정도는 3,000 회/mm 이상으로 한다.

④ 대형차 교통량이 많은 장소에서는 표층에 의한 내유동대책뿐 아니라 중간층까지 포함하여 내유동대책을 검토하여야 한다.

6. 갓길 포장 시공

1) 프라임 코우트 및 택 코우트

① 갓길 기층 및 표층을 포설하기 전에 차로부에 접하는 보조기층 및 기층에는 이 기준 3.1 및 3.2에 따라 프라임 코우트 또는 택 코우트를 시공하여야 한다.

2) 기층

① 기층은 KCS 44 50 05 (3.4)에 따른다.

3) 표층

① 표층은 이 기준 5.에 따른다.

4) 마무리면의 검사

① 수급인은 최종 다짐이 끝난 갓길이 설계도서에 따른 선형, 경사, 두께와 동일한지 확인하기 위한 마무리 표면을 검사하여야 한다.

차. 시멘트 콘크리트 포장공사

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 시멘트 콘크리트 포장공사
① 이 기준은 시멘트 콘크리트포장 공사에 적용한다.

2. 참고 기준

1) 시멘트 콘크리트 포장공사
① 관련 기준
- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- 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 시험 방법
- KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법
- KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험 방법(질량방법)
- KS F 2456 급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법
- KS F 2502 골재의 체가름 시험 방법
- KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제
- KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제
- KS F 2711 전기전도도에 의한 콘크리트의 염소이온 침투저항성 시험방법
- KS F 2762 콘크리트 보수·보호재의 접착 강도 시험 방법

- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
- KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속 망 체
- KS F 8006 강재틀 합판 거푸집
- KS F 2545 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(화학적 방법)
- KS F 2546 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(모르타르 봉 방법)
- AASHTO PP 37 Standard Practice for Determination of International Roughness Index(IRI) to Quantify Roughness of Pavements (포장의 평탄성을 평가하기 위한 IRI 결정법)
- ASTM C 672 Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to Deicing Chemicals
- ASTM C 1260 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method) : 골재의 알칼리 잠재 반응 시험 방법(촉진 모르타르 봉 방법)
- ASTM C 1567 Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method): 시멘트계와 골재 혼합물의 알칼리-골재 잠재 반응성 여부 결정 시험방법 (촉진 모르타르 봉 방법)
- ASTM C 1581 Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage
- SS 13 72 44 Frost Test

3. 용어의 정의
- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.

4. 공사관리

① 공사관리는 KCS 44 50 10 (1.4)에 따른다.

5. 제출물

1) 시멘트 콘크리트 포장공사

① KCS 44 10 00 (1.5.4)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

② 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

- 재료시험 성적서
- 골재생산 계획서
- 시험배합 계획서
- 시험포장 계획서

(2) 자재

1. 시멘트 콘크리트 포장공사 재료

1) 품질기준

① 시멘트

- 시멘트의 품질기준은 KCS 44 55 05에 따른다.

② 물

- 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 공사감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질 규정은 KS F 4009에 따른다.

③ 잔골재

- 잔골재의 유해물 함유량 허용치는 KCS 44 55 15 (표 2.1-1)을 따르며, 물리적 성질은 KCS 44 55 15 (표 2.1-2)를 따른다.

④ 굵은골재

- 굵은 골재의 유해물 함유량 허용치는 KCS 44 55 15 (표 2.1-9)를 따르며 물리적 성질은 KCS 44 55 15 (표 2.1-10)을 따른다.

⑤ 혼화재료

- 혼화재료의 품질기준은 KCS 44 55 20 (2.3)에 따른다.

⑥ 줄눈재료

- 줄눈재료의 품질기준은 KCS 44 55 20 (2.4)에 따른다.

⑦ 양생재료

- 양생재료의 품질기준은 KCS 44 55 20 (2.5)에 따른다.

⑧ 강 재

- 강재의 품질기준은 KCS 14 20 11, KCS 14 31 00에 따른다.

⑨ 거푸집 재료

- 인력포설 구간의 거푸집 재료는 KS F 8006에 맞는 강재로 두께 6 mm 이상, 길이 3 m이하, 폭은 포장두께 이상이어야 한다. 수급인은 곡선구간에 쓰일 거푸집을 포장공사 전에 준비하여야 한다.

⑩ 분리막

- 분리막은 취급이 용이하고 물을 흡수하지 않으며 콘크리트를 칠 때나 다질 때에 찢어지지 않는 것이어야 한다. 재료의 특성은 KCS 44 55 20 (2.6)에 따른다.

2) 골재의 입도

① 잔골재의 입도는 표 2.2-1에 따른다. 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다. 단 부순 잔골재 및 고로슬래그 잔골재를 사용할 때의 입도는 KCS 44 55 15에 따른다.

② 굵은 골재의 입도는 표 2.2-2에 따른다. 단 부순 굵은 골재 및 고로슬래그 굵은 골재를 사용할 때의 입도는 KCS 44 55 15에 따른다.

표 2.2-1 포장용 콘크리트의 잔골재 입도기준

체의 호칭치수 (mm)	체를 통과한 것의 질량백분율 (%)
10	100
5	95 ~ 100
2.5	80 ~ 100
1.2	50 ~ 85
0.6	25 ~ 60
0.3	10 ~ 30
0.15	2 ~ 10

표 2.2-2 포장용 콘크리트의 굵은 골재 입도기준

체의 호칭(mm) / 골재의 크기 (mm)	각 체를 통과하는 것의 중량백분율								
	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5
40~5	100	95~100	-	-	35~70	-	10~30	0~5	-
30~5		100	95~100	-	40~75	-	10~30	0~10	0~5
25~5	-	100	-	95~100	-	25~60		0~10	0~5
20~5	-	-	-	100	90~100	-	20~55	0~10	0~5
13~5					100	90~100	40~70	0~15	0~5

3) 재료의 시험 및 승인

① 시멘트

- 시멘트의 시험 및 승인은 KCS 44 55 05에 따른다.

② 골재

- 골재의 시험 및 승인은 KCS 44 55 15에 따른다.
- 알칼리골재반응을 사전에 억제하기 위하여 사용골재에 대해서 ASTM C 1260 시험을 수행하고, 14일 팽창률이 0.1 % 이하인 경우에는 사용이 가능하다. 만약, 팽창률이 0.1 % 이상인 골재를 부득이하게 사용할 경우에는 ASTM C 1567 시험방법기준으로 결합재의 일부를 광물성혼화재(예 플라이 애쉬)로 치환한 후 재평가 하여, 14일 팽창률이 0.1 % 이하인 경우에는 사용할 수 있으며, 실험에서 결정된 결합재 구성 비율은 본 배합에 반영하여야 한다.

③ 혼화재료

- 혼화재료는 공사에 사용하기 30일 전에 시료 및 시험성과표를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

④ 줄눈재료

- 수급인은 줄눈판과 줄눈재의 시료 및 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

⑤ 물

- 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치는 유해물질이 포함된 물이나 바닷물을 사용할 수 없으며, 수질이 의심스러울 경우에는 공사감독자의 사전승인을 받아 사용하여야 한다. 물에 대한 시험항목 및 품질규정은 KS F 4009에 따른다.

⑥ 피막양생제

- 수급인은 피막양생제의 시험성과를 공사에 사용하기 15일 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

4) 재료의 저장

① 시멘트

- 시멘트의 저장은 KCS 44 55 05에 따른다.

② 골재

- 골재의 저장은 KCS 44 55 15 (2.1.3)에 따른다.

③ 혼화재료

- 혼화재료의 저장은 KCS 44 55 20 (2.3.1)에 따른다.

④ 줄눈재료

- 줄눈판과 주입줄눈재는 창고 안에 보관하거나 적당한 덮개로 덮어서 보관하여야 하며, 평평한 판 위에 놓아 변형되지 않도록 하고 주입줄눈재가 변질되지 않도록 보관하여야 한다.

⑤ 피막양생제

- 피막양생제는 동절기에 동결되지 않도록 창고 안에 보관하여야 하며, 이를 사용할때에는 양생시험을 실시하여 변질여부를 확인한 후 사용하여야 한다.

⑥ 강재

- 강재는 창고 안에 보관하거나 또는 직접 땅에 닿지 않게 받침대를 설치하고 덮개로 덮어서 보관하여야 한다.

5) 재료의 변경

① 수급인은 재료의 공급원이 변경되었을 경우 신속히 공사감독자에게 보고하고 승인을 받아야 한다.

(3) 시공

1. 시멘트 콘크리트 포장 시공

1) 시공장비

① 시공조건에 맞는 장비의 선정은 콘크리트 포장의 품질 및 작업효율에 막대한 영향을 미치므로 수급인은 공사에 사용할 모든 장비의 기종, 기능, 기계상태, 배치계획, 오염대책 등을 기재한 장비 사용계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 공사현장에 반입하여 사용 전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

② 배치플랜트(batch plant)

- 배치플랜트에는 잔골재 및 굵은 골재를 입도별로 계량할 수 있는 계량장치를 구비하여야 한다.
- 벌크시멘트를 사용할 경우에는 계량장치, 빈, 호퍼를 구비하여야 한다. 호퍼는 작업도중 먼지나 기타 유해물질이 혼입되는 것을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

- 산업부산물(플라이 애쉬, 슬래그 미분말 등)을 콘크리트포장에 적용할 경우, 필요시 시멘트 혼화재의 사일로와 계량 장치를 추가 설치하여야 한다.
- 배치플랜트는 작업 중 점검과 검사를 할 수 있으며, 작업원의 안전을 도모하기 위한 안전장치가 부착되어 있어야 한다. 기타 사항은 KCS 44 55 20에 따른다.

③ 믹서(mixer)

- 포장용 콘크리트는 현장 플랜트 또는 레디믹스트 콘크리트로 공급하거나 트럭믹서에서 혼합하여 공급하여야 한다. 각 믹서에는 혼합용 드럼의 용량을 혼합콘크리트의 부피로 표시하고, 블레이드의 회전속도를 표시하는 장비 제작자의 표찰은 잘 보이는 곳에 부착되어 있어야 한다.
- 콘크리트를 혼합할 믹서는 규정된 혼합시간 내에 골재, 시멘트 및 물을 완전히 혼합하여 균질한 혼합물을 만들고, 재료분리가 발생하지 않고 배출할 수 있는 것으로 공사감독자의 승인을 받은 것이어야 한다.
- 각 믹서는 드럼에 모든 재료가 완전히 채워졌을 때 배출 레버가 자동적으로 잠겨지고 혼합이 끝났을 때는 열릴 수 있는 승인된 시간조절장치를 구비하여야 하며, 각 배치 수를 정확하게 나타낼 수 있는 계수기가 부착되어 있어야 한다.
- 각 믹서는 적당한 시간간격을 두고 청소를 하여야 하며, 드럼 내의 날이 20 mm 이상 닳았을 때는 보수하거나 교체하여야 하며, 기타 사항은 KCS 44 55 20에 따른다.
- 트럭믹서는 KS F 4009에 적합한 것이어야 한다.

④ 백호(backhoe)와 스프레더(spreader)

- 다져지지 않은 콘크리트를 포설면에 고르게 펴는 장비로는 일반적인 경우 백호를 사용하며, 대규모 공사인 경우에는 스크류형 스프레더, 벨트형 스프레더, 호퍼용 스프레더를 사용한다. 또한, 소규모 공사인 경우에는 믹서의 동력을 이용한 스트라이크 오프(strike-off)를 사용하거나 인력포설을 할 수 있다.

⑤ 슬립폼 페이버(slipform paver)

- 슬리폼 페이버는 오거(auger) 및 스트라이크 오프(strike-off)로 콘크리트를 적절한 높이로 깐 후 바이브레이터, 템퍼, 콘포밍 플레이트(conforming plate), 사이드 플레이트(side-plate)로 다지고, 플로우트, 트레일 폼(trail form) 및 에저(edger)로 마무리하면서 연속적으로 포설할 수 있어야 한다.

⑥ 거친면 마무리기

- 거친면 마무리기는 설계도서에 따라 마무리 할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

⑦ 양생제 살포기

- 양생제 살포기는 전 포장면에 양생제를 균일하게 살포할 수 있는 일정한 압력을 갖는 분무장치와 교반장치를 갖추고 있어야 한다.

⑧ 콘크리트 커터(concrete cutter)

- 콘크리트 커터는 수냉각식 다이아몬드 톱날이나 마모형 톱날이 부착되어 경화된 콘크리트에 설계치수 및 능률로 줄눈을 자를 수 있어야 한다.
- 콘크리트를 절삭할 때 발생되는 오염 물질로 인한 환경 피해를 최소화하기 위하여 수급인은 가능한 콘크리트를 절삭할 때 진공흡입장치 등 청소를 병행할 수 있는 장비를 이용하여 시공하여야 한다.
- 습식 줄눈을 절단할 때의 이물질은 비산하기보다 사용되는 물에 의하여 흘러내리므로 이를 적절히 수거하여야 한다.

2) 시공면 준비

① 시멘트 콘크리트포장은 시공에 앞서 뜬 돌, 점토, 기타 유해물을 제거하여야 하며, 항상 양호한 상태로 유지되어야 하고 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.

② 수급인은 완성된 기층면이 공사용 차량의 왕래로 인하여 훼손 및 골재의 탈리 등이 발생하였을 경우 즉시 이를 보완하고 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

③ 보조기층이나 기층면이 건조해 있을 때는 소량의 물을 균일하게 살수한 후 콘크리트를 타설하여야 한다.

④ 슬래브 저면의 평탄성에 맞추어 규정된 직선자로 보조기층의 표면을 검사하고 요철부분은 고르게 수정하여야 한다.

⑤ 보조기층 또는 빈배합 콘크리트층 표면에 분리막을 설치할 경우에는 가능한 한 전 폭으로 깔아 겹이음부가 없도록 하여야 하며, 부득이하게 이음을 할 경우 세로방향으로 100 mm 이상, 가로방향으로 300 mm 이상 겹치도록 설치하여야 한다. 다만, 기층면과 슬래브 사이의 마찰저항이 구조적으로 필요한 연속철근콘크리트 포장에서는 분리막을 설치하지 않는다.

3) 거푸집 설치

① 거푸집용 재료는 이 기준 2.2.1(9)에 적합한 것으로 강도와 강성을 가진 강재를 사용하여야 한다.

② 거푸집의 측면은 브레이싱으로 저판에 지지되어야 하고 이때 저판에서의 브레이싱 지지점은 측면으로부터 높이의 3분의 2 지점 이상으로 하여야 한다.

③ 거푸집은 설치 후 진동기의 충격다짐과 포설기계의 최대 윤하중에 충분히 견딜 수 있어야 하며, 거푸집 설치의 이격 허용오차는 거푸집용 강재두께 이하이어야 한다.
④ 거푸집은 콘크리트 치기 전에 깨끗이 닦고, 유지류를 발라 두어야 하며, 거푸집 설치 상태에 대한 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
⑤ 포장두께의 변경이나 인력 마무리를 하여야하는 구간에 사용할 거푸집은 재질, 구조, 설치방법 및 제거에 대하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
⑥ 거푸집 설치의 상태 및 기층면의 정비에 대해서는 콘크리트를 치기 전에 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
⑦ 거푸집은 길이 3 m 마다 윗면의 변형이 3 mm 이상 있어서는 안되며, 측면의 변형이 6 mm 이상 있어서는 안 된다.
⑧ 곡선반지름 50 m 이하의 경우에는 목재 거푸집을 사용할 수 있으며 이때 600 mm 마다 강재 지지말뚝을 설치하여야 한다.

5) 배합

① 시공일반

- 포장용 콘크리트의 배합은 소요품질과 작업에 적합한 워커빌리티 및 피니셔빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 정하여야 한다. 포장용 콘크리트는 연행공기의 확보를 위하여 AE제와 감수제를 각각 사용하여야 한다. 또한, 인력타설 시공이 불가피한 경우에는 별도의 배합설계를 실시하여 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.
- 알칼리골재반응의 방지를 위해서는 시멘트의 일정량을 산업부산물(플라이 애쉬 또는 슬래그 미분말)로 대체할 수 있으며 산업부산물 종류 및 대체량은 국토교통부 산업부산물 재활용 도로 포장 지침을 참조한다.

② 배합기준

- 포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준은 표 3.2-1와 같다.

표 3.2-1 포장용 시멘트 콘크리트의 배합기준

항목	시험방법	단위	기준
설계기준휨강도 (f28)	KS F 2408	MPa	4.5 이상
물/결합재비		%	45 이하
굵은 골재의 최대치수		mm	40 이하
슬럼프값	KS F 2402	mm	10~60
AE콘크리트의 공기량 범위	KS F 2409	%	5.5±1.5 %

③ 시방배합

- 수급인은 공사감독자가 승인한 콘크리트의 재료를 사용하여 공사감독자의 입회하에 시방배합을 실시하며, 공사감독자는 이를 토대로 현장배합을 결정한다. 이 기준배합은 사용하는 플랜트의 관리상태 및 수급인의 시공경험 등에 의하여 콘크리트 휨강도의 변동계수를 정하고, 목표로 하는 배합강도를 결정하여 설계한다.
- 수급인은 이 기준 3.1.4(3)①에 규정된 시멘트량의 범위 내에서 시방규정에 적합한 품질과 작업에 적합한 워커빌리티 및 피니셔빌리티를 갖는 콘크리트가 제조될 수 있는 플랜트를 준비함과 동시에 사용하는 플랜트의 성능, 관리방법, 수급인의 시공경험 등을 고려한 콘크리트 변동계수 자료를 공사감독자에게 보고하여야 한다.
- 시방배합의 수정은 공사감독자가 필요하다고 인정할 때, 골재원이 변경되었을 때, 또는 잔골재의 조립율이 0.2 이상 변화가 생겼을 때 실시하여야 한다.

④ 현장배합

- 수급인은 시멘트 콘크리트 포장에 이용할 재료를 사용하여 시험포장을 실시한 후 그 결과를 제출하여야 하며, 공사감독자와 협의하여 현장배합을 결정하여야 한다.

⑤ 기타

- 기타 사항은 KCS 44 55 20 (2.1.3)에 따른다.

5) 시험포장

① 수급인은 이 기준의 규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 공사감독자의 입회하에 시험포장을 실시한다.

② 시험포장의 면적은 1,000 m2 정도로 하며, 공사감독자의 승인을 받아 이를 조정할 수 있다. 공사감독자는 포장의 작업성 및 시공성을 판단하며, 두께 마무리 및 재료분리를 최소로 하는 양호한 시멘트 콘크리트 포장을 시행할 목적으로 시험포장을 실시한다.

③ 수급인은 시험포장의 장소, 혼합물의 배합, 시공기계, 시공방법이 포함된 시험포장 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 그 결과에 대해서는 공사감독자와 협의하여야 한다.

6) 콘크리트 제조

① 재료의 계량

- 재료의 계량은 현장배합에 의한 배합비에 따라 실시하며, 각 재료는 1회분의 비비기양(각 배치)을 질량으로 계량하여야 하며, 물이나 혼화제 용액은 부피로 계량할 수도 있다. 재료의 계량 허용오차는 표 3.2-2의 범위 이내이어야 한다.

표 3.2-2 시멘트콘크리트 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정단위	1회 계량분량의 한계오차
시멘트	질량	-1 %, +2 %
골재	질량	±3 %
물	질량 또는 부피	-2 %, +1 %
혼화재	질량	±2 %
혼화제	질량 또는 부피	±3 %

② 비비기

- 콘크리트의 비비기는 현장에서의 인력혼합, 고정식 플랜트 및 트럭믹서를 사용한다. 다만, 소규모 공사에는 이동식 플랜트도 사용할 수 있다.
- 믹서는 성능이 좋은 강제식 믹서 또는 가경식 믹서를 사용하여야 하며, 믹서 1회분 혼합량은 그 믹서의 제조업자가 제시하는 규격 용량 이상 혼합하여서는 안 된다.

- 수급인은 시험배합 결과보고서를 작성하여 제출하고, 공사감독자가 콘크리트의 비비기 시간을 결정할 수 있도록 하여야 하며, 시험이 불가능할 경우에는 믹서 안에 재료를 전부 투입한 후 강제식 믹서에서는 1분, 가경식 믹서에서는 1분 30초를 표준으로 혼합한다. 다만, 일반적인 경우 위의 시간을 3배 이상 초과하여서는 안 된다.
- 한 배치의 콘크리트를 비빈 후 다음 배치의 콘크리트를 비빌 때에는 믹서내의 모든 재료를 완전히 배출한 후 혼입하여야 한다.
- 비비기는 콘크리트 혼합물이 균질하게 될 때까지 충분히 실시하여야 하며, 배출할 때 재료의 분리가 일어나서는 안 된다. 믹서 드럼의 회전속도는 제조회사의 장비설명서에 따라야 한다.
- 비빈 후 경화되기 시작한 콘크리트를 되비벼서 사용해서는 안되며, 또한 믹서 내에서 30분 이상 경과한 콘크리트도 사용해서는 안 된다.

③ 레디믹스트 콘크리트(ready mixed concrete)

- 레디믹스트 콘크리트는 KCS 44 55 20의 규정에 적합한 것으로 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 하며, 품질규격은 KS F 4009에 적합하여야 한다.
- 레디믹스트 콘크리트는 이미 타설된 콘크리트에 해를 주지 않도록 운반하여야 하며, 내려놓을 장소나 그 방법은 공사감독자의 지시를 받아야 한다.

④ 콘크리트의 운반

- 콘크리트의 운반은 재료분리와 함수비의 변화가 최소화할 수 있도록 하여야 하며, 운반차는 싣거나 내리는 작업이 용이한 것이어야 한다.
- 콘크리트는 비비기를 시작한 후 1시간 이내에 타설을 완료하여야 하며, 애지데이터 트럭으로 운반하는 경우는 90분 이상 경과하여서는 안 된다. 그러나 기온이 매우 높거나 콘크리트가 빨리 응결할 경우에는 시간을 줄여야 한다.
- 콘크리트는 비빈 후 운반되는 과정에서 굳지 않아야 하며, 조금이라도 굳은 콘크리트는 사용을 해서는 안 된다. 운반도중 콘크리트가 건조되는 것을 방지하기 위해서 수급인은 운반차에 적절한 보호방법을 강구하여야 한다.
- 콘크리트를 운반차에 싣거나 내릴 때는 그 높이를 되도록 낮게 하여, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 하며, 운반차는 사용 후 적재함 내부를 깨끗이 청소하고 물기를 제거하여야 한다.
- 덤프트럭으로 운반할 경우에는 적재함의 틈을 없애고 적재함 상단보다 낮고 평평하게 적재하며, 수분증발 및 이물질 혼합을 막기 위하여 덮개를 설치하여야 한다.
- 운반차량은 포장장비의 작업능력에 맞는 종류와 소요대수를 결정하여야 한다.
- 중앙 혼합장에서 혼합하고 트럭믹서로 운반하는 경우에는 KS F 4009의 운반규정에 따른다.

⑤ 기상조건

- 콘크리트의 배합, 치기 및 마무리는 주간에 실시하여야 하며, 부득이하게 야간에 시공하여야 할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 콘크리트를 타설할 때 콘크리트 온도가 4 ℃ 이하이거나 35 ℃ 이상인 경우 또는 비가 내릴 때는 시공을 금지하여야 한다. 다만, 부득이하게 시공하여야 할 경우에는 품질확보를 위한 제반조치에 대하여 사전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 양생기간 중 동결이 예상되는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 동결방지대책을 강구하여 포장면을 보호하여야 한다.
- 서중 및 한중 콘크리트 시공에 관해서는 이 기준 3.1.18에 따른다.

7) 콘크리트 깔기 및 다짐

① 시공일반

- 콘크리트 포설은 페이버 또는 이와 동등한 장비에 의하여 시공하여야 하며, 초기 경화가 시작되기 전에 시공하여야 한다.
- 콘크리트 포설방법으로는 고정 거푸집에 사용하는 인력에 의한 방법과 슬리폼 페이버에 의한 방법이 있으며 공사규모나 장비 및 작업여건에 따라 이를 선택하여 적용한다.
- 콘크리트 포설을 하고 난 다음에는 가능한 콘크리트를 다시 이동하지 않아야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- 동결된 보조기층에 콘크리트 포설을 하여서는 안 된다.
- 시공 당일 일평균 기온이 4 ℃ 이하로 내려가는 것이 예상되는 경우와 시공 당일 일평균 기온이 25 ℃ 이상이 예상되는 경우 반드시 한중 콘크리트와 서중 콘크리트 시공계획을 수립하여 공사감독자의 승인을 받은 후 콘크리트 포설을 하여야 한다.

② 포설

- 콘크리트는 승인된 장비와 공법을 사용하여 균일한 두께로 포설하여야 한다.
- 콘크리트는 소정의 위치에 균등량을 설계도서에 표시된 두께와 경사를 갖도록 그 양을 조절해서 다지고 마무리하여야 한다.
- 스프레더로 펴 고른 다음 불완전한 부분이 생기면 삽 등으로 고쳐야 한다. 콘크리트 슬래브의 모서리 또는 줄눈 부위의 콘크리트에 재료분리가 생기지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.
- 줄눈의 위치는 포장면 외측에 미리 표시해 두고, 콘크리트 깔기를 중단하여야 할 경우에는 줄눈위치에서 최소한 500 mm 이상 깔기를 하여 시공줄눈으로 자르고 다짐 후 마무리를 하여야 한다. 또한 콘크리트 깔기가 1시간 이상 지연되거나, 비(雨)에 의해 현저하게 손상을 입었을 경우에는 이음부 또는 손상부위를 제거하고 재시공하여야 한다.

- 일몰 후 또는 야간에는 포설 작업을 지양하여야 하며, 부득이한 경우 줄눈 절단계획 등을 검토하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 실시하여야 한다.

③ 다짐

- 콘크리트 포설 후 신속하게 피니셔 등을 사용해서 연석부까지 규정에 적합한 다짐을 하여야 한다. 이때, 포장장비 특성을 파악하여 바이브레이터 위치, 간격 및 진동수와 포장장비 운행속도 등을 조정하여 콘크리트 표면에 모르타르가 과다하게 모이는 것을 방지하여야 한다. 거푸집 및 줄눈 부근은 봉다짐 진동기를 사용하여야 한다. 이때 진동기를 거푸집이나 줄눈 어셈블리에 직접 접촉시켜서는 안 되며, 모르타르가 떠 올라올 정도로 과도한 다짐을 하여서는 안 된다.
- 콘크리트는 재료분리가 일어나지 않도록 포설하고, 진동기를 이용하여 다짐을 한다.
- 진동기는 전기 또는 압축공기를 이용한 회전형이어야 하며, 진동횟수는 10초~20초 간의 정상다짐 동안에 혼합물을 충분히 다질 수 있는 것이어야 한다.
- 다짐 후 1층 두께는 350 mm 이하이어야 하며, 혼합물의 다짐은 콘크리트 비비기를 시작하여 다짐이 끝날 때까지 1시간 이내에 완료하여야 한다.
- 진동기는 콘크리트를 고르는데 사용하여서는 안 되며, 한 자리에 20초 이상 머물러 있어서도 안 된다.

9) 보강용 철망의 설치

① 보강용 철망은 운반 또는 보관 적치할 때 철망의 비틀림, 솟음 등의 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

② 보강용 철망은 설계도서에 따라 표시된 위치에 종류별 수량을 정확하게 설치하여야 한다.

③ 철망은 설계도서에 표시된 높이까지 하부 콘크리트를 포설한 후 설치하여야 하며, 철망 설치 후 상부 콘크리트를 포설하여야 한다. 또한, 포장의 전 두께를 포설한 후 기계적인 방법으로 표면에서 소정의 깊이까지 삽입하는 방법을 사용할 수도 있다.

④ 하부 콘크리트의 포설 후 상부 콘크리트를 포설할 때까지 30분 이상 경과되었을 때에는 그 부분의 하부 콘크리트는 제거하고, 재시공하여야 한다.

⑤ 철망의 겹치는 방법 등 상세한 사항은 설계도서에 따른다.

⑥ 철망은 설치 중 또는 설치 후에도 이동되지 않도록 하여야 한다.

10) 연속철근의 설치

① 연속철근은 설계도서에 따라 표시된 위치에 종류별 수량을 정확하게 설치하여야 한다.

② 연속철근의 설치는 콘크리트를 타설 전에 받침(chair)으로 철근이 이동되지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.

③ 철근의 이음개소는 동일단면에 집중시켜서는 안 되며, 이음 개소가 서로 엇갈리도록 하여야 한다. 철근의 이음길이는 직경의 30배 이상 또는 400 mm 이상으로 하여야 한다.

④ 철근을 운반, 보관, 적치할 때 변형되거나 심하게 부식되지 않도록 주의하여야 하며, 철근을 배근할 때는 변형된 철근을 사용하여서는 안 된다.

11) 보강용 콘크리트 슬래브

① 보강용 콘크리트 슬래브는 교대의 뒤채움부에 설치하는 접속 슬래브(approach slab)와 토공부의 지지력의 불연속 구간에 설치하는 포장하부 보강슬래브로 구분된다.

② 접속 슬래브의 구조는 교대의 뒤채움부 다짐불량에 의한 부등침하와 포장파손으로 인한 주행성의 저하를 최소화 할 수 있는 구조이어야 하며, 길이, 폭, 두께 등은 설계도서에 따른다.

③ 포장하부 보강슬래브는 포장 슬래브 하부에 설치하는 철근 콘크리트 슬래브로서 지지력의 불연속, 지중구조물로 인한 부등침하 등이 예상되는 곳에 설치되며, 길이, 폭, 두께 등은 설계도서에 따른다.

④ 교량접속부 전·후 10 m 구간은 공사감독자가 직접 평탄성을 측정(단차 2 mm 이내 관리) 및 관리하여야 한다.

⑤ 표면마무리는 바이브레이팅 스크리드나 데크 피니셔에 의한 마무리 등의 기계 마무리를 하여야 한다.

12) 포장 단부처리

① 연속철근 콘크리트 포장의 시·종점부 자유단(공법이 다른 포장 또는 교량 접속부)에는 포장 슬래브의 신축에 의한 충격흡수를 위해 포장 단부처리를 하여야 한다. 그 방법은 설계도서에 따른다.

13) 줄눈

① 시공일반

- 줄눈형식, 설치위치 및 방향은 포장 전폭에 걸쳐서 동일한 형태의 줄눈을 설계도서에 따라 설치하여야 하며, 다음 표 3.2-3을 기준으로 한다.

표 3.2-3 시멘트 콘크리트포장의 줄눈 간격

줄눈의 종류	시공시기	슬래브두께 (mm)	줄눈간격 (m)
가로수축줄눈	-	-	4~6
세로줄눈	-	-	3.25~4.5

- 줄눈의 콘크리트 슬래브는 다른 부분과 동일한 강도 및 평탄성을 갖도록 마무리하여야 한다. 줄눈부에 인접한 슬래브와 높이차는 2 mm 이상이어서는 안 된다.
- 줄눈부 상단 모서리는 파손되지 않도록 3 mm 규격으로 모따기를 시행하여야 한다.

② 가로시공줄눈

- 시공줄눈은 포설작업이 완료되었을 때, 비가 올 때, 기계고장 등으로 인해 치기작업이 30분 이상 중단되었을 때 설치하며, 가로줄눈의 설치 위치에 맞추어 시공하여야 한다.
- 시공줄눈은 맞댐줄눈으로 한다. 시공줄눈을 홈줄눈 위치에다 설치할 경우에는 다웰바를 사용하고, 그 이외의 경우에는 타이바를 사용한다.
- 연속철근 콘크리트 포장의 경우 시공줄눈부에 대해서는 취약하지 않도록 보강하여야 하며, 보강방법 등은 설계도서에 따른다.

③ 가로팽창줄눈

- 팽창줄눈의 줄눈판은 중심선에 수직이며, 일직선으로 설치하여야 하며 슬래브 전폭에 걸쳐서 양쪽 슬래브가 절연하도록 설치하여야 한다. 가로팽창줄눈은 시공줄눈 또는 구조물과 접속되는 부분에 위치하도록 하여야 한다.
- 일반 토공부 포장의 가로팽창줄눈은 시공줄눈과 별도로 표 3.2-4에서 제시한 기준 이내에서 간격을 정하여 추가로 설치하여야 한다.

표 3.2-4 일반토공부 줄눈시멘트 콘크리트 포장의 팽창줄눈 설치간격

시공 시작시 온도(℃)	팽창줄눈의 최대간격(m)	비 고
6 ~ 9[1)]	150	가로수축줄눈 간격을 고려하여 6m의 배수 적용
10 ~ 14	210	
15이상	330	

주 1) 6~9℃ 경우에도 기준은 제시하나 극히 예외적인 경우에만 활용하여야 하며 시공감독자와 사전협의 후 시행

- 팽창줄눈의 폭은 KDS 44 50 10(4.1.10)에 따른다.

④ 가로수축줄눈

- 수축줄눈은 설계도서에 명기된 깊이까지 중심선에 대하여 수직으로 자르고, 홈 내의 이물질을 깨끗이 청소한 후 주입줄눈재로 홈을 채워야 한다.
- 가로수축줄눈은 균열을 방지하기 위하여 한 칸 씩 건너서 1차 컷팅을 하여야 한다.
- 연속철근 콘크리트 포장에서는 가로수축줄눈을 생략한다.
- 계약대상자는 재령 초기 환경하중에 의하여 콘크리트 포장 내에 발생하는 응력이 강도를 초과하지 않도록 가로수축줄눈의 설치 시기를 결정한다.
- 가로수축줄눈 설치시기 조절만으로 균열을 억제하지 못하는 경우 양생 방법, 콘크리트 배합을 조정하여 재령 초기 환경하중에 의하여 콘크리트 포장 내에 발생하는 응력이 강도를 초과하지 않도록 한다.
- 갓길이나 분리대 측대를 콘크리트로 할 경우 반드시 본선 줄눈 위치와 동일하게 설치하여야 한다.
- 총 길이가 120 m 이상인 터널 내 콘크리트 포장의 경우 진·출입부 60 m를 제외한 터널 내부 슬래브의 가로수축줄눈 간격을 8 m로 하며, 균열 유도의 효율성을 높이기 위해 슬래브 두께의 1/3을 절삭한다. 단, 터널 입·출구부 60 m 구간은 기존 본선구간의 설계를 동일하게 적용한다.

⑤ 세로줄눈

- 세로줄눈은 홈줄눈, 맞댐줄눈으로 하며, 포장에 수직으로 정해진 깊이의 홈을 만들고 주입 줄눈재로 홈을 채워야 한다.

⑥ 다웰바 및 타이바

- 다웰바 및 타이바는 설계도서에 따라 정확한 위치에 설치하여야 한다.
- 다웰바는 방청제 및 활동제로 도장하여야 한다.
- 다웰바 및 타이바를 체어에 지지할 경우, 체어는 철근을 용접 조립한 것이어야 하며, 철근을 견고하게 고정하여 시공 중에 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.
- 타이바는 이형봉강으로 하며, 깊이와 길이 및 배치간격을 설계도서에 따라 설치하여야 한다.

⑦ 줄눈재의 주입

- 양생기간이 끝난 후 기상조건이 허락하는 한도 내에서 줄눈에 주입줄눈재를 주입하여야 한다.
- 주입줄눈재는 주입하기에 앞서 홈을 깨끗하게 청소하고, 콘크리트 부스러기나 먼지 등을 제거하여 건조시켜야 한다.

- 주입줄눈재 시공은 홈 내면에 프라이머를 바른 다음 기포가 생기지 않도록 주입하고, 주입이 끝났을 때 줄눈재의 상면이 포장슬래브의 표면 보다 3 mm 정도 낮은 높이가 되도록 한다.
- 줄눈재로서 성형줄눈재를 사용할 경우에는 공사감독자와 협의하여 시행할 수 있다.

14) 표면마무리

① 시공일반

- 표면마무리는 계획고까지 깔기 및 다짐이 완료된 후, 초벌마무리, 평탄마무리, 거친마무리 순으로 시공한다.
- 기계에 의한 마무리 방법으로는 피니셔에 의한 초벌마무리, 표면마무리기에 의한 평탄마무리 및 브러쉬 등에 의한 거친면 마무리가 일반적이다.
- 특수지역 및 좁은 지역을 제외하고는 기계에 의한 마무리를 하여야 하며, 표면마무리에 사용할 기계 및 기구는 콘크리트 포장 시공계획서에 포함하여 공사감독자에 제출하고, 승인을 받아야 한다.
- 마무리를 용이하게 하기 위해 물을 추가하여 시공하는 것은 절대 금한다.

② 초벌마무리

- 초벌마무리는 피니셔나 슬립폼 페이버 등과 같은 기계에 의한 방법을 사용하여야 한다. 다만, 기계의 고장이나 기타의 사유로 마무리 장비를 사용할 수 없는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 인력에 의한 간이 피니셔나 템플리트 템퍼(templet tamper)로 초벌마무리를 할 수 있다.

③ 평탄마무리

- 초벌마무리를 한 후에는 표면마무리 장비에 의한 기계마무리나 플로우트(float)에 의한 인력마무리로 종·횡방향의 요철을 고르는 평탄마무리를 하여야 한다.
- 콘크리트 슬래브의 표면은 콘크리트가 굳기 전에 직선자로 평탄성을 점검하고, 필요에 따라 요철부분을 정정하여야 한다.

④ 거친면 마무리

- 횡방향 거친면 마무리는 평탄마무리가 끝나고 콘크리트 포장의 표면에 물기가 없어지면 거친면 마무리를 실시한다. 거친면 마무리 방법에는 그루빙(grooving)에 의한 방법, 타이닝기에 의한 기계마무리, 마대처리 또는 비, 솔 등을 사용하는 인력마무리 등이 있다. 타이닝기를 사용할 때 홈의 깊이는 3~6 mm를 표준으로 하고, 홈의 간격은 20~30 mm로 하여 충분한 마찰계수를 갖도록 하여야 한다.

- 종방향 거친면 마무리는 장비에 의한 평탄마무리 직후 슬립폼 페이버에 부착된 타이닝기를 이용하여 실시하여야 한다. 이때 홈의 깊이는 3 mm~6 mm를 표준으로 하고 홈의 간격은 20 mm 이내로 하여야 한다. 또한 형성된 홈의 함몰 방지를 위하여 콘크리트의 슬럼프는 20 mm 이내가 되도록 관리하여야 하며, 포설장비는 낮은 슬럼프에도 충분한 작업 능력을 갖는 기종을 선택하여야 한다.
- 거친면 마무리 완료 후 노면배수 상태를 조사하여 필요 시에는 배수용 그루빙을 공사감독자와 협의하여 시행할 수 있다.
- 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 공사감독자의 지시에 따라 홈의 형식, 깊이 및 간격 등을 조정할 수 있다.
- 임의 간격 횡방향 타이닝은 도로의 중심선과 수직으로 시공하며, 일정 간격을 두지 않고 설계 도면에 따라 10~40 mm 간격으로 시공하고, 깊이는 3~6 mm로 한다.

15) 거푸집 제거

① 거푸집은 콘크리트 타설 후 콘크리트의 강도가 자중 및 시공 중에 가해지는 강도 이상일 때 제거하도록 한다.

② 거푸집 제거 작업 중에 콘크리트 슬래브에 손상을 주어서는 안 되며, 손상을 주었을 경우에는 수급인 부담으로 즉시 보수하여야 한다.

③ 거푸집 제거 후 콘크리트 슬래브의 양측면은 이 기준 3.1.16에 따라 양생하여야 한다. 거푸집 제거 후 재료 이탈이 생긴 부분은 시멘트 모르타르로 깨끗이 메꾸어야 하며, 공용성 및 내구성 문제가 예상되는 경우에는 재시공하여야 한다.

16) 양생

① 표면마무리가 끝난 후 양생을 통해 교통이 개방될 때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 포장체를 보호하여야 한다. 양생방법은 습윤양생을 원칙으로 하며, 부득이한 경우, 감독자의 승인하에 피막양생을 할 수 있다.

② 습윤양생

- 습윤양생은 1차 피막양생과 2차 양생용덮개 양생으로 나누어진다.
- 1차 피막양생은 거친면 마무리가 끝난 직 후 피막양생제를 피막양생제 품질사양서에서 제시한 사용량 범위 내에 살포한다.
- 2차 양생용덮개 양생은 포장체 면이 양생용덮개 설치로 손상되지 않는 범위에서 최대한 신속히 설치한다.
- 습윤양생은 최소 5일간 시행하여야 하며, 필요할 때에 공사감독자의 요구에 따라 길이할 수 있다.
- 양생기간동안 양생용덮개에 습윤상태가 항상 유지되도록 주기적인 실수를 실시하여야 한다.
- 줄눈을 시공할 때는 줄눈 시공 부위에 설치된 양생용 덮개를 일부 제거 후 줄눈시공을 실시하며, 줄눈시공이 완료된 후 양생용 덮개를 재설치하여야 한다.

③ 피막양생

- 피막양생으로 수밀한 막을 만들기 위하여는 품질사양서에 따라 살포를 실시하며, 온도변화를 작게 하기 위하여 백색안료를 혼합할 수도 있다.
- 피막양생제는 콘크리트 슬래브 표면에 물기가 없어진 직후 초기 응결이 시작되지 전에 종방향으로 얼룩이 없도록 양을 1회 이상 살포하여야 하며, 포장면의 양측면까지 양생제를 살포하여야 한다.
- 피막양생제의 사용량은 품질사양서에 따라 실시하며, 콘크리트 슬래브 표면에 블리딩으로 인한 물기가 없어진 직후에 살포하여야 한다. 일반적인 경우, 양생제 총살포량은 0.4 ℓ/m2~0.5 ℓ/m2로 한다.
- 줄눈 시공 시에 양생 피막이 손상된 부분은 양생제를 재살포하여 손상된 피막을 복구하여야 한다.

④ 비가 내릴 때에는 아직 굳지 않은 콘크리트를 즉시 비닐시트, 방수지 등으로 덮어서 콘크리트의 손상을 막아야 한다.

17) 포장면 보호 및 교통개방

① 수급인은 포장 슬래브의 양생기간 중 차량 및 인마의 진입에 의한 피해를 방지하기 위하여 양생 중 표지, 주민방책 등을 설치하고, 감시인을 상주시켜 포장 슬래브를 보호하여야 한다.

② 교통개방은 강도시험 결과에 따라 공사감독자의 승인을 얻은 후 시행하여야 한다.

③ 줄눈주입재의 양생이 완료된 후 공사감독자의 승인을 받아 교통을 개방하여야 한다.

18) 특수기상 조건 하에서의 콘크리트 치기

① 한중콘크리트

- 한중콘크리트에 사용할 시멘트는 포틀랜드 시멘트를 표준으로 한다.
- 동결되거나 빙설이 혼입되어 있는 골재는 가열하여 사용하여야 한다.
- 시멘트를 혼합하기 전 물과 골재의 혼합물의 온도는 시멘트의 급결을 우려하여 40 ℃ 이하로 하여야 하며, 시멘트는 어떠한 경우라도 직접 가열해서는 안 된다.
- 콘크리트의 비비기, 운반 및 타설은 가열된 열량의 손실이 가급적 적게 되도록 하여야 한다.
- 타설할 때의 콘크리트 온도는 5 ℃~20 ℃를 유지하여야 한다. 다만, 콘크리트의 온도를 계속 유지하기 위해서는 필요한 경우 물과 골재를 가열하여 사용하여야 한다.
- 가열한 재료를 믹서에 투입하는 순서는 시멘트가 급결을 일으키지 않도록 정하여야 한다.

- 마무리된 보조기층은 콘크리트를 포설할 때까지 동결되지 않도록 보호하여야 한다. 또한, 거푸집, 철근 등에 빙설이 부착되어 있을 때에는 이를 제거하여야 한다.
- 콘크리트 타설은 포설부터 표면마무리까지 신속히 작업을 하여야 하며, 포설작업에 불편이 없는 양생덮개를 즉시 사용하여 콘크리트의 열량손실이 적게 되도록 하여야 한다.
- 한중에는 콘크리트가 동결되기 쉬우므로 응결, 경화의 초기에 동결이 되지 않도록 양생포, 비닐시트 등 보호덮개를 사용하여야 한다.
- 보호덮개만으로 부족할 경우에는 난로, 열풍기, 스팀 등을 사용하여야 하며, 히팅(heating)을 종료할 때에는 단계적으로 온도를 낮추어야 한다.
- 동해를 받은 콘크리트는 가장 가까이 있는 수축줄눈 또는 팽창줄눈까지 콘크리트 전체를 제거한 후 수급인 부담으로 재시공하여야 한다.

② 서중 콘크리트

- 서중콘크리트에 사용할 시멘트는 고온상태인 것을 사용하여서는 안 되며, 직사광선에 직접 노출된 골재를 사용하여서도 안 된다. 또한 비비기에 사용하는 물은 저온의 물을 사용하여야 한다.
- 콘크리트를 타설할 때 콘크리트의 온도는 35 ℃를 넘어서는 안 된다.
- 콘크리트를 운반할 때에는 시트나 기타 적정한 방법으로 덮어서 건조하지 않도록 하여야 한다.
- 포설기계가 직사광선에 의하여 가열되는 것을 방지하기 위하여 공사감독자는 적절한 차광시설의 설치를 지시할 수 있다.
- 혼합된 콘크리트는 1시간 이내에 빨리 타설하여야 한다. 콘크리트의 타설이 끝났을 때나 시공이 중단되었을 때에는 콘크리트의 표면이 건조하지 않도록 보호하고, 습윤상태로 유지하여야 한다.

19) 품질관리 및 검사

① 평탄성 측정

- 수급인은 다짐 및 마무리를 마친 후 콘크리트가 충분히 경화하면 포장표면의 평탄성을 검사하여야 한다.
- 평탄성의 측정은 7.6 m 프로파일미터를 사용하여 기준을 만족하여야 하며, 부득이하게 기타 기구를 사용할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 요철이 5 mm 이상 차이가 나서는 안 되며, 5 mm를 넘는 높은 부위는 승인된 기계로 갈아내어야 한다. 또한, 임의의 점에서의 계획고와의 차는 ±30 mm 이하이어야 한다.

- 프로파일 인덱스(profile index)는 7.6 m 프로파일미터를 사용할 경우, 본선 토공부 및 편도 4차로 이상의 터널은 160 mm/km 이하이어야 한다. 다만, 현장여건상 대형 조합장비의 투입이 불가능한 경우와 종단경사 5 % 이상 및 평면곡선반지름 600 m 이하 구간은 240 mm/km 이하로 한다.
- 위의 평탄성 기준에 어긋나는 부분에 대하여는 공사감독자의 지시를 받아 재시공 또는 수정하여야 한다. 재시공 또는 수정을 하는 경우에는 이 부분에 대하여 평탄성 측정을 실시한 후 그 시험결과는 공사감독자에게 제출하여 재확인을 받아야 한다. 이 때에 소요되는 모든 비용은 수급인 부담으로 한다.

② 포장슬래브의 두께 측정

- 포장슬래브의 두께는 타설 후 측면에서 100 m 마다 측정하여야 한다. 측정한 평균두께가 설계두께보다 5 % 이상 얇을 경우에는 재시공하여야 하며, 재시공 범위의 결정은 공사감독자가 하며, 수급인은 이에 따라야 한다.

③ 품질시험

- 골재 및 콘크리트의 품질시험은 골재의 재료관리 및 콘크리트의 배합, 비비기, 다짐, 마무리 등의 적정성을 판정하기 위하여 시료를 채취한다.
- 시료의 채취 및 시험은 모두 수급인이 실시하고 그 결과는 공사감독자에게 서면으로 제출하여 확인을 받아야 한다.
- 콘크리트 강도시험에 의한 콘크리트의 품질관리는 일반적인 경우 공시체의 재령 28일에서의 강도시험을 실시한다. 이때의 공시체는 수중 양생한 것으로 시험하여야 한다.
- 휨강도시험에 쓰이는 공시체는 일반적인 경우 동일 배치에서 샘플링하여 3개 이상의 공시체를 제작하며, 휨강도 시험 결과의 평균치를 대표값으로 한다. 이 경우 KS F 2401, KS F 2403 및 KS F 2408을 따른다.
- 품질시험의 횟수는 150 m3 시공량에 대하여 1회 시행하여야 한다. 배합이 변경되었거나 공사감독자가 필요하다고 판단될 경우 추가로 품질시험을 시행할 수 있으며, 1일 150 m3 이하의 시공량에 대해서도 1회 시험을 수행한다. 단, 휨강도 시편에 대해서는 1일 1회 시험을 수행한다. 그러나 필요에 따라 공시체의 제작횟수, 제작개수, 재령 및 양생방법을 변경하여 적용할 수 있다.

카. 도로포장공사용재료 : 시멘트

(1) 일반사항

1. 적용범위

① 이 기준은 도로공사에 사용하는 시멘트에 대하여 적용한다.

1.2 참고 기준

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS L 5101 시멘트의 시료 채취 방법
- KS L ISO 679 시멘트의 강도 시험 방법
- KS L 5106 공기 투과 장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험 방법
- KS L 5107 시멘트의 오토클레이브 팽창도 시험 방법
- KS L ISO 9597 시멘트의 응결 및 안정성 시험방법
- KS L 5120 포틀랜드 시멘트의 화학 분석 방법
- KS L 5121 포틀랜드 시멘트의 수화열 시험 방법
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS L 5204 백색 포틀랜드 시멘트
- KS L 5205 내화물용 알루미나 시멘트
- KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
- KS L 5211 플라이 애시 시멘트
- KS L 5401 포졸란 시멘트
- KS T 1065 시멘트용 크라프트 지대
- KS T 1066 크라프트 신장 지대
- KS T 1073 크라프트 합성수지 직포대

3. 용어의 정의

내용 없음

4. 제출물

① KCS 44 10 00 (1.5.4)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 자재

1. 시멘트 재료

1) 포장 및 운반

① 포대시멘트는 KS T 1065, KS T 1066, KS T 1073 또는 시멘트 콘크리트 포장에 적합한 포대에 넣어 실무게 40 kg으로 포장하여야 하며, 포장시멘트는 지대 바깥면에, 비포장 시멘트는 납품서에 시멘트의 종류·제조자 명·상표·실무게 및 제조년월일 또는 출하년월일을 명기하여야 한다. 시멘트를 차량으로 장거리 운반할 때에는 방습포 등으로 씌워 기상의 영향을 받지 않도록 하여야 한다. 비포장 시멘트는 방수, 방풍이 된 전용시설에 수용하여야 한다.

2) 저장

① 시멘트는 방습적인 구조로 된 사이로 또는 창고에 품종별로 구분하여 저장하여야 한다.

② 시멘트 사이로의 용량은 1일 평균 작업량의 3일분 이상을 저장할 수 있는 크기이어야 한다.

③ 포대시멘트는 지상 300 mm 이상 되는 마루에 쌓아올려서 검사나 반출에 편리하도록 배치하여 저장하여야 하며, 쌓는 포대수는 12포대 이하이어야 한다.

④ 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트를 공사에 사용해서는 안 되며, 제조일로부터 3개월 이상 된 시멘트는 사용하기 전에 시험을 실시하여 그 품질을 확인하여야 한다.

⑤ 포대시멘트를 일시적으로 야적하고자 할 때에는 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 이때에는 방습포로 덮어야 한다.

⑥ 벌크시멘트(bulk cement)는 저압력(0.035 MPa~0.070 MPa)에서도 압축공기를 이용하여 20 m 높이까지 배출해 낼 수 있는 공기압 벌크탱크에 저장 사용하여야 한다. 또한, 벌크탱크는 중력에 의하여 계량 호퍼로 배출될 수 있도록 가급적 높게 설치하여야 하며, 외기 온도에 영향을 받지 않도록 적절한 보온 조치를 취하여야 한다.

3) 검사

① 모든 시멘트는 공사감독자의 검사를 받은 후 사용하여야 한다.

② 수급인과 시멘트 공급자는 시료 채취 및 검사에 필요한 모든 시설을 제공하여야 한다.

③ 검사에 합격한 시멘트일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 한 결과, 품질 기준에 맞지 않을 경우에는 새로운 시멘트로 대체하여야 한다.

4) 시멘트의 종류

① 시멘트는 혼합재의 유무, 화학 성분의 함유량 내지는 혼합 상태에 따라 표 2.1-1과 같이 구분한다.

표 2.1-1 시멘트의 종류

구분		종류	비고
포틀랜드 시멘트[1)]	1종	보통 포틀랜드 시멘트, 보통 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)[1)]	KS L 5201
	2종	중용열 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	3종	조강 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	4종	저열 포틀랜드 시멘트, 저열 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
	5종	내황산염 포틀랜드 시멘트, 내황산염 포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)	
특수시멘트		백색 포틀랜드 시멘트	KS L 5204
		초속경 시멘트	-
		내화물용 알루미나 시멘트	KS L 5205
혼합시멘트		고로 슬래그 시멘트	KS L 5210
		플라이 애쉬 시멘트	KS L 5211
		포졸란 시멘트	KS L 5401
		저열 혼합시멘트	-

주 1) ( )의 저알칼리형은 KS L 5201의 부속서 〔포틀랜드 시멘트(저 알칼리형)〕에 따라 부기한 것이다.

(2) 포틀랜드 시멘트

① 포틀랜드 시멘트의 물리 성능은 표 2.1-2, 화학성분은 표 2.1-3에 적합하여야 한다.

표 2.1-2 포틀랜드 시멘트의 물리 성능

항목 \ 종류			1종	2종	3종	4종	5종
분말도	비 표면적 (Blaine) (cm2/g)		2800 이상	2800 이상	3300 이상	2800 이상	2800 이상
안정도	오토클레이브 팽창도 (%)		0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하
	르샤틀리에 (Lechatelier) (mm)		10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
응결시간	비카트 시 험	초결 (분)	60 이상	60 이상	45 이상	60 이상	60 이상
		종결(시간)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
수화열 (J/g)	7일		-	290 이하	-	250 이하	-
	28일			340 이하		290 이하	
압축강도 MPa (N/mm2)	1일		-	-	10.0 이상	-	-
	3일		12.5 이상	7.5 이상	20.0 이상	-	10.0 이상
	7일		22.5 이상	15.0 이상	32.5 이상	7.5 이상	20.0 이상
	28일		42.5 이상	32.5 이상	47.5 이상	22.5 이상	40.0 이상
	91일		-	-	-	42.5 이상	-

비고 1. 안정도 시험방법은 수요자의 요구에 따라 오토클레이브 시험과 르샤틀리에 시험 중 택일하여 실시한다.

2. 중용열 시멘트의 28일 수화열은 수요자의 요구가 있을 때에 적용한다.

3. 3일 강도는 1일 강도보다, 7일 강도는 3일 강도보다, 28일 강도는 7일 강도보다 커야 한다.

4. 압축강도 중 포장시멘트의 28일 강도, 비포장 시멘트의 7일, 28일 강도는 수요자가 요구하지 않을 때는 생략할 수 있다.

표 2.1-3 포틀랜드 시멘트의 화학성분

종류 / 항목	1종	2종	3종	4종	5종
산화마그네슘 (MgO, %)	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하
삼산화황 (SO3, %)	3.5 이하	3.0 이하	4.5 이하	3.5 이하	3.0 이하
강열감량 (%)	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하
C3S		50 이하			
C2S				40 이상	
C3A		8 이하		6.0 이하	4.0 이하

③ 특수 시멘트

- 특수 시멘트는 해당 KS 규격에 따른다.

④ 혼합 시멘트

- 고로 슬래그 시멘트는 KS L 5210에 규정된 품질기준에 따른다.
- 플라이 애쉬 시멘트는 KS L 5211에 규정된 품질기준에 따른다.
- 포틀랜드 포졸란 시멘트는 KS L 5401에 규정된 품질기준에 따른다.
- 저열 혼합시멘트는 고로슬래그 미분말·플라이 애쉬 등을 혼합하여 제조되는 시멘트로서, 매스 시멘트 콘크리트의 수화열 발생을 완화시켜 수화열에 의한 균열저감을 목적으로 사용된다. 단, 염해·제설제 등이 사용되는 매스 구조물의 경우 별도의 내구성 검토를 실시하여야 한다. 저열혼합시멘트의 물리성능 및 화학성분은 표 2.1-4에 적합하여야 한다.

