

KCS 24 11 05 : 2023

# 콘크리트구조 (한계상태설계법)

2023년 9월 12일 제정

<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 교량공사 표준시방서(한계상태설계법)를 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
KCS 24 11 05 : 2023	• 건설기준 코드체계 전환에 따른 코드화 통합 정비 후 교량공사 안전강화를 위한 교량분야 건설기준 정비연구에 따라 정비하여 제정함	제정 (2023. 9.)

제 정 : 2023년 9월 12일

개 정 :       년   월   일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국도로협회, 한국교량및구조공학회

작성기관 : 한국도로협회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

---

---

# 목 차

---

---

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 제출물	5
2. 자재	5
2.1 콘크리트 분류	5
2.2 콘크리트 재료	7
2.3 재료의 저장	8
2.4 재료의 품질관리	8
2.5 콘크리트 배합	8
3. 시공	12
3.1 일반사항	12
3.2 계량 및 비비기	12
3.3 운반	13
3.4 콘크리트 타설	13
3.5 콘크리트 제조의 품질관리	15
3.6 콘크리트 품질관리 및 검사	15
3.7 환경으로부터 콘크리트의 보호조치	15
3.8 양생	16
3.9 한중 콘크리트의 시공	17
3.10 서중 콘크리트의 시공	17
3.11 매스 콘크리트의 시공	17
3.12 수중 콘크리트의 시공	17
3.13 이음	17
3.14 표면 마무리	17

3.15 프리캐스트 부재 .....	19
3.16 충전용 모르타르 및 그라우트 .....	20
3.17 가설하중 .....	21
3.18 세그먼트 교량에 대한 특별 요구사항 .....	22



## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 교량, 암거 및 기타 도로교 구조물에 사용되는 콘크리트의 자재와 시공에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다.
- (2) 무근콘크리트, 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 또는 이들 조합을 사용하는 현장타설·공장제작 방법으로 건설되는 도로교의 구조물과 부재를 포함한다.

### 1.2 참고 기준

#### 1.2.1 관련 법규

내용 없음

#### 1.2.2 관련 기준

- KCS 14 20 10 일반콘크리트
- KCS 14 20 20 경량골재 콘크리트
- KCS 14 20 21 순환골재 콘크리트
- KCS 14 20 22 섬유보강 콘크리트
- KCS 14 20 23 폴리머시멘트 콘크리트
- KCS 14 20 24 팽창 콘크리트
- KCS 14 20 31 유동화 콘크리트
- KCS 14 20 32 고유동 콘크리트
- KCS 14 20 33 고강도 콘크리트
- KCS 14 20 40 한중 콘크리트
- KCS 14 20 41 서중 콘크리트
- KCS 14 20 42 매스 콘크리트
- KCS 14 20 43 수중 콘크리트
- KCS 14 20 44 해양 콘크리트
- KCS 14 20 50 프리플레이스트 콘크리트
- KCS 14 20 52 프리캐스트 콘크리트
- KCS 14 20 70 합성구조 콘크리트
- KCS 24 11 10 철근(한계상태설계법)
- KCS 24 11 15 프리스트레싱(한계상태설계법)
- KDS 14 00 00 구조 설계기준
- KDS 14 20 10 콘크리트구조 해석과 설계 원칙
- KDS 24 00 00 교량 설계기준
- KDS 24 12 11 교량 설계하중조합(한계상태설계법)
- KDS 24 14 21 콘크리트교 설계기준(한계상태설계법)

- AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications(2010)

### 1.3 용어의 정의

- 감수제 : 혼화제의 일종으로, 시멘트 분말을 분산시켜서 콘크리트의 워커빌리티를 얻기에 필요한 단위수량을 감소시키는 것을 주목적으로 한 재료
- 거푸집 : 타설된 콘크리트가 설계된 형상과 치수를 유지하며 소정의 강도에 도달하기 까지 지지하는 가설 구조물
- 건조수축 : 경화 중이거나 경화된 콘크리트의 수분이 증발하면서 발생하는 수축
- 결합재 : 물과 반응하여 콘크리트 강도 발현에 기여하는 물질을 생성하는 것의 총칭으로 시멘트, 고로 슬래그 미분말, 플라이 애시, 실리카 폼, 팽창재 등을 함유하는 것
- 고로슬래그 미분말 : 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융상태의 고로 슬래그를 물로 급랭시켜 건조 분쇄한 것, 또는 여기에 석고를 첨가한 것
- 고성능 감수제 : 일반 감수제보다도 높은 감수 성능 및 양호한 슬럼프 유지 성능을 가지는 화학 혼화제의 일종
- 골재 : 모르타르 또는 콘크리트를 만들기 위하여 시멘트 및 물과 혼합하는 잔골재, 부순 모래, 자갈, 부순 굵은 골재, 바다 모래, 고로 슬래그 잔골재, 고로 슬래그 굵은 골재, 기타 이와 비슷한 재료
- 골재의 조립률 : 80 mm, 40 mm, 20 mm, 10 mm, 5 mm, 2.5 mm, 1.2 mm, 0.6 mm, 0.3 mm, 0.15 mm 등 10개의 체를 1조로 하여 체가름 시험을 하였을 때, 각 체에 남는 누계량의 전체 시료에 대한 질량백분율의 합을 100으로 나눈 값
- 광물질 혼화재 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 많아서 그 자체의 부피가 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되는 것. 광물질 혼화재로는 플라이 애시, 고로슬래그 미분말, 실리카 폼, 팽창재 등이 있음.
- 굵은 골재 : 5 mm 체에 남는 입자의 비율이 질량으로 85 % 이상인 골재
- 굵은 골재의 최대치수 : 질량비로 90% 이상을 통과시키는 체 중에서 최소 치수인 체의 호칭치수로 나타낸 굵은 골재의 치수
- 내구성 : 시간의 경과에 따른 구조물의 성능 저하에 대한 저항성
- 동바리 : 콘크리트 타설 시 붕괴방지를 위하여 보 또는 슬래브 등의 연직하중, 수평하중, 시공하중 등을 지지하기 위한 가설 구조물
- 레디믹스트콘크리트 : 정비된 콘크리트 제조설비를 갖춘 공장으로부터 구입자에게로 배달되는 지점에 있어서의 품질을 지시하여 구입할 수 있는 굳지 않은 콘크리트
- 레이턴스 : 블리딩으로 인하여 콘크리트, 모르타르, 그라우트의 표면에 떠올라서 가라앉은 물질
- 롱라인 공법 : 현장 접합부 사이의 긴 길이를 갖는 제작대에서 세그먼트를 하나씩 제작하는 방법. 세그먼트를 이동시키지 않고 제작을 하며 첫 번째 세그먼트는 벌크헤드 사이에서, 그 다음 세그먼트부터는 이동식 벌크헤드와 기 제작된 세그먼트 사이에서 제작함.

- 매치캐스트: 기 제작된 세그먼트의 면에 잇대어 다음 세그먼트를 제작하는 방법으로서 세그먼트를 가설할 때 제작 시의 기하형상으로 자리 잡도록 함. 이를 위해 숏라인 공법 또는 롱라인 공법을 사용함.
- 모르타르: 시멘트, 잔골재, 물 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여, 이들을 비벼서 만든 것, 또는 경화된 것
- 물-결합재비: 굳지 않은 콘크리트 또는 굳지 않은 모르타르에 포함되어 있는 시멘트풀 속의 물과 결합재의 질량비(기호:  $W/B$ )
- 반죽질기: 주로 수량의 다소에 의해 좌우되는 굳지 않은 콘크리트, 굳지 않은 모르타르, 굳지 않은 시멘트풀의 변형 또는 유동에 대한 저항성
- 배합강도( $f_{cr}$ ): 콘크리트의 배합을 정하는 경우에 목표로 하는 강도
- 보온양생: 단열성이 높은 재료 등으로 콘크리트 표면을 덮어 열의 방출을 적극 억제하여 시멘트의 수화열을 이용해서 필요한 온도를 유지하는 양생 방법
- 부순 잔골재: 암석을 크러셔 등으로 분쇄하여 인공적으로 만든 잔골재
- 블리딩: 굳지 않은 콘크리트, 굳지 않은 모르타르, 굳지 않은 시멘트풀에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의해 혼합수의 일부가 유리되어 상승하는 현상
- 설계기준 압축강도( $f_{ck}$ ): 콘크리트 부재의 설계에 사용하는 기준 압축강도를 말하며, 일반적으로 재령 28일의 압축강도를 기준으로 함.
- 솟음: 최종 종단 선형을 얻기 위해 구조물의 자중, 긴장재 도입, 크리프와 건조수축과 같은 장기변형, 그리고 매 단계의 가설단계의 효과를 감안하여 콘크리트 타설 시에 미리 반영해야 할 처짐량
- 숏라인 공법: 벌크헤드와 기 제작된 세그먼트 사이에서 세그먼트 하나씩 제작하는 방법. 첫 번째 세그먼트는 벌크헤드와 임시 벌크헤드를 사용하여 제작함.
- 순환골재: 콘크리트 또는 각종 콘크리트 제품에 사용되는 폐콘크리트를 크러셔로 분쇄하여 인공적으로 만든 골재로서 순환 잔골재와 순환 굵은 골재로 나누어짐.
- 습윤양생: 콘크리트를 타설한 후 일정기간을 습윤 상태로 유지시키는 양생
- 시멘트풀: 시멘트와 물 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여, 이들을 비벼서 만든 것
- 시방배합: 소정의 품질을 갖는 콘크리트가 얻어지도록 된 배합으로서 표준시방서 또는 공사감독자가 지시한 배합
- 온도 균열지수: 매스콘크리트의 균열발생 검토에 쓰이는 것으로, 콘크리트의 인장강도를 온도에 의해 발생하는 콘크리트의 최대 인장응력으로 나눈 값
- 온도제어양생: 콘크리트를 타설한 후 일정 기간 동안 콘크리트의 온도를 제어하는 양생
- 워커빌리티: 재료 분리를 일으키는 일 없이 운반, 타설, 다지기, 마무리 등의 작업이 용이하게 될 수 있는 정도를 나타내는 굳지 않은 콘크리트의 성질
- 유동화콘크리트: 미리 비빈 콘크리트에 유동화제를 첨가하여 이를 교반해서 유동성을 증대시킨 콘크리트

