

KCS 47 20 20 : 2019

콘크리트제도 부설공사

2019년 4월 8일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 철도에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
철도건설공사 전문시방서(궤도편)	<ul style="list-style-type: none"> • 일반철도와 고속철도로 분리된 궤도분야의 전문시방서를 통합하고, 기준체계를 명확히 하여 합리적이고 효율적인 시방서(궤도편)로 제정 • 노반·궤도·전기분야 인터페이스를 고려한 시방서와 기술발전 등 기술적 환경변화 대응을 위한 기준을 마련 	제정 (2011.12.)
철도건설공사 전문시방서(궤도편)	<ul style="list-style-type: none"> • 매년 발생되고 있는 상태가 양호한 PC침목을 재 활용하도록 선정기준 및 사용용도 명시 • 레일용접부 초음파탐상지침 추가 	개정 (2013.11.)
철도건설공사 전문시방서(궤도편)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험성적서 위·변조 방지를 위해 시험성적서 원본(부분), 시험결과 보고서를 제출토록 개정 	개정 (2015.3.)
KCS 47 20 20 : 2016	<ul style="list-style-type: none"> • 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함 	제정 (2016.6.)
KCS 47 20 20 : 2019	<ul style="list-style-type: none"> • 철도 건설기준 적합성평가에 의해 코드를 정비함 	개정 (2019.04)

제 정 : 2016년 6월 30일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 철도건설과

관련단체 : 한국철도시설공단

개 정 : 2019년 04월 08일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국철도기술연구원

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	2
1.3 용어의 정의	2
1.4 제출물	2
1.5 품질요구사항	4
1.6 시공 확인 및 검사	6
2. 자재	7
2.1 재료	7
3. 시공	14
3.1 콘크리트 공사	14
3.2 노반구조물 인계·인수	19
3.3 궤광부설	25
3.4 도상안정층(HSB)	29
3.5 교량 보호콘크리트층(PCL)	30
3.6 도상콘크리트층(TCL)	33
3.7 구조물 접속구간 보강	40

1. 일반사항

1.1 적용 범위

1.1.1 콘크리트 공사

- (1) 이 기준은 콘크리트케도에 관련된 현장타설용 콘크리트(일반콘크리트, 서중콘크리트, 한중콘크리트)의 생산 및 타설에 필요한 제반 사항에 대하여 적용한다.
- (2) 이 기준에서 콘크리트케도를 시공하는데 있어서 사용재료의 선정, 시료 채취 및 시험 방법, 배합, 비비기, 운반, 타설, 마무리 및 양생 등에 관한 사항을 규정한다.
- (3) 이 기준에서 언급하지 않은 사항은 콘크리트 표준시방서의 규정에 따른다.

1.1.2 노반구조물 인계·인수

- (1) 콘크리트케도의 노반구조물 인계·인수에 적용한다.

1.1.3 궤광부설

- (1) 콘크리트케도의 궤광부설 작업에 적용한다.

1.1.4 도상안정층(HSB)

- (1) 이 기준은 도상안정층(HSB)의 공사에 적용한다.
- (2) 도상안정층(HSB)은 토공구간에서 도상콘크리트층(TCL)을 타설 전에 그 하부에 설치하는 1차 콘크리트타설 부분이다.

1.1.5 교량 보호콘크리트층(PCL)

- (1) 이 기준은 교량 보호콘크리트층(PCL)의 공사에 적용한다.
- (2) 교량 보호콘크리트층(PCL)은 교량구조물을 보호하고 레일로부터 전달되는 종방향과 횡방향에 대하여 저항할 수 있는 캄플레이트를 설치할 수 있도록 교량상면에 설치하는 콘크리트층을 말한다.

1.1.6 도상콘크리트층(TCL)

- (1) 도상콘크리트층(TCL)의 공사에 적용한다.

1.1.7 구조물 접속구간 보강

이 기준은 다음과 같이 서로 다른 노반구조물 간의 접속구간 및 서로 다른 도상 간의 접속구간에 대한 보강시공에 적용한다.

- (1) 교량~토공 접속구간 궤도보강공사
- (2) 토공~터널 접속구간 궤도보강공사
- (3) 자갈궤도~콘크리트궤도 접속구간 궤도보강공사

1.2 참고 기준

- KS 한국산업규격
- KRS 한국철도표준규격
- KRSA 공단표준규격
- KRCS 코레일규격

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 제출물

1.4.1 콘크리트 케도 공사

- (1) 수급인은 KCS 47 20 10의 2.2의 해당 요건에 따라 다음 사항을 작성하여 공사감독자에게 제출한다.
- (2) 작업절차서에는 다음 사항을 포함한다.
 - ① 콘크리트 타설 구획, 타설 순서
 - ② 콘크리트의 비비기에서 타설까지 소요시간
 - ③ 시공이음의 위치 및 설치방법
 - ④ 진동기의 쥘러 넣는 간격, 깊이, 진동시간
 - ⑤ 양생방법 및 기간
 - ⑥ 일일 타설량에 따른 현장배치플랜트 운영계획
 - ⑦ 검사 및 시험계획서
- (3) 시공계획서
 시공계획서에는 다음 사항을 포함한다.
 - ① 콜드조인트 발생 시의 처리계획
 - ② 급격한 기상 변화에 따른 시공계획
 - ③ 강우 및 강설대책
 - ④ 유해한 진동 및 충격방지대책
 - ⑤ 중량물의 적재방지대책
 - ⑥ 공사현장의 사정에 따라 레미콘 운반차의 하역을 현저하게 지연시키거나 급격한 날씨 변동으로 공사가 중단될 시 현장대기 중인 레미콘 운반차의 처리계획
- (4) 시공상세도
 시공상세도에 콘크리트 타설 순서 및 시공법을 포함한다.
- (5) 레미콘 운반 시 제출물
 - ① 수급인은 레미콘을 현장에 운반할 때마다 매 차량 단위로 반드시 공사감독자에게 레미콘 납품서를 제출한다.

- ② 수급인은 공사감독자 요구 시에 배치 전산기록을 수시로 점검할 수 있도록 한다.
- ③ 수급인은 공사감독자 요구 시에 배합설계, 콘크리트에 함유된 염화물 함유량 등의 계산에 기초가 되는 배합보고서를 제출한다.
- (6) 콘크리트 압축강도 시험성과표
수급인은 압축강도 시험을 실시한 후 압축강도 시험성과표를 작성한다.
- (7) 균열조사
수급인은 거푸집 제거와 동시에 균열조사 및 면 조사를 하여 그 기록을 매일 공사감독자에게 보고하며, 균열이 있을 시 구조물이 완성될 때까지 균열진행을 계속 추적 및 기록 관리한다.
- (8) 현장배치플랜트 설치 및 운영계획서
 - ① 현장배치플랜트 설치 상세도면
 - 가. 배치플랜트 설치위치도
 - 나. 배치플랜트 설치평면도
 - 다. 차량 진출입로
 - 라. 적치장(쇄석 등) 계획 : 골재의 입도별 저장 및 관리방안이 포함되어야 한다.
 - 마. 안전시설 설치계획도
 - ② 현장배치플랜트 설치 전의 제출물
- (9) 현장배치플랜트 설치
현장배치플랜트 설치 전에 관계 기관의 인·허가를 받고 허가사본을 공사감독자에게 제출한다.
 - ① 수급인은 KCS 47 20 10의 5. 안전·보건 및 환경관리에 따라 소음·진동의 발생 예측량 및 주변현장여건에 대한 안전대책, 환경대책, 진출입로 계획, 적치장 계획을 포함한 안전계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출, 승인을 득한다.
 - ② 콘크리트 생산으로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 비산먼지, 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 분규가 예상되는 경우에는 사전에 적절한 대책을 수립하여 제출하고 이에 대한 조치를 취한다.
 - ③ 수급인은 주변 환경을 파악하여 현황도에 표기(1/500 혹은 1/1,000)하여 현장사무실에 비치한다.
- (10) 자재공급원 승인요청서
시멘트, 혼화재료 및 레미콘에 대하여 자재공급원 승인요청서를 작성하여 공사감독자에게 제출, 승인을 득한다.
- (11) 재료반입전표
- (12) 배합설계 결과

1.4.2 궤광부설

- (1) 수급인이 제출할 서류는 다음과 같으며 당해 공사착수 1개월 전에 발주처의 승인을 받아야 한다.

- ① 시공계획서
- ② 작업절차서
- ③ 시공관리자 현황
- ④ 콘크리트케도 시공작업 책임자
- ⑤ 콘크리트케도의 콘크리트 타설 전·후 케도선형 검측 기록지

1.5 품질요구 사항

(1) 레미콘 제조업자의 자격

공사의 요건 및 이 지방자치단체의 요건을 만족시키고 KS F 4009의 규정에 따라 레미콘을 제조할 수 있는 자로서, 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하며, 공사감독자가 승인한 자이어야 한다.

(2) 공시체 관리대장

- ① 수급인은 공사 중에 실시하는 콘크리트 압축강도시험의 적정성을 관리하기 위하여 공시체 관리대장을 시험실에 비치하며, 공시체를 제작할 시 관리대장에 기록한다.
- ② 시료번호, 시료채취 장소, 공시체 제작일/시험일, 설계기준 강도, 파괴하중, 파괴강도 및 레미콘 생산 플랜트 등을 공시체 관리대장에 기록한다.

(3) 감지장치

- ① 콘크리트 타설 중의 압력으로 인한 거푸집과 매설물의 이동 또는 어긋남을 탐지할 수 있도록 감지장치를 갖춘다

(4) 수급인은 콘크리트케도의 시공현장에 케도부설 경험이 있는 시공관리자 및 특수기술자를 두고 시공관리를 한다.

1.6 시공 확인 및 검사

(1) 수급인은 부설하는 케도의 배선 및 케도의 구조형식 등에 대하여는 명시된 설계도서

에 따라야 한다.

(2) 토목구조물 접속개소 등에서의 케도부설은 인접구간과의 접속오차를 조정할 수 있도록 작업을 진행한다.

(3) 수급인은 설계내역서에 반영된 시공조건, 케도장비와 공사열차의 투입 및 편성방법 등이 현장여건에 따라 변경될 경우에 발주처와 협의한다.

(4) 수급인은 설계도서에 명시된 바에 의거하여 시공구분에 따른 시공순서와 시공개소별 공정

에 대한 세부사항을 사전에 시공계획서로 제출한다.

(5) 수급인은 노반과의 선형 차이 등으로 인하여 설계 선형대로 시공치 못할 경우에는 선형 변경안을 작성하여 발주처의 승인을 받는다.

(6) 수급인은 본 공사를 위하여 노반상에서 공사용 장비로 공사용 재료를 운반할 때에 노반면이 파손되지 않도록 특별히 유의하며, 손상 시에는 보강은 물론 케도부설 전에 표면 마무리 작업을 한다. 특히 이 작업에는 책임감리원이 승인한 장비만이 노반에서 작업한다.

- (7) 수급인은 케도부설 시와 레일체결 시의 레일온도와 대기온도를 측정하여 관리하며, 용접과 설정의 작업계획을 수립할 때에 이를 적용한다.
- (8) 각종 기계기구(장비)의 예비품을 확보하여 작업 중에는 고장으로 인한 작업지연이 없도록 한다.
- (9) 수급인은 케도시공 시에 타 공사와 설비에 지장을 주지 않도록 사전에 토목, 건축, 통신, 전기, 신호 등의 타 공사 관련 부서와 충분히 협의하여 공사를 추진한다.
- (10) 수급인은 신호관련 부서와 별도 협의하여 신호에서 요구하는 접촉식 절연레일의 위치와 수량을 공사에 반영한다.
- (11) 수급인은 과업 시·종점 구간 등이 운행선로에 인접하여 케도공사 시에 선로차단(선로일시사용 중지, 각 열차사이 차단, 열차서행운전 등)이 필요할 경우에 이에 대한 승인을 받은 후에 케도공사를 시행한다.
- (12) 수급인은 공사감독자가 시공실태를 확인하고 검사할 때 필요한 인력, 자재 등을 수급인 부담으로 공사감독자의 지시에 따라 제공하며, 특히 주요 공종에 대하여는 공사감독자가 시공상태를 확인하고 검사하여 승인한 후가 아니면 다음 공사를 수행할 수 없다.
- (13) 콘크리트도상 타설 전 케도선형 허용기준은 표 1.6-1과 같다.

표 1.6-1 콘크리트 타설 전의 케도선형 허용기준

구분	측정 지점	허용한도 (mm)	비 고
수평	모든 지점	±2	
궤간	모든 지점	±2	
고저	5 m 떨어진 두 지점 절댓값	±2	
	5 m 초과한 임의의 두 지점 절댓값	±5	
방향	5 m 떨어진 두 지점 절댓값	±2	
	5 m 초과한 임의의 두 지점 절댓값	±5	

- 주 1) 수평, 궤간의 측정방법은 자갈도상 케도와 동일하다.
 2) 고저 및 방향의 허용한도는 종거값(상대값)이 아니고, 계획선형에 대하여 정밀측량기로 확인한 수평·수직의 절대 틀림량을 말한다.
 3) 일반철도 크로싱부 및 CTC구간의 텅레일부 궤간 허용한도: 1,435 mm (-2~+3 mm)
 4) 고속철도 크로싱부 궤간 허용한도: 1,435 mm (-1~+3 mm)

(14) 콘크리트케도

콘크리트케도의 선형측량은 정밀 측정이 가능한 과학적인 첨단 측량장비를 사용하며 공사감독자의 승인을 받은 후에 시행한다. 특히, 고속선의 경우에는 3차원 정밀측량기를 이용하여 케도 위를 이동시키면서 케도선형 값을 검측하고 이를 설계 값과 비교 검토하여 선형 조정작업이 가능한 측량기기를 사용한다.