표 2.1-4 저열 혼합시멘트의 물리성능 및 화학성분

항목		품질기준	시험방법
비표면적(Blaine, cm2/g)		3,000 이상	KS L 5106
응결시간 (비카트시험)	초 결 (분)	60 이상	KS L ISO 9597
	종 결 (시간)	10 이하	
오토클레이브	오 토 클 레 이 브 (%)	0.8 이하	KS L 5107
	르 샤 틀 리 에 (mm)	10 이하	
압축강도 (MPa)	3일	7.5 이상	KS L ISO 679
	7일	15.0 이상	
	28일	32.5 이상	
	91일	42.5 이상	
수 화 열 (J/g)	3일	230 이하	미소열량계법[1)]
	7일	250 이하	KS L 5121 (용해열법)
	28일	290 이하	
화학성분 (%)	삼 산 화 황 (SO3)	4.0 이하	KS L 5120
	산 화 마 그 네 슘 (MgO)	6.0 이하	
	강 열 감 량 (1 g loss/%)	3.0 이하	

주 1) 재령 3일 미소열량계에 의한 수화열 측정방법은 다음 조건에 따라 실시한다.

- 시험방법 : PCA에서 제정한 시멘트 수화열 측정방법 초안(A법)
  ASTM C1702 - 17 Standard Test Method for Measurement of Heat of Hydration of Hydraulic Cementitious Materials Using Isothermal Conduction Calorimetry
- 온도 : 23.0±1.0 ℃
- 시멘트 및 시멘트계 재료: 10 g(0.01 g 정밀도로 측정 및 기록)
- 물-결합재비 : 50 %

5) 시료 채취 및 시험 방법

① 시료 채취

- 시멘트의 시료 채취는 KS L 5101에 따른다.

② 화학 성분

- 포틀랜드 시멘트의 화학 분석은 KS L 5120에 따른다.

③ 분말도

- 공기 투과 장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험은 KS L 5106에 따른다.

④ 안정도

- 시멘트의 오토클레이브 팽창도 시험은 KS L 5107에 따른다.

⑤ 응결시간

- 비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 응결시간 시험은 KS L ISO 9597에 따른다.

⑥ 압축강도시험

- 시멘트의 압축 강도 시험은 KS L ISO 679에 따른다.

⑦ 수화열

- 포틀랜드 시멘트의 수화열 시험은 KS L 5121에 따른다.

(3) 시공

내용 없음

타. 도로포장공사용재료 : 골재

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 시멘트 콘크리트용 골재
① 이 기준은 시멘트 콘크리트용 잔골재 및 굵은골재에 대하여 적용한다.

2) 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물용 골재
① 이 기준은 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물용 잔골재 및 굵은골재에 대하여 적용한다.

3) 순환골재
① 순환골재라 함은 건설폐기물의재활용촉진에관한법률 제2조 제7호의 규정(건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 제35조의 규정에 의한 품질기준에 적합하게 한 것)에 적합한 골재를 말한다. 이 기준은 노체, 노상, 되메우기 및 뒷채움, 동상방지층, 보조기층, 빈배합 시멘트 콘크리트 기층, 아스팔트 콘크리트 포장에 사용되는 순환골재에 대하여 적용한다.

2. 참고 기준

1) 시멘트 콘크리트용 골재
① 관련 기준
- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사
- KCS 44 50 15 아스팔트 콘크리트 포장공사
- KS A 5101-1 시험용체-제1부 : 금속망 체
- KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험 방법

- KS F 2408 콘크리트 휨 강도 시험방법
- KS F 2456 급속 동결 융해에 대한 콘크리트 저항 시험 방법
- KS F 2501 골재의 시료채취 방법
- KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
- KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적률 시험방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
- KS F 2508 로스엔젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법
- KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기 불순물 시험방법
- KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08 mm체를 통과하는) 시험방법
- KS F 2512 골재 중에 함유되는 점토 덩어리 량의 시험방법
- KS F 2513 골재에 포함된 경량편 시험방법
- KS F 2515 골재 중의 염화물 함유량 시험방법
- KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험방법
- KS F 2523 골재에 관한 용어의 정의
- KS F 2527 콘크리트용 골재
- KS F 2544 콘크리트용 고로 슬래그 골재
- KS F 2545 골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(화학적 방법)
- KS F 2545 골재의 알칼리 잠재반응 시험방법(모르타르 봉 방법)
- KS F 2575 굵은골재 중 편장석 함유량 시험방법
- KS F 2825 골재의 알칼리 실리카 반응성 신속 시험방법(콘크리트 생산공정 관리용)
- ASTM C 1260 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

2) 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물용 골재

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KCS 44 50 05 동상방지층, 보조기층 및 기층공사

- KCS 44 50 15 아스팔트 콘크리트 포장공사
- KS A 5101-1 시험용체-제1부 금속 망 체
- KS F 2340 사질토의 모래 당량 시험 방법
- KS F 2384 다져지지 않은 잔골재의 공극률 시험방법
- KS F 2501 골재의 시료채취 방법
- KS F 2502 굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
- KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2505 골재의 단위 용적 질량 및 실적율 시험방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
- KS F 2508 로스엔젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험 방법
- KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08 mm 체를 통과하는) 시험방법
- KS F 2512 골재 중에 함유되어 있는 점토 덩어리량의 시험방법
- KS F 2513 골재에 포함된 경량 편 시험방법
- KS F 2516 긁기 경도에 의한 굵은 골재의 연석량 시험방법
- KS F 2523 골재에 관한 용어의 정의
- KS F 2575 굵은골재 중 편장석 함유량 시험방법
- ASTM D 5821 Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate
- GR F 4041 아스팔트 콘크리트용 순환골재

3. 용어의 정의

- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.

4. 제출물

① KCS 44 10 00 (1.5.4)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 자재

1. 시멘트 콘크리트용 골재 자재

1) 잔골재

① 시멘트 콘크리트용 잔골재란 5 mm 체를 다 통과하고, 0.08 mm 체에 다 남는 골재 또는 10 mm 체를 전부 통과하고 5 mm 체를 거의 다 통과하며, 0.08 mm 체에 거의 다 남는 골재를 말한다. 잔골재에는 자연모래, 부순모래, 해사, 고로슬래그 잔골재 및 그 혼합물이 있다.

② 잔골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고, 알맞은 입도를 가져야 하며, 먼지・흙・유기불순물・염화물 등의 유해량을 함유하여서는 안 된다.

③ 자연모래란 빙하작용 또는 물에 의한 퇴적작용으로 인하여 생성된 잔골재를 말하며, 부순모래란 암석을 기계적으로 파쇄하여 단단한 입방체 모양의 입자로 만든 잔골재를 말한다. 해사는 바다에서 채취하여 물로 세척한 모래를 말한다. 고로슬래그 잔골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 서서히 냉각시켜 부순 것이다.

ㄱ) 잔골재의 입도

① 잔골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서, 그 입자는 KCS 44 50 15 (표 2.2-3)의 범위를 표준으로 한다.

ㄴ) 유해물 함유량의 허용치

① 잔골재의 유해물 함유량의 허용치는 표 2.1-1과 같다.

표 2.1-1 시멘트 콘크리트용 잔골재의 유해물 함유량의 허용값

종 류	시험 방법	기준 (%)
점토덩어리[1]	KS F 2512	1.0
0.08 mm 체 통 과 량 - 시멘트 콘크리트의 표면이 마모작용을 받는 경우 - 기타의 경우	KS F 2511	 3.0 5.0
밀도 2,000 kg/m3의 액체에 뜨는 것 - 시멘트 콘크리트의 표면이 중요한 경우 - 기타의 경우	KS F 2513	 0.5 1.0
염 화 물 (NaCl 환 산 량)[2]	KS F 2515	0.04

주 1) 점토덩어리와 연한 석편의 합이 5 %를 넘으면 안 된다.
2) 무근 시멘트 콘크리트에 사용할 경우에는 적용하지 않는다.

ㄷ) 잔골재의 물리적 성질

① 시멘트 콘크리트용 잔골재의 품질기준은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-2 시멘트 콘크리트용 잔골재의 물리적 성질

구분	시험방법	규정값
밀도 (절대건조, kg/m3)	KS F 2503	2,500 이상
흡수율 (%)	KS F 2503	3.0 이하
안정성[1] (%)	KS F 2507	10 이하
소성지수[2]	KS F 2303	9 이하

주 1) 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산값을 말한다.
2) 소성지수는 빈배합 시멘트 콘크리트 기층의 잔골재에 적용한다.

② 유기불순물

- 잔골재는 유기불순물의 유해량을 함유하여서는 안 된다. 유기불순물은 KS F 2510에 의하여 시험하여야 하며, 이때 모래위에 있는 용액의 색깔은 표준색보다 엷어야 한다. 용액의 색깔이 표준색보다 진한 경우라도 그 모래로 만든 모르타르 공시체의 압축강도가 그 모래를 3 %의 수산화나트륨에 씻고 다시 물로 씻어서 사용한 모르타르 공시체의 압축강도의 90 % 이상 된다면 공사감독자의 승인을 받아 그 모래를 사용하여도 좋다. 이때 모르타르 공시체의 재령은 보통 포틀랜드 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트 및 혼합시멘트에 대해서는 7일과 28일, 조강포틀랜드 시멘트에 대해서는 3일과 7일로 한다.
- 시멘트 콘크리트에 사용되는 잔골재가 젖어 있거나 습한 대기 중에 노출되거나 또는 습지에 접속하는 시멘트 콘크리트에 사용될 경우에 잔골재는 시멘트 중의 알칼리와 반응하는 유해물질을 모르타르 또는 시멘트 콘크리트의 과잉팽창을 일으킬 정도로 함유하여서는 안 된다. 다만, 이러한 재료의 유해량이 함유되어 있더라도 수산화나트륨으로 계산한 알칼리량이 0.6 % 이하인 시멘트와 같이 사용하거나 또는 알칼리와 골재의 반응으로 인한 과잉 팽창을 방지할 수 있는 혼화재료를 사용한 시멘트 콘크리트인 경우에는 예외로 한다.

ㄹ) 내구성

① 황산나트륨에 의한 안정성 시험을 5회 반복하였을 때, 잔골재의 손실중량 백분율의 한도는 10 % 이하이어야 한다. 손실중량이 이 한도를 넘는 잔골재라 할지라도 이것을 사용한 같은 정도의 시멘트 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내구성 을 나타낸 사례가 있거나 또는 사례가 없는 경우라 할지라도 동결융해시험결과 만족할 만한 것이라고 인정이 될 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

ㅁ) 부순 잔골재

① 시멘트 콘크리트용 부순 잔골재는 공장에서 생산되는 잔골재로 KS F 2527의 규격에 적합하여야 한다. 부순 잔골재는 현무암, 안산암, 사암, 석회암 또는 이에 준하는 석질로 만들어진다. 연질의 사암, 연질의 응회암, 풍화한 암석 등 석질이 약한 것 또는 부술 때 결정 사이에 균열이 남아 있을 우려가 있는 것은 사용하여서는 안 된다.

- 부순 잔골재의 종류는 알칼리 골재 반응에 따라, A형은 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것을 말하고, B형은 알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것으로 판정이 나지 않은 것 또는 이 시험을 하지 않은 것을 말한다.
- 부순 잔골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 먼지・진흙・유기불순물 등의 해로운 양을 함유하지 않아야 하며, KS F 2527의 6.2~6.5, 6.7에 따라 시험하였을 때 표 2.1-3의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1-3 부순 잔골재의 품질기준

시험항목		규정치
부순 모래	절대건조밀도 (kg/m3)	2,500 이상
	흡수율	3 % 이하
	안정성[1)]	10 % 이하
	0.08 mm 체 통과량	4 % 이하
	조립율	2.3 ~ 3.1 (±0.15)
	입자모양판정 실적율	55 % 이상
	알칼리 골재 반응시험[2)]	팽창율 0.1 미만
콘크리트	동결융해 저항성 시험	80 % 이상 (300 cycle 적용할 때)

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 시험한다.
2) 촉진 알칼리 골재 반응성 시험(ASTM C 1260)에 의한 시험결과 팽창율 0.1 % 미만이어야 한다.

- 순 잔골재의 입도는 표2.1-4에 적합하여야 한다.
- 부순 잔골재의 조립율 변동 허용범위는 생산자가 정한 조립율에 대하여 ±0.15 로 한다. 부순 잔골재는 표 2.1-4에 나타낸 어떤 체에서도 인접한 체에 남아 있는 양과의 차이가 45 % 이상이 되어서는 안 된다.
- A형 부순 잔골재는 KS F 2825에 따른 결과가 무해하여야 하며, ASTM C 1260에 따른 팽창율이 0.1 % 미만이어야 한다.
- KS F 2456에 따라 시험하였을 때 그 값이 80 % 이상(300 cycle 적용 할 때)이어야 한다.

표 2.1-4 부순 잔골재의 입도

체의 호칭 치수[1] (mm)	체를 통과한 것의 중량백분율 (%)
10	100
5	90 ~ 100
2.5	80 ~ 100
1.2	50 ~ 90
0.6	25 ~ 65
0.3	10 ~ 35
0.15	2 ~ 15

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm 에 해당한다.

ㅂ) 고로슬래그 잔골재

① 고로슬래그 잔골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성하는 용융 슬래그를 물, 공기 등으로 급랭한 다음 입도를 조정한 것이다.

• 고로슬래그 잔골재는 KS F 2527에 적합한 골재를 말하며, 표 2.1-5와 같은 종류가 있다.

표 2.1-5 고로슬래그 잔골재의 종류

종류	입자의 크기 (mm)
5 mm 고로슬래그 잔골재	5 이하
2.5 mm 고로슬래그 잔골재	2.5 이하
1.2 mm 고로슬래그 잔골재	1.2 이하
5 mm~0.3 mm 고로슬래그 잔골재	5~0.3

• 고로슬래그 잔골재는 시멘트 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 해로운 양의 물질을 함유하지 않아야 하며, 그 품질은 KS F 2527의 5.2~5.4에 따라 시험하였을 때 표 2.1-6에 적합하여야 한다.

표 2.1-6 고로슬래그 잔골재의 품질기준

항목		규정값
화학성분 총함유량 (%)	산화칼슘 (CaO)	45.0 이하
	황 (S)	2.0 이하
	삼산화황 (SO3)	0.5 이하
	철 (FeO)	3.0 이하
물리적 성질	절대건조밀도 (g/cm3)	2.5 이하
	흡수율 (%)	3.5 이하
	단위용적질량 (kg/m3)	1,450 이상

- 고로슬래그 잔골재의 입도는 KS F 2527의 5.5에 따라 시험하여 표 2.1-7의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1-7 고로슬래그 잔골재의 입도

체의 호칭치수 (mm) / 종 류	체를 통과한 것의 질량 백분율 (%)						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
5 mm 고로슬래그 잔골재	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15
2.5 mm 고로슬래그 잔골재	100	95~100	85~100	60~95	30~70	10~45	2~20
1.2 mm 고로슬래그 잔골재	-	100	95~100	80~100	35~80	15~50	2~20
5~0.3 mm 고로슬래그 잔골재	100	95~100	65~100	10~70	0~40	0~15	0~10

- 고로슬래그 잔골재의 조립율은 공급원을 승인할 때의 시험결과에 따른 조립율과 비교하여 ±0.20 이상 변화하지 않아야 한다.

ㅅ) 해사

① 해사에 포함되는 염화물의 허용한도는 KS F 2515에 따라 시험하였을 때 해사의 절대건조중량에 대하여 염화나트륨(NaCl)로 환산하여 0.04 % 이하로 한다. 0.04 %를 초과한 것에 대해서는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 상기의 허용한도를 초과하는 해사는 물로 씻거나 기타의 방법을 써서 허용한도 이하로 하여 사용하거나 또는 염화물 함유량의 정도에 따라 공사감독자의 지시에 의하여 적당한 조치를 강구하여 사용하여야 한다.

③ 해사를 사용할 때는 큰 조개껍질 조각이 섞이지 않도록 한다.

④ 무근 시멘트 콘크리트 구조물에 사용할 시멘트 콘크리트는 염화물 함유량의 허용한도를 따로 정하지 않아도 좋으나 이 경우도 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

⑤ 조개껍질의 혼입에 대해서는 10 mm 이하의 트롬멜(trommel)을 통과시켜 사용한다.

⑥ 조개껍질 최대크기가 5 mm~13 mm일 경우에는 조개껍질 함유율이 4 % 이하이어야 하며, 최대크기가 5 mm 이하일 경우에는 함유율이 20 % 이하이어야 사용할 수 있다.

2) 굵은골재

① 시멘트 콘크리트용 굵은골재란 5 mm 체에 다 남거나 또는 거의 다 남는 골재를 말하며, 부순골재・자갈・고로슬래그 및 그 혼합물이 있다. 굵은골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고 적당한 입도를 가지며, 얇은 석편・먼지・흙・유기불순물・염화물 등의 유해량을 함유하여서는 안 된다.

② 굵은골재로 사용할 부순골재는 KS F 2527에 적합하여야 하며, 자갈은 사용 전에 물로 깨끗이 씻어야 한다.

③ 시멘트 콘크리트용 굵은골재로 사용할 슬래그는 고로슬래그로써 강하고 내구적이고 균일한 재질과 밀도를 가지며, 얇은 조각・가느다란 토막・유리질의 슬래그 등의 유해물을 함유하여서는 안 된다.

ㄱ) 굵은골재의 입도

① 굵은골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서, 그 입도는 표 2.1-8의 범위를 표준으로 한다.

표 2.1-8 굵은골재의 입도

골재 번호	체의 호칭 치수[1] (mm) / 체의 크기 (mm)	각 체를 통과하는 무게 백분율 (%)												
		100	90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90 ~ 40	100	90~100		25~60		0~15		0~5					
2	65 ~ 40			100	90~100	35~70	0~15		0~5					
3	50 ~ 25				100	90~100	35~70	0~15		0~5				
357	50 ~ 5				100	95~100		35~70		10~30		0~5		
4	40 ~ 20					100	90~100	20~55	0~15		0~5			
467	40 ~ 5					100	95~100		35~70		10~30	0~5		
57	25 ~ 5						100	95~100		25~60		0~10	0~5	
67	20 ~ 5							100	90~100		20~55	0~10	0~5	
7	13 ~ 5								100	90~100	40~70	0~15	0~5	
8	10 ~ 2.5									100	85~100	10~30	0~10	0~5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정하는 표준체 106 mm, 90 mm, 75 mm, 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm 및 1.18 mm에 해당한다.

ㄴ) 유해물 함유량의 허용치

① 굵은골재의 유해물 함유량의 허용치는 표 2.1-9와 같다.

표 2.1-9 굵은골재의 유해물 함유량의 허용치

종류	전 시료에 대한 최대중량 백분율 (%)
점토 덩어리[1)]	0.25 이하
연한석편[1)]	5.0 이하
0.08 mm 체 통과량	1.0 이하
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2,000 kg/m3의 액체에 뜨는 것 - 시멘트 콘크리트의 표면이 중요한 경우 - 기타의 경우	 0.5 이하 1.0 이하

주 1) 이 허용치는 굵은골재의 연한 석편이 시멘트 콘크리트 구조물에 중대한 영향을 미치는 부분, 보기를 들면 육중한 상판 표면의 경도가 특별히 요구되는 노출면에 적용된다. 다만, 점토덩어리와 연한 석편의 합이 5 % 넘으면 안 된다.

ㄷ) 알칼리 함유량

① 젖어있거나 습한 대기 중에 노출되거나 또는 습지에 접속하는 시멘트 콘크리트에 사용할 굵은골재는 시멘트 중의 알칼리와 반응하는 유해물질을 모르타르 또는 시멘트 콘크리트가 과잉팽창을 일으킬 정도로 함유하여서는 안 된다. 다만, 이러한 재료의 유해량이 함유되어 있더라도 수산화나트륨으로 계산한 알칼리량이 0.6 % 이하인 시멘트와 같이 사용하거나 또는 알칼리와 골재의 반응으로 인한 과잉 팽창을 방지할 수 있는 혼화재를 사용한 시멘트 콘크리트인 경우는 예외로 한다.

ㄷ) 내구성

① 시멘트 콘크리트용 굵은골재의 물리적 성질은 표 2.1-10에 적합하여야 한다.

표 2.1-10 시멘트 콘크리트용 굵은골재의 물리적 성질

구분	시험방법	규정값
밀도 (절대건조, g/cm3)	KS F 2503	2.5 이상
흡수율 %	KS F 2503	3.0 이하
안정성[1] %	KS F 2507	12 이하
마모율[2] %	KS F 2508	
- 포장용		25 이하
- 기타		40 이하

주 1) 황산나트륨으로 5회 시험을 하며, 손실량은 입도로 규정한 각 시료별 합산 값을 말한다.

2) 마모율도 시멘트 콘크리트에 사용된 입도에 따라 측정한다. 하나 이상의 입도를 시멘트 콘크리트에 사용할 경우에 마모율의 허용 값은 각각의 입도에 적용한다.

② 안정성의 손실량이 표 2.1-10의 한도를 넘는 굵은골재라 할지라도 이것을 사용한 같은 정도의 시멘트 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내구성을 나타낸 사례가 있거나 또는 사례가 없는 경우라 할지라도 동결융해 시험결과 만족할만한 것이라고 인정이 될 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

ㄹ) 부순 굵은골재

① 부순 굵은골재는 KS F 2527에 적합한 굵은골재를 말한다.

- 부순 굵은골재는 현무암・안산암・경질 사암・경질 석회암 또는 이에 준한 석질을 가진 암석으로 만든 골재로 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 먼지・흙・유기 불순물・얇고 가느다란 석편 등의 유해물을 함유하지 않아야 한다.
- 부순 굵은골재의 종류는 크게 알칼리 골재 반응에 따라 A형(알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것), B형(알칼리 골재 반응 시험결과 무해한 것으로 판정되지 않은 것 또는 이 시험을 하지 않은 것)으로 구분한다.
- 부순 굵은골재의 품질은 KS F 2527의 6.2~6.5에 따라 시험하였을 때 표 2.1-11의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1-11 시멘트 콘크리트용 부순 굵은골재의 품질기준

시험항목	규정값
절대건조밀도 (g/cm3)	2.5 이상
흡수율 (%)	3 이하
안정성[1] (%)	12 이하
0.08 mm 체 통과량 (%)	1.0 이하
마모율 (%)	
- 포장용	25 이하
- 기타	40 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 시험한다.

- A형 부순 굵은골재는 KS F 2825의 시험방법에 따른 결과가 무해하여야 하며, ASTM C 1260에 따른 팽창율이 0.1 % 미만이어야 한다.
- 부순 굵은골재의 입도는 표 2.1-12의 범위로 한다.
- 부순 굵은골재의 입형판정 실적율은 KS F 2527의 6.7에 따라 시험을 하여 그 값이 55 % 이상이어야 한다.

표 2.1-12 부순 굵은골재의 입도

부순 굵은 골재 번호	체의호칭치수[1] (mm) / 체의크기 (mm)	각 체를 통과하는 무게 백분율 (%)											
		90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90~40	90~100		25~60		0~15		0~5					
2	65~40		100	90~100	35~70	0~15		0~5					
3	50~25			100	90~100	35~70	0~15		0~5				
357	50~5			100	95~100		35~70		10~30		0~5		
4	40~20				100	90~100	20~55	0~15		0~5			
467	40~5				100	95~100		35~70		10~30	0~5		
57	25~5					100	95~100		25~60		0~10	0~5	
67	20~5						100	90~100		20~55	0~10	0~5	
7	15~5							100	90~100	40~70	0~15	0~5	
78	13~2.5							100	90~100	40~75	5~25	0~10	0~5
8	10~2.5								100	85~100	10~30	0~10	0~5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 90 mm, 75 mm, 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm 에 해당한다.

ㅂ) 고로슬래그 굵은골재

① 고로슬래그 굵은골재는 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 서서히 냉 각시켜 부순 것이다.

- 고로슬래그 굵은골재는 표 2.1-13과 같이 분류한다. 굵은골재로 사용할 고로슬래그 굵은골재는 KS F 2527에 적합한 것이어야 한다.

표 2.1-13 고로슬래그 굵은골재의 분류

항목 / 분류	절대건조밀도[1] (kg/m3)	흡수율[1] (%)	단위용적질량[2] (kg/m3)
A	2,200 이상	6 이하	1,250 이상
B	2,400 이상	4 이하	1,350 이상

주 1) KS F 2544의 5.3에 따른다.
2) KS F 2544의 5.4에 따른다.

- 고로슬래그 굵은골재는 시멘트 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질을 함유하지 않아야 하며, KS F 2527의 5.2~5.4에 따라서 시험하였을 때 표 2.1-14의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1-14 고로슬래그 굵은골재의 품질기준

항목		규정값
화학 성분 총함 유량	산화칼슘 (CaO)	45.0 % 이하
	황 (S)	2.0 % 이하
	삼산화황 (SO3)	0.5 % 이하
	철 (FeO)	3.0 % 이하
수중침지시험		균열, 분해, 진흙화, 분화 등의 현상이 없을 것
자외선(360.0 nm) 조사시험		발광하지 않거나 또는 균일한 자주색을 띠고 있을 것

- 고로슬래그 굵은골재의 입도는 KS F 2527에 따라 시험하고, 대소입자가 적당히 혼합된 것으로서, 표 2.1-15의 규격에 적합하여야 한다.

표 2.1-15 고로슬래그 굵은골재의 입도

종류 및 입자 크기의 범위 (mm)	체의호칭치수[1] (mm)	체를 통과하는 것의 무게 백분율 (%)							
		50	40	25	20	16	10	5	
고로슬래그 굵은골재 467	40~5	100	95~100	-	35~70	-	10~30	0~5	
고로슬래그 굵은골재 4	40~20	100	90~100	20~55	0~15	-	0~5	-	
고로슬래그 굵은골재 57	25~5	-	100	95~100	-	30~70	-	0~10	
고로슬래그 굵은골재 67	20~5	-	-	100	90~100	-	20~55	0~10	
고로슬래그 굵은골재 7	13~5	-	-	-	100	90~100	40~70	0~15	

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 16 mm, 9.5 mm, 4.75 mm에 해당한다.

- 고로슬래그 굵은골재의 조립율은 공급원을 승인할 때의 시험결과에 따른 조립율과 비교하여 ±0.3 이상 변화하지 않아야 한다.

3. 골재의 저장

① 잔골재, 굵은골재 및 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장하여야 한다. 굵은골재의 최대치수가 40 mm 이상인 경우에는 적당한 체로 2종 이상으로 체가름하여 따로따로 저장하여야 한다.

② 골재의 반입, 저장 및 취급할 때에는 대소의 입자가 분리되지 않도록 하고, 먼지·잡물 등이 혼입하지 않도록 주의하여야 한다.

③ 골재의 저장설비는 적당한 배수시설을 설치하고, 표면수가 균일하게 되도록 하여야 하며, 사용에 편리하여야 한다.

④ 골재의 저장설비는 겨울의 빙설 혼입이나 동결을 방지하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 한다.

⑤ 여름에는 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위하여 직사광선을 막는 적당한 시설을 갖추어야 한다.

⑥ 골재는 완성된 노상 위, 보조기층 또는 갓길 위 등에 저장하여서는 안 된다.

4. 시료채취 및 시험방법

① 시료채취: 골재의 시료채취는 KS F 2501에 따른다.

② 입도: 골재의 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

③ 0.08 mm 체 통과량: 골재에 포함된 잔입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험은 KS F 2511에 따른다.

④ 유기불순물: 시멘트 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험은 KS F 2510에 따른다.

⑤ 압축강도: 시멘트 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

⑥ 휨강도: 시멘트 콘크리트의 휨강도 시험은 KS F 2408에 따른다.

⑦ 안정성: 골재의 안정성 시험은 KS F 2507에 따른다.

⑧ 점토덩어리: 골재 중에 함유되는 점토덩어리량의 시험은 KS F 2512에 따른다.

⑨ 석탄 및 갈탄: 골재에 포함된 경량편 시험은 KS F 2513에 따른다.

⑩ 슬래그의 질량 : 골재의 단위용적질량 및 공극율 시험은 KS F 2505에 따른다.

⑪ 굵은골재의 마모: 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험은 KS F 2508에 따른다.

⑫ 조립율: 골재에 관한 용어의 정의는 KS F 2523에 따른다.

⑬ 연석량: 긁기 경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험은 KS F 2516에 따른다.

⑭ 알칼리 골재반응: 골재의 알칼리 잠재반응 시험(화학적 방법)은 KS F 2545, 골재의 알칼리 잠재반응 시험(모르타르 봉법)은 KS F 2546, 골재의 알칼리-실리카 반응성 신속 시험 방법은 KS F 2825 및 골재의 촉진 알칼리 반응성 시험은 ASTM C 1260에 따른다.

⑮ 동결융해: 급속 동결융해에 대한 시멘트 콘크리트 저항 시험은 KS F 2456에 따른다.

⑯ 밀도 및 흡수량: 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험은 KS F 2503에 따른다.

⑰ 세장 또는 편평 석편: 굵은골재 중 편장석 함유량 시험은 KS F 2575에 따르며, 공사감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

⑱ 혈암: 육안 판단에 의하여 손으로 가려내어 그 중량을 측정하며 공사감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

⑲ 유리질입자: 육안 판단에 의하여 손으로 가려내어 그 중량을 측정하며, 공사감독자가 필요하다고 인정할 때 실시한다.

⑳ 철 입자: 철 입자 함유량은 양질의 자석을 사용하여 철 입자를 가려내어 그 중량을 측정한다. 철 입자를 함유한 슬래그는 모두 철로 간주한다.

2. 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물용 골재 재료

1) 잔골재

① 아스팔트 혼합물용 잔골재에는 자연모래·암석이나 자갈 등을 깨어 얻어진 부순모래 또는 그 혼합물로서 단단하고 강하고 내구적이며, 부착물이 없어야 하고, 점토나 실트·기타 해로운 물질이 함유되어 있지 않은 것이어야 한다.

ㄱ) 잔골재의 입도

① 아스팔트 혼합물용 잔골재의 입도는 표 2.2-1의 범위를 표준으로 하며, 품질 기준은 표 2.2-2에 따른다.

표 2.2-1 아스팔트 혼합물용 잔골재의 입도

체의 호칭치수[1]	각 체를 통과하는 중량백분율 (%)				
	입도 No.1	입도 No.2	입도 No.3	입도 No.4	입도 No.5
10 mm	100			100	
5 mm	95 ~ 100	100	100	80 ~ 100	100
2.5 mm	70 ~ 100	75 ~ 100	95 ~ 100	65 ~ 100	85 ~ 100
1.2 mm	40 ~ 80	50 ~ 74	85 ~ 100	40 ~ 80	
0.6 mm	20 ~ 65	28 ~ 52	65 ~ 90	20 ~ 65	25 ~ 55
0.3 mm	7 ~ 40	8 ~ 30	30 ~ 60	7 ~ 40	15 ~ 40
0.15 mm	2 ~ 20	0 ~ 12	5 ~ 25	2 ~ 40	7 ~ 28
0.08 mm	0 ~ 10	0 ~ 5	0 ~ 5	0 ~ 10	0 ~ 20

비고: 다른 종류의 잔골재와 혼합 사용할 때, 입도는 혼합한 후 위 규격에 만족하여야 한다.

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm, 0.075 mm 에 해당한다.

- 이 규격에 맞지 않는 잔골재가 어떠한 경우에는 충분한 결과를 얻을 때가 있다. 이러한 경우에는 현장 경험이나 현장에서 사용할 재료에 대한 배합설계가 품질상 혼합조건에 적합한 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물이라고 증명할 수 있는 경우에 한해서 사용하여도 좋다.

• 골재원에서 채취한 잔골재의 입도는 사용할 골재원에서 대표적으로 채취한 시료에 의하여 결정되어야 하며, 대표적 시료의 조립율이 ±0.25 이상 변동되었을 때에는 공사감독자의 승인을 얻어 배합설계를 재실시하여 사용할 수 있다.

표 2.2-2 가열 아스팔트 혼합물용 잔골재의 품질기준

항목	시험방법	기준치
모래당량 (%)	KS F 2340	최소 50
잔골재입형 (%)	KS F 2384	최소 45
절대건조밀도 (kg/m3)	KS F 2504	2,500 이상
흡수율 (%)	KS F 2504	3.0 이하
안정성[1] (%)	KS F 2507	15 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

ㄴ) 내구성

① 황산나트륨에 의한 안정성 시험을 5회 반복하였을 때 잔골재의 손실중량 백분율의 한도는 15 % 이하로 한다.

2) 굵은골재

① 아스팔트 혼합물용 굵은골재에는 부순자갈이 있다. 굵은골재는 단단하고 깨끗하고 강하고 내구적이어야 하며, 먼지・흙・유기불순물 등 유해물을 함유하여서는 안 된다.

② 아스팔트 혼합물용 굵은골재는 골재를 일정 크기별로 생산하는 단입도 관리를 표준으로 한다.

③ 입도는 표 2.2-3의 범위를 표준으로 하며, 품질기준은 표 2.2-4에 따른다.

표 2.2-3 가열 아스팔트 혼합물용 굵은골재의 입도

골재 번호	체의호칭 치수[1] (mm) / 입도범위 (mm)	각 체를 통과하는 것의 중량백분율 (%)									
		65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
3	50 ~ 25	100	90~100	35~70	0~15		0~5				
4	40 ~ 20		100	90~100	20~55	0~15		0~5			
5	25 ~ 13			100	90~100	20~55	0~10	0~5			
5-1	25 ~ 20			100	90~100	0~10					
6	20 ~ 10				100	90~100	20~55	0~15	0~5		
6-1	20 ~ 13				100	90~100	0~10				
7	13 ~ 5					100	90~100	40~70	0~15	0~5	
8	10 ~ 2.5						100	85~100	10~30	0~10	0~5

주 1) 여기에서 체는 각각 KS A 5101에 규정한 표준망체 63 mm, 53 mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 13.2 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36, 1.18 mm에 해당한다.

표 2.2-4 가열 아스팔트 혼합물용 굵은골재의 품질기준

항목	시험 방법	기준치
마모율 (%)	KS F 2508	기층용 : 40 이하 중간층, 표층용 : 35 이하 SMA : 30 이하
안정성 (Na2SO4)[1] (%)	KS F 2507	12 이하
파쇄면 2면 이상 비율 (%)	ASTM D5821	85 이상
피막박리시험에 의한 피복면적 (%)	KS F 2355	95 이상
흡수율 (%)	KS F 2503	3.0 이하
절대건조밀도 (kg/m3)	KS F 2503	2,500 이상
편장석함유량[2] (%)	KS F 2575	1등급 : 10 이하 2등급 : 20 이하 3등급 : 30 이하

주 1) 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 반복 시험한다.

2) 1등급 골재는 4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기), 중차량 통행이 빈번한 도로, 발주자가 중요하다고 인정하는 도로, 2등급 골재는 2차로 이하의 일반국도, 발주청에서 중요하다고 인정하는 도로, 3등급 골재는 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등

3) 채움재

① 채움재의 품질기준, 입도 등은 KCS 44 50 05 (2.4.1(3))에 따른다.

4) 골재의 저장

① 골재의 저장은 KCS 44 50 05 (2.4.4)에 따른다.

5) 시료채취 및 시험방법

① 시료채취: 골재의 시료채취는 KS F 2501에 따른다.

② 입도: 골재의 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

③ 슬래그의 중량: 골재의 단위용적질량 및 공극율 시험은 KS F 2505에 따른다.

④ 안정성: 골재의 안정성 시험은 KS F 2507에 따른다.

⑤ 굵은골재의 마모율: 로스앤젤스 시험기에 의한 굵은골재의 마모시험은 KS F 2508에 따른다.

⑥ 0.08 mm 체 통과량: 골재에 포함된 잔입자 (0.08 mm 체를 통과하는) 시험은 KS F 2511에 따른다.

⑦ 점토덩어리: 골재 중에 함유되는 점토덩어리량의 시험은 KS F 2512에 따른다.

⑧ 석탄 및 갈탄: 골재에 포함된 경량편 시험은 KS F 2513에 따른다.

⑨ 연석량: 긁기 경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험은 KS F 2516에 따른다.

⑩ 비중 및 흡수량: 굵은골재의 비중 및 흡수율 시험은 KS F 2503에 따른다.

⑪ 세장 또는 편평석편: KS F 2575에 따른다.

3. 순환골재 재료

1) 흙쌓기 품질기준

① 흙쌓기에 사용되는 순환골재 품질기준은 표 2.4-1에 적합하여야 한다.

표 2.4-1 흙쌓기용 순환골재의 품질기준

품질목표	노체	노상	비고
최대치수 (mm)		100 이하	-
수 정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5 mm 체 통과율 (%)		25~100	-
0.08 mm 체 통과율 (%)		0~25	KS F 2301, KS F 2309
소성지수 (PI)		10 이하	KS F 2303
유기 이물질 (용적비, %)	1 이하	1 이하	KS F 2576(용적비)

(2) 노체용 순환골재의 품질 규정은 순환골재의 특성을 고려하여 수정 CBR값을 2.5 이상으로 하였다. 또한, 순환골재의 최대치수는 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙 별표 1의 2 제3호 나목의 규정에 따른다.

(3) 쌓기에 사용되는 순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576에 의하여 목재·천조각 등 유기성 이물질 시험결과, 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 하고, 기타 환경 및 품질에 악영향을 줄 수 있는 유해물을 함유하여서는 안 된다.

2.3.2 되메우기 및 뒷채움 품질기준

① 폐시멘트 콘크리트를 파쇄한 순환골재가 우수 또는 지하수 유입이 예상되는 지점에 사용되는 경우 유수의 pH를 변화시킬 수 있으며, 농업용수 등으로 사용되는 경우는 작물의 생육에 문제가 될 수 있다.

② 따라서 땅깎기부 등과 같이 지하수가 용출되는 지역에서 순환골재의 사용은 가급적 억제하며 부득이한 경우 맹암거 설치 등으로 유수의 유입을 방지하거나 유입수가 농수로 등으로 유입되지 않도록 배수처리에 주의한다.

③ 되메우기 재료로 순환골재를 사용하는 경우 품질기준은 시공위치에 따라 표 2.4-1의 노체 또는 노상의 품질기준에 따른다.

④ 순환골재의 이물질 함유량 시험은 KS F 2576에 의하여 목재·천조각 등 유기성 이물질 시험결과, 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 하고, 기타 환경 및 품질에 악영향을 줄 수 있는 유해물을 함유하여서는 안 되며, 표 2.4-2의 품질기준에 맞는 것이어야 한다.

표 2.4-2 뒤채움용 순환골재 품질기준

구분	선택층 재료	양질의 토사
	피토고[1] (3.5 m 미만)	피토고 (3.5 m 이상)
최대치수 (mm)	KCS 44 50 05(2.26.1) 표 2.2-1. 2.2-2 보조기층재료 (SB-1)	100 이하
5 mm 통 과 량 (%)		25~100
0.08 mm 통 과 량 (%)		15 이하
소성지수		10 이하
수정 CBR (%)		10 이상
유기이물질 (용적비, %)	1.0 이하	

주 1) 피토고 산정기준은 암거 중심선의 상단에서 갓길부를 제외한 도로 유효 폭원까지의 최소높이를 말한다.

⑤ 순환골재는 다량의 모르타르가 부착되어 흡수율이 크기 때문에 시공 중 적정 함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

⑥ 기타 시공에 관한 사항은 KCS 11 20 15, KCS 11 20 25에 규정된 사항을 따른다.

3) 보조기층 품질기준

① 보조기층에 사용되는 순환골재의 품질은 표 2.4-4에 따른다.

표 2.4-4 보조기층용 순환골재 품질기준

구분		시험방법	기준
소성지수		KS F 2303	6 이하
수정 CBR치 (%)		KS F 2320	30 이상[1)]
마모감량 (%)		KS F 2508	50 이하
모래당량		KS F 2340	25 이상
액성한계 (%)		KS F 2303	25 이하
이물질 함유량 (%)	유기이물질	KS F 2576	1.0 이하(용적 기준)
	무기이물질		5.0 이하(질량 기준)

주 1) 시멘트 콘크리트 포장 공법에서 시멘트 콘크리트 슬래브 바로 밑에 사용되는 보조기층은 수정CBR치가 80 이상이어야 한다.

② 보조기층용 순환골재의 이물질 함유량은 폐아스팔트 콘크리트를 제외한 적벽돌·폐타일 등 무기이물질에 대하여 전체 골재에 대한 질량비 5 % 이하이어야 하며, 목재·천조각 등 유기이물질은 총 골재용적의 1 % 이하가 되도록 하여야 한다.

③ 무기이물질에 대한 시험은 KS F 2576에 의해 분리 선별된 이물질에 대해 105±5 ℃에서 24시간 항량시킨 후 질량을 측정한다.

④ 보조기층에 사용되는 순환골재의 입도는 KCS 44 50 05 (2.2.2)의 표 2.2-2에 따른다. 다만, 현장 이동식 파쇄기로 순환골재를 생산하는 경우 재료분리가 발생할 수 있기 때문에 가급적 SB-2 입도를 권장한다. 단, 조합형 파쇄기(1차 죠크러셔, 2차 콘 또는 임팩트 크러셔)를 사용하고, 생산 중 재료분리를 방지할 수 있는 경우 SB-1 입도도 가능하다.

4) 아스팔트 콘크리트 포장 혼합물용 순환골재 품질기준

① 아스팔트 혼합물용 아스팔트 콘크리트 순환골재는 표 2.4-7의 품질기준을 만족하여야 한다.

② 표 2.4-7에서 구재 아스팔트 함량 기준은 보조기층재 등 다른 골재의 혼입 방지용이다. 그리고 씻기 시험에서 손실되는 양 기준은 흙 등의 다른 재료의 혼입 방지용이다.

③ 아스팔트 콘크리트 순환골재는 입경 13 mm 이하 골재를 사용하며, 기층용은 필요시 입경 13 mm～19 mm 아스팔트 콘크리트 순환골재를 추가하여 사용할 수 있다.

④ 아스팔트 콘크리트 순환골재의 함수비가 높을 경우 재활용 아스팔트 혼합물 품질이 저하되므로 함수비를 일정하게 관리해야 한다.

표 2.4-7 아스팔트 콘크리트 순환골재 품질기준

시험 항목		시험방법	기 준
구재 아스팔트 함량 (%)		KS F 2354, KS F 2490	3.8 이상
씻기 시험에서 손실되는 양 (%)		KS F 2511	5 이하
이물질 함유량 (%)	유기이물질	KS F 2576	1.0 이하 (용적기준: 아스팔트량제외)
	무기이물질	KS F 2576	1.0 이하(질량기준)
입경 (mm)	표층,중간층	KS F 2502	13 이하
	기층	KS F 2502	13 이하, (13～19)
함수비 (%)		KS F 2306	5 이하

(3) 시공

3.1 순환골재 시공

1. 흙쌓기 시공

① 석축 쌓는 부분을 제외하고 노체 비탈면에 순환골재가 노출되면 경관상 좋지 않으며, 순환골재에 묻어있는 시멘트 모르타르가 강알카리성을 나타내기 때문에 유수의 알카리도를 상승시킬 수 있고 식물의 성장에 지장을 준다. 따라서 비탈면에 1 m 이상 양질의 토사를 덮고 다짐하여 식생이 가능하도록 조치한다.

② 노체용 순환골재는 일반적으로 1차 파쇄만으로 제조되므로 다량의 모르타르가 부착되어 있으며, 흡수율이 매우 크게 나타난다. 따라서 시공 중 적정함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빠르기 때문에 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

③ 폐시멘트 콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 하며, 품질관리는 수시로 각종 시험을 엄격히 하여 사용 중에 품질상태에 대한 의심이 없도록 한다.

④ 기타 시공과 관련한 사항은 KCS 11 20 20에 규정된 사항을 따른다.

3.1.2 보조기층 시공

① 순환골재는 다량의 모르타르가 부착되어 흡수율이 크기 때문에 시공 중 적정 함수비 관리를 위해서 살수하는 경우 순환골재의 흡수속도가 빨라 함수율 관리가 곤란할 수 있다. 따라서 순환골재의 생산 및 보관 중에 프리웨팅과 같은 방법으로 함수비를 관리할 필요가 있다.

② 폐시멘트 콘크리트를 파쇄한 재료는 원재료가 동일한 것이 아닐 경우 품질이 다양하게 나타날 수 있으므로 시험성과가 재료 전체를 대표할 수 있는지를 검토하여야 한다.

③ 기타 시공에 관한 사항은 KCS 44 50 05 (3.2)에 규정된 사항을 따른다.

파. 도로포장공사용재료 : 시멘트콘크리트

(1) 일반사항

1. 적용범위

1) 시멘트 콘크리트
① 이 기준은 현장배합용 시멘트 콘크리트에 적용한다.

2) 레디믹스트 시멘트 콘크리트
① 이 기준은 레디믹스트 시멘트 콘크리트에 대하여 적용한다.

3) 혼화재료
① 이 기준은 시멘트 콘크리트용 혼화재료로 사용할 혼화재와 혼화제에 대하여 적용한다.

4) 줄눈재료
① 이 기준은 시멘트 콘크리트 신축이음에 사용하는 줄눈판과 주입 줄눈재에 대하여 적용한다.

5) 시멘트 콘크리트 양생용 액상피막 형성제
① 이 기준은 시멘트 콘크리트를 양생할 때 수분의 손실 방지에 사용하는 액상피막 형성제에 대하여 적용한다.

6) 분리막
① 이 기준은 시멘트 콘크리트 포장의 분리막 공사에 대하여 적용한다.

7) 시멘트 콘크리트용 표면보호재료

① 이 기준은 시멘트 콘크리트 표면에 바름하여 도장막을 형성하거나 유기 또는 무기재료를 시멘트 콘크리트 표층부에 침투시켜 외부로부터 염소이온, 이산화탄소, 물 등의 유해물질을 차단하기 위하여 사용되는 재료에 대하여 적용한다.

(2) 참고 기준

1. 시멘트 콘크리트

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- 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 압축 강도 시험 방법
- KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법
- KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위용적 질량 및 공기량 시험 방법 (질량방법)
- KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험방법
- KS F 2455 모르타르와 굵은 골재 함유량 측정에 의한 굳지 않은 콘크리트의 변동성 시험 방법
- KS F 2509 잔골재의 표면수 측정 방법

2) 레디믹스트 시멘트 콘크리트

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS F 2455 모르타르와 굵은 골재 함유량 측정에 의한 굳지 않은 콘크리트의 변동성 시험 방법
- KS F 2509 잔골재의 표면수 측정 방법
- KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

3) 혼화재료

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS A 5101-1　시험용체-제1부: 금속 망 체
- 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 L 5405 플라이애시
- ASTM C 1107 Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout(Nonshrink)

4) 줄눈재료

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- ASTM C 920 Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants
- ASTM D 994 Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete(Bituminous Type)
- ASTM D 1752 Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction
- ASTM D 2628 Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements
- ASTM D 5893 Standard Specification for Cold Applied, Single Component, ·Chemically Curing Silicone Joint Sealant for Portland Cement Concrete Pavements
- ASTM D 6690 Standard Specification for Joint and Crack Sealants, Hot Applied, for Concrete and Asphalt Pavements

5) 시멘트 콘크리트 양생용 액상피막 형성제

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS F 2406 콘크리트 양생용 재료의 보수 능력 시험 방법

6) 분리막

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS M 7501 크라프트지

7) 시멘트 콘크리트용 표면보호재료

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS M 5000 도료 및 관련 원료의 시험 방법
- KS M ISO 2812-1 도료와 바니시-액체 저항성 측정-제1부: 물 외의 액체 침지법
- KS M 2010 원유 및 석유제품 인화점 시험방법-태그 밀폐식 시험방법
- KS F 4930 콘크리트 표면바름용 액상형 흡수방지재
- KS F 4936 콘크리트 보호용 도막재
- KS F 2456 급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법
- ASTM D 5095 Standard Test Method for Determination of the Nonvolatile Content in Silanes, Siloxanes and Silane-Siloxane Blends Used in Masonry Water Repellent Treatments(발수처리에 사용되는 실란, 실록산 및 실란-실록산 혼합재료의 비휘발성분량 결정방법)
- SS 13 72 44 Frost Test(굳은 콘크리트의 동결박리 저항성 시험방법(A법))

3. 용어의 정의

- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.
- 혼화재 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 많아서 그 자체의 부피가 시멘트 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되는 것으로 플라이 애쉬, 고로슬래그 미분말, 실리카 퓸, 팽창재 등이 이에 해당한다.
- 혼화제 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 적어서 그 자체의 부피가 시멘트 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되지 않는것

4. 제출물

① 시멘트 콘크리트, 혼화재료, 줄눈재료, 시멘트 콘크리트 양생용 액상피막, 분리막, 시멘트 콘크리트용 표면보호재료는 KCS 44 10 00 (1.5.4)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인요청서류를 작성하여 제출하여야 한다.

② 레디믹스트 시멘트 콘크리트는 KCS 44 10 00 (1.5.4)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 품질시험 성과표를 작성하여 제출하여야 한다.

(2) 자재

1. 시멘트 콘크리트 재료

1) 시멘트 콘크리트의 강도

① 시멘트 콘크리트의 소요강도는 설계도서에 따르며, 일반적으로 표준양생을 한 시멘트 콘크리트 공시체의 재령 28일의 압축강도를 기준으로 한다. 포장 시멘트 콘크리트의 강도는 재령 28일의 휨강도를 기준으로 한다. 다만, 부득이한 경우 공사감독자의 승인을 받아 조기재령에 따른 장기강도 환산식을 적용할 수 있다.

② 또한 광물질 혼화재를 사용한 경우 재령 28일 이후 장기재령에서 강도증진율이 큰 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 설계기준재령을 재령 56일 또는 91일로 정할 수 있다.

③ 시멘트 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405에 따르고, 휨강도 시험은 KS F 2408에 따른다.

2) 시멘트 콘크리트의 재료

① 시멘트

- 시멘트는 KCS 44 55 05에 적합한 것을 사용하여야 한다. KCS 44 55 05에 규정된 시멘트 이외의 시멘트를 사용하고자 하는 경우에는 공사감독자의 서면 승인을 받아야 한다.

② 골재

- 잔골재는 KCS 44 55 15 (2.1.1)에 적합한 것을 사용하여야 하며, 굵은 골재는 KCS 44 55 15 (2.1.2)의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

③ 물

- 물은 깨끗하여야 하며, 기름・산・알칼리・염분・유기 불순물 등 시멘트 콘크리트의 품질에 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유한 것을 사용하여서는 안 되며, 철근 시멘트 콘크리트에는 해수를 혼합수로 사용할 수 없다.

④ 혼화재료

- 시멘트 콘크리트용 혼화재료는 이 기준 2.3에 적합한 것을 사용하여야 하며, 사용 전에 그 품질을 확인하고 그 사용방법을 충분히 검토하여야 한다.

3) 시멘트 콘크리트의 배합

- 시멘트 콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 알맞은 워커빌리티를 가지는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 하여야 하며, 별도로 규정하지 않는 한 질량에 의하여야 한다.
- 골재의 표면수량으로 인한 질량 조절
- 골재를 계량할 때 골재의 표면수에 대한 질량을 감안하여 조절하여야 하며, 골재의 표면수량은 골재 저장 장소로부터 채취하여 온 시료의 실험결과를 기준으로 하여야 한다.

③ 배합설계

- 수급인은 공사감독자와 협의하여 배합설계를 시멘트 콘크리트 타설 최소한 1주일 이전에 완료하여야 한다. 배합설계는 시멘트 콘크리트 표준시방서의 규정에 따른다.
- 배합설계를 할 때에는 당해 공사에 사용할 재료들로 배합하여야 하며, 배합설계결과가 시방기준에 맞지 않을 경우, 수급인은 공사감독자의 서면 승인을 받아 필요한 조치를 하여야 한다.

- 각종 시멘트 콘크리트의 배합설계 결과는 현장에 적용하기 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 하며, 승인된 배합설계 결과는 공사감독자의 승인없이 수급인 임의로 변경시킬 수 없다.
- 시멘트 콘크리트 배합의 표시법은 표 2.1-1과 같다.

표 2.1-1 시멘트 콘크리트 배합 표시법

굵은 골재의 최대치수 (mm)	슬럼프의 범위 (mm)	공기량의 범위 (%)	물-결합재비, W/B (%)	잔골재율, S/a (%)	단 위 량 (kg/m^3)						
					물 (W)	시멘트 (C)	잔골재 (S)	굵은골재		혼화재료[1]	
								mm-mm	mm-mm	혼화재	혼화제[2]

주 1) 같은 종류의 재료를 여러 가지 사용할 경우 각각의 난을 나누어 표시한다.
2) 혼화제의 사용량은 ml/m^3 또는 g/m^3 으로 표시하며, 희석시키거나 녹이거나 하지 않은 것으로 한다.

④ 현장 배합 실시
- 수급인은 시멘트 콘크리트 공사를 착수하기 전에 승인된 배합설계 결과를 최종적으로 현장실정에 맞도록 조정하기 위하여 규정된 믹서와 재료혼합과정 전부가 장치된 배치 플랜트를 설치하여 현장시험배합을 실시하여야 한다.
현장시험배합은 공사감독자 입회하에 실시하여야 하며 현장 시험배합에 소요되는 모든 재료, 장치 및 작업은 수급인이 부담하여야 한다.

⑤ 시멘트 콘크리트 품질관리요원 배치 의무
- 수급인은 시멘트 콘크리트 배합설계, 골재의 품질시험과 입도 조정·공기량 시험·슬럼프 시험·휨 강도 또는 압축 강도 시험 등을 실시하고, 배치플랜트의 운영과 시멘트 콘크리트 운반 업무를 관장하기 위하여 상당한 기술과 경험이 있는 시멘트 콘크리트 품질관리요원들을 작업장에 배치하여 시멘트 콘크리트 혼합물이 규정된 시방에 맞도록 하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트 품질관리요원은 상기 작업을 수행함에 있어 공사감독자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.

4) 재료의 계량

① 시멘트 콘크리트의 각 재료는 정확하게 계량 및 기록이 되어야 하며, 계량장치는 공사개시 전 및 공사 도중 정기적으로 점검하여야 한다. 재료는 계량하기 전에 시방배합을 현장배합으로 고치고 현장배합에 따라 계량하여야 한다. 시방배합을 현장배합으로 고칠 경우에는 골재의 함수상태, 잔골재 중 5 mm 체에 남는 양과 굵은골재 중 5 mm 체를 통과하는 양 및 혼화제를 물에 희석시키는 수량을 고려하여야 한다.

② 시멘트

- 시멘트는 중량으로 계량하여야 하며, 계량장치는 다른 재료의 계량과 겸용하지 말고 별개의 계량기를 써야 한다.
- 시멘트의 계량은 골재 계량 호퍼 속에 또는 분리된 칸막이 속에 별도로 실시할 수도 있으며, 골재와 동시에 믹서 속에 투입하여도 좋다.
- 시멘트의 계량 허용오차는 ±1 % 이내이어야 한다.

③ 골재

- 골재는 질량으로 계량하여야 하며, 한 배치분 골재의 중량은 표면건조포화상태를 기준으로 하여야 한다.
- 골재의 계량은 표면수량의 무게를 고려하여야 하며, 골재의 표면수량은 골재 저장소로부터 채취하여 온 시료의 실험결과를 기준으로 하여야 한다.
- 골재의 계량 허용오차는 ±3 % 이내이어야 한다.