- 잔골재 : ① 10 mm 체를 전부 통과하고, 5 mm 체를 거의 다 통과하며, 0.08 mm 체에 거의 다 남는 골재 ② 5 mm 체를 통과하고 0.08 mm 체에 남는 골재
- 잔골재율( $S/a$ ) : 골재 중 5 mm 체를 통과한 부분을 잔골재로 보고, 5 mm 체에 남는 부분을 굵은 골재로 보아 산출한 잔골재량을 전체 골재량에 대한 절대 용적백분율로 나타낸 것(기호: $S/a$ )
- 제작 곡선 : 모든 구조적 변형과 시간의존적인 변형(크리프와 건조수축 등)이 발생한 후에 최종 설계 선형에 이를 수 있도록 제작 시에 반영하는 곡선
- 철근콘크리트 : 철근을 사용한 콘크리트로서 외력에 대해 양자가 일체로 작용 하도록 한 것
- 초고성능 섬유보강 콘크리트 : 압축강도 120 MPa, 직접인장강도 5 MPa 이상을 가진 섬유보강 콘크리트의 일종
- 초기동해 : 한중콘크리트를 타설할 때 응결경화의 초기에 받는 콘크리트의 동해로서 콘크리트의 강도, 수밀성 및 내구성 저하의 원인이 됨.
- 촉진양생 : 콘크리트의 경화나 강도 발현을 촉진하기 위해 실시하는 양생
- 콘크리트 : 시멘트, 물, 잔골재, 굵은 골재 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것
- 쿨드조인트 : 계속하여 콘크리트를 칠 때, 먼저 친 콘크리트와 나중에 친 콘크리트 사이에 완전히 일체화가 되지 않은 시공 불량한 이음
- 크리프 : 응력을 작용시킨 상태에서 탄성변형 및 건조수축 변형을 제외시킨 변형으로 시간과 더불어 증가되어 가는 현상
- 팽창재 : 시멘트 및 물과 함께 혼합하면 수화반응에 의하여 에트린자이트 또는 수산화칼슘 등을 생성하고 모르타르 또는 콘크리트를 팽창시키는 작용을 하는 혼화 재료
- 표준양생 :  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 유지하면서 수중 또는 습도 100%에 가까운 습윤상태에서 실시하는 양생
- 포졸란 재료 : 광물질 혼화재의 일종으로서 그 자체에는 수경성이 없으나 콘크리트 중의 물이 용해되어 있는 수산화칼슘과 상온에서 천천히 화합하여 물에 녹지 않은 화합물을 만들 수 있는 실리카 물질을 함유하고 있는 미분말 상태의 재료
- 프리캐스트 콘크리트 : 콘크리트가 굳은 후에 제자리에 옮겨 놓거나 또는 조립하는 콘크리트 부재를 말하며 PC 콘크리트라고 약칭하기도 함.
- 현장배합 : 시방배합의 콘크리트가 얻어지도록 현장에서 재료의 상태 및 계량방법에 따라 정한 배합
- 호칭강도 : KS F 4009의 레디믹스트콘크리트에 있어 콘크리트의 강도 구분 또는 수준을 나타내기 위한 호칭으로 호칭강도는 설계기준강도와 기온보정강도를 합한 것을 의미함.
- 혼화재료 : 시멘트, 골재, 물 이외의 재료로서 콘크리트 등에 특별한 성질을 주기 위해 타설하기 전에 필요에 따라 더 넣는 재료이며, 광물질 혼화재와 화학 혼화제로 구분
- 화학 혼화제 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 적어서 그 자체의 부피가 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되지 않은 것

## 1.4 제출물

### 1.4.1 재료에 관한 자료 제출

- (1) 시멘트, 골재, 혼화재료, 이음재료 등에 관해 시방규정에 합치하는 보증서를 제출하여야 한다.
- (2) 콘크리트 혼화재료는 사용 전에 이들의 사용계획을 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

### 1.4.2 배합설계 성과 제출

- (1) 시험결과를 포함하여 배합설계 성과를 제출하여야 하며 시험시료를 비치하여야 한다.

### 1.4.3 품질관리 계획서 제출

- (1) 이 기준의 품질요건에 합치하도록 승인된 배합설계에 알맞은 재료의 관리 및 균일성을 보증하기 위한 품질관리 계획서를 제출하여야 한다. 품질관리 계획서는 시방요건에 합치함을 보여주는 모든 시험을 포함하며 수급인은 필요한 시험을 실시하여야 한다.

### 1.4.4 시공 상세도면 제출

- (1) 콘크리트의 타설순서, 이음위치, 양생방법 등을 명시한 시공 상세도면을 제출하여야 한다.

### 1.4.5 레디믹스트콘크리트에 관한 자료 제출

- (1) KS F 4009의 요건에 합치되도록 현장에 운반되는 콘크리트의 계량표를 제출하여야 한다.

## 2. 자재

### 2.1 콘크리트 분류

#### 2.1.1 일반사항

- (1) 콘크리트 도로교 구조물에 사용되는 콘크리트 종류는 계약문서로 규정되어야 한다. 계약문서에 콘크리트 종류가 규정되어 있지 않은 경우에는 공사감독자가 교량 구조물에 적절한 콘크리트 종류를 선정한다.
- (2) 콘크리트는 KS F 4009에 규정한 것을 사용하거나 현장에서 배치플랜트를 이용하여 제조할 수 있다.

#### 2.1.2 일반 콘크리트

- (1) 일반 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 10의 규정에 따른다.

**2.1.3 경량골재 콘크리트**

(1) 경량골재 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 20의 규정에 따른다.

**2.1.4 순환골재 콘크리트**

(1) 순환골재 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 21의 규정에 따른다.

**2.1.5 섬유보강 콘크리트**

(1) 섬유보강 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 22의 규정에 따른다.

(2) KCS 14 20 22의 섬유보강 콘크리트는 초고성능 섬유보강 콘크리트를 포함한다.

**2.1.6 폴리머시멘트 콘크리트**

(1) 폴리머시멘트 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 23의 규정에 따른다.

**2.1.7 팽창 콘크리트**

(1) 팽창 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 24의 규정에 따른다.

**2.1.8 유동화 콘크리트**

(1) 유동화 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 31의 규정에 따른다.

**2.1.9 고유동 콘크리트**

(1) 고유동 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 32의 규정에 따른다.

**2.1.10 고강도 콘크리트**

(1) 고강도 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 33의 규정에 따른다.

**2.1.11 한중 콘크리트**

(1) 한중 콘크리트의 재료에 관련된 사항은 KCS 14 20 40의 규정에 따른다.

(2) 한중 콘크리트의 시공에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 40의 규정을 참고한다.

**2.1.12 서중 콘크리트**

(1) 서중 콘크리트의 재료에 관련된 사항은 KCS 14 20 41의 규정에 따른다.

(2) 서중 콘크리트의 시공에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 41의 규정을 참고한다.

**2.1.13 매스 콘크리트**

(1) 매스 콘크리트의 재료에 관련된 사항은 KCS 14 20 41의 규정에 따른다.

- (2) 매스 콘크리트의 시공에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 42의 규정을 참고한다.

#### 2.1.14 수중 콘크리트

- (1) 수중 콘크리트의 재료에 관련된 사항은 KCS 14 20 43의 규정에 따른다.  
 (2) 수중 콘크리트의 시공에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 43의 규정을 참고한다.

#### 2.1.15 해양 콘크리트

- (1) 해안선으로부터 250 m 이내의 육상 지역의 콘크리트 교량은 염해의 피해를 받기 쉬우므로 해안으로부터 거리에 따라 구분하여 내구성 향상 대책을 수립하여야 한다.  
 (2) 해양 콘크리트 교량에 사용되는 콘크리트의 설계기준 압축강도는 30 MPa 이상으로 하고, KDS 24 14 21의 4.4에서 규정된 노출환경등급에 따라 기준 압축강도를 정한다.  
 (3) 해양 콘크리트에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 44의 규정을 참고한다

#### 2.1.16 프리플레이스트 콘크리트

- (1) 프리플레이스트 콘크리트에 관련된 사항은 KCS 14 20 50의 규정에 따른다.

#### 2.1.17 프리캐스트 콘크리트

- (1) 프리캐스트 콘크리트의 재료에 관련된 사항은 KCS 14 20 52의 규정에 따른다.  
 (2) 프리캐스트 콘크리트의 시공에 관련된 사항이 이 기준에 규정되어 있지 않을 경우에는 KCS 14 20 52의 규정을 참고한다.

#### 2.1.18 합성구조 콘크리트

- (1) 합성구조 콘크리트 관련된 사항은 KCS 14 20 70에 따른다.

### 2.2 콘크리트 재료

#### 2.2.1 시멘트

- (1) 시멘트는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

#### 2.2.2 물

- (1) 배합수는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

#### 2.2.3 잔골재

- (1) 잔골재는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.2.4 굵은 골재**

(1) 굵은 골재는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.2.5 혼화재료**

- (1) 광물질 혼화제와 화학 혼화제의 혼화재료는 KCS 14 20 10의 규정을 따르는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 철근 콘크리트에는 질량으로 1%를 초과하는 염소이온(Cl<sup>-</sup>)를 함유하는 화학 혼화제를 사용할 수 없고, 프리스트레스트 콘크리트에는 0.1%를 초과할 수 없다.
- (3) KCS 14 20 10 이외의 혼화재료에 대해서는 그 품질을 확인하고, 사용방법을 충분히 검토하여 공사감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

**2.2.6 섬유**

(1) 시멘트계 복합재료용 섬유는 KCS 14 20 22의 규정을 따른다.

**2.2.7 폴리머시멘트 재료**

(1) 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전과 시멘트 혼화용 재유화형 분말수지는 KCS 14 20 23의 규정을 따른다.

**2.3 재료의 저장**

(1) 재료의 저장은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.4 재료의 품질관리**

(1) 재료의 품질관리는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.5 콘크리트 배합****2.5.1 일반사항**

- (1) 콘크리트의 배합은 목표 강도·인성·내구성·수밀성·균열저항성과 철근 또는 강재를 보호하는 성능을 갖도록 하여야 한다.
- (2) 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량을 될 수 있는 대로 적게 하여 양질의 콘크리트를 만들 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 특히 염해의 영향을 받는 해안지역이나 심한 동결융해 작용을 받는 한랭지에 가설되는 콘크리트 교량의 경우에는 배합에 대해서 충분히 검토하여야 한다.