1.7 운송, 보관 및 취급

- (1) 포대시멘트는 포장에 넣어 40 kg으로 포장한다.
- (2) 포장시멘트는 포장지 바깥 면에, 비포장시멘트는 납품서에 시멘트의 종류, 제조자명, 상표, 무게 및 제조 연월일 또는 출하 연월일을 명시한다.
- (3) 시멘트를 차량으로 장거리 운반할 때에는 방습포 등으로 덮어 기상의 영향을 받지 않도록 한다.
- (4) 비포장시멘트는 방수, 방풍이 된 전용시설에 저장한다.
- (5) 시멘트 저장
 - ① 시멘트는 방습구조로 된 사일로 또는 창고에 품종별로 구분하여 입하된 순서대로 저장한다.
 - ② 시멘트 사일로의 용량은 1일 평균작업량의 3일분 이상을 저장할 수 있는 크기로 한다.
 - ③ 포대시멘트는 지상 300 mm 이상 되는 마루에 쌓아 올려서 검사나 반출에 편리하도록 배치하여 저장하며, 13포대 이상 쌓아 올려서는 안 된다.
 - ④ 시멘트를 저장하는 사일로는 시멘트가 바닥에 쌓여 나오지 않은 부분이 생기지 않도록 한다.
 - ⑤ 제조일로부터 3개월 이상 저장한 시멘트는 사용하기에 앞서 시험을 하여 그 품질을 확인한다.
 - ⑥ 포대시멘트를 일시적으로 야적하고자 할 때는 공사감독자의 승인을 받아야 하며 이때에 방습포를 덮어야 한다.
 - ⑦ 벌크시멘트는 저압력(35.28~69.58 kPa)에서도 압축공기를 이용하여 20 m 높이까지 배출해 낼 수 있는 공기압 벌크탱크에 저장 사용한다. 또한 벌크탱크는 중력에 의하여 계량호퍼로 배출될 수 있도록 가급적 높게 설치하며 외기온도에 영향을 받지 않도록 적절한 온도장치를 한다.
- (6) 골재 저장
 - ① 잔골재, 굵은골재 및 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로 저장한다.
 - ② 골재의 저장설비에는 적당한 배수설비를 설치하고, 그 용량을 적정하게 한다.
 - ③ 골재의 저장설비는 겨울에 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하기 위한 적절한 설비를 갖추어야 하며, 여름에 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위한 설비도 갖추어야 한다.
- (7) 혼화재료 저장
 - ① 혼화제는 먼지, 기타의 불순물이 혼입되지 않도록, 분말 상의 혼화제는 습기를 흡수하거나 굳어지는 일이 없도록 하고, 액상의 혼화제는 분리되거나 변질되는 일이 없도록 저장한다.
 - ② 혼화제는 일반적으로 미분말로 되어 있고, 비중이 작기 때문에 바람에 날리지 않도록 그 취급에 주의한다.
 - ③ 혼화제는 방습적인 사일로 또는 창고 등에 품종별로 구분하여 저장하고, 입하의

순서대로 사용한다.

- ④ 장기 저장하는 혼화재료나 이상이 있는 혼화재료는 사용하기 전에 시험하여 그 성능에 이상이 없다는 것을 확인한 후에 사용하며, 시험결과 규정된 품질기준에 미달될 때에는 그 혼화재료는 사용해서는 안 된다.

(8) 철근의 운송 및 보관

- ① 철근은 같은 치수와 길이의 것을 묶음으로 운반해야 하며, 단단히 묶고, 노출된 위치에 제조공장, 용융 또는 가열번호와 철근의 등급과 치수를 명시한 플라스틱 꼬리표를 달아 구별한다.
- ② 철근을 현장에 운반해서, 직접 땅에 닿지 않도록 적절한 보관시설에 저장하거나 씌우개로 덮어야 하며, 습기, 먼지, 기름 또는 콘크리트와 부착을 저해할 수 있는 기타 사유로 철근이 손상되지 않게 한다.
- ③ 아연도금 철근과 예폭시 도막철근은 도막이 손상되지 않도록 보관한다.
- ④ 철근은 재질별, 규격별로 구분하여 보관한다.

2. 자재

2.1 재료

2.1.1 콘크리트의 재료

(1) 시멘트

- ① 보통포틀랜드시멘트, 중용열포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 저열포틀랜드시멘트, 내황산염포틀랜드시멘트는 KS L 5201에, 고로 슬래그 시멘트, 플라이 애쉬 시멘트 및 포틀랜드 포졸란 시멘트는 각각 KS L 5210, KS L 5211 및 KS L 5401에 적합한 것이어야 한다.
- ② 이 외의 시멘트를 사용하는 경우에는 그 품질을 확인하고 그 사용방법에 대하여 충분히 검토한 다음 공사감독자의 승인을 받아 사용한다.

(2) 물

- ① 물은 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 강재의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질을 함유해서는 안 된다.
- ② 혼합수는 KS F 4009 부속서2의 기준에 적합한 것을 표준으로 한다.
- ③ 혼합수는 콘크리트의 응결경화, 강도의 발현, 체적변화, 위커빌리티 등의 품질에 나쁜 영향을 미치거나 강재를 녹슬게 하는 물질은 허용 함유량을 초과하지 않아야 한다.
- ④ 해수는 강재를 부식시킬 우려가 있으므로 혼합수로서 사용하지 않아야 한다.

(3) 골재

- ① 콘크리트용 골재는 깨끗하고 강하며 내구적인 것으로서 적당한 입도를 가지며 먼지, 진흙, 유기불순물, 염분 등의 유해물질 함유량의 한도는 콘크리트표준시방서를

따른다.

- ② 부순골재, 고로슬래그 골재, 경량골재를 제외한 콘크리트용 굵은골재 및 잔골재를 적용한다.
- ③ 다른 종류의 골재를 혼합하여 사용할 때에는 이 규격을 적용하며, 혼합골재는 각각의 규격을 만족하여야 한다. 다만 입도와 조립률은 혼합한 후 이 규격을 만족하여야 한다.

(4) 혼화재료

① 혼화제

- 가. 플라이 애쉬는 KS L 5405에 적합한 것이어야 한다.
- 나. 콘크리트용 팽창제는 KS F 2562에 적합한 것이어야 한다.
- 다. 콘크리트용 고로슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합한 것이어야 한다.

② 혼화제

- 가. 콘크리트용 화학 혼화제(AE제, 감수제, AE감수제, 고성능AE감수제)는 KS F 2560에 적합한 것이어야 한다.
- 나. 철근 콘크리트용 방청제는 KS F 2561에 적합한 것이어야 한다.
- 다. 유동화제는 KCI-AD101의 해당 요건에 따른다.
- 라. 수중불분리성 혼화제는 KCI-AD102의 해당 요건에 따른다.
- 마. 지연제는 ASTM C 494에 적합한 것이어야 한다.

2.1.2 거푸집

(1) 재료선정

거푸집에 사용할 재료를 선정할 때는 강도, 강성, 내구성, 작업성, 콘크리트의 품질에 대한 영향 및 경제성을 고려한다.

(2) 거푸집

- ① 거푸집에 사용되는 합판은 KS F 3110에 적합한 것이어야 한다.
- ② 흠집 및 웅이가 많은 거푸집과 합판의 접착부분이 떨어져 구조적으로 약한 것을 사용하여서는 안 된다.
- ③ 거푸집의 덧장은 부러지거나 균열이 있는 것을 사용하여서는 안 된다.
- ④ 콘크리트용 거푸집에 사용하는 합판은 내알칼리성이 우수한 재료로 표면처리된 것이어야 한다.
- ⑤ 금속제 거푸집의 표면에 녹이 발생하지 않도록 하며 박리제를 칠하여 사용한다.

(3) 기타 재료

- ① 연결재는 다음 사항에 적합하여야 한다.
 - 가. 정확하고 충분한 강도가 있는 것
 - 나. 회수, 해체가 쉬운 것
 - 다. 조합 부품 수가 적은 것
- ② 박리제는 변색, 경화지연, 경화불량 등의 콘크리트 품질 및 표면 마감재료의 부착

에 유해한 영향을 끼치지 않는 것을 사용해야 한다.

2.1.3 철근

- (1) 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (2) 아연 도금 철근은 KS D 3613 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (3) 에폭시도막 철근은 KS D 3504 또는 동등 이상의 철근에 KS M 6070의 에폭시도막 분체도료를 입힌 것으로, 도막 후 초록색의 색상이 나와야 한다.
- (4) 부속재료
 - ① 결속선은 KS D 3552에 동등 이상의 제품을 사용한다.
 - ② 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006 또는 동등 이상의 제품이어야 한다.
 - ③ 간격재(spacer)는 콘크리트, 강재, 플라스틱제 등을 사용한다.

2.1.4 장비

- (1) 레미콘 현장배치플랜트
 - ① 현장배치플랜트에 의한 콘크리트의 생산, 제조설비 및 운반차는 KS F 4009의 해당요건에 따른다.
 - ② 현장배치플랜트의 점검은 레미콘 품질관리 지침의 해당 요건에 따른다.
- (2) 콘크리트 펌프
 - ① 콘크리트 펌프의 기종은 콘크리트의 종류, 품질, 압송관의 지름을 포함한 배관조건, 타설장소, 1회 타설량, 타설속도 등을 고려하여 선정한다.
 - ② 압송조건은 막히는 일이 없도록 배관한다.
- (3) 슈트(Chute)
 - ① 슈트를 사용하는 경우에는 기본적으로 연직슈트를 사용하며, 연직슈트는 깔때기 등을 잇대서 만들어 재료분리가 일어나지 않도록 한다.
 - ② 경사슈트 사용 시는 전 길이에 걸쳐 일정한 경사를 가져야 하고, 경사는 재료분리를 일으키지 않는 1 : 2로 한다.
- (4) 다짐장비
 - ① 콘크리트 거푸집진동기는 KS B ISO 18652 또는 이와 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.1.5 배합설계

- (1) 수급인

수급인은 배합설계를 실시하여 공사감독자에게 제출, 승인을 받아야 하며, 승인된 배합설계 결과는 수급인 임의로 변경시킬 수 없다.
- (2) 배합설계 기본지침
 - ① 콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성, 철근 또는 강재를 보

호하는 성능 등을 가지며, 작업에 알맞은 워커빌리티를 가지는 범위 내에서 단위 수량을 가급적 적게 한다.

- ② 배합설계 압축강도시험은 재령 28일에 실시한다.
- ③ 혼화제를 혼합 사용 시 품질검사전문기관의 시험결과를 확인 후 사용한다.
- ④ 각종 시험기기는 검교정을 받아야 한다.
- ⑤ 콘크리트의 슬럼프값은 이 지침에서 제시한 값을 표준으로 하되, 현장 여건(계절 별 온도변화), 타설방법(콘크리트 펌프, 슈트 등), 콘크리트의 운반시간(30분 이내, 30분 초과 60분 이내, 60분 초과 90분 이내)에 따라 기준을 달리 적용할 경우 슬럼프값에 따라 배합설계를 한다.
- ⑥ 물-시멘트비의 산정은 물-시멘트비와 실제적인 강도와와의 비를 실험에 의한다.

(3) 배합설계 적용기준

① 배합강도

가. 구조물에 사용된 콘크리트의 압축강도가 설계기준 강도보다 작아지지 않도록 현장 콘크리트의 품질변동을 고려하여 콘크리트의 배합강도(f_{cr})를 설계기준 강도(f_{ck})보다 충분히 크게 정한다.

나. 콘크리트 배합강도는 다음의 두 식으로 계산한 값 중 큰 값으로 정한다.

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \text{ (MPa)} \quad (2.1-1)$$

$$f_{cr} = f_{ck} + 2.33s - 3.5 \text{ (MPa)}$$

여기서, s: 압축강도의 표준편차(MPa)

다. 콘크리트 압축강도의 표준편차는 실제 사용한 콘크리트의 30회 이상의 시험실 적에 의해 결정한다. 그러나 압축강도의 시험횟수가 30회 미만이고 15회 이상 인 경우는 그것으로 계산한 표준편차에 표 2.1-1의 보정계수를 곱한 값을 표준 편차로 사용할 수 있다.

표 2.1-1 시험횟수가 30회 미만일 때 표준편차의 보정계수

시험횟수	표준편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.00

주 1) 위 표에 명시되지 않은 시험횟수에 대해서는 직선 보간한다.

라. 콘크리트 압축강도의 표준편차를 모를 때, 또는 압축강도의 시험횟수가 15회 미만인 경우 콘크리트의 배합강도는 표 2.1-2에 따른다.

표 2.1-2 압축강도의 시험횟수가 15회 미만인 경우의 배합강도

설계기준강도 f_{ck} (MPa)	배합강도 f_{cr} (MPa)
21 미만	$f_{ck} + 7$
21 이상 35 이하	$f_{ck} + 8.5$
35 초과	$f_{ck} + 10$

② 굽은골재의 최대치수

가. 철근 콘크리트의 경우 굽은골재 최대치수를 25 mm 이하로 한다. 다만, 철근이 복잡하게 배근되어지는 부위에 타설되는 고강도 콘크리트의 경우는 20 mm 이하로 할 수 있다.

나. 무근 콘크리트의 경우 굽은골재 최대치수를 40 mm 이하로 한다.

③ 슬럼프는 일반콘크리트의 경우 12 cm ~15 cm 로 한다.

④ 단위수량

가. 단위수량은 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 되도록 시험을 통해 정 한다.

나. 단위수량은 굽은골재의 최대치수, 골재의 입도와 입형, 혼화재료의 종류, 콘크리트의 공기량 등에 따라 다르므로 실제의 시공에 사용되는 재료를 사용하여 시험을 실시한 다음 정한다.

⑤ 단위시멘트량

가. 단위시멘트량은 단위수량과 물-시멘트비로부터 정한다.

나. 단위시멘트량은 소요의 강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성, 강재를 보호하는 성능 등을 갖는 콘크리트가 얻어지도록 시험에 의하여 정한다.

다. 단위시멘트량의 하한값 혹은 상한값이 규정되어 있는 경우에는 이들의 조건을 충족한다.

⑥ 공기량은 콘크리트 용적의 3~6 % (4.5 ± 1.5)로 한다.