④ 물

- 물은 용적 또는 중량으로 계량하여야 하며, 계량 허용오차는 ±1 % 이내이어야 한다. 계량장치는 중량이 자동으로 계량되고 정하여진 양의 물이 믹서의 드럼 안에 들어가면 자동적으로 정지되는 것이어야 한다.

⑤ 혼화재료

- 혼화제는 용적 또는 중량으로 계량하여야 하며, 혼화제에 물을 혼합하여 사용할 경우 물은 단위수량의 일부로 본다. 계량장치에는 계량하는 도중에 혼화제가 계량기 안에 들어오지 않도록 안전밸브가 부착되어 있어야 하며, 혼화제의 계량 허용오차는 ±3 % 이내이어야 한다.

5) 배치 플랜트

① 배치 플랜트를 포함한 시멘트 콘크리트 작업에 필요한 모든 장비 및 시설은 공사착수 전에 그 성능, 용량, 상태 등에 대하여 공사감독자의 검사 및 승인을 받아야 한다. 또한, 배치 플랜트는 다음의 조건에 맞아야 한다.

② 골재나 시멘트의 계량장치에 붙어 있는 저울의 최소눈금은 저울 전체 용량의 1/200보다 커서는 안 되며, 저울의 정도를 확인할 수 있도록 공인기관의 검정을 받은 20 kg 짜리 추 10개 이상, 1 kg 표준분동 5개 이상을 항상 비치하여야 한다.

③ 수급인은 배치 속에 들어 있는 재료의 정확한 질량을 배치플랜트 조종원과 공사감독자가 쉽게 확인 할 수 있는 위치에 계량기를 설치하여야 한다.

④ 계량장치

- 자동식 배치 플랜트는 완전 자동식이며, 시멘트, 골재, 물을 한 배치분씩 자동으로 계량할 수 있어야 하고, 혼화재료의 계량 및 투입 또한 자동이어야 한다.
- 또한 계량시간 및 정밀도 유지를 위하여 90 %용 및 10 %용의 2게이트 형식으로 구성되어야 한다.
- 하중감지장치의 교체 및 추락방지를 위하여 별도의 장치를 구비하여야 한다.
- 하중감지장치는 접지선으로 반드시 연결하여 파손 및 오작동을 방지하여야 한다.
- 혼화제 계량장치는 종류별로 구성되며, 단독 계량하여야 한다. 또한 과다 계량 방지장치가 구비되어야 한다.

⑤ 저장시설

- 굵은골재는 서중 시멘트 콘크리트 생산을 위하여 살수장치를 구비한다.
- 중간 저장시설은 원활한 배수를 위하여 4 % 이상 경사와 서중 및 한중 때를 대비하여 수분 및 온도 변동방지시설을 설치하여야 한다.
- 굵은골재 세척시설을 구비하여야 한다. 단, 이송 및 낙하에 의한 재료분리 방지설비가 부착되어야 한다.
- 시멘트 및 광물질 혼화재의 인수 검사 및 사용 중 품질변동을 수시로 검사할 수 있도록 별도의 시료채취 설비가 설치되어야 한다.
- 화학혼화제 저장시설은 자동 온도조절장치・잔량확인장치・교반장치・희석장치가 설치되어야 하고, 침전물 등을 청소할 수 있는 설비를 구축하여야 한다.
- 회수한 물을 사용할 경우 KS F 4009 부속서 B(규정)에 규정한 품질기준에 적합여부를 확인하여야 하며, 슬러지의 물은 고형분율 3 %(단위결합재량 질량비)를 초과할 수 없다. 또한 슬러지 고형분율 1 %를 초과하여 사용하는 경우 시멘트 콘크리트 배합을 보정하여야 한다.
- 서중 및 한중 때를 고려하여 혼합수 온도조절장치를 설치하여야 한다.
- 잔골재의 표면수율 변동을 실시간으로 확인하기 위하여 표면수 측정기를 설치하여야 하며, 측정 센서의 신뢰도는 실측 표면수율 대비 1 % 이하이어야 한다.

⑥ 자동식 배치 플랜트를 사용할 경우에는 각 배치마다 투입되는 골재, 시멘트, 물 및 혼화재료의 양을 자동적으로 정확하게 기록할 수 있도록 기록장치가 부착되어 있어야 한다. 배치의 각종 기록결과(굵은골재의 최대치수, 슬럼프, 공기량, 물-결합재비, 각종 단위 재료량)는 공사감독자에게 제출하여야 한다.

- 투입골재, 시멘트, 물, 혼화재료의 각 배치분의 질량, 골재 표면수율, 입도보정비율 등
- 각 배치의 일자 및 시간
- 시멘트 콘크리트 등급의 표시
- 각 배치의 일련번호

⑦ 배치플랜트장에는 규정된 시험을 실시하기에 충분한 시설과 공간을 갖춘 시험실을 설치하여야 한다.

⑧ 고강도, 내염해성 등 맞춤형 시멘트 콘크리트 생산이 가능한 설비 구축

- 혼화재 혼입 시멘트 콘크리트를 사용할 때에는 혼화재 저장용 사일로 별도 설치(150 t 이상)
- 혼화제 저장탱크 3기 이상 설치
- 골재저장시설 및 골재투입빈 5칸으로 설치

⑨ 시멘트 시멘트 콘크리트 믹서

- 믹서형식 : 강제식 이축형식(rpm 30회 이상)
- 혼합상태를 파악할 수 있는 믹서 혼합상태 확인용 웹 카메라 설치 등 전자동 생산 시스템 설치
- 믹서의 성능은 KS F 2455에 따라 시험한 값이 다음 값 이하여야 하며, 공사감독자의 승인을 받은 것을 사용하여야 한다.
  - 시멘트 콘크리트 중의 모르타르와 단위용적 질량의 차: 0.8 %
  - 시멘트 콘크리트 중의 단위 굵은골재량의 차이: 5 %
- 시멘트 콘크리트 믹서에는 물을 계량하는 장치와 반죽된 시멘트 콘크리트를 배출하여 내는 적절한 장치가 부착되어 있어야 한다.
- 믹서는 그 내부에 단단한 시멘트 콘크리트나 모르타르가 부착되어 있거나 믹서의 날개 마모로 인하여 기능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 발생하므로 매일 검사를 하여야 한다.
- 믹서의 날개는 제작 당시의 날개보다 20 mm 이상 마모되었을 경우에는 이를 즉시 교체하여야 한다.
- 혼합수 방출구는 믹서내부의 코팅과 깊은 관계가 있으므로 축의 전면에 걸쳐 살수될 수 있도록 분사장치를 설치한다.
- 현장 기능공은 믹서 가동 초기, 중간 및 마지막 무렵에 반죽된 시멘트 콘크리트 시료를 채취하여 반죽질기(consistency) 시험을 실시하여야 한다.

- 만약 시험한 결과 슬럼프 및 공기량의 값이 규정된 허용치를 초과할 경우에는 믹서 가동을 중지하고 조정하여야 한다.
- 모든 믹서에는 초 단위 타이머 장치가 부착되어 있어서 비비는 시간 동안은 자동적으로 배출 레버를 잠그고, 비비는 시간이 끝나면 자동적으로 배출하게 하여야 한다.
- 믹서의 드럼 속에 든 한 배치분의 혼합물은 일체를 비운 후 다음분 배치 재료를 투입하여야 하며 만약 한 배치 재료 이상이 투입되었을 경우에는 그 재료 전부를 버려야 한다.
- 믹서성능시험은 반기마다 1회 실시하여 종별 혼합시간을 조정하여야 한다.
  - 고강도, 저슬럼프, 일반시멘트 콘크리트에 대한 종별 믹서성능시험을 실시하여야 한다.
  - 자동생산시스템 구축 및 생산기록지를 '초'단위로 출력 관리 한다.
- 서중·한중 시멘트 콘크리트 타설을 대비한 보온시설(보일러, 히팅시설 등) 및 보냉시설(스프링클러, 칠러 등)을 설치한다.
- 계량장치 검·교정 : 공인기관 1회/반기, 자체 1회/월(계량정밀도 : 1 % 이내)

6) 시멘트 콘크리트의 품질기준

① 구조물용에 사용할 시멘트 콘크리트의 품질기준은 설계도서에 규정된 것과 같아야 한다. 설계도서에 명기되지 않은 사항이나 규정된 품질기준보다 높은 품질기준의 시멘트 콘크리트를 사용하고자 하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 시멘트 콘크리트 포장용으로 사용하는 시멘트 콘크리트는 휨 강도를 기준으로 품질관리 하여야 하며, 기타 공사용 시멘트 콘크리트는 별도로 규정하지 않는 한 압축 강도를 품질관리기준으로 한다. 시멘트 콘크리트의 품질기준은 표 2.1-2와 같다.

표 2.1-2 시멘트 콘크리트 품질기준

구분		설계기준강도 (MPa)	Gmax (mm)	최대 W/C (%)	표준공기량 (%)	슬럼프 (mm)	적용 구조물 (일반적 기준)
구조물공	고강도	45	13	40	5	150	PSM교 세그멘트
			20	40	5	150	FCM교 세그멘트
		40	20	40	5	150	PSC Box GR. 및 슬래브, PSC빔, Preflex 하부플랜지
			25	35.9	5~7	150	교각
	일반 시멘트 콘크리트	30	25	40	6	130	교량 노출 바닥판
		27	25	45	6	130	65주형교량 슬래브, PSC빔교 바닥판, RC슬래브, Steel Box 거더교, 교각, 중분대기초
						150 (80)	
		24	25	50	6	150	터널 라이닝 및 필요할 때
			30				교량하부구조(교각, 교대, 우물통본체), 교량날개벽, RC옹벽, 암거, 암거접속슬래브, 방음벽기초, 도수로집수거, 중분대 및 갓길 집수정
		24	25	50	4 % 이하	450±50 (플로우)	수중불분리성 시멘트 콘크리트 (호칭강도 : 30 MPa)
		21	25	50	6	80	땅깎기・흙쌓기 도수로, 도수로집수거, V・L・U형측구, 중분대 및 갓길 집수정
				50	6	150	
			40	55	1~2	80	중력식옹벽, 매스 시멘트 콘크리트, 부대시설기초, 배수관기초
		15	50(40)	-	1~2	80	레벨링 시멘트 콘크리트, 속채움 시멘트 콘크리트(우물통기초)
	기계타설 소구조물	30	25	45	6	20~50	중분대 구체, 난간(특수지역), L형측구, 배수턱
		24	25	50	6	20~50	난간(일반지역)
		24	25	45	5~7	20~50	L형측구, 배수턱(폐유리 첨가)
포장		$f_{bk}=4.5$	40	45	4~7	10~60	시멘트 콘크리트 포장
빈배합		$f_7=5$	40	-	1~2	-	
숏크리트		$f_{28}=20$	10	50	1~2	80~120	강섬유 미첨가
		$f_{bk}=4.5$	10	50	1~2	80~120	강섬유 첨가

주1) 현장여건 및 사용장비에 따라 골재치수는 변경될 수 있다.
2) 상기 품질기준은 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우이며, 특수한 조건의 경우에는 관련 시방서를 적용한다.

③ 조강 시멘트 콘크리트

- 설계도서에 조강 시멘트 콘크리트로 명기된 시멘트 콘크리트 포장 표층 보수공사와 교량슬래브 보수공사, 기타 공사감독자가 서면으로 승인한 시멘트 콘크리트 공사에 사용한다.

7) 시료 채취 및 시험 방법

① 시료 채취: 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 시료 채취는 KS F 2401에 따른다.
② 슬럼프 시험: 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402에 따른다.
③ 공시체 제작: 시멘트 콘크리트 강도 시험용 공시체 제작은 KS F 2403에 따른다.
④ 압축 강도: 시멘트 콘크리트의 압축 강도 시험은 KS F 2405에 따른다.
⑤ 휨강도: 시멘트 콘크리트의 휨 강도시험은 KS F 2408에 따른다.
⑥ 공기량 시험: 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 단위용적질량 및 공기량에 의한 시험은 KS F 2409에 따르며, 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험(공기실 압력방법)은 및 KS F 2421에 따른다.
⑦ 믹서의 비비기 성능시험: 모르타르와 굵은 골재 함유량 측정에 의한 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 변동성 시험은 KS F 2455에 따른다.

(2) 레디믹스트 시멘트 콘크리트 재료

① 레디믹스트 시멘트 콘크리트용 재료는 별도로 규정하지 않는 한 이 기준 2.1.2의 규정에 적합한 것을 사용하여야 한다.

1. 시멘트 콘크리트의 품질에 관한 지정 및 지시

① 시멘트 콘크리트의 설계기준 강도, 슬럼프 및 굵은골재의 최대치수는 설계도서에 따르며, 기타 필요한 사항에 대하여는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

- 시험실에서 양생한 공시체의 강도는 다음의 두 가지 요건이 충족되면 만족할 만한 것으로 간주할 수 있다.
  - 3번의 연속강도 시험의 결과 그 평균값이 fck 이상일 때
  - 개개의 강도 시험값이 $f_{ck} \leq 35$ MPa인 경우 $(f_{ck}-3.5)$ MPa 이상일 때, 또는 $f_{ck} > 35$ MPa인 경우 $0.9 f_{ck}$ 이상일 때
- 강도 시험에서 공시체의 재령은 표준품인 경우 28일, 특수품인 경우 구입자가 지정한 일수로 한다.
- 슬럼프 및 공기량은 설계도서에 명기한 것에 대하여 표 2.2-1, 표 2.2-2의 허용차 범위 이내이어야 한다.

표 2.2-1 슬럼프의 허용차

항목		허용차 (mm)
슬 럼 프 (mm)	25	±10
	50 및 65	±15
	80 이상	±25

표 2.2-2 공기량의 허용차

항목	공기량 (%)	허용차 (%)
보통 시멘트 콘크리트	4.5	±1.5
경량 시멘트 콘크리트	5.5	
포장 시멘트 콘크리트	5.5	
고강도 시멘트 콘크리트	3.5	

표 2.2-3 강도

<table>
<tr><td>강도</td><td>- 3조 이상 제작할 때
<table>
<tr><td>fck ≤ 35 MPa</td><td>fck > 35 MPa</td></tr>
<tr><td>① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상
② 1회 시험값이 설계기준압축강도−3.5 MPa 이상</td><td>① 연속 3회 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상
② 1회 시험값이 설계 기준압축강도의 90 % 이상</td></tr>
</table>
- 3조 미만 제작할 때
: 각 1조(3개) 압축강도 시험값의 평균이 설계기준 압축강도 이상</td></tr>
</table>

- 시멘트 콘크리트에 포함된 염화물 함유량은 시멘트 콘크리트 배출 지점에서 염소 이온(Cl-)량으로서 0.30 kg/m3 이하이어야 한다. 다만, 구입자의 승인을 얻은 경우에는 0.60 kg/m3 이하로 할 수 있다.

② 공장은 원칙적으로 KS 표시허가 인증 공장으로서 재료시험기사의 자격을 가진 기술자 또는 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하는 공장을 선정하여야 한다.

2) 재료의 계량

① 각 시료는 시방배합을 현장배합으로 고쳐 계량한다. 잔골재의 표면수량 시험은 KS F 2509에 따라야 한다.

② 각 재료는 1회 비비기 양마다 중량으로 계량한다. 단, 물과 혼화제 용액은 중량 또는 체적으로 계량한다.

③ 각 재료의 계량오차는 표 2.2-4의 값 이하로 한다.

표 2.2-4 재료의 계량 오차

재료의 종류	허용오차 (%)	비고
물, 시멘트	±1	
혼화재	±2	
골재	±3	
혼화제 용액	±3	

④ 혼화재는 중량으로 계량하여야 하며, 포대수로 계량할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3) 제조설비

① 재료저장 설비

- 시멘트의 저장 설비는 품종별로 구분하며, 시멘트의 풍화를 방지할 수 있어야 한다.
- 골재의 저장설비 및 저장설비로부터 배치 플랜트까지의 운반설비는 골재를 균등하게 공급할 수 있어야 한다.
  - 각각 분리되지 않도록 되어 있어야 한다.
  - 골재의 저장바닥은 시멘트 콘크리트 등으로 하고, 배수시설을 하여야 하며, 해로운 물질이 혼입되지 않아야 한다.

- 경량골재를 사용할 경우에는 살수설비를 갖추어야 한다.
- 골재의 저장은 시멘트 콘크리트 최대 출하량의 1일분 이상에 상당하는 골재를 저장할 수 있어야 한다.

• 혼화재료의 저장설비는 종류별·품종별로 구분하고, 혼화재료의 품질의 변화가 생기지 않도록 되어 있어야 한다.

② 배치 플랜트

• 배치 플랜트에는 각 재료별 저장빈(bin)을 구비하여야 한다.
• 계량기는 이 기준 2.2.2에 규정한 오차로 각 재료를 계량할 수 있는 정밀도를 갖는 것이어야 하며, 계량한 값은 정밀도로 지시할 수 있는 지시계를 갖추어야 한다.
• 모든 지시계는 조종원이 볼 수 있는 곳에 위치하고, 계량기는 조종원이 용이하게 조작할 수 있어야 한다.
• 계량기는 서로 다른 배합의 각 재료를 연속적으로 계량할 수 있어야 한다.
• 계량기는 잔골재의 표면수량에 따른 계량치의 보정을 쉽게 할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

③ 믹서

• 믹서는 고정식 믹서를 사용하여야 한다.
• 믹서는 소정 슬럼프의 시멘트 콘크리트를 규정한 용량으로 비빌 때 각 재료를 충분히 비벼 균일한 상태로 배출할 수 있어야 한다.
• 믹서는 소정의 용량을 소정의 시간에 혼합하여 KS F 2455에 따라 시험한 값이 다음 에 표시한 값 이하이면 시멘트 콘크리트를 균등히 비빌 성능을 가졌다고 판단하여도 좋다.
  - 시멘트 콘크리트 중의 모르타르의 단위용적 질량차: 0.8 %
  - 시멘트 콘크리트 중의 단위 굵은 골재량의 차: 5 %

④ 운반차

• 시멘트 콘크리트의 운반에는 다음 성능을 가진 트럭 믹서 또는 트럭 에지테이터를 사용한다.
  - 비빈 시멘트 콘크리트를 충분히 균일하게 유지하고 재료분리를 일으키지 않도록 쉽고도 완전하게 배출할 수 있어야 한다.
  - 시멘트 콘크리트의 1/4과 3/4의 부분에서 각각의 시료를 샘플링 하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 그 양쪽의 슬럼프 차가 30 mm 이내이어야 한다. 이때는 배출되는 시멘트 콘크리트 흐름의 개개 부분의 전 단면이 끊어지도록 시료를 채취한다.
• 덤프 트럭은 포장용 시멘트 콘크리트를 덤프 트럭으로 운반하는 계약을 했을 때만 사용할 수 있다. 덤프 트럭의 적재함 바닥은 평활하고 방수성능이 있는 것으로 하고, 필요에 따라 바람·비에 대한 보호를 위하여 방수 덮개를 가진 것이어야 한다.

4) 혼합

① 시멘트 콘크리트는 이 기준 2. 3)에서 규정하는 믹서로 공장 내에서 균일하게 비비는 것으로 한다.

② 시멘트 콘크리트의 비빔량 및 비비기 시간은 KS F 2455에서 규정한 시험을 하여 결정하는 것으로 한다.

5) 운반

① 시멘트 콘크리트의 운반은 이 기준 2.2.3에서 규정하는 운반차로 운반하여야 한다.

② 트럭 믹서나 트럭 에지테이터를 사용할 경우, 시멘트 콘크리트는 비비기를 시작하여 1.5시간 이내에 공사지점에서 배출할 수 있도록 운반하여야 한다. 공사감독자의 승인을 받았을 경우에는 운반시간의 한도를 단축 또는 연장할 수 있다.

- 더운 여름철에는 운반시간의 한도를 짧게 하는 것이 좋다.

③ 포장용 시멘트 콘크리트를 운반할 경우, 덤프 트럭 운반시간의 한도는 비비기를 시작하여 1시간 이내로 한다.

- 더운 여름철에는 운반시간의 한도를 짧게 하는 것이 좋다.

④ 공사 지점에서 배출할 때, 시멘트 콘크리트 표면에서 1/3과 2/3의 분량에서 각각의 시료를 채취하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 그 양쪽의 슬럼프 차가 20 mm 이상 되어서는 안 된다.

6) 비비기 및 운반에 대한 통제

① 한 배치와 다음 배치의 콘크리트를 치는 시간 간격을 통제하여야 하며, 어떠한 경우라도 30분을 초과하여서는 안 된다.

② 시멘트 콘크리트 혼합물의 균질성과 품질관리를 위하여 수급인은 현장과 배치플랜트 장에 2방향 통신시설을 설치하여야 한다.

③ 레디믹스트 시멘트 콘크리트의 운반방향과 시간을 통제하기 위하여 공사감독자는 배치플랜트 장에서 시멘트 콘크리트 기록표를 작성하여 트럭 운전자에게 발부하여야 한다.

④ 시멘트 콘크리트 기록표에는 배치플랜트 명칭 및 위치, 한 배치의 크기, 시멘트 콘크리트의 등급, 비비기 완료시간과 필요할 때에는 드럼의 회전수도 기록하여야 한다.

⑤ 현장 도착 후 트럭 운전원은 시멘트 콘크리트의 기록표를 타설 현장에 있는 공사감독자에게 제출하여야 하며, 현장에 도착된 시멘트 콘크리트는 시멘트 콘크리트 기록표에 의하여 시방기준에 맞는지의 여부를 확인한 후 사용하여야 한다.

3. 혼화재 재료

1) 혼화재료의 종류 및 품질기준

① 시멘트 콘크리트용 혼화재료에는 혼화재와 혼화제가 있다. 혼화제에는 AE제・AE감수제・고성능AE감수제・감수제・응결경화촉진제・지연제・급결제・방수제・발포제・접착제, 유동화제 및 철근의 방청제・수중불분리성혼화제・무수축그라우트제 등이 있으며, 혼화재에는 플라이 애쉬・고로슬래그 미분말・천연 포졸란・실리카퓸・팽창혼화재・착색재 등이 있다.

② 혼화제

- 혼화제로 사용할 AE제, AE감수제, 고성능AE감수제 및 감수제는 KS F 2560에 적합한 것이어야 한다.
- 시멘트 콘크리트용 화학 혼화제의 종류는 표 2.3-1과 같다.

표 2.3-1시멘트 콘크리트용 화학 혼화제의 성능에 따른 구분

종류	
AE제	-
AE감수제	표준형
	지연형
	촉진형
감수제	표준형
	지연형
	촉진형
고성능AE감수제	표준형
	지연형

- 혼화제의 품질은 KS F 2560의 6. 시험방법에 따라 시험하였을 때 표 2.3-2의 품질기준에 적합하여야 한다.
- 유동화제는 별도로 규정하는 규준(시멘트 콘크리트용 유동화제 품질규준)에 적합한 것이어야 한다.
- 수중불분리성 혼화제는 별도로 정하는 규준(시멘트 콘크리트용 수중불분리성 혼화제 품질규준)에 적합한 것이어야 한다.
- 무수축그라우트제는 ASTM C 1107에 적합한 것이어야 한다.
- 방청제는 KS F 2561에 적합한 것이어야 한다.
- 위의 내용 이외의 혼화제에 대하여서는 그 품질을 확인하고 사용법을 충분히 검토한 후 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

표 2.3-2 시멘트 콘크리트용 화학 혼화제의 성능

품질항목 \ 종류		AE제	감수제			AE 감수제			고성능 AE 감수제	
			표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형
감 수 율 (%)		6 이상	4 이상	4 이상	4 이상	10 이상	10 이상	8 이상	18 이상	18 이상
블리딩 양의 비 (%)		75 이하	100 이하	100 이하	100 이하	70 이하	70 이하	70 이하	60 이하	70 이하
응결시간의 차 (min)	초 결	-60~+60	-60~+90	+60~+210	+30 이하	-60~+90	-60~+210	+30이하	-30~+120	+90~+240
	종 결	-60~+60	-60~+90	+210 이하	0 이하	-60~+90	+210 이하	0 이하	-30~+120	+240 이하
압축강도의 비 (%)	재령 3일	95 이상	115 이상	105 이상	125 이상	115 이상	105 이상	125 이상	135 이상	135 이상
	재령 7일	95 이상	110 이상	110 이상	115 이상	110 이상	110 이상	115 이상	125 이상	125 이상
	재령 28일	90 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	110 이상	115 이상	115 이상
길 이 변 화 비 (%)		120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	120 이하	110 이하	110 이하
동결융해에 대한 저항성 (상대 동탄성계수, %)		80 이상	-	-	-	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상	80 이상
경 시 변화량	슬럼프 (mm)	-	-	-	-	-	-	-	60 이하	60 이하
	공기량 (%)	-	-	-	-	-	-	-	±1.5 이내	±1.5 이내

비고 1. 슬럼프 80 mm 및 180 mm의 어느 시멘트 콘크리트에 대하여서도 위의 규격에 적합하여야 한다. 단, AE제 및 AE감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수)의 규정값은 슬럼프 80 mm, 고성능 AE감수제의 동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수) 및 경시변화량의 규정값은 슬럼프 180 mm의 시멘트 콘크리트에 대하여 각각 적용한다.

2. 전체 알칼리양은 0.3 kg/m3 이하이어야 한다.

③ 혼화재

• 플라이 애쉬

- 혼화재로 사용할 플라이 애쉬는 KS L 5405에 적합한 것이어야 한다.
- 플라이 애쉬란 미분탄 연소보일러의 연소가스로부터 집진기로 채취한 재로서 시멘트 콘크리트의 혼화재로 사용할 때 시멘트 콘크리트의 워커빌리티를 개선하여 단위수량을 감소시키고, 수화열로 인한 온도상승을 감소시킬 수 있고, 장기강도를 증가시킬 수 있으며, 수밀성 증대 및 화학적 침식에 대한 내구성 증대효과를 기대할 수 있어야 한다.

- 플라이 애쉬의 품질은 표 2.3-3의 규격에 적합한 것으로 한다.

표 2.3-3 플라이 애쉬의 요구사항

항목 \ 종류		플라이 애쉬 1종	플라이 애쉬 2종	비고
이산화규소 (%)		45.0 이상	45.0 이상	
수분 (%)		1.0 이하	1.0 이하	
강열감량 (%)		3.0 이하	5.0 이하	
밀도 (g/cm3)		1.95 이상	1.95 이상	
분말도	4.5 μm체 잔분 (망체 방법)[1] (%)	10 이하	40 이하	
	비표면적 (브레인 방법) (cm2/g)	4,500 이상	3,000 이상	
플로값비 (%)		105 이상	95 이상	
활성도 지수 (%)	재령 28일	90 이상	80 이상	
	재령 91일	100 이상	90 이상	

주 1) 브레인 방법(공기투과 장치에 의한 분말도)에 따르되 망체 방법은 참고값으로 한다.

- 플라이 애쉬를 포장할 때는 시멘트용 크라프트 종이포대 등 방습용 포대를 사용하거나 벌크차를 사용한다. 지대 표면에는 명칭, 무게 또는 부피, 제조자명 또는 그 약호, 제조년월일 또는 그 약호, 취급상의 주의사항에 대하여 표시한다.

• 팽창재

- 혼화재로 사용할 시멘트 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562에 적합한 것이어야 한다.
- 시멘트 콘크리트용 팽창재를 적절하게 사용하여 팽창 시멘트 콘크리트를 만듦으로써 시멘트 콘크리트의 건조수축이나 경화수축 등에 기인하는 균열의 발생을 저감할 수 있고 혹은 화학적 프리스트레스를 도입하여 균열에 대한 내력을 향상시킬 수 있는 등 뛰어난 효과가 얻어진다.
- 시멘트 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562 5.~7.에 의하여 시험하고 표 2.3-4에 적합한 것으로 한다.

표 2.3-4 시멘트 콘크리트용 팽창재 품질 기준

항목				규정값	적용 시험항목
화학 성분	산화마그네슘 (%)			5.0 이하	KS F 2562의 6.1
	강열감량 (%)			3.0 이하	KS F 2562의 6.2
물리적 성질	비표면적 (cm2/g)			2,000 이상	KS F 2562의 7.1
	1.2 mm 체 잔분[1] (%)			0.5 이하	KS F 2562의 7.2
	응결	초결 (분)		60 이후	KS F 2562의 7.3
		종결 (시간)		10 이내	
	팽창성 (길이 변화율,%)		7일	0.030 이상	KS F 2562의 7.4
			28일	-0.020 이상	
	압축 강도 (MPa)		3일	6.9 이상	KS F 2562의 7.5
			7일	14.7 이상	
			28일	29.4 이상	

주 1) 1.2 mm 체는 KS A 5101-1에 규정하는 시험용체 1.18 mm이다.

- 시멘트 콘크리트용 팽창재를 포장할 때는 시멘트용 크라프트 종이포대 등 방습포장 포대에 포장하여야 하며, 포장하지 않는 경우에는 벌크차의 송장에 명칭・무게 또는 부피・제조자명 또는 그 약호・제조년월일 또는 그 약호・취급상의 주의사항에 대하여 표시한다.

• 고로 슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합한 것이어야 한다.

• 위 내용 이외의 혼화재에 대하여서는 그 품질을 확인하고 그 사용방법을 충분히 검토한 후 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

2) 저장상 유의점

① 혼화재료는 먼지 기타의 불순물이 혼입되지 않도록 유의하여야 하며, 분말상으로 된 혼화재는 습기를 흡입하거나 굳어지는 일이 없도록 하여야 하고, 액체상의 혼화제는 분리되거나 변질되는 일이 없도록 저장하여야 한다.

② 혼화재는 비산하지 않도록 취급에 주의하여야 한다.

③ 혼화재는 방습적인 사이로・창고 등에 품종별로 구분하여 저장하고, 입하 순으로 사용하여야 한다.
④ 혼화재료의 저장기간이 너무 오래되었거나 이상이 있다고 인정될 경우에는 사용하기 전에 시험하여야 한다. 시험결과 규정된 성질을 얻지 못할 때는 그 혼화재료를 사용하여서는 안 된다.

4. 줄눈재료 재료

1) 줄눈판
① 줄눈판은 시멘트 콘크리트 슬래브 팽창수축에 순응하고 팽창시에 밀려 빠져나오지 않아야 하며, 수축시에는 시멘트 콘크리트 슬래브 사이에 틈이 생기지 않는 것이어야 한다. 줄눈판은 또한 내구적이고 설치할 때나 시멘트 콘크리트를 다질 때에 부서지거나 구부러지거나 비틀어지지 않는 것으로 공사감독자의 승인을 받은 것을 사용하여야 한다.
② 줄눈판의 종류에는 목재계, 역청질계, 고무스폰지 및 수지발포체계 등이 있다.
③ 역청질계 줄눈판은 KS F 2538에 적합하여야 하며, 줄눈판의 시험방법은 KS F 2471에 따른다.
④ 줄눈재료의 품질에 대한 시방은 KS를 기준으로 하되 KS에 규정되지 아니한 것은 ASTM D 994, D 1752, D 1854, D 2628, D 6690 등을 참조하여 공사감독자의 승인을 받아 품질시험을 하여 사용하여야 한다.

2) 주입줄눈재
① 시멘트 콘크리트 포장용 주입줄눈재에는 가열시공식과 상온시공식이 있다.
② 주입줄눈재는 시멘트 콘크리트 슬래브의 팽창수축에 순응하고, 시멘트 콘크리트와 잘 부착하며, 물에 녹지 않고 방수성이며, 고온일 때 유출되지 않고 저온일 때에도 충격에 잘 견디며, 수분 및 이물질의 침입을 막고 또한 내구적인 것으로서 감독자가 승인한 것을 사용하여야 한다.
(3) 주입줄눈재용 프라이머는 주입줄눈재 재질에 따라 적합한 품질의 것을 사용하여야 한다.

3) 성형줄눈재
① 시멘트 콘크리트 포장용 성형줄눈재에는 내화학성 및 내구성이 우수한 재료를 줄눈 폭, 깊이에 맞추어 사전 제작한 후 적정한 도구를 사용하여 줄눈에 삽입하여야 한다.

② 성형줄눈재는 줄눈 절단 폭에 비하여 충분히 큰 폭의 것을 선택하여 줄눈에 삽입된 후 줄눈이 수축할 때에도 함몰 또는 돌출이 발생하지 않고 제자리를 유지하여 수분 및 이물질의 침입을 막을 수 있어야 한다.

③ 성형줄눈재용 프라이머는 줄눈재 재질에 따라 적합한 품질의 것을 사용하여야 한다.

4) 품질기준

① 아스팔트 계열의 줄눈재료 품질기준은 표 2.4-1과 같다.

표 2.4-1 아스팔트 계열 줄눈재료 품질기준 (ASTM D 6690)

종류	Type Ⅰ	Type Ⅱ	Type Ⅲ	Type Ⅳ
설계사용 조건	-18 ℃, 50 % 신장(extension) 【D 6690】	-29 ℃, 50 % 신장(extension) 【D 3450】	-29 ℃, 50 % 신장(extension) 【SS-S1401C】	-29 ℃, 200 % 신장 (extension)
콘 침입도 (25 ℃)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90 이하(max.)	90~150
흐름성 (60 ℃, mm)	5.0	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)	3.0 이하(max.)
접착성 (비침지)	-18 ℃에서 시편(25.4 mm) 시편을 50 %, 5회 왕복시험 후 3개 중 2개 이상 이상 없을 것	-29 ℃에서 시편(12.7 mm) 시편을 50 %, 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것	-29 ℃에서 시편 (12.7 mm) 시편을 50 %, 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것	-29 ℃에서 시편(12.7 mm) 시편을 200 %, 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것
접착성 (침수)	-	-	-29 ℃에서 시편(12.7 mm) 시편을 50 %, 3회 왕복시험 후 3개 모두 이상 없을 것	-
원상회복률, (%)	-	60 이상 (min)	60 이상 (min)	60 이상 (min)
노화시험 후 회복률, (%)	-	-	60 이상 (min)	-
아스팔트 호환성	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것	이상 없을 것

비고 : 국내 시멘트 콘크리트 포장체의 온도를 고려 Type Ⅱ 이상 적용 가능하다.
비고 : 움직임 허용치는 ASTM C 719 및 ASTM C 920에 의거하여 -50/+100으로 한다.

② 실리콘 실란트의 품질기준은 표 2.4-2와 같다. 다만 국내 고속도로 여건에 따라 ASTM C 920 규정에 따른 Class 100/50 등급이 사용되어야 하며, 균일한 두께 유지를 위하여 셀프 레벨링(Self-levelling) 타입을 적용하고 중분대 구체, L형 측구 및 배수턱부에는 흐름방지를 위하여 Non-Sag 타입을 적용한다.

표 2.4-2 실리콘 실란트 품질기준(ASTM D 5893-04 및 ASTM 920)

시험항목	시험방법	품질기준
유동성	ASTM C 639	굴곡 없는 매끄러운 표면
성형율 (m ℓ/min)	ASTM C 1183	≥50
가열처리 후 효과	ASTM C 792	무게변화 10 % 미만, 균열, 백탁없을 것
불 점착성(h)	ASTM C 679	≤5
접착성 (-29 ℃, 100 % ext., immersed, non-immersed, oven-aged)	ASTM D 5893	이상없을 것
경도(-29 ℃, Type A2)	ASTM C 661	≤25
경도(23 ℃, Type A2)	ASTM C 661	≥30
흐름성	ASTM D 5893	No flow
최대 신장율, %	ASTM D 412(C)	≥600
인장력 150 %, 23 ℃, kPa	ASTM D 412(C)	≤310
촉진내후성, 5,000시간	ASTM C 793	흐름, 끈적함, 필름형성, 재전환, 수포, 균열, 백탁 등이 없을 것
복원력, %	ASTM D 5893	≥75
움직임 허용치(-50/100 %)	ASTM C 719	흐름, 끈족암, 필름형성, 재전환, 수포, 균열, 백탁등이 없을 것
주사전자현미경을 이용한 EDS시험	ASTM E 1508	Si>C

비고 : 촉진내후성 시험은 공급원 승인을 위한 최초 시험단계 단계에서 1회 실시하며 그 결과는 5년간 유효한 것으로 하며 이후 주사전자현미경을 이용한 EDS 시험법(ASTM E 1508)에 따른 성분분석 시험결과에서 종전의 재료성분과 차이가 나타나면 추가 촉진내후성 시험을 실시하여야 한다.

③ 성형줄눈재의 품질기준은 재료의 종류에 따라 표 2.4-3과 2.4-4를 적용한다.

표 2.4-3 EPDM(ethylene propylene rubber)계 성형줄눈재 품질기준 (TL Fug-StB 01)

종류		시험방법	품질기준
경도		KS M 6784	IRHD 또는 듀로미터 경도 60~80(±5)
내구성과 팽창성		KS M 6782	내구성 ≥9 MPa 강도 등급에서의 팽창성: 60/300 %, 70/200 %, 80/125 %
열숙성		KS M 6788	하중을 받지 않는 표본에 대한 최대 변화, IRHD 경도 : -5에서 +8까지 팽창성 : -30에서 +10 %까지
저온과 고온에서의 회복력		ASTM D 2628-91	-10 ℃: ≥ 70-%, 70 ℃: ≥ 80-%
과도한 팽창에 대한 보호력		*	초기신장률 2.5 % 이하 300 N에서의 신장률 4.5 % 이하
노화시험 (70±1 ℃, 96 시간)	인장강도 변화율	KS M 6518	≤-20 %
	신장율 변화율	KS M 6518	≤-10 %
영구 압축율		KS M 6518	≤-20 %
영구 신장율		KS M 6518	≤-12 %

비고 : 시편을 물림거리 500 mm, 인장속도 50 mm/min 으로 시험하여 인장하중이 300 N 이상이 되도록 한 후 기울기가 급격히 변하는 초기점과 300 N에서의 각각의 신장율을 구한다.

표 2.4-4 폴리클로로프렌계 성형줄눈재 품질기준 (ASTM D 2628)

종류	시험방법	품질기준
인장강도(최소, MPa)	ASTM D 412	13.8
파단시 신장율(%)	ASTM D 412	250
오븐 처리후 성능, 70시간, 100 ℃ 인장강도 손실율(최대, %) 신장율 감소(최대, %) 경도, A형 경도계, point change	ASTM D 573	 최대 20 % 최대 20 % 1～+10
오일팽윤율, ASTM oil 3, 70시간, 100 ℃, 무게변화율(최대변화율, %)	ASTM 471	최대 45 %
오존 저항성, 70시간, 40 ℃, 공기중 농도 300 ppm 처리 후 20 % 변형	ASTM D 1147	균열 없을 것
저온 경화도 7일, -10 ℃, 경도, A형 경도계, point change	ASTM D 2240	0～+15
저온회복율(최소, %) 72시간, -10 ℃, 50 % 굽힘	ASTM D 2628	88
저온회복율(최소, %) 22시간, -29 ℃, 50 % 굽힘	ASTM D 2628	83
고온회복율 70시간, 100 ℃, 50 % 굽힘	ASTM D 2628	85
굽힘 압축강도(최소, N/m) 폭의 80 %	ASTM D 2628	613

(5) 시멘트 콘크리트 양생용 액상피막 형성제 재료

1. 종류

① 시멘트 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제에는 다음의 5가지 형식이 있으며, 이들은 굳지 않은 시멘트 콘크리트의 양생제로 사용하는데 적합할 뿐만 아니라 거푸집 제거 후의 시멘트 콘크리트 또는 초기 습윤양생 후의 시멘트 콘크리트 양생제로도 사용할 수 있어야 한다.

- 1형 : 투명 또는 반투명
- 1-D형 : 투명 또는 퇴색이 잘되는 염료를 지닌 반투명
- 2형 : 백색안료 사용
- 3형 : 담회색 안료 사용
- 4형 : 흑색

2. 품질기준

① 성분 및 성질

- 액상 피막 형성제의 성분은 제한되지 않으나, 유독하거나 인화성이 있어서는 안 된다. 벤젠, 4염화탄소, 메틸알코올, 기타 유독재료는 허용될 수 없다.
- 투명 또는 반투명 1형 액상 피막 형성제는 담색으로서, 일시적으로 염료가 함유되어 있어도 좋으며, 시멘트 콘크리트 표면에 사용 후 적어도 4시간 동안 쉽게 식별할 수 있어야 하고, 이 색은 필요하다면 사용 후 7일 이내에 눈에 띄지 않아야 한다.
- 백색안료를 사용한 2형 액상 피막 형성제는 미분 백색안료와 전색제로 구성되며, 기존 제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 적용비율로서 새로운 시멘트 콘크리트에 적용할 경우에는 균등한 백색 겉모양을 나타내고, 시멘트 콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이어야 한다. 시멘트 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우에 햇볕에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사능력이 마그네시아의 반사능력의 60 % 이상이어야 한다.
- 담회색 안료를 사용한 3형 액상 피막 형성제는 미분 담회색 안료와 전색제로 구성되며, 기존 제품을 조합하지 않고 즉시 사용할 수 있어야 한다. 이 형성제는 소정의 비율로 새로운 시멘트 콘크리트에 사용하는 경우에 균등한 담회색 외관을 나타내고, 시멘트 콘크리트의 원색을 효과적으로 감출 수 있는 것이어야 한다. 시멘트 콘크리트에 소정의 비율로 사용한 경우 햇볕에 3일간 노출시킨 형성제는 그 겉보기 일광 반사능력이 마그네시아 반사능력의 50 % 이상이라야 한다.

- 흑색의 4형 액상 피막 형성제에 대해서는 특별한 규정이 정하여져 있지 않다.

② 피막의 성질

- 형성제는 습윤 시멘트 콘크리트에 부착하고, 소정의 비율로 사용하였을 경우 연속된 밀착 박막을 형성하여야 한다. 건조했을 때 피막은 연속하여 유연하고, 찢어지거나 구멍이 없어야 한다. 시험 공시체에 대하여 사용 후 적어도 7일간 찢어지지 않는 피막으로 존재하여야 한다. 액상 피막형성제는 시멘트 콘크리트에 대하여 해로운 작용을 하여서는 안 된다.

③ 컨시스턴시(consistency)

- 액상 피막 형성제의 컨시스턴시는 24 ℃ 이상의 온도에서 분무노즐로 균등한 피복을 만들 수 있도록 쉽게 살포할 수 있어야 한다.

④ 저장 안정도

- 피막 형성제는 변질되지 않고 3개월 이상 저장할 수 있어야 한다. 다만 유제형의 형성제는 동해에 견딜 수 있다고 기대할 수 없다. 형성제는 침강하였을 때에도 약간의 교반으로 쉽게 균등질성이 되어야 한다.

⑤ 건조시간

- 습윤 시멘트 콘크리트 면에 소정의 비율로 사용하였을 경우 피막 형성제는 온도 23±2 ℃, 상대습도 50±10 %, 최대공기유속 180 m/min 표준시험실 조건에서 4시간 이내에 건조되어야 하며, 붙는 일이 없어야 한다. 12시간 후 형성제는 그 위를 걸었을 때 자국이 나거나 붙지 않아야 하며, 미끈미끈한 면이 되어서는 안 된다.

⑤ 습기유지

- 보수성 시험에서 액상 피막 형성제는 KS F 2406에 따라 시험할 때 72시간 동안 표면에서 물이 0.55 kg/m2 보다 더 손실되어서는 안 된다.

3) 시료채취 및 시험방법

① 시료채취

- 액상 피막 형성제는 채취하기 전에 용기를 흔들어 잘 교반한다. 각각의 로트, 배치 또는 제조단위를 대표하는 1개의 용기에서 임의로 1개의 시료를 채취한다. 다만, 1개의 시료는 8,000 L 이하를 대표하여야 한다.

② 시험방법

- 보수성 시험은 KS F 2406에 따른다.

4) 포장 및 표시

① 액체 피막 형성제는 제조자가 봉인을 하는 용기에 넣어야 한다.

② 용기에는 제조자명, 형성제명 및 제조자 배치번호를 알기 쉽게 표시하여야 한다. 용기의 내용은 시험한 시료와 같은 것이어야 한다.

6. 분리막 재료

1) 종류

① 일반적으로 사용하고 있는 분리막에는 폴리에틸렌 필름(polyethylene film)과 크라프트지(kraft paper)가 있다.

2) 품질기준

① 분리막은 무근 시멘트 콘크리트 포장 슬래브 바닥과 보조기층면 또는 빈배합 시멘트 콘크리트층면과의 마찰저항을 감소시켜 슬래브의 수축·팽창작용을 원활하게 하고, 시멘트 콘크리트 모르타르의 손실을 방지하며, 보조기층면이나 빈배합 시멘트 콘크리트의 이물질이 포장용 시멘트 콘크리트에 혼입 되는 것을 방지하기 위하여 설치하는 재료를 말하며, KS T 1093, KS M 7501의 규정에 적합한 것이어야 한다.

7. 시멘트 콘크리트용 표면보호 재료

1) 종류

① 시멘트 콘크리트 표면보호재료는 해양 및 제설제 환경 시멘트 콘크리트 구조물의 염해, 중성화, 동해, 화학적 침식 방지용으로 사용되는 도막재와 해양 및 제설제 환경 시멘트 콘크리트 구조물의 염해, 동해방지용, 흡수방지식 교면방수용, 시멘트 콘크리트 포장용, ASR 반응 억제용 흡수방지재로 분류한다.

2) 품질기준

① 품질은 표 2.7-1 및 2.7-2의 규격에 적합한 것이어야 한다.

표 2.7-1 도막재

구분	항목		기준값	시험방법
도료	용기 내에서의 상태		이상 없을 것	KS M 5000
	혼합성		소정 배합에 따라 균일하게 혼합될 것	
	도장 작업성		이상 없을 것	
	경화 건조시간		16시간 ~ 24시간 이내에 경화 건조상태로 될 것	
도막	도막 형성 후의 겉모양	표준 양생 후	주름, 잔갈림, 핀홀, 변형 및 벗겨짐이 생기지 않을 것	KS F 4936
		촉진 내후성 시험 후		
		온·냉 반복 시험 후		
		내알칼리성 시험 후		
		내염수성 시험 후		
	중성화 깊이 (mm)		1.0 이하(촉진 10주)	
	염화물이온 침투 저항성 (Coulombs)		1000 이하	
	투습도 (g/m2·day)		50.0 이하	
	내투수성		투수되지 않을 것	
	부착 강도 (MPa)	표준 양생 후	1.5 이상	
		촉진 내후성 시험 후		
		온·냉 반복 시험 후		
		내알칼리성 시험 후		
		내염수성 시험 후		
	균열 대응성	-20 ℃	잔갈림 및 파단되지 않을 것	
		20 ℃		
		촉진 내후성 시험 후		
	동 결 융 해 저 항 성[1)]		외관상 변화 없을 것, 내구성지수 80 % 이상(300 싸이클 기준)	KS F 2456(A법)

주 1) 국토교통부 기준으로 적용하되 없을 경우, 일반국도공사전문시방서 설계기준배합을 참조하는 것이 바람직함.

표 2.7-2 흡수방지재

항목		기준값		비고
유・무기 구분		유기질계	무기질계[2]	KS F 4930
침투깊이 (mm)		4.0 이상	-	
내흡수 성능	표준상태[1]	물 흡수 계수비 0.10 이하		
	내 알칼리성 시험 후			
	저온・고온 반복 저항성 시험 후			
	촉진 내후성 시험 후	물 흡수 계수비 0.20 이하		
내투수 성능		투수비 0.1 이하		
염화이온 침투 저항성능 (mm)		교면 방수용 : 1.0 이하 그 외 : 3.0 이하[3]		
용출 저항 성능	냄새와 맛	이상 없을 것.		
	탁도	2도 이하		
	색도	5도 이하		
	납 (Pb)	0.1 mg/L 이하		
	과망간산칼륨 소비량	10 mg/L 이하		
	pH	6~10		
	페놀	0.005 mg/L 이하		
	증발 잔류분	30 mg/L 이하		
	잔류 염소의 감량	0.2 mg/L 이하		
산성		이상 무		KS M ISO 2812-1
미끄럼저항감소[4]		10 % 이하		KS F 2375
동결박리 저항성[4]		100회 이후 건전		SS 13 72 44(A법)
인화점		80 ℃ 이하에서 불꽃이 발생하지 않을 것		KS M 2010
유효성분함량		ASR 억제용 실란계의 유효성분 함량 40 % 이상5)		ASTM D 5095

주 1) 흡수방지재를 바르고 열화처리를 하지 않은 시험체를 말한다.
2) 무기질계인 경우는 침투비성막형(浸透非成膜形)으로서 방수막을 형성하지 않고, 모세관 공극에 시멘트 수화물과 동일한 형태의 생성물을 생성하여 조직을 치밀화 시킴으로써 외부로부터 물 또는염소이온(Cl-)의 침투를 억제하는 메카니즘을 가지고 있기 때문에 침투깊이의 측정이 불가능하여 침투깊이 성능을 규정하지 않는다.
3) 단, 흡수방지재의 침투깊이가 3 mm 이하일 경우, 흡수방지재 침투깊이 이하로 염화이온이 침투되었을 때는 성능기준에 만족하는 것으로 한다.
4) 시멘트 콘크리트 포장용에 적용할 경우에 적용한다.
5) 알칼리골재반응 억제를 위하여 적용하는 흡수방지재는 실란계 재료를 추천한다.

3) 시료채취 및 시험방법

① 시멘트 콘크리트 표면보호재료에 사용하는 도막재 및 흡수방지재로 사용하는 재료에 대한 시료채취 및 시험방법은 도막재의 경우 KS F 4936, KS M 5000 및 KS F 2456(A법)에 따르며, 흡수방지재는 KS F 4930, KS M ISO 2812-1, KS M 2010, SS 13 72 44(A법), ASTM D 5095 등에 따른다.

4) 포장 및 표시

① 포장 용기의 보기 쉬운 곳에 제품명, 종류, 제조년월일 및 제조자명 또는 약호를 표시하여야 한다.

(3) 시공

내용 없음

하. 투수아스팔트 콘크리트포장공사

(1) 일반사항

1. 적용 범위

① 아스팔트 콘크리트 내부에 공극을 형성토록 하여 물이 포장체 속을 투과, 노반에 흡수되게 하는 투수성 아스팔트 콘크리트(이하, 투수 아스콘이라 한다.) 포장공사에 대해 규정하며, 보도, 자전거도로, 광장 등과 같이 교통하중을 크게 고려하지 않는 공사에 한하여 적용한다.

2. 참고 기준

1) 관련 법규

- 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙

2) 관련 기준

- LHCS 11 20 10 땅깎기(절토)
- LHCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- LHCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- LHCS 44 50 10 20 아스팔트 콘크리트 표층 및 중간층
- KS F 2303 흙의 액성한계 · 소성한계 시험방법
- KS F 2311 모래치환법에 의한 흙의 밀도시험방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험방법
- KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험방법
- KS F 2322 흙의 투수 시험방법
- KS F 2353 다져진 아스팔트 혼합물의 겉보기 비중 및 밀도 시험방법(파라핀으로 피복한 경우)
- KS F 2357 아스팔트 혼합물용 골재
- KS F 2385 투수성 아스팔트 혼합물
- KS F 2367 다져진 아스팔트 포장용 혼합물 시료의 두께(또는 높이) 측정 방법
- KS F 2502 굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험방법
- KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
- KS F 2508 로스엔젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모시험
- KS F 2525 도로용 부순골재
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- SPS-KAI0002-F2349-5687 가열 아스팔트 혼합물

3. 용어의 정의

내용 없음

4. 성능요구사항

1) 포장의 두께

① 투수 아스콘 포장은 모래층, 보조기층, 투수 아스콘층의 순으로 구성되며, 각각의 두께는 설계도서에 따른다.

② 대형차량의 통행이나 차량의 횡단이 예상되는 경우에는 그 구간에 한해서 통과 교통량에 따른 단면으로 변경하여야 한다.

2) 경사

① 횡단경사

- 표면배수처리가 가능한 방향으로 2 %의 횡단경사를 유지 하여야 한다.

② 종단경사

- 도로와 접한 보도의 종단경사는 도로경사와 동일하게 적용하며, 녹지 등에 설치하는 경우에는 최대 12 %를 초과하지 않도록 하여야 한다. 현장 여건상 종단경사가 12 %를 초과하는 경우에는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 적당한 위치에 계단 등을 설치하여야 한다.

5. 제출물

1) 제출물 일반사항

① 다음 사항은 LHCS 10 10 10 05를 따라 제출한다.

ㄱ) 자재 제품자료

① 혼합플랜트 선정자료 : 위치, 운반거리, 플랜트의 성능을 포함한 공장선정 관련자료

② 투수 아스콘의 제품자료 : 제조사의 제품시방서 및 사용설명서

③ 시방에 명시된 시험항목에 대한 모래 및 보조기층재료의 선정시험 성적서
④ 자재승인 또는 신고제품은 LHCS 10 10 05 20(부록 7)을 따른다.

ㄴ) 시공계획서
① LHCS 10 10 05 01(1.19)에 명시된 내용에 포함하여 작성 제출한다.
- 시공구간과 시공일시를 포함하는 일정계획
- 장비 사용계획 및 다짐관리 기준 : 장비의 기종 및 성능, 다짐두께, 다짐횟수, 다짐속도 등
- 배합설계자료
  - 혼합물 각 재료의 품질시험성적서
  - 혼합골재의 입도분포 및 골재의 입도합성 자료
  - 설계 아스팔트량 설정 자료
  - 재료의 온도관리 : 역청재료의 가열온도, 골재의 가열온도, 혼합물의 생산온도

ㄷ) 견본
① 모래 및 보조기층재료 10 kg 이상

ㄹ) 시험성적서
① 전산 작성된 투수 아스팔트 혼합물에 대한 플랜트 제조자료
② 이 기준 3.6.1에 의한 현장 품질시험성적서(모래, 보조기층, 표층재료)

ㅁ) 납품서
① 반입되는 아스팔트 혼합물의 출발시각, 종류 및 규격, 수량, 출발 시의 혼합물 온도 등을 기록한 납품서

6. 시험시공

① 투수 아스콘의 시공에 앞서 미리 사용할 재료와 장비로 시험포장을 실시하고 소요의 품질을 얻을 수 있는 혼합물의 관리온도, 포설두께와 다짐두께, 다짐기계의 종류, 다짐횟수, 다짐속도 등의 작업 기준을 정하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받은 후 시공에 임해야 한다. 다만 포장면적이 작은 경우 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 생략할 수 있으며, 이 경우의 작업 기준은 도면에 명시된 다짐장비와 다짐횟수로 다져서 소요의 밀도 및 투수계수를 얻을 수 있어야 한다.

② 시험시공 면적은 시험포장의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 공사감독자(건설사업관리자)와 협의하여 결정한다.

③ 시험포장 구간은 완성될 도로의 일부분이 되어야 하며, 시험포장에 소요되는 비용은 실제 포장공사의 계약단가에 포함된 것으로 하고 별도의 지불은 하지 않는다.

7. 환경요구사항

① 노상이 동결된 경우에는 시공해서는 안 된다.

② 모래층 및 보조기층은 기온이 1.5 ℃ 이상일 때만 시공할 수 있으며, 작업 중 비가 오는 경우에는 작업을 즉시 중단하고 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 따라야 한다.

③ 투수성 아스팔트 혼합물은 일반 아스팔트 혼합물에 비하여 온도저하 속도가 빠르므로 혼합, 운반, 포설, 다짐에 있어서 온도관리에 특히 주의하여야 하며, 대기온도가 5 ℃이하인 경우에는 시공할 수 없다. 시공 중 비가 오는 경우에는 즉시 작업을 중단하여야 한다.

(2) 자재

1. 모래층

① 모래는 입상상태의 자연모래를 사용하며, 0.08 mm(No.200)체 통과율이 6 %이하이어야 한다.