**2.5.2 배합강도**

(1) 배합강도는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.5.3 물-결합재비**

- (1) 물-결합재비는 콘크리트의 목표 강도·인성·내구성·수밀성·균열저항성과 사용환경 등을 고려하여 정하여야 한다.
- (2) 콘크리트의 압축강도를 기준으로 하여 물-결합재비를 정할 경우에는 KCS 14 20 10의 기준을 따른다.
- (3) 콘크리트의 내구성을 기준으로 하는 경우에는 KCS 14 20 10의 기준을 따른다.
- (4) 콘크리트의 수밀성을 기준으로 하여 물-결합재비를 정할 경우에는 0.5 이하를 표준으로 한다.
- (5) 수중 콘크리트에 사용되는 물-결합재비는 표 2.5-1의 이하로 하여야 한다.

**표 2.5-1 수중 콘크리트의 최대 물-결합재비**

종류			최대 물-결합재비
일반적인 수중 콘크리트			0.50
수중 불분리성 콘크리트	담수중	무근콘크리트	0.65
		철근콘크리트	0.55
	해수중	무근콘크리트	0.60
		철근콘크리트	0.50
현장타설 말뚝에 사용되는 수중 콘크리트			0.55

- (6) 해양 구조물에 사용하는 콘크리트의 물-결합재비는 표 2.5-2의 이하로 하여야 한다.

**표 2.5-2 해양 콘크리트의 최대 물-결합재비**

환경구분	시공조건	일반 현장시공의 경우	공장제품 또는 동등 이상의 품질이 보증될 경우
(1) 해 중 (ES3)		0.50	0.50
(2) 해상 대기중 (ES1)		0.45	0.50
(3) 물보라 지역 또는 간만대 지역 (ES4)		0.40	0.45

**2.5.4 단위수량**

- (1) 단위수량은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

**2.5.5 단위결합재량**

- (1) 단위결합재량은 원칙적으로 단위수량과 물-결합재비로부터 정하는 것으로 한다. 다만, 최소 단위결합재량은 표 2.5-3과 표 2.5-4의 값을 표준으로 한다.

표 2.5-3 최소 단위결합재량

부재의 종류		최소 단위결합재량 (kg/m <sup>3</sup> )
철근콘크리트 부재		250
프리스트레스트 콘크리트 부재	프리텐션 방식	350
	포스트텐션 방식	300
수중 콘크리트	일반	370
	현장타설 말뚝	350

표 2.5-4 해양 콘크리트의 최소 단위결합재량

(단위 : kg/m<sup>3</sup>)

환경구분	굵은 골재 최대치수	20 mm	25 mm	40 mm
	물보라지역, 간만대 및 해상 대기중 (노출등급 ES1, ES4) <sup>1)</sup>		340	330
해 중 (노출등급 ES3) <sup>1)</sup>		310	300	280

주 1) KCS 14 20 10(1.9.2)에 규정된 노출등급 참조

### 2.5.6 굵은 골재의 최대치수

(1) 굵은 골재의 최대치수는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 2.5.7 잔골재율

(1) 잔골재율은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 2.5.8 유동성

- (1) 콘크리트의 슬럼프는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.
- (2) 고유동 콘크리트의 유동성은 KCS 14 20 32의 규정을 따른다.
- (3) 고강도 콘크리트의 유동성은 KCS 14 20 33의 규정을 따른다.
- (4) 수중 콘크리트의 유동성은 KCS 14 20 43의 규정을 따른다.

### 2.5.9 공기량

- (1) 공기연행 콘크리트의 공기량은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.
- (2) 수중 불분리성 콘크리트의 공기량은 KCS 14 20 43의 규정을 따른다.
- (3) 해양 콘크리트의 공기량은 표 2.5-5의 값을 표준으로 한다.

표 2.5-5 해양 콘크리트 공기량의 표준값

(단위 : %)

환경조건		굵은 골재의 최대치수 (mm)		
		20	25	40
동결융해 작용을 받을 염려가 있는 경우	(a) 물보라, 간만대 지역 (ES4) <sup>1)</sup>	6	6	5.5
	(b) 해상 대기중(ES3) <sup>1)</sup>	5	4.5	4.5
동결융해 작용을 받을 염려가 없는 경우 <sup>2)</sup>		4	4	4

주 : 1) KCS 14 20 10(1.9.2)에 규정된 노출등급 참조

2) 항상 해중에 있는 구조물로서 기온이 0℃ 이하가 되는 일이 거의 없는 경우

- (4) 고강도 콘크리트 또는 초고성능 섬유보강 콘크리트는 기상의 변화가 심하거나 동결 융해에 대한 특별한 대책이 필요한 경우 등을 제외하고는 공기연행제를 사용하지 않아야 한다.

### 2.5.10 염화물 함유량

- (1) 콘크리트 중의 염화물 함유량은 콘크리트 중에 함유된 염소이온의 총량으로 표시한다.
- (2) 콘크리트 중의 전 염소이온량은 출하지점에서 원칙적으로 0.3 kg/m<sup>3</sup> 이하이어야 한다.
- (3) 재령 28일이 경과한 굳은 콘크리트의 수용성 염소이온량은 표 2.5-6의 값을 초과하지 않도록 하여야 한다. 이때의 수용성 염소이온량 시험은 KS F 2713 또는 KS F 2715에 따른다.

표 2.5-6 굳은 콘크리트의 최대 수용성 염소이온량

콘크리트 종류	콘크리트 내부의 최대 수용성 염소이온량 (시멘트 질량에 대한 비율(%))
프리스트레스트 콘크리트	0.06
염화물에 노출된 철근콘크리트	0.15
기타 철근 콘크리트	0.30

### 2.5.11 혼화재료의 단위량

- (1) 공기연행제, 공기연행 감수제 및 고성능 감수제 등의 단위량은 이 기준 2.5.8의 유동성과 2.5.9의 공기량을 얻을 수 있도록 시험에 의하여 정한다.
- (2) (1) 이외의 혼화재료의 단위량은 시험결과나 기존의 경험 등을 바탕으로 효과를 얻을 수 있도록 정한다.
- (3) 플라이 애시, 고로슬래그 미분말 또는 실리카 폼을 시멘트 재료의 일부로 치환하여 사용하는 경우에 이들 광물질 혼화재의 사용량은 표 2.5-7의 값을 표준으로 한다.
- (4) 표 2.5-7의 값을 초과하는 광물질 혼화재를 사용할 수 있으며, 사용하기 전에 콘크리트

성능에 미치는 영향이 없는지 확인한 다음에, 공사감독자의 승인을 받아 사용하여야 한다.

표 2.5-7 콘크리트에서의 최대 광물질 혼화재 비율

혼화재의 종류	시멘트와 광물질 혼화재 전체에 대한 광물질 혼화재의 질량백분율 (%)
플라이 애시	25
고로슬래그 미분말	50
실리카 폼	10
플라이 애시 또는 기타 포졸란, 고로슬래그 미분말 및 실리카 폼의 합	50 <sup>1)</sup>
플라이 애시 또는 기타 포졸란과 실리카 폼의 합	35 <sup>1)</sup>

주: 1) 플라이 애시 또는 기타 포졸란의 합은 25%, 실리카 폼은 10% 이하여야 한다.

### 2.5.12 배합의 표시법

(1) 배합의 표시법은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

## 2.6 레디믹스트 콘크리트

(1) 레디믹스트 콘크리트 관련 사항은 KCS 14 20 10 또는 KS F 4009의 규정을 따른다.

## 3. 시공

### 3.1 일반사항

- (1) 콘크리트의 운반방법, 운반로, 타설 방법, 타설 순서, 1회 타설 양, 시공이음의 위치 등에 대하여 미리 충분한 계획을 세워 놓아야 한다.
- (2) 콘크리트의 시공 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따르는 것을 기본으로 한다.

### 3.2 계량 및 비비기

#### 3.2.1 계량

(1) 콘크리트의 재료 계량 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

#### 3.2.2 비비기

- (1) 콘크리트의 비비기 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.
- (2) 섬유보강 콘크리트 또는 초고성능 섬유보강 콘크리트 제조 시에는 섬유 분산장치 등을 사용하여 균질하게 섬유를 분산시켜야 한다.

### 3.3 운반

- (1) 콘크리트의 운반 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따르는 것을 기본으로 한다.
- (2) 고강도 콘크리트 또는 초고성능 섬유보강 콘크리트는 물-결합재비가 매우 낮아 블리딩이 없어서 운반 도중에 표면이 건조할 가능성이 있으므로 비닐 등으로 버킷 상부를 감싸 건조를 방지하는 것이 바람직하다.
- (3) 고유동 콘크리트 또는 초고성능 섬유보강 콘크리트와 같은 유동성이 높은 콘크리트를 버킷으로 운반하는 경우에는 진동 및 충격에 의해 굵은 골재 또는 섬유가 가라앉아 재료분리 현상이 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다.

### 3.4 콘크리트 타설

#### 3.4.1 일반사항

- (1) 콘크리트 타설의 일반사항은 KCS 14 20 10의 규정 따르는 것을 기본으로 한다.

#### 3.4.2 타설 순서

- (1) 콘크리트의 타설 순서는 다음 사항을 고려해서 결정하여야 한다.
  - ① 거푸집 및 동바리가 유해한 침하를 일으켜서는 안 된다.
  - ② 먼저 타설한 콘크리트에 유해한 균열이 발생하지 않도록 침하량이 큰 곳부터 타설한다.
  - ③ 충분한 다짐을 할 수 있도록 적당한 층 두께로 한다.
  - ④ 경사면에 타설할 경우는 일반적으로 낮은 쪽부터 타설한다.
- (2) 수직부재
  - ① 기둥, 하부 구조, 암거 벽체, 기타 유사한 수직 부재에 사용되는 콘크리트는, 타설하고 일정기간 동안 응결과 침하를 허용한 다음, 바닥판·기초와 같은 일체로 결합되는 수평 부재의 콘크리트를 타설하여야 한다. 이 기간 내에 블리딩 수의 손실로 인해 발생하는 침하가 끝나야 하며, 높이 4.5 m 이상의 수직 부재에 대해서는 최소 12시간 이상, 1.5 m 이상의 부재에 대해서는 최소 30분 이상의 간격을 두어야 한다.
  - ② 마찰 이음 고리(friction collar) 또는 가설 브래킷을 수직 부재에 장착할 경우, 별도의 공사감독자의 승인을 받지 않은 경우에는, 수직 부재가 최소 7일이 경과한 다음에 콘크리트를 타설하여야 하고, 수평 부재에 의해 하중이 재하되기 전에 수직 부재의 압축강도가 설계기준 강도에 도달해야 한다.
- (3) 상부구조
  - ① 특별히 공사감독자의 승인을 받은 경우를 제외하고, 먼저 타설한 하부구조 콘크리트가 상부 구조를 지지할 수 있는 충분한 성능에 도달하여 거푸집을 제거할 때까지 상부 구조에 콘크리트를 타설할 수 없다.
  - ② 바닥판을 포함한 상부구조 높이가 1.2m 미만의 T형 보 교량 또는 보-슬래브 교의 경우, 한꺼번에 연속하여 콘크리트를 타설하거나 두 번에 분리하여 타설할 수 있다. 콘크리트를 분리하여 두 번에 타설할 경우에는 처음에는 복부 상단까지 타설하고 2단계로 상부 슬래브를 타설한다.