⑦ 혼화제

현장배합 및 현장수정배합 시에 미세균열, 시공이음 및 침하균열 방지 등 콘크리트 품질확보와 시공성 향상을 위한 지연제 사용은 공사감독자의 승인을 받는다.

⑧ 배합의 표시는 표 2.1-3과 같이한다.

표 2.1-3 콘크리트의 배합 표시법

굵은골재의 최대치수(mm)	슬럼프 의 범위 (mm)	공기량 의 범위 (%)	물- 시멘트 비(W/C) (%)	잔골재율 (S/a) (%)	단위량 (kg/m ³)						
					물 (W)	시멘트 (C)	잔골재 (S)	굵은골재 (G)		혼화재료	
								mm~ mm	mm~ mm	혼화재 (g)	혼화제 (g)

주 1) 혼화제는 물을 타지 않은 것을 ml/m^3 또는 g/m^3 으로 표시한다.

2.1.6 현장시험배합

- (1) 수급인은 공사를 착수하기 전에 승인된 배합설계 결과를 현장실정에 맞도록 조정하기 위하여 규정된 설비가 설치된 배치플랜트를 이용하여 현장시험배합을 공사감독자 입회하에 실시한다.

2.1.7 현장배합수정

- (1) 수급인은 콘크리트 공사를 착수하기 전에 승인된 배합설계를 토대로 현장의 재료조건과 콘크리트 시공여건 등을 감안하여 현장배합을 조정한다.
- (2) 시멘트 및 골재의 공급원이 변경된 경우에는 새로운 배합설계 및 시험을 실시한다.

2.1.8 계량 및 비비기

- (1) 각 재료의 계량장치는 공사개시 전, 공사 중에 정기적으로 점검하여 조정하며 각 재료를 계량오차 내에서 계량하고 또한 계량한 양을 정확하게 기록할 수 있는 자동기록장치를 갖추어야 한다.
- (2) 비비기
 - ① 재료를 믹서에 투입하는 순서는 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고하여 미리 정한다.
 - ② 비비기 시간은 시험에 의거하여 정하되, 재료 투입 후에 가경식 믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제혼합식 믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 하며, 미리 정해 둔 시간의 3배 이상 계속해서는 안 된다.
 - ③ 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서 내부를 모르타르로 부착시켜야 한다.
 - ④ 믹서는 사용 전후에 충분히 청소한다.

2.1.9 자재 허용오차

- (1) 시멘트 계량은 무게로 하며, 계량오차는 1회 계량무게의 1% 이내이어야 한다.
- (2) 골재의 계량은 무게로 하며, 계량오차는 1회 계량무게의 3% 이내이어야 한다.
- (3) 물의 계량은 무게 또는 부피로 하며, 계량오차는 1회 계량무게의 1% 이내이어야 한다.
- (4) 혼화재의 계량은 무게로 하며, 계량오차는 1회 계량무게의 2% 이내이어야 한다.
- (5) 혼화제는 용액으로 사용하고 무게 또는 부피로 하며, 계량오차는 1회 계량분량의 3% 이내이어야 한다.

2.1.10 검사

- (1) 수급인은 시료채취 및 검사에 필요한 모든 시설을 제공한다.
- (2) 수급인은 공사감독자가 선정한 위치의 시료를 요구하는 경우 재료의 종류별로 3개의 시료를 제공한다.

- (3) 최초의 검사에 합격한 제품일지라도 품질의 변동이 예상되어 재시험을 하여 품질기준에 맞지 않을 경우는 새로운 제품으로 대체한다.

2.1.11 자재의 품질관리

- (1) 한 배치와 다음 배치의 콘크리트를 치는 시간의 간격을 통제하며, 어떠한 경우에도 30분을 초과하여서는 안 된다.
- (2) 콘크리트 생산 시의 품질관리 요건은 표 2.1-4에 따른다.

표 2.1-4 콘크리트 생산 시의 품질관리 요건

종별	시험 종목	시험 방법	시험 빈도	비고
시멘트	KS L 5201, KS L 5204에 규정된 시험종목	KS L 5201 KS L 5204	<ul style="list-style-type: none"> 매 1,000 ton 반입 시마다 공장시험성적서 검사(현장시험실에서 확인해야 할 물리시험 : 분말도, 응결시간) 	
물 (수질검사)	KS F 4009 부속서 2에 규정된 시험종목	KS F 4009 부속서 2	<ul style="list-style-type: none"> 음용수가 아닌 경우에 취수원이 달라질 때마다 	
골재	13-3 콘크리트용 골재 참조	13-3 콘크리트용 골재 참조	<ul style="list-style-type: none"> 13-3 콘크리트용 골재 참조 	
콘크리트용 화학혼화제	KS F 2560에 규정된 시험종목	KS F 2560	<ul style="list-style-type: none"> 매 반입 시마다 공장시험성적서 검사(매 5 ton 반입시마다 현장시험실에서 확인해야 할 물리시험: 노건조잔류량, pH, 비중) 	동결융해시험 및 길이 변화시험은 필요시
	적외선 흡수스펙트럼	KS M 0024		
유동화제	KCI-AD101에 규정된 시험종목	KCI-AD101	<ul style="list-style-type: none"> 매 반입 시마다 공장시험성적서 검사 제조회사별 제조일로부터 3개월 이상 저장하여 재질의 변화가 있다고 판단되는 때마다 	
수중 불분리성 혼화제	KCI-AD102에 규정된 시험종목	KCI-AD102		
철근 콘크리트 방청제	KS F 2561에 규정된 시험종목	KS F 2561		
콘크리트 양생제	KS F 2540에 규정된 시험종목	KS F 2540		
플라이애쉬	KS L 5405에 규정된 시험종목	KS L 5405		

종별	시험 종목	시험 방법	시험 빈도	비고
콘크리트 팽창재	KS F 2562에 규정된 시험종목	KS F 2562	<ul style="list-style-type: none"> 매 반입 시마다 공장시험성적서 검사 제조회사별 제조일로부터 3개월 이상 저장하여 재질의 변화가 있다고 판단되는 때마다 	
고로슬래그 미분말	KS F 2563에 규정된 시험종목	KS F 2563		
지연제	ASTM C 494에 규정된 시험종목	ASTM C 494	<ul style="list-style-type: none"> 매 3 ton 반입시마다 	
배 합	배합설계	이 절 2.4항	<ul style="list-style-type: none"> 재료가 다른 각 배합마다 	
	잔골재 조립률	KS F 2502		
	잔골재 표면수율	KS F 2550 KS F 2509		
	굵은골재 조립률	KS F 2502		
	굵은골재 표면수율	KS F 2550		
현장 배치플랜트	레미콘품질관리 지침(국해부)에 규정한 점검항목	레미콘품질관 리지침(국해부)에 규정한 점검표	<ul style="list-style-type: none"> 레미콘품질관리지침(국해부) 준용 	

3. 시공

3.1 콘크리트 공사

3.1.1 시공조건 확인

- (1) 콘크리트 타설 전에 거푸집, 토압지지면, 철근 및 매설물 등을 검사한 후 공사감독자의 승인을 받는다.

3.1.2 작업준비

- (1) 콘크리트 타설 전에 운반장치, 타설설비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트에 이물질이 혼입되는 것을 방지하며, 운반 및 타설설비 등이 시공계획에 일치 여부를 확인한다.
- (2) 수급인은 콘크리트 구조물 시공에 관한 현장요원을 배치한다.

3.1.3 운반

- (1) 콘크리트의 비비기로부터 부어 넣기 종료 시까지의 시간은 외기온도 25 ℃ 이상일 경우에 원칙적으로 60분, 25 ℃ 미만일 경우에는 90분을 초과하여서는 안 된다. 다만, 양질의 지연제 등을 사용하여 응결을 지연시키는 등의 특별한 조치를 한 경우에는 콘크리트의 품질변동이 없는 범위 내에서 공사감독자의 승인을 받아 시간제한을 변경할 수 있다.
- (2) 콘크리트 운반 도중에는 믹서 내에 물을 추가해서는 절대 안 된다.

3.1.4 콘크리트 타설

- (1) 승인된 작업절차서에 따라 콘크리트를 타설한다.
- (2) 콘크리트 타설 현장 책임자는 배치플랜트 관리자와 지속적으로 연락을 유지한다.
- (3) 타설이 시작되면 승인된 치수와 형상을 가진 부재가 완성될 때까지 연속작업으로 타설한다.
- (4) 콘크리트는 최종 수평위치에서 되도록 가깝게 투입하며, 콘크리트 타설의 1층 높이는 다짐능력을 고려하여 이를 결정한다.
- (5) 콘크리트 타설 시 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 변형 및 손상되지 않도록 한다.
- (6) 콘크리트를 다짐봉을 이용하여 횡방향으로 이동시켜서는 안 된다.
- (7) 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설 할 경우, 상층의 콘크리트 타설은 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 쳐야 하며, 상층과 하층이 일체가 되도록 시공한다. 또한, 쿨드조인트가 발생하지 않도록 하나의 시공구획 면적, 콘크리트 공급능력, 이어치기 허용시간 간격 등을 정하며, 이어치기 허용시간 간격은 25 ℃를 넘었을 때는 2.0시간, 25 ℃ 이하일 경우에는 2.5시간을 넘어서는 안 된다.
- (8) 콘크리트 타설 중에 블리딩수가 발생 시 이를 제거하고 타설한다.

3.1.5 다지기

- (1) 콘크리트 타설 중에 기계적인 진동으로 충분히 다져야 한다.
- (2) 숙련된 작업원이 체계적인 방법으로 진동다짐을 실시해야 한다.
- (3) 진동다짐 시 콘크리트를 타설한 전 면적에서 일정한 간격으로 수직되게 진동기를 찢렀다 뽑아내어야 하며, 간격은 찢러 넣기 영향권이 겹칠 수 있어야 한다.
- (4) 과도한 다짐으로 인하여 재료분리가 발생되지 않도록 한다.
- (5) 진동다짐을 할 때에는 진동기를 아래층의 콘크리트 속에 100 mm 정도 찢러 넣어야 한다.
- (6) 진동은 벌집, 공기와 돌 주머니, 줄무늬, 쿨드조인트 및 육안으로 나타나는 층선 등이 없고, 조직과 외관이 균일한 콘크리트가 되게 실시한다.
- (7) 재진동을 할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향이 생기지 않도록 초결이 일어나기 전에 실시한다.

3.1.6 시공이음

- (1) 설계서에 정해져 있는 이음의 위치와 구조를 지켜야 한다.
- (2) 설계서에 정해져 있지 않은 이음을 설치할 경우에는 구조물의 강도, 내구성, 수밀성 및 외관을 해치지 않도록 위치, 방향 및 시공방법을 시공계획서 및 시공상세도에 정해 놓아야 한다.
- (3) 시공이음은 직선으로 하며, 구조물과 수직, 수평으로 시공한다.
- (4) 시공이음부에 다음 콘크리트를 타설 전에 구콘크리트 면은 표피를 제거하거나 거칠게 하고, 고압분사로 청소한 후 시멘트풀, 부배합의 모르타르 등을 바른 후에 이어치기를 한다.
- (5) 시공이음부를 이형철근으로 보강할 경우에는 철근의 정착길이를 철근 지름의 20배 이상으로 한다.

3.1.7 신축이음

신축이음의 설치구조 및 간격은 명시된 도면에 따른다.

3.1.8 균열유발줄눈

균열유발줄눈의 설치구조 및 간격은 명시된 도면에 따른다.

3.1.9 양생 및 보호

- (1) 콘크리트는 친 후 소요기간까지 경화에 필요한 온도, 습도 조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 양생한다.
- (2) 콘크리트 표면의 피막양생 및 습윤양생을 실시한다.
- (3) 양생
 - ① 콘크리트는 친 후 경화를 시작할 때까지 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 한다.
 - ② 콘크리트의 표면을 부직포 등 덮어 물 살수를 하여 습윤상태로 한다.
 - ③ 피막양생을 할 경우에는 살포량, 시공시기 등 시공방법에 대하여 시험을 통하여 한다.
- (4) 온도제어 양생
 - ① 콘크리트는 경화가 충분히 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을 유지하여 저온, 고온, 급격한 온도변화 등에 의한 유해한 영향을 받지 않도록 필요에 따라 온도제어양생을 실시한다.
 - ② 온도제어양생을 실시할 경우에는 온도제어방법, 양생기간 및 관리방법에 대하여 콘크리트의 종류, 구조물의 형상 및 치수, 시공방법 및 환경조건을 종합적으로 고려하여 계획을 수립 한다.
 - ③ 증기양생, 급열양생, 그 밖의 촉진양생을 실시하는 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향을 주지 않도록 양생을 시작하는 시기, 온도상승속도, 냉각속도, 양생온도 및 양생시간 등에 대한 시공계획을 수립한다.

3.1.10 콘크리트 표면 마무리

- (1) 콘크리트 표면 마감리는 설계도면에 따른다.
- (2) 콘크리트 표면에 요철이 생긴 경우 표면을 평탄하게 갈아 낸다.

3.1.11 시공허용 오차

- (1) 콘크리트공사의 시공구조물 특성에 따라 각 절의 해당 요건에 따른다.