② 모래층의 투수계수는 10-3 cm/sec 이상이어야 하며, 시험은 KS F 2322를 따른다.

2) 보조기층

① 보조기층재료는 KS F 2525의 크러셔런 C-20 규정에 적합한 도로용 부순돌로서 골재의 입도는 다음의 입도범위 내에 있어야 한다.

표 2.2-1 골재의 입도범위

체의 호칭 치수 / 종류	체를 통과하는 것의 무게백분율 (%)				
	25 mm	20 mm	13 mm	5 mm	2.5 mm
크러셔런 C-20	100	95~100	60~90	20~50	10~35

② 보조기층재료의 품질은 다음 규정에 적합한 것이어야 한다.

표 2.2-2 보조기층재료의 품질

구분	시험방법	규정	비고
마 모 감 량	KS F 2508	40 % 이하	
소 성 지 수	KS F 2303	6 이하	
수 정 CBR	KS F 2320	20 % 이상	
투 수 계 수	KS F 2322	10-2 ㎝/sec 이상	

3. 투수성 아스팔트 혼합물

1) 아스팔트

① KS M 2201의 규정에 의한 침입도 〔60-80〕이나 〔80-100〕의 포장용 석유 아스팔트를 사용한다.

2) 굵은 골재

① 굵은 골재는 깨끗하고 내구성 있는 부순돌 또는 부순 자갈을 사용하며, KS F 2357에 적합한 것이어야 한다.

3) 잔골재

① 잔골재는 입상상태의 자연모래나 부순돌을 생산할 때에 얻어지는 스크리닝스(screenings)를 사용하며, 진흙이나 먼지 등의 유해물을 함유하지 않은 것이어야 하며, KS F 2357에 적합한 것이어야 한다.

5) 색소

① 색소는 설계도에 명시된 색상을 사용하되, 다음 기준에 적합한 것이어야 한다.

- 사용품질에 지장이 없는 색소
- 시공 후 탈색 또는 강도저하가 없는 색소
- 물성상으로나 환경적으로도 문제가 없는 색소

6) 배합설계

ㄱ) 골재의 입도

① 표층용 및 기층용 투수성 아스팔트 혼합물은 KS F 2385에 따라 아래 표의 표준배합을 가진다.

표 2.3-1 표층용 및 기층용 투수성 아스팔트 혼합물

체 크기	표층용	기층용
	통과 백분율 (%)	
37.5 ㎜	-	100
26.5 ㎜	-	95~100
20 ㎜	100	-
13 ㎜	95~100	90~100
10 ㎜	-	25~85
5 ㎜	20~36	10~45
2.5 ㎜	12~25	10~25
0.3 ㎜	5~13	4~16
0.08 ㎜	3~6	2~7

ㄴ) 아스팔트량

① 아스팔트량은 KS F 2385에 적합해야 하며, 마샬 시험 결과에 따라 결정된 설계 아스팔트량 범위의 중앙값을 기준으로 한다.

표 2.3-2 아스팔트량 범위

구분	표층	기층
아스팔트량 (%)	3.5~5.5	2.5~4.5

ㄷ) 혼화제 및 색소의 양

① 혼화제 및 색소는 제조사의 제품시방서에 따라 사용량을 결정한다.

7) 재료의 온도관리

① 투수 아스콘의 혼합온도는 아스팔트의 세이볼트 휴롤 점도(saybolt fourol viscosity)가 75~105초일 때의 온도범위 중에서 선택한다.

②아스팔트의 가열온도는 이 기준 2.3.7(1)의 혼합온도를 표준으로 하며, 180 ℃를 넘어서는 안 된다.

8) 기준밀도의 설정

① 기준밀도는 동일 배합설계에 의해 생산되는 혼합물로부터 매일 3개의 마샬공시체를 제작하고, 다음 식으로 구한 마샬공시체의 밀도 평균치를 기준밀도로 한다.

$$\text{밀도}(g/cm^3) = \frac{\text{건조 공시체의 공기중 중량}(g)}{\text{공시체의 표면건조중량}(g) - \text{공시체의 수중중량}(g)} \times \text{시험측정 물의 밀도}(g/cm^3)$$

② 기준밀도 설정에 따른 시험은 공사감독자(건설사업관리자) 입회하에 시행하여야 하며, 공시체의 시료는 1배치(batch)의 대표가 되도록 채취하고 정해진 온도에서 다짐이 되도록 주의하여야 한다.

③ 기준밀도는 다짐도의 합격, 불합격의 판정기준이 되므로 수급인은 기준밀도 시험보고서를 제출하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.

4. 품질관리

① 투수아스팔트 콘크리트포장의 품질시험은 표 2.4-1을 따른다.

표 2.4-1 투수아스팔트 콘크리트포장 품질시험

구 분		시 험 항 목	시 험 방 법	시 험 빈 도	비 고
아스팔트 혼합물용 골재 (KS F 2357)	부순굵은 골재	입 도	KS F 2502	· 골재원마다 · 재질이 변할 때마다 · 공사개시 전 1회	
		절건 밀도	KS F 2503		
		흡수율			
		안정성	KS F 2507		
		편장석률	KS F 2575		
		마모율	KS F 2508		
		파쇄면 비율	KS F 2357		
	잔골재	입 도	KS F 2502		
		절건 밀도	KS F 2504		
		흡수율			
		안정성	KS F 2507		
		모래당량	KS F 2340		
		잔골재 공극률	KS F 2384		
투수성 아스팔트 혼합물		아스팔트 함량	KS F 2385	· 제조회사별 · 1일 1회 이상	
		안정도			
		흐름값(N)			
		공극률			
		투수계수			

(3) 시공

1. 시공조건 확인

① 노상면은 설계도에 표시된 종 · 횡단 형상으로 다듬고 LHCS 11 20 20(3.)을 따라 충분히 다져야 한다.

② 노상의 재료는 비점성토로서 물을 신속히 지중으로 유도하기 위한 충분한 크기의 투수계수(1.0×10-4 cm/sec 이상)를 가져야 한다.

③ 노상의 토질이 점성토이거나 충분한 지지력을 확보하지 못한다고 판단될 경우에는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 노상의 치환 등 적절한 대책을 수립 시행하여야 한다.
④ 노상면은 공사를 시행하기 전에 먼지, 진흙, 기타의 잡물을 제거하고 깨끗이 청소한 후 공사감독자(건설사업관리자)의 검사를 받아야 한다.

2. 모래층
① 모래층은 설계도에 명시된 두께로 균일하게 포설하며, 포설작업 시 노상면을 긁거나 훼손하여 노상토가 섞이지 않도록 주의해야 한다.
② 포설된 모래층은 소형롤러 및 콤팩터 등으로 다져야 한다.

3. 보조기층
① 보조기층재료는 설계도에 명시된 두께로 재료분리가 일어나지 않도록 균일하게 포설한다.
② 재료분리는 투수기능을 크게 저하시키므로 포설 중에 재료 분리된 부분은 긁어 일으켜 소정의 입도가 되도록 혼합한 후 재 포설하여야 한다.
③ 보조기층의 다짐은 소형롤러 또는 콤팩터 등으로 KS F 2312에 의한 시험실 최대건조밀도의 95 % 이상이 되도록 충분히 다져야 한다.

4. 표층, 기층
1) 혼합물의 운반
① 혼합물은 깨끗하고 평활한 적재함을 가진 트럭으로 운반하며, 겨울철 시공이나 장거리 운반이 부득이한 경우에는 혼합물의 온도저하를 막기 위해 보온재나 천막 등으로 표면을 덮어야 한다.

2) 포설
① 포설에 앞서 보조기층면은 깨끗이 청소하여야 하며, 프라임 코팅은 하지 않는다.
② 경계블록은 포설 전 혼합물의 색소로 인해 오염되지 않도록 PE필름, 마스킹테이프 등으로 표면을 덮어야 한다.
③ 포설장비는 사전에 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 하며, 명시된 설계 폭으로 시공이 가능한 스크리드를 가진 것이어야 한다.

④ 혼합물의 포설은 재료분리가 일어나지 않도록 하고 소정의 단면 및 경사가 유지되도록 균일하게 포설하며, 포설 시 혼합물의 온도는 120 ℃ 이상이 되도록 한다.
⑤ 기계포설이 불가능한 구간은 인력포설을 허용하되, 인력포설 시에는 혼합물의 온도가 내려가기 전에 신속하게 포설 완료하여야 하며, 재료분리가 생기지 않도록 주의하여야 한다.
⑥ 피니셔에 의해 포설된 포장면을 인력으로 수정할 경우에는 표면조직이 변하고 균일한 마무리면이 되지 않으므로 주의하여야 한다.

3) 다짐 및 이음
① 가열 혼합물은 포설 후 기준밀도에 대하여 최소 90 %의 밀도가 얻어지도록 충분히 다져야 한다.
② 초기 전압은 포설이 끝나는 즉시 실시하며, 소형 탄뎀롤러 또는 핸드롤러를 사용하여 전체적으로 균일하게 전압을 하여야 한다.
③ 2차 전압은 초기 전압에 연이어 실시하며, 소형 타이어롤러나 핸드롤러를 사용하여 긴 구간을 연속적으로 다지면서 평탄성을 확보할 수 있도록 한다.
④ 모든 이음의 위치는 사전에 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 하며, 폭이 좁은 보도나 자전거도로의 경우 세로이음은 허용치 않는다.
⑤ 시공 종료 시나 부득이 작업을 중단할 때는 횡단방향으로 미리 거푸집을 설치하여 규정된 높이로 마무리하여야 하며, 그렇지 못한 경우에는 소정의 두께가 확보되어 있는 곳에서 커터기를 이용, 전폭에 걸쳐 수직으로 잘라내고 새 혼합물을 접속시켜야 한다.

4) 교통의 개방
① 다짐이 완료된 포장은 표면의 온도가 40 ℃ 이하로 충분히 식을 때까지 일체의 통행 및 교통을 개방해서는 안 되며, 이를 위해 수급인은 차단기 등 적절한 보호시설을 설치해야 한다.

5) 청소
① 시공이 완료되면 포설 시 발생한 혼합물 찌꺼기나 잉여재료는 깨끗이 청소하여야 한다.

5. 시공 허용오차

1) 모래층, 보조기층

ㄱ) 두께

① 모래층의 마무리 두께는 설계 두께보다 20 % 이상, 보조기층은 10 % 이상 증감이 있어서는 안 되며, 두께의 측정은 공사감독자(건설사업관리자)가 지정하는 위치에 시험파기를 하거나 경계블록의 상단고를 기준으로 상하의 높이차로 구한다.

ㄴ) 평탄성

① 3 m 직선자를 표면에 대어서 측정할 때 가장 오목한 곳의 깊이가 20 mm 이상이 되어서는 안 되며, 측정은 이미 측정한 곳에 직선자를 절반 이상 겹쳐서 시행한다.

② 모래층의 평탄성 측정은 하지 않는다.

2) 표층, 기층

ㄱ) 두께

① 표층의 완성두께 및 측정은 LHCS 44 50 10 20(3.7)을 따른다.

ㄴ) 평탄성

① 평탄성 측정은 전 구간에 대하여 실시하며, 3 m 직선자로 측정 시 가장 오목한 곳의 깊이가 5 mm 이내이어야 한다.

② 폭이 좁은 보도나 자전거도로의 경우 횡방향 측정은 하지 않으며, 종방향에 대해 이미 측정한 곳에 직선자를 절반 이상 겹쳐서 실시한다.

ㄷ) 아스팔트 함량

① 아스팔트 함량은 이 기준 2.3.6.2에 의한 설계 아스팔트량 범위의 중앙값에 대해 0.5 % 이상 초과하거나 0.5 % 이상 부족해서는 안 된다.

② 아스팔트 함량에 대한 시험은 LHCS 44 50 10 20(3.8.8(2),(3),(4))를 따른다.

6. 현장품질관리

1) 품질시험

① 투수아스팔트 콘크리트포장의 품질시험은 표 3.6-1을 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.

표 3.6-1 투수아스팔트 콘크리트포장의 품질시험

구 분	시 험 항 목		시 험 방 법	시 험 빈 도	비 고
모래층	0.08 ㎜체 통과량		KS F 2511	· 공구마다 1 회 이상 · 재질 변화시 마다	
	두 께		시험파기	· 1 일1 회 이상	
보조기층	액성한계·소성한계		KS F 2303	· 공구마다 1 회 이상 · 재질 변화시 마다	
	입 도		KS F 2502		
	다 짐		KS F 2312		
	현장밀도		KS F 2311	· 500 ㎥마다 1 회 이상	
	두 께		시험파기	· 1 일1 회 이상	
혼합물의 포설	밀 도		KS F 2353	· 1 일 1 회이상 · 포설1 층당 30 a마다	
	두 께		KS F 2367		
	평탄성	종방향	KS F 2373	· 차로마다 전구간	※ 7.6 m측정기
			3.0 m 측정기		※ 7.6 m측정기 사용 불가능시
		횡방향	직선자	· 200 m마다	· 측정기 사용 불가능시

② 이 기준 3.6.1(1)의 표층 관리시험을 위한 시료채취 및 측정방법, 불량부분의 수정에 관한 사항은 LHCS 44 50 10 20을 준용한다.

2) 수정

허용오차를 벗어났거나 표층의 표면이 불균일한 곳, 터지거나 흐트러진 곳, 균열이 간 곳 등은 시방 요구조건에 맞도록 제거하고 새로운 자재로 재시공하여야 한다.

② 아스팔트 함량 및 마샬안정도 시험에 불합격한 경우에는 해당배치의 혼합물이 포설된 전 구간에 대하여 새로운 혼합물로 재시공 하여야 한다.

7. 유지관리

① 완성된 투수 아스팔트 콘크리트 포장은 발주자에게 최종 인수·인계 시까지 수급인 부담으로 유지관리 되어야 하며, 오염되었거나 손상된 부분은 공사감독자(건설사업관리자)가 승인한 방법에 따라 재설치 또는 보수하여야 한다.

② 양생이 끝난 포장층은 차량 등의 통행을 허용해서는 안 되며, 가설물이나 자재 등을 적치해서도 안 된다.

거. 블록포장공사

(1) 일반사항

1. 적용 범위

① 보도, 차도, 광장, 주차장 및 건물주변 등에 설치하는 콘크리트 인터로킹블록포장

② 보도, 차도, 광장 및 건물주변에 직사각형이나 정사각형 구조로 된 점토 포장재를 모래바닥층 위에 포설하는 점토바닥벽돌 포장

③ 정사각형이나 직사각형으로 다듬은 대리석, 화강석 또는 점판암의 포장재를 모래바닥층 위에 메깔기 하거나 모르타르 바닥층 위에 깔아서 시공하는 돌블록 포장

④ 맞물림이나 맞대기 구조로 된 콘크리트 포장재를 모래바닥층 위에 깔아 시공하는 인조화강석 등의 콘크리트 조립블록 포장(포장재는 프리캐스트, 추출 또는 압착해서 제작된 것이다)

⑤ 모양과 치수가 다른 점토벽돌 포장재를 주로 옥외용으로 모래바닥층이나 모르타르 바닥층 위에 깔거나 역청 또는 콘크리트 포장기층 위에 깔아서 시공하는 벽돌포장

2. 참고 기준

1) 관련 법규

- 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙

2) 관련 기준

① 관련 기준은 KCS 44 70 05(1.1.2(1))을 따르며, 추가사항은 다음과 같다.

- LHCS 11 20 10 땅깎기(절토)
- LHCS 11 20 35 흙운반
- LHCS 11 20 20 흙쌓기(성토)
- LHCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- LHCS 44 50 05 05 동상방지층공사
- LHCS 44 50 05 10 보조기층공사
- LHCS 44 60 05 55 경계블록 및 L형측구
- 보도설치 및 관리지침(국토교통부)
- 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)
- 자전거 이용시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 행정안전부)
- KS F 2375 노면의 미끄럼 저항성 시험 방법(BPT)
- KS F 2527 콘크리트용 골재
- KS F 2530-1 보차도 포장용 판석
- KS F 4006 콘크리트 경계블록
- KS F 4419 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록
- KS F 4561 시각장애인용 점자블록
- KS F 4902 아스팔트 루핑
- KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- KS L 5204 백색 포틀랜드 시멘트
- KS L 5220 건조시멘트 모르타르
- KS M 2201 스트레이트 아스팔트
- SPS-KCBIC 0002-1569 점토바닥벽돌
- 자전거 이용시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 행정안전부)

3. 용어의 정의

내용 없음

4. 성능요구사항

1) 블록 포장의 두께

① 포장은 모래 안정층과 보조기층으로 구성되며, 포장 각 층의 두께는 설계도를 따른다.

- 보도부의 경우 우수침투 등으로 모래층의 유실이 우려 되는 경우 마른비빔 모르타르(1:5)로 대체 가능하다.

② 암발생구간에서는 보조기층을 삭제하고, 모래 안정층을 50 mm두께로 설치한다.

③ 대형차량의 통행이나 차량의 횡단이 예상되는 경우에는 그 구간에 한해서 통과 교통량에 따른 단면으로 변경하여야 한다.

2) 블록 포장의 경사

ㄱ) 횡단경사

① 차도와 접한 보도포장의 횡단경사는 차도측으로 2 %의 편경사를 유지하여야 한다.

② 차도와 접하지 않은 구간은 토사측구나 기타 배수시설이 되어있는 방향으로 2 %의 경사를 유지하여야 한다.

ㄴ) 종단경사

① 차도와 접한 보도포장의 종단경사는 도로의 종단경사와 동일하게 시공하며, 산책로 등에서 최대 종단경사는 12 %까지로 한다. 12 %이상으로 설치하여야 할 경우에는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 적합한 구간에 계단 등을 설치하여야 한다.

5. 제출물

1) 제출물 일반사항

① 다음 사항은 LHCS 10 10 10 05를 따라 제출한다.

ㄱ) 자재 제품자료

① 제조사의 제품자료, 사용설명서 및 품질시험성과표

- 자재승인 또는 신고제품은 LHCS 10 10 05 20(부록 7)을 따른다.

ㄴ) 시공계획서

① LHCS 10 10 05 01(1.19)에 명시된 내용에 포함하여 작성 제출한다.

ㄷ) 시공 상세도면

① 구간별 문양 예시도

② 가각부, 교차부의 이음상세도(문양 포함)

③ 보도폭에 따른 설치공작도

④ 돌블록 포장 추가 제출 자료

- 포장재와 연석의 배치, 포장된 구역의 치수, 표고 및 인접지의 공사 등을 명시한 시공도면
- 제작자의 설치지침서 : 기층의 요건, 설치방법 등 명시

⑤ 콘크리트블록 포장 추가 제출 자료

- 바닥면의 요건 및 설치방법 등 명시

⑥ 벽돌포장 추가 제출 자료

- 포장재의 배치, 특수배치, 연석과 경계석의 배치, 포장구역의 치수, 시공줄눈, 표고 및 영향을 받는 인접공사 등을 시공도면에 명시

ㄹ) 견본

① 규격별, 모양별, 색상별, 제조회사별로 2매의 견본을 제출한다.

ㅁ) 시험성적서

① 블록의 품질시험성적서는 시험 완료 후(의뢰시험의 경우에는 시험결과를 통보 받은 날로부터) 24시간 이내에 제출한다.

6. 시험시공

1) 보차도용 인터로킹블록, 점토바닥벽돌, 콘크리트 조립블록 포장

① 수급인은 본 공사 시공에 앞서 공사에 사용할 자재와 장비 및 시공기술로 공사감독자(건설사업관리자) 입회하에 시험시공을 실시해야 한다.

② 시험시공은 실제 시공위치에서 실시하며, 면적은 10 m2이상이 되도록 하되 최소한 단위 문양모양을 포함할 수 있는 면적으로 설치한다.

③ 시험시공 시에는 블록을 절단하여 사용하지 않도록 블록치수와 줄눈간격을 감안한 실제 보도 폭을 결정하여야 한다.

④ 시험시공의 품질은 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 하며, 시험시공의 상태는 앞으로 시공될 블록포장의 품질판단 기준으로 활용한다.

7. 운반, 보관, 취급

① 블록은 운반 및 취급 시 손상을 주지 않도록 주의하고 손상을 입었거나 기타 결함이 있는 것을 사용해서는 안 된다.

② 블록은 종류별, 제조업체별, 규격별로 분리하여 저장하며, 적치장소의 바닥면을 정리하고 먼지나 흙 등에 의해 오염되지 않도록 운반용기에 적치한 상태로 보관하여야 한다.

8. 환경요구사항

1) 보차도용 인터로킹블록, 점토바닥벽돌, 콘크리트 조립블록 포장

① 노상이 동결된 경우에는 포장을 해서는 안 된다.

② 모래층 및 보조기층의 시공은 기온이 1.5 ℃이상일 때만 시행할 수 있다.

③ 기온이 1.5 ℃이하로 내려가면 완성된 각층은 동해에 의한 피해를 막을 수 있도록 승인된 방법으로 보호되어야 한다.

2) 돌블록포장

① 시멘트 혼합재와 기층 표면은 공사전이나 공사 중 그리고 공사완성 후 48 시간 동안 5 ℃ 이상 유지해야 한다.

② 작업일의 종료 시나 우천 일에는 일기에 노출된 공사를 방수막재로 덮고 단단하게 정착시켜 두어야 한다.

3)벽돌포장

① 작업 전 또는 작업 중의 온도는 4℃ 이상, 작업 완료후의 온도는 48 시간 동안 5 ℃이상 또는 30 ℃이하로 유지해야 한다.

② 일 작업의 종료 시 또는 우천 시 대기에 노출된 공사는 방수막재로 덮어 보호해야 한다.

(2) 자재

1. 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록포장 자재

1) 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록

① 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록은 KS F 4419의 규정에 적합한 제품으로서 모양, 치수, 색상은 설계서에 따르며, KS F 2375에 의한 미끄럼 저항 값이 40 BPN 이상이어야 한다.

2) 시각장애인용 점자블록

① 시각장애인용 유도블록은 선형블록과 점형블록으로 구분되며, 선형블록은 유도표시용으로, 점형블록은 위치표시 및 감지 경고용으로 사용한다.

② 설계도에 별도의 언급이 없는 경우 블록의 규격은 가로 300 mm, 세로 300 mm, 높이 6 mm의 장애인 안전시설 설계기준에 적합한 블록을 사용하며, 블록의 품질은 KS F 4561 규정에 적합하여야 한다.

③ 색상은 원칙적으로 황색을 사용하여야 하나 상황에 따라 다른 바닥재의 색상과 구별이 용이한 것을 선택할 수 있다.

3) 경계블록 및 기타 재료

① LHCS 44 60 05 55(2.)를 따른다.

4) 안정층 모래

① 안정층 모래는 10 mm체를 100 %통과하고 5 mm(No.4)체를 거의 다 통과하며, 0.08 mm(No.200)체에 거의 다 남는 입상상태의 자연모래나 인공 처리된 모래를 사용하여야 한다.

② 줄눈채움 모래는 2.5 mm(No.10)체를 100 % 통과하는 깨끗한 모래를 사용하며 반드시 건조된 모래를 사용해야 한다.
③ 모래는 조개껍질, 점토덩어리 등의 유해물을 포함해서는 안 되며, 소성이 있는 세립분을 함유하지 않아야 한다.
④ 바다모래를 사용할 경우에는 가로수, 관목 및 잔디에 해가 없어야 한다.

5) 마른비빔 모르타르

ㄱ) 시멘트
① 시멘트는 KS L 5201의 보통 포틀랜드시멘트로 한다.

ㄴ) 모래
① 모래는 이 기준 2.1.4의 품질기준을 준용한다.

ㄷ)배합
① 모르타르의 용적 배합비는 시멘트1 : 모래3의 비율로 한다.
② 배합은 물을 사용하지 않고 시멘트와 모래가 골고루 섞이도록 하여야 한다.

ㄹ) 보조기층재
① 보조기층재료의 입도, 품질 등은 LHCS 11 20 40 05(2.)를 따른다.

2. 보차도용 점토바닥벽돌 포장 자재

1) 보차도용 점토바닥벽돌
① 보차도용점토바닥벽돌은 SPS-KCBIC 0002-1569의 해당요건에 합치하고 무공의 제품이어야 하며, KS F 2375에 의한 미끄럼 저항 값이 40 BPN 이상이어야 한다.
② 보차도용 점토바닥벽돌의 색깔은 시공이후의 보행 시나 차량주행 등에서 발생하는 표면오염 등을 감안하여 흰색 계열을 피하고 핑크, 레드, 등의 점토벽돌 본연의 고온소성의 자연발색 색상을 선택하는 것이 영구적이다.

③ 보차도용 점토바닥벽돌의 표면은 시공이후 보행 시나 차량주행 등에서 발생하는 표면 오염 및 눈, 비 등의 자연재해로 인한 마모 풍화작용을 감안할 때 거칠게 마무리한 표면 보다는 미장마감 한 제품을 선택하는 것이 유리하다. (미장마감 제품이 미끄러지는 현상을 우려하나 점토제품의 특성상 실 상황에서는 미끄러지는 현상이 없음)

④ 보차도용 점토바닥벽돌

표 2.2-1 보차도용 점토바닥벽돌

규격 / 내용	1 호		2 호		1 호		2 호		시험 방법
	200×99×50 (길이X나비X두께)		230×114×50 (길이X나비X두께)		200×99×60 (길이X나비X두께)		230×114×60 (길이X나비X두께)		
휨강도	5.0 Mpa이상		5.0 Mpa이상		5.0 Mpa이상		5.0 Mpa이상		SPS-KCBIC 0002-1569
압축강도	30 Mpa이상		30 Mpa이상		30 Mpa이상		30 Mpa이상		
흡수율	9.0 %이하		9.0 %이하		9.0 %이하		9.0 %이하		
허용 오차	길이	±3.0 m	길이	±3.5 mm	길이	±3.0 mm	길이	±3.5 mm	
	나비	±2.5 mm	나비	±3.0 mm	나비	±2.5 mm	나비	±3.0 mm	
	두께	±2.5 mm	두께	±2.5 mm	두께	±2.5 mm	두께	±2.5 mm	
용도	보 도 용				보 차 도 용				

주1) 규정된 호칭 이외의 치수는 주문자와의 협정에 따른다.

주2) 규정된 호칭 이외는 치수 중 1호칭보다 작은 치수는 1호칭 허용오차를 적용하고, 2호칭보다 큰 치수는 차도용 벽돌 허용오차를 적용한다.

⑤ 점토바닥벽돌이 이 기준 2. 1) (4)의 규격과 상이한 경우에도 이 기준 2. 1) (4)의 품질시험 기준을 만족하면 공사감독자(건설사업관리자)와 협의하여 사용할 수 있다.

⑥ 점토바닥벽돌은 사용 중 모서리 탈락이나 파손이 쉽게 발생하지 않도록 기준에서 정하는 2~3 mm의 시공 간격의 유지가 용이한 제품을 사용하여야 한다.

2) 시각장애인용 유도블록

① 이 기준 1. 2) 및 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙을 따른다.

3) 경계블록 및 기타 재료

① 이 기준 1. 3) 및 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙을 따른다.

4) 안정층 모래

① 이 기준 1. 4)를 따른다.

5) 마른비빔 모르타르

① 이 기준 1. 5)를 따른다.

6) 보조기층재

① 이 기준 1. 6)를 따른다.

3. 돌블록 포장 자재

1) 포장재료

① 포장재는 화강석, 대리석, 점판암 등 석재의 종류와 치수, 두께, 모양, 표면마무리, 색상은 명시되었거나 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받은 것으로 선택하며, KS F 2375에 의한 미끄럼 저항 값이 40 BPN 이상이어야 한다.

② 석재는 동일한 채석장의 제품을 사용하고 동일한 색상과 마감을 가져야 하며, 동일한 채석장에서의 자재수급이 어려울 시 동등 조건 이상의 제품을 사용한다.

③ 연석은 LHCS 44 60 05 55(2.)를 따른다.

2) 모래바닥 재료

① 기층의 모래는 깨끗하게 세척되고 2 mm(No.10)체 치수의 알맹이가 30 % 미만인 모래를 사용한다.

② 줄눈채움모래는 깨끗하게 씻은 가는 모래를 사용한다.

3) 모르타르 재료

① 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트로 회색 또는 백색 등 명시되었거나 공사감독자(건설사업관리자)가 선택하는 색상을 가진 것이라야 한다.

② 모래는 깨끗하고 체가름한 모래로 유기질이 없어야 한다.

③ 건조한 모르타르는 KS L 5220 규정에 적합하여야 한다.

④ 물은 깨끗하고 혼합물에 해로운 불순물이 없는 물이여야 한다.

⑤ 혼화재료는 필요한 경우 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받은 재료이여야 한다.

⑥ 색상은 광물성이고 퇴색하지 않는 색상으로 공사감독자(건설사업관리자)가 승인하는 것이어야 한다.

4) 부대품

① 강선망은 50×50 mm, 1.5 mm 굵기의 아연도금한 강선망을 사용한다.

② 봉합재료는 이음봉합재료에 명시된 우레탄류를 사용한다.

③ 세제는 공사감독자(건설사업관리자)가 승인한 것이어야 한다.

5) 모르타르 배합

① 모르타르 바닥층은 다음의 조건을 합치하는 시멘트 혼합물이어야 한다.

- 28 일 압축강도 : 16 MPa(N/mm2)
- 슬럼프 : 75~100 mm
- 공기함량 : 5~7 %

② 이음매 채움 모르타르는 다음의 조건을 합치하는 시멘트 혼합물이어야 한다.

- 28 일 압축강도 : 21 MPa(N/mm^2)
- 슬럼프 : 25~50 mm
- 공기량 : 5~7 %
- 색상혼화재료 : 제작자의 지침서 참조

③ 혼합재료는 즉시 사용할 수량만큼만 충분히 혼합해야 한다.

④ 혼합 후 2 시간 내에 사용해야 하며, 다시 물을 첨가해서는 안 된다.

6) 시제품

① 포장재의 시제품은 공사감독자(건설사업관리자)가 승인하는 치수로 제작하여 지정된 위치에 두어야 하며, 바닥면 처리, 포장재, 연석, 이음 및 연단마무리 등을 포함해야 한다.

② 시제품은 공사감독자(건설사업관리자)가 승인하면 공사의 일부로 둘 수 있다.

4. 콘크리트 조립블록 포장 자재

1) 콘크리트블록

① 다음의 요건을 합치해야 한다.

- 보도용 블록 : 28 일 휨강도 : 5 MPa(N/mm2), 두께 60 mm
- 차도용 블록 : 28 일 휨강도 : 6 MPa(N/mm2), 두께 80 mm
- 프리캐스트 콘크리트 블록 : 28일 압축강도- 27 MPa(N/mm^2), 공기량- 5~7 %, 흡수율- 10 %이내, 평균 7 %이내
- 미끄럼 저항 값 : KS F 2375에 의한 미끄럼 저항 값이 40 BPN 이상

2) 안정층의 모래

① 깨끗한 모래로 1~8 mm체 크기의 알맹이여야 한다.

3) 줄눈 채움모래

① 깨끗한 가는 모래여야 한다.

4) 연단보호대

① 성형된 알루미늄재, 아연도금강재 또는 플라스틱재여야 한다.

5. 벽돌포장 자재

1) 포장재료
① 포장재는 추출된 점토 벽돌(KS F 2375에 의한 미끄럼 저항 값이 40 BPN 이상)이어야 한다.

2) 모래재료
① 기층과 이음매 채움재의 모래는 깨끗하게 씻고 0.3 mm(No.50)체 크기의 알맹이가 50 % 미만인 강모래 또는 해사여야 한다.

3) 모르타르 재료
① 시멘트는 KS L 5201 또는 KS L 5204, 회색 또는 흰색 등 승인된 색상이어야 한다.
② 모래는 깨끗하고 체가름한 굵은 모래로 유기질이 없는 모래여야 한다.
③ 건조한 모르타르는 KS L 5220 규정에 적합하여야 한다.
④ 물은 깨끗하고 모르타르에 해롭지 않은 물이어야 한다.
⑤ 혼화재료는 공기량 5~7 %이어야 한다.
⑥ 색상은 광물성의 퇴색되지 않는 색상을 사용한다.

4) 역청재료
① 아스팔트 시멘트는 KS M 2201에 합치하는 것이어야 한다.
② 잔골재는 KS F 2527에 합치하고 5 mm(No.4)체를 통과하는 깨끗하고 유해질이 없는 굵은 모래여야 한다.

5) 철근
① 철근망은 50 × 50 mm 망눈에 1.5 mm 굵기의 아연도금 강선망을 사용한다.

6) 부대품

① 분리막은 KS F 4902에 합치하는 아스팔트 루핑 또는 0.150 mm 두께의 흑색 폴리에틸렌을 사용한다.
② 연석, 경계석은 KS F 4006 콘크리트 경계블록을 사용한다.
③ 세척액은 포장재 제작자가 추천한 종류를 사용한다.
④ 줄눈채움재는 코르크류의 팽창성 재료를 사용한다.
⑤ 봉함재는 유동성 우레탄류를 사용한다.
⑥ 네오프렌 수정 아스팔트 접착제는 산화된 아스팔트에 2 %의 네오프렌과 10 %의 긴 섬유질 불활성 보강재료를 함유한 것을 사용한다.

7)혼합물

① 모르타르 바닥층은 다음에 합치하는 시멘트 혼합물이어야 한다.
- 28일 압축강도 : 16 MPa(N/mm2)
- 슬럼프 : 25 ~ 50 mm
- 공기함량 : 5 ~ 7 %

② 줄눈 채움모르타르는 다음에 합치하는 시멘트 혼합물이어야 한다.
- 28 일 압축강도 : 18 MPa(N/mm2)
- 슬럼프 : 25 ~ 50 mm
- 공기함량 : 5 ~ 7 %
- 색상혼화재료 : 제작자의 지침서 참조

③ 역청바닥층은 7 %의 끓인 아스팔트 시멘트와 93 %의 건조한 잔골재의 역청혼합물이어야 한다.
④ 혼화재료는 제품의 강도저하와 내구성에 해를 끼쳐서는 안 되며, 제작자의 지침서에 따라 첨가해야 한다.
⑤ 당장 사용할 수량만큼의 성분을 충분히 혼합해야 한다.
⑥ 혼합 후 2 시간 내에 사용하고, 이후에 다시 조절해서는 안 된다.

6. 자재의 품질시험

① 블록포장재의 품질시험은 표 2.6-1을 따른다.

표 2.6-1 블록포장재의 품질시험

구 분		시험종목	시험방법	시험빈도	비고
보차도용콘크리트인터로킹 블록, 콘크리트조립 블록	보통 블록	겉모양	KS F 4419	전수량	
		모양, 치수		제조회사별, 제품규격별 • 10,000 개 미만 : 5 개 • 10,000 개 이상 ~ 100,000 개 미만 : 10 개 • 100,000 개 이상 : 50,000 개마다 5 개씩 추가	현장시험
		휨강도			
		흡수율			
		유색층 두께			
		미끄럼 저항	KS F 2375		
	투수성불륵	겉모양	KS F 4419	전수량	
		모양, 치수		제조회사별, 제품규격별 • 10,000 개 미만 : 5 개 • 10,000 개 이상 ~ 100,000 개 미만 : 10 개 • 100,000 개 이상 : 50,000 개마다 5 개씩 추가	현장시험
		휨강도			
		투수계수			
		유색층 두께			
		미끄럼 저항	KS F 2375		
점토블록		겉모양	KS F 4201	전 수량	
		치수	KS F 4201	제조회사별, 제품규격별 • 30,000 개마다 1 조(5 개)	현장시험
		휨강도	KS F 4419		
		압축강도, 흡수율	KS F 4201		
		미끄럼 저항	KS F 2375		
보차도 포장용 판석, 보차도용 돌블록		겉모양	KS F 2530-1	전 수량	
		모양 및 치수		・제조회사별 ・10,000 개 미만 :5 개 ・10,000 개 이상 100,000개 미만 : 10 개 ・100,000 개 이상 : 50,000 개마다 5 개씩 추가	보차도용 돌블럭의 치수 및 모양은 해당 도면을 따름(현장시험)
		휨강도			
		흡수율			
		미끄럼 저항			

(계속)

구 분		시험종목	시험방법	시험빈도	비고
시각장애인용 점자블록	공통	겉모양	KS F 4561	전 수량	
		모양, 치수		· 제조회사별 · 제품규격별 · 10,000 개마다	
	고무제	인장시험	KS M 6518	· 제조회사별 · 제품규격별 · 10,000 개마다	
		경도시험			
		노화시험			
		내오존성			
		촉진 내후성	KS M 2274		
		미끄럼저항	KS F 2375		
	플라스틱계	인장시험	KS M 3006	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		압입량	KS M 3802		
		잔류압입률			
		가열에의한길이변화율			
		흡수에의한길이변화율			
		오염성			
		미끄럼저항	KS F 2375		
	석재	압축강도	KS F 2530	· 골재원마다 · 제질의 변화시마다	
		흡수율			
		미끄럼저항	KS F 2375		

(계속)

구 분		시험종목	시험방법	시험빈도	비고
시각장애인용 점자블록	콘크리트제	휨강도	KS F 4001,4419	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		흡수율			
		유색층두께			
		미끄럼저항	KS F 2375		
	인조 대리석	휨강도	KS F 4035	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		흡수율	KS F 2530		
		충격강도	KS F 2221		
		촉진내후성	KS F 2274		
		미끄럼저항	KS F 2375		
	테라조제	휨강도	KS F 4035	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		흡수율	KS F 4001		
		미끄럼저항	KS F 2375		
	점토벽돌제	휨강도	KS F 4419	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		흡수율			
		미끄럼저항	KS F 2375		
	도자기제	내동해성	KS L 1001	· 제조회사별 · 제품규격별 10,000 개마다	
		내마모성			
		꺽임강도			
		흡수율			
		내약품성			
		미끄럼저항	KS F 2375		

7. 돌블록의 품질관리

① 석재가공 허용오차는 실제치수 ±3 mm 미만이어야 한다.

(3) 시공

1. 시공조건 확인

① 바닥면의 조건이 포장재 깔기에 적합한지 확인해야 한다.
② 바닥면이 수평이고 매끈하며, 포장재와 부과된 하중을 지지할 내하력이 있는지 확인해야 한다.
③ 바닥면의 경사와 표고가 정확한지 확인해야 한다.
④ 돌블록 포장은 콘크리트 기층이 최소한 7 일 동안 양생되고 압축강도가 4 MPa(N/mm^2) 이상 도달하였는지 확인해야 한다.
⑤ 교통약자가 통행할 수 있는 보도 포장에 대한 내용은 아래와 같다.

- 보도의 바닥표면은 교통약자가 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.
- 보도블록 등으로 보도 등을 포장하는 경우에는 이음새의 틈이 벌어지지 아니하도록 하고, 바닥면을 평탄하게 시공하여야 한다.
- 교통약자가 빠질 위험이 있는 곳에는 덮개를 설치하되, 덮개의 표면은 보도 등과 동일한 높이가 되도록 하고 덮개에 격자구멍 또는 틈새가 있는 경우에는 그 간격이 10 mm 이하가 되도록 하여야 한다.

2. 작업준비

1) 하부지반

① 흙은 식물생장을 저지하는 제초제를 써서 처리해야 한다. 다만 제초제는 교목류나 관목류에 고사피해를 주지 않는 것이라야 한다.

2) 안정층 다듬기

① 모래는 다듬어진 바닥표면에 명시된 두께로 균일하게 깔아야 하며, 명시된 것이 없을 경우 다져진 두께는 30 mm로 한다.

② 모래는 수평하고 균일한 표면이 되도록 적셔서 평면 진동기로 다져야 한다.

③ 모래의 상부 12 mm를 높이에 맞추어 깎고 긁어 일으켜야 한다.

3) 문양예시도 작성

① 블록 포장의 문양은 설계도에 따르되 별도의 언급이 없는 경우에는 문양 예시도를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다. 문양은 2~3 종의 다양한 색상을 혼용하여 단조로움을 피하고 미관 및 주위환경과 조화를 이룰 수 있도록 선정하여야 한다.

3. 경계블록 설치

① 보차도 경계블록은 이 시방서 LHCS 44 60 05 55의 해당 규정에 따라 설치하되 블록을 포설하기 전에 설치가 완료되어야 한다.

4. 블록포장의 시공

1) 포장하부

ㄱ) 하부지반의 조성

① 블록 포장의 지반면은 설계도에 표시된 종 · 횡단 형상으로 다듬고 LHCS 11 20 20(3)을 따라 시험실 최대건조밀도의 90 % 이상 다짐을 실시해야 한다. 단, 블록 포장이 차도용인 경우에는 95 %이상 다짐을 실시해야 한다.

ㄴ) 보조기층 포설

① 보조기층은 완성된 원지반 위에 포설하며, 포설 및 다짐은 이 시방서 LHCS 44 50 05 05 10의 관련규정에 따라 시험실 최대건조밀도의 95 % 이상 다짐을 실시해야 한다.

ㄷ) 모래층 포설

① KCS 44 70 05(3.1.2(1))을 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.

② 수평 고르기가 끝난 안정층 위로는 차량이나 사람이 통행하지 않도록 하여야 한다.

2) 보차도용 인터로킹블록, 점토바닥벽돌, 콘크리트 조립블록 설치

① KCS 44 70 05(3.1.2(2))를 따르며, 아래의 항목을 추가하여 적용한다.

② 블록은 겨냥줄을 따라 한 줄씩 포설하되 코너나 직선경계에서 시작하여 모래층을 밟지 않는 쪽으로 진행하며, 포설 중에는 너비와 각도가 정확한지 수시로 점검하여야 한다.

③ 줄눈은 밀착되고 균일한 간격을 유지해야 하며, 줄눈의 폭은 2 mm를 표준으로 한다.

④ 보도의 가각부 등 교차하는 부분의 이음선은 일직선이 되도록 하고 접하는 부위의 문양은 서로 조화를 이룰 수 있도록 하여야 한다.

⑤ 낮춤경계블록이 설치된 부분은 보행자가 불편을 느끼지 않도록 너무 급한 경사는 피하여야 한다.

⑥ 불가피하게 1장 미만의 블록으로 설치되어야 할 부분의 폭이 30 mm이상인 경우에는 블록을 콘크리트 절단기(cutter)로 절단하여 포설하고, 30 mm미만일 경우에는 블록색상과 동일한 유색 모르타르를 사용하여 마감하여야 한다. 이때 블록의 절단면은 일정한 선형을 유지하고 깨끗하게 마무리 하여야 한다.

⑦ 점토제품의 컷팅 작업은 정확히 재단하여 다이아몬드 휠 전동기로 컷팅 한다. 이때 블록의 절단면은 일정한 선형을 유지하고 깨끗하게 마무리하여야 한다.

⑧ 주차장에 블록을 포설하는 경우에는 사전에 블록크기에 따른 주차폭원 구획이 가능한지 여부를 확인하여 주차 구획선에 백색칼라블록 및 구분이 명확한 유색블록을 우선 적용토록 계획하되 주차폭원의 확보가 불가할 경우에는 백색1호 페인트를 사용하여 주차구획선을 별도로 표시하여야 한다.

⑨ 점토바닥벽돌의 차도용 시공 시는 5 mm 이상 간격을 띄워서 줄눈을 가는 모래로 밀실하게 채워야 모서리 파손을 방지할 수 있다.

⑩ 점토바닥벽돌 표면 다짐은 점토제품 특성상 모서리 부분이 손상 될 수 있으므로 절대 해서는 안 된다.

⑪ 설치작업이 완료되고 바닥 및 줄눈이 안정되기 전 까지는 통행을 해서는 안 되며 부득이 통행을 할 시는 보호대를 설치하여야 한다.

⑫ 블록의 표면에는 모래를 뿌려서 줄눈에 들어가도록 해야 한다. 줄눈은 물로 적시고 이음매가 단단하게 될 때까지 모래를 추가해서 덮어야 하며, 남은 모래는 제거해야 한다.

3) 장애인용 점자블록 설치

① 점자블록의 색상은 황색 사용을 원칙으로 하며, 주변 환경여건상 황색을 사용하는 것이 부적절한 경우에는 주변 바닥재의 색상과 뚜렷하게 대비가 되는 색상으로 공사감독자(건설사업관리자)와 협의하여 설치할 수 있다.

② 점형블록은 위치감지용으로 횡단지점, 대기지점, 목적지점, 보행동선의 분기점 등에 위치를 표시하거나 장애물 주위에 설치하여 위험지점을 알리는 경고용, 선형블록의 시작, 교차, 굴절되는 지점에 설치하여 방향 지시용으로 설치한다.

③ 선형블록은 방향유도용으로 보행동선의 분기점, 대기지점, 횡단지점에 설치된 점형블록에 연계하여 목적방향으로 일정한 거리까지 설치하여 보행방향을 지시하거나, 보도에 연속 또는 단속적으로 설치하여 보행동선을 확보 유지한다.

④ 횡단보도와 연결되는 점자블록은 보차도 경계면으로부터 전체 보도폭의 4/5 지점까지 설치하며, 이때 선형블록은 횡단방향과 같은방향으로 설치하고 점형블록으로 마무리 한다. 보도폭이 좁은 경우에는 횡단폭으로 점형블록만을 60 cm 설치한다.

⑤ 설치된 점자블록의 표면높이는 주변의 바닥재 및 맨홀뚜껑 등의 높이와 동일하게 설치한다.

⑥ 연속적인 보행 유도 시 점자블록의 설치에 대한 내용은 아래와 같다.

- 선형블록의 설치위치는 도로 경계선 쪽에서 60 cm 떨어진 보도 부분에 연속적으로 설치한다. 선형블록의 외곽선에서 최소한 좌우 60 cm 공간에는 보행 장애물이 없도록 조치하여야 한다. 다만, 통행량이 많거나 복잡한 거리의 경우 선형블록의 양쪽으로 최소한 20 cm이내의 공간에는 장애물이 없도록 하여야 한다.
- 방향 전환이 직각으로 이루어지는 경우에는, 시각장애인에게 방향이 바뀐다는 정보를 주기 위하여 굴절점에 점형블록을 설치한다.
- 명확한 방향전환보다는 식수대나 시설물 등이 설치되어 있어 보도여건상 불가피하게 직선으로 선형블록을 설치하지 못하는 경우에는 방향 전환보다는 연속보행동선의 개념을 살려서 선형블록으로 연속해서 설치한다.

4) 돌 블록 포장 설치

ㄱ) 모래바닥위의 설치

① 다듬어진 본바닥 위에 명시된 두께에 맞게 고르게 모래를 깔아야 한다.

② 모래는 수평하고 고른 표면이 되도록 물에 적셔서 롤러로 다져야 한다.

③ 모래의 상부 12 mm를 높이에 맞추어 깎고 긁어 일으켜야 한다.

④ 포장재는 곧은 기준연단에서 시작해서 승인된 표면구성대로 깔아야 한다.

⑤ 연단부와 중지부에는 반쪽 포장재, 특수모양, 연석 등을 설치하고, 줄눈은 밀착되고 간격은 균등하게 유지되어야 한다.

⑥ 표면에는 모래를 뿌리고 줄눈에 쓸어 넣어 물로 적셔야 한다. 이음매가 단단해질 때까지 모래를 추가해서 덮어야 하고, 남은 모래는 제거해야 한다.
⑦ 포장재가 단단하고 수평하게 깔리고, 경사와 표고가 바르게 될 때까지 진동롤러로 포장재를 다져서 수평하게 해야 한다.

ㄴ) 모르타르 바닥면 위의 설치
① 융설시설을 설치할 경우 협의를 해야 한다.
② 포장재는 지지면 위에 지지되도록 명시된 두께로 포설된 접착성 모르타르 바닥면에 붙여 깔아야 한다.
③ 철근은 바닥 층의 중간 깊이에 설치해야 한다.
④ 포장재는 곧은 기준연단에서 시작해서 승인된 표면구성으로 깔아야 한다.
⑤ 연단부와 중지부에는 반쪽 포장재, 특수모양, 연석 등을 설치하고, 부분 포장재는 동력석재톱으로 절단해야 한다.
⑥ 포장재 사이와 맞댄 수직표면과 돌출부에 있는 이음매는 9 mm의 균일한 폭을 유지해야 하며, 모르타르를 받아들이도록 이음매는 6~9 mm 깊이로 긁어내야 한다.
⑦ 이음매는 모르타르로 채우고, 이음매가 인접한 표면에 평면이 되도록 반듯하게 표면을 마무리하고, 습윤양생해야 한다.
⑧ 명시된 대로 시공이음과 팽창이음은 모르타르를 쳐넣는 대신에 봉함재를 채워넣어야 하며, 시공이음은 12 mm 폭으로 둔다.

5) 벽돌포장 설치

ㄱ) 모래바닥층 위의 설치
① 조성된 바닥면 위에 명시된 두께로 모래를 균일하게 포설해야 한다.
② 모래는 물로 적시고 롤러로 다져서 표면을 수평하게 고르어야 한다.
③ 모래의 상부 12 mm를 높이에 맞추어 깎고 긁어 일으켜야 한다.
④ 포장재는 곧은 기준연단에서 승인된 표면구성으로 깔아야 한다.
⑤ 연단과 중지지점에서 반쪽포장재나 특수모양을 깔고 부분포장재는 동력석재톱으로 절단해야 한다. 이음은 밀착되게 하고 균등한 간격을 유지해야 한다.
⑥ 모래를 표면에 뿌리고 비질해서 이음매에 들어가게 해야 한다. 이음매는 물로 적시고 이음에 단단하게 될 때까지 모래를 계속해서 다시 덮어야 하며, 과다한 모래는 제거해야 한다.

⑦ 포장재는 진동다짐기로 다져서 단단히 수평되게 바닥에 앉히게 하고, 표고와 맞추어야 한다. 가장자리가 구속되어 있지 않은 연단부는 진동다짐을 해서는 안 된다.

3.4.5.2 모르타르 바닥층 위의 설치

① 융설시설을 설치할 경우 공사감독자(건설사업관리자)와 협의해야 한다.
② 포장재는 지지면 위에서 완전히 지지될 수 있도록 명시된 두께로 포설된 접착성 모르타르 바닥층에 깔아야 한다.
③ 철근은 바닥층 두께의 중간높이에 설치해야 한다.
④ 포장재는 곧은 기준선에서부터 승인된 표면구성으로 깔아야 한다.
⑤ 연단과 중지지점에서는 반쪽포장재나 특수모양을 깔고 부분포장재는 동력석재톱으로 절단해야 한다.
⑥ 포장재의 사이와 맞댄 수직면과 돌출부에는 9 mm 폭의 균일한 이음매를 두어야 하며, 모르타르를 받을 수 있도록 6~9 mm 깊이로 이음매를 파내어야 한다.
⑦ 이음매는 모르타르로 채우고 공극 속으로 다져넣어야 하며, 오목하거나 평면이 되도록 이음매의 표면을 반듯하게 다듬어야 한다.
⑧ 명시된 관리이음과 팽창이음에는 모르타르를 쳐 넣는 대신에 봉함재를 삽입해서 이음매를 형성해야 한다. 관리이음과 팽창이음의 폭은 12 mm로 한다.

3.4.5.3 역청바닥층 위의 설치

① 역청바닥층은 단단하게 조성된 본 바닥면 위에 20 mm의 두께로 포설해야 한다.
② 포장된 표면 위에 접착제를 도포해야 한다.
③ 포장재는 곧은 기준선에서부터 승인된 표면구성으로 깔아야 한다.
④ 표면에 모래를 뿌리고 비질해서 이음매에 들어가게 해야 한다. 이음매는 물로 적시고 이음매가 단단하게 될 때까지 계속해서 더 덮어야 하며, 과다한 모래는 제거해야 한다.

3.4.5.4 포장면 위의 설치

① 바닥면은 비질해서 뜬 재료를 청소해야 한다.
② 포장면 위에 분리시트를 서로 직각되게 두겹으로 깔아야 한다. 연단과 단부는 맞대고 겹치지 않게 해야 한다.

③ 포장재는 곧은 기준선에서부터 승인된 표면구성으로 깔아야 한다.
④ 표면에 모래를 뿌리고 비질해서 이음매에 들어가게 해야 한다. 이음매는 물로 적시고 이음매가 단단하게 될 때까지 모래를 계속해서 다시 덮고, 과다한 모래는 제거해야 한다.

5. 현장품질관리

1) 허용오차
① 블록재의 겉모양 검사는 전수검사로 해야 한다.

2) 허용오차
① KCS 44 70 05(3.1.1(9))를 따른다.

3) 수정
① 허용오차 범위를 벗어난 부분은 시방 요구조건에 맞도록 수급인 부담으로 수정되어야 한다. 수정을 위한 블록 제거 시 블록이 파손되지 않도록 주의하여야 하며, 파손된 블록은 사용할 수 없다.
② 시공 중 또는 유지관리 중 손상을 입었거나 오염된 블록은 수급인 부담으로 동일한 품질 및 색상의 새로운 자재로 재시공되어야 한다.

6. 현장 뒷정리

1) 블록포장의 표면다짐 및 청소
① 블록 포설이 끝나면 모래를 표면에 고루 깔고 블록사이의 이음공간에 모래가 완전히 채워질 때까지 빗자루나 솔 등으로 쓸어 넣는다. 청소작업에는 비철금속의 공구를 사용해야 한다.
② 블록포설 후 다짐은 평면 진동기를 사용하여 3회 이상, 바닥이 평활 해질 때까지 다지며, 다짐이 끝난 후 여분의 모래는 깨끗하게 청소하여야 한다.

③ 포설 전 시험시공을 통하여 다짐 후 침하 깊이를 측정하고, 블록 포설 시 여유높이를 정하여 다짐이 끝난 후 블록과 경계 블록이 단차가 발생되지 않도록 시공하여야 한다.
④ 포장재와 모르타르가 건조될 때까지는 포장재를 청소해서는 안 된다.
⑤ 표면은 깨끗한 물로 세척해야 한다. 돌블록포장 표면은 걸레질로 청소하고, 남는 모래는 제거해야 한다.
⑥ 돌블록포장의 더러워진 표면은 세척액으로 청소하고, 포장재나 이음재료, 인접한 표면에 해롭게 해서는 안 된다.

7. 완성품 관리

1) 블록포장의 유지관리
① 공사의 종료는 블록포장 공사 후 보호 완료시로 한다.
② 완성된 포장은 발주자에게 최종 인계 시까지 만족할 만한 상태를 유지해야 하며, 오염 되었거나 손상된 부분은 수급인 부담으로 재시공해야 한다.
③ 포장면 위에 설계하중 이상의 차량이나 장비의 통행을 허용해서는 안 되며, 무거운 중량물을 적치해서도 안 된다.
④ 포장면은 합판 등 적절한 보호재로 덮어 보호하고, 보호되지 않는 포장면 위에 통행을 허가해서는 안 된다.
⑤ 포장재 설치 후 48시간동안 차량 통행을 허가해서는 안 된다.

너. 차량방호안전시설

(1) 일반사항

1. 적용 범위

1) 노측용 방호울타리

① 이 기준은 연성 방호울타리(가드레일, 가드 케이블, 가드 파이프, 박스형 보 등), 시멘트 콘크리트 강성 방호울타리의 공사에 적용한다.

2. 참고 기준

1) 노측용 방호울타리

① 관련 기준

- KCS 44 10 00 도로공사 일반사항
- KS D 0201 용융 아연 도금 시험 방법
- KS F 2312 흙의 다짐 시험 방법
- 도로안전시설 설치 및 관리 지침(차량방호 안전시설 편)

3. 용어의 정의

- 갓길(길어깨) : 도로를 보호하고, 비상시나 유지관리시에 이용하기 위하여 차로에 접속하여 설치하는 도로의 부분을 말한다.