- ③ 1.2m 이상의 T형 보 교량 또는 보-슬래브 교의 경우, 2단계로 나누어 콘크리트를 타설한다. 복부부터 타설하고 이 기준 3.17.3의 규정을 만족한 다음에 상부 슬래브를 타설하는 것을 원칙으로 한다. 단, 이 규정 만족 여부 및 안전에 대해 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ④ 박스 거더교의 경우, 하부 슬래브, 복부 그리고 상부 슬래브로 이루어진 박스 구조체를 2단계 또는 3단계로 구분하여 콘크리트를 타설할 수 있다. 먼저 하부 슬래브를 타설하고 그 다음 복부에 콘크리트를 타설하며 이 기준 3.17.3의 규정을 만족한 다음에 상부 슬래브를 타설하는 것을 원칙으로 한다. 단, 이 규정 만족 여부 및 안전에 대해 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 아치
- ① 아치 링의 콘크리트는 하중이 균질하고 대칭이 되는 방법으로 타설되어야 한다. 아치 링은 횡단면을 연속하여 타설할 수 있는 부재 크기를 고려하여 콘크리트를 타설하여야 한다. 부재 배치와 타설 순서는 공사감독자의 승인을 받아야 하고, 철근에 초기 응력이 발생하지 않도록 하여야 한다. 부재는 적절한 썸기(key) 또는 다웰(dowel)로 상호 체결하여야 한다. 계약문서에 규정되어 있는 경우를 제외하고, 아치형 압거의 경우 천정부와 기타 아치단면은 한꺼번에 연속하여 타설하여야 한다.
- (5) 박스 압거
- ① 박스 압거의 콘크리트 타설은 먼저 바닥 슬래브 또는 기초를 타설하여 응결이 진행된 다음 나머지 부분을 타설하는 것을 기본으로 한다. 높이 1.5m 이하인 압거는 측벽과 상부 슬래브를 한꺼번에 연속하여 타설하고, 높이 1.5m 이상인 압거는 수직 부재의 규정을 적용하여야 한다.
- (6) 프리캐스트 부재
- ① 프리캐스트 부재의 콘크리트 타설은 부재 전체에 침하와 수축 균열이 발생하지 않도록 콘크리트가 잘 다짐이 되도록 하여야 한다.

### 3.4.3 콘크리트 타설 작업

- (1) 콘크리트의 타설 작업은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 3.4.4 다지기

- (1) 콘크리트의 다지기는 14 20 10의 규정을 따른다.
- (2) 섬유보강 콘크리트 또는 초고성능 섬유보강 콘크리트 타설 시에 이어치는 부분과 합류부는 결함을 유발할 수 있으므로 될 수 있으면 이런 현상이 발생하지 않도록 적절한 조치를 취하는 것이 좋다. 만약 이어치는 부분과 합류부를 피할 수 없는 경우에는 봉 다지기 등으로 휘저어 강섬유 등을 분산시키는 것이 바람직하다.

### 3.5 콘크리트 제조의 품질관리

- (1) 콘크리트 제조의 품질관리 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 3.6 콘크리트 품질관리 및 검사

(1) 콘크리트 품질관리 및 검사는 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 3.7 환경으로부터 콘크리트의 보호조치

#### 3.7.1 일반사항

(1) 타설 및 양생 과정에서 기상 및 기타 환경조건에 의한 피해로부터 콘크리트를 보호하기 위해 예방 조치를 하여야 한다. 동해 또는 기상 조건에 의해 피해를 받은 콘크리트는 허용된 조건에서 보수를 실시하거나 제거 또는 교체하여야 한다.

#### 3.7.2 비로부터 보호

(1) 비가 내리는 날씨가 인하여 직접적인 영향을 받는 경우에는 모르타르 또는 콘크리트를 타설하여서는 안 되며 불가피한 경우에는 타설표면 손상, 시공성 변화 등에 대하여 적절한 조치를 하여야 한다.

#### 3.7.3 해양환경 콘크리트의 시공

##### (1) 일반사항

- ① 해양 콘크리트 교량에 사용하는 재료는 해수의 물리·화학적 작용, 기상작용, 파랑이나 표류물에 의한 충격과 마모, 염해 등에 대한 내구성을 가지는 것이어야 한다.
- ② 이 기준에서 규정되어 있지 않은 사항은 KCS 14 20 44의 규정을 만족하여야 한다.

##### (2) 시공이음

- ① 시공이음은 될 수 있는 대로 피하는 것이 바람직하다. 특히 최고조위로부터 위로 0.6 m, 최저조위로부터 아래로 0.6 m 사이의 감주부분에는 시공이음이 생기지 않도록 시공계획을 세워야 한다.
- ② 부득이한 사정으로 시공이음을 피할 수 없는 경우에는 이 기준 3.13의 규정에 따르며 내구성에 결함이 없도록 충분한 조치를 강구하여야 한다.

##### (3) 보호기간

- ① 해양환경 콘크리트는 타설 후 30일 이상 해수와 직접 접촉하지 않도록 콘크리트를 보호하여야 한다.

#### 3.7.4 황산염 노출 콘크리트의 시공

(1) 황산염을 함유한 토양 또는 물에 접촉하는 지역에 사용되는 콘크리트는 KDS 24 14 44의 노출환경에 따라 물-결합재비와 설계기준 압축강도를 선정하여야 하고, 보호기간은 72시간 이상이어야 한다.

#### 3.7.5 교량 바닥판에 대한 특별사항

(1) 낮은 습도, 바람 또는 높은 온도의 기간 동안 그리고 양생 재료를 적용하기 전에 교량 바닥판에 타설되는 콘크리트는 급격한 증발로 인한 손상으로부터 보호하여야 한다.

바람 반대 방향으로 스프레이 분무로 주변 습도를 높이거나 바람막이, 차양막이를 설치하고, 시원한 시기 동안 타설 일정관리를 하여 콘크리트 온도를 낮추는 방법으로 교량 바닥판을 보호하여야 한다.

- (2) 교량 바닥판 양생은 이 기준 3.8의 액상 멤베레인 양생, 방수 시트 양생 등을 실시하며, 양생 재료와 방법은 사전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

### 3.8 양생

#### 3.8.1 일반사항

- (1) 콘크리트는 타설한 후 소요기간까지 경화에 필요한 온도·습도 조건을 유지하며 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생을 실시하여야 한다. 구체적인 방법이나 필요한 일수는 각각 해당하는 조항에 따라 구조물의 종류, 시공·입지·환경 조건 등 각각의 상황에 따라 정한다.

#### 3.8.2 습윤 양생

- (1) 습윤 양생 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

#### 3.8.3 온도제어 양생

- (1) 온도제어 양생 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

#### 3.8.4 촉진양생

- (1) 촉진양생 방법은 공장에서 생산되는 프리캐스트 콘크리트 부재에서만 사용할 수 있다. 증기양생 혹은 복사열 양생은 증기 또는 열을 저장할 수 있는 시설에서 적용될 수 있다.
- (2) 증기양생을 실시할 경우에는 콘크리트를 타설한 후 3시간 이상 경과한 후에 가열을 시작하여야 하고 양생실의 온도상승은 원칙적으로 1시간 당 온도차를 15℃ 이하로 한다. 또 양생실의 온도는 65℃를 넘지 말아야 한다.
- (3) 초고성능 섬유보강 콘크리트를 고온양생 하는 경우, 타설한 후 습윤상태로 초기양생을 1일 이상 실시한 다음 증기양생을 실시한다. 증기양생의 온도, 습도 및 시간은 구조물의 종류, 시공조건, 환경조건 및 적용목적에 따라 요구 성능을 만족하도록 사전 시험에 의해 결정하여야 한다.
- (4) 기타 촉진양생을 실시할 경우에는 콘크리트에 유해한 영향이 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 온도의 상승속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정하여야 한다.

#### 3.8.5 액상 멤베레인 양생

- (1) 멤베레인 양생이 실시될 때, 노출된 콘크리트는 자유수가 콘크리트 표면에서 없어진 후 즉시 실링되어야 한다. 거푸집 내의 표면은 거푸집이 제거되고, 필요한 마무리작업이 끝난 후 즉시 실링되어야 한다. 멤베레인 용액은 동력식 자동 분사 장치를 이용하여 하나 이상의 개별 시공으로 실시하여야 한다. 수동식 스프레이는 소규모 코팅에 적용될

수 있다.

- (2) 코팅 막이 충분히 건조되기 전에 콘크리트 표면에 비가 내릴 경우, 혹은 양생 기간 동안 다른 방식으로 콘크리트 표면에 손상이 가해질 경우, 양생 용액을 적용한 새로운 코팅은 위에 규정된 양생 효과와 동일하게 영향을 받는 부분에 적용하여야 한다.

### 3.8.6 방수 시트 양생

- (1) 방수 시트 양생방법은 콘크리트 표면의 수분 손실을 방지하기 위하여 방수 시트 재료로 표면을 덮는 방식이다. 이 방법은 덮개가 수분 손실을 적절하게 보장할 수 있을 때 적용할 수 있다.
- (2) 덮개 시트가 설치되었을 때 콘크리트는 습윤 상태이어야 하고, 시트는 적절한 폭을 가져야 하며, 인접한 시트는 최소 150 mm 이상 겹쳐져야 한다. 압력에 강한 테이프, 매스틱(mastic), 접착제 또는 콘크리트 전체의 표면을 완전히 방수 덮개를 씌울 수 있는 승인된 방법으로 밀실하게 실링하여야 한다.

### 3.9 한중 콘크리트의 시공

- (1) 한중 콘크리트의 시공 관련 사항은 KCS 14 20 40의 규정을 따른다.

### 3.10 서중 콘크리트의 시공

- (1) 서중 콘크리트의 시공 관련 사항은 KCS 14 20 41의 규정을 따른다.

### 3.11 매스 콘크리트의 시공

- (1) 매스 콘크리트의 시공 관련 사항은 KCS 14 20 42의 규정을 따른다.

### 3.12 수중 콘크리트의 시공

- (1) 수중 콘크리트의 시공 관련 사항은 KCS 14 20 43의 규정을 따른다.