3.1.12 현장품질관리

- (1) 수급인은 다음 사항에 대한 콘크리트 품질관리 및 검사를 실시한다.
 - ① 균질성
 - ② 콘크리트의 품질
 - ③ 물시멘트비
 - ④ 압축강도
 - ⑤ 내구성, 수밀성, 균열저항성
- (2) 시험치에 의해 콘크리트의 품질관리를 실시할 경우, 관리도 및 히스토그램을 사용한다.
- (3) 검사 결과, 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판정된 경우는 재료의 검사, 배합의 수정, 제조설비의 검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취하며, 구조물에 타설된 콘크리트가 소기의 목적을 달성할 수 있는지의 여부를 확인한다.
- (4) 압축강도에 의한 콘크리트의 현장품질관리 요건
 - ① 구조물에 사용되는 콘크리트를 대표할 수 있도록 KS F 2401에 따라 시험체를 채취하며, KS F 2403에 따라 압축강도 시험용 원주공시체 시료를 준비한다.
 - ② 콘크리트 압축강도 시험용 공시체는 상단에 시료번호, 설계기준강도, 제작일, 시험일을 매직펜을 사용하여 그림 1.3-1과 같이 표시하며 모든 공시체는 수급인의 시험실에서 표준양생을 실시한다.
 - ③ 압축강도 시험방법은 KS F 2405에 따라 시험하고, 시험빈도는 매 100 m³마다, 배합조건을 달리하여 배합이 변경될 때마다 실시한다.
 - ④ 압축강도에 의한 콘크리트의 품질기준은 3회 연속한 압축강도 시험값의 평균이 설계기준강도에 미달하는 확률이 1% 이하라야 하고, 아울러 설계기준강도 보다 3.5 MPa만큼 미달하는 확률이 1% 이하이어야 한다. 단, 1회의 시험치는 현장에서 채취한 시험체 3개의 연속한 압축강도 시험치의 평균치이다.

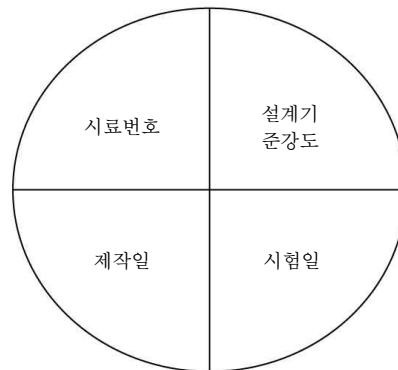


그림 3.1-1 원주공시체 상단 표시

(5) 콘크리트 표면상태의 검사

- ① 콘크리트 노출면은 외관이 평탄하고 곰보, 기포 등에 의한 결함이 없어야 하며 철근피복 부족의 징후가 없어야 한다.
- ② 콘크리트 표면에 나타난 균열 검사결과 이상이 확인된 경우에 보수절차 및 보수시방서에 따라 조치한다.

(6) 철근피복 검사

- ① 표면상태의 검사에 의해 철근피복이 부족한 조짐이 있는 경우에는 비파괴시험 방법 등에 의해 철근피복 조사를 실시하여 소정의 철근피복이 확보되어 있는지를 검사한다.
- ② 검사 결과, 불합격된 경우에는 공사감독자의 지시에 따라 적절한 조치한다.

(7) 공사감독자는 필요시 비파괴시험에 의한 구조물 중의 콘크리트 품질검사를 요구할 수 있다.

(8) 현장에서 양생한 공시체의 제작, 시험 및 강도 결과

- ① 공사감독자는 실제 구조물에서 콘크리트 보호와 양생이 적절한지를 검토하기 위하여 현장상태에서 양생된 공시체의 강도 시험을 요구할 수 있다.
- ② 현장에서 양생되는 공시체는 KS F 2403에 따라 현장 조건 하에서 양생하며, 시험실에서 양생되는 공시체와 똑같은 시간에 동일한 시료를 사용하여 만들어야 한다.
- ③ 설계기준강도의 결정을 위해 지정된 시험 재령일에 실시한 현장 양생된 공시체 강도가 동일 조건의 시험실에서 양생된 공시체 강도의 85%보다 작을 때는 콘크리트 양생과 보호절차를 개선한다. 만일 현장 양생된 것의 강도가 설계기준강도 보다 3.5 MPa를 더 초과하면 85%의 한계 조항은 무시할 수 있다.

(9) 시험결과 콘크리트의 강도가 작게 나오는 경우

- ① 시험실 시험결과가 요구된 품질기준을 만족하지 못하거나 현장에서 양생된 공시체의 시험결과에 결점이 나타나면 구조물의 하중지지 내력이 부족하지 않도록 적절한 조치를 하며, 공사감독자는 시험코어의 채취를 요구할 수 있다.
- ② 콘크리트 강도가 현저히 부족하다고 판단될 때, 그리고 계산에 의해 하중저항 능

력이 크게 감소되었다고 판단될 때에는 문제된 부분에서 3개의 코어를 채취하여 KS F 2422에 따라 코어의 압축강도시험을 실시한다.

- ③ 구조물에서 콘크리트 상태가 건조된 경우의 코어는 시험 전 7일 동안 온도 15~30℃, 상대습도 60% 이하로 건조시킨 후에 기건상태에서 시험한다. 구조물의 콘크리트가 습윤된 상태에 있다면 코어는 적어도 40시간 동안 물속에 담귀 두어야 하며 습윤상태로 시험한다.
- ④ 3개의 압축강도 평균값이 설계기준강도의 85%에 달하거나 3개 중 한 개가 설계기준강도의 75%보다 작은 것이 경우 적정한 것으로 판정하고, 부적절한 코어강도를 나타내는 곳은 공사감독자의 지시에 따라 재시험을 한다.
- ⑤ 코어를 채취한 구멍은 보수절차 및 보수시방서에 따라 조치한다.
- (10) 공사감독자는 시방서 요건과 합치하지 않은 콘크리트 작업을 거부하고, 공사를 완성하기 위하여 필요한 교정과 대체를 요구할 권한이 있다.
- (11) 공사감독자가 작업 또는 재료의 결함이 발견된 경우에 콘크리트 작업을 중지시킬 수 있으며, 공사감독자는 최종적인 승인을 해야 할 의무는 없다.
- (12) 공사감독자가 실시하는 검사 및 시험결과의 확인은 수급인이 재료공급 및 시공을 수행해야 할 책임을 감면시켜 주는 것은 아니다.
- (13) 수급인은 배합설계 및 콘크리트 강도시험 결과를 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다. 공사감독자는 이러한 시험의 결과, 규정된 콘크리트 특성을 얻지 못한 것으로 판명되면 추가 비용을 지불하지 않고 명시된 특성을 얻기 위해 필요한 조치로서 배합 또는 재료의 변경을 지시할 수 있다.
- (14) 검사에서 불합격된 콘크리트는 바로 공장에 가지고 가서 그 원인을 조사한 후 공사감독자에게 조사결과 보고서를 제출한다.

3.2 노반구조물 인계·인수

3.2.1 일반사항

- (1) 노반 구조물의 준공에 이어 케도부설공사를 착수하기 전에 표 3.2-2, 표 3.2-3과 같이 검사를 실시하여 인계·인수를 한다.
- (2) 수급인은 노반 인계자와 공식적으로 인계·인수하기 4일 전까지 다음의 서류를 넘겨 받아야 한다.
 - ① 중심선 설치를 위해 사용된 B.M 및 기준점 좌표
 - ② 중심점 X, Y, Z 좌표(설계 및 실측치)
 - ③ 각 중심점의 노반폭(설계 및 실측치)
 - ④ 각 중심점의 노반구배(설계 및 실측치)
- (3) 노반표면 및 다짐시험결과, 노반면에 굵은 골재나 구멍이 없어야 하며, 15톤 화물차에 모래 또는 골재로 적재중량에 맞추어 싣고, 노반면으로 화물자동차 주행 시에 처짐이나 침하가 없어야 한다.

(4) 중심선 측량

- ① 중심선의 측점은 직선구간은 200 m마다, 곡선구간은 40 m마다 설치되어 있어야 한다.
- ② 중심선 측점의 오차한계는 전시·후사에서 00°- 00' - 08" 이내이어야 한다.
[기선 600 m, 매 200 m마다(200 m 구간 08" 오차 = 7.75 mm)]
- ③ 노반표면은 배수에 지장이 없는지 측구, 파이프, 점검통로 등을 확인 점검한다.

3.2.2 토공구간의 확인

- (1) 수급인은 노반시공기준을 검토하여 그에 따라 토공구간 횡단기울기 및 시공기면오차를 확인한다.
- (2) 토공 부분은 정확하게 단면이 형성되어 있어야 한다.
- (3) 부분적으로 기울기가 맞지 않거나, 움푹 패여 물이 고이는 부분이 없어야 하며, 케도 배수시스템과 연계된 토공 곡선부 집수정의 원만한 배수가 가능한지 확인한다.
- (4) 표면상태
 - ① 골재가 입도범위 내로 잘 섞어져 충분히 다짐이 되어 있어야 하며 석분이 없어야 한다.
 - ② 골재만 몰려있는 부분이 없어야 한다.
- (5) 인계·인수 시 필수 확인 사항
 - ① 침하진행이 수렴되었다는 보고서 인수
 - ② 침하계측 데이터
 - ③ 잔류침하량 검토
 - ④ 노반구축 후 측정값을 근거로 한 잔류침하량
 - ⑤ 노반강도 확인
 - ⑥ 층별 다짐시험 데이터
 - ⑦ 보조도상 설치(노반완료) 후 자연 침하기간: 6개월 이상
 - ⑧ 보조도상 설치(노반완료) 후 6개월 이상이 경과 되었더라도 계측에 의한 침하진행 구간은 침하수렴 후 인수
 - ⑨ 노반 인계·인수시 침하계측 결과에 따라 침하가 수렴되지 않았을 경우에는 노반 분야에서 보강 및 대책 방안 제시
 - ⑩ 노반시공 시에 반영된 침하계(지표침하계 및 원지반 침하계 등) 위치 및 상태를 확인한다.

표 3.2-1 지표침하계 및 원지반침하계 설치기준

구간	지표침하계 설치간격
일반성토부	<ul style="list-style-type: none"> • 200 m 이상: 100 m 간격 • 100 m~200 m: 중간지점 • 100 m 이하: 최대 성토고 지점
절·성 경계부	<ul style="list-style-type: none"> • 경계사면 성토고가 3 m 이상 지점부터 성토구간 방향으로 일반성토부기준 적용
교량~토공 접속부	<ul style="list-style-type: none"> • 교대배면에서 9.0 m 이격 지점
토공~암거 접속부	<ul style="list-style-type: none"> • 토피고가 3 m 이하인 경우 박스 시·종점부에서 1.5 m 이격 지점 각 1개소

가. 침하계측 데이터 활용

- (가) 원지반 조건에 따른 지반개량 필요구간 선정
- (나) 향후 건설된 콘크리트 도상의 침하계측 필요 구간 선정
- (다) 성토재료의 적정성 판단
- (라) 잔류 허용 침하량 검토
- (마) 인계·인수 시 궤도부설 가능여부의 객관적 판단자료 확보

3.2.3 교량구간의 확인

- (1) 수급인은 노반시공기준을 검토하여 그에 따라 교량구간 횡단기울기와 시공기면오차를 확인한다.
- (2) 교량의 표면상태
 - ① 교량 배수 방향으로 설계기울기에 맞춰 물고임 부분이 없이 배수가 원활한다.
 - ② 교량 구조물신축장치부에 배수유도상태를 확인하고, 물고임이 발생되지 않아야 하며, 부득이한 경우는 인접 배수로 쪽으로 V-커팅(cutting)하여 배수, 유도처리가 되어 있어야 한다.
- (3) 교량 어프로치 블록(approach block) 구간의 확인교량 교대구간과 토공구간의 접속부에 종단선형이 일치하는 지를 확인한다.

3.2.4 터널구간의 확인

- (1) 수급인은 노반시공기준을 검토하여 그에 따라 터널구간 횡단기울기와 시공기면오차를 확인한다.
- (2) 표면상태는 도상 좌우측으로 배수가 잘 되도록 종 횡단기울기가 유지되어 물고임이 없어야 한다.
- (3) 배수관 연결상태는 도상과 배수로의 연결 부분인 배수관 설치 부분에 턱이 없어야 한다.

표 3.2-2 노반구조물의 인계·인수서

인 계 인 수 서				
<input type="checkbox"/> 공사명 :				
<input type="checkbox"/> 위치 : km ~ km				
<input type="checkbox"/> 구분 : 토공 / 교량 / 터널 /				
<input type="checkbox"/> 일시 : 년 월 일 시				
<input type="checkbox"/> 인계 및 인수자				
	구분	직책	성명	비고
케도	시공사			
	감리단			
	발주처입회자			
토목	시공사			
	감리단			
	발주처입회자			

☐ 불임서류

1. 완료구간에 대한 선형측량 성과표
2. 완료구간에 대한 수준측량 성과표
3. 완료구간에 대한 측량기준점(수준점, 삼각점)
4. 선형중심말뚝(직선구간 200m, 곡선구간 시·종점 밀 40m)
5. 완료구간에 대한 노반다짐 시험성과표

표 3.2-3 노반인계 · 인수점검표 (콘크리트케도)

업무	확인사항	허용치	Yes	No	승인	부적격	확인 중
노반 감리단 발주처 승인	노반공사가 토목팀에 의해 준공되었는가?	노반공사 허용기준					
	인계 · 인수 확인서가 케도부서에 전달되었는가?				-	-	-
BM와 기준점	토목에서 1차 중심점을 정하기 전에 BM과 기준점을 확인하였는가?						
	케도수급자가 BM과 기준점을 확인하였는가?						
	BM과 기준점리스트가 케도부서에 전달되었는가?						
1차 중심점	1차 중심점이 정확히 부설되었는가?	직선부 200 m마다, 곡선부 40 m마다					
	1차 중심점이 잘 보존되어 있는가?	추가된 부적합성 목록					
	1차 중심점이 설계값(이론데이터)과 부합되는가?						
	좌표값의 리스트가 제출되었는가?						
중심선의 고저	데이터 리스트가 제출되었는가?						
	고저에 관한 데이터가 시방서에 부합되는가? [매 40 m마다 레일직 하부]	노반공사 허용기준					
노반폭	노반폭이 체크되었는가?(매 40 m마다)	노반공사 허용기준					
노반 기울기	기울기가 체크되었는가?	노반공사 허용기준					
노반표면 상태	표면상태가 원할한가?	표면에 자갈이나 구멍 등이 없어야 한다.					