4. 시공 일반사항

1) 노측용 방호울타리

① 공사는 설계도서에 따라 시행하며, 공사 중 여건변동이 있을 경우에는 수정계획도서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

② 새로운 방호울타리 형식의 개발·적용은 그 설치 목적 및 기능에 부합하는 것으로서, 실물차량 충돌시험을 수행하여 그 성능이 적합한 것이어야 한다.

(2) 자재

1) 노측용 방호울타리 재료

ㄱ) 연성 방호울타리

① 연성 방호울타리는 실물차량충돌시험에 합격한 각 제품별 표준설계도와 시방서대로 시공하여야 한다.

② 해당 제품의 도면에서 제시한 재질을 사용하는지를 점검한다.

③ 제품의 검사는 다음 항목에 규정된 바에 따라 수행한다.

- 제품의 검사는 공사감독자의 지시에 따라야 하며 외관검사, 치수검사 및 부착량 시험으로 구분한다.
- 외관검사는 제품 모두에 대하여 실시하되, 도금되지 않은 곳·흠·변색 등 외관상 결함 유무를 공장에서 검사한다.
- 치수검사는 방호울타리 200 m 분마다 또는 그 단수(端數)마다 1회를 공장에서 검사하며, 그 허용오차는 설계도서와 재료 규정에 제시된 값의 범위로 한다.
- 제품의 포장·운반 중에 일어나는 형상·치수의 변화는 방지하여야 하며, 시공할 때 이를 바로 잡아야 한다. 또한 도금에 손상을 입히지 않도록 주의하여야 하며, 미관상 유해한 결함이 있는 것을 가려내어 교체하여야 한다.
- 아연 부착량 시험은 일반적으로 전자식 막 두께를 써서 비파괴의 방식으로 시험하여야 하며, 특히 필요한 경우는 KS D 0201을 준용한다. 그러나 빔, 지주, 볼트, 너트 및 가드 케이블의 와이어 로프는 KS D 0201의 염화안티몬법에 따라야 한다.
- 막 두께에 의한 시험부재는 방호울타리의 길이 500 m 분 또는 그 단수마다, 염화안티몬법에 의한 시험부재는 300 m 분마다 1회를 시험하여야 하며, 보의 경우 한 단면에 대하여 표면(表面) 6개소, 지주에 대하여는 표면 3개소를 측정하여야 한다.
- 재질시험이 필요한 경우 인장·항복강도, 연신율, 굴곡시험 등을 실시할 수 있다.

(3) 시공

1. 차량방호안전시설 시공

1) 노측용 방호울타리 시공

ㄱ) 시공일반

① 방호울타리는 각 제품별 표준 설계도와 공사시방서대로 시공하여야 하는 것은 물론이고, 본래의 방호울타리 기능을 적합하게 발휘할 수 있도록 성능시험 성적서와 첨부도면 등을 참고하여 주의를 기울여 안전하고 확실하게 시행하여야 한다.

② 공용 중인 도로에서 시공할 때는 보행자 등의 안전을 적극적으로 고려하여야 한다.

③ 실물차량충돌시험 조건과 다른 현장조건에 방호울타리를 설치할 경우는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하여 설치할 수 있다.

④ 원형 지주를 사용하여 시공하는 경우에는 캡이 이탈되지 않도록 하여야 한다. 특히, 지주 안으로 물이 스며들지 않도록 캡과 지주의 연결부위가 완전히 밀폐되도록 하여야 한다.

⑤ 쌓기 구간의 경사시작점(B.P: Break Point) 부근에 설치하는 연성 방호울타리는 지주의 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며, 그 값이 실물충돌시험장에서 확인된 수평지지력(시험장지지력)의 90 % 이상이어야 한다. 현장지지력이 시험장지지력의 90 % 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 검토하여 현장지지력을 보강하여야 한다.

⑥ 쌓기 구간의 지주의 수평지지력 시험은 유압실린더 등 가압장치를 이용하여 높이 650 mm에서 횡방향으로 밀어 하중-변위관계를 측정하며, 변위가 350 mm일 때의 하중을 지주의 수평지지력으로 본다. 설치현장은 최소 1개소 이상(1 km마다 2개소) 실시한다.

⑦ 연성 방호울타리의 단부가 발생할 경우 실물충돌시험에 합격한 단부처리시설을 설치한다. 해당제품이 없는 경우, 도로안전시설 설치 및 관리지침을 참고한다.

⑧ 연성 방호울타리와 시멘트 콘크리트 강성 방호울타리가 연결되는 전이구간은 실물충돌시험에 합격한 제품으로 전이구간처리를 하여야 한다. 해당 제품이 없을 때는 도로안전시설 설치 및 관리지침의 참고자료(전이구간)을 적용할 수 있다.

⑨ 곡선반지름이 200 m보다 작은 구간의 방호울타리는 직선구간에 비해 충돌각도가 커질 수 있으므로 충격력을 검토하여 등급을 상향하여 적용할 수 있다.

ㄴ) 연성 방호울타리

① 제작

- 보의 형태, 무게, 길이 및 단면은 설계도서에 맞아야 하며, 이에 일치하도록 구멍이 뚫어져 있어야 한다.
- 모든 제품은 소정의 치수에 맞아야 하며, 휘어지거나 요철이 있어서는 안 된다.
- 모든 부재는 완성품에다 이음, 천공, 용접을 하여서는 안 된다.
- 절단, 천공, 프레스 작업 중 재료에 굴곡, 균열 등이 발생하여서는 안 된다.
- 구멍은 정확한 위치에 뚫어야 하며, 허용 오차는 0.5 mm 이내이어야 한다.
- 자재는 가공할 때 용접·가열 등으로 인하여 기계적 성질이 변해서는 안 되며, 거친 면이 없이 깨끗이 다듬질되어야 한다.

② 방호울타리의 색채는 다음 각 항에 규정한 것으로 한다.

- 방호울타리의 색채는 시선유도 효과를 감안하여 흰색 또는 회색으로 하되 아연 도금된 그대로도 사용할 수 있다. 경관을 고려할 경우에는 주변과 조화가 되는 색채를 사용할 수 있다.
- 보도용 방호울타리의 색채는 경관의 조화를 고려하여 자유로이 할 수 있으나, 운전자의 시각장애를 일으킬 수 있는 현란한 색상은 사용하지 않는다.

③ 지주를 흙 속에 설치하는 경우

- 방호울타리의 지주는 지면에 수직되게 설치한다.
- 지주의 설치 구멍을 파고 되메우는 방법을 적용할 경우 설계도에 표시된 위치에 구멍을 파고, 지주가 침하되지 않도록 설치 구멍의 저부를 다지고 지주를 설치한 후 토사로 되메운다. 이때 되메우기 한 층의 두께는 100 mm를 넘어서는 안 되며, 다짐은 KS F 2312에 의하여 건조밀도의 95 % 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다져야 한다.
- 오거(auger) 등을 사용하여 설치깊이의 반 정도 굴착한 후 타입하거나 처음부터 타입하는 방법을 적용할 경우에는 망치 또는 바이브로 파일 해머(vibro pile hammer) 등으로 설계도에 표시된 깊이까지 타입하며, 이때 지주 머리가 손상되지 않도록 하여야 한다.
- 지주를 흙속에 매입할 때는 지하 매설물에 주의를 기울여야 한다.

④ 지주를 시멘트 콘크리트 구조물에 설치하는 경우

- 시멘트 콘크리트 구조물에 설치될 방호울타리를 선정하고, 성능시험 성적서와 첨부도면 등에 따라 시공하여야 한다.
- 앵커볼트는 시멘트 콘크리트 타설 전에 지주 설치용 거푸집을 설계도에 표시한 위치에 설치하여야 한다.
- 시멘트 콘크리트를 타설할 때는 앵커볼트가 움직이지 않도록 고정시킨다. 이때 앵커볼트의 나사부분에 시멘트 콘크리트가 묻지 않도록 비닐 테이프 등으로 처리하고 양생한다.

- 구조물이 무근 시멘트 콘크리트일 경우에는 접착제로 고정하는 앵커볼트 방식의 제품을 선정하고 성능시험 성적서와 첨부도면 등에 따라 시공하여야 한다.
- 실물차량충돌시험 조건과 다른 현장조건에 방호울타리를 설치할 경우는 컴퓨터 충돌 시뮬레이션을 통해 성능을 검증한 후 공사감독자의 승인을 얻어 시공한다.

⑤ 원형 지주를 사용하여 시공하는 경우에는 지주 안으로 물이 스며들지 않도록 캡과 지주의 연결부위가 완전히 밀폐되도록 하여야 한다.

⑥ 연결쇠는 설계도에 따라 지주에 연결쇠용 볼트로 붙인다.

⑦ 곡선반지름이 200 m 보다 작은 구간에서의 설치는 미리 곡선으로 제작된 보를 사용하여야 한다.

⑧ 보의 붙임은 그림 3.4-1와 같은 겹침이 되도록 엄밀히 시공하고, 볼트, 너트로 조여 붙인다. 보의 높이는 설계된 높이의 +30 mm, -20 mm 범위에 들어야 한다.

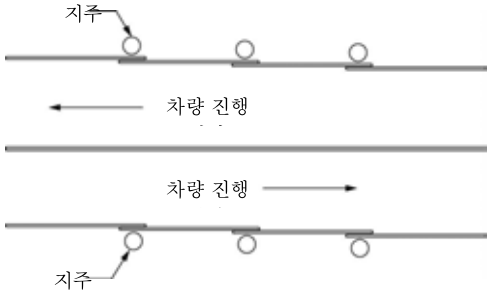


그림 3.4-1 보 붙임

⑨ 방호울타리 양쪽 단부에는 모델명, 설치등급, 제작회사, 설치년·월·일, 도로관리기관을 기입한 설치표지를 설치하여야 한다. 이때 설치표지는 알루미늄 판넬로 제작하고 지주에 리벳으로 부착한다.

⑩ 시공 완료 후, 다음 각 사항에 대하여 점검하여야 한다.

- 설계된 위치와 설치한 위치
- 차량 진행 방향에 대한 보의 겹이음 상태
- 보의 높이
- 볼트의 조임 상태
- 도장
- 방호울타리 설치표지 부착 상태

더. 울타리공사

(1) EX-메탈라스 휀스

1. 적용 범위

① 본시방은 EX-메탈라스 휀스 자재 중 주주, 지주, EX-메탈라스판, 횡보동연, 연결판, 주주캡, 볼트 너트등 자재 구매, 납품 및 공사에 관하여 적용한다.

2. 규격 및 재질

① EX-메탈라스 휀스 자재의 품명, 규격, 재질, 표면처리 기준은 아래와 같으며 기타 규격 및 사양은 도면에 준한다.

표. 규격 및 재질

품명	규격	재질	표면처리
주주 및 보조 지주	Φ60.3×2.0 t	KS D 3566	용융아연도금
주주캡	Φ60.3	KS D 3512	용융아연도금
횡보동연	50×2.3t×3,000	KS D 3512	용융아연도금
연결판	180×50×2.3t	KS D 3512	용융아연도금
E-X 메탈라스	50.8×152.4×3.2t	S A E 1008	용융아연도금
U - Bolt/Nut	Φ9×120	KS D 1031	용융아연도금
근가 Bolt/Nut	Φ9×50	KS D 1002	용융아연도금
보조 Bolt/Nut	Φ8×25	KS D 1002	용융아연도금

주 1) 주주의 간격은 2.0m로 하고 부품의 조립은 설계도에 의하여 설치 해야 하고 보조지주의 간격은 10m당 1개소로 한다.

2) 주주는 콘크리트 타설과 동시에 수직으로 세우고 좌우 이동이 없도록 견고히 다져 주어야 한다.

3) 주주와 기초 콘크리트가 완전 일치로 굳은 후 Bolt 를 사용하여 횡보동연 과 EX-메탈라스 를 완전히 고정시키고 Nut로 주주와 유동이 없도록 고정시킨다.

4) 공사 완료 후 주위 환경을 깨끗이 청소하여야 한다.

3. 시공기준

① 본 공사는 설계서에 의하여 성실하게 이행할 것이며 시방서 및 설계서에 명시되지 않은 사항은 토목공사 일반 시방서에 준하여 시행한다.

② 공사용 자재는 설계서에 명시된 제품으로 하고, 감리자의 검사를 받아서 합격품에 한하여 사용하며, 불합격품에 대하여는 즉시 현장외로 반출하여야 한다.

③ 공사 시행시 경미한 사항은 시공자 부담으로 하며 감리자의 지시에 따라 시행한다.

④ 시공자는 공사 시행에 있어서 제반 관련법규를 준수하여야 하고, 고의 또는 과실로 인한 현장에서 발생되는 모든 피해 보상은 시공자의 책임으로 처리되어야 하며, 항상 민원의 발생이 없도록 예방 및 조치하여야 한다.

⑤ 공사 시행중 안전사고 예방에 대하여 특별한 관심을 가지고 시행해야 하며 안전사고 발생시 민·형사상 책임은 시공자가 져야한다.

⑥ 본 공사기간 중 공사현장내의 공사용 시설 일체에 대한 제반 경비는 시공자가 부담하며 제반시설의 망실 및 파손에 대한 변상은 시공자가 하여야 한다.

⑦ 설계도서 및 시방서에 이의가 있거나 시방서에 명시되지 않은 사항은 감리자의 지시에 따라서 시공하여야 한다.

(2) EX-메탈라스 휀스 출입문

1. 규격 및 재질

① 출입문의 주주는 KSD3566에 규정된 일반 구조용 강관을 사용 하여야 하며, 규격은 Φ76.3mm, 두께는 2.0mm 이어야 한다.(허용오차는 ±5%허용공차를 적용한다.)

② 출입문의 FRAME은 KSD3566에 규정된 파이프를 사용하며, 그 치수는 47×23, 두께는 1.6t이상의 제품을 사용한다.

③ 출입문의 FENCE는 울타리 FENCE와 동일한 자재를 사용한다.

④ 출입문을 개폐시키는 HINGE는 문의 중량을 감안하여, 충분한 강도를 가져야 한다.

⑤ 출입문의 규격(폭 1,500mm이상시)처짐을 방지하기 위하여 TRUN BACKLE를 주주와 출입문 사이에 부착시킨다.

⑥ 출입문의 잠금 장치는 문의 규격에 맞게 충분한 강도를 지녀야 한다.

⑦ 출입문의 모든 자재는 아연도금 처리한다.

⑧ 기타 일반적인 제품의 치수 및 사양은 도면에 준한다.

- 이음새 부분 틈새가 없도록 용접하여야 한다.
- 주주는 콘크리트 타설과 동시에 세우고 좌우 이동이 없도록 다져 주어야 한다.
- 출입문 설치는 주주와 기초 콘크리트가 완전 일치로 굳은 후에 설치하여야 한다.
- 공사 완료 후 주위 환경을 깨끗이 청소해야 한다.

2. 시공기준

① 울타리의 내용과 동일

러. 운행선 근접공사

(1) 일반사항

1. 적용 범위

① 이 기준은 열차를 운행하고 있는 철도에 근접하여 시행하는 공사에 적용한다.

2. 참고 기준

① 이 기준에 규정되지 않은 사항에 대하여는 관계법령, 지침서, 시방서 또는 기준에 따라야 한다.

② 관계법령

- 철도안전법
- 철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률과 그의 시행령, 시행규칙
- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법

- 철도건설규칙 및 철도의 건설기준에 관한 규정
- 열차운행선로 지장작업 업무세칙
- 운전취급규정
- 기타관계법령

3. 용어의 정의

내용 없음

4. 시설물의 구분

1) 방호설비구분

① 선로 및 열차방호설비

② 유류방호설비

③ 기타설비

2) 지하매설물 구분

① 신호케이블

② 통신케이블

③ 전기케이블

④ 상·하수도관

⑤ 가스관

⑥ 송유관

⑦ 기타 매장물

3) 전차선로의 구분

① 가공 전차선

② 가공 급전선

③ 가공 보호선, 비절연보호선

④ 전차선로 구조물 설비(전주, 빔, 브라켓 등)

⑤ 보호선로(보호선, 보호선용접속선, 비절연보호선, 매설접지선 등)

4) 운행선 근접 토공사의 구분

① 깎기공사

② 쌓기공사

③ 터파기공사

5) 운행선 근접 교량공사 구분

① 운행선 교량을 병행한 신설 교량공사

② 운행선을 고가교량으로 횡단하는 교량공사

③ 운행선 교량을 개량하는 교량공사

6) 터널근접공사의 구분

① 터널병설(竝設) (그림 1.4-1 참조)

기존터널과 병행해서 신설터널이 건설되는 경우로 단선을 복선으로 개량하거나 복선을 2복선으로 증설하는 경우와 타목적의 터널이 병행하는 경우

- 근접하여 병설(신설)터널시공으로 기존 터널의 한쪽지반이 느슨해지면서 라이닝콘크리트에 하중이 작용하여 변형 발생

② 터널교차 (그림 1.4-4 참조)

기존 터널의 위나 아래로 신설 터널이 교차하여 통과하는 경우

- 신설터널이 기존터널 아래로 통과할 경우는 기존 터널이 아래로 처지고 위로 통과할 경우는 위로 변형되는 등 통과위치에 따라 다른 변형 발생

③ 터널상부의 깎기 (그림 1.4-3 참조)

• 기존 터널의 상부복토가 높지 않은 상태에서 상부를 정지, 또는 기타 목적으로 깎기를 하는 경우

- 터널 라이닝상부의 하중이 적어지므로서 지반의 아치(Arch) 형성의 균형이 깨어지면서 변형발생

④ 터널상부의 쌓기 (그림 1.4-4 참조)

• 기존 터널의 상부복토가 높지 않은 상태에서 상부에 쌓기를 하는 경우

- 터널복공에 작용하는 연직하중이 증가하여 변형 발생

⑤ 터널상부의 구조물 기초 (그림 1.4-5 참조)

• 기존 터널상부에 하중을 받는 구조물 기초를 시공하는 경우

- 기초 터파기를 할 때는 (3)의 깎기 경우와 같고 구조물을 완공하여 하중을 가할 때는 (4)의 쌓기 경우와 같은 변형 발생

⑥ 터널 측부의 깎기 (그림 1.4-6 참조)

• 기존 터널 옆을 깎기 하든가 터파기를 하는 경우

- 깎기 하거나, 터파기한 쪽으로 터널복공의 변형 발생

⑦ 터널에 근접한 앵커(anchor) (그림 1.4-7 참조)

• 터널에 인접하여 앵커를 정착시켰을 경우

- 앵커를 설치하기 위한 천공작업으로 지반을 이완시키고, 앵커에 프리스트레스(pre-stress)도입 시 복공에 변형 발생

⑧ 터널상부에 담수(湛水) (그림 1.4-8 참조)

• 댐, 저수지 등의 건설로 기존 터널상부에 물이 차는 경우

- 동수기울기가 상승하고, 수압이 작용하여 터널누수량이 많아지고 변형 발생

⑨ 지반진동 (그림 1.4-9 참조)

• 기존 터널의 근처에서 발파를 하거나 다른 작업으로 터널에 진동을 주는 경우

- 터널에 미치는 진동은 동적하중으로 복공에 작용하여 복공의 균열(龜烈)이나 박리(剝離)가 일어남

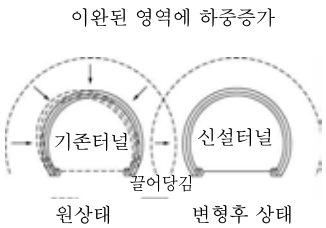


그림 1.4-1 터널병설

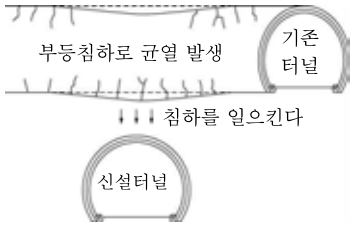


그림 1.4-2 터널교차

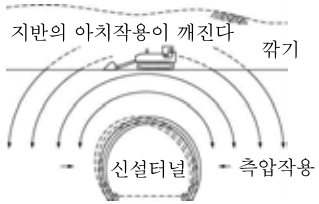


그림 1.4-3 터널상부 깎기

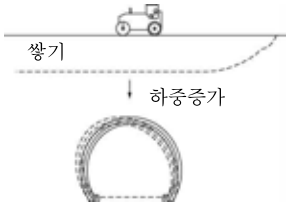


그림 1.4-4 터널상부 쌓기

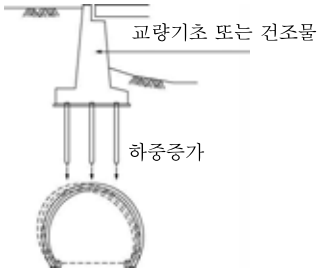


그림 1.4-5 터널상부의 구조물기초

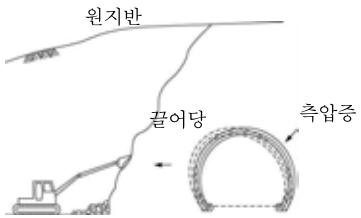


그림 1.4-6 터널측부의 깎기

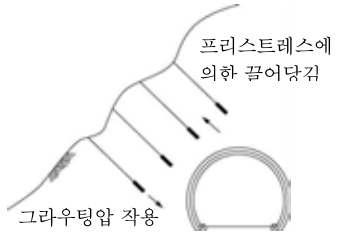


그림 1.4-7 터널에 근접한 앵커

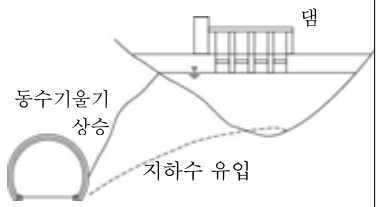


그림 1.4-8 터널상부의 담수

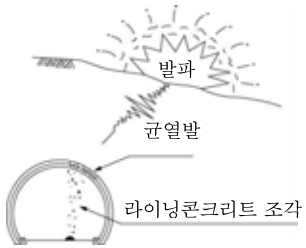


그림 1.4-9 지반진동

7) 긴급조치의 구분

① 사고보고

② 열차방호 조치

③ 긴급복구

5. 공사준비

1) 선로지장작업

① 운행선의 철도를 근접공사로부터 보호하기 위해서는 철도공사 등 관계기관의 관계규정에 따라 안전하게 시공하도록 공사 착수 전에 최신본의 관계규정을 확보 비치하고 이를 숙지해야 한다.

② 수급인은 운행선 근접공사의 공사 착수 전에 다음 사항을 참고하여 반드시 사전조사를 실시해야 한다.

- 운행선 근접공사 설계도서 등 설계내용
- 현장 답사하여 조사할 사항
  - 운행선 근접공사 구간 및 토공, 교량, 터널 등의 근접거리, 위치
  - 운행선 기존 시설물 배치도 및 현장위치 확인
  - 운행선 근접도로 및 작업통로 개설과 배수로 관계
  - 중장비 작업조건과 방법 등 협의할 사항

③ 수급인은 현장조사 후 지장물 및 매설물에 대하여 관계기관과 착수 전에 협의 하여 운행선 근접공사를 안전하게 시공하도록 해야 한다.

④ 시공확인조건

- 운행선에 영향을 줄 구간의 지하매설물에 대하여는 기존설계도면 등을 조사하여 현장을 확인해야 한다.
- 한국철도공사, 지방자치단체(시, 군 등), 통신공사, 전력공사, 공업용수관리기관 등에 설계당시 조사에서 누락되었거나 조사 후 매설된 것이 없는지를 확인해야 한다.
- 수급인은 기존철도의 건축한계와 전차선 및 통신주와 전기, 통신, 신호케이블 등의 매설위치, 경계를 확인하여 근접공사 시 건축한계의 침범과 기존철도 시설물이 파손되지 않도록 보호해야 한다.
- 수급인은 종업원이 건축한계 범위를 알 수 있도록 공사착수 전 작업장에 건축한계 표지를 하고, 설치여부를 확인해야 한다.
- 수급인은 철도보호지구 안에서의 행위제한에 관한 업무지침에 따라 안전운행 저해행위가 발생하지 않도록 해야 한다.

2) 안전관리용품 비치

① 공사현장에는 사고 시 인접역 및 관계기관 등에 즉시 연락할 수 있고, 열차를 정지시킬 수 있도록 다음의 비품을 비치해야 한다.

- 무전기
- 무선전화기(handphone)
- 핸드마이크(handmike) (메카폰), 호루라기 등
- 수신호기
- 야간신호용 등(燈)

② 위의 비품이 유사시 고장, 전지소멸 등으로 사용이 불가능 할 수도 있으므로 예비품을 준비하고 정기적으로 성능시험을 해야 한다.

3) 운행선 근접공사 관리계획

① 수급인은 운행선 근접공사 착공 전, 사전조사를 시행, 한국철도공사 등 관계기관의 승인절차를 취할 수 있도록 공사관리계획서를 작성하여 공사감독자/감리원에게 제출하고 승인을 얻은 후 시공해야 한다.

② 운행선 근접공사 관리계획서에는 다음사항이 포함된 내용으로 작성해야 한다.(현장에 해당되는 사항만 작성한다.)

- 운행선에 근접하여 시공할 공사의 내용 및 관련 설계도서
- 공사안전관리를 위한 공사관리 체계 및 조직표
- 운행선 근접공사분의 작업순서 및 공정표
- 작업진행 공정에 따른 운행선 보호용 가시설 계획과 가시설 도면
- 기존 건널목의 사용여부 및 임시건널목의 설치계획
- 임시건널목의 설치가 필요시는 설치사유와 설치 건널목의 위치, 사용기간, 건널목폭 등 설치안
- 건널목 감시원의 배치인원, 감시원의 자격, 근무시간 등의 배치계획
- 열차감시원의 배치장소, 배치인원, 근무시간 등을 포함한 배치계획
- 선로접근금지표시(건축한계 표지(標識)의 설치위치, 종류, 표시물치수 및 형상, 건식간격, 재질, 색상 등의 내용과 점검방법)
- 작업구역 내의 매설물의 종류, 위치, 깊이를 표시한 매설물 표시도
- 안전관리요원(안전관리책임자, 안전관리자, 안전요원, 건널목 감시원, 열차감시원 등)의 복장, 완장, 모자
- 안전관리용 비품의 종류, 수량, 보관장소와 점검방법
- 사고 시 열차방호, 긴급보고 종업원 비상연락에 대한 인원, 비품, 전화번호 등의 상세한 실행계획
- 운행선 구조물 및 궤도변위를 실시간으로 상시 관리할 수 있는 계측항목 및 방법
- 공사관리계획서에 첨부하는 선로평면도에는 다음사항을 표시하여 작성해야 한다.
  - 공사위치 및 현장표시
  - 공사용 임시건널목, 기존건널목, 선로변의 장비통로
  - 임시건널목 안내원 배치사항
  - 열차감시원 배치사항
  - 선로 및 열차 방호설비의 내용 및 위치표시
  - 운행선 시설물의 표시 및 주의개소
  - 지하매설물의 표시(필요시 별도 작성)

- 발파개소
- 깎기 구간의 낙석 위험개소
- 재료 및 기계적치장
- 기타 필요한 사항

4) 시행 전 현장자료 작성

① 수급인은 운행선 근접공사의 발파, 터파기 등으로 기존 철도시설물에 피해를 줄 우려가 있는 토공노반, 교량, 터널 등 시설물은 시설관리책임자와 상세히 조사하여 공사시행전의 상태를 기록하고 사진 등으로 상세하게 표시한 자료를 작성하여 두고, 변위를 확인하기 위한 검측기준을 작성해야 한다.

② 위에서 작성한 공사시행 전 자료는 시설관리책임자, 감독자/감리원, 수급인이 각각 보관하여 공사 시행중 변형여부를 검측하고 변형을 확인하는 기준자료로 활용해야 한다.

5) 안전관리요원 확보 및 교육

① 안전관리요원 배치

- 수급인은 운행선 근접공사로 인한 철도사고를 미연에 방지하기 위하여 운행선 근접공사의 특수성에 적합한(철도근접공사 유경험자) 안전관리요원을 확보하여 배치한 후 시공해야 한다.
- 안전관리요원 배치는 공사의 규모, 성격, 근접공사의 현장조건 등을 검토하여 현장에 적합한 조직으로 하여 공사감독자/감리원의 승인을 얻은 후 배치해야 한다.

② 안전관리요원의 구분

- 철도운행 안전관리책임자
- 철도운행 안전관리자
- 건널목 안내원
- 열차감시원
- 열차방호(정지)원
- 대피유도원
- 위험개소 순시원

③ 안전관리요원의 자격 및 임무

• 철도운행 안전관리책임자

- 자격

안전관리기사 1급 이상의 자격을 가지고 한국철도시설공단 및 한국철도공사 주 감독 이상의 경력이 있거나, 운행선 근접공사의 경험이 풍부하고, 철도운영시스템을 이해하는 자로 현장을 관리할 수 있는 직급을 가진 자

- 임무

㉠ 근접공사 관리계획서를 검토하고 안전관리에 미비한 점이 있으면 이를 보완토록 하여 운행선 근접공사가 안전하게 시행될 수 있도록 조치해야 한다.

㉡ 철도운행 안전관리요원의 적격자 선정 및 배치

㉢ 열차안전 운전에 위험을 줄 작업을 할 때는 현장 입회

㉣ 안전관리요원 및 관련종업원에게 안전교육 실시

㉤ 안전관리 일지가 제대로 작성되는지를 확인

㉥ 사고발생시 긴급조치 시행

㉦ 앞으로 시행할 작업에 대한 안전조치가 잘 되었는지를 미리 점검하고 미비된 경우는 바로 보완조치를 지시하여 보완 후 작업시행

㉧ 대외의 안전에 관한 업무를 수행

㉨ 안전관리요원들의 임무 부여

㉩ 현장대리인(소장)을 보좌하여 안전관리 요원들을 지휘 감독

• 철도운행 안전관리자

- 자격

철도안전법에 따른 자격기준을 갖추었거나, 그에 해당한 경력을 가진 자로서 운행선 근접공사에 경력이 있는 자

- 임무

㉠ 철도운행 안전관리책임자를 보좌하고 안전요원들을 지휘 감독

㉡ 안전에 관한 보다 실무적이고, 기술적인 업무를 수행

㉢ 근접공사관리계획서를 공사담당 책임자와 협의하여 작성하고 공사감독자/감리원의 승인을 득하도록 한다.

㉣ 안전관련 요원들의 배치와 근무사항을 점검

㉤ 안전장구의 비치사항 및 성능을 수시로 점검

㉥ 사고 시 열차방호조치와 관계기관(인접역 및 지역본부 등)에 긴급연락을 취할 수 있는 교육과 훈련이 되어있는지를 수시로 점검하고 미비점은 즉시 보완한다.

㉦ 공사진행 중 운행선 선로에 장애를 줄 작업은 일정을 파악하여 사전 안전교육 또는 주의사항을 전달하고 작업 시 현장입회

㉧ 작업장의 선로접근금지(건축한계표지)말뚝의 위치가 변동되지는 않았는지 수시로 점검

㉨ 선로방호 설비가 변위되지는 않았는지 수시 점검

㉩ 열차대피의 신호소리가 장비의 소음으로 전달되지 않는 곳은 없는지 점검하고 있을 경우는 신호전달이 될 수 있는 통신방법을 취해야 한다.

㉪ 작업지시자와 장비운전원간의 작업지시 신호가 잘 전달되고 있는지를 점검하고 작업지시신호(주로 수신호)의 의사전달이 잘 이루어지지 않을 때는 교육을 시켜 의사전달이 원활히 되도록 해주어야 한다.

㉫ 안전에 관한 일지작성, 주요사항의 기록을 유지한다.

㉬ 안전교육계획, 교재작성, 교육실시를 담당하고 교육일지를 작성하여 비치

㉭ 철도안전에 관한 법령 등에서 작업 현장에 관련된 사항들을 발췌하여 비치하되, 개정여부를 수시로 파악하여 항상 최신본에 의거 업무를 수행하도록 한다.

㉮ 기타 현장에서 안전에 관해 필요한 사항

④ 안전관리교육

- 수급인은 운행선 근접공사를 안전하게 시공하기 위하여 반드시 공사착공하기 전에 안전관리요원과 종업원에게 운행선 근접공사의 특수성에 관한 안전관리교육을 실시해야 한다.
- 중점교육내용
  - 건축한계
  - 관련되는 철도안전법규 및 지시

- 사고 시 신속보고요령과 열차정지방법
- 선로차단작업 절차 및 요령
- 장비운전자와 작업지휘자와의 신호방법
- 열차감시원이 열차진입 시 종업원에게 알리는 방법과 종업원의 대피요령
- 건널목 안내원이 자동차와 통행인의 안내요령
- 전철구간은 고압전선에 대한 주의사항
- 공사 착공전 한국철도공사와의 협의사항
- 기타 안전에 관한사항

• 운행선 근접공사에 종사하는 종업원은 반드시 안전관리교육을 받아 숙지해야 하며, 특히 중장비운전자는 현장여건과 장비특성에 맞는 특별교육을 시켜 주지시켜야 한다.
• 안전관리교육 시행내용 중 열차정지, 사고보고 등 주요사항은 유사시 시행하는데 차질이 없도록 예비연습을 해야 한다.
• 운행선의 관계처에 연락과 보고를 담당한자, 사고 발생 시 열차정지담당자, 건널목 안내원, 장비운전자 등은 교체가 되지 않도록 하고, 교체 되었을 시는 반드시 충분한 교육을 시킨 후 배치해야 한다.
• 새로 투입되는 종업원이나 관련자는 현장배치 전에 교육을 시행해야 한다.
• 교육은 정기적으로 시행하고, 장마, 태풍 등 기상특보의 경우에는 특별 교육을 시행해야 한다.
• 현장에는 잘 보이는 곳에 안전수칙 게시판을 설치하여 작업 전에 읽도록 하고, 위험개소 작업 시는 사고 시 비상연락을 할 수 있는 전화번호와 조직표를 주간과 공휴일, 야간 등으로 구분 작성하여 전화기와 함께 별도로 비치하여 신속한 보고를 할 수 있도록 해야 한다.

6) 방호설비 준비사항

① 수급인은 방호설비를 설치하기 전에 설치위치도, 방호설비도면, 구조계산서(필요시), 설치도면을 공사감독자/감리원의 승인을 얻은 후 설치해야 한다. 특히, 필요할 경우 철거 시에도 같은 절차에 의해 철거해야 한다.
② 운행선 옆에 부득이 자재를 적치할 경우에는 적치한 자재가 무너졌을 때 건축한계를 침범하지 않도록 방호설비를 검토하여 조치해야 한다.
③ 수급인은 운행선 근접공사를 시공할 때에는 열차운전의 보안과 여객 및 종업원의 안전을 위하여 현장에 필요한 방호설비를 해야 한다.

④ 설치된 방호설비는 파손, 변위, 위치변경 등을 정기적으로 점검하여 방호설비를 보수, 보강해야 한다.
⑤ 방호설비는 공사기간, 공사내용, 현장조건에 따라 규격, 모양, 재질 등을 택하여 방호설비를 해야 한다.

7) 지하매설물 준비사항
① 운행선에 영향을 줄 구간의 지하매설물에 대하여 현장을 조사·확인해야 한다.
② 한국철도공사, 지방자치단체(시, 군 등), 통신공사, 가스공사, 전력공사, 공업용수 관리기관등에 설계당시 조사에서 누락되거나 조사 후 매설된 것이 없는지를 확인해야 한다.
③ 공사시행방법에 대하여 시설물 관리기관과 협의하여 승인을 얻은 후 시행해야 한다.

8) 건축한계 준비사항
① 운행선에 근접하여 공사를 하는 종업원들은 건축한계를 이해하고 숙지하도록 교육해야 한다.
② 건축한계의 범위를 종업원이 알 수 있도록 작업장에 건축한계의 경계표지를 설치해야 한다.

9) 전철구간 고압전선 공사 준비사항
① 수급인은 운행선의 전철구간 내에서 근접공사를 시행할 경우는 공사착수 전에 운행선 관리자에게 공사개요를 통보하고 공사시행 방법을 협의하여 승인을 얻은 후 시행해야 한다.
② 철도운행 안전관리자는 다음사항을 확인하여 종업원에게 교육을 시켜 숙지토록 해야 한다.
- 전차선, 급전선의 위치, 가압상태(단전유무), 지상 또는 레일면에서 높이
- 전차선, 급전선의 접근 안전거리
- 전차선로 구조물 등 일체의 설비에 대한 가압 유무, 안전이격거리
- 작업 시 주의할 사항
- 사고 시 긴급연락방법

10) 운행선 근접 토공사 준비사항
① 깎기작업은 발파와 비탈면 붕괴가 운행선에 지장을 줄 수 있으므로 발파 및 비탈면 붕괴에 대하여 착수 전에 작업계획서를 제출하여 감독자/감리원의 승인을 받은 후 시행해야 한다.

② 수급인은 착공 전에 현장을 조사하여 발파 시 발파된 암석이 비산되거나 암석이 굴러 떨어져 운행선의 장애를 일으킬 우려가 있거나, 공사 중에 토사의 붕괴로 선로를 매몰시킬 우려가 있을 때는 선로측방에 선로보호용 가시설을 설치해야 한다.
③ 깎기 작업에 사용할 화약이나 사용 후 남은 화약은 선로에 인접해서 임시 보관하는 일이 없도록 지정된 장소에 보관해야 한다.
④ 수급인은 연약지반상의 운행선에 근접하여 높은 쌓기를 하는 경우는 쌓기로 인한 활동(heaving)이나 측방이동을 예방하기 위하여 쌓기 방법에 대한 작업 계획서를 전문기술자가 검토, 작성하여 시행해야 한다.
⑤ 수급인은 운행선에 근접해서 시행하는 쌓기 공사의 쌓기 시공기면이 기존 운행선의 시공기면보다 높을 때는 새로 쌓기하는 흙이 운행선에 굴러가지 않는 안전대책 및 공사용장비가 건축한계를 침범하지 않도록 안전 및 방호대책을 수립, 시행해야 한다.
⑥ 선로노반에 근접해서 깊은 터파기를 시행할 때는 착수 전에 노반보호를 위한 대책을 수립, 시행해야 한다.
⑦ 아주 깊은 터파기나 노반에 근접하였을 때는 필요에 따라 토질조사를 시행하여 조사된 자료에 의해서 노반보호공법을 계획해야 한다.
⑧ 노반보호공(널말뚝, H파일)을 설치했을 때는 공사 중 변위를 검측할 수 있는 기준을 터파기를 시작하기 전에 설정하여 두고 터파기 시행 및 공사 중 변위여부를 검측해야 한다.
⑨ 수급인은 다음과 같은 시방서의 작업을 할 때는 착수 전에 운행선의 뚝 보호를 위한 가시설과 작업공정의 계획을 세워 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.

- 단선을 복선으로 개량하기 위해 기존 교량에 근접하여 신설 교량을 설치할 때의 신설 교량의 교대기초 터파기공사시의 기존교량 교대 뒤 토공보호공
- 운행선상에서 선상, 선하 역사를 신축하는 공사

11) 운행선 근접 교량공사 준비사항

① 수급인은 운행선에 근접하여 교량공사를 시행할 때는 착수 전에 기존철도에 미칠 영향예측과 근접시공 방법에 대하여 계획서를 제출하여 공사감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.
② 수급인은 운행선 위로 횡단하는 교량공사를 시행할 때는 공사착수 전에 다음 사항을 확인하고 운행선 시설물관리자와 협의하여 승인을 얻은 후 시행해야 한다.

- 신설교량의 교대나 교각의 위치가 운행선의 장래 개량이나 복선, 2복선 계획에 저촉 여부
- 신설교량의 다리밑공간 높이가 현 운행선의 건축한계 및 장래 선로종단변경계획에 저촉 여부

③ 자료조사

- 기존운행선 교량의 자료
  기존 운행선 교량의 자료수집은 가장 중요하면서도 준공 후 오랜 기간이 지난 것이 대부분이어서 자료취득이 어렵기 때문에 자료수집에 많은 노력을 해야 한다. 자료수집에는 서류조사와 현장조사를 통하여 자료를 얻도록 한다.
  - 서류조사: 설계도(준공도), 구조계산서, 토질조사보고서, 건설지 등의 건설 당시의 자료와 그 후 유지관리 기록, 보수, 보강 등의 자료를 수집한다.
  - 현장조사: 해당교량의 콘크리트의 균열상태, 박리현상 및 철근 노출여하, 콘크리트의 노후화정도, 특히 수면 이하의 구체와 기초의 열악한 상태 등을 조사하고 강구조이면 강재의 재질, 부식정도, 리벳트, 볼트, 용접개소의 부재접합상태, 슈와 가동단상태, 기초 세굴상황 등을 조사한다.
- 유사한 현장의 자료
  해당 교량의 자료가 부족하거나 구하지 못했을 때는 유사한 조건인 교량의 자료를 구하도록 하고 경험자들의 자문을 받아 자료로 활용한다.
- 토질조사자료
  토질에 관한 자료는 기존 운행선 교량시공 당시의 토질조사 보고서와 신설할 교량의 토질조사 보고서 및 현장조사에서 얻은 자료들을 비교 검토한다.

④ 근접공사 검토 및 판단

- 운행선 교량에 근접해서 시행하는 공사는 설계 시에 기존선 교량보호 및 안전조치에 대한 즉, 근접시공대책에 관한 조치가 이루어졌는지를 확인하고, 설계상에 누락되었거나 더 보완조치가 필요하다고 판단되면 감독자/감리원과 협의하여 그림 8.1-1과 같은 요령으로 시행해야 한다.
- 수집 조사된 기존운행선 교량의 자료, 신설할 구조물의 설계도와 가시설물도, 토질조사자료 들을 가지고 한 장의 도면에서 합성(match)시키고 유사 공사의 자료와 경험자의 자문을 받고 토질역학적으로 기존교량에 어떠한 영향을 미치는가를 검토하여 다음과 같이 구분한다.(근접공사검토 및 판정흐름도 참조)
  - 영향을 미친다.(대책시공)
  - 영향을 미칠 우려가 있다.(주의시공)
  - 영향은 미치지 않겠으나 관심을 가져야 한다.(감시시공)

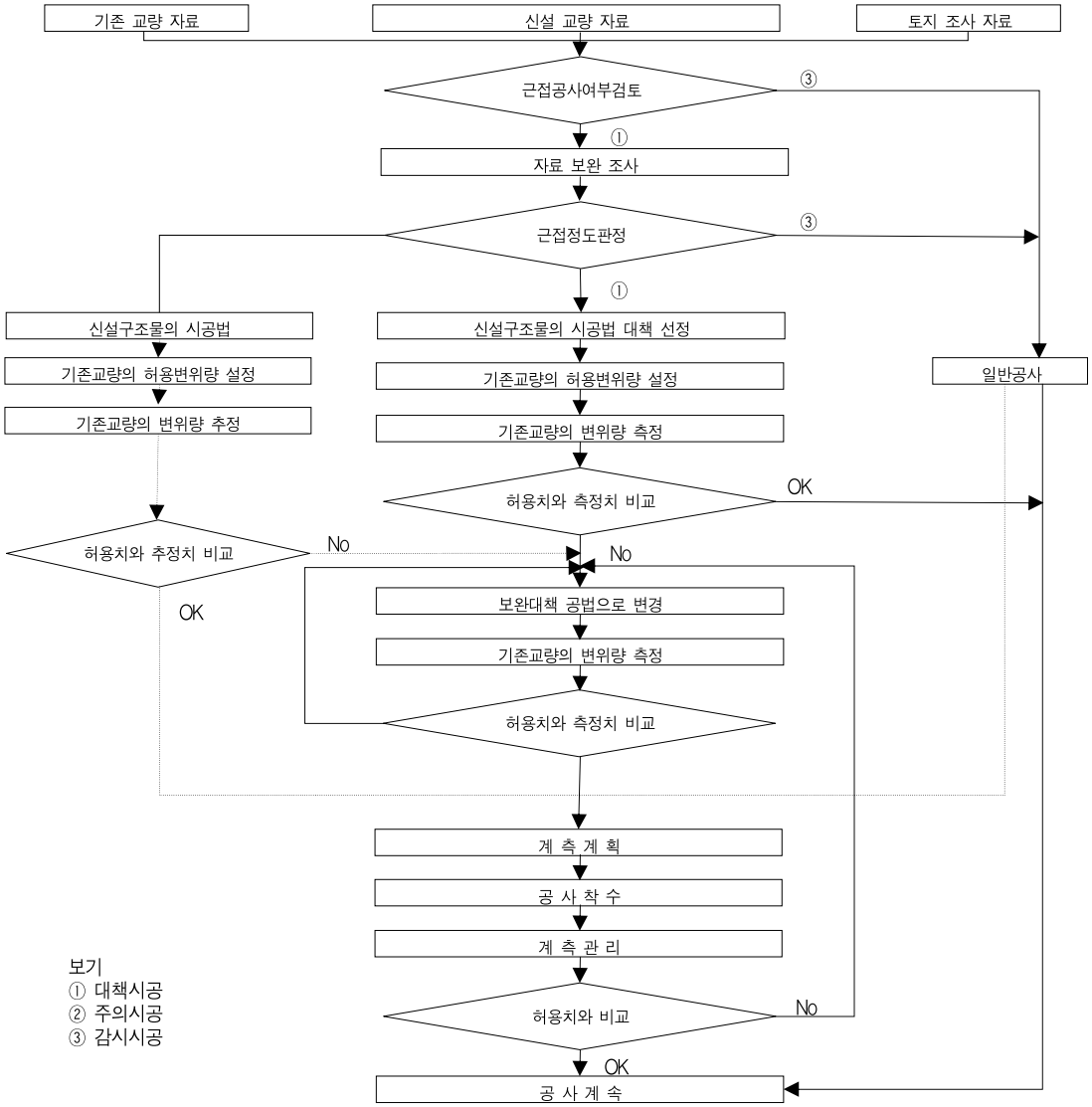
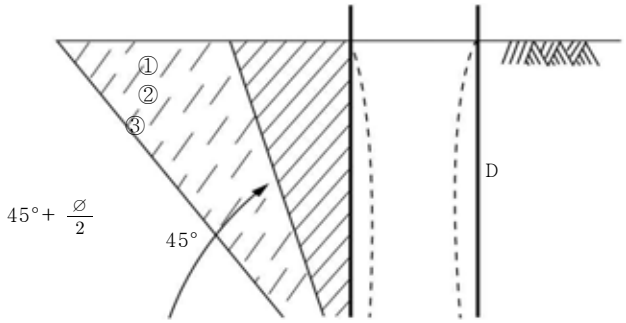


그림 1.5-1 근접공사 검토 및 판정흐름도

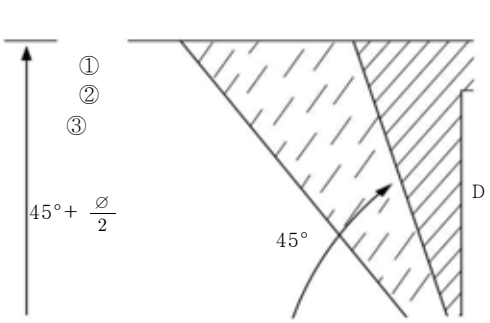
• 다음의 자료는 외국의 자료이므로 참고로 하고 근접공사의 구분은 토질 및 기초기술사가 전항의 조사된 자료에 의거 판단하도록 해야 한다.

1. 굴착(토류벽 설치후)



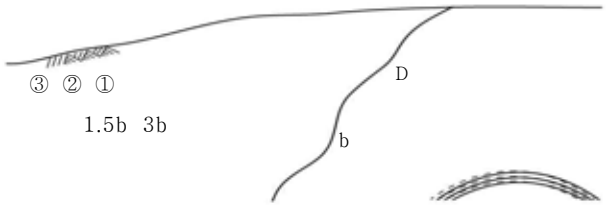
Ø : 흙의 내부마찰각
D: 지표에서 흙막이 재료의 처짐 (변경)이 생기는 곳 까지의 깊이

2. 우물통기초



Ø : 흙의 내부마찰각
D: 표토에서 우물통 슈바닥까지의 깊이
* 뉴머틱 케이슨(PneumaticCaisson)공법인 경우 ①②를 ②로 볼 수 있다.

3. 현장타설말뚝



D : 말뚝타설 바닥까지 깊이
b : 현장타설말뚝의 지름

보기 ① 대책시공
② 주의시공
③ 감시시공

4. 박는말뚝



D : 박는말뚝 끝까지의 깊이
b : 박는말뚝의 지름

그림 1.5-2 근접공사 개략 판정도

⑤ 지반 및 기존구조물의 영향예측

공사시행 중 현장에서 일어나는 작업상황에서 지반의 거동과 기존운행선 교량에 미칠 영향을 표 1.5-1과 같이 예측하여, 기존 교량에 영향을 미치지 않도록 주의해야 하며, 영향이 발생했을 시는 즉시 대책을 수립해야 한다.

표 1.5-1 근접시공과 지반 및 기존구조물의 거동과의 관계

공사의 종류	현상	지반의 거동						기존구조물의 거동			
		붕괴	이완	지반변위	응력변화	압밀	저항지반의 제거	변위(수직·수평)	경사	응력의 발생	안전율의 저하
개착(흙막이공법)	굴착저면의 붕괴	◎	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	◎	◎
	흙막이공의 붕괴	◎	◎	◎	◎	—	○	◎	◎	◎	◎
	흙막이벽의 변형	—	△	◎	○	△	—	◎	◎	◎	△
	지하수위의 저하	—	—	○	—	○	—	○	△	○	—
현장타설말뚝 지중연속벽	공벽(孔壁)의 붕괴	◎	◎	◎	◎	—	○	◎	◎	◎	○
	응력해방	—	△	○	○	—	—	○	○	○	△
박는말뚝	토사의 이동(관입에의함)	—	—	○	○	—	—	○	○	○	—
	지중응력의 증가(타격에의함)	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—
케이슨	굴착저면의 붕괴	◎	◎	◎	◎	—	○	◎	◎	○	○
	압기(壓氣)의 분발(噴發)	—		—	—	—	—	—	—	—	○
	응력해방(주로여굴)	—	○	○	○	—	—	○	○	○	○
	주면마찰에 의한 인입(引込)	—	—	○	△	—	—	○	○	△	△

보기 ◎ : 영향이 크다 / ○ : 경우에 따라 큰 영향이 있다. / △ : 영향이 적다 / — : 거의영향이 없다.

12) 터널 근접공사 준비사항

① 근접도 구분

- 근접도의 구분은 1) 대책시공, 2) 주의시공, 3) 감시시공으로 분류·구분 하여 필요한 사전조사 및 기존 터널에 미칠 영향예측, 안전한 대책공법, 안전을 위한 계측 등을 시행하도록 해야 한다. 근접시공의 구분을 판단하기 위해서는 다음의 여러 조건들을 하나하나 고려하여 판단하도록 해야 하며 지반조건이나 현장여건이 현장마다 상이하므로 조사된 자료에 의거 전문기술자의 판단을 받아서 공사감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.
  - 근접공사의 공사종류(내용)
  - 공사규모
  - 근접공사의 설계, 시공공법
  - 기존 터널과의 위치관계
  - 기존터널 콘크리트라이닝의 역학적 건전도(健全度)
  - 지형, 지반조건
  - 대책공의 시공성 및 가능성
  - 기타
- 근접도의 판단은 기존터널의 시공이 NATM공법 또는 재래식공법 등에 따라 다르고, 지반조건에 따라 크게 다르다. 따라서 기존터널과의 위치관계와 9.1.2 터널근접공사의 구분의 근접공사 구분별로 검토사항을 분류하면 다음과 같으므로 검토하여 최종 판단을 해야 한다.
  - 터널이 서로 병설되는 경우

    철도에서 복선 및 2복선화, 도로의 신설 등으로 기존 철도터널과 병행하여 새로운 터널이 신설되는 경우로 기존 터널이 신설 터널 쪽으로 밀리는 변위, 변형이 일어나고 근접이 가까우면 주변의 지반을 이완시켜 기존터널라이닝에 토압을 증가시킨다. 기존터널에 미치는 영향은 다음사항들을 감안하여 평가해야 한다.

    ㉠ 터널간의 이격거리

    ㉡ 신설터널 위치가 기존 터널의 수평선상의 위 또는 아래

    ㉢ 신설 터널의 굴착단면의 크기

㉣ 신설터널 굴착공법(기계, 발파 등)

㉤ 지반의 조건(암질, 복토높이)

㉥ 기존 터널 콘크리트라이닝의 건전도

- 터널의 교차

신설하는 터널이 기존 터널의 위나 아래로 교차하거나 병행하는 경우로 신설터널의 위로 통과할 때는 기존 터널은 상부에 변위·변형이 발생할 우려가 있고 신설터널이 아래로 통과할 때는 기존터널이 침하할 우려가 있다. 기존터널에 미치는 영향을 검토할 때 고려해야 하는 사항들은 전항의 조건들과 같다.

- 터널상부 깎기

기존 터널상부에 단지조성, 도로신설, 토취장 등의 목적으로 터널상부 복토(覆土)를 깎기 하는 경우, 상부하중을 경감시켜 기존터널의 상부에 변위·변형이 일어나므로 상부의 깎기를 하는 경우는 기존 터널에 미치는 영향을 다음사항들을 고려하여 검토해야 한다.

㉠ 원 복토 두께와 깎기한 후의 두께와의 비(比)

㉡ 깎기한 후의 남은 복토의 두께

㉢ 깎기한 평면적의 넓이

㉣ 깎기전후의 지형

㉤ 깎기시공법(발파여부, 1회 깎기 두께, 깎기의 평면성)

㉥ 지반조건

㉦ 콘크리트라이닝의 건전도

㉧ 편압작용 여부

- 터널상부 쌓기

사토장 등으로 터널상부에 쌓기 시 하중을 증가시켜 콘크리트라이닝 상부가 압축을 받아 변위, 변형이 일어나므로 기존 터널에 미치는 영향을 검토할 때 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

㉠ 원지반의 지형과 복토 두께

㉡ 쌓기 후의 지형 및 복토 두께

㉢ 쌓기높이

㉣ 쌓기의 평면적 넓이

㉤ 쌓기시공법(1회두께, 다짐방법, 펴서쌓기 등)

㉥ 지반조건

㉦ 기존 터널의 콘크리트라이닝 건전도(建全度)

- 터널 위 구조물기초

터널위 지표면에 구조물을 건설하면 구조물 기초 하중이 터널 콘크리트라이닝 윗면에 작용하여 기존 터널에 변위, 변형을 일으킬 수 있는 경우 터널외측에서 수직선 좌우 45°선내에 기초저면이 시공되는 경우 기초굴착이나 하중증가에 의해 터널에 악영향이 미치는지 여부를 반드시 검토해야 한다.

- 터널측부(側部) 깎기

기존 터널옆을 깎기하면 깎기하는 방향으로 끌어당기는 것과 같이 변위, 변형이 생긴다. 이에 따라 다음 사항을 포함하여 검토해야 한다.

㉠ 지형조건(사면의 정도, 피복토 두께)

㉡ 지반조건

㉢ 깎기 규모

㉣ 기존터널의 콘크리트라이닝 건전도 등

- 터널측방의 앵커

사면의 보호, 옹벽보호 등으로 설치한 앵커가 기존터널에 근접할 때 앵커설치를 위해 천공시 천공용수의 유입과 모르타르 주입은 터널에 측압을 가하고, 앵커에 프리스트레스 도입시는 끌어당기는 힘을 줌으로서 터널에 변위, 변형을 생기게 함으로 이에 따른 검토에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

㉠ 앵커와 터널의 이격거리

㉡ 앵커의 종류, 수, 시공방법

㉢ 지형, 지반의 조건

㉣ 기존터널의 콘크리트라이닝 건전도(健全度)

- 터널상부의 담수(湛水)

  터널위에 저수지, 댐 등을 신설하며 물이 채워져서 기존터널에 누수나 수압을 가하여 터널의 변위, 변형이 발생하므로 이에 따른 검토에 포함해야할 사항은 다음과 같다.