### 3.13 이음

- (1) 이음 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.

### 3.14 표면 마무리

#### 3.14.1 일반사항

- (1) 표면 마무리 관련 사항은 KCS 14 20 10의 규정을 따른다.
- (2) 통행 목적으로 사용되는 교량의 바닥판, 슬래브 및 기타 콘크리트 표면은 부드러운 미끄럼 방지 표면으로 마무리하여야 한다.

#### 3.14.2 포장 표면 마무리

- (1) 콘크리트가 타설 및 다지기 작업을 수행한 다음 완성 포장으로 제공되는 교량 바닥판

또는 상부 슬래브는 전기구동 마무리 기계로 마무리하여야 한다. 단, 15m 이하로 길이가 짧은 교량 혹은 기계의 사용이 비실용적인 불규칙한 영역에서는 손으로 마무리 하는 방법을 사용할 수 있다.

- (2) 콘크리트 표면부는 레일 또는 헤더 위를 이동하면서 다지기 장비로 다지기 작업을 실시하여야 한다. 그리고 다지기 작업 후 콘크리트 표면은 계획된 프로파일과 단면에 부합할 수 있도록 충분한 강도가 가져야 한다.
- (3) 레일과 헤더는 항복되지 않도록 견고한 지지대에 설치되어야 하며, 콘크리트 타설을 위한 예정된 길이를 확보하여야 한다. 마무리 기계가 적용되는 레일은 콘크리트 타설을 확보하기 위한 마무리 기계의 충분한 이격거리를 확보하여야 하며, 예정된 길이의 양 끝단 이상까지 확장할 수 있어야 한다.
- (4) 레일과 헤더는 높이조절이 가능하여야 하며, 요구된 등급 및 단면에 부합하는 마무리면을 확보하기 위하여 필요하다면, 정착, 캠버 및 잘못된 작업에 의한 처짐 등을 어느 정도 허용하도록 설정되어야 한다.
- (5) 레일과 헤더는 규격화된 것을 사용하여야 하며, 마무리 장비의 무게에 의한 돌출 및 처짐이 발생하지 않으면서 중단 없이 마무리 작업이 완전하게 끝날 수 있도록 장비를 설치하여야 한다.
- (6) 콘크리트가 타설되는 위치에 레일 지지대가 설치된다면, 지지대가 더 이상 필요 없어질 경우, 즉시 마무리 표면 아래 50mm까지 이동시켜야 하며, 굳지 않은 콘크리트로 빈 공간을 채워야 한다.
- (7) 콘크리트 운반이 시작되기 전, 마무리 기계 혹은 수동식 다지기 장비를 사용하는 경우, 레일 처짐, 바닥판 두께, 철근 피복덮개 등을 고려하여 작업을 실시하여야 한다. 콘크리트가 타설되기 전에 필요한 보정이 모두 이루어져야 한다.
- (8) 마무리 기계 작업은 요구되는 프로파일 및 단면이 확보되기 위하여 필요할 경우 여러 번 수행할 수 있다. 여유분의 콘크리트를 절삭면 전방에 유지시키며, 거푸집의 가장자리로 옮겨서 바닥판 내부에 들어가지 않도록 주의하면서 작업을 수행하고, 남은 콘크리트는 버리도록 한다.
- (9) 다지기 작업 후, 콘크리트 표면은 국지적 불규칙성을 제거하기 위하여 흙손 마무리, 롤러 또는 필요하다면 승인된 다른 장비를 이용하고, 무늬 입히기(texturing) 작업을 위한 충분한 모르타르를 콘크리트 표면에 남겨두도록 하여야 한다.
- (10) 마무리 작업을 하는 동안, 잉여수, 레이트스, 기타 이물질이 바닥판으로 들어가지 않도록 하여야 하고, 즉시 제거하여야 한다. 마무리 작업을 원활히 수행하기 위하여 콘크리트 표면에 물을 첨가하지 않도록 한다.
- (11) 콘크리트 표면은 미끄럼 방지 조치를 하여야 하고, 그 사용방법은 계약서상에 명시되거나 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 방수 막으로 처리된 콘크리트 표면은 거칠게 처리되지 않아야 한다. 콘크리트 표면은 모르타르 능선이나, 다른 돌출부가 없이 매끄러운 표면으로 마무리 되어야 한다. 콘크리트 표면 작업은 큰 골재 입자의 변위를 최소화 하면서 원하는 무늬 입히기 작업을 할 수 있는 시간 및 방법으로 실시하여야

한다.

- (12) 콘크리트 표면에 무늬 입히기 작업을 타이닝 마무리로 수행될 경우, 일렬의 타이닝 또는 핀을 가진 와이어 빗자루, 빗 또는 가는 흠손을 사용하여 가로방향으로 수행되어야 한다. 타이닝 홈은 중심부에서 12~20 mm 이격거리를 둔 채로 폭 2~5 mm, 깊이 3~5 mm가 되도록 한다. 타이닝은 교량 바닥판의 곡선라인에서 불연속적으로 300 mm 내에 위치하여야 한다. 곡선부에 인접한 지역은 빗자루를 이용하여 세로방향으로 마무리하여야 한다.

### 3.14.3 보행자 도로 표면 마무리

- (1) 보도 및 보행 구조물 바닥판 콘크리트가 타설된 후, 콘크리트 다지기 작업을 하고 콘크리트 표면을 타격판으로 다짐을 한 다음 흠손으로 마무리를 하여야 한다. 특별한 지시사항이 있는 경우, 콘크리트 표면은 가로방향으로 가볍게 빗질 작업을 할 수도 있다. 콘크리트 표면은 직선으로 1.5 m에서 3.0 mm의 범위를 초과하지 않도록 작업을 실시하여야 한다. 콘크리트 표면부에 물기가 있을 때, 미끄러지지 않게 조치를 취하여야 한다.

## 3.15 프리캐스트 부재

### 3.15.1 일반사항

- (1) 프리캐스트 부재에 사용되는 자재·배합 및 시공 관련 일반적 사항은 KCS 14 20 52의 규정을 따른다.

### 3.15.2 시공

- (1) 부재의 제작

- ① 부재의 제작대는 프리캐스트 부재의 형상, 치수가 표 3.15-1에 규정하는 시공 정밀도를 만족함과 동시에 프리스트레싱에 의한 부재변형을 고려한 것이어야 한다.

표 3.15-1 부재치수의 시공 허용오차

항 목	시공 허용오차
수직 또는 수평 부재의 길이치수	설계치수의 $\pm 1\%$ 또는 $\pm 30$ mm 중에서 작은 값
기둥 및 보의 단면치수	설계치수의 $\pm 2\%$ 또는 $\pm 20$ mm 중에서 작은 값
바닥판의 두께	+20 ~ -10 mm

- ② 세그먼트 공법을 적용하는 경우, 프리캐스트 세그먼트의 형상치수, 접합면에서의 쉬스 및 전단키 등의 위치와 치수는 부재의 접합, 조립이 정확하게 이루어질 수 있는 것이어야 한다.

- (2) 접합면의 처리

- ① 프리캐스트 부재의 접합면은 느슨하게 붙어 있는 골재 알, 품질이 나쁜 콘크리트, 레이턴스, 진흙, 기름 등 부착을 해칠 만한 것을 완전히 제거하고 보수를 하여 건전하고 깨끗한 상태로 하여야 한다.
- (3) 프리캐스트 세그먼트의 접합
  - ① 프리캐스트 세그먼트의 접합에 사용하는 모르타르 또는 콘크리트는 세그먼트 콘크리트와 동등 이상의 압축강도를 갖고 있어야 한다.
  - ② 세그먼트의 접합에 쓰이는 접착제는 작업 중 습도 조건에 무관하여야 하고, 양생 후 콘크리트와의 높은 부착강도, 수밀성, 낮은 크리프 변형 및 세그먼트 콘크리트 이상의 인장강도를 가져야 한다. 접착제의 도포는 적절한 온도에서 접합면을 충분히 건조시킨 상태에서 사용하여야 한다.
  - ③ 프리캐스트 부재 사이의 연결부를 채우는 모르타르 및 그라우트는 이 기준 3.16의 조건을 만족하는 제품을 사용하여야 하고, 세그먼트와 완전한 부착이 되도록 표면을 깨끗이 청소하고 건조한 상태에서 완전히 충전되도록 타설하여야 한다.
- (4) 프리캐스트 세그먼트 접합 시 유의사항
  - ① 접합할 때에는 부재의 위치, 형상 및 덕트가 잘 일치하도록 부재를 설치하고 접합 작업 및 프리스트레싱 중에 어긋나거나 비틀림이 생기지 않도록 하여야 한다.
  - ② 동바리는 접합작업 중의 하중 및 프리스트레싱에 의한 부재의 변형에 대응할 수 있는 것이어야 한다.
  - ③ 프리캐스트 세그먼트의 설치 시에는 설계도서에 나타난 조립순서와 프리스트레싱 순서를 따라야 한다.

### 3.16 충전용 모르타르 및 그라우트

#### 3.16.1 일반사항

- (1) 이 절은 KCS 24 11 15에서 PS 강재의 인장 후에 덕트 내부에 충전시키기 위한 주입용 그라우트를 제외한 콘크리트 교량에 사용되는 모르타르 및 그라우트의 제조와 시공에 관한 것이다.
- (2) 충전용 모르타르 및 그라우트는 프리캐스트 부재 사이의 연결부 채움 재료, 표면결함 보수재료 및 앵커 볼트의 슬래브 채움 재료 등으로 사용할 수 있다.

#### 3.16.2 재료

- (1) 모르타르 및 그라우트의 재료는 이 기준 2.2의 요구조건에 만족하여야 한다. 충전 부위의 폭 또는 깊이가 20 mm 미만인 경우 잔골재의 크기는 8번체를 통과한 잔골재만 사용되어야 한다.
- (2) 충전용 모르타르 및 그라우트가 무수축으로 규정되어 있는 경우에는 무수축 혼화재료 또는 팽창재 등을 사용하여야 한다.

#### 3.16.3 시공

- (1) 충전 부위는 사전에 이물질을 깨끗하게 청소하여야 하며, 콘크리트 표면은 물세척하여야 하고 모르타르 또는 그라우트를 타설하기 직전에는 건조상태가 되어야 한다.
- (2) 모르타르 또는 그라우트는 표면에 있는 오목한 부분 및 구멍, 구조물의 하면, 기타 규정되어 있는 부분을 완전히 채우고 빈틈없이 충전되어야 한다.
- (3) 타설 후 모르타르 또는 그라우트는 이 기준 3.7 양생에 규정되어 있는 습윤양생을 최소 3일 이상 실시하여야 한다.
- (4) 타설 후 공사감독자의 승인이 없는 한 타설 후 72시간 동안 충전한 부위에 하중을 가해서는 안 된다.