업무	확인사항	허용치	Yes	No	승인	부적격	확인 중
다짐시 험	proof rolling test (만재된 15 t 트럭 이용)	타이어자국은 허용하지만, 처짐이 없어야 한다.					
	모서리부 다짐	노반의 유실이 없도록 다져져 있어야 한다.					
	층별 다짐 Data 케도부서 전달 여부?	노반시공기준 다짐도확보					
노반침 하 관리 관련	침하판이 설치기준대로 설치되었는가?	지표침하계 원지반침하계					
	방치기간?	6개월 이상					
	침하계측 보고서 및 data 케도부서에 전달되었는가?						
	침하수렴 보고서가 케도부서에 전달되었는가?	토질(기술사) 전문가 확인이 필요함.					
	노반표면파 측정	기준치 이내					
토공 곡선부 배수관 련	집수정 위치가 구조물 중심선과 일치하는가?	케도구조물 설치에 지장이 없어야 한다.					
	중앙 집수정과 횡배수관, U형 플류관의 연결관련 시공상태	막힘이나 누수, 배수지장요소가 없어야 한다.					
	집수정 주변 다짐상태 확인	노반의 유실이나, 부등침하가 없어야 한다.					
교량구 간 시공관 련	방호벽체내 배수 Pipe 시공상태은 양호한가?	Deck 상부에서 150 mm 이상 확보 되어야 한다.					
	방호벽과 PCL층 연결철근 설치						
접속구 간	드래그플레이트 설치여부 확인						
배수로	측구, 파이프, 점검용 통로, 도랑 등	케도분야에 지장여부 시공상태가 양호할 것					

3.3 궤광부설

3.3.1 재로운반 및 배열

(1) 레일체결장치 운반 및 배열

- ① 레일체결장치는 적당량을 견고히 묶은 후 작업책임자의 신호 및 지휘에 따라 운반 적치한다.
- ② 레일체결장치의 운반이나 취급 중 체결장치에 손상이 가지 않도록 특히 주의한다.
- ③ 레일체결장치의 운반이나 취급 중 손상을 입은 레일체결장치를 사용하여서는 안 된다. 불량으로 처리된 레일체결장치는 공사감독자의 지시에 따라 현장에서 즉시 붉은 페인트를 사용하여 불용품 표시를 한 후 반출하여 적절한 절차에 따라 폐기하거나 곧바로 폐기가 곤란한 경우에 별도의 불용품 창고에 보관하였다가 적법하게 폐기한다.

(2) 일반레일 운반 및 배열

- ① 일반레일을 사용하는 경우에 레일의 종류와 길이별 배열은 설계도서에 따른다.
- ② 일반레일의 길이는 25 m를 표준으로 하며, 레일절단으로 이보다 짧아진 레일은 레일복부에 그 길이를 기입한다. 다만, 10 m 미만의 단척레일은 사용할 수 없다.
- ③ 레일의 손상과 균열을 특히 정밀하게 조사하여 부설 후에 위험의 우려가 있는 레일을 사용하여서는 안 된다.
- ④ 레일을 절단할 때는 레일 톱이나 절단기로 직각으로 절단하며, 레일단부는 모를 따내어야 한다.
- ⑤ 종류가 다른 레일을 서로 접속할 경우에는 중계레일을 사용하며, 그 길이는 설계도에 따른다.
- ⑥ 레일을 끌어서 운반할 때는 10 m 간격으로 레일 저면에 롤러를 설치 운반하고 레일이 콘크리트 바닥면에 끌리지 않도록 한다.
- ⑦ 레일을 침목 위에 떨어뜨려서는 안 되며, 롤러를 설치하지 않은 침목에서 레일이 침목에 닿은 상태로 레일을 직접 끄는 것은 허용되지 않는다.
- ⑧ 불량으로 판정된 레일은 즉시 불용품 표시를 하고 현장에서 반출한다.

(3) 콘크리트침목 운반 및 배열

- ① 레일체결장치는 침목공장에서 사전에 침목에 가체결된 상태로 출하되어야 하며, 운반이나 취급 중에 침목과 레일체결장치에 손상이 가지 않도록 특히 주의한다.
- ② 수급인은 침목 반입 시에 레일체결장치의 가체결 상태 및 각 부품의 훼손, 변형, 분실여부를 확인하여 제품 성능에 지장이 없도록 조치한다.
- ③ 침목은 가능한 한 제작 기간이 빠른 침목을 먼저 사용할 수 있는 방법으로 보관한다.
- ④ 침목 적치장소의 바닥은 평활하고 침하되지 않아야 하며, 두 개의 지지대를 길이 방향으로 배열하여 침목더미가 손상되지 않도록 한다.
- ⑤ 침목은 5개 × 5단의 패키지로 제2 궤도 또는 적당한 선로연변에 수직으로 정렬시

켜 적치한다.

- ⑥ 침목 적치 시에는 각재를 사용하여 아래 침목의 레일체결장치가 위 침목에 닿지 않도록 충분한 수직 공간적 여유가 있게 한다.
- ⑦ 각재는 가능한 한 레일 좌면 위치에 삽입하되, 각각의 층에 삽입된 각재가 수직으로 정렬되도록 삽입한다.
- ⑧ 침목의 운반이나 취급 중에 손상을 입은 침목은 사용하여서는 안 된다.
- ⑨ 불량으로 판정된 침목은 즉시 현장에서 붉은 페인트를 사용하여 불용품 표시를 한 후에 반출하여 적법한 절차에 따라 폐기하거나 곧바로 폐기가 곤란한 경우에 별도의 불용품 창고에 보관하였다가 폐기한다.
- ⑩ 케도부설 중에는 침목에 추가적 하중이 부과되지 않도록 유의한다.
- ⑪ 침목은 그립퍼 등을 이용하여 토공구간은 도상안정층(HSB), 교량구간은 교량보호 콘크리트층(PCL), 터널구간은 보조도상콘크리트 위에 배열한다.
- ⑫ 토공구간의 경우 일정한 간격으로 침목을 배열하고, 터널구간의 경우 터널 신축이음부 간격을 고려하여 신축이음부가 침목 사이에 위치할 수 있도록 설계도에 따라 침목을 배열하고, 교량구간의 경우 각 교량별 설계도에 따라 침목을 배치하여야 한다.
- ⑬ 침목의 배열과정에서 침목을 놓치거나, 떨어뜨려서는 안 되며, 정위치에 배열한다.
- ⑭ 침목은 레일체결 시에 응력이 발생되지 않도록 케도 중심선에 직각으로 정확하게 부설한다.

3.3.2 케광조립

(1) 케광조립대의 취급

- ① 케광조립대는 허용된 하중이상을 부하하여서는 안 된다.
- ② 케광을 조립하여 들어 올린 상태에서 케간이나 레일경사 등이 불량한 개소의 케광조립대는 공사감독자의 지시에 따라 현장에서 즉시 붉은 페인트를 사용하여 불용품 표시를 한 후 즉시 현장에서 반출하여 폐기한다.

(2) 케광조립 작업

- ① 콘크리트케도의 체결장치의 배치간격은 시공도면에 따른다. 단, 용접부위, 케도신축이음매, 횡단배수로 또는 공사감독자가 필요하다고 판단되는 개소에 대하여는 배치간격을 조정할 수 있다.
- ② 레일체결장치의 간격틀림은 ± 10 mm, 케간 중심선에 대한 직각틀림은 ± 30 mm를 초과하지 않아야 한다.
- ③ 단블럭 침목일 경우, 레일과 레일체결장치 간을 체결할 때는 향후 열차운행 시의 케간확대를 방지하도록 케간외측 레일클립과 절연블록을 레일에 밀착시켜야 한다.
- ④ 레일체결장치의 볼트는 토크렌치를 사용하여 소정의 체결력으로 조여야 한다.
- ⑤ 레일체결장치의 탄성과 나사스파이크의 체결력은 중요하며 체결력이 과다하면 볼트커버가 파손되므로 각별히 주의하여 시공한다.

(3) 궤광인상

- ① 궤광조립대는 침목 3정 건너 1개씩 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 곡선부는 2개 건너 1개씩 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만 필요하다고 판단될 경우 공사 감독자의 승인을 받아 배치수량을 조정할 수 있다.
- ② 콘크리트타설 예정 구간의 레일은 궤광을 들어올리기 전 가능한 테르밋용접을 시행한다.
- ③ 궤광을 들어 올린 후의 선형정정을 가급적 줄이기 위해 궤광을 들어올리기 전에 콘크리트 바닥면의 기준점에서 크게 벗어나지 않게 궤광을 위치시켜야 한다.
- ④ 궤광조립 횡 서포트는 레일의 복부를 지지하여서는 안 되며 레일의 저부를 지지하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑤ 궤광조립 횡 서포트를 궤광조립대의 위치와 일치시킨다.
- ⑥ 한쪽 선을 우선 타설 시에는 터널 중앙부에 앵커를 설치한 임시 거치대를 설치한 후 터널 중앙쪽의 레일과 임시거치대 사이를 서포트를 사용하여 단단히 고정한다.
- ⑦ 콘크리트 타설 전 레일체결장치 부위에는 콘크리트가 접촉되지 않도록 적당한 대책(PVC 덮개 또는 비닐덮개 등을 이용)을 한다.
- ⑧ 궤광을 들어 올려 선형을 조정할 후에는 콘크리트 타설 시까지 변위 또는 변형이 생기지 않도록 중량물을 이동시키거나 궤광에 충격을 가하여서는 안 된다.

(4) 공사용 임시레일을 이용한 궤광 조립

- ① 임시레일을 체결 시에는 궤간이 정확하게 유지되도록 체결한다.
- ② 임시레일은 작업 효율성을 높이도록 공정과 소요 작업단수를 고려하여 적정분량을 확보하고, 별도의 추가분을 확보한다.
- ③ 수급인은 작업 사이클과 현장여건을 고려하여 공사 개시 전에 임시레일 수급계획을 적정하게 수립하고, 임시레일 공급 지연이나 재료부족으로 궤도공사 주공정에 영향을 미치지 않도록 한다.
- ④ 임시레일은 레일의 변형과 휨 버릇이 생기지 않도록 주의하여 취급하고, 노반면, 교량상판 및 터널구체(바닥), 기타 연선구조물의 파손, 훼손, 변형, 충격 등이 일어나지 않도록 주의해서 부설한다.
- ⑤ 레일의 상태가 궤광 조립이나 콘크리트타설 동안 선형유지에 지장이 있는 레일을 사용하여서는 안 된다.
- ⑥ 임시레일로 조립한 궤광의 방향과 고저의 기준은 콘크리트 타설 전의 허용기준과 동일하게 적용한다.
- ⑦ 분기기, 신축이음장치, 절연레일 등의 특수 궤도구조물이 부설되는 위치에는 임시 궤도를 검토하여 부설한다.
- ⑧ 도상콘크리트를 타설하고 침목이 도상콘크리트와 일체화된 후에는 임시레일을 철거하여 전방의 작업현장으로 운반하여 재사용한다.
- ⑨ 이물질(콘크리트 등)이 임시레일 저부, 두부면에 묻어 단면적과 직진도에 변화가 있어서는 안 되도록 주의하여 시공하여야 한다.

3.3.3 케도검측

- (1) 수급인은 케광을 조립하고 나서 케광을 들어올리기 전에 침목간격, 침목 직각틀림, 용접위치, 레일체결장치 조립상태를 점검하여 공사감독자에게 점검 기록지를 제출하여 검사를 받아야 하며, 지적 사항에 대해서는 공사감독자의 지시에 따라 수정완료 후에 재검사를 받아야 한다.
- (2) 수급인은 콘크리트타설 3일 전까지 설계 선형계산서에 의거하여 자동측정 장비로 측정한 케도검측기록지를 공사감독자에게 제출하여 검사를 받아야 하며, 지적사항에 대해서는 공사감독자의 지시에 따라 수정완료 후에 재검사를 받아야 한다.
- (3) 수급인은 케도검측상태, 콘크리트 바닥 청소상태, 거푸집 설치상태, 철근조립상태, 콘크리트신축이음 설치상태, 콘크리트 타설 준비 상태 등을 검사하여 부적합 사항이 없음을 확인한 후에 콘크리트의 공급을 요청한다.
- (4) 콘크리트 타설 중에 콘크리트 바닥 청소상태, 거푸집 설치상태, 철근조립상태, 콘크리트신축이음 설치상태, 콘크리트 타설 준비상태 등이 미흡하다고 판단될 경우에는 콘크리트 타설을 일시 중지하고 미흡 사항을 해결한 후에 콘크리트 타설을 진행한다.
- (5) 도상콘크리트의 타설 중에 예기치 않은 충격으로 케광이 변형되었다고 판단될 경우에는 콘크리트 타설을 일시 중지하고 케도검측을 실시하며, 틀림이 기준치 이상일 경우에는 즉시 이를 수정한 후에 콘크리트 타설을 진행한다.
- (6) 도상콘크리트의 타설을 완료한 후에는 (2)와 같이 검사하며, 기준을 초과하는 틀림이 발생하였을 경우에는 현황과 수정 방안을 작성하여 공사감독자에게 승인을 받은 후에 정정한다.

3.3.4 장대레일 운반 및 배열

- (1) 장대레일 운반 시에는 전도와 붕괴에 주의하고 작업차 등의 주행을 방해하지 않도록 조치한다.
- (2) 장대레일 하화장비는 콘크리트케도상의 소정 위치에 정확하게 하화할 수 있는 기능을 구비해야 하며, 공사 착수 전까지 장대레일 운반장치와 함께 발주처 제공 화차에 부착하여 공사진행에 지장이 없도록 한다.
- (3) 레일은 좌·우 레일의 케간선 측이 케간 내방으로 향하도록 적재하여 운반하고 소정의 위치에 화화한다.
- (4) 운반된 장대레일을 하화하기 위한 단부 외에는 케도부설을 위하여 임시로 레일을 뚫는 일이 허용되지 않으며, 장대레일 간을 용접할 때는 하화용 구멍이 있는 레일단부를 절단하여 제거한다.
- (5) 장대레일을 하화할 때는 힘에 따른 과도한 변형 또는 충격으로 인한 두부손상이 발생되지 않도록 주의한다.
- (6) 장대레일을 하화할 때에 전·후 장대레일의 겹침 길이는 두 장대레일의 상태와 현장여건을 고려하여 결정하되, 최대 1.0 m를 초과하지 않도록 한다.