  ㉠ 담수저면부터 터널까지 이격거리 및 높이차

  ㉡ 지반구조

  ㉢ 담수량 규모

  ㉣ 담수지의 지수처리상태

- 지반진동

  근접공사의 지반진동은 다음사항들을 검토해야 한다.

  ㉠ 운행선 터널과의 위치 및 거리

  ㉡ 사용화약종류와 량

  ㉢ 지형, 지반조건

  ㉣ 기존터널의 콘크리트라이닝 건전도

② 사전조사

- 사전조사 사항으로는 기존터널의 구조조사, 해당지역의 지반조사, 신설할 터널의 제원 등이다.
- 기존 터널의 구조조사

  기존터널의 조사에는 자료조사와 현지라이닝(복공)조사를 해야 한다.

- 자료조사

  자료조사는 터널공사 당시의 설계도(준공도), 공사지, 터널보수일지 또는 해당터널의 조사(설계)보고서 등으로부터 필요한 자료를 구한다.

- 현지라이닝 콘크리트조사

  ㉠ 라이닝의 구조: 라이닝두께, 철근유무, 지보공사용 여부, 인버트 유무, 굴착공법(재래식, NATM 등)

  ㉡ 라이닝현황: 균열상태, 누수정도, 변형 등

  ㉢ 라이닝배면: 공동(空洞)유무, 모르타르(Mortar)주입여부

  ㉣ 내공단면: 건축한계와의 관계 및 변형상태

• 기존(공사전 상태) 자료조사
근접공사 시행중에 기존터널에 미치는 영향을 파악하여 대책시공의 자료로 사용하고, 근접공사 시행자의 책임도 명확히 하기 위해, (2)에서 조사된 것을 기록과 사진으로 정리하여 두고 시공 중에 검측하여 변위가 일어나는 지를 판단하는 기준 자료로 삼아야 한다.

• 지반조사
기존 터널 시공당시의 지반조사 자료와 신설터널 설계 시 조사된 자료를 활용 하되 신설터널이 대책 필요 시공범위 내에 있으면 필요시 중간지점의 추가 조사나, 기존터널 주변의 지반조사를 시행하여 시험을 거쳐 필요한 물성치를 얻도록 해야 한다.

• 신설터널의 자료
신설터널이 기존터널에 근접하여 위치를 결정할 때에 기존터널과의 관계를 검토하였던 자료와 굴착방법, 시공계획, 양 터널의 위치관계를 정확히 파악할 수 있는 자료 등을 얻도록 해야 한다.

(3) 영향예측

• 경험적인 방법에 의한 영향예측
경험적 방법에 의한 예측은 유사한 조건에서 시행되었던 사례를 조사하여 예측하는 방법으로 조사사항은 다음과 같다.
- 근접시공의 종류(조건)
- 근접시공의 공사규모
- 근접시공의 설계와 시공법
- 기존터널과의 이격 및 위치관계
- 지형 및 원지반상태
- 기존터널 콘크리트라이닝의 건전도
- 대책공과 그효과
- 관리기준과 관리체제
- 근접시공의 공사상황
- 계측과 계측결과

• 해석적방법에 의한 영향예측
- 경험적 방법에 의한 영향예측을 한 사항에 대하여는 해석적 방법에 의해 그 결과를 검증해야 한다.
- 해석은 공공 공사에 사용실적이 있는 수치해석 프로그램을 사용해야 하며 해석 내용은 시공상태를 모사화(simulation)하여 안전성을 검토해야 한다.

1.6 시행수칙

1.6.1 지하매설물 시행절차

① 지하매설물중 운행선 시설물인 전기, 신호, 통신케이블은 훼손되었을 시 즉시 시설관리자에게 통보하고 필요한 조치를 해야 하며, 철도시설물이 아니더라도 노반을 횡단하거나 병행한 수도관, 가스관, 송유관을 파손하였을 때는 노반이 파괴되거나 분출물로 인해 열차운전에 위험을 가져오므로 공사 중 매설물의 훼손이나 파손이 되지 않도록 주의해야 한다.

② 먼저 작업구간의 운행선에 대해 한국철도공사, 관계기관, 지자체 등에 사전협의하여 지하매설물을 확인하고 이를 도상에 위치와 깊이를 표시하고, 도상에 표시되지 않는 매설물도 있는지 확인한다.

③ 터파기는 기계로 터파기하기 전에 인력으로 줄파기를 하여 매설물을 확인한 다음에 기계터파기를 해야 한다.

④ 토류공용 H-파일(H-pile)이나, 시추, 말뚝박기 등을 할 때는 확인된 위치에서 여유를 두고 시행해야 한다.

⑤ 주요 매설물은 작업 시에 매설물 관리기관의 관계자를 입회하여 시행하는 것을 원칙으로 하고, 만약의 사고 시 조속한 응급조치를 할 수 있도록 해야 하며, 관계자가 입회를 하지 못하였을 시는 관리하는 기관의 비상 연락망을 취하여 두어야 한다.

⑥ 터파기 작업 시행 전에 지하매설물에 대하여 이설 또는 보호조치 등을 관계기관과 협의를 거쳐 사전 결정한 후 시행토록 하며 줄파기하여 시설물이 노출되었을 때는 우선 임시 보호조치한 후 협의된 시행방안에 따라 시행하고 필요시 관계자 입회하에 시행토록 해야 한다.

1.6.2 건축한계 표시방법

① 건축한계는 철도건설규칙 제14조 및 철도의 건설기준에 관한규정 제13조에 정한 건축한계에 따른다.

② 공사현장의 건축한계표시는 전항의 건축한계에 가능한 한 여유를 더하여 설치해야 한다.

1.6.3 건축한계 시행수칙

① 건축한계의 경계표는 공사착수 전에 설치해야 한다.

② 건축한계표시 말뚝의 자재는 만약의 경우 열차에 접촉했을 때에도 열차에 손상을 적게 주는 재료(플라스틱, 나무 등)를 사용토록 해야 한다.

③ 크레인의 인양용 와이어로프와 후크가 바람에 흔들리거나, 회전시에도 건축 한계를 침범하지 않도록 해야 한다.

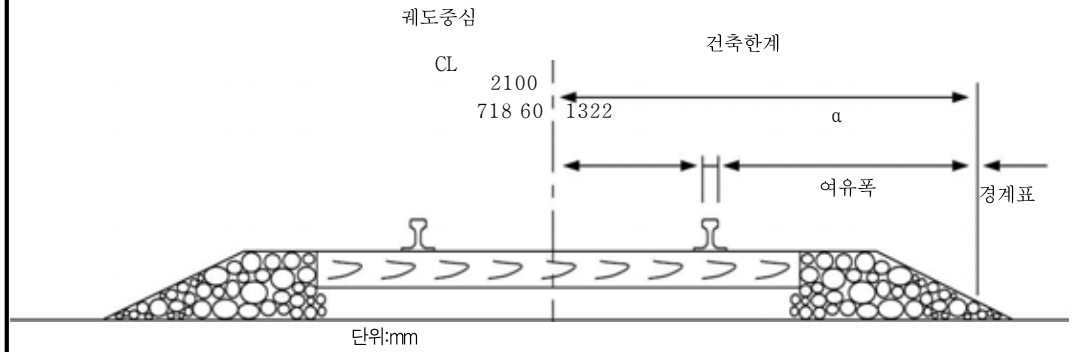


그림 1.6-1 접근금지(건축한계) 경계표

④ 굴착기가 회전하면서 건축한계를 침범하지 않도록 해야 한다.

⑤ 가시설물이 침하 또는 바람에 쓰러져 건축한계를 침범하는 일이 없도록 해야 한다.

⑥ 철도운행 안전관리자는 레일(rail)외측으로부터 설정한 건축한계(접근금지경계)까지의 치수를 표시한 막대기(검측봉)를 들고 다니면서 경계 표시물이 이동 되었는지와 건축한계를 침범한 자재나 물건들이 없는지를 수시로 확인해야 한다.

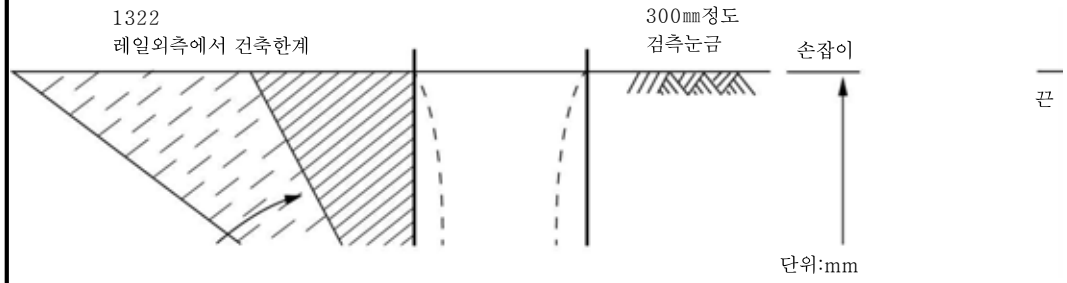


그림 1.6-2 건축한계 검측봉

4) 전철구간 고압전선 공사 시행수칙

① 강관파이프나 철근 등의 장대물건을 어깨에 높이 메고서 전차선이나 급전선 밑을 통행하지 않도록 해야 한다.

② 공사용 중장비가 선로를 횡단할 때는 전차선과 급전선의 위험범위에 들어가지 않도록 안전거리를 확인 후 통과시켜야 한다.

③ 전차선이나 급전선에 근접해서 작업을 할 때는 해당 급전계통의 단전작업을 원칙으로 하되, 부득이할 시는 감시원을 배치하여 이동이나 작업 시 위험하지 않도록 해야 한다.

④ 고압선에 근접하여 비계, 거푸집, 철근 등의 조립 및 해체나 콘크리트 타설을 할 때는 작업원들에게 수시로 주의를 환기시켜야 하며, 필요시, 안전관리자를 배치하여 위험을 방지하여야 한다.

⑤ 현장책임자는 사고 시 운행선 관리자에게 긴급연락을 할 수 있는 준비를 하여 두어야 한다.

⑥ ③, ④항에 해당되는 공사를 부득이 하게 수행해야 할 경우 해당 급전계통에 대하여 단전 후 작업을 원칙으로 하고 가공급전선에 절연방호관 설치 등을 운행선 관리자와 협의 후 시행해야 한다.

5) 운행선 근접 토공사 시행수칙

① 깎기 공사

- 발파로 비산(飛散)된 토석이 선로나 철도시설물(통신선, 전선 등)에 피해를 주지 않는 화약량 사용과 비산방지설비를 해야 한다.
- 발파 시 운행선에 미치는 영향을 확인하기 위한 시험발파를 시행하여 발파방법 및 화약의 종류·수량을 산정하여 시행해야 한다.
- 발파시기는 열차통과 후 바로 시행하여 다음열차까지의 여유시간을 가능한 한 많이 갖도록 하여 만약의 경우 토석이 비산하여 선로장애를 일으켰을 때 이를 제거할 수 있도록 해야 한다.
- 발파시간은 열차운전 시간을 인접 역장에게 확인, 협의하여 열차와 열차간의 시간이 긴 시간을 택하고 가능하면 매번 같은 시간에 발파토록 하고, 발파할 때 마다. 인접역에 임시열차의 운행이 없는 것을 확인하고 발파토록 해야 한다.
- 발파된 암석을 다 운반하고 현장을 정리한 후에는 반드시 현장의 깎기 비탈면을 재점검하여 붕괴할 개소가 없는 것을 확인해야 한다. 우려개소가 있을 때는 이를 제거해야 하고 부득이 제거치 못하였을 경우는 긴급조치를 취할 수 있는 자로 현장감시를 하도록 해야 한다.

- 명절, 공휴일, 기타사유로 공사 중 작업을 중단하고 있을 때에는 현장 위험정도에 따라 감시원을 배치하든가 수시로 현장점검을 해야 한다. 또한 감독자/감리원과 협의하여 기관사가 주의운전을 하도록 낙석주의 표지판을 건식토록 해야 한다.
- 장마철이나 태풍시의 폭우로 비탈면의 붕괴가 우려되는 개소는 비상복구체계를 점검하고 공사감독자/감리원과 협의하여 운행선 관리자와 연대하여 감시토록 한다.

(2) 쌓기 공사

- 운행선에 접하여 쌓기 작업을 하고 쌓기할 면의 높이가 운행선보다 높을 때는 쌓기하는 흙이나 토석이 운행선에 흘러가거나 굴러가지 않도록 하고 공사용 장비가 건축한계를 침범하지 않도록 안전 및 방호대책을 수립, 시행해야 한다.
- 연약지반위의 쌓기는 단계적으로 시행해야 하며 매회의 쌓기 높이와 다음 쌓기까지의 대기 기간은 전문기술자의 검토를 거쳐 시행해야 한다.
- 운행선 노반측에 경사계, 측방이동검측용 말뚝 등을 설치하여 운행선의 노반을 관리, 보호해야 한다.
- 연약지반상의 운행선 노반에 접근하여 대형장비 투입 시에는 장비 투입 전에 장비하중을 확인하고 작업 시 충격으로 운행선 노반에 영향을 미치는지를 검토 후 투입해야 한다.

(3) 터파기공사

- 운행선에 근접해서 시행하는 터파기의 장소가 쌓기 한 구간이 아니더라도 깊은 터파기를 하는 경우는 단계별로 터파기를 해야 하며 각 단계마다 작업 전에 설계도의 가시설물이 운행선의 노반을 보호하는데 안전한지를 검토한 후 시행해야 한다.
- 터파기한 결과 설계 시 조사된 지반조건보다 약하거나 설계된 가시설물이 불안전할 때는 즉시 보강조치한 후 시행해야 한다.
- 운행선의 노반이 쌓기한 구간에서 터파기할 때, 노반뚝보호를 위해 시트 파일이나 에이치(H)파일을 박고 뚝 반대편에 다시 에이치(H)파일을 박아 붙들어 매는 공법에서는 다음사항을 유의해야 한다.
  - 양쪽파일을 연결한 와이어로프를 조이는 턴버클의 인장강도는 와이어로프의 인장강도보다 커야 한다.
  - 인력으로 턴버클을 조여 양쪽파일을 고정시킨 와이어로프는 열차운행의 진동에 의해 느슨해지므로 수시로 검사하고 다시 조여주어야 한다.
  - 양쪽파일간의 거리를 터파기전에 측정하여 기준을 삼아두고 공사 중 정기적으로(비가 많이 올 때는 즉시시행) 간격을 검측하여 간격이 벌어지는 가를 확인해야 하며 간격이 벌어질 때는 강봉 등으로 대체하여 고정시켜야 한다.
  - 터파기 깊이가 깊고 공사기간이 긴대도 양쪽파일의 고정을 와이어로프로 설계되었을 때는 착수 전에 강봉으로 고정시키는 것을 비교 검토해야 한다.
- 공사완료 후 파일과 토류판을 뽑을 때는 뽑은 장소의 간극을 즉시 모르타르 또는 모래 등 동등이상의 성능을 발휘할 수 있는 양질의 재료로 채워 공동이 없도록 해야 한다. 다만, 철거할 경우 위해를 끼칠 우려가 있을 경우에는 매몰하여야 한다.

6) 운행선 근접 교량 공사 시행수칙

① 기존교량에 근접해서 신설하는 교량기초의 터파기를 할 때는 기존교량의 기초 보호공을 설치한 후 시행해야 한다.

② 연약지반에 기초말뚝을 박을 시는 기존교량 기초의 사항(斜抗)과 신설교량 기초의 사항의 관계를 상세히 검토하여 새로 박는 말뚝이 기존 말뚝을 손상시키지 않는지를 확인 후 시행해야 한다.

③ 신설교량의 기초말뚝을 박음으로 기존교량 기초 및 말뚝에 횡압이 작용하여 변위의 위험이 있을 때는 기존 교량기초와 신설교량기초 말뚝사이에 빈 구멍(捨孔)을 여러 개소 뚫는 방법 등 횡압감소 대책을 세운 후 시행해야 한다.

④ 신설교량 기초 말뚝을 박을 때 진동이 기존교량에 영향을 주어 변위가 우려될 때는 대책공법(천 공후 타입 등)을 강구해야 한다.

⑤ 기존교량의 상류 측에서 공사를 시행하는 경우는 장마철이나 홍수 시에 공사용 장비나, 가시설물 등이 떠내려가면서 기존교량에 충격을 가하여 위험을 초래할 수 있으므로 이러한 일이 발생하지 않도록 사전조치를 취해야 한다.

⑥ 장마철이나 홍수 시 신설교량의 터파기나 가시설물로 인하여 유수방향이나 유속의 변화로 기존교량 기초의 세굴현상이 발생할 수 있으므로 이러한 일이 없도록 조치해야 한다.

⑦ 신설교량의 기초공사를 위해 공사용 진입로, 작업장의 가축도 등이 유수단면을 축소 시켜 홍수시 수위가 상승하여 기존교량에 위험을 줄 수 있으므로 검토 후 이러한 일이 일어나지 않도록 해야 한다.

⑧ 신설교량의 공사 중 경사진 우물통기초를 바로 세우거나, 가시설물의 버팀목적 등으로 기존교량의 기초나 교각을 이용하여서는 안 된다. 부득이 이용할 시는 충분한 검토 후 대책을 수립하여 이용해야 한다.

⑨ 운행선위를 횡단하는 고가교량의 빔을 가설할 때는 열차안전운행에 지장 없도록 선로차단작업 등의 절차를 받은 후 시행해야 한다.

7) 운행선 궤도관리

① 궤도변형의 허용은 궤도 위를 운행하는 열차의 주행속도와 관련이 있고 운행선 유지관리 기관에서 유지보수를 위해 변위의 허용한계를 정하여 두고 있으므로 근접공사에는 해당 운행선의 유지관리 담당기관과 협의하여 최신의 규칙, 시방서 등에서 정한 궤도변위 허용범위를 적용해야 한다.

8) 운행선 터널의 대책공

① 수급인은 운행선에 근접한 공사가 전항의 조사와 예측에서 운행선 터널에 영향이 미친다고 판단될 때는 운행선 터널의 보강대책 계획서를 제출하여 감독자/감리원의 승인을 얻은 후 시행해야 한다.

② 기존터널의 대책공

전항의 근접시공의 구분과 영향예측에서 판단된 자료에 따라 필요하면 기존 터널을 다음의 대책공법 중 적합한 것이나, 보다 좋은 공법을 택하여 보강조치 해야 한다. 기존 터널의 대책공은 주로 콘크리트라이닝의 보강 및 주변지반 보강이다.

- 모르타르 주입공

  모르타르 주입은 라이닝 시공당시 라이닝 뒤쪽 콘크리트가 제대로 채워지지 않았다든가 지하수의 유동 등으로 뒷면에 간극이 있을 때 이를 채워 라이닝배면의 공동(空洞)으로 인한 콘크리트라이닝이 받는 응력의 불균형을 없애고 누수를 막아주며, 지반 간극을 메워 라이닝 주변 지반을 보강시킨다.

- 콘크리트라이닝조각 탈락 방지공

  - 콘크리트라이닝의 부실개소에서 콘크리트의 조각이 빠져나와 틈이 생기면 콘크리트라이닝의 응력상태가 불균형이 되고, 떨어지는 콘크리트 조각이 전차선이나 차창에 떨어져 안전운전에 지장을 주며 선로상의 보수인원이나 선로 순회자에게도 위험할 수 있으므로 콘크리트 조각의 탈락을 막도록 해야 한다.

  - 콘크리트조각 탈락방지공법으로는 부실개소를 접착제 무수축 혼화재료 등을 혼합한 특수 모르타르로 보수한 후 철망, 철판(스테인리스, 동판 등), 에프알피(F.R.P) 등으로 곡면에 맞게 붙여서 앵커볼트, 록볼트 등으로 고정시킨다.

- 강아치(arch)매입 보강법

  콘크리트라이닝이 변형되고 있거나 변형의 우려가 있으며, 터널내공 단면에 여유가 없을때 시행하며 재료는 냉간압연 에이치(H)형강을 구부려 사용한다.

- 라이닝내면 보강법

  강아치보강으로도 라이닝에 미치는 하중의 증가를 감당치 못한다고 판단될 때와 원래 라이닝 두께가 부족한 경우 균열이 넓게 생겼을 경우 등으로 내공단면에 여유가 있을 때 시행하며 에이치형강, 철근, 철망 등을 사용하여 보강콘크리트를 기존 콘크리트라이닝 내면위에 덧붙이기로 타설한다. 얇을 때는 숏크리트(shortcrete)로 할 수 있다.

- 록볼트(rock bolt) 보강법

  터널내공단면에 여유가 없어 ③, ④로 보강이 불가능한 경우 시행한다.

- 스트러트(인버트아치) 보강법

  기존 터널에 인버트아치(invert arch)콘크리트가 없는 상태서 콘크리트라이닝트에 변형이 오는 경우나 인버트콘크리트가 있더라도 더 보강할 필요가 있을 때 시행하며 라이닝 하부양측(인버트타설위치)을 버팀보나 인버트아치콘크리트를 설치하여 하부의 오므라짐을 방지토록 한다.

• 터널근접 시공종류와 보강공법의 관계

앞의 1.2 터널근접공사의 구분에서 본 근접시공 종류별로 어떤 보강공법이 적합한지를 표시하면표 1.6-1과 같다.

표 1.6-1 근접시공 종류와 기존 터널대책공의 관계

대책공법 / 근접시공종류	모르타르 주입	콘크리트조각 낙하방지	강아치 보강	라이닝 내면 보강	록볼트 보강	스트러트 보강
터널병설	○	○	○	○	○	×
터널교차	○	○	△	○	○	△
터널상부의 깎기	○	○	△	○	△	○
터널상부의 쌓기	○	○	○	○	△	×
터널상부의 구조물기초	○	○	△	○	△	×
터널측부의 깎기	○	○	○	○	○	△
터널에 인접한 앵커설치	○	○	○	○	△	×
터널상부 담수	○	△	△	△	△	△
터널에 지반진동(발파)	○	○	×	△	×	×

주 ○: 효과가 기대된다. △: 경우에 따라 효과가 기대된다. ×: 별로 효과가 기대되지 않는다.

③ 근접공사의 대책

근접공사의 영향예측 결과 근접공사가 기존터널에 영향을 미치거나 미칠 우려가 있을 때는 그 영향을 경감시키기 위한 대책공법을 시행해야 한다. 대책방법을 표로 나타내면 표 1.6-2와 같다.

표 1.6-2 근접공사의 대책방법

근접공사의 종류	착안점	대책 방법
터널병설	굴착에 의한 지반변위 경감	• 굴착방법의 변경 • 단계별 굴착단면의 변경 • 지보공, 라이닝구조변경
터널입체교차	굴착에 의한 지반변위 경감	• 굴착방법의 변경 • 단계별 굴착단면의 변경 • 지보공, 라이닝구조변경
터널상부깎기	하중을 균등히 제거	• 깎기방법 변경 • 깎기순서 변경 • 깎기두께 제한
터널상부 쌓기	하중을 균등히 작용(증)	• 쌓기 두께 변경 • 흙펴기 방법 변경
터널상부구조기초	하중을 균등히 작용 굴착, 타설시 영향 경감	• 기초형식 변경 • 공법변경
터널측부깎기	하중을 균등히 제거 깎기시 지반변위 경감	• 깎기방법 변경 • 깎기순서 변경 • 사면기울기 변경
터널인접앵커	직접적 영향 제거	• 앵커배치 변경 • 프리스트레스도입방법 변경
터널상부담수	담수에 의한 영향경감	• 담수량 조절 • 지(차수)공 변경
지반진동	진동경감	• 저진동 발파 • 기계굴착 검토

9) 계측관리

① 운행선의 기존터널에 인접하여 시행하는 근접공사인 경우는 기존 터널을 안전히 보호하고 근접도 구분 영향예측이 실제와는 어떻게 상이한가를 확인하여 상이할 경우는 그에 적합한 공법으로 변경 시행해야 하므로 반드시 기존 터널에 대한 관찰과 계측을 시행해야 한다.

② 근접공사의 종류별로 계측항목(표 1.6-3 참조)과 계측할 때의 유의할 점(표 1.6-4 참조)을 참고로 하여 관리해야 한다.

표 1.6-3 근접공사의 종류와 계측항목 선정

계측항목 / 근접시공종류			라이닝 관찰	균열 측정	내공변위측정	변위측정노반궤도	천단침하측정	측정라이닝변위	지중변위측정	경사측정	측정볼트축력	측정지보공응력	용수측정	진동측정
터널병설		대	◎	◎	◎	△	○	◎	△	△	○	○	×	△
		주	◎	○	○	×	△	○	×	×	△	△	×	△
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
터널교차	위에 신설	대	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	○	○	△	△
		주	◎	○	○	△	○	○	△	×	△	△	△	△
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
	밑에 신설	대	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	○	○	△	△
		주	◎	○	○	○	○	○	△	×	△	△	△	△
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
터널상부 깎기		대	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	○	○	×	△
		주	◎	○	○	○	○	○	△	×	△	△	×	△
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
터널상부 쌓기		대	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	○	○	×	×
		주	◎	○	○	○	○	○	△	×	△	△	×	×
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
터널상부 구조물 기초		대	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	○	○	×	×
		주	◎	○	○	△	○	○	△	×	△	△	×	×
		감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

계측항목 / 근접시공종류		라이닝 관찰	균열 측정	내공변위측정	변위측정노반궤도	천단침하측정	측정라이닝변위	지중변위측정	경사측정	측정볼트축력	측정지보공응력	용수측정	진동측정
터널측부 깎기	대	◎	◎	◎	○	○	◎	○	◎	○	○	×	△
	주	◎	○	○	△	△	○	△	○	△	△	×	△
	감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
터널인접앵커 설치	대	◎	◎	○	△	△	○	○	△	△	△	○	△
	주	◎	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
터널상부 담수	대	◎	◎	○	△	○	○	△	△	△	△	◎	×
	주	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	×
	감	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×
지반진동	대	◎	◎	○	×	×	◎	×	×	×	×	×	◎
	주	◎	○	△	×	×	○	×	×	×	×	×	◎
	감	◎	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	○

주 대: 대책시공
주: 주의시공
감: 감시시공

◎: 측정을 원칙으로 한다.
○: 측정하는 것이 바람직하다.
△: 경우에 따라 측정한다.
×: 거의 필요 없음.

표 1.6-4 계측할 때의 유의할 점

근접시공 종류		유의할 점
터널병설		측방의 변형이 예측되므로 내공변위측정, 라이닝 뒤틀림 측정이 중요하며, 경우에 따라 지중변위측정 경사계 측정도 유효할 수 있다. 내공변위 측정의 측정선은 사방향(삼각형)선도 설치해야 한다.
터 널 교 차	위에신설	천단변위 측정과 내공변위 측정으로 천단부근의 변형을 파악해야 한다.
	밑에신설	노반부에 변형(침하)이 예측되므로 노반침하(궤도포함) 측정을 중요시해야 한다.
터널상부깎기		터널의 부상(浮上)과 함께 측압이 상대적으로 증대할 것이 예측되므로 내공변위, 천단, 노반의 변동을 중요시하여 측정해야 한다. 상부깎기가 편(片) 깎기일 때는 사방향의 내공변위를 주의하여 측정해야 한다.
터널상부쌓기		상부하중 증가로 천단침하, 노반침하와 함께 내공변위가 예측되므로 천단침하, 내공변위, 노반침하의 측정을 중요시 해야 한다. 편(片)쌓기의 경우는 편압이 예측되므로 사방향의 내공변위 측정을 해야 한다.
터널상부 구조물기초		상부하중 증가로 천단침하가 예측되므로 천단침하와 내공변위 측정을 중요시해야 한다. 기초하중이 편하중으로 작용할 때는 라이닝의 뒤틀림이 예측되므로 내공변위 측정에서 뒤틀림을 계측해야 한다.
터널측부 깎기		측방변형이 예측되므로 내공변위측정, 라이닝뒤틀림 측정을 중요시하고 내공변위 측정 시는 경사 측정도 해야 한다. 깎기 기울기가 급한경우는 지중변위나 경사측정도 해야 한다.
터널측방 앵커		터널의 국부적인 영향이 예측되므로 균열측정과 필요하면 내공변위(경사) 측정도 해야 한다. 누수의 변화도 측정한다.
터널상부 담수		용수량의 증가를 중요시 하고 라이닝주변의 수압의 증가로 라이닝의 변위가 예측되므로 내공변위 측정을 중요시 한다.
지반 진동		발파작업 전에 진동측정기를 설치하여 화약을 기준보다 소량을 사용하여 시험발파를 시행하여 기존터널에 미치는 진동의 정도를 파악한 후 안전한 발파의 화약량을 정하도록 한다.

주 1) 진동측정은 발파작업이 있는 경우 초기에 반드시 측정해야 한다.

10) 사고보고

① 사고보고는 긴급보고와 정식보고로 구분할 수 있으며 여기서는 다음과 같은 조치를 취해야 한다.

- 긴급보고
  - 긴급보고는 공사 중 노반붕괴나 어떤 사유로 선로가 열차운행이 불가능한 상태가 되었을 때 이 상황을 알지 못하고 열차가 사고개소를 운행하면 대형사고가 발생하므로 우선 사고의 현장에 열차의 진입을 막는 조치를 취해야 한다.
  - 우선적으로 인접역장에게 보고해야 하며 내용은 간단, 명료하게 다음과 같이 보고한다.

    예 ○○역과 ○○역간의 ○○기점 000 km 000 m 부근에 00시 00분에 ○○사유로 열차통과 불가, 열차방호 조치요망
  - 다음은 관할 지역본부에 보고해야 하며 인접역보고보다 사고현장의 상황을 상세히 보고하여 긴급복구 계획을 세우는데 도움이 되게 해야 한다.
  - 보고내용을 정확히 받았는지를 확인하고 통화시간과 송수화자의 직급과 성명을 기록하여 두어야 한다.
  - 한국철도공사 전용 무선기를 현장에 비치하였을 시는 전용무선기를 이용 인접에 운행하고 있는 열차의 기관사, 차장 등에게 직접 통보할 수 있으나 이는 평소에 사용상의 교육과 한국철도공사의 사전 승인을 받아야 한다.
  - 다음은 관계되는 부서, 기관 등에(야간, 휴무 중에는 비상연락망에 의거) 보고해야 한다.
  - 전화가 여러 대 있고 여러 사람이 있을 때에는 동시에 보고하되 보고내용은 동일하게 해야 한다.
- 정식보고
  - 정식보고는 공사감독자/감리원과 협의하여 규정에 따라 조치한다.

11) 열차방호조치

- 사고가 발생한 순간에도 사고 장소와 인접하여 열차는 운행되고 있을 수 있으므로 열차방호조치는 무엇보다 시급을 다투어 조치해야 한다.
- 열차방호조치는 1.6.10 사고보고의 긴급보고와 동시에 병행하여 조치되어야 한다.
- 열차를 사고지점에 접근하지 못하도록 열차를 정지시키는 방법에는 기후상태, 낮과 밤, 사고선로의 신호체계 등에 따라 다르므로 다음의 여러 방법 중에 적합한 방법을 하나 또는 두 가지를 택하여 동시에 시행한다.
  - 수신호(신호등, 신호기): 밤, 낮

- 한국철도공사전용무선기사용: 한국철도공사에 사용 승인을 득해야 한다.
- 단락용 동선장치: 자동폐색구간

④ 열차방호 방법은 사고운행선이 단선인 경우는 사고지점에서 양방향에서 취하고, 복선구간인 경우로서 상하선중 1개선만 운전에 지장이 있는 해당선의 열차진입방향에서 취하고 상하선이 동시에 지장을 받을 때는 상하선 진입방향 즉 양방향에서 동시에 방호조치를 취하되 열차방호의 종류와 방법은 다음과 같다.

- 정지수신호 방호: 지장열차의 차장 또는 기관사는 지장지점으로부터 정지수신호를 현시하면서 주행하여 400 m 이상의 지점에 정지수신호를 현시할 것, 수도권 전동열차 구간의 경우에는 200 m 이상의 지점에 정지수신호를 현시할 것
- 무선전화기 방호: 지장열차의 기관사 또는 선로 순회 직원은 지장 즉시 무선전화기의 채널을 비상통화위치(채널 2번)에 놓고 "○○~△△역간 상(하)선 무선방호!(단선 운전구간의 경우에는 상·하선 구분생략)"라고 3~5회 반복 통보하고 관계 열차 또는 관계 정거장을 호출하여 지장내용을 통보할 것. 이 경우에 기관사는 차장에게도 통보할 것
- 방호장치 방호: 지장열차의 기관사는 열차 방호장치의 상황발생스위치를 동작시키고, 후속열차 및 인접 운행열차가 정차하였음이 확실한 경우 또는 그 방호 사유가 없어진 경우에는 즉시 열차방호장치의 동작을 해제시킬 것
- 열차 표지 방호: 지장 고정편성열차의 기관사 또는 차장은 뒤 운전실의 전조등을 점등시킬 것. 이 경우에 KTX열차는 기장이 비상경보버튼을 눌러 열차의 진행방향 적색등을 점멸시킬 것
- 방호스위치 방호: 고속선에 KTX기장, 열차승무원, 유지보수 직원은 선로변에 설치된 폐색방호스위치(CPT) 또는 역구내방호스위치(TZEP)를 방호위치로 전환시킬 것

⑤ 사고 장소로부터 열차방호 조치를 취하는 장소까지의 거리는 약 800 m 이상 떨어진 곳으로 하는 것이 안전하나 이 거리는 해당 선로구간을 운행하는 열차 중 최고속도인 열차의 기관사가 정지신호를 인식하고 제동을 걸어서 정차할 때까지의 거리에 여유거리를 둔 거리이므로 현지선로조건, 열차최고속도 등의 조건에 따라 다를 수 있으며, 곡선부에 인접하여 신호를 볼 수 없는 장소 등도 있으므로 사고 시 정지신호를 취할 장소를 미리 정하여 두고, 열차방호 조치 사전교육 시에 신호를 취할 열차방호 요원이 해당위치를 알고 있도록 해야 한다.

⑥ 열차방호조치를 취하는 장소로 가는 도중 열차가 진입할 때는 그 자리에서 열차를 정지시키기 위한 최선의 노력을 해야 한다.

12) 긴급복구

① 긴급복구는 공사감독자/감리원의 지시에 따라 시행한다.

(2) 자재

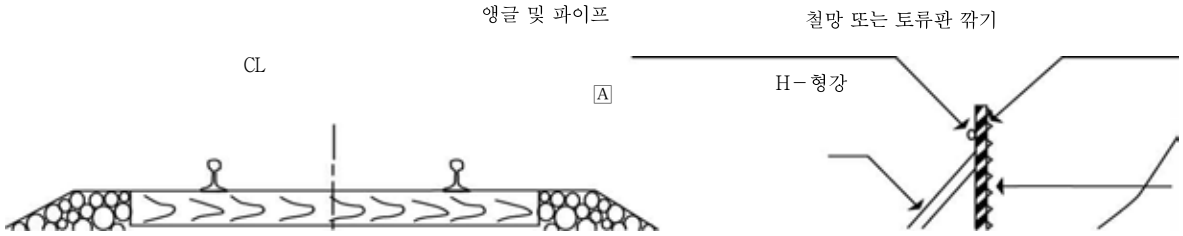
1. 재료

① 방호설비 재료는 신재를 사용해야 하며, KS 규격에 적합한 제품 또는 산업안전보건법에 의한 성능인정품을 사용한다. 단, 구조 및 기능상 이상이 없는 경우 중고재를 사용할 수 있다.

(3) 시공

1. 선로 및 열차방호설비(예)

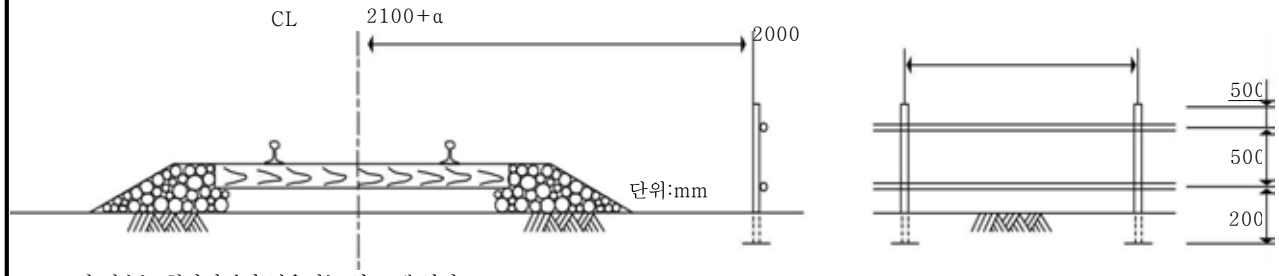
① 낙석(토사붕괴) 방호공



- H-형강의 간격이나 높이 치수는 예측되는 무너질 흙이나 암석량에 따라 정한다.
- 버팀재 A는 H형강의 높이가 높지 않고 견고히 매입되었을 때는 하지 않아도 된다.

그림 3.1-1 낙석 보호공

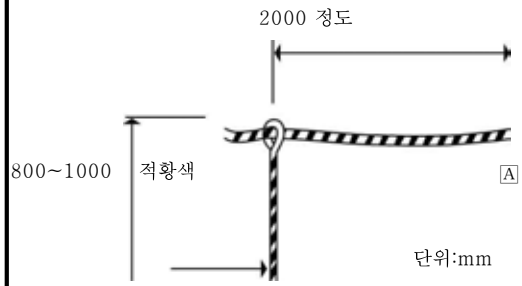
② 건축한계 표시표



- α의 치수는 현장여건이 허용되는 한 크게 한다.
- 경계표의 기둥 높이 및 간격은 현장에 맞게 조절할 수 있다.
- 재질은 철재가 아닌 목재, P.V.C 등으로 한다.
- 야간 작업 시에는 식별이 가능한 발광설비를 한다.

그림 3.1-2 건축 한계표

③ 접근금지표

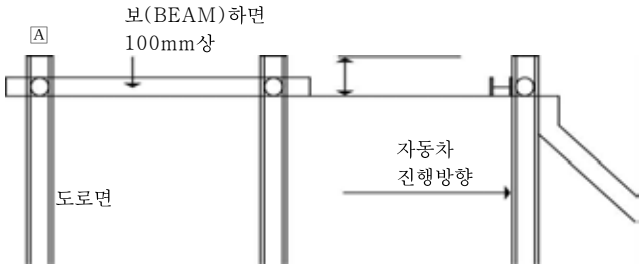


- A는 철근 등을 이용할 수 있다.
- 끈은 눈에 잘 띠는 것으로 한다.
- 작업이 완료된 후는 옮겨서 재사용할 수 있다.
- 색은 흑색과 적황색으로 한다.

그림 3.1-3 접근 금지표

건축한계표시표가 있을 경우는 '접근금지'판을 건축한계 표지표에 붙여 대용할 수 있다.

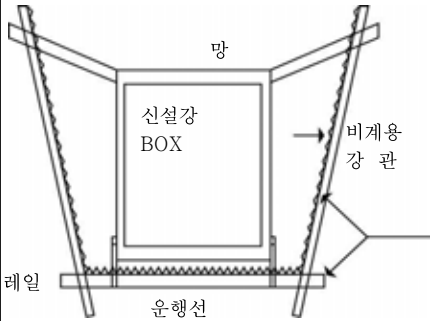
④ 선로보(梁, Beam) 보호공(선로밑 장비통과 시)



· 보(BEAM)의 하단에서 도로면까지의 높이가 4.5 m보다 여유가 없든가 부족하여 장비, 자동차 등의 통행으로부터 교량의 보(BEAM) 보호가 필요할 때 설치한다.
· 보호대상 보로부터 방호공까지의 거리는 운전자가 접촉을 감지하고 제동을 걸어 목적물(보호빔) 전에서 정지할 수 있는 거리로 한다.
· A자재는 가동으로하여 접촉된 차량을 보호하는 것이 좋다.
· 이 보호공은 전철구간의 가공선 보호에도 적용할 수 있으며 방호공의 높이는 운행선 관리자와 협의하여 정해야 한다.

그림 3.1-4 선로보 방호공

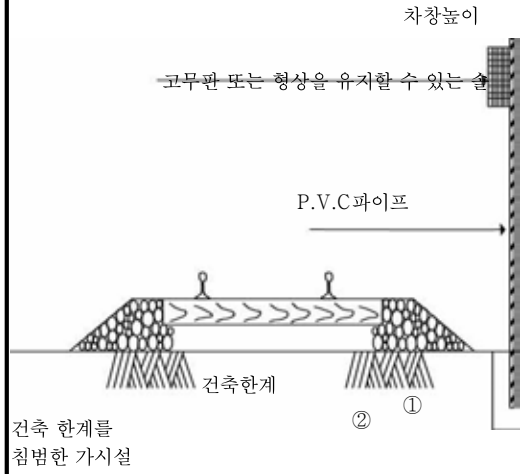
⑤ 낙하물 보호공(선로위에서 작업 시)



· 운행선 위로 신설 철도교나 도로교 등이통과할 때 가설중 공구나 볼트 등이 떨어지는 것을 방지한다.
· 골격은 비계용 철파이프를 사용할 수 있으며 망은 간격을 좁은 것을 사용하여 공구, 볼트, 너트 등이 망을 통과할 수 없게 해야 한다.
· 전차선 구간에는 고압전류에 대한 보호대책을 강구해야 한다.

그림 3.1-5 낙하물 보호

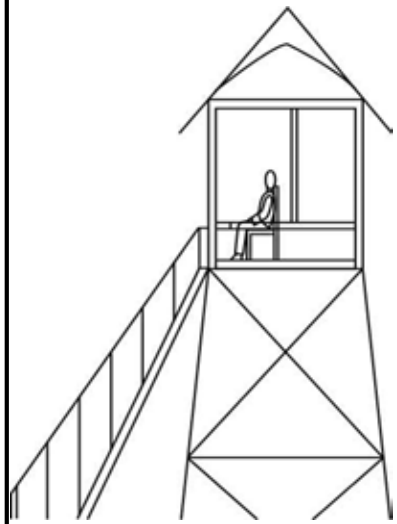
⑥ 건축한계 임시축소표



· 본 축소표는 작업상 불가피하게 건축한계를 약간 침범해야 하는 경우에 운행선 관리자의 승인을 받은 후 설치해야 한다.
· 열차 승강구에 메달려가는 승객이나 차창밖으로 손 또는 머리를 내민 승객을 보호하는 목적이므로 부딪쳐도 상처를 주지 않는 자재를 사용 해야 한다.
· ①의 고무판은 건축한계를 약간 침범하고 ②의 고무판은 건축한계를 침범한 시설물보다 약간 더 건축한계를 침범하도록 설치한다.
· ①과 ②의 위치와 거리는 몸을 차 밖으로 내민 사람이고무판이나 솔에 접촉된후 안으로 들어갈 수 있는 시간을 감안하여 정한다.

그림 3.1-6 건축한계 임시축소시 승객 보호공

⑦ 열차감시소



· 작업장 양쪽 방향의 열차 진입이 잘 보이는 곳에 설치한다.
· 앉은 자세에서 양방향의 선로가 잘 보이도록 창문의 유리를 배치해야 한다.
· 열차 접근 경보기를 설치한다.
(이 경보기는 현장작업장 경보기와도 연결시킨다.)
· 감시원이 스위치를 누름으로 작업장에 고성능 사이렌이나 경고음을 내는 경보장치를 한다.

그림 3.1-7 열차 감시소

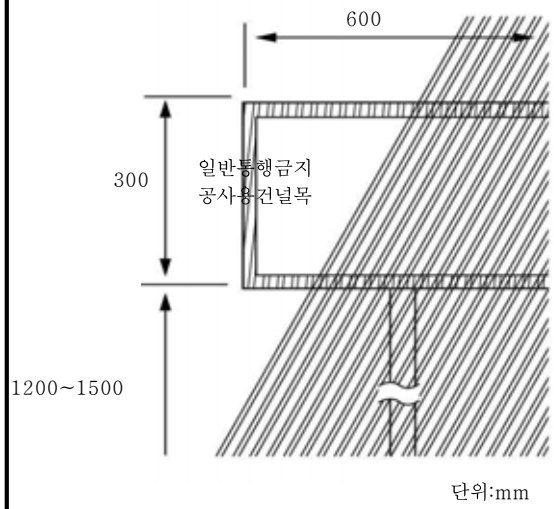
2) 임시건널목

① 임시건널목 방호설비

- 임시건널목 차단기

  임시건널목의 차단기는 반드시 운행선 관리자의 승인을 얻은 후 설치해야 한다.

- 일반통행금지표



•임시 건널목 양측에 설치한다.
•조명설치를 하여 야간에도 볼 수 있게 한다.
•필요시에는 경보등을 설치한다.

그림 3.2-1 일반인(차량) 통행금지표

- 건널목전용 통신설비
  - 인접역과 건널목 감시원
  - 건널목감시원과 현장 및 안전관리요원

② 임시건널목관리요원(안내원)

- 임시건널목 안내원은 가능한 한 건널목 안내원이나 철도 시설관리원의 경력을 가진 자로 한다.
- 건널목 안내원은 건널목 안내원 근무지침에 따라 근무하도록 하고 다음사항들도 함께 준수해야 한다.
  - 공사용 임시건널목의 차단기는 일반건널목 차단기와는 다르게 평상시는 차단기를 내려 사람 및 일반차량의 통행을 금지시키고 공사용 차량이 통과할 때와 필요할 때만 차단기를 올려 통과시키고, 다시 차단기를 내려 일반통행을 금지시킨다.

- 모든 공사용 차량이 임시건널목을 통과할 때는 차단기 앞에서 일단 정지하게하고 열차가 진입하지 않는 것을 확인 후 차단기를 올려 통과시킨다.
- 공사용 차량이 임시건널목을 사용하지 않는 야간이나 주간이라도 사용하지 않는 기간은 차단기를 쇄정시키고 통행금지 표지판을 세워 일반통행을 하지 못하도록 해야 한다.
- 공사용 차량이 건널목을 통과하면서 흙, 모래, 자갈, 암석 등을 선로위에 흘리지 못하게 해야 하며, 흘렸을 때는 즉시 치우거나 청소해야 하고, 특히 본 레일과 가드레일사이는 이물들이 들어가지 않도록 관리하여 열차운전에 지장을 주지 않도록 해야 한다.
- 안내원은 차단기를 올린상태에서는 열차접근 자동알림신호(종이나 벨) 소리를 청취할 수 있는 영역을 벗어나서는 안 된다.
- 차단기, 통신설비 등의 기능을 수시로 점검하고 이상이 있을 시는 즉시 보고하여 수리토록 한다.
- 사고 발생 시는 인접역과 안전관리책임자에 즉시 보고할 수 있는 절차를 숙지해야 하며 비상연락망 표를 비치하여 사고 시 즉시 보고해야 한다.

3. 유류방호설비

① 방화벽

- 방화벽의 위치, 길이, 높이 등은 보관된 유류가 화재가 발생하였다고 가정하여 운행선에 피해를 주지 않는 범위에서 정한다.
- 방화벽의 구조도 화재 시 충분히 견딜 수 있는 구조로 해야 한다.

② 화기엄금표시

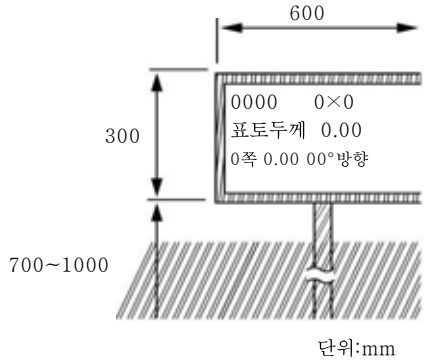
- 화기엄금 구역 내에서는 어떠한 경우에도 화기를 다룰 수 없다.
- 성냥, 라이터 등을 보관하거나 소지할 수 없으며 누전을 막기 위해 전선의 관리를 철저히 해야 한다.

③ 금연표시

- 흡연자의 출입 시 라이터, 성냥 등은 입구에 보관토록 하고 주의를 환기시킨다.
- 급유, 주유를 위한 정차 시 차량기사들을 철저히 관리한다.

4. 기타설비

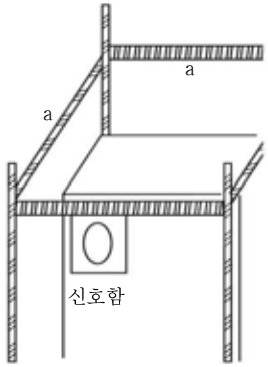
① 지하매설물 주의표



· 상단 : 매설물 명칭
  예 상·하수도관 100 mm × 1
  가스관 50 mm × 2
  통신케이블 00 mm × 1
· 중간 : 매설물 상단으로부터 지표면까지의 거리를 기입한다.
· 하단 : 주의표지판 위치로부터 앞, 뒤, 왼쪽, 오른쪽으로 떨어진 거리와 표지판 방향을 기준하여 매설물의 매입된 방향을 평행, 직각, 60°등으로 표시한다.

그림 3.4-1 지하매설물 주의표

② 선로시설물 보호책



•보호시설물로부터 약 1.0 m정도 주위에 보호책을 설치한다.
•ⓐ에는 “장비접근금지”를 표기한다.
•색은 검정색과 주황색으로 눈에 잘 보이게 한다.

그림 3.4-2 선로시설물 보호책

3 . 표 준 안 전 시 방 서

1. 안전관리 목표

안전관리는 인명의 사상과 장비·물자의 파괴 및 손실을 가져올 잠재적 위험 상태로부터 사고를 예방하여 임무를 안전하게 수행할 수 있도록 계획·편성·통제하고, 최종적으로 공사시행 시 무사고·무재해 현장을 실현하는 것을 그 목표로 한다.

2. 안전관리 조직·안전관계자 임무

2-1 일반사항

가. 시공자는 철도안전법, 산업안전관계법규(산업안전보건법, 산업안전재해보상법, 근로기준법 등) 및 동법 시행령의 제반 규정과 의무사항을 준수한다.

나. 현장대리인 및 안전관리 종사자 또는 작업책임자는 작업원 및 공중의 안전에 대한 보호책임이 있으므로 보호·예방조치를 한다.

다. 시공자는 결국 안전사고 방지에 관한 모든 책임을 갖고 있으므로 본 설계서에 특별히 정하지 않은 사항이라도 안전유지를 위하여 포괄적이고 적극적인 대책을 수립한다.

라. 철도운행선 공사는 열차운행선에서 시행되는 특수성을 감안하여 별도의 안전관리자를 배치하여야 한다.〔열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼〕

마. 산업안전처-293(`21.3.15.)호 건설현장 사망자 줄이기 관련 대통령 지시사항에 따라 발주공사 현장의 안전·보건조치, 근로자 보호구 착용, 안전교육의 적정 실시 상태 등에 대한 점검·지도 강화 및「공공공사 추락사고 방지에 관한 보완지침(국토교통부 지침)」이행 철저

바. 「건설현장 추락사고 방지 종합대책(‘19.4.11.)」에 의한 공공공사 추락사고 방지에 관한 보완지침을 준수(`22.11.7.)

* (작업허가제) 고소작업(2m이상)에 대한 작업계획서 제출 및 승인을 받은 후 위험공종에 작업에 착수

2-2 안전관리 조직

가. 안전관리 조직은 종·횡적으로 원활하고 신속하게 업무가 전달되고 상호협조가 용이한 형태로 구성한다.

나. 안전관리 조직에는 공사현장에 종사하는 자는 모두 포함된다.

다. 안전관리 업무의 수행을 위한 조직은 안전보건관리책임자, 안전관리자, 안전담당자 등으로 구성한다.

2-3 안전관리 조직의 역할

가. 안전관리계획서에 따른 표준작업 이행 및 안전시공 여부를 확인 한다.

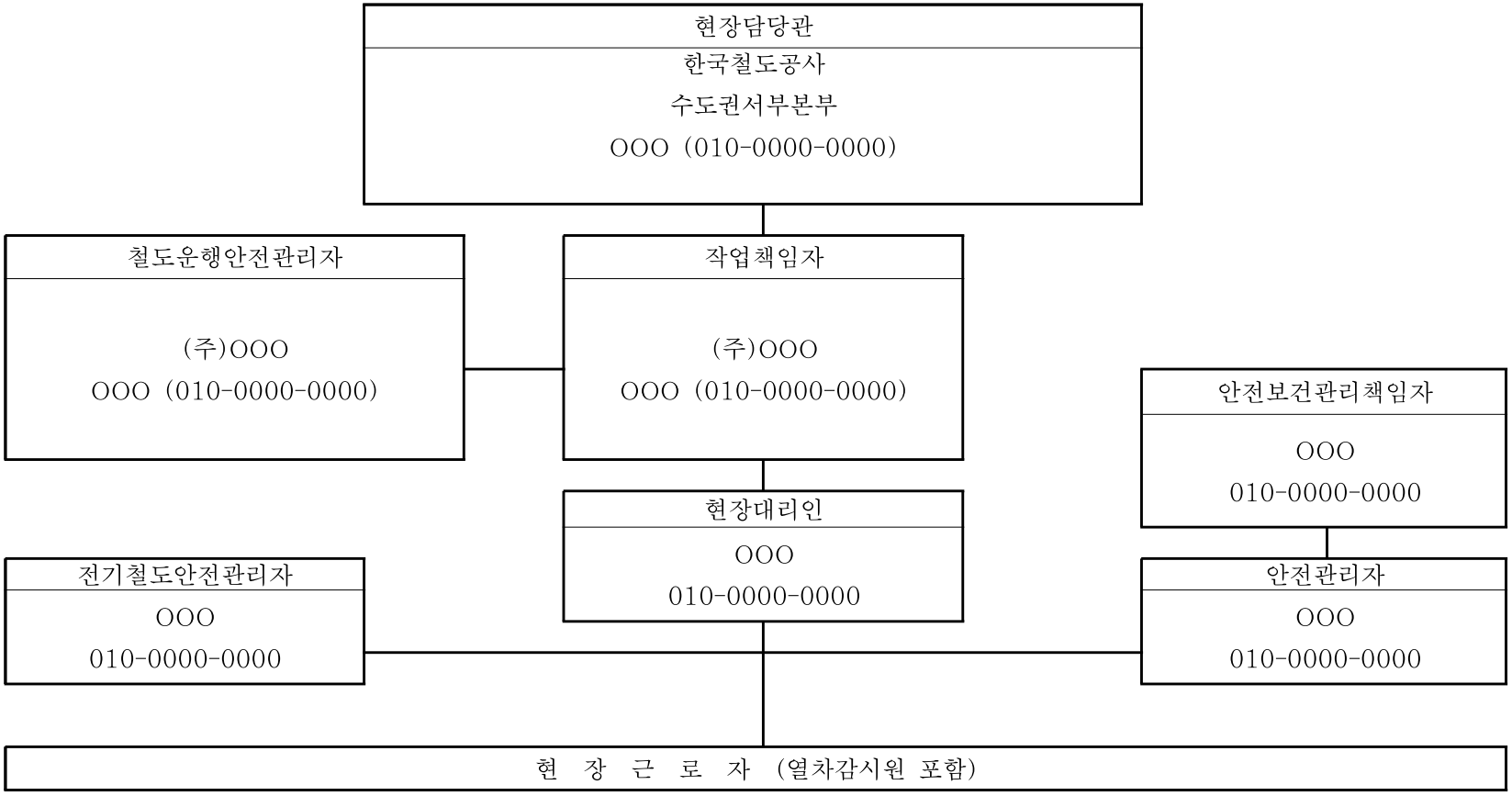
나. 안전관리계획서에 따른 안전교육을 실시한다.

다. 안전사고를 사전에 예방하기 위한 다음의 조치를 취한다.