### 3.17 가설하중

#### 3.17.1 일반사항

- (1) 콘크리트의 강도가 충분히 발현되기 전에는 구조물에 어떠한 하중도 재하되어서는 안 되며, 프리스트레싱이 완료된 후에도 구조물에 손상이 발생되어서는 안 된다.

#### 3.17.2 지반하중

- (1) 구조물 주변의 되메우기를 실시한 경우에는 항상 전도 및 활동에 의한 힘이 최소가 되도록 하여야 한다.
- (2) 되메우기로 인해 콘크리트에 휨 응력을 일으킬 때에는 공사감독자가 특별한 지시가 있는 경우를 제외하고 규정 강도의 80% 이상이 될 때까지 되메우기를 시작하여서는 안 된다.

#### 3.17.3 시공하중

- (1) 가벼운 재료 및 장비는 양생작업의 방해가 되지 않고 표면에 손상이 주지 않은 경우, 콘크리트를 타설하여 24시간이 경과된 다음에 교량 바닥판에 재하할 수 있다.
- (2) 4.5 ~ 18 kN 범위의 시공 작업용 차량과 중량물 또는 동등한 재료와 장비는 바닥판 콘크리트의 압축강도가 17 MPa 이상 발현되어야 재하할 수 있다. 이를 초과하는 하중을 가진 재료 및 장비는 콘크리트의 규정된 압축강도가 발현될 때까지 재하할 수 없다.
- (3) 포스트텐션 구조물의 경우에는 20 kN 이상의 차량 또는 동등의 재료와 장비를 해당 경간의 긴장작업이 되기 전까지 재하할 수 없다.
- (4) 프리캐스트 콘크리트 또는 강제 거더는 하부구조의 콘크리트가 기준강도의 70%가 발현될 때까지 하부구조 부재 위에 설치해서는 안 된다.
- (5) 시공 작업으로 인하여 기존 및 신설 구조물 또는 부분적으로 완성된 구조물에 재하되는 하중은 구조물 또는 구조물 일부의 내하력은 KDS 24 12 11의 하중조합으로 결정된 내하력을 초과되어서는 안 된다. 내하력을 계산할 때 사용하는 콘크리트의 설계기준 압축강도( $f_{ck}$ )는 재하 시의 콘크리트의 실제 압축강도 또는 콘크리트의 설계기준 압축강도 중 작은 값으로 하여야 한다.

### 3.17.4 교통하중

- (1) 바닥판 콘크리트를 타설한 후 14일이 경과되기 전이나 콘크리트의 규정강도가 발현되기 전에는 차량 통행을 허용하지 않아야 한다.

## 3.18 세그먼트 교량에 대한 특별 요구사항

### 3.18.1 형상관리

#### (1) 처짐 및 솟음

- ① 수급인은 완공 시 목표로 하는 선형을 얻기 위해 각 시공단계별로 필요로 하는 처짐과 솟음에 대한 자료를 제출하여야 한다. 이때, 시공 과정에서 시간 경과에 따른 긴장력 손실과 크리프 효과를 고려하여야 한다. 수급인은 교각 시공 전에 가설 순서, 공법과 공정이 포함된 전체 교량에 대한 자료를 공사감독자에게 제출하여 검토할 수 있도록 하여야 한다.
- ② 수급인은 각 시공단계별로 구조물의 솟음 관리를 하여야 하며, 필요시 공사감독자의 승인 하에 보정을 하여 최종 선형을 만족시켜야 한다.

#### (2) 형상관리

- ① 수급인은 설계 최종 선형을 얻기 위한 형상관리 계획을 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 형상관리 계획에는 가설계획과 측량방법이 자세히 설명되어야 하며, 첫 번째 세그먼트에서부터 마지막 세그먼트까지의 전체 가설과정에서 발생하는 상부구조의 처짐을 주기적으로 모니터링 하는 것과 계획보다 25 mm 이상 차이가 발생할 경우에 대한 보정 절차가 포함되어야 한다.
- ② 수급인은 가설 중의 매 단계에서 종단선형과 평면선형을 검토하고 모든 검토 기록과 수행된 보정 기록을 보관하여야 한다. 모든 측량은 온도 영향을 최소화할 수 있도록 한번에 수행하도록 한다. 췌기 작업으로 보정하는 경우는 반드시 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.
- ③ 솟 라인 공법에 의한 프리캐스트 세그먼트 제작시에는 정밀한 측량 시스템을 도입하여 수직·수평 좌표 값이  $\pm 0.25$  mm의 정확도로 측정될 수 있어야 한다. 다른 방법에 의한 세그먼트 제작과 가설 시에는  $\pm 3$  mm의 정확도를 갖는 측량 시스템이 필요하다.
- ④ 매치캐스트 세그먼트를 이용하여 프리캐스트 세그먼트를 제작할 때에 수급인은 측량과 형상 계산을 신중히 한 후에 제작장에서 세그먼트를 옮겨야 한다. 신규 세그먼트를 타설하기 전에 모든 단면의 좌표가 미리 계산되어야 한다. 연직·수평 처짐에 대한 실 제작 곡선의 계산에 추가하여 단위 세그먼트의 횡단경사를 측정하는 방법으로 누적 비틀림 곡선도 계산하여야 한다. 매치캐스트 과정에서 표고 설정 시 적절한 대응회전으로 비틀림 오차를 수정하는 것을 우선 고려하여야 한다. 매치캐스트 제작 시 세그먼트에 응력을 유발하는 비틀림이 작용해서는 안 된다.

### 3.18.2 허용오차

- (1) 별다른 규정이 없을 경우에 철근은 다음과 같은 허용오차 범위 내에서 조립되고 배치

되어야 한다.

- ① 휨부재·벽체·압축부재에서 유효깊이에 대한 허용오차와 콘크리트의 최소 피복덮개에 대한 허용오차는 표 3.18-1과 같다. 그러나 하면까지의 순 거리는 -6.5 mm 이하이어야 하며, 어떠한 경우에도 피복덮개의 허용오차는 도면 또는 기준에 명시된 최소 피복덮개의 1/3을 초과해서는 안 된다.

표 3.18-1 철근의 유효 피복덮개 및 콘크리트의 최소 피복덮개에 대한 허용오차

(단위 : mm)

유효 깊이	유효 피복덮개 d에 대한 허용오차	콘크리트의 최소 피복덮개에 대한 허용오차
200 이하	±9.5	-9.5
200 초과	±12.5	-12.5

- ② 길이 방향으로 놓이는 철근의 절곡과 끝단의 허용오차는 ±50 mm이다. 단, 부재 끝단에서의 허용오차는 ±12.5 mm으로 한다.
- ③ 규정된 철근의 전체 개수가 지켜진다면, 각 철근의 간격에 대한 허용오차는 ±25 mm이다. 다만 개구부·삽입물·매입물 등에 의하여 철근이 약간 더 옮겨질 수 있다.
- (2) 모든 형식의 세그먼트 교량 시공에서 매입되는 덕트의 허용오차는 KCS 24 11 15(3.1)의 규정을 따라야 한다.
- (3) 제작이 완료된 세그먼트의 허용오차는 표 3.18-2와 같다. 포장에 없는 교량의 경우에 상부 슬래브의 편평도는 교축 방향으로 3 mm / 3 m 이하이어야 한다.
- (4) 임의 세그먼트 내에서 발생한 편차는 연결 세그먼트의 치수를 조정하여 보상함으로써 최종적으로는 완성 구조물의 전체 선형이 도면과 일치하도록 하여야 한다.
- (5) 캔틸레버 공법이 사용될 때, 경간 내에서 서로 맞닿는 캔틸레버 끝의 허용 선형오차는 시공계획서에 명시되어야 한다. 캔틸레버 끝단에 적용할 수 있는 상향 하중과 하향 하중은 설계도면에 표시되어야 하며, KDS 14 20 10에 따른 구조적 안전성을 확인하여야 한다.
- (6) 가설이 완료되고, 최종 포스트텐서닝, 최종 보정 및 조정이 마무리되어 구조물이 영구 받침 위에 거치되었을 때, 크리프와 2차 사하중에 의한 처짐 등을 감안하여 종단선형과 평면배열이 도면에 명시된 허용오차 범위 내에서 이루어졌는지 확인하여야 한다. 완료된 세그먼트의 허용오차는 표 3.18-2와 같다.

표 3.18-2 세그먼트의 허용오차

매치캐스트 세그먼트 길이(누적이 아님)	±10.0 mm / 1.0 m, ±25 mm max
현장타설 세그먼트 길이	±12 mm(단 지간당 +50 mm 이내)
복부 두께	±10 mm
하부 슬래브 두께	±10 mm
상부 슬래브 두께	±10 mm
상부 슬래브 전체 폭	±5 mm / 1.0 m, 25 mm max
격벽 두께	±12 mm
거푸집 하단의 종단과 횡단 경사	±1.0 mm / 1.0 m
텐던 구멍 위치	±3 mm
전단키 위치	±6 mm

### 3.18.3 시공 상세도와 가설 구조계산서

#### (1) 일반사항

① 수급인은 공정개시 30일 이전에 공사감독자에게 상부구조 가설 또는 가시설과 관련된 시공 상세도와 가설 구조계산서를 제출하여야 하며, 다음과 같은 상세와 정보가 포함되어야 한다.

가. 수급인이 제안하는 공법·자재·장비·절차에 대한 것

나. 단계별 가설 순서

② 전체 업무 범위에는 하나 이상의 가설 공법 또는 기술이 허용될 수 있다. 승인된 자재 또는 상세 이외의 것은 허용되지 않으며, 변경이 필요한 경우에는 사전에 수급인이 상세한 자료를 제출하고 이에 대해 공사감독자가 승인하여야 한다.

③ 승인을 받아야 하는 수급인의 제출물에는 시공 상세도와 가설 구조계산서가 포함된다. 이 두 가지는 공사감독자가 승인할 때까지 수정·보완하여 제출하여야 하며, 승인이 난 이 후에 요구되는 수만큼 배포 복사본을 제출하여야 한다.

#### (2) 가설 구조계산서

① 수급인은 동바리·가설장비·거푸집 또는 기타 응력계산을 필요로 하는 가설공이 포함된 가설 구조계산서를 제출하여야 한다.