- (7) 겹친 부분의 절단은 장대레일 단부 상태, 침목배치, 레일용접 유간 등을 고려하여 현장여건에 맞게 시행하고, 준공(기성)도면에 명시한다.
- (8) 겹친 부분을 절단할 때는 절단면이 궤도중심선에 직각으로 되도록 레일을 절단한다.
- (9) 곡선구간에서는 장대레일의 길이를 곡선반경에 따라 정확히 계산하여 절단의 세부계획을 수립한 후에 공사감독자의 확인을 받아 절단한다.
- (10) 장대레일 부설 후의 레일용접은 즉시 시행하며, 레일 연결부에는 가받침, 패킹 등을 삽입하여 현장 용접이 완료될 때까지 레일두부 끝의 손상을 방지한다.

3.4 도상안정층(HSB)

3.4.1 토공구간 도상안정층(HSB)의 시공

- (1) 도상안정층(HSB)의 콘크리트공사
이 기준 1에 따른다.
- (2) 시공
 - ① 도상안정층의 시공에 앞서 노반의 뜯 돌, 점토, 기타 유해물을 제거해야 하며, 항상 양호한 상태로 유지되어야하고 노반 손상부분은 즉시 보수한다.
 - ② 도상안정층 두께는 상세설계도에 제시된 치수에 의한다.
 - ③ 도상콘크리트층과의 마찰계수를 높이고, 분리에 대응하기 위하여 도상안정층 표면을 거칠게 마무리하며, 표면 거칠기는 약 5~10 mm 깊이에 최대 150 mm 간격으로 한다.
 - ④ 마무리를 용이하게 하기 위해 물을 추가하여 시공하여서는 안 된다.
 - ⑤ 도상안정층은 4~6 m 간격으로 침목 사이에 균열유발줄눈을 시공한다.
 - ⑥ 시공완료 후 도상안정층의 표면상태는 아래와 같아야 한다.
가. 표면을 청결히 하고 이물질이 없을 것
나. 도상안정층의 설치기준은 표 3.4-1과 같으며 시공은 제시된 상세설계도에 의한다.

표 3.4-1 토공구간 도상안정층 (HSB) 설치기준

항목	설치기준	비고
마감높이	두께-15 mm~+5 mm	상세 시공도에 따름
편평도	15 mm 미만/ 4 m	

- ⑦ 도상안정층을 상하선 별도로 분리하여 시공할 때는 종단 기울기 변경점 등의 개소에 집중 호우로 인한 우수가 고여 노반 속으로 침투수 발생 등 강화노반의 손상이 우려될 수 있으므로 수급인은 배수대책을 강구한다.
- ⑧ 토공 곡선구간에서 제1 궤도 도상안정층 또는 도상콘크리트층 타설 후에 강우로 인하여 강화노반 상부에 침전물이 발생한 경우에는 이를 완전히 제거하여 제2 궤도 도상 안정층 타설 시에 강화노반층과 도상안정층 간의 접착성이 저하되지 않도록

록 한다.

- ⑨ 분기기 부설 전에 임시선로를 설치한 개소의 경우, 강우 시에 우수의 체수와 노반 침투를 방지하기 위하여 제1 웨도, 제2 웨도 사이에 공간이 생기지 않도록 도상안정층을 일체로 시공한다.
- ⑩ 도상안정층은 거푸집을 이용하여 인력으로 타설하여 시공할 경우에는 적절한 시공이 이루어 질 수 있도록 슬럼프 값의 변경 등의 제반 사항을 충분히 검토하여 공사감독자의 승인을 받은 후에 시행한다.

3.5 교량 보호콘크리트층(PCL)

3.5.1 교량구간 교량 보호콘크리트층(PCL)의 시공

(1) 교량 보호콘크리트층(PCL)의 콘크리트공사

- ① 이 기준 1을 따른다.

(2) 교면의 거칠기 조성

- ① 원칙적으로 방수층은 교량 보호콘크리트층하면의 교량바닥판층에 두어야하며, 교량바닥 콘크리트는 교량 보호콘크리트층과의 마찰이 확보되는 재료를 사용한다.

(3) 시공

- ① 교량 보호콘크리트층의 설치기준은 표 3.5-1과 같다.

표 3.5-1 교량보호콘크리트층 (PCL) 설치기준

항목	설치기준	비고
마감높이	두께-10 mm~+10 mm	적용은 상세 설계도에 따른다.
편평도	10 mm 미만/ 4 m	

- ② 표면은 횡방향 배수로에 따라 구배를 가져야 하며, 곡선구간에서의 캔트는 도상콘크리트 층(TCL)에서 적용한다.

- ③ 교량 보호콘크리트층의 표면상태는 아래와 같아야 한다.

- 가. 표면에 깊은 상처나 흠이 없을 것
- 나. 편평성이 균등하게 확보될 것
- 다. 표면을 청결히 하고 이물질이 없을 것

- ④ 보도부의 배수를 교량 중앙부 배수로로 통하여 처리하고자 할 경우에는 교량방호벽에 설치될 배수파이프가 교량보호 콘크리트층(PCL)에 묻히지 않도록 시공한다.

(4) 철근가공 및 조립

- ① 교량 보호콘크리트층과 교량구조물과의 결합은 교량구조물에 전단연결재를 설치하거나 교량 방호벽 내에 철근을 설치하여 결합시킬 수 있으나 이 경우에는 교량 보호콘크리트층의 철근과 교량방호벽에 설치된 돌출철근이 상호 접촉되지 않도록 이격시켜야 한다.

- ② 철근작업은 교량의 배수시스템이 손상되지 않고 보호되도록 주의해야 하며, 철근 배근은 관련 설계도면에 따른다.

(5) 양생

- ① 교량 보호콘크리트층의 양생 시에는 직사광선과 바람으로부터 보호될 수 있도록 조치한다.
- ② 교량 보호콘크리트층의 양 단부 및 배수구 주변은 양생과정에서 균열 발생 우려가 높은 개소이므로 다짐과 양생 시에 주의하여 관리한다. 필요한 경우 콘크리트 타설 후 2-4시간 정도 이내 인력에 의한 재다짐을 시행하여 균열 발생을 최소화시켜야 한다.
- ③ 케도장비 또는 기타 작업장비의 하중재하는 교량 보호콘크리트층 시공 3일 이후에 양생상태를 검토하여 콘크리트에 피해가 없을 때에 허용한다.

3.5.2 교량구간 캠프레이트 완충재의 시공

(1) 시공 일반사항

- ① 교량의 캠프레이트 완충재는 시공도면에 따라 설치한다.

(2) 운반, 보관, 취급

- ① 완충재는 제작장에서 출하에 앞서서 출하, 운반, 보관 등의 취급, 기후 및 통상적인 위험에 대해서 손상을 방지할 수 있도록 포장을 한다.
- ② 모든 완충재는 환경적 손상 및 물리적 손상으로부터 보호 받을 수 있는 장소에 보관한다.
- ③ 설치 완료 후에는 완충재를 청결히 하여 완충재에 이물질 등이 없도록 한다.

(3) 시공순서

- ① 완충재의 규격은 설계를 따르되, 캠프레이트의 형태 및 간격, 종방향 하중 등의 요소를 고려하여 정한다.
- ② 시공면은 먼지, 물, 표면 오물이나 서리 등을 모두 제거하여 완충재의 접착을 방해하는 이물질이 없도록 한다.
- ③ 도면에 따라 제작된 완충재를 특수접착제로 교축방향과 교축직각방향의 캠프레이트 측면에 접착시킨다.
- ④ 완충재 접착 후의 빈 공간은 설계된 캠프레이트 전면과 현장 콘크리트 타설면이 평탄하게 유지되어 하중이 원활하게 전달될 수 있도록 스티로폼 등으로 채운다.
- ⑤ 분기기 구간 또한 교축과 교축직각의 모든 방향에 대해 스트립(strip) 완충재 상/하단과 연결부분에 스티로폼을 부착한다.

3.5.3 교량구간 탄성분리재의 시공

(1) 교량의 탄성분리재는 시공도면에 따라 설치한다

(2) 자재의 운반, 보관, 취급

- ① 탄성분리재는 제작장에서 출하에 앞서서 출하, 운반, 보관 등의 취급, 기후 및 통

상적인 위험에 대해서 손상을 방지할 수 있도록 포장한다.

- ② 모든 자재는 환경적 손상 및 물리적 손상으로 인해 변형되지 않고, 보호받을 수 있는 장소에 보관한다.
- ③ 설치가 완료되었을 때 상부 면에 차량 등의 통행을 제한하여 재료의 손상이 없도록 한다.
- ④ 도상콘크리트층을 시공하고 나서 도상콘크리트층의 좌우 양단에 돌출된 탄성분리재 부위는 탄성분리재의 하중전달과 미끄러짐의 기능과 무관하므로 콘크리트 면에 맞추어 절단한다.

(3) 탄성분리재의 설치

- ① 탄성분리재는 일반구간에 사용되는 일반용과 분기기 구간에 사용되는 분기기용(부직포를 씌운 것)으로 나누어 시공한다.
- ② 작업 중에는 탄성분리재의 접합 속도와 온도에 유의하여 분리재가 손상되지 않도록 한다.
- ③ 탄성분리재와 캠플레이트 간의 사이가 1 cm 이상 벌어져서는 안 되며, 탄성분리재와 캠플레이트 간의 이격된 공간은 도상콘크리트층의 콘크리트를 타설할 때에 교량보호콘크리트층과 접촉되지 않도록 견고하게 연결한다.
- ④ 탄성분리재는 그 아래로 콘크리트 등의 이물질이 삽입되는 것을 방지하기 위하여 도상콘크리트층 폭보다 넓게 시공한다.
- ⑤ 탄성분리재를 설치한 후의 표면은 유지나 야고 등의 불순물로 인한 오염이 없어야 한다.
- ⑥ 일반구간의 탄성분리재는 다음과 같이 설치한다.

가. 각각의 캠플레이트 사이의 교량보호콘크리트층 중앙부에는 교축직각방향으로 탄성분리재를 설치한다. 이때 다음 단계에서 설치되는 교축방향 탄성분리재와의 겹이음을 고려하여 교축직각방향의 탄성분리재 양쪽으로 100 mm 이상의 여유 폭을 두어야 한다.

나. 상기의 가와 같이 설치된 탄성분리재는 칼 등의 도구를 이용하여 캠플레이트와 맞대는 면에 틈이 없도록 조정한다.

다. 교축방향의 탄성분리재는 캠플레이트와 나란하게 부설한다.

라. 상기 가의 교축방향 탄성분리재와 다의 교축직각방향 탄성분리재를 겹이음(100 mm 이상) 한다.

마. 상기 다의 교축방향 탄성분리재는 교축직각방향으로 도상콘크리트층 폭보다 넓게 시공하여 시공 중에 콘크리트 등의 이물질이 교량보호콘크리트층으로 스며들지 않도록 한다.

바. 캠플레이트 상부와 완충재는 탄성분리재로 덮는다(완충재 두께를 고려하여 제작).

사. 캠플레이트의 완충재와 탄성분리재 연결부분은 도상콘크리트층 시발주처계에 콘크리트 등의 이물질이 스며들지 않도록 접착테이프 등으로 실링(sealing)

하며, 거푸집과 만나는 캠플레이트 끝 단부도 같은 방법으로 이음 처리한다.

⑦ 분기기 구간의 크로스 캠플레이트 탄성분리재는 다음과 같이 설치한다.

가. PE-시트(sheet)와 탄성분리재를 캠플레이트와 크로스 캠플레이트 간의 교량보 호콘크리트층 위에 필요 면적보다 크게 설치한다.

나. 사전 제작된 분기기용 탄성분리재의 경우는 필요에 따라 교축방향으로 PE-시트를 추가적으로 설치할 수 있으며, 이때 설치 폭은 도상콘크리트층보다 넓게 되도록 겹이음(최소 100 mm 이상) 한다.

다. 일반용 탄성분리재 2장을 크로스 캠플레이트 상단에 포개지도록 40 mm 이상 겹이음 한다.

라. 일반용 탄성분리재를 크로스 캠플레이트를 따라 양각 설치된 완충재를 덮을 수 있도록 설치한다.

⑧ 분기기 구간의 캠플레이트 탄성분리재는 다음과 같이 설치한다.

가. PE-시트와 분기기용 탄성분리재를 캠플레이트 위에 교축방향으로 설치한다.

나. 상단에 설치된 분기기용 탄성분리재 위에 일반용 탄성분리재 2장을 각각 좌우에 겹이음 부위가 최소 120 mm 이상이 되도록 설치한다.

다. 이때 크로스 캠플레이트와 교차되는 일반용 탄성분리재 부분은 절단한다.

라. 캠플레이트와 크로스 캠플레이트 상단에 설치된 일반용 탄성분리재를 접착테이프 등으로 실링 처리하며, 크로스 캠플레이트를 따라 설치된 거푸집과의 접촉면도 같은 방법으로 처리한다.

(4) 손상된 부위에 대한 보수방법

① 탄성분리재의 시공을 완료한 후에 기후적 요건 혹은 기타 이유로 손상된 탄성분리재의 보수가 부득이 필요할 경우는 아래와 같은 방법으로 보수한다.

② 탄성분리재에 손상된 부위를 표시한다.

③ 표시된 손상 부위 보다 최소 4 cm 이상 크게 되도록 커버테이프를 절단한다.

④ 절단한 커버 테이프를 손상된 부위에 올려놓은 뒤, 크레용 등을 사용하여 외곽을 표시한다.

⑤ 고무용 그라인더를 사용하여 손상된 탄성분리재 주위의 표시된 선을 따라 제품의 요철 깊이만큼 샌딩(sanding)한다. 샌딩된 표면의 넓이는 약 5 cm 정도가 되게 하여 커버테이프가 덮을 수 있는 면적보다 약간 크게 가공한다. 나머지 1 cm의 폭은 접합 보수의 전면 가공여부를 확인하기 위하여 남겨둔다.