(1) 제반 유해 위험 요소의 제거

(2) 계획적이고 체계적인 현장순찰 및 위험예지활동 전개

※현장 안전관리 조직도(예시)



라. 작업책임자의 배치 및 임무

(1) 작업책임자는 반드시 현장상주 원칙

(2) 작업자의 작업장 이동 및 철수 시 출입문을 취급하여 직접 인솔

(3) 작업시행 전 작업자 안전교육 시행 여부 확인 및 안전조치 이행 여부 확인

(4) 철도운행안전협의 전 관계부서와 선로작업협의 시행

(5) 사업장내에서 작업과 관련되는 기계, 기구 또는 설비에 안전보건 점검 및 이상유무의 확인

(6) 작업자의 작업복 보호구 및 방호장치의 점검 그 착용, 사용에 관한 지도·감독

(7) 당해 작업에서 발생한 산업재해에 관한보고 및 이에 대한 응급조치

(8) 당해 작업장의 정리정돈 및 통로 확보와 확인 감독

(9) 당해 사업장의 안전관리자의 지도, 조언에 대한 협조

(10) 기타 당해 작업의 안전에 관한 사항 관리·감독

마. 현장대리인

「건설산업기본법」 제40조에 따른 工事의 시공관리, 용역업무 수행관리, 그 밖에 기술상의 관리를 위해 工事 현장에 배치한 시공사 기술자로 다음 사항을 준수한다.

(1) 현장대리인은 공사 시공에 적합한 기술자격 소지자로 선임한다.

(2) 현장대리인은 철도운행안전관리자 등 다른 직과 겸직을 할 수 없으며 공사현장에 상주하여야 한다. 작업책임자의 승인 없이 현장을 이탈한 때에는 과태료 부과, 교체 등 관련자를 제재조치 할 수 있다.

(3) 작업자의 기능·지식·숙련도 등에 대하여 작업책임자가 부적격자로 판명하여 통보할 경우 현장대리인은 그 작업자를 즉시 교체하여야 한다.

(4) 현장대리인은 작업 전반에 대한 안전관리 및 작업관리 업무를 총괄하여야 한다.

(5) 현장대리인(또는 안전관리자)은 작업시작 30분 전에 작업내용과 개인별 임무를 숙지토록 안전교육(작업특성에 맞는 안전작업계획서 작성 포함, 참여자 서명)을 시행하고 작업책임자 확인 후 작업을 시행한다.

(6) 현장대리인은 매일 작업 전에 해당 작업에 대한 안전을 위하여 다음 사항을 주지시킨다.

1) 작업의 목적과 범위 및 각 작업자의 담당 직무

2) 작업의 시행순서와 방법 및 작업지시서의 검토

3) 작업의 곤란성과 위험성에 대한 조치 등

(7) 현장대리인은 작업을 시작하기 전에 검사자를 제외한 작업원(철도운행안전관리자, 전기철도안전관리자, 장비운전원, 열차감시원 등 포함)을 대상으로 음주, 질병, 피로, 수면시간 등 작업원 적합성 검사를 시행하고, 부적합으로 판정된 작업원은 작업 투입을 금지하여야 한다.

바. 안전보건관리책임자

「산업안전보건법」 제15조에 따라 해당 작업장의 안전관리업무를 총괄하여 관리하는 자로 다음 사항을 준수한다.

(1) 안전보건관리책임자는 현장 안전관리업무를 총괄한다.

(2) 공사에서 현장안전점검 시 입회하고 점검결과 지적사항을 시정하여야 한다.

(3) 안전관리업무와 관련하여 발주부서에 보고·제출하는 서류 등에 대한 책임이 있다.

(4) 산업재해 예방계획 수립, 안전보건관리 규정의 작성 및 근로자의 안전·보건에 관한 사항을 교육한다.

(5) 작업환경의 측정 및 점검, 개선 한다.

(6) 산업재해 발생 시 원인 조사 및 재발방지 대책을 수립한다.

(7) 안전 보건에 관련되는 안전장치 및 보호구 구입 시 적격품 여부를 확인 한다.

(8) 기타 근로자의 유해·위험 예방을 위한 조치를 한다.

사. 안전관리자의 역할과 임무

「산업안전보건법」제17조에 따라 안전에 관하여 작업책임자를 보좌하고 조언·지도하는 업무를 수행 하는 자로 다음 사항을 준수한다.

*** 시행령 제16조 6항 관련 안전관리자 선임 시 14일 이내 고용노동청에 신고**

(1) 법 제24조제1항에 따른 산업안전보건위원회 또는 법 제75조제1항에 따른 안전 및 보건에 관한 노사협의체에서 심의·의결한 업무와 해당 사업장의 법 제25조제1항에 따른 안전보건관리규정 및 취업규칙에서 정한 업무

(2) 법 제36조에 따른 위험성평가에 관한 보좌 및 지도·조언

(3) 법 제84조제1항에 따른 안전인증대상기계 등과 법 제89조제1항 각 호 외의 부분 본문에 따른 자율안전확인대상기계 등 구입 시 적격품의 선정에 관한 보좌 및 지도·조언

(4) 해당 사업장 안전교육계획의 수립 및 안전교육 실시에 관한 보좌 및 지도·조언

(5) 사업장 순회점검, 지도 및 조치 건의

(6) 산업재해 발생의 원인 조사·분석 및 재발 방지를 위한 기술적 보좌 및 지도·조언

(7) 산업재해에 관한 통계의 유지·관리·분석을 위한 보좌 및 지도·조언

(8) 법 또는 법에 따른 명령으로 정한 안전에 관한 사항의 이행에 관한 보좌 및 지도·조언

(9) 업무 수행 내용의 기록·유지

(10) 그 밖에 안전에 관한 사항으로서 고용노동부장관이 정하는 사항

(11) 인접공사 작업계획서를 검토·보완하여 운행선 인접공사가 안전하게 시행될 수 있도록 조치

(12) 시행예정 작업에 대한 안전조치가 잘 되었는지를 미리 점검하고 미비된 경우는 바로 보완조치

(13) 운행선 작업 사전 안전교육 시행 및 작업 시 현장 입회

(14) 안전관련 요원들의 배치와 근무사항을 점검

(15) 방호장치·기계·기구 및 설비 또는 보호구 구입 시 적격품을 선정한다.

(16) 사고발생시 열차안전조치와 인접역 등 관련기관에 긴급연락을 취할 수 있는 교육과 훈련이 되어 있는지를 수시로 점검

(17) 안전관리자는 타업무 병행금지

※ 안전관리자 자격요건〔산업안전보건법 시행령_별표4〕

안전관리자의 자격(제17조 관련)
안전관리자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람으로 한다. 1. 법 제143조제1항에 따른 산업안전지도사 자격을 가진 사람 2. 「국가기술자격법」에 따른 산업안전산업기사 이상의 자격을 취득한 사람 3. 「국가기술자격법」에 따른 건설안전산업기사 이상의 자격을 취득한 사람 4. 「고등교육법」에 따른 4년제 대학 이상의 학교에서 산업안전 관련 학위를 취득한 사람 또는 이와 같은 수준 이상의 학력을 가진 사람 5. 「고등교육법」에 따른 전문대학 또는 이와 같은 수준 이상의 학교에서 산업안전 관련 학위를 취득한 사람 6. 「고등교육법」에 따른 이공계 전문대학 또는 이와 같은 수준 이상의 학교에서 학위를 취득하고, 해당 사업의 관리감독자로서의 업무(건설업의 경우는 시공실무경력)를 3년(4년제 이공계 대학 학위 취득자는 1년) 이상 담당한 후 고용노동부장관이 지정하는 기관이 실시하는 교육(1998년 12월 31일까지의 교육만 해당한다)을 받고 정해진 시험에 합격한 사람. 다만, 관리감독자로 종사한 사업과 같은 업종(한국표준산업분류에 따른 대분류를 기준으로 한다)의 사업장이면서, 건설업의 경우를 제외하고는 상시근로자 300명 미만인 사업장에서만 안전관리자가 될 수 있다. 7. 「초·중등교육법」에 따른 공업계 고등학교 또는 이와 같은 수준 이상의 학교를 졸업하고, 해당 사업의 관리감독자로서의 업무(건설업의 경우는 시공실무경력)를 5년 이상 담당한 후 고용노동부장관이 지정하는 기관이 실시하는 교육(1998년 12월 31일까지의 교육만 해당한다)을 받고 정해진 시험에 합격한 사람. 다만, 관리감독자로 종사한 사업과 같은 종류인 업종(한국표준산업분류에 따른 대분류를 기준으로 한다)의 사업장이면서, 건설업의 경우를 제외하고는 별표 3 제28호 또는 제33호의 사업을 하는 사업장(상시근로자 50명 이상 1천명 미만인 경우만 해당한다)에서만 안전관리자가 될 수 있다. 10. 「건설산업기본법」 제8조에 따른 종합공사를 시공하는 업종의 건설현장에서 안전보건관리책임자로 10년 이상 재직한 사람

아. 철도운행안전관리자(운행안전협의담당자) 역할 및 임무

(1) 열차운행선상 공사, 철도보호지구 내 공사, 철도보호지구 외 공사 중 열차운행선에 영향을 미칠 수 있는 공사에 배치

(2) 철도운행안전관리자는 1개 작업 장소에 1명을 배치하는 것을 원칙으로 하며, 동일 작업구간(1개 차단구간) 내 여러 건의 작업을 동시다발적으로 수행하는 경우 철도운행안전관리자가 업무를 수행할 수 있는 범위를 산정하여 복수의 철도운행안전관리자를 배치

(3) 철도운행안전관리자(운행안전협의담당자)는 반드시 현장 상주하여야 하며, 작업 전 역장과 철도운행안전협의 시행 및 변경 시 재협의

(4) 철도운행안전협의 결과 작업책임자에게 정확히 통보

(5) 작업 중 이례사항 발생 시 열차 방호 등의 조치

(6) 철도차량의 운행선로나 그 인근에서 철도시설의 건설 또는 관리와 관련한 작업을 수행하는 경우에 작업일정의 조정 또는 작업에 필요한 안전장비·안전시설 등의 점검

(7) 인접공사 시행 시 선로를 운행하는 열차가 있는 경우 해당 열차의 운행일정 조정

(8) 열차접근경보시설이나 열차접근감시인의 배치에 관한 계획 수립·시행과 확인

(10) 작업 시행 전 작업책임자와 점검내용을 상호 교차 확인 및 기록·유지

(11) 철도차량 운전자나 관제업무종사자와 연락체계 구축, 지연열차·임시열차등 열차운행상황 파악 통보 등

(12) 열차접근 경보시설(경보앱, 경보장치) 설치여부 및 작동여부 확인

(13) 작업 전 작업자 안전교육, 작업 적합성 검사 시행여부 확인

(14) 작업 전 안전장비, 안전시설의 적정성 점검(작업시행 전 점검표 기록)

(15) 승인되지 않은 임의작업 통제

(16)도급자(시공사)의 중대한 안전관리 위규사항 발생 시 감독자(감리) 보고

자. 열차감시원 역할 및 배치

(1) 열차감시원은 열차가 접근할 때 작업자가 안전하게 대피할 수 있도록 신속히 경보하고, 통과하는 열차에 대하여 전호를 현시

(2) 열차감시원은 열차감시 중에는 다른 임무와 겸직 금지

(3) 기본 휴대품 소지{열차시각표, 무전기, 무선전화기, 확성기·경보기, 적색기·백색기(주간), 적색등·백색등(야간) 등}

(4) 열차감시원의 배치 위치는 열차감시가 용이하며 작업자와 소통이 가능한 열차 운행선 밖의 안전한 곳을 작업책임자가 철도운행안전관리자, 안전관리자와 협의하여 지정

(5) 열차감시원은 운행선 또는 운행선 인접 작업 시 작업자 투입 전 배치를 완료하여 열차감시 업무를 수행하며 작업 완료 후 모든 작업자가 현장 철수 후 철수

차. 전기철도안전관리자의 배치 및 임무

(1) 작업자 감전사고 예방 및 전기안전 위험요인 감시·통제

(2) 전차선로에 지장을 줄 우려가 있거나 전차선로의 급·단전이 필요한 경우 전기철도안전관리자 배치

(3) 전차선로 근접 작업 또는 전차선로의 급·단전이 필요한 작업에 있어 급·단전 협의 및 전차선로 안전관리 등의 업무를 수행

(4) 철도교통관제센터 전기운용부 전차선로 급·단전 협의

(5) 전차선로 단전 확인 및 접지걸이 설치 후 작업책임자에게 통보

(6) 급전 시 작업책임자로부터 작업관계자 철수 확인 후 접지걸이 철거

(7) 해당 공사현장 작업자, 차량, 기계장치 취급자에 대한 안전교육

(8) 미승인 작업 및 충전선로 이격거리 확보 관리

3. 안전점검

3-1.자체안전점검

열차의 안전운행과 철도시설 및 장비의 정상기능을 확보하기 위하여 안전점검을 실시

가. 일일점검

○(점검자) 작업책임자, 현장대리인, 철도운행안전관리자

○(점검시기) 매일

○(점검방법) 작업장, 설비 및 장비 상태 점검, 안전설비 점검

○점검을 실시한 후 이상이 있는 경우에 한하여 업무일지 작성

나. 월별점검

○(점검자) 작업책임자, 현장대리인, 현장담당관, 철도운행안전관리자

○(점검시기) 매월(월 1회 실시)

○(점검방법) 작업장

다. 계절별점검

○(점검자) 소속기관의 장

○(점검시기) 매 계절

○(점검방법) 소속(작업·공사현장 포함)의 안전관리실태 점검 및 계절별 취약요인 점검

○계절별 기간 및 취약요인을 반영하여 실시

라. 특별점검

○특별지시에 의해 시행

〈계절별 점검 기간 및 취약요인〉



계절별	기 간	취 약 요 인
봄 철 (해빙기)	3. 1~ 5. 31	-지반 동결·융해로 인한 흙막이 지보공 붕괴, 낙석 발생, 비탈면 붕괴 -현장 주변지반 침하로 시설물 손상 또는 지하매설물 파손 -녹은 눈이 경사면 내부로 침투하여 비탈면 붕괴 -동결지반의 이완 및 침하로 지하매설물 파손 -동결지반 위에 설치된 비계 등 가설구조물 붕괴
여름철	6. 1~ 8. 31	- 침수, 붕괴, 낙석, 비탈면, 배수로 확인 - 강풍에 의한 구조물 탈락, 장비 전도 - 여름철 무더위·열대야 현상 등 심신이완으로 인한 주의력 감퇴 및 졸음
가을철	9. 1~ 11. 30	- 가을철 행락객 및 추석 귀성객 수송 - 짙은 안개로 전도주시 및 열차접근여부 확인곤란
겨울철	12. 1~ 2. 28	- 추위로 인한 행동둔화 - 혹한, 폭설, 결빙 등으로 작업조건 악화 - 시설 장비의 동결·동파 - 각종 화재발생 우려

라. 작업장 순회점검

○ 산업안전보건법 제64조제1항제2호에 따른 '작업장 순회점검' 시행(주1회)

〈산업안전보건법〉
제64조(도급에 따른 산업재해 예방조치) ① 도급인은 관계수급인 근로자가 도급인의 사업장에서 작업을 하는 경우 다음 각 호의 사항을 이행하여야 한다.
2. 작업장 순회점검
〈산업안전보건법 시행규칙〉
제80조(도급사업 시의 안전·보건조치 등) ① 도급인은 법 제64조제1항제2호에 따른 작업장 순회점검을 다음 각 호의 구분에 따라 실시해야 한다.
2. 제1호 각 목의 사업을 제외한 사업: 1주일에 1회 이상

○ (시행방법) '작업현장 안전관리를 위한 현장점검 프로세스'에 따라 주1회 이상 현장 점검 시행(선로관리처-391, `22.1.27.)

마. 작업장 합동 안전·보건 점검

○ 산업안전보건법 제64조제2항에 따른 '합동 안전보건점검' 시행(분기1회)

〈산업안전보건법〉
제64조(도급에 따른 산업재해 예방조치) ② 제1항에 따른 도급인은 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 자신의 근로자 및 관계수급인 근로자와 함께 정기적으로 또는 수시로 작업장의 안전 및 보건에 관한 점검을 하여야 한다.
〈산업안전보건법 시행규칙〉
제82조(도급사업의 합동 안전·보건점검)
① 법 제64조제2항에 따라 도급인이 작업장의 안전 및 보건에 관한 점검을 할 때에는 다음 각 호의 사람으로 점검반을 구성해야 한다.
1. 도급인
2. 관계수급인
3. 도급인 및 관계수급인의 근로자 각 1명
② 법 제64조제2항에 따른 정기 안전·보건점검의 실시 횟수는 다음 각 호의 구분에 따른다.
2. 제1호의 사업을 제외한 사업: 분기에 1회 이상

○ (시행방법) '중대산업·시민재해 관련 안전점검'에서 정한 사업기간에 따른 점검기준을 보완

* 운행선 인접공사는 '열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼'의 현장담당관 점검(월1회)의 점검 시 병행하여 시행(토목시설처-3586, `21.12.29.)

3-2 중대산업·시민재해 관련 안전점검

가. 사업기간에 따른 점검횟수

사업기간	모든 작업	1월 이상~3월 미만	3월 이상
점검횟수	착수 시	1회	분기 1회 이상

3-3.철도보호지구 점검 및 관리

가. 공사종류별 위험등급

열차운행선 인접공사의 특성(공사종류·규모, 주요공종, 시공방법, 선구별 중요도 및 특성 등)을 감안하여 공사종류별·세부공종별 위험도 등급제를 도입하여 공사 특성에 맞는 안전관리 시행

○공사종류별 등급 분류

구 분	공 사 종 류	비 고
A등급	ㅇ 철도시설물에 직접 변경을 가져오거나, 직접 접촉하여 철도안전에 직접 영향을 줄 수 있는 공사 및 공정 - 철도횡단공사(과선교, 지하차·보도, 하수박스, 상하수도관, 가스관, 전력통신관, 가공전선로 설치 등 : 원형 내경1m 초과, 각형 1㎡초과) - 옹벽 등 터파기 시행 시 가시설(토류벽, 시트파일, 어스앵커 등)을 설치한 후 시행하는 공사 - 전차선 및 선로차단 승인 후 시행하는 건축공사 - 트러스교량 도장공사 - 예비설비를 확보하지 않은 운행선 전기설비(전차선, 신호 등) 공사 - 전차선 가압부분에서 2m 이내 근접되는 작업 - 전도시 열차운행선을 지장할 수 있는 대형장비(크레인, 항타기, 천공기 등)를 사용하는 공사(공정)	

구 분	공 사 종 류	비 고
B등급	ㅇ 철도시설 및 열차운행에 지장을 줄 우려가 있다고 판단되는 공사 - 철도횡단공사(과선교, 지하차·보도, 하수박스, 상하수도관, 가스관, 전력통신관, 가공전선로 설치 등 : 원형 내경1m 이하, 각형 1㎡이하) - 선로 및 노반의 침하가 우려되는 터파기를 수반하는 공사(별도의 가시설이 필요없는 경우) - 타워크레인, 백호우, 펌프카 등 장비가 건축한계를 침범할 우려가 있는 작업 - 3층 이상의 건축물 신축·증축·개축 공사 - 절개지 상부 건축행위, 선로변 도로·철도개설 등 - 선로차단 후 시행하는 구조물 개량공사(터널개량 등) - 열차운행에 직접 영향은 없으나 열차서행 또는 열차사이 차단을 필요로 하는 공사(교좌장치교체, 교량도장, 교측보도 설치 등) - 선로변 케이블 포설 및 터널 내 열차사이 차단공사(통신) - 주요회선(CTC, SCADA, 전산회선 등) 절체공사 - 예비설비가 확보된 운행선 전기설비 공사 - 전차선 가압부분에서 15m 이내 근접되는 작업	
C등급	ㅇ 철도시설 및 열차운행에 지장을 줄 우려가 경미하다고 판단되는 공사 - 소규모 건축물 신축·증축·개축공사 등 - 철도교량 하부 준설·도로개설·관매설 공사 등 - 운행선에 지장되지 않는 전기설비 공사 - 열차서행 및 선로차단이 필요없으며, 선로와 인접하여 시행하는 공사(장비가 없는 경우)	

* 공사내용보다 세부적용 공종을 우선하고, 낮은 등급 공사도 일부 공종이 상위등급일 경우 공종별 상위등급 적용

* 단일 공사에서도 세부 공종별로 달리 적용

3-4. 법령 . 사규의 요구사항 준수에 관한 사항

가. 열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼에 의하여 공사를 시행한다.

나. 공사 위험등급

구 분	안전관리 강화	비 고
A등급	○ B등급 안전관리 시행 ○ 복수감독 지정 운용(공백방지) ○ 주 1회 이상 합동점검	
B등급	○ C등급 안전관리 시행 ○ 안전관리자 별도 배치(설계서에 별도 계상) ○ 필요시 주요공종에 복수감독 지정(공백방지) ○ 월 1회 이상 합동점검 ○ 장비별 안전관리자 별도 배치 ○ 전차선 단전 또는 지장우려 시 전기철도안전관리자 배치 ○ 전기분야 안전교육 및 순회점검 강화	
C등급	○ 월 1회 이상 합동점검 ○ 공정을 감안하여 필요한 공정에 안전관리자 별도 배치 ○ '건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준'에 근거한 안전시설 설치 의무화	

*합동점검 : 지역본부(주관부서 또는 안전처)와 현업 소속(사업소장(팀장), 선임장)

*고속열차 운행선구는 B등급 이상으로 관리

다. 기타 필요한 사항 발생 시 다음 규정을 적용하여 안전위주의 조치를 이행 한다.

'철도안전보건관리규정', '철도보호지구 안전작업 절차에 관한 세칙', '열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼' 등을 확인하여 우리공사 안전관리체계 준수

※ 본 공사는 철도시설 및 열차운행에 지장을 줄 우려가 있다고 판단되는 공사이므로 위험등급 'B'에 해당하는 안전관리 적용

라. 도급에 따른 산업재해 예방 조치사항 (법 제64조)

(1) 도급인과 수급인을 구성원으로 하는 안전 및 보건에 관한 협의체의 구성 및 운영

* 매월 1회 이상 정기적 회의개최 및 결과의 기록·보존

(2) 작업장 순회점검(1주일 1회 이상) 및 도급인·관계수급인 합동 안전·보건 점검(분기 1회 이상)

(3) 관계수급인이 근로자에게 하는 안전보건교육을 위한 장소 및 자료의 제공 등 지원 및 법 제29조 제3항에 따른 안전보건교육의 실시 확인

(4) 다음 어느 하나의 경우에 대비한 경보체계 운영과 대피방법 등 훈련

* 작업 장소에서 발파작업을 하는 경우

* 작업 장소에서 화재·폭발, 토사·구축물 등의 붕괴 또는 지진 등이 발생한 경우

마. 작업중지 및 중대재해 발생 시 조치사항 (법 제51조, 제54조)

(1) 사업주는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있을 때 및 중대재해가 발생하였을 때에는 즉시 작업을 중지시키고 근로자를 작업장소에서 대피시키는 등 안전 및 보건에 관하여 필요한 조치 시행

[산업안전보건법]

제2조(정의) 2. "중대재해"란 산업재해 중 사망 등 재해 정도가 심하거나 다수의 재해자가 발생한 경우로서 고용노동부령으로 정하는 재해를 말한다.

[산업안전보건법 시행규칙]

제3조(중대재해의 범위) 법 제2조제2호에서 "고용노동부령으로 정하는 재해"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 재해를 말한다.

1. 사망자가 1명 이상 발생한 재해
2. 3개월 이상의 요양이 필요한 부상자가 동시에 2명 이상 발생한 재해
3. 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10명 이상 발생한 재해

* 산업안전보건법 제2조, 제51조, 제54조, 제64조(법률 제16272호, '19.1.15, 시행 '20.1.16.)

* 산업안전보건법 시행규칙 제3조(고용노동부령 제272호, '19.12.16, 시행 '20.1.16.)

4. 안전교육

4-1. 안전교육목적

운행선 인접공사를 안전하게 시행하기 위해서 시기별로 안전교육대상자(참여기술자, 작업자 등)에게 운행선 공사 위험요소, 사고사례 등 철도 특성에 맞는 안전교육 시행

4-2. 안전교육 시행 관리 및 절차

○ 외부업체의 시기별 안전교육 이행여부 확인

- 외주업체가 시행할 대상교육을 시방서에 명시하고, 교육자료는 철도 특수성 및 현장특성을 반영하여 발주처에서 제공

교육명	시행시기	시행주체	교육대상
착수 전 최초교육	공사(용역)계약 후	발주자	작업책임자, 외주업체
착수 전 전파교육	공사(용역)시행 전	시공사	참여기술자, 작업자(신규작업자)
밀밀안전교육	당밀작업 전	시공사	참여기술자, 작업자
정기·특별교육	월1회 또는 수시	시공사	참여기술자, 작업자

* 작업장 최초 투입인력에 대한 교육내용 확인 필수

- 교육시행자는 교육 종료 후 현장담당관에게 SNS로 보고

* 보고내용 : 교육내용, 서명, 사진 등을 포함한 교육일지

○ 현장 작업자를 대상으로 현장담당관 직접교육 시행

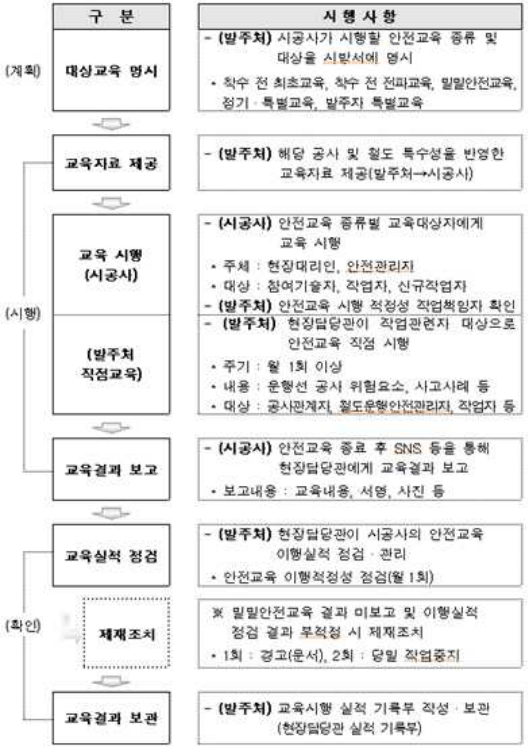
- 교육내용, 서명, 사진 등을 포함한 교육실적을 현장담당관 실적 기록부에 작성·보관

○ 외부업체 안전교육 미시행 시 작업중지 등 제재 조치

* 1회 : 경고(문서), 2회 : 당일 작업중지

4-3. 안전교육 시행 절차 및 시행내용

〈안전교육 시행 절차〉



〈안전교육 시행 내용〉

교육명	시행시기	교육내용	시행주체	교육대상
착수 전 최초교육	공시(용역) 계약 후 최초	- 공사개요(공사시행 목적, 위치, 공사기간 등) - 공사관계자(작업책임자, 현장대리인, 안전관리자, 전기철도안전관리자, 열차감시원 등)의 임무 - 이례상황 발생 시 응급조치 방법 - 공사현장의 안전조치 - 지시사항 미이행시 제재 조치 - 기타 안전관련 당부사항 등	발주처 소속장 (처장, 소장)	작업책임자, 업체 관계자 (현장대리인 안전관리자) 철도운행 안전관리자
		- 열차감시원의 전문성을 확보하기 위해 4시간 이상 교육 (이론 및 현장) 시행	안전부서 발주부서	열차감시원
착수 전 전파교육	공시(용역) 시행 전 (2시간이상)	- 착수 전 최초 안전교육자료(관리자 교육자료)를 활용하여 작업자에게 전파교육 - 자체 안전성검증을 시행 후 위험요인 및 예방대책 교육 - 기타 시공시에서 작성한 산업안전·보건에 관련된 안전교육 추가 시행 - 채용 시 교육(밀용근로자) : 1시간 이상	시공사 (현장대리인 안전관리자)	참여기술자 및 작업자 신규작업자
시공사 특별·정기 교육	수시 및 2개월 이상공사 월 1회	- 안전교육자료(관리자 교육자료)를 활용하여 작업자에게 추가교육 - 계절별 안전관리 사항 등 작업자 안전관리에 관한 사항을 추가하여 교육시행 - 이례사항 전파(사고사례 등) - 기타 발주처 또는 시공사에서 필요하다고 판단되는 사항	시공사 (현장대리인 안전관리자)	참여기술자 및 작업자

교육명	시행시기	교육내용	시행주체	시행대상
밀밀안전 교육	당일작업 전	- 작업계획서(별지4)"를 바탕으로 안전교육 시행 - 당일 공사관련 세부사항 : 교육시간, 작업명, 작업량, 작업인원, 열차감시원 등 - 작업순서 및 작업방법 - 위험요인 도출 및 조치방법 - 작업개소별 이동계획(작업자 대기장소, 작업자 이동경로, 출입문위치) - 밀밀 작업 세부계획서 - 위험예지 및 지적확인 환호응답 훈련 시행	시공사 (현장대리인 안전관리자)	참여기술자 및 작업자
발주자 특별교육	정기(매월) 및 수시	- 공사현장 안전조치 - 운행선 공사 위험요소 - 사고사례 등 - 이례상황 발생 시 응급조치 방법 - 공사현장의 안전조치 - 기타 안전관련 당부사항 등	발주처 현장담당관	참여기술자 및 작업자 (현장대리인, 철도운행안전관리자, 안전관리자)
교육실적 관리	월 1회	- 현장담당관은 외주업체로부터 작업자에 대한 안전교육 시행, 안전보호구착용 실적을 사진 등으로 기록관리	발주처 현장담당관	현장대리인, 안전관리자

※ (열차감시원 교육) 작업현장 투입전에 열차감시원 교육시행

□ 안전계획처-1453('18.04.04.)호

가. 열차감시원 교육은 안전환경처(안전부서) 주관으로 소속사정에 따라 정기교육 계획수립 시행(월 1~2회)

나. 발주부서는 정기교육 시기에 맞추어 대상통보 및 소집, 안전환경처는 결과 통보

다. 교육내용은 교육교안을 참고하여 소속특성을 반영한 이론교육(2h, 안전환경처), 현장교육(2h, 발주부서) 시행

라. 작업현장 투입 전에 열차감시원 교육 시행 (사전교육 없이 작업투입 금지)

아. 부득이한 경우 발주부서에서 교육 시행하고 안전환경처로 통보

5. 안전보호구 확보

가. 안전보호구는 안전모, 안전화, 안전벨트, 보안경, 마스크, 귀마개, 안전장갑, 안전등 등을 확보한다.

나. 각종 안전보건 표지판은 무재해 기록판, 일반·건설·전기안전수칙, 위험표지를 확보한다.

다. 전기안전시설은 분전반 안전시설, 전격방지 장치를 설치한다.

6. 안전관리비 집행

가. 안전관리비의 계상은 다음과 같다.

(1) 시공자는 공사계획을 체결할 때 산업재해 예방을 위한 산업안전보건관리비를 공사비에 계상

(2) 계상된 산업안전보건관리비는 다른 목적으로 금지

(3) 산업안전보건관리비의 계상 및 사용기준은 고용노동부 고시에 따름

나. 산업안전보건관리비의 사용내역은 다음과 같다.

(1) 안전시설비(공사설계내역 및 표준품셈 명기사항은 제외)

(2) 개인보호구 및 안전장구 구입비

(3) 안전진단비, 안전보건 교육 및 행사비 등

7. 열차방호 및 비상시 조치방법

가. 열차방호

(1) 열차 또는 선로에 고장 또는 사고가 발생하여 관계열차를 급히 정차시킬 필요가 있는 경우에는 다음 각 호의 방식에 의하여 열차방호 시행

① (정지수신호에 의한 방호) 지장 지점으로부터 정지수신호를 현시하면서 주행하여 400m 이상의 지점에 정지수신호를 현시

② (무선전화기에 의한 방호) 지장열차의 기관사 또는 선로순회직원(건널목관리원 포함)이 관계열차 또는 정거장에 열차무선전화기 또는 휴대용 무선전화기로 지장사유를 통보

(2) 철도 무전기에 의한 방호요령

① 지장 즉시 휴대용무선전화기의 채널을 비상통화위치(채널2번)로 “비상, 비상, 비상, ○○～△△역간 상(하)선 무선방호! (단선 운전구간의 경우에는 상·하선 구분생략)”라고 3～5회 반복 통보

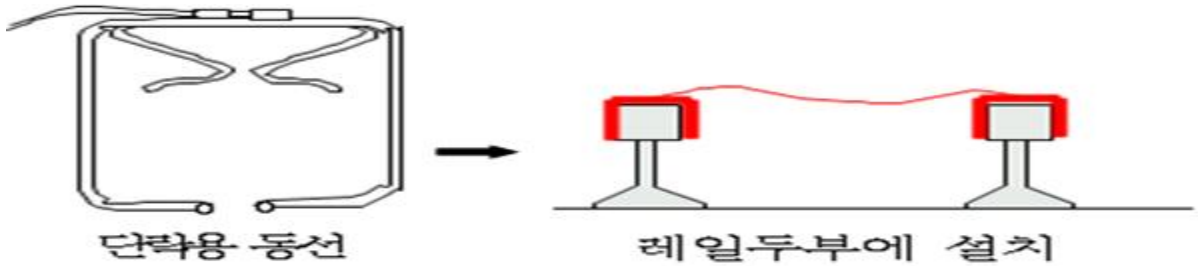
②①의 긴급통보이후 관계열차 또는 관계정거장을 호출하여 지장내용을 통보

③관계역장으로부터 열차 있음을 통보 받은 경우에는 열차가 진입하는 방향으로 정지수신호를 현시하면서 주행하여 400m 이상 지점에 정지수신호를 현시

④②에 의한 통보를 할 수 없는 경우에는 선로변 연선전화기 또는 유선전화기를 이용하여 최근 정거장 역장에게 통보하고, 열차 진입이 예상되는 방향으로 정지수신호를 현시하면서 주행하여 400m 이상 지점에 정지수신호를 현시

(3)궤도회로 단락용 동선의 설치

○열차감시원 또는 안내원은 인접 선로 지장 등으로 궤도회로를 단락할 때는 양쪽레일 머리부분에 단락용 동선을 설치하고 신호기의 정지신호 현시를 확인



나. 열차 비상전호

위험이 절박하여 열차 또는 차량을 급속히 정차시킬 필요가 있을 때는 기관사 또는 차장에게 다음 방식으로 비상전호 시행

○(주간) 양팔을 높이 들거나 녹색기이외의 물건을 급격히 휘두름

○(야간) 녹색등 이외의 등을 급격히 휘두르거나 양팔을 높이 듬

8. 사고 발생 시 긴급조치 요령 및 보고계통

가. 작업 중 사고 발생 시 조치 및 보고 체계는 다음과 같다.

(1) 철도교통사고 및 운행장애(관리장애 포함)보고 계통도는 '철도사고조사 및 피해구상 세칙 별표2에 따름

(2) 사고 시 다음의 조치를 시행한다.

가) 사고 발생 시 사상자 우선 응급조치 및 관계자 외 사고현장 출입제한

나) 사고복구 계획에 따라 사고복구 작업시행

나. 즉시보고 사항은 다음과 같다.

(1) 보고대상은 철도건설공사와 관련된 모든 사고(장애)

(2) 보고방법은 전화, 팩스, 문자메시지 등 가능한 통신수단을 사용하여 사고발생 즉시 보고

다. 이상 징후 발생 시 대처요령은 다음과 같다.

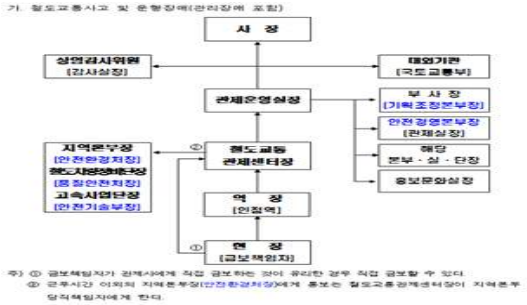
(1) 사고를 유발할 수 있다고 판단되는 이상 징후 발견 시 발견자 또는 공사현장의 장은 유·무선 전화 또는 문자정보서비스를 이용하여 관계 소속에 신속히 보고

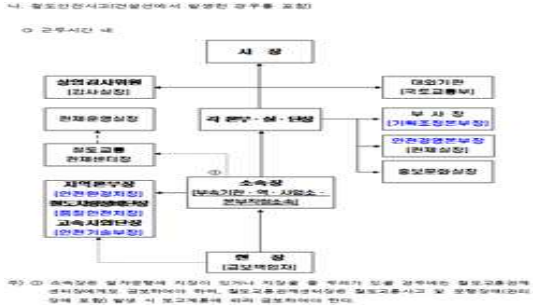
(2) 열차운행선 공사 시 열차를 긴급히 정차시킬 필요가 있을 때는 '비상전호' 또는 운전취급규정 제264조(열차의 방호) 및 제266조(무선전화기 방호 시 조치)를 준용하여 우선 열차를 정차시키고 즉시 철도운영자에게 통보

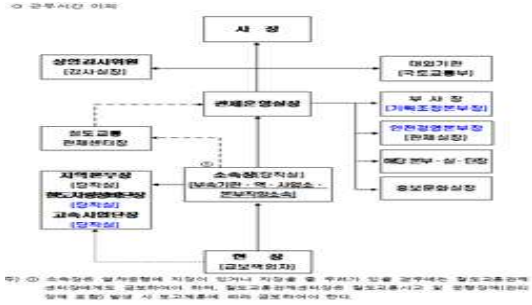
(3) 이상 징후를 보고 받은 관계 소속은 원인을 조사하여 대책방안을 수립시행

라. 정식보고는 감독자의 지시에 따른다.

마. 긴급복구는 지역본부장의 지시에 따라 시행한다.







9. 화재예방

가. 작업 전 화재예방을 위하여 화재예방 교육을 시행하고 소화기, 감시자 배치 등 충분한 조치를 취해야 한다. (특히 지하구간 작업 시)

나. 작업에 사용되는 재료 중 인화물질을 반입 할 때에는 감독자의 확인을 받아야 한다.

다. 위험성평가의 위험요인에 추가하고 근로자 사전교육 시행 후 작업을 개시 한다.

라. 화재 발생 시 초동 진화가 가능토록 작업장소의 지정된 곳에 대형소화기(25kg)를 비치하며, 진화장비 배치장소를 숙지하고 작업 전 사전 훈련을 한다.

마. 화재 발생 시 초동진화를 신속히 하기 위하여 화재대처용 마스크를 비치한다.

바. 작업 공정 중 발생할 수 있는 화재유발 요인을 사전에 검토하여야 한다.

10. 열차안전운행

10-1 안전관리 대책

가. 수급인은 안전에 관한 기술적인 사항에 대하여 산업안전보건법규 및 열차운행선 인접공사 안전관리 매뉴얼에서 정한 안전을 담당하는 안전관리자를 선임하여 안전관리를 하여야 하며, 시공 중 발생되는 일체의 사고에 대하여 그 책임을 진다.

나. 수급인은 작업 전 감독자와 협의하여 안전계획을 수립하고, 산업재해(사상·사고)예방을 위한 안전교육(산업안전보건관계법령 및 안전수칙 등)을 실시하여야 한다.

다. 감독자는 안전관리계획서를 면밀히 검토하여 보완사항이 있을 경우 즉시 수급인에게 수정 보완토록 하여야 한다.

라. 안전관리요원은 작업 전에 현장종사원에게 필요한 안전교육을 실시하여야 하며, 안전관리일지를 비치·기록하고, 작업현장을 수시로 순회하여 안전사고 예방에 최선의 노력을 다하고 감독자에게 이상 유무를 보고하여야 한다.

마. 수급인은 위험도가 높은 작업을 할 경우에는 감독자와 충분히 협의하여야 하며, 필요시 입회를 요구하여야 한다.

바. 공사현장에 투입되는 작업자는 작업시간 단축을 위하여 정해진 통로 이외의 곳으로 통행해서는 안 된다.

사. 현장대리인은 작업 전에 작업내용·시공방법 등을 작업원에게 명확히 지시하여 작업 중 사고가 발생하지 않도록 하여야 하며, 공구 및 공사재료의 사용에 대하여 명확한 지시를 하고 사용 직전에는 충분한 검사를 실시하여야 한다.

아. 공사시행 시 열차운행 및 기설 시설물에 지장을 주지 않도록 유의하고, 차량통행 및 순회자, 고객 등에 지장이 없도록 충분한 대책을 강구한다.

자. 철도선로 내 및 이에 접하여 작업을 할 때에는 열차감시원을 배치하여 열차접근 시 조기대피를 시키도록 하고 공사재료, 작업용 공구 등은 열차운행에 지장을 주지 않도록 관리하여야 한다.

차. 중량물 공사자재 운반작업이 선로횡단 및 호니카(트로리) 사용을 동반 시행하면 선로일시사용중지 시행계획을 감독자와 협의 작성·승인 하에 시행하고, 소정의 작업시간 내에 완료될 수 있도록 하여야 한다.

카. 열차감시원은 수급인이 작업순서, 작업내용, 작업방법, 열차시각, 열차운전사항 및 연락방법 등에 대한 교육을 사전에 충분히 시켜야 한다.

타. 모든 작업원은 안전조끼를 착용하여야 하며, 정해진 휴대품을 지참한 열차감시원을 고정으로 배치하여야 한다.

파. 열차운전에 관련된 공사를 할 경우에는 해당 역장 및 사업소장과 충분히 협의한 후 적절한 조치를 취하여야 한다.

하. 심신 미약자는 적합성 및 인성검사를 시행하여 건강상태 및 업무숙련도 등을 확인 후 적정 작업에 배치하여야 한다.

거. 공사감독자는 작업 전 열차운행협의를 하고 협의 전에 작업현장 투입을 금지하여야 하며, 열차운행상황에 맞는 특별교육 시행여부를 확인하고, 감독자 협의 없이 무단작업 시 공사 중지 및 제재를 요청하여야 한다.

너. 공사감독자는 차단작업 시 관제, 역 등의 승인 없이 작업하면 전면 작업 중지 및 현장대리인 교체를 요청하여야 한다.

더. 의사소통이 되지 않는 구간으로 작업자가 이동하여 작업할 경우에는 미리 다른 소통방법을 협의하고 연습을 시행한 후 작업하도록 한다.

러. 터널, 운행선 근접 등 임시고정 시설물이 열차풍압, 열차진동으로 인하여 이완, 탈락이 되지 않도록 작업책임자 및 안전관리자가 확인한다.

머. 철도운행안전관리자는 차단승인 전 선로 내 진입 금지를 교육하고 열차감시원은 작업 종료 후 모든 작업원이 선로에 서 철수 완료 시 까지 선로 내 방호를 시행 한다.

버. 주변 소음으로 인하여 열차 진입여부를 확인하지 못할 경우에는 작업자(2인 1조)간 상호 감시하며 작업 한다.

서. 본선으로 열차운행 시 큰 소음으로 인하여 장비열차 등의 진입을 확인하지 못할 경우를 대비하여 본선 열차운행 시에도 작업을 일시 중지한다.

어. 각 분야별 세부작업은 철도설계지침 및 편람을 적용 한다.

저. 작업 특성에 따른 필요한 안전대책은 안전계획서 작성 시 추가한다.

10-2. 작업 단계별 안전관리방안

가. 작업시행 전 다음 사항을 확인한다.

(1) 다음사항의 작업계획을 수립하고 확인한다.

가) 현장대리인은 공사시행감독자와 작업계획 사전 협의

나) 시공상세도에 따른 작업방법, 건설장비와 인원 동원계획 수립

다) 동원인원, 장비, 자재준비상태 확인

라) 작업시간 적정성 및 관계소속(관련역, 관련 사업소) 통보여부 확인

(2) 작업계획에 따른 관련부처간 사전 협의하고 확인한다.

가) 시설물(설비) 철거설치 관련 해당 역장과 사전 업무협의

나) 철도운행안전협의서를 역과 협의 전 관련부서의 작업승인서 승인을 득한 후 운전취급역과 협의를 시행

다) 작업협의 전에는 선로 내 출입 및 준비작업 등 절대 금지, 위반 시 작업취소 조치

라) 주요장치 절체작업에 따른 차단시간확보 및 열차사이 일시사용중지

(3) 안전책임자를 지정하여 작업내용 및 안전교육을 실시하고 확인한다.

가) 당일 작업할 내용, 작업시간, 작업방법설명 및 안전교육 실시

나) 전 작업원의 안전모, 안전화, 작업복 착용 생활화

다) 안전보호구 및 복장 착용 부적격자 현장 투입 제한

라) 작업 시행을 위한 안전교육 시행 전 안전관련 설비 및 안전보호구등을 점검확인하고 이를 기록 유지

마) 작업 전 장치별 공종별 금지사항 교육

(4) 작업현장 준비 및 안전조치상태를 확인한다.

가) 열차감시원 배치 및 보호구와 휴대품(안전조끼, 안전모, 무선전화기, 운전시각표, 경보설비, 손전등, 적·백색기, 적·백색등 등) 휴대

나) 보호설비 설치상태(안전망 등)

다) 굴착공사가 필요할 때에는 지하매설물(신호, 통신케이블 등) 사전조사 및 안전조치

나. 작업 시행 중에는 다음 사항을 확인한다.

(1) 열차감시원에 대하여는 다음사항을 확인한다.

가) 감시원은 가능한 철도경험이 있는 자로 채용·근무토록 유도하여 이상사항 발생 시 신속히 대처(철도 무경험자는 교육 강화 및 특별관리)

나) 수시로 감시원의 근무상태, 안전수칙 이행여부, 기본 보호구와 휴대품 소지여부〔안전조끼, 안전모, 무선전화기, 운전시각표, 경보설비, 적・백색기(등) 등〕 휴대 확인하고 감시원 근무일지에 서명

다) 열차감시원의 배치는 작업개소가 의사소통이 되지 않은 거리에 있을 경우 작업 개소 수만큼 배치하여 개소별로 열차를 감시

(2) 건축한계 저촉여부 확인사항은 다음과 같다.

가) 열차 진입 시 모든 작업 중단

나) 장비작업으로 운행선에 지장우려 시 필히 차단공사 승인 후 시행

다) 작업반경 내의 작업원 및 선로와의 안전거리 확보 유무 수시 확인

(3) 지하매설물(케이블, 관류 등) 발견 시 즉시 관계처에 통보(비상연락망 상시 소지)

(4) 주변의 현지여건을 고려하여 무리한 작업 및 타성에 젖은 작업을 금지

(5) 안전관리자는 다음사항에 대하여 매일 순회 점검을 실시하고 기록 유지한다.

가) 점검관리대장 기록 유지

나) 시정사항은 조치이행계획을 세부적으로 수립하고 이행결과 확인

다) 현장대리인은 점검사항 및 조치결과를 매일 확인

(6) 안전한 시공 및 철도운행선 작업안전 확보를 위하여 다음사항을 준수한다.

가) 열차운행선 근접지역 및 정거장 구내 공사 시 '철도보호지구 안전작업 절차에 관한 세칙' 등의 제규정에 따라 시행

나) 사용 자재 및 기계기구류는 열차운전에 위해를 주지 않도록 관리

다) 화약류·유류등의 인화물질을 사용할 경우 선로에 근접하여 보관금지

라) 공사 작업원에게 열차운전시각표를 주지시켜 열차안전운행을 확보

마) 선로에 인접하여 작업할 때는 작업원에게 안전모와 조끼를 착용하도록 하여 기관사가 식별이 용이하도록 하여야 한다.

바) 철도운행선에 공사관계자 외 외부인이 출입하지 못하도록 통제하고, 공사인력과 외부인이 구별되도록 공사인력은 안전보호구 및 작업복장 등을 통일되게 한다.

사) 안전관리자는 매일 공사 시행 전에 공사인력 명단을 공사감독자에 작성 제출하여 외부인의 선로변 작업 및 선로출입을 통제한다.

아) 현장대리인은 공사인력에 대하여 공사내용 및 열차운행사항 등 외부유출 시 열차안전에 저해가 될 수 있는 사항을 보안유지토록 교육하고 필요 시 보안각서를 징수한다.

다. 작업 시행 후에는 다음 사항을 확인한다.

(1) 다음 항목으로 합동점검 시행한다.

가) 작업 완료 후 자재 등의 건축한계 및 안전 이격거리 확보여부 확인

나) 장비, 자재 및 공구류의 정리정돈 상태 확인

다) 작업 종료사항을 관계 역 및 사업소, 운전관제에 통보

(2) 기기별 동작 및 기능상태 점검은 점검목록에 의한 규정상 기준치 적합여부를 확인

10-3.안전시설 설치 대상 공사

가. 안전시설 설치 대상 공사

구 분	필요 안전시설	비 고
선로에 인접하여 시행하는 공사	공사알림판, 건축한계표지, 비상연락망 표지판	
선로에 인접공사 중 선로를 직접 지장하거나, 공정상 건축한계 침범이 우려되는 공사	열차접근 경보기 건축한계접근 경보기	필요시 설치
열차서행운전이 필요하여 승인받은 공사	임시신호기	
공정상 지하매설물에 저촉할 우려가 있는 공사	지하매설물 주의표지판	
공정상 선로시설물에 저촉할 우려가 있는 공사	선로시설물 보호벽	

나. 안전시설물 설치시 준수사항

○작업 시행 전 신호, 전기, 시설 등 시설물 관계자와 사전협의하여 지장물을 확인 및 보호조치를 취한 후 관계자 입회하에 작업

○시공자는 운행선 인접공사를 시공할 때 열차운전의 보안과 여객 및 작업자의 안전을 위하여 현장에 필요한 안전설비를 설치

○운행선 옆에 부득이 자재를 적치할 경우 적치한 자재가 무너졌을 때 건축한계를 침범하지 않도록 안전설비를 검토하여 설치

○설치된 안전설비는 파손, 변위, 위치변경 등을 정기적으로 점검하여 보수, 보강

○안전설비는 공사기간, 공사내용, 현장조건에 따라 규격, 모양, 재질 등을 택하여 설치

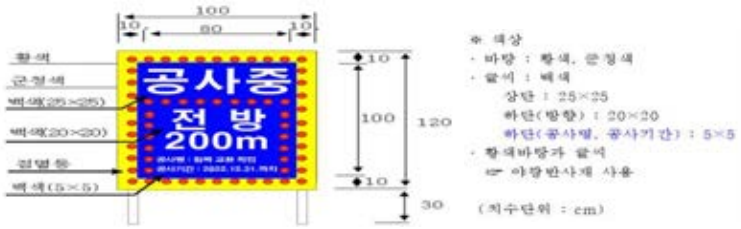
다. 안전시설물의 종류 및 설치방법

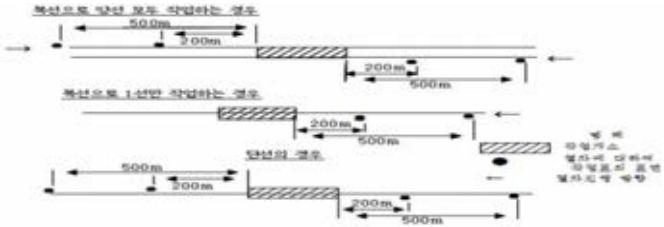
(1) 공사알림판(규격 변경) *하단 공사명, 공사기간 추가

○운행선 인접공사개소는 공사알림판을 열차진행방향에 대향 방향으로 200m와 500m 이상 거리에 공사 시행업체에서 설치

* 지형 여건상 기관사가 알아보기 어려울 때에는 위 거리 이상의 알아보기 쉬운 적당한 위치에 설치

○작업책임자는 작업 완료 시 작업표지를 철거하여야 하며, 공사 완료 시 공사알림판을 철거하여야 한다. 다만, 공사가 장기간 중단된 상태로 공사알림판 철거가 필요하다고 판단되는 경우 공사가 완료되지 않았더라도 공사알림판을 철거할 수 있다.





11. 현장 작업여건에 따른 안전보건상의 조치

11-1 안전보건 관리

가. 공사현장의 안전·보건을 유지하기 위하여 안전보건관리 체계를 구성하여야 하며, 안전수칙에 따라 작업 전에 교육 등을 통하여 재해방지에 필요한 주의사항을 충분히 주지시키고, 항상 안전관리에 유의한다.

나. 하도급 공사계약을 체결할 때는 고용노동부장관이 정하는 바에 의하여 산업재해예방을 위한 표준안전관리비를 공사금액에 계상하여야 한다. 계상된 안전관리비는 공사현장의 재해방지 및 근로자의 보건관리에 사용하며, 다른 목적으로 사용해서는 안 된다.

다. 인적·물적사고가 발생하였을 때에는 즉시 감독자 및 업무담당자에게 보고하고, 민·형사상의 모든 책임은 시공자가 진다.

라. 시공자는 소음, 진동, 교통장애 및 분진 등의 발생으로 인해 부근 거주자 및 통행자에게 생명, 신체 및 재산상에 피해가 발생하거나 불편이 없도록 주의하여야 한다.

마. 시공자가 고용하는 시공 종사자가 신체적, 정신적 및 기능적으로 부적당한 행위가 있을 때에는 감독자 또는 업무담당자가 즉시 그의 교체를 요구할 수 있으며, 불안전한 자의 현장투입을 금지한다.

바. 안전관리책임자가 장기 출장할 때에는 후임자를 선정하고, 감독자에게 승인을 받는다.

사. 시공자는 굴착공사 착수 전 지하 매설물에 대한 위치·용량·상태 등을 파악하여 재해가 발생되지 않도록 보안대책을 수립한 후 공사를 착수한다.

아. 작업현장에 출입하는 사람은 필히 적절한 안전장구 및 보호구를 착용하도록 한다.

자. 모든 작업도구 및 공기구는 사전에 점검하여 견고한 것만을 사용한다.

차. 작업 전·중 음주행위를 금하고, 큰소리로 떠들거나 모닥불을 피우는 일이 없도록 한다.

카. 위험한 작업의 경우에는 감시자를 배치하여 근접되지 않도록 하며, 감독자 입회하에 시공책임자의 지시에 따라 안전하게 작업이 완료되도록 한다.

타. 공사에 필요한 적재된 자재가 무너지지 않도록 안전하게 조치를 취한다.

11-2 보건상의 조치

가. 작업현장에서의 산업보건기준은 다음 사항을 준수한다.

(1) 가스·증기·유해광선·초음파·소음·진동·이상기압, 병원체에 의한 오염 등 근로자에게 유해한 작업은 그 원인을 제거 또는 대체, 작업방법 및 시설의 변경 또는 개선조치

(2) 작업장소의 채광 및 조명은 명암의 차이가 심하지 않고, 눈이 부시지 않게 법정수준으로 설치

(3) 고·저온, 건조, 다습한 옥내작업 시는 냉·난방, 통풍 등 적절한 온·습도조절 조치

(4) 근로자들이 휴게 또는 휴식시간에 이용할 수 있는 휴게시설을 구비

(5) 부상자의 응급치료에 필요한 응급용구를 상비하고, 비치장소와 사용방법을 근로자에게 통보

나. 근로자에 대한 건강진단은 채용 시 그리고 취업 중 정기적으로 실시한다.

다. 작업환경측정은 다음 사항을 준수한다.

(1) 인체에 해로운 작업을 행하는 작업장은 작업환경을 측정, 평가한 후 그 결과를 기록·보존

(2) 작업환경 측정결과 허용기준 이상일 때는 즉시 해당근로자에게 보호구를 지급하고, 설비의 설치 또는 개선 등 필요한 조치를 강구

라. 전염병, 정신병 또는 근로로 인하여 병세가 현저히 악화될 우려가 있는 질병자는 의사의 진단에 따라 근로를 금지하거나 제한한다.

※ 코로나19 예방 및 확산방지를 위한 발열체크, 마스크작용 등 방역수칙 준수

마. 근로시간 연장의 제한은 다음 사항을 준수한다.