② 모든 상부구조 콘크리트를 위한 동바리나 가설 장비의 설계는 전문구조기술사의 승인 도장을 받아야 한다. 또한 수급인은 제안하는 시스템과 인장방법을 입증하기 위한 구조계산서를 제출하여야 한다. 이 구조계산서는 요구되는 긴장작업시의 도입 긴장력과 긴장재의 신장량, 미끄러짐 손실 후의 긴장단에서의 긴장재 응력, 정착구역 및 지압판에서의 응력분포, 도입 긴장재의 대표 응력-변형률 곡선, 정착구 미끄러짐에 의한 응력 손실, 일시적인 초과응력, 그리고 정착부 보강 철근 등을 포함하여야 한다.

③ 상기 ①, ② 외에도 다음과 같은 사항에 대한 계산 내용을 제출하여 공사감독자의

승인을 받아야 한다.

- 가. 고정하중 · 포스트텐션 · 크리프 · 건조수축으로 인한 처짐과 그에 따른 슛음 계산(계산 결과는 표로 정리되어 시공 상세도에 수록되어야 함)
- 나. 연결부에서 필요로 하는 임시 포스트텐서닝 작업 시의 도입장력 계산
- (3) 시공 상세도
  - ① 수급인은 시공계획서에 따라 자세한 시공 상세도를 제출하여 공사감독자의 승인을 얻어야 한다.
  - ② 시공 상세도에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 하며, 협의에 의하여 필요한 사항을 추가할 수 있다.
    - 가. 모든 돌출부, 오목부, 노치, 개구부, 블록아웃 및 기타 관련 상세를 포함하여 세그먼트의 기하형상을 나타내는 치수
    - 나. 철근의 규격, 간격, 위치 및 기타 필요하지만 설계도면에는 표시되지 않은 특별한 철근 등의 상세
    - 다. 모든 포스트텐션 긴장재용 덕트의 규격과 형식 그리고 이들의 상세한 종 · 횡 배치, 덕트 지지물, 그라우트 튜브, 벤트, 그리고 배수구의 크기, 형식 및 위치
    - 라. 삽입물, 인양구 그리고 포스트텐서닝 관련 부속자재 등과 같이 세그먼트에 매입되는 모든 항목들의 상세와 위치
    - 마. 긴장재, 정착구, 정착판, 부속물 및 긴장장비의 규격과 특성, 또한 상세한 긴장방법과 긴장순서, 모든 커플러의 상세와 위치, 정착부 철근상세 등을 포함하는 프리스트레싱 상세
    - 바. 포스트텐션 모든 작업의 각 설치단계에서 각 긴장재의 장력도입 순서와 장력값 그리고 초기 신장량을 제공하는 표
    - 사. 다음에 제작될 세그먼트의 거푸집 정위치를 위한 기하좌표를 보여주는 표
    - 아. 상부구조 가설 시에 공사감독자의 형상관리 검측을 위한 그래프, 도표 또는 표 그리고 형상보정을 위한 상세한 절차
    - 자. 타이-다운 텐던과 임시 또는 영구받침 구성품에 대한 상세
    - 차. 그라우트 장비, 그라우트 배합설계와 혼합 방법 그리고 그라우트 주입시공에 대한 상세

### 3.18.4 거푸집

#### (1) 일반사항

- ① 시공계획서에서 요구하는 거푸집 및 이동식 거푸집의 시공 상세도면을 제출하여야 한다.
- ② 시공계획서의 요구사항 이외에도 콘크리트 세그먼트를 타설하기 위한 거푸집은 다음과 같은 작업이 가능하여야 한다.
  - 가. 매치캐스팅 (프리캐스트 세그먼트 공법인 경우)
  - 나. 허용오차 범위 이내의 세그먼트 제작
  - 다. 블록아웃, 개구부 그리고 돌출부 처리
  - 라. 도면에 따라 세그먼트 형상을 조정하거나, 오차가 누적되지 않도록 이전의 사소한

제작오차를 보정

마. 콘크리트에 손상을 주지 않는 거푸집 탈형

바. 빈틈이 없고 물이 새지 않도록 이전 세그먼트와 연결

- ③ 벌크 헤드는 덕트의 위치를 유지하면서도 그라우트가 스며들지 않도록 연결할 수 있어야 한다.
- ④ 세그먼트 바깥 면에서 연결되는 거푸집 단면은 편평한 면에서 1.5 mm, 모서리와 절곡부에서 3.0 mm 이상의 오프셋을 가져서는 안 된다. 인접한 현장타설 세그먼트 매칭면 사이의 허용 오프셋은 6.0 mm이다.
- ⑤ 거푸집의 모든 이음부 그리고 벌크 헤드와 매치캐스트 세그먼트와의 접촉점에서 미세한 재료나 시멘트 그라우트가 누출이 되지 않도록 잘 밀폐해야 한다.
- ⑥ 콘크리트가 규정된 강도를 발현하기 전에 거푸집을 제거해서는 안 되며, 강도는 세그먼트와 동일한 조건으로 제조하고 양생된 공시체 시험을 통해 확인하여야 한다. 또는 대안으로 세그먼트 콘크리트의 강도를 판단하기 위해 적산온도 또는 강도 예측 모니터링을 사용할 수 있다. 콘크리트의 박리나 탈락이 발생하지 않도록 거푸집 제거에 주의하여야 한다.

(2) 프리캐스트 세그먼트 공사 거푸집

- ① 다른 재료 사용에 대한 공사감독자의 승인이 없는 한, 프리캐스트 세그먼트 모든 면에 적용되는 거푸집은 강재거푸집을 사용하여야 한다.
- ② 거푸집은 충분한 두께와 적절한 외부 가새와 보강재를 가져야 하며, 콘크리트 타설과 진동다짐 시에 충분히 견딜 수 있도록 정착되어야 한다. 거푸집의 내부 가새와 구속 장치는 복부의 스테이 볼트로 체결하여야 한다. 이 스테이 볼트는 거푸집 제거 후에 패칭할 수 있도록 콘크리트 표면으로부터 제거가 가능하여야 한다. 이음부는 모르타르가 새지 않도록 설계되고 유지되어야 한다.
- ③ 거푸집의 경사도와 정렬은 매 번 세팅 때마다 점검하여야 하며, 콘크리트 타설 도중에도 유지되어야 한다. 슬래브의 마무리 기울기는 콘크리트 타설 후에 점검하여야 한다.
- ④ 강재 거푸집은 녹, 그리스나 다른 이물질이 없어야 한다. 모든 거푸집은 타설 작업 전에 깨끗이 청소하여야 한다. 엔드 헤드는 편평한 콘크리트 표면을 확보할 수 있도록 관리되어야 한다.
- ⑤ 목재 거푸집은 종·횡방향의 마무리 폐합부의 현장 타설시에 사용할 수 있다.
- ⑥ 모든 거푸집의 표면은 세그먼트의 제작오차가 이 기준 3.18.2의 규정을 만족할 수 있도록 제작되고 관리되어야 한다.
- ⑦ 벌크 헤드를 제외한 모든 거푸집의 면은 콘크리트 타설 전에 깨끗이 하고 거푸집용 기름이나 기타 다른 부착방지 코팅처리를 하여야 한다. 세그먼트와 세그먼트 사이와, 세그먼트와 벌크 헤드 사이의 부착방지 재료는 이 기준 3.18.7(3)의 매치캐스트 세그먼트 분리 규정에 부합하여야 한다. 이 용도로 사용하는 기름이나 기타 재료는 거푸집 제거에 적합한 농도와 성분을 가져야 한다. 녹이 많이 발생하거나 콘크리트와 반응하는 재료들은 거푸집 제거 시 콘크리트에 손상을 줄 수 있기 때문에 사용해서는 안 된다.

### 3.18.5 영구 받침

- (1) 영구 받침 작업은 이 기준의 규정에 따라 모든 자재의 공급과 제작 그리고 도면에 맞게 받침의 설치가 수행되어야 하며, 공사감독자의 감독 아래에서 진행되어야 한다.
- (2) 받침은 공사감독자의 다른 특별한 승인이 없는 한 도면에 일치하게 제작되어야 한다.
- (3) 받침 사용 승인 전에 수급인은 제작사로부터 받침과 그 부속품들이 규정된 요구조건에 부합한다는 인증서를 받아 제출하여야 한다. 발주자는 이 인증서를 받더라도 경우에 따라 샘플과 샘플링에 대해 요구할 수 있으며, 규정된 시험 또는 공사감독자가 자재의 품질을 확인하고자 필요로 하는 시험을 수행할 권리가 있다.
- (4) 수급인은 받침 조립품의 공급자로부터 설치 지침을 확보하고 그에 맞게 받침을 설치하여야 한다. 이 기준의 받침관련 규정에 부합하는 승인이 이루어지도록 시공 상세도를 공사감독자에게 제출하여야 한다. 설계와 설치의 상세 적정성에 대해 공사감독자의 최종 승인을 받아야 한다.

### 3.18.6 현장타설 세그먼트 공사에 대한 특별규정

- (1) 일반사항
  - ① 설계도면은 상부구조가 철근콘크리트 현장타설 세그먼트 공법으로 시공된다는 가정 아래 작성되어야 한다. 시공계획서에 따라 다른 공법이 허용될 수 있다.
- (2) 거푸집 시스템
  - ① 이 기준 3.18.3의 제출물 이외에도 시공계획서에 부합하는지 공사감독자가 검토할 수 있도록 다음과 같은 계산서와 제작도면을 제출하여야 한다.
    - 가. 거푸집과 지지시스템에 대한 전체 상세도와 구조계산서를 제출하여야 한다. 이 구조 계산서에는 장비와 콘크리트 타설로 인해 기 시공된 세그먼트에 발생할 수 있는 최대하중과 응력이 포함되어야 한다. 거푸집 지지시스템을 설계할 때는 콘크리트를 타설할 때나 거푸집 시스템을 이동할 때 발생할 수 있는 충격하중을 고려하여야 한다.
    - 나. 콘크리트 타설 시 거푸집 시스템의 처짐 계산
    - 다. 시공 중 캔틸레버의 안정성을 위해 설치하는 임시 지지와 타이-다운 상세
    - 라. 콘크리트 타설의 상세한 단계별 절차, 거푸집 시스템의 긴장 및 전진, 그리고 계산된 처짐에 대한 거푸집 시스템의 조정
    - 마. 캔틸레버 폐합을 위한 콘크리트 타설 작업 시 발생하는 캔틸레버 양단의 상대적인 처짐과 회전에 대비한 캔틸레버 양단 고정에 관한 상세한 절차
- (3) 상부구조 시공
  - ① 상부구조 시공은 임시받침 설치(해당하는 경우), 세그먼트 현장타설, 그리고 상부구조를 영구받침에 올려놓는 작업으로 구성된다. 수급인은 상부구조 시공 전에 공법, 배치 및 장비에 관한 전체 상세도와 설명서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
  - ② 시공 공법은 세그먼트 타설, 캔틸레버 가설 중의 상부구조 타이-다운 방법, 수평·수직의 선형을 맞추고 영구 받침에 구조물을 올리기 위해 사용되는 임시하중 도입

방법을 포함하여야 한다. 또한 완성된 상부구조가 정확한 선형을 갖도록 하는 관리 방법을 포함하여야 한다.