⑥ 소형 접합기를 이용하여 커버테이프를 완벽하게 실링을 할 수 있으며 롤러로 마무리 처리한다.

3.6 도상콘크리트층(TCL)

3.6.1 일반사항

(1) 이 기준 1을 따른다.

3.6.2 철근가공 및 조립

- (1) 철근은 설계에서 정한 공사시방서와 철근배근도에 따라 정확한 치수와 형상을 가지도록 절단기, 전동 톱 및 쉬어커터 등의 기계적 방법으로 가공한다.
- (2) 콘크리트 타설 시에 철근이 이동되지 않도록 도면에 따라 정확하게 배근하고 견고하게 조립한다.
- (3) 철근의 피복두께가 정확하게 확보되도록 적절한 간격으로 고임대(support)와 간격재(spacer)를 배치한다.
- (4) 연속철근은 설계도서에 따라 표시된 위치에 종류별 수량을 정확하게 설치하고, 철근이 이동되지 않도록 콘크리트 타설 전에 견고하게 고정한다.
- (5) 도상콘크리트 배근에 관한 사항은 신호관련 부서와 사전에 협의하여 신호절연 및 열차제어시스템에 지장이 없도록 조치한다.
- (6) 철근조립에 관한 시험부설이 필요하다고 판단될 경우에는 공사감독자에게 시험부설계획서를 제출하여 승인을 받은 후에 철근을 시험 조립하여 신호부서에게 절연 성능의 이상 유무를 확인받는다.
- (7) 신호시스템에 따라 철근의 절연이 필요한 경우에는 다음을 따른다.
 - ① 도상콘크리트층(TCL)의 중·형 철근은 결속력 유지, 다짐봉에 대한 철근의 결속상태유지, 철근콘크리트의 최소피복 두께 확보, 전기절연 저항성능 확보 등을 위하여 절연간격재를 이용하여 결속한다.
 - ② 상부 종철근과 횡철근은 상호 절연되도록 절연재를 사용하여 견고히 설치한다.

3.6.3 거푸집 시공

- (1) 유로폼 거푸집 측면은 브레이싱으로 지지되어야 하며, 이때 브레이싱 저판의 지지점은 거푸집측면으로부터 거푸집 높이의 3분의 2 이상이 되는 지점에 위치한다.
- (2) 거푸집은 콘크리트 타설 전에 깨끗이 닦고, 유지류를 발라 두어야 하며, 거푸집 설치상태에 대하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (3) 거푸집은 조립된 케광의 이동을 방지하기 위해 최종선형 조정 전에 설치한다.
- (4) 종 철근 뿐만 아니라 횡 철근과 거푸집 사이의 거리는 시공도면에 따른다.
- (5) 거푸집은 형상 치수가 정확하고 처짐, 배부름, 뒤틀림 등의 변형이 생기지 않게 하며 외력에 충분히 안전하고, 정위치에 고정되도록 한다.
- (6) 거푸집을 조립, 철거할 때는 파손, 손상되지 않게 하며, 이음부는 수밀하게 하여 시멘트 풀이 새지 않게 한다.
- (7) 거푸집은 콘크리트 타설 시에 바이브레이터의 사용에 따른 콘크리트 압력을 충분히 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다.
- (8) 거푸집은 길이 3 m에 대한 윗면의 변형이 3 mm 이상 있어서는 안 되며, 측면의 변형이 6 mm 이상 있어서는 안 된다.
- (9) 콘크리트 타설 전에 노반, 전기, 신호, 통신 등 관계 부서와 긴밀히 협의하여 배수, 케

이블매설 등의 설치에 지장이 없도록 협의한다.

3.6.4 도상콘크리트의 타설

(1) 도상콘크리트 타설 전의 준비

- ① 수급인은 콘크리트 타설 전에 타설 구간을 검측하고 작업계획서를 작성하여 공사 감독자의 승인을 받은 후에 시공한다.
- ② 수급인은 콘크리트타설 구간 경계지점의 시공오차를 감안하여 양방향으로 20 m 이상거리에 걸쳐 조정 구간을 설정하여, 도상콘크리트 타설 전에 반드시 상호의 선형을 확인 검측한다.
- ③ 수급인은 도상콘크리트 시공 전에 당해 구간의 궤도공사에 직접 관련된 노반, 전기, 신호 등의 타 분야 관계자와 각종 인터페이스에 관하여 협의한다.
- ④ 궤광부설을 완료한 후(궤광조립, 철근배근, 궤광인상)에는 콘크리트 타설 전에 신호분야와 협의하여 관계자의 입회 하에 궤도절연을 측정하고, 그 결과를 공사감독자에게 제출한다.
- ⑤ 도상콘크리트 타설 전에는 표면에 이물질이 없도록 물로 깨끗하게 청소하고, 타설 시까지 습윤상태를 유지하도록 한다.
- ⑥ 수급인은 콘크리트 배합을 본 공사에 적용하기 전에 배합설계를 하며, 현장 콘크리트의 품질변동을 고려하여 배합강도를 설계기준강도 보다 충분히 크게 정하여 이에 대한 적정성을 확인한 후에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ⑦ 콘크리트가 레일, 침목, 레일체결장치에 묻지 않도록 보호조치(덮개설치 또는 비닐 감기 등)를 한 후에 시공한다.
- ⑧ 유동화제(또는 고성능 감수제)를 사용하는 경우혼화재료의 품질 및 사용방법 등에 대하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(2) 콘크리트 타설

- ① 콘크리트의 배합, 타설 및 마무리는 주간에 실시해야 되며, 부득이하게 야간에 시공해야 할 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ② 타설장소의 일평균 기온이 4 ℃ 이하이거나 25 ℃ 이상인 경우, 최고 기온이 30 ℃ 이상인 경우에는 반드시 한중콘크리트 또는 서중콘크리트 시공계획을 수립하여 공사감독자의 승인을 받은 후에 콘크리트를 타설한다.
- ③ 양생기간 중 동결이 예상되는 경우 즉시 동결방지대책을 강구하여 콘크리트를 보호한다.
- ④ 콘크리트타설 작업과 병행하여, 타설구간 앞쪽에서 정밀측량장비로 선형을 확인하고 조정한다.
- ⑤ 콘크리트 타설 위치와 최종 선형조정 위치 사이에는 최소 70 m의 거리를 유지한다.
- ⑥ 수급인은 콘크리트의 종류, 출하시간, 도착시간, 타설시간, 타설량 등을 정확하게 기록한다.

- ⑦ 콘크리트를 타설하고 난 다음에는 가능한 한 콘크리트를 다시 이동시키지 않아야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 한다.
- ⑧ 콘크리트는 설계도면에 표시된 두께와 경사를 갖도록 균등하게 타설하고 상면에 빗물이 고이지 않도록 마무리한다.
- ⑨ 콘크리트 슬래브의 모서리 등은 콘크리트에 재료분리가 생기지 않도록 주의하여 시공한다.
- ⑩ 콘크리트 타설이 1시간 이상 지연되거나, 비로 인하여 현저하게 손상을 입었을 경우에는 이음 부위 또는 손상 부위를 제거하고 재시공한다.
- ⑪ 슈트타설 시에는 재료의 분리와 철근의 변위를 막을 수 있도록 조치하며, 1.5 m 이상 떨어진 높이에서 콘크리트를 투입하지 않아야 하며 경사가 심한 곳에서는 깔대기를 장치한 슈트를 사용한다.
- ⑫ 슈트를 사용한 후에는 깨끗한 물로 씻어야 하며, 이 씻어 내린 물이 이미 친 콘크리트에 들어가지 않도록 주의한다.
- ⑬ 콘크리트 다지기는 반드시 숙련된 기능공이 수행한다.
- ⑭ 콘크리트는 봉형 진동기를 사용하여 침목 또는 체결장치저부의 공기가 확실히 제거 되도록 다지며, 두 침목 사이가 완전히 채워지기 전에는 다음 침목에 대한 채움과 타설 작업을 진행하여서는 안 된다.
- ⑮ 콘크리트는 봉형 진동기를 이용하여 고른 간격으로 수직으로 다져야 하며, 봉형 진동기를 이용하여 콘크리트를 옮겨서는 안 되며, 콘크리트 타설시 봉형 진동기가 체결장치에 접촉하지 않도록 한다.
- ⑯ 레일 계획고가 낮은 곳에서 높은 쪽으로 콘크리트 타설하는 것을 원칙으로 한다.
- ⑰ 콘크리트를 타설하는 동안에 선로의 움직임이나 레일조정의 변화가 발생된다면 타설을 중단하고 즉시 선형을 검사한다.
- ⑱ 거푸집의 가로 버팀재와 궤광조립대는 콘크리트 타설 후 24시간 이내에 철거해서는 안 된다. 단, 콘크리트 초기 침하가 크거나 궤광의 처짐으로 인해 체결장치와 콘크리트 상면 사이에 공극 발생이 우려될 경우에는 수직조절볼트를 풀어서 궤광을 내리는 작업을 실시할 수 있다.

3.6.5 양생, 마무리 작업

(1) 양생

- ① 콘크리트가 경화되기 시작한 후에는 거푸집에 충격을 가하거나 노출된 철근에 외력을 가하여서는 안 된다.
- ② 콘크리트 타설 후에는 공사감독자의 승인을 받아 습윤양생, 피막양생 또는 보온덮개양생 등과 같은 적절한 양생방법을 강구하여 콘크리트를 양생한다.
- ③ 피막양생으로 수밀한 막을 만들기 위해서는 충분한 양의 살포가 필요하며, 온도변화를 작게 하기 위하여 백색안료를 혼합할 수도 있다.
- ④ 피막 양생제의 사용량은 제품의 규격, 시방 및 시험살포를 통하여 결정한다.

- ⑤ 피막 양생제 원액을 분무기, 스프레이건, 브러시 등을 사용하여 중·횡방향으로 2회 이상 균일하게 살포하여 얼룩이 없도록 한다.
 - ⑥ 콘크리트 표면의 부수(뜯은 물, 블리딩)가 완전히 없어져서 물기가 없을 때에 양생제를 살포하며, 벽체나 거푸집을 사용한 경우에는 거푸집 해체 즉시 스프레이를 도포한다.
 - ⑦ 분무기 사용 시는 노즐을 콘크리트 표면에서 40-50cm 띄워서 전후, 좌우로 도포하고 콘크리트 도상면에 손상이 발생되지 않도록 분사 압력을 일정하게 유지한다.
 - ⑧ 분무기를 사용한 후에는 즉시 세정제(솔벤트 등)로 양생제를 닦아낸다.
 - ⑨ 피막 양생제는 습윤 콘크리트에 부착하고 소정의 비율로 사용하였을 경우에 연속된 박막(薄膜)을 형성토록하고, 건조하여 찢어지거나 구멍이 없어야 한다.
 - ⑩ 피막 양생제는 콘크리트 타설 즉시 콘크리트 작업개소의 10~12 m 간격으로 표면에 살포한다.
 - ⑪ 건조된 콘크리트 부위는 양생제를 사용하기 전에 물로 충분히 적셔서 습윤상태를 유지한다.
 - ⑫ 우천 시에는 아직 굳지 않은 콘크리트를 즉시 비닐, 시트, 방수지 등으로 덮어서 콘크리트의 손상을 막아야 한다.
- (2) 수직조절볼트 철거
- ① 콘크리트타설 후에는 현장여건과 전문기술자(콘크리트케도)의 확인을 거쳐 도상의 변형이 발생하지 않는 시점에서 스핀들을 단계적으로 철거한다.
 - ② 수직조절볼트 철거 후에는 유동성이 적고 골재입경이 1 mm 미만인 고등급 그라우트재로 수직조절볼트 구멍을 채워야 하며, 다음 단계 작업을 위해 수직조절볼트를 깨끗이 청소한다.
- (3) 거푸집 철거
- ① 거푸집은 타설된 콘크리트의 강도가 콘크리트의 무게와 시공 중에 가해지는 하중을 합한 하중 이상으로 확보될 때 철거한다.
 - ② 거푸집 철거작업 중에 콘크리트 슬래브에 손상을 주어서는 안 되며, 손상을 주었을 경우에는 수급자의 부담으로 즉시 보수한다.
 - ③ 거푸집 철거 후에 재료 이탈이 약간 생긴 부분은 시멘트 모르타르로 깨끗이 메워야 하며, 공용성과 내구성에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 재시공한다.
- (4) 도상콘크리트 시공이음부 처리
- ① 1일 콘크리트 타설 마무리 지점에는 거푸집을 견고하게 설치하고 다짐에 유의한다.
 - ② 마무리 부분은 철근 겹이음(1.0 m 이상) 길이를 확보할 수 있어야 한다.
 - ③ 콘크리트 시공 전에 구 콘크리트의 거푸집을 철거하여 시공 이음면을 와이어 브러시로 청소하고, 치핑(chipping)한 후에 콘크리트를 타설한다.
 - ④ 이어치기 면은레이턴스, 먼지, 유지를 제거하고 물청소를 실시한다.
- (5) 레일체결장치 저부 접촉면 관리

직결식 콘크리트 케도 시공 후 방진체결장치용 베이스플레이트 저면과 도상콘크리트 상면의 밀착성을 아래와 같이 확인하여 면고르기를 시행한다.

- ① 밀착성 검사는 도상 콘크리트가 완전히 경화한 후 시행한다.
- ② 일일 시공구간 내에서 직/곡선을 고려하여 5개 구간을 임의 선정하고, 1개 검사구간마다 연속 10조(내외측 20조), 5개 구간 총 50조(내외측 100조)를 완전 해체하여 베이스 플레이트 좌면의 평탄성을 확인한다.
- ③ 확인결과 접촉면이 전면적 대비 80% 이상(공극률 20% 미만) 이어야 하며, 베이스 플레이트 저면(매립 전 상단 기준)과 콘크리트 면 사이의 단차는 2 mm 이하 이어야 한다. 접촉면적 80% 미만이 10%를 초과해서는 안 된다.
- ④ 공극률 측정 시 직경 10 mm 이하 공극은 제외한다.
- ⑤ 접촉면적 80% 미만인 체결장치가 10% 이상인 경우 추가 5개 구간을 선정하여 2차 검사를 실시하고, 1, 2차 검사결과 총 불량률이 10% 이상이면 나머지 구간에 대해 전수검사를 실시해야 한다.
- ⑥ 검사결과 접촉면적이 80% 미만인 구간은 전수보수를 원칙으로 한다.