(1) 휴일작업이나 야간작업은 사전에 해당자에게 통보하고 동의를 받아야 하며, 필요할 경우 감독자를 입회할 수 있도록 조치

(2) 사용 중인 기존시설물에 인접한 장소에서의 작업은 작업시간을 주위 당사자들과 협의 조정하여야 하며, 무리가 가는 작업, 밀폐된 장소에서의 작업등은 필요한 안전조치를 선행하고 안전작업 기준을 준수

(3) 야간작업 시에는 조명, 작업장의 정리정돈, 식별이 용이한 통신, 통신수 및 경계표지의 설치 또는 배치, 울타리의 설치, 통로의 점검 등 사전에 필요한 조치를 하여 작업에 따른 위험이 없도록 조치

(4) 유해 또는 위험한 작업에 종사하는 근로자에 대하여는 1일 6시간, 1주 34시간을 초과하여 근로금지

12. 작업 부문별 안전조치

가. 중량물 운반 시 안전사고 발생

(1) 운반방법 사전검토 및 숙지 후 운반

(2) 중량물 이동 시 중량물이 추락하지 않도록 각종 장비를 이용 안전하게 운반

(3) 중량물 상하차 시 작업 유도원 배치

(4) 열차운행이 빈번한 선로상부 및 선로변에서 중량물 공사자재를 운반작업을 시행하는 작업은 안전사고 위험이 상존하고 있으므로 안전감시원을 배치하고, 안전 교육 시행 후 작업을 시작한다.

(5) 부상자의 응급치료에 필요한 응급용구를 상비하고, 비치장소와 사용방법을 근로자에게 통보

나. 운반차량 열차 접촉 사고 발생

(1) 건축한계 외방에 열차안전 보호시설 설치

(2) 선로변 자재 운반 및 철거발생품 회수는 감독자 입회 및 열차감시원을 반드시 배치한 후 작업

(3) 장비 및 운반차량 진· 출입로의 충분한 공간 확보

(4) 장비작업으로 운행선에 지장우려 시 필히 차단공사 승인 후 시행하여야 하며 장비운전자에 대한 지적확인 등 안전교육 시행

(5) 작업대기중인 장비(자재)는 건축한계 침범되지 않도록 조치

다. 공사자재 관리 부실로 인한 선로장애 발생

(1) 공사장내 자재 정리·정돈 책임자 지정 운용

(2) 투입, 발생 자재는 종류별, 규격별 결박 조치

(3) 작업종료 후 책임자가 이상유무 최종확인 (건축한계 저촉여부 등)

라. 작업인부 선로 무단통행으로 인한 사상사고 발생

(1) 횡단하는 구역 및 방법(지적확인 등)을 정하여 교육・관리

(2) 작업자가 임의로 운행선을 횡단하지 않도록 감시자를 배치하여 통제

(3) 운행선 횡단 시에는 반드시 열차감시원 배치

(4) 유사사고 발생 사례 등 안전교육 철저 시행 후 작업에 투입

마. 작업현장 주변소음에 의한 열차감시자, 감독자, 작업자 상호간 소통 차단이 빈번하게 발생할 우려에 대한 대책

(1) 현장주변이 2,3복선으로 빈번한 열차운행과 역사 근접하여 고가도로 통과에 따른 자동차 소음발생과, 발전기, 드릴 등 공기구 가동 시 소음에 의한 열차 접근음이 상쇄되므로 소음발생시 마다 열차감시원과 감독자, 작업자간 소통방법을 정하여야 한다.(무전기, 호루라기, 수신호기 등 사용방법, 호루라기와 수신호기 동시 사용 등)

(2) 장비의 이동 및 근접작업 상황에 따라 소음에 의한 열차 접근음이 상쇄되므로 작업 및 소음 발생시 마다 신호기 장치류 작업자 및 설비교체 작업자 와 열차감시원, 감독자간 소통방법을 정하여야 한다.(무전기, 호루라기, 수신호기 등 사용방법, 호루라기와 수신호기 동시사용 등) 또한 작업시행 전 장비 이동 상황 및 열차 운행선 사전 협의 및 안전교육을 철저히 시행(감독자) 한다.

(3) 이례적 소음 발생으로 작업자와 열차감시원 상호간 소통 차단 시 대체 신호방법과 대응요령을 사전협의 및 작업 당일 현장에서 대응연습을 사전에 시행한다.

바. 열차감시 소홀로 인한 열차운행 지장

(1) 열차감시 중복작업 금지

(2) 열차운행여부를 수시로 인접역과 확인

(3) 휴대무전기를 소지하고 열차 접근 시 신속히 통보

사. 작업원 임의이동 및 임의작업으로 인한 열차운행 지장우려

(1) 임의작업 및 작업원 임의이동 금지 교육시행

(2) 관리자 관리감독 강화

아. 장비작업 중 철도 시설물 파손 및 열차접촉 우려

(1) 작업 전 철도 주요시설물 현황 조사(관련부서와 사전 합동 점검)

(2) 주요시설물은 파손이 되지 않도록 주의 표지 건식

(3) 장비사용 시에는 반드시 장비유도원을 배치하여 열차접근을 통보하며, 열차접근 전에는 장비작업을 일시중지하도록 사전 안전교육 시행

자. 수목전정 작업 중 전차선 접촉 우려

(1) 수목제거 시 전차선에 접촉우려가 있는 경우 차단작업 및 전차선 단전작업 시행

(2) 전차선 근접 작업 시 전기사업소와 사전 협의 및 전기안전관리자 배치

(3) 작업시행 전 전차선 접촉우려 작업 공정 유무를 사전 확인한다

차. 공사용 재료이동 및 작업 과정에서 전차선 근접우려

(1) 이동경로 및 현장 사전답사

(2) 작업 및 자재 이동에 대한 작업방법 교육

(3) 안전관리자 지속 확인

카. 울타리 기초 터파기 작업 시 지하매설물 파손 및 노반 비탈면 붕괴

(1) 터파기 작업공정 전 신호 및 전기사업소와 지하매설물 현황 사전 확인

(2) 선로와 인접한 개소에서 터파기 작업시에는 지하매설물이 있을 수 있으므로 인력 터파기 작업으로 세심한 주의를 가지며 작업한다.

(3) 터파기 작업 시 지하매설물 발견 시 즉시 작업을 중지하고 관계부서에 통보 및 공사 재개 가능 여부 확인

(4) 작업시행 전 전차선 접촉우려 작업 공정 유무를 사전 확인한다.

(5) 기초 터파기 작업 시 과도한 터파기 작업은 지양

(6) 당일 터파기 작업량을 사전 계획하여 작업 종료 후 반드시 되메우기를 시행한다.

(7) 공사 착공 전 우기철 작업 시 수방대책을 세우고 공사감독자에게 승인을 득한다.

타. 고객불편으로 인한 민원제기 우려

(1) 울타리 보수작업으로 고객 불편이 발생하지 않도록 공사시행 시에는 공사현황 등 알림판을 설치하여 민원이 발생하지 않도록 주의 한다.

(2) 고객의 안전에 지장을 줄 우려가 있는 작업은 사전에 역 및 관련소속과 협의하여 차단작업으로 시행한다.

파. 지하 매설물 확인 소홀로 터파기 시 케이블 훼손에 따른 신호 및 통신장애 우려

(1) 관계자 협의 시 지하 매설물 위치 파악 시행

(2) 현장 대리인 및 안전관리자 터파기작업 시 지속적 확인

(3) 지하매설물(케이블, 관류 등) 발견 시 즉시 관계처에 통보

하. 『철도운행선로지장작업업무세칙』에 의거 운행안전협의서를 작성하여 인접역과 일일협의를 시행하여야 하며 각 호에의 내용에 따른다.

(1) 협의일시 및 작업협의자 기록

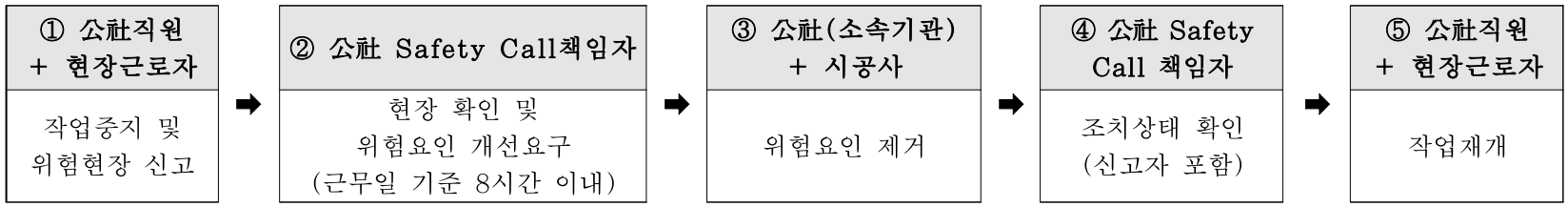
(2) 작업내용 협의 및 차단장비기록

(3) 작업관계자 및 운전취급 변경사항

(4) 임시열차운행계획 및 작업시행 전 점검사항

(5) 안전교육의 시행 및 주의 및 조치사항

13. 근로자 위험신고제도(Safety Call)



가. 公社직원 및 현장근로자가 작업현장의 "급박한 위험*"을 인지한 경우 즉시 작업을 중지하고, 소속기관별 Safety Call 책임자에게 전화 신고해야 한다.

◈ 급박한 위험이란

* 추락위험이 높은 경우와 비계 등 부적절한 자재 사용, 붕괴사고의 우려가 높은 경우 및 화재·폭발의 위험, 화학물질의 누출, 산소농도 미측정, 국소배기장치 미설치 경우 등

* 미 승인 작업 등 열차운행에 지장 및 보호조치를 이행하지 않는 경우, 철도시설 파손·붕괴 등

(1) 안전·보건협의체 및 작업 전 안전교육 시 작업자에게 홍보

(2) 작업계획서 작성 시 Call번호 명시하여 신고제도 활성화

소속(본부)	부서	대표전화(일반)	대표전화(철도)	휴일 및 야간
수도권서부본부	안전보건처	02-2639-3754	961-2098	054-639-2155
철도교통관제센터	계획부	계획부장	02-2027-7181 / 923-7181	주간
	관제부	선임관제사	02-2027-7151 / 923-7151	야간

4. 예 정 공 정 표

공 사 종 류	단위	수량	공 사(용 역) 기 간																기 사
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	
전 체 공 정	일	510																		
준비작업	일	9																		
구조물 설치	일	491 (휴일 141일 포함)																		
뒷 정 리	일	10																		

건　　명 : 경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사

5. 설 계 예 산 내 역 서

총 공 사 비			
1	도 급 공 사 비		
2	지급 자 재 비 (당기조달품)		
3	지급 자재비(전년도 조달품)		
4	지 급 자 재 비(중고품)		
5	지급자재비 (레미콘, 충용품)		
6	철도공사제공기계기구사용료		
7	공 사 여 비		
8	철도공사직원급 일반관리비		
9	재 료 일 반 관 리 비		
10	운 송 비		
11	계 약 수 수 료		

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
◆ 경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사						
Ⅰ. 순 공 사 비		식				
가. 공 사 비		식				
나. 간접노무비	직노×19.6%	식				
다. 산재보험료	노무비×3.56%	식				
라. 고용보험료	노무비×1.01%	식				
마. 건강보험료	직노×3.595%	식				
바. 연금보험료	직노×4.75%	식				
사. 노인장기요양보험료	건보×13.14%	식				
아. 퇴직공제부금비	직노×2.3%	식				
자. 산업안전보건관리비	자-1, 자-2 중 작은금액	식				
자-1. 산업안전보건관리비	(재+직노+지급자재)×2.53%+3,300천원	식				
자-2. 산업안전보건관리비	[(재+직노)×2.53%+3,300천원)]×1.2	식				
차. 기타 경비	(재+노)×6.3%	식				
카. 건설하도급대금지급보증서발급수수료	직접공사비×0.081%	식				
타. 환경보전비	직접공사비×0.8%	식				
파. 건설기계대여대금지급보증서발급금액	직접공사비×0.4%	식				
하. 석면분담금	노무비×0.006%	식				
거. 임금채권부담금	노무비×0.09%	식				
너. 안전관리자		식				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
더. 시민안전관리비	(재+직노)×0.25%	식				
러. 품질관리비		식				
머. 안전관리비		식				
Ⅱ. 일반 관리비	(재+노+경)×8.0%	식				
Ⅲ. 이 윤	(노+경+일반관)×15.0%	식				
Ⅳ. 열차접근경보앰 및 장치		식				
Ⅴ. 공 급 가 액		식				
Ⅵ. 부가 가치세	10%	식				
Ⅶ. 도 급 금 액		식				
Ⅷ. 지급자재비		식				
Ⅹ. 총 공 사 비		식				
가. 직접공사비		식				
1. 경부선 성대~화서		식				
1. 경부선 성대~화서		식				
1-1. 토공						
예초	(대피할증7%)	m2				
기계터파기	보통토사,H=5m이하,Type-Ⅲ(대피할증7%)	m3				
되메우기 및 다짐	토사,플레이트콤팩터1.5Ton(대피할증7%)	m3				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
사토처리(터파기-굴삭기0.7㎥)	토사, ℓ =30km,덤프트럭24ton(대피할증7%)	m3				
1-2. 데크설치공						
기초콘크리트타설	무근,소형,장비사용타설(대피할증7%)	m3				
인력비빔콘크리트타설	무근(자재포함)(대피할증7%)	m3				
합판거푸집	6회,H=0~7m(대피할증7%)	m2				
파일기둥설치	H-100x100x6x8(대피할증7%)	m				
파일기둥재료비	H-100x100x6x8	m				
PE거푸집(이중벽관)	D300mm(대피할증7%)	m				
보도데크설치	TYPE-1(대피할증7%)	m				
보도데크설치	TYPE-2(대피할증7%)	m				
강재도장	녹막이1회+조합2회(붓칠)	m2				
1-3. 방초공						
방초매트설치	부직포,400g/㎡(대피할증7%)	m2				
방초매트 고정팩	5×22㎜	ea				
바닥면고르기	토사(대피할증7%)	m2				
잡석깔기	(대피할증7%)	m3				
아스콘표층포설	소규모포설,T=5cm(대피할증7%)	m2				
택코팅살포	인력식,RSC-4,30ℓ/a(대피할증7%)	m2				
보조기층포설	소규모,인력,재료비제외(대피할증7%)	m3				
1-4. 차단벽						

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
기계터파기	보통토사,H=5m이하,Type-Ⅲ(대피할증7%)	m3				
되메우기 및 다짐	토사,플레이트콤팩터1.5Ton(대피할증7%)	m3				
사토처리(터파기-굴삭기0.7㎥)	토사,ℓ=30km,덤프트럭24ton(대피할증7%)	m3				
기초콘크리트타설	무근,소형,장비사용타설(대피할증7%)	m3				
합판거푸집	6회,H=0~7m	m2				
메탈라스 울타리	H1.2m×W2.0m,재료비제외(대피할증7%)	m				
메탈라스 울타리출입문	H1.2m×W1.0m(대피할증7%)	개소				
메탈라스 울타리출입문	H1.2m×W5.0m(대피할증7%)	개소				
가드레일설치	H0.80m×W4.00m,SB2,재료비제외(대피할증7%)	m				
가드레일단부설치	(대피할증7%)	개소				
메탈라스 상부울타리	H0.5m×W4.0m,재료비제외(대피할증7%)	m				
1-5. 수로공						
기초콘크리트타설	무근,소형,장비사용타설(대피할증7%)	m3				
합판거푸집	6회,H=0~7m(대피할증7%)	m2				
흄관접합및부설	수밀벨트식,D600mm(대피할증7%)	m				
1-6. 포장공						
1) 포장공						
콘크리트포장	표층,인력포설,B-Type,T=20cm(대피할증7%)	m3				
콘크리트폐침목 포장	(대피할증7%)	m2				
침목상차	PCT	개				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
침목하화	PCT	개				
침목운반	덤프24ton,가적치->보관창고(L=20km)	대				
모르터채움	건식	m3				
유로폼	3회,보통,H=0~7m이하	m2				
와이어메시깔기	#8-150×150(콘크리트포장용)	m2				
비닐시트깔기	P.E 필름,T=0.1mm(콘크리트포장)	m2				
비닐양생	P.E 필름,T=0.1mm(콘크리트포장용)	m2				
신축이음설치	합판,T=12mm	m2				
충진재채움	실런트,12×12mm	m				
보조기층포설	소규모,인력,재료비제외(대피할증7%)	m3				
수축줄눈	콘크리트포장(대피할증7%)	m				
투수아스팔트표층포설	소규모포설,T=5cm,적색(대피할증7%)	m2				
보조기층포설	소규모,인력,재료비제외(대피할증7%)	m3				
투수블록설치	200×200×60mm(B-Type)(대피할증7%)	m2				
인터록킹블록설치	400×400×100mm(대피할증7%)	m2				
모래부설	보도블록포장	m3				
스틸그레이팅설치	날개형,500×1000×50mm	ea				
스틸그레이팅설치	날개형,700×1000×50mm	ea				
스틸그레이팅설치	날개형,800×1000×50mm	ea				
2) 도로유지공						

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
가드레일설치	H0.80m×W4.00m,SB2,재료비제외(대피할증7%)	m				
가드레일단부설치	(대피할증7%)	개소				
1-7. 부대공						
1) 가설공사						
컨테이너박스설치및철거	사무실용,L6.0×B3.0×H2.6m,20개월	개				
컨테이너박스설치및철거	창고용,L6.0×B3.0×H2.6m,20개월	개				
2) 각종자재운반						
자재소운반	L=500m,인력	Ton				
자재소운반	L=500m,인력,보도데크기초	Ton				
3) 공사안내표지판						
공사중안내표지판 설치 및 철거	A형,900×1800	개소				
4) 안전관리자						
열차감시원	주간	인				
열차감시원	야간	인				
장비유도원	주간	인				
장비유도원	야간	인				
5) 공사중조명						
공사용조명설치 및 철거	LED투광기,일3.5시간사용(야간)	일				
6) 건축한계울타리						
건축한계보호울타리설치	강관,H1.7×W2.0m(야간)	m				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
건축한계보호울타리철거	강관,H1.7×W2.0m(야간)	m				
1-8. 기존구조물 철거 및 복구						
지주철거(방음벽)	H3.5×W2	개소				
방음판철거	흡음형,H3.5×W2	개				
방음벽 출입문	H2.0m×W1.0m	개소				
방음벽 출입문	H4.0m×W4.0m	개소				
1-9. 폐기물처리비						
건설폐기물운반비	운반비,30km이하	ton				
건설폐기물처리비	혼합건설계기물(폐보드,폐판넬)	ton				
나. 안전관리자		식				
전기철도안전관리자	야간	인				
다. 품질관리비		식				
1) 품질시험비(성토용 흙)						
함수비시험		회				
입도시험		회				
세립토비율시험		회				
밀도시험		회				
액성한계시험		회				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
소성한계시험		회				
2) 품질시험비(굳지아니한 콘크리트(레미콘 포함))						
슬럼프시험		회				
공기함유량시험		회				
염화물함유량		회				
압축강도시험		회				
공시체제작		회				
3) 품질관리자 활동비						
품질관리활동비	초급품질관리대상	개월				
라. 안전관리비		식				
안전관리계획서작성비		PS				
안전관리계획서검토비		PS				
이동형 CCTV		개월				
이동형 CCTV	납품/교육/시운전/회수	회				
마. 열차접근경보앱 및 장치		식				
열차접근경보앱	임대,6개월이상(4대)	개월				

6. 공 종 별 예 산 조 서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
바. 지급자재비		식				
1. 지급자재비						
1) 레미콘						
레미콘(경기 평택시)	25-24-15(Mpa)	m3				
레미콘(경기 평택시)	25-21-15(Mpa)	m3				
레미콘(경기 평택시)	25-18-15(Mpa)	m3				
2) 아스콘						
아스팔트콘크리트(경기 수원시)	#78 표층용	Ton				
3) 보조기층재						
혼합골재	D40mm,보조기층용(시내도착도)	m3				
4) 가드레일						
가드레일재료비	H0.80m×W4.00m,SB2	m				
5) 금속제울타리						
메탈라스울타리재료비	H1.2m×W2.0m	m				
메탈라스상부울타리재료비	H0.5m×W4.0m	m				
2. 부가가치세						
부가가치세	10%	식				
단수정리		식				

7. 철도공사 직원급 내역서

공 사 종 류	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
1. 공사감독(점검)여비						
팀 장		일				
직 원		일				
2. 안전관리비						
팀 장		일				
팀 원		일				
3. 준공여비						
팀 장		일				
팀 원		일				
4. 계약수수료						
계약수수료						
합 계						

8. 을 부 담 자 재 조 서

품 명	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	기 사
-	-	-	-	-	-	-

9. 철도공사 제공 기계기구 예정조서

품 명	규 격	단위	수 량	단가	금 액	인도지	기 사
모 타 카		대					
트 로 리		대					

10. 철도공사현장 안전확보를 위한 관리지침

제1조 (목적)

철도공사 현장의 시공·감리업체가 안전수칙 준수 불이행시 제재기준을 재정·시행하여 공사현장의 안전수칙 준수를 생활화하도록 유도함으로써 열차안전운행을 확보하고자 함.

제2조 (용어의 정의)

1. "주관부서"라 함은 공사에 대한 계획, 사업관리 등의 업무를 주관하는 부서를 말한다.
2. "시행부서"라 함은 공사의 발주, 공정관리, 시공·설계, 감리관리 및 공사하자업무를 담당하는 본부의 해당처 및 동업무 기술용역과 시설물을 유지·관리하는 현업사업소를 말한다.
3. "시공업자" 라 함은 철도공사와의 계약에 의하여 공사를 시공하는 자를 말한다.
4. "감리업자" 라 함은 철도공사와의 계약에 의하여 시행부서장으로부터 공사의 감독권한을 위임받아 공사전반의 안전관리 및 작업감독을 하는 자를 말한다.
5. "점검자" 라 함은 주관부서, 시행부서와 철도공사의 다른 부서에서 시행하는 각종 점검을 시행하는 자를 말하며, 안전지도사를 포함한다.
6. "안전지도사"라 함은 철도공사 안전본부 안전관리처 소속 직원으로 현업소속 직원들의 안전에 관한 업무의 지도교육을 담당하는 자를 말한다.

제3조 (적용범위)

철도공사에서 시행하는 모든 공사에 적용한다.

제4조 (현장점검)

1. 철도공사 현장의 안전확보를 위해 다음 각호와 같이 정기 또는 특별점검을 시행한다.

가. 본사 및 본부에서 시행하는 정기안전점검

나. 본사 및 본부에서 시행하는 특별점검

다. 안전지도사 활동

2. 점검자가 공사현장 점검시에는 반드시 시공 · 감리업체 관계자 또는 지원업무수행자를 입회시켜 점검한다.

3. 점검결과 지적사항에 대하여는 시정지시서를 발부하여 시공 · 감리업체 관계자 또는 지원업무수행자에게 확인(날인)을 받은 후 교부하여야 한다.

4. 점검자가 점검결과 발부한 시정지시서에 대하여 시공 · 감리업체 관계자 또는 지원업무수행자가 확인(날인)을 거부하는 경우에는 사진촬영 등 증빙자료를 첨부하여야 한다.

5. 점검시 점검자는 단속 · 점검방문일지 또는 공사일지에 직 · 성명, 점검사유 등을 기록하여야 한다.

제5조 (점검시 주요 행정조치 대상)

1. 공사현장 점검시 주요 행정조치 대상은 다음 각 호와 같다.

가. 인근역장과 운전협의를 하지 않은 경우

나. 작업시작전 작업자 안전교육을 시행하지 않은 경우

다. 열차감시원을 배치하지 않고 작업하는 경우

라. 공사현장에 감독자가 입회감독을 하지 않는 경우

마. 공사현장에 안전설비를 하지 않고 작업을 하는 경우

바. 기타 승인을 받지 않거나 승인시간 이전에 작업을 시행하는 경우 등

2. 이외 열차운행에 지장을 줄 수 있는 불안전한 시설 및 조건을 방치하여 사고발생의 우려가 있는 경우는 점검사항에 포함시킬 수 있다

가. 작업시작전 작업자 안전교육을 시행하지 않은 경우

나. 열차감시원을 배치하지 않고 작업하는 경우

다. 공사현장에 감독자가 입회감독을 하지 않는 경우

라. 공사현장에 안전설비를 하지 않고 작업을 하는 경우

제6조 (점검결과에 대한 조치)

1. 공사현장을 점검한 점검자(소속)는 점검결과를 공사발주 소속인 시행부서에 통보하여야 한다.
2. 시공 · 감리업자 및 지원업무수행자는 점검자(소속)로부터 교부받은 시정지시서에 대하여 즉시 조치하고, 조치결과를 (계획)을 6일 이내에 시행부서장에게 보고하여야 한다.
3. 시행부서의 장은 현장의 시정조치 사항을 주관부서 및 점검소속에 보고하여야 한다.

제7조 (업체에 대한 조치)

1. 점검자(소속)로부터 제5조제1항에 해당하는 점검결과를 통보 받은 시행부서의 장은 관련 시공 · 감리업자에 대하여 다음 각호와 같이 행정조치를 하여야 한다.
   가. 1회 지적시 : 시정조치 및 관련 시공 · 감리업체에 통보
   나. 2회 지적시 : 시공 · 감리업체, 건설기술자, 감리원에 대하여 서면경고 및 안전관리 이행각서 징구
   다. 3회 지적시 : 현장대리인, 감리원 등 교체 또는 시공 · 감리업체, 현장대리인, 감리원 등에 대한 부실벌점 부과
2. 시행부서의 장이 업체에 대해 부실벌점을 부과할 경우는 건설기술관리법 등 관계법령에 의거 부실정도에 따라 벌점을 부과하여야 한다.
3. 시행부서의 장은 동조제1항제3호의 조치시 그 결과를 주관부서장에게 보고하여야 한다.

제8조 (업체에 대한 관리)

1. 주관부서의 장은 지적업체에 대한 조치결과를 업체별로 별도 관리를 하여야 한다.
2. 시행부서의 장은 업체별 처분결과를 누적관리하면서 재지적될 때마다 주관부서의 장과 협의, 가중조치를 하도록 하여야 한다.
3. 시행부서의 장은 벌점부과시 주관부서 및 건설협회 등 관련기관에 통보하여야 한다.

제9조 (사고유발 업체에 대한 조치)

1. 사고를 야기한 시공 · 감리업체, 현장대리인 및 감리원 등에 대하여는 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률, 건설기술관리법, 전력기술관리법 등 관계법령에 따라 시행부서의 장이 행정제재 조치를 하여야 한다.

2. 시공 · 감리업체, 현장대리인 및 감리원 등에 대한 행정제재 조치 결과는 주관부서의 장에게 보고하여야 한다.

제10조 (안전관리 우수업체에 대한 조치)

1. 시행부서의 장은 다음 각호에 해당하는 업체에 대하여 주관부서의 장에게 철도공사장 표창을 상신할 수 있다.

가. 공사현장 안전관리가 우수하고, 재해(사고)가 발생하지 않을 경우

나. 안전관리에 대한 관심과 조치한 실적이 높을 경우

2. 표창을 추천할 경우에는 제3자가 인정하는 공적이 있다고 판단될 때 표창심의위원회 심의를 거쳐 표창할 수 있다.

3. 표창을 수여 받은 시공 · 감리업체에 대하여는 각종 점검시 지적한 횟수를 다음 각 호에 의해 감경할 수 있다.

가. 1회 표창 수여시 : 1회

나. 2회 표창 수여시 : 전부

제11조 (적용기간 및 기간종료 후 조치)

1. 본 지침은 매년 1월1일부터 12월 31일까지 1년 단위로 관리기간을 적용하고, 각종 공사계약 단위별로 관리한다.

2. 한국철도공사와 계약되어 있는 공사가 준공되면 이 지침에 의한 시공 · 감리업체에 대한 관리자료는 삭제한다.

제12조 (기타사항)

시공 · 감리업체에 대한 행정조치를 시행함에 이 지침에 규정되지 않은 사항은 건설관계 법령과 한국철도공사 관련규정 및 지시에 따른다. 끝.

11. 안전계약 특수조건 * 안전계약 특수조건 신규제정(`24.7.1.)

제1장 총칙

제1조(목적) 본, 안전계약 특수조건(이하 “본 조건”이라 한다)은 公社(이하 “公社”라 한다)와 계약상대자가 체결하는 공사·용역·물품(제조 포함)·수선(임가공 포함)·매각(다만, 부동산 매각은 제외한다) 계약(이하 “계약”이라 한다)에 있어, 중대재해 및 산업재해예방과 철도안전법령에 따른 철도안전관리체계에 대한 점검 및 준수의무 등 안전관리를 위한 내용을 특별히 규정함에 그 목적이 있다.

제2조(적용범위) 公社의 사업장 내에서 시행하는 모든 계약의 계약상대자를 대상으로 한다.

제3조(정의) 본 조건에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “산업재해”란 산업안전보건법령 등에서 정하고 있는 것으로, 노무를 제공하는 사람이 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것을 말한다.
2. “중대산업재해”란 산업재해 중 중대재해처벌법에서 정하고 있는 것으로 다음 각호의 재해를 말한다.
   가. 사망자가 1명 이상 발생
   나. 동일 사고로 6개월 이상 치료를 요하는 부상자가 2명 이상 발생
   다. 동일한 유해요인으로 급성중독 등 대통령령으로 정하는 직업성 질병자가 1년 안에 3명 이상 발생
3. “중대시민재해”란 특정 원료 또는 제조물, 공중이용시설 또는 공중교통수단의 설계, 제조, 설치, 관리상의 결함을 원인으로 하여 발생한 재해로 다음 각 호에 해당하는 결과를 야기한 재해를 말한다
   가. 사망자가 1명 이상 발생
   나. 동일한 사고로 2개월 이상 치료가 필요한 부상자가 10명 이상 발생
   다. 동일한 원인으로 3개월 이상 치료가 필요한 질병자가 10명 이상 발생

11. 안전계약 특수조건

4. “철도사고, 준사고, 운행장애, 관리장애”(이하 “사고장애”라고 한다)란 철도안전법령 및 公社 철도사고조사 및 피해구상세칙에서 정하고 있는 것으로 다음 각호에 해당하는 것을 말한다.

가. 철도사고 : 철도차량의 충돌·탈선, 철도차량 및 시설물의 화재, 교량·터널·선로·신호·전기·통신설비 등의 철도시설 파손, 위험물 누출 또는 폭발로 인한 사상자 또는 재산피해 발생, 열차 또는 철도차량 운행 관련 발생한 사상사고

나. 철도준사고 : 운행허가 구간 외 열차 주행, 선로장애가 있음에도 진행신호 현시, 정지신호 위반운전, 정거장 밖으로 차량구름, 작업·공사구간 열차운행, 안전운행에 지장을 주는 시설고장(레일파손, 유지보수 허용범위 초과 등) 또는 차량고장(차륜, 차축, 차축베어링 등의 고장), 철도차량에서 위험물 또는 위해물품 누출, 기타 준사고에 준하는 것으로 철도사고로 이어질 수 있는 경우

다. 운행장애 : 열차분리, 차량구름, 규정위반, 선로·급전·신호장애, 차량고장, 열차방해, 기타 등의 사유로 고속열차 및 전동열차 20분 이상, 일반여객열차 30분 이상, 화물열차 및 기타열차 60분이상 지연을 발생시킨 경우

라. 관리장애 : 자재결함, 시공불량, 책임감리 소홀, 하자 등으로 열차운행선로의 장애가 발생하여 열차운행에 지장을 가져오거나 피해가 발생한 경우, 장애로 인한 열차지연이 발생한 경우(고속열차 및 전동열차 10 이상 20분 미만, 일반여객열차 20분 이상 30분 미만, 화물열차 및 기타열차 40분 이상 60분 미만)

5. “안전개선지도서”란 公社 직원이 계약상대자(근로자 포함)의 계약 상 이행과정에 있어 관련법령 및 公社 사규 등에서 정하고 있는 필수 준수사항을 위반하거나, 불안전한 설비·장비 등의 사용 또는 유해·위험요인 미조치 시 이를 시정하도록 서면으로 발행하는 것을 말한다.

6. “안전개선계도서”란 公社 직원이 계약상대자(근로자 포함)의 계약 상 이행과정에 있어 “안전개선지도서”에서 정하고 있는 항목 외 기타 안전사항을 위반하는 등 경미한 사항을 자율적으로 개선할 수 있도록 서면으로 발행하는 것을 말한다.

11. 안전계약 특수조건

7. “제재기준 심의위원회”란 계약상대자 또는 계약상대자의 작업자의 안전관리 소홀 등 귀책사유로 인해 계약의 이행과정에서 발생한 안전개선지도서 발행 건, 산업재해·시민재해·사고장애 건에 대한 페널티 부과 대상을 심의하기 위해 운영하는 위원회를 말한다.
8. “페널티”란 안전의무 이행을 확보하기 위해 계약 당사자간 상호 약정하고, 약정사항을 위반할 경우 손해배상액과는 별도로 계약상대자가 납부해야 하는 위약벌을 말한다.
9. “사업부서”란 물품의 계약요청, 감독하는 부서 또는 공사·용역에 대해 공사의 발주, 공정관리, 시공, 설계, 감리관리, 공사하자 업무 및 기술용역, 연구용역 등을 시행하는 본사 각 본부·단·실 및 소속기관의 담당부서를 말한다.
10. “안전부서”란 안전업무를 담당하는 부서로 본사는 안전본부, 소속은 지역본부 안전보건처, 차량정비단 품질안전처, 고속시설·전기사업단 안전기술부 등을 말한다.
11. “산업안전보건 관계법령”이란 산업안전보건법 및 동법 시행령, 시행규칙과 고용노동부령 또는 고시로 정하고 있는 산업안전 관련 행정규칙을 말한다.
12. “철도안전법령”이란 철도안전법 및 동법 시행령, 시행규칙과 국토교통부령 또는 고시로 정하고 있는 철도안전 관련 행정규칙을 말한다.
13. “안전관리비”란 산업재해 예방을 위한 산업안전보건관리비 또는 안전보건관리비, 시민재해 예방을 위한 시민안전관리비를 말한다.

제4조(안전준수 의무 등) ① 계약상대자는 계약의 이행과 관련하여 중대재해 처벌등에 관한 법률, 산업안전보건 관계법령 및 철도안전법령과 公社에서 정하고 있는 안전수칙을 준수하여야 하며, 公社에서 시행하는 산업재해예방·철도안전관리체계 준수·중대(산업)재해·중대시민재해 예방을 위한 시책 및 평가에 적극 따라야 한다.

11. 안전계약 특수조건

② 계약상대자는 산업안전보건법령, 철도안전법령 및 계약특성별 관련법령 등에서 정하고 있는 자격·면허·경력 등을 보유한 근로자에게 안전관리 및 작업을 수행하도록 하여야 한다.

③ 계약상대자는 본 조건, 개별 계약의 기준 등에서 정한 안전준수 의무와 권리, 역할, 제재기준 등에 대한 내용을 충분히 인지한 후 '안전실천을 위한 서약서 및 확인서(별표1)'를 작성하여 公社에 제출하여야 한다.

④ 계약상대자는 철도안전법령에 따라 사업부서가 요구하는 열차운행 및 유지관리에 대한 철도안전관리체계의 준수 및 적정성 평가를 따라야 한다.

⑤ 계약상대자는 착수·착공 시 사업부서가 제4항의 내용에 따라 제시한 안전관리체계 준수 및 적정성에 대한 평가시기, 평가방법 및 평가항목에 대해 적극 협조하여야 하며 정당한 이유가 없는 한 평가결과에 따른 조치 요구를 수행하여야 한다.

⑥ 사업부서 또는 안전부서는 「공공기관의 안전관리에 관한 지침」에 따라 계약상대자가 실시하는 위험성평가 결과를 점검하고 부실 시 보완조치를 요구할 수 있으며, 계약상대자는 정당한 사유가 없는 한 이에 따라야 한다.

제5조(안전관리비 등 계상 및 사용) ① 사업부서는 계약상대자의 근로자 산업재해 또는 계약의 이행과 관련한 시민재해 예방을 위해 안전관리비 등을 산출하여 계상한다.

② 계약상대자는 안전관리비를 용도에 맞게 사용하여야 하며, 이에 대한 사용내역과 증빙서류(영수증, 계약서, 수량의 확인이 가능한 공사사진 등)를 기록·관리하여야 한다.

③ 사업부서는 계약상대자가 계약에 포함된 안전관리비를 정하고 있는 기준 외 사용하거나 목적 외로 사용한 경우 그 비용을 감액하거나 반환을 요구할 수 있으며, 계약상대자는 관련 사실이 인정될 경우 이에 따라야 한다.

11. 안전계약 특수조건

제6조(사전예방조치 의무 등) ① 계약상대자는 계약의 이행과 관련하여 유해·위험요인 실태를 수시로 파악하고 평가하여 불안전요소를 개선하는 등 산업재해·시민재해 예방 및 철도안전 준수를 위한 사전조치를 하여야 한다.

② 계약상대자는 산업안전보건법령, 철도안전관련법령, 公社에서 정하고 있는 안전작업수칙 준수와 성실한 계약 이행으로 산업재해·시민재해·사고장애를 예방하여야 하고, 사업장의 근로자 및 여객·시민의 생명보전과 안전 및 보건 유지·증진을 위해 적극 노력하여야 한다.

③ 계약상대자는 산업재해, 시민재해, 사고장애 예방을 위해 개별 계약 등에서 정하고 있는 안전 기준과 관련 시책 등에 적극 협조하여야 한다.

제7조(통보 의무 등) ① 계약상대자는 산업재해, 시민재해, 사고장애 발생 즉시 작업을 중지하고 재해자 구호를 최우선으로 시행하여야 하며, 2차 사고 예방을 위해 현장 출입통제 및 안전지역을 확보하여 작업자 등을 대피시켜야 한다.

② 계약상대자는 산업재해·시민재해·사고장애가 발생하였거나, 긴박한 재해 및 사고장애 발생 우려가 있다고 판단될 경우 해당 작업자를 대피시키고 지체없이 안전부서(또는 사업부서)에 통보하여야 한다.

제8조(안전·보건협의체 등) ① 계약상대자는 계약의 이행과 관련하여 公社가 운영하는 안전·보건협의체의 당연 구성원이 되며, 협의회에 출석할 의무와 필요 시 임시회의 개최요구를 할 권한이 있다.

② 계약상대자가 근로자의 안전보건과 작업특성 등 교육에 필요한 장소, 자료의 제공 및 교육강사, 기자재 등에 대해 公社에 요청할 경우 지원할 수 있다.

제9조(안전보건지도·점검 등) 사업부서 또는 안전부서는 계약상대자가 계약이행 과정에서 취하는 산업재해·시민재해·사고장애 예방조치를 확인하기 위하여 안전지도·점검을 시행할 수 있으며, 계약상대자는 지도·점검에 동참하는 등 적극 협조하여야 한다.

11. 안전계약 특수조건

제10조(안전준수 의무 위반 시 제재기준) ① 公社 안전지도사 또는 사업부서 담당자, 책임감리는 산업안전보건법령, 철도안전관련법령, 公社의 안전작업수칙 등에서 정하고 있는 필수안전준수항목(별표2) 등을 기준으로 계약상대자 및 그의 근로자가 안전수칙 준수 의무를 위반할 경우 안전개선지도서 또는 안전개선계도서(별표3)를 계약상대자에게 발행하며, 발행한 자는 그 사실을 사업부서에 통보하여야 한다.

② 안전개선지도서 또는 안전개선계도서 발행 시 公社는 페널티를 부과하며, 부과기준은 다음과 같다.

구분	페널티	비고
안전개선지도서	계약금액의 1% 부과	1회당
안전개선계도서	(다만, 부과한도는 10만원 이상 500만원 이하로 한다.)	3회당

③ 안전개선지도서 또는 안전개선계도서를 발행받은 계약상대자는 1개월 이내 위반사항에 대한 개선대책 수립과 교육을 시행한 후 사업부서에 제출하여야 하며, 미이행시에는 매월 안전개선계도서를 추가 발행한다. 다만, 추가 발행하는 것은 동일 지적건에 대해서만 적용한다.

④ 안전부서는 감리원이 배치된 계약건에 대하여 계약상대자(시공회사 등)의 안전관리 소홀로 안전개선지도서 또는 안전개선계도서 발행 시 감리원의 안전관리 소홀이 명백할 경우 계약상대자(감리회사)에게도 발행할 수 있다.

⑤ 계약별 특성을 반영하여 개별 계약의 업무처리기준, 계약특수조건 등에 안전개선지도서, 안전개선계도서 발행 기준을 별도로 정하고 있는 경우 해당 기준을 적용한다.

⑥ 계약상대자는 안전개선지도서 또는 안전개선계도서 발행에 이의가 있을 경우 7일 이내(토·일·공휴일은 제외한다) 이의신청서(별표5)를 작성하여 사업부서에 제출하여야 하며, 公社는 심의절차(별표6)를 거쳐 최종 결정한다. 다만, 계약상대자의 안전관리 소홀 또는 과실이 명백한 경우 심의절차를 생략할 수 있다.

⑦ 안전개선지도서 발행이 확정되면 公社는 계약상대자에게 통지하고 페널티는 관련 대금 지급 시 상계처리하며, 사업부서는 상계처리 금액과 제재사실 확인서(별표4) 등 관련자료를 첨부하여 계약부서로 요청하여야 한다. 계약기간 만료 이후 안전개선지도서 발행사례가 발생한 경우 안전부서는 계약상대자에게 안전개선지도서를 발행할 수 있으며, 계약상대자는 제6항에서 정한 절차를 준수하여 확정 시 페널티를 납부하여야 한다.

11. 안전계약 특수조건

제2장 산업안전보건

제11조(작업장 근로자 안전조치) ① 계약상대자는 계약의 이행을 위한 작업을 시행할 경우 근로자의 안전확보 및 산업재해가 발생하지 않도록 작업 준비부터 종료까지 산업안전보건법령, 公社의 안전작업수칙 등에서 정하고 있는 사항과 필수안전준수항목(별표2) 등을 철저히 준수하여야 한다.

② 사업부서 또는 안전부서는 계약상대자가 계약 이행을 위한 작업 중 중대재해가 발생하거나, 발생 할 급박한 위험이 있을 경우에는 작업중지를 요청할 수 있다. 이 경우 계약상대자는 즉시 작업을 중지하고 관련 안전조치를 이행하여야 하며, 합동점검을 통해 안전에 이상이 없을 경우 작업을 재개한다.

③ 계약상대자는 작업장에서 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험이 없도록 청결한 상태로 유지하여야 하며, 작업에 필요한 기계·기구 및 그 밖의 설비를 사용 할 경우에는 안전 및 보건에 관한 조치를 하여야 하며, 방호장치의 정상동작 여부 등을 확인하여야 한다.

제12조(산업재해 발생 시 제재기준) ① 사업부서는 산업재해 예방을 위하여 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법령」, 「공기업·준정부기관 계약사무규칙」 등 관련법령 및 公社 「계약업무처리 시행세칙」에 규정된 제재기준과는 별도로 다음에 따라 계약상대자를 제재하며 계약상대자는 다음 사항을 이행하여야 한다.

② 계약의 이행과 관련하여(작업이 중지된 기간을 포함한다.) 계약상대자 측의 작업자 또는 계약상대자의 고의 또는 과실로 인해 산업재해가 발생한 경우 기준에 따라 페널티를 부과한다.

③ 산업재해 발생 시 페널티 기준은 다음과 같다.

구분	페널티	비고
사망[주1)]	계약금액의 2% 부과(다만, 부과한도는 200만원 이상 2,000만원 이하로 한다.)	1명당
부상[주2)]	계약금액의 1% 부과(다만, 부과한도는 100만원 이상 1,000만원 이하로 한다.)	

주1) 「산업재해 통계업무 처리규정」에 따라 사고일로부터 1년 후 사망한 경우는 제외

주2) 업무상 사고·질병으로 1개월(4주)을 초과한 휴업(요양)을 요하는 부상 시 적용 (출퇴근, 행사 등 계약이행과 관련이 없는 산업재해 제외)

1. 산업재해는 산업재해조사표를 제출한 산업재해에 한한다.
2. 다음 각 호의 사항에 대해서는 위 기준에서 가중 적용한다.

가. 은폐 : 계약상대자가 발생 사실을 인지하였으나, 발생일 기준 30일을 초과하여 미통보한 사실을 사업부서에서 확인한 경우 페널티 기준의 2배

나. 통보지연 : 계약상대자가 발생사실을 인지하고, 발생일 기준 30일을 초과하여 사업부서에 통보한 경우 페널티 기준의 1.5배

④ 산업재해 발생 시 제재기준은 계약상대자의 '산업재해 발생 통보서'(은폐 포함)에 대하여 사업부서에서 검토 후 필요 시 안전부서로 심의를 요청하며, 안전부서는 제재기준 심의위원회(이하 "심의위원회"라 한다)를 개최하여 심의 결과 계약상대자의 작업자 또는 계약상대자의 귀책사유로 인한 산업재해로 판단한 경우에 한하여 적용한다.

다만, 계약상대자의 작업자 또는 계약상대자의 귀책사유가 명백하고 고의 또는 과실을 인정하는 경우 심의위원회 개최를 생략할 수 있다.

⑤ 안전부서는 감리원이 배치된 계약건에 대하여 계약상대자(시공회사 등)의 귀책사유로 인한 산업재해가 발생하고, 감리원의 안전관리 소홀이 명백할 경우 계약상대자(감리회사)에 본조의 페널티를 부과할 수 있다.

⑥ 페널티의 징수·납부에 대한 사항은 제10조제7항을 준용한다.

제3장 철도안전

제13조(철도보호지구 등의 작업 안전조치) ① 계약상대자는 철도보호지구 등에서 작업을 시행할 경우 안전확보 및 사고장애가 발생하지 않도록 작업 준비부터 종료까지 公社에서 정하고 있는 관련절차 및 안전수칙, 기준 등을 철저히 준수하여야 한다.

② 사업부서 또는 안전부서는 계약상대자가 시행하는 철도보호지구 등에서 작업 중 중대한 위험이 예상되는 경우 작업책임자에게 작업 중지를 요청할 수 있으며, 계약상대자는 즉시 작업을 중지하고 관련 안전조치를 이행하여야 한다.

③ 계약상대자는 관련법령 및 公社에서 정하고 있는 기준에 따라 작업책임자, 열차감시원, 철도운행안전관리자, 전기철도안전관리자, 건설기계의 작업지휘자 또는 유도자 등을 배치하여야 하며, 작업현장에 상주하도록 관리하여야 한다.

④ 계약상대자는 작업에 필요한 설비, 장비 등을 사용하기 전 작업계획 적합성 점검 시 사업부서의 확인을 받아야 하며, 특별한 사유가 없는 한 公社의 기준을 따라야 한다.

11. 안전계약 특수조건

제14조(사고장애, 중대시민재해 발생 시 제재기준) ① 사업부서는 사고장애, 시민재해 예방을 위하여 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법령」, 「공기업·준정부기관 계약사무규칙」 등 관련법령 및 公社 「계약업무처리 시행세칙」에 규정된 제재기준과는 별도로 다음에 따라 계약상대자를 제재하며 계약상대자는 다음 사항을 이행하여야 한다.

② 계약의 이행과 관련하여(작업이 중지된 기간을 포함한다.) 계약상대자 측의 작업자 또는 계약상대자의 고의 또는 과실로 인해 사고장애, 중대시민재해가 발생한 경우 기준에 따라 페널티를 부과한다.

③ 사고장애 발생 시 페널티 기준은 다음과 같다.

구분	페널티	비고
재산피해액[주3)] 1억원 미만	계약금액의 1% 부과(다만, 부과한도는 100만원 이상 1,000만원 이하로 한다.)	사고
재산피해액 1억원 이상 5억원 미만	계약금액의 1.5% 부과(다만, 부과한도는 150만원 이상 1,500만원 이하로 한다.)	장애
재산피해액 5억원 이상	계약금액의 2% 부과(다만, 부과한도는 200만원 이상 2,000만원 이하로 한다.)	1건당

주3) 재산피해액 : 公社 「철도사고조사 및 피해구상세칙」 제42조에 따라 산정

④ 중대시민재해 발생 시 페널티 기준은 다음과 같다.

구분	페널티	비고
사망	계약금액의 2% 부과(다만, 부과한도는 200만원 이상 2,000만원 이하로 한다.)	1명당
부상	계약금액의 1% 부과(다만, 부과한도는 100만원 이상 1,000만원 이하로 한다.)	

⑤ 사고장애, 중대시민재해 발생 시 제재기준은 公社의 사고조사 결과에 대하여 심의위원회의 심의 결과 계약상대자의 작업자 또는 계약상대자의 귀책사유에 의한 사고로 판단한 경우에 한하여 적용한다. 단, 계약상대자의 작업자 또는 계약상대자의 귀책사유가 명백하고 고의 또는 과실을 인정하는 경우 심의위원회 개최를 생략할 수 있다.

⑥ 안전부서는 감리원이 배치된 계약건에 대하여 계약상대자(시공회사 등)의 귀책사유로 인한 사고장애 또는 중대시민재해가 발생하고, 감리원의 안전관리 소홀이 명백할 경우 계약상대자(감리회사)에 본조에 따른 페널티를 부과할 수 있다.

⑦ 페널티의 징수·납부에 대한 사항은 제10조 제7항을 준용한다.

11. 안전계약 특수조건

제4장 작업중지 및 계약해지 등

제15조(제재기준 적용기준 및 부과방식) ① 계약상대자의 안전관리 소홀 또는 귀책사유로 인해 단일 건으로 산업재해, 사고장애, 중대시민재해가 중복하여 발생하는 경우 각각에 대하여 페널티를 부과한다.

② 심의위원회는 추정가격 2천만원 미만의 소보수 집행 사업, 영세업체 등에 대해서 페널티 최저한도를 감액 조정할 수 있다.

③ 제재기준이 확정되면 사업부서는 계약상대자에게 통지 및 제재사실 확인서를 징구하며, 페널티는 관련 대금 지급 시 상계처리한다. 단, 외부기관 조사 등으로 인해 계약기간 만료 이후 제재기준 적용사례 발생이 우려되는 경우 公社는 자체 조사 등을 시행하고 관련 절차에 따라 계약상대자에게 페널티를 부과할 수 있다.

제16조(작업 등 중지) ① 안전부서 또는 사업부서는 안전지도·점검결과 긴박한 사고발생 우려가 있는 유해·위험요인을 발견하였을 경우 그 유해·위험요인이 완전히 해소되었다고 인정될 때까지 계약상대자에게 해당 작업 등의 중지를 요청할 수 있으며, 계약상대자는 정당한 이유가 없는 한 이에 응하여야 한다.

② 계약상대자는 제1항의 규정에 따라 작업 등의 중지로 발생되는 지체상금 부과 및 작업원에 대한 휴업급여 등의 책임을 진다

제17조(입찰참가자격 제한) ① 계약상대자가 계약을 이행하면서 안전대책을 소홀히하여 손해를 끼치거나, 「산업안전보건법령」에서 정하고 있는 중대한 위해를 가한 경우 등이 발생한 경우 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법령」에 따라 부정당업자 입찰참가자격 제한처분을 할 수 있다.

② 계약상대자의 고의 또는 과실로 인한 산업재해·시민재해·사고장애 등이 발생한 경우 향후 입찰참여 시 안전관리 소홀에 따른 벌점을 부과할 수 있으며, 해당 안전관리자·책임감리원 등 안전관리를 소홀히 한 기술인이 참여하는 경우에 대해서도 벌점을 부과할 수 있다.

제18조(안전관리책임자 및 감리원 등 교체) ① 계약상대자가 계약의 이행과정에서 안전관리를 소홀히하여 산업재해·시민재해·사고장애가 발생한 경우 또는 이에 준하는 사례를 발생시킨 경우 公社는 계약상대자의 안전관리책임자, 감리원, 현장대리인 등 작업관계자의 교체를 요구할 수 있다.

② 제1항에 따른 조치 시 관련비용은 계약상대자가 책임을 진다.

③ 사업부서는 안전관리책임자, 감리원, 현장대리인, 장비운전원, 동승자 등 사고장애를 유발한 작업관계자에 대해 이력관리를 할 수 있으며, 제1항에 따라 교체된 작업관계자는 公社가 교체을 요구한 날로부터 1년 이내 公社에서 시행하고 있는 사업이나, 발주하는 사업에 참여할 수 없다.

제19조(계약해지) 公社는 계약상대자가 공사·용역·물품(제조) 과업수행 중 계약상대자의 귀책사유로 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사고가 발생한 경우에는 해당 계약을 해지할 수 있다.

1. 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」에 정한 "중대산업재해" 및 "중대시민재해"가 발생한 경우
2. 「산업안전보건법」에 정한 중대재해가 발생한 경우
3. 「철도사고조사 및 피해구상 세칙」에 정한 철도사고(철도교통사고, 철도안전사고)와 다음 각 호의 사항으로 인해 철도안전법 제9조의2(과징금) 기준에 해당되는 경우

가. 미승인 작업으로 열차운행 지장이 발생한 경우

나. 안전관리 소홀로 물적·인적 피해가 발생한 경우

다. 기타 시공 중 계약업체 귀책사유로 열차운행 지장이 발생한 경우

라. 사전승인(협의) 없이 운행선 관련 작업을 무단으로 시행한 경우

제20조(기타) ① 계약상대자는 본 조건에서 특별히 정한 것을 제외한 안전 관련 주요사항은 관련법령, 철도안전관리체계, 公社 규정 및 개별 계약의 별도 기준 등에서 정하는 바에 따른다. 다만, 특별히 규정하고 있는 내용은 없으나 안전관리 강화를 위해 필요한 경우 당사자 상호간 협의에 따라 결정한다.

② 公社는 안전관련 법령 또는 안전정책 변경 시 필요한 안전관리 방안의 이행을 권고 또는 개선 요청할 수 있으며, 계약상대자는 특별한 사정이 없는 한 이를 이행하여야 한다.

③ 계약상대자는 公社의 정당한 요구에 따라 발생하는 작업 지연 등의 손실에 대한 책임을 진다. 또한, 계약상대자의 귀책사유로 인하여 발생한 인적·물적 피해에 대한 처리와 보상은 계약상대자의 책임으로 하며, 필요 시 公社는 피해구상조치를 할 수 있다.

12. 계약 특수조건

〔공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부고시 제2024-1021호, 2024.12.31. 제정) 제5조(공사기간 산정근거 등의 명시) 및 2026년 적정공사기간 확보를 위한 가이드 라인(2026.01.)〕 참조

공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부고시 제2024-1021호, 2024.12.31. 제정)
제5조(공사기간 산정근거 등의 명시) ① 발주청은 공공 공사를 입찰할 때에는 공사기간 산정근거를 입찰에 관한 서류에 명시하여야 한다. 다만, 설계·시공일괄입찰 및 대안입찰, 기술제안입찰의 경우에는 입찰참가자가 실시설계서에 포함하여 제출하여야 한다. ② 건설공사의 입찰참가자는 입찰에 관한 서류에 명시된 공사기간의 산정근거를 검토하여 입찰에 참가하여야 한다.

「경부선 성균관대-화서간 산업안전시설 설치공사」의 공사기간의 산출은 다음과 같다.

구분	주요 공사기간 소요작업	단위	수량	비고
1	현장조사 및 안전교육	일	9	착수전 준비, 안전교육
2	구조물 설치	일	350	구조물 설치
3	현장정리	일	10	현장 뒷정리, 보완사항 조치
4	공사기간 중 휴일	일	141	공사기간 중 휴일
합계		**일**	**510**	**현장조사＋재료준비＋실공사적정일수＋공사기간 중 휴일(일, 법정공휴일)＋현장정리**