(6) 마무리 작업

- ① 케도장비 또는 기타 작업장비의 하중재하는 최소 3일 이상 양생한 후에 양생상태를 검토하여 콘크리트에 소요강도가 확보되었을 경우에 허용한다.
- ② 케도공사에서 발생한 폐자재는 선로 밖으로 완전히 반출하며, 폐기물관리법 및 관련 법규에 의한 폐기물 처리절차에 의거하여 폐기 처리한다.
- ③ 베이스플레이트 패드 밑면에 공극이 발생한 개소는 보수계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 받은 후에 보수한다.
- ④ 측면배수로의 거꾸집을 철거한 후에 요철이 남아있는 면을 갈아낸다.
- ⑤ 거친 콘크리트 표면과 모따기 부분은 면갈이를 한다.
- ⑥ 레일체결장치의 헐거워진 나사스파이크는 확인하여 소정의 체결력으로 조인다.
- ⑦ 레일, 침목, 체결장치에 묻은 콘크리트 잔재는 깨끗이 청소한다.
- ⑧ 모든 폐자재를 반출하고 케도공사 잔재를 청소한 후에는 물청소를 하며 물청소 후에는 잔재 등이 없어야 한다.

(7) 균열관리

- ① 도상콘크리트의 균열유발줄눈은 선로에 직각 방향으로 레일체결장치와 레일체결장치 사이의 중심에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 불가피할 경우에는 위치를 변경하되, 체결장치 끝에서 100 mm 이상이 되는 위치에 둔다.
- ② 수급인은 필요하다고 판단되는 개소에 공사감독자의 승인을 받아 수축줄눈을 추가로 설치할 수 있다.
- ③ 레일 축력으로 인한 콘크리트의 도상 균열이 예상되는 개소(터널 갱구로부터 100 m구간과 지상구간)에 대하여는 콘크리트 타설 후에 초기 레이턴스를 제거하고 도상콘크리트의 초기경화가 이루어지는 시기(약 4시간 이상) 이후에 레일체결장치를 충격 없이 해체하였다가 양생 후에 다시 체결하여 균열을 예방한다.

- ④ 도상콘크리트의 수축줄은 합판사용을 원칙으로 하며, 도상콘크리트의 신축이음은 콘크리트 도상면 위로 돌출되도록 하되 콘크리트 양생 후에 도상면 위로 돌출된 부분을 제거한다.
- ⑤ 도상콘크리트 신축이음의 자재, 재질 또는 설치방법을 변경코자 할 경우에는 공사 감독자의 승인을 받는다.
- ⑥ 도상콘크리트의 허용 균열폭은 실시설계단계에서 설계사가 공사시방서에 제시하는 제한값을 따른다.
- ⑦ 허용 균열폭을 초과하는 균열은, 균열의 원인에 따라 향후 균열폭의 확대, 침목의 움직임을 방지하도록 보수하며, 균열 발생을 최소화시킬 수 있도록 콘크리트의 단위시멘트량을 최소화하고 양생관리를 철저히 한다.

3.6.6 하자보수 계획

- (1) 수급인은 콘크리트케도의 하자보수 계획을 수립하여 제시한다.
- (2) 열차 탈선과 같은 외부적인 영향을 받은 경우 또는 보조도상콘크리트에 변형이 발생 되었을 경우에는 손상된 구간의 콘크리트케도를 신속하게 재시공한다.
- (3) 수급인은 콘크리트케도에 하자가 발생한 경우에 대한 하자보수 계획을 작성하여 제출 한다.

3.6.7 채움부 시공

- (1) 채움부는 설계에 반영된 요건에 따라 자갈, 콘크리트 등으로 시공한다.
- (2) 콘크리트 채움의 시공(토공 및 터널구간 중앙부)
 - ① 이 기준 1을 따른다.
 - ② 토공구간은 제1케도와 제2케도의 도상안정층(HSB) 및 제1케도의 도상콘크리트층(TCL)을 시공하고 나서 상·하선 사이에 채움 콘크리트를 타설한다.
 - ③ 터널구간의 상하선 중앙부는 작업원의 이동통로 확보, 긴급시 승객대피 용이성 및 소음저감 효과 등을 고려하여 채움 자갈 또는 채움 콘크리트로 타설할 수 있다.
 - ④ 직선의 토공구간은 중앙 채움 콘크리트를 도상콘크리트층보다 높게 마감하여 양측 면으로 배수를 유도하며, 곡선의 토공구간은 배수를 감안하여 단면을 마무리한다.
 - ⑤ 직선구간의 도상콘크리트층에도 횡방향 구배를 두어 원활한 배수처리가 이루어지도록 한다.
 - ⑥ 노반시공 시에 설치된 집수정에 콘크리트 등의 이물질이 떨어져 막히거나, 파손되지 않도록 주의하여 시공한다.
 - ⑦ 중앙채움 콘크리트 타설 전에 노반 중심선 측점에 대한 인조점을 확인한다.

3.6.8 자갈 채움의 시공

- (1) 일반철도 자갈케도 부설의 일반요건에 따른다.
- (2) 유지보수 시 작업원의 이동통로 확보 및 유사시 대피가 원활하도록 토공구간과 터널

구간의 선로외측에 도상자갈(ϕ 22.4~63 mm)을 살포한다.

- (3) 도상자갈은 MFS(자갈살포화차)나 전용자갈화차로 운반하여 살포하며, 살포 시에는 정확한 위치에 살포할 수 있도록 숙련된 기능공을 배치한다.

3.7 구조물 접속구간 보강

3.7.1 교량~토공 접속구간

- (1) 접속구간에서는 양쪽 구조물 간의 수직강성 차이가 크므로 궤도공사 시에 궤도 취약부, 특히 현장용접(테르밋트)부가 위치하지 않도록 주의한다.
- (2) 교량의 길이가 $L = 25.0$ m 이상의 경우는 설계에 제시된 어프로치 슬래브 정착단부, 전단키 설치 등의 보강 방안은 시공도면에 따른다.

3.7.2 터널~토공 접속구간

- (1) 접속구간의 궤도공사 시에는 궤도 취약부, 특히 현장용접(테르밋트)부가 위치하지 않도록 주의한다.
- (2) 터널과 토공의 접속부에는 설계에 제시된 어프로치 슬래브, 정착단부, 전단키 설치 등의 보강 방법은 시공도면에 따른다.

3.7.3 자갈궤도~콘크리트궤도 접속구간

- (1) 자갈궤도와 콘크리트궤도의 접속구간은 시공오차를 감안하여 양방향으로 충분한 거리에 걸쳐 조정구간을 설정하되 콘크리트도상 시공 전에 반드시 상호 선형을 확인하고 검측한다.
- (2) 접속구간에서는 양쪽 궤도 간의 수직강성 차이가 크므로 궤도공사 시에 궤도 취약부, 특히 현장용접(테르밋트)부가 위치하지 않도록 주의한다.
- (3) 자갈궤도와 콘크리트궤도는 표준단면과 수직강성이 서로 다르므로 설계에서 제시된 완충구간을 두어 보강 레일의 설치, 도상안정층의 연장시공, 자갈고결, 패드의 스프링 정수 변화 등의 보강 방법은 시공도면에 따른다.
- (4) 자갈궤도와 콘크리트궤도 사이의 접속구간에는 균등한 하중분배가 이루어지도록 횡강성 보강레일을 설치한다.
- (5) 궤도자갈 고결제 시공 시에는 설계자의 경제성, 유지보수성, 안전성, 운행속도, 구조검토 등을 종합적으로 검토하여 시공 여부를 판단하고 설계도면에 따라 시공한다.

① 준비작업

가. 필요한 장비, 재료 등을 사전에 확인한다.

나. 침목 사이의 궤도자갈을 침목 하면의 높이까지 제거한다.

다. 침목 사이의 자갈을 제거한 후의 침목은 적절한 위치와 도상두께를 유지하며, 적절한 궤도선형을 유지한다.

라. 궤도자갈의 이물질, 모래, 불순물 등을 사전에 제거하여 고결제의 점착력을 높

일 수 있도록 한다.

마. 고결제는 숙련된 전문가가 적절한 조건과 비율로 혼합하며, 시공 중에는 작업이 중단되는 경우가 없도록 한다.

바. 작업자는 고결제가 피부에 직접 닿지 않도록 보호장갑, 보호안경 등의 적절한 보호장구를 착용한다.

② 본 작업

가. 선형기준과 다짐방법은 일반철도 자갈도상케도부설의 해당 요건을 따른다.

나. 자갈고결제 살포 외기온도는 +5℃~+40℃ 사이에 시공하는 것이 유리하며, 경화시간은 온도가 낮을수록 많은 시간이 소요된다.

다. 케도자갈 표면에 고결제가 고르게 잘 스며들어 접착될 수 있도록 시공해야 하며, 레일과 레일체결장치에 고결제를 흘리거나 묻지 않도록 주의한다.

라. 온도변화에 따른 고결제 소요량은 표 3.7-1을 참조하되, 숙련된 전문가의 지시를 따른다.

표 3.7-1 온도에 따른 고결제 소요량

구분	온도(℃)				비고
	5~7	7~10	10~20	20이상	
자갈면적당 소요량(kg/m ²)	12	10	8	7	

③ 케도자갈고결 작업절차

가. 수직강성 보강구간(L = 33.6 m)에서 어깨자갈층(KS: Kies Schulter) + 침목사이층(SF: Schwellen Fach)의 자갈을 제거하여, 선로 중심과 바깥쪽으로 옮겨둔다.

나. 본선 상선 바닥자갈층(GS: Ground Schotter, L = 33.6 m)에 자갈고결제를 살포한다.

다. 어깨자갈층(KS)+침목사이층(SF) 자갈을 원상복구한다. 이때 바닥자갈층(GS)이 완전 경화되기 전이라도 원상복구가 가능하다.

라. 어깨자갈층(KS)+침목사이층(SF)에 자갈채움과 정리를 완료한 후에 고결제를 살포한다.

④ 살포장비

가. 에폭시와 경화제를 혼합하여 고결제를 살포하는 장비는 최적의 성능을 보장받도록 필수적인 장치와 기능을 갖추어야 한다.

나. 컴퓨터 제어기능에 의한 자동유량 조절기능과 %단위의 배합 정밀도 인식기능을 가진 장비로 고결제를 혼합하되 이때의 혼합비율 오차가 2% 미만이어야 하며, 부적합할 시는 자동으로 차단할 수 있는 기능 요건을 갖추어야 한다.

다. 지속적인 재료의 혼합생산과 공급이 가능하고, 송진제와 경화제 2가지 액의 혼합비와 합성을 위하여 자동온도 조절기능을 가진 장비를 사용한다.

라. 살포장비는 살포작업 전·후에 재료를 가열할 수 있는 기능을 구비하고, 정·

동적 상태에서의 혼합 시에도 신뢰성을 확보할 수 있어야 하며, 호스를 통하여 이송하는 동안의 온도변화에 대응하도록 호스의 길이를 제한한다.

마. 살포작업 시에 평평한 분사노즐을 사용하여 안개와 같은 형상의 균등한 재료 분사 기능 요건을 갖추어야 하며 분사압력은 4 bar 이상으로 한다.

바. 일정기한 동안 작업 중단 시에는 혼합·예열된 재료가 장비 내에서 반응하여 분사노즐 등이 막히지 않도록 적절한 조치를 한다.

⑤ 마무리 작업

가. 완성케도의 준공검사 허용기준은 자갈케도와 동일하게 적용한다.

나. 고결제 살포작업 완료 후에는 레일두부와 체결장치 등에 묻은 고결제 등의 이물질을 깨끗이 청소한다.



집필위원

성명	소속	성명	소속
황선근	한국철도기술연구원	신지훈	한국철도기술연구원

자문위원

성명	소속	성명	소속
박성현	서현기술단	신순호	(주)KRTC
성덕룡	대원대학교	이기승	서현기술단

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이용수	한국건설기술연구원	정혁상	동양대학교
구재동	한국건설기술연구원	구자안	한국철도공사
김기현	한국건설기술연구원	김석수	(주)수성엔지니어링
김태송	한국건설기술연구원	김재복	(주)태조엔지니어링
김희석	한국건설기술연구원	소민섭	희명정보통신(주)
류상훈	한국건설기술연구원	여인호	한국철도기술연구원
원훈일	한국건설기술연구원	이성혁	한국철도기술연구원
주영경	한국건설기술연구원	이승찬	(주)평화엔지니어링
최봉혁	한국건설기술연구원	이진욱	한국철도기술연구원
허원호	한국건설기술연구원	이찬우	한국철도기술연구원
		최상철	(주)한국건설관리공사
		최찬용	한국철도기술연구원

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김현기	한국철도기술연구원	최상현	한국교통대학교
이광명	성균관대학교	정광섭	포스코건설
신수봉	인하대학교	손성연	씨앤씨종합건설(주)
이용재	삼부토건(주)		

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
임종일	철도건설과	홍석표	철도건설과
문재웅	철도건설과		



KCS 47 20 20 : 2019

콘크리트궤도 부설공사

2019년 04월 08일 개정

소관부서 국토교통부 철도건설과

관련단체 한국철도시설공단
34618 대전광역시 동구 중앙로 242 한국철도시설공단
Tel : 1588-7270
<http://www.kr.or.kr>

작성기관 한국철도기술연구원
16105 경기도 의왕시 철도박물관로 176 한국철도기술연구원
Tel : 02-460-5000
<http://www.krri.re.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>