- ③ 작업 장비는 가설 시에 사용되지만 영구구조물의 일부가 되지 않는 모든 기계, 장치, 작업인부 그리고 가설 자재를 포함하여야 한다. 임의의 시공단계에서 시공계획서에 명시되었거나 공사감독자가 승인한 세그먼트 당 총 작업하중을 초과하는 장비는 가설된 상부구조의 어떤 위치에도 놓여 지거나 작동되어서는 안 된다.
- ④ 공법상에 허용되는 세그먼트 불균형 하중 이외에 시공 중에 발생 가능한 분포 활하중으로 바닥 면적당 480 Pa이 추가로 허용할 수 있다. 이 하중은 작업인부, 작동사니 장비와 적재 자재 등을 고려한 것이다. 수급인은 이 허용하중을 초과하지 않도록 책임져야 한다. 캔틸레버 공법에서 이 하중은 한 쪽에는 480 Pa, 반대편은 240 Pa을 적용한다.
- ⑤ 상부구조의 긴장작업은 다음 순서에 따라 진행한다.
  - 가. 현장에서 양생된 세그먼트의 콘크리트 공시체의 압축강도가 17 MPa 이상 발현되고, 콘크리트 타설 후 18시간이 경과한 다음 포스트텐션 긴장력의 50%를 도입할 수 있다.
  - 나. 포스트텐션 긴장력의 50%가 도입되면 거푸집 지지시스템을 풀고 전진시킬 수 있다.
  - 다. 상부 슬래브의 허용응력 초과를 방지하기 위해 필요하다면 횡방향 긴장을 할 수 있다.
  - 라. 다음 세그먼트 콘크리트 타설 전에는 긴장재에 전체 설계 장력을 도입시켜야 한다. 단, 시공될 세그먼트에 가장 가까운 횡방향 긴장재는 예외로 할 수 있다. 이 긴장재는 먼저 50% 장력만을 도입하고, 새 세그먼트에 전체 긴장재가 당겨진 다음에 나머지 장력을 도입하도록 한다. 거푸집 지지시스템은 부분 긴장된 영역에서 상부 슬래브에 과도한 응력이 발생하지 않도록 설계되어야 한다.
- ⑥ 시공 이음부는 시공계획서에 명시되거나 공사감독자의 사전승인을 받은 위치에서만 설치할 수 있다. 모든 시공 이음부에서는 콘크리트를 타설하기 전에 레이턴스나 이물질이 완전히 제거되어야 한다.
- ⑦ 세그먼트 접합부의 표면은 다음 세그먼트 콘크리트 타설 직전에 시공계획서에 따라 준비되어야 한다.
- ⑧ 캔틸레버 공법에 의한 시공에서 폐합 콘크리트 타설 할 때에는 양 단은 상대적인 처짐과 회전을 막기 위해 고정되어야 한다. 폐합 콘크리트 타설을 위한 캔틸레버의 고정 장치와 거푸집 시스템 그리고 콘크리트 타설 순서는 콘크리트의 양생 과정에서 균열을 유발하는 인장이 발생하지 않도록 조치되어야 한다.
- ⑨ 수급인은 상부구조 가설의 순서에 따른 모든 단계를 보여주는 시공 공정표 또는 점검 목록을 제출하여야 한다.
- ⑩ 수급인은, 아래에 열거된 바와 같이, 시공계획서에 명시된 점검 위치 또는 수급인이 선택한 대안 위치에서의 매 가설단계별 표고와 선형좌표표를 준비하고 공사감독자에게 제출하여야 한다.
  - 가. 임의의 임시받침 패드의 상부 표면 중 가장 낮은 모서리 점. 이는 가설 중에 기준점으로 사용되고, 상부 구조물 영구거치에 요구되는 참고점을 설정하기 위한 실제 표고와 선형좌표가 된다.

- 나. 기울기와 정점을 설정하기 위한 교각 세그먼트 상부 슬래브의 네 모서리 점과 중심선  
다. 선형을 확인하기 위한 각 교각 세그먼트의 길이방향 중심선 상의 양 끝 점  
라. 각 시공단계에서 표고와 선형을 확인하기 위한 각 세그먼트의 길이방향 중심선 위의 한 점과, 최소한 현장타설 세그먼트의 접합부 상의 한 모서리
- ⑪ 교각에서 임시받침 패드를 사용할 때는 매우 신중하게 설치하여야 한다. 패드의 상부 면은 설계도면 또는 규정에 맞게 정확한 표고, 선형 그리고 경사를 가져야 한다. 정밀성을 위해 패드 밑에 썸을 설치할 수 있다. 수급인은 교각 세그먼트가 타설되는 도중에 임시 받침 패드를 정위치 시키기 위한 방법을 고안하고 마련하여야 한다.
- ⑫ 수급인은 이 기준 3.18.1에 의거 제출된 형상관리 계획이 잘 이루어지는지 매 시공 단계별로 실제 표고와 선형을 검토하여야 하며, 모든 검토사항과 보정 또는 수정된 작업을 기록하여야 한다.

### 3.18.7 프리캐스트 콘크리트 세그먼트 공사에 대한 특별규정

#### (1) 일반사항

- ① 상부구조는 시공계획서에 명시된 방법 또는 수급인이 제출한 방법으로 시공되어야 한다.
- ② 시공계획서에서 요구된 경우, 영구 세그먼트를 제작하기 전에 시공계획서에서 지정된 임의의 세그먼트를 대상으로 인장 시스템과 모든 철근 상세, 인양구 상세를 검증하여야 한다. 세그먼트의 크기와 형상은 시공계획서에 따라야 하며, 이는 포스트텐서닝 정착구 포켓, 철근, 콘크리트 그리고 쉬스와 그 곡률 및 간격을 포함한다. 이 시험을 위해 시공 계획서에 지정된 긴장재는 표기된 값대로 인장시험을 하여야 하며 이에 따른 추가 비용은 지불되지 않는다.
- ③ 제작대와 거푸집은 침하나 뒤틀림이 없이 세그먼트를 지지할 수 있도록 구조적으로 적합하여야 한다. 제작대는 기울기와 선형을 조정하고 유지할 수 있도록 그 방법과 장치에 대한 설계가 되어 있어야 한다. 이 장치에 대한 상세와 조정 절차는 제작대 도면과 시방서에 포함되어야 한다.
- ④ 거푸집의 하면과 각 세그먼트의 상면의 기울기는 전체 구조물에서 해당 부재의 상대적인 위치를 고려하여야 한다.
- ⑤ 각 제작 단위의 첫 번째 세그먼트를 제작한 후에는, 모든 후속 세그먼트는 직전에 제작된 세그먼트를 대고 제작하여 접합면에서 온전한 지압과 적절한 정렬이 이루어지도록 하여야 한다.
- ⑥ 정착 시스템은 세그먼트 설치 후에 긴장재가 삽입될 수 있도록 하여야 한다.
- ⑦ 긴장재의 커플러는 시공계획서에 명시되었거나 공사감독자의 승인을 받은 곳에서만 사용될 수 있다. 임의의 한 단면에서 긴장재의 50% 이상에 커플러를 사용할 수 없다. 시공계획서에 따라서 임시의 외부 긴장재를 사용할 때, 긴장재와 정착구에 보호 관 또는 보호 덮개를 사용하여 가설 장비로 인한 긴장재의 손상을 보호하고, 긴장 중이나 긴장 후에 갑작스런 파단이나 슬립으로 강연선 또는 강봉이 튀는 것을 제한할 수 있어야 한다. 이러한 보호설비는 공사감독자의 승인을 얻어 사용해야 한다.

⑧ 신규 세그먼트의 콘크리트 수화열로 인해 매치캐스트 세그먼트에서 발생하는 온도 구배에 의해서, 단일 세그먼트 경우에는 0.8 mm, 전체 경간에서 누적 20 mm 이상의 변형이 생기지 않도록 주의하여야 한다. 이런 변형을 방지하기 위해 매치캐스트 세그먼트와 신규 세그먼트에 동일한 온도가 유지될 수 있도록 보호 덮개 또는 쉬트 양생을 실시하는 것을 추천한다.

## (2) 제작

① 철근은 시공계획서에 따라 조립되고 배치되어야 한다. 쉬스의 올바른 위치와 철근 또는 블록아웃이 간섭되는 경우에는 공사감독자의 관리 아래 신속히 결정하고 수정되어야 한다. 쉬스의 적절한 배치를 확보하기 위해 철근을 절단하거나 제거하여서는 안 된다. 쉬스와 간섭되어 배근하지 못하는 철근은 적절한 겹침이음 길이를 가지는 추가의 철근들로 대체되어야 하며 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 모든 세그먼트는 거푸집 해체 시에 그 안쪽 면에는 고유한 식별표기를 하여야 한다. 이 식별표기는 시공 상세도, 포스트텐서닝 상세도와 계산서, 기타 프리캐스트 콘크리트 세그먼트의 가설과 제작에 관한 다른 문서상에 나오는 각 세그먼트를 식별하는 데 사용되어야 한다.

③ 쉬스를 정확한 위치에 설치할 있는 방법이 마련되어야 하며, 시공 상세도에 표시되어 승인을 받아야 한다. 쉬스는 KCS 24 11 15(3.1)의 규정 또는 시공계획서에 따른 간격으로 지지되어야 하며, 콘크리트를 타설하는 동안 움직이지 않도록 단단히 고정되어야 한다.

## (3) 매치캐스트 세그먼트의 분리

① 수급인은 매치캐스트 세그먼트를 손상 없이 균일하게 분리할 수 있는 장비를 제공하여야 한다. 매치캐스트 세그먼트를 분리하는 데 사용하는 장비의 상세도와 방법을 시공 상세도에 포함시켜야 한다.

② 세그먼트의 분리를 용이하게 하기 위해 이전 세그먼트의 복부와 상·하부 슬래브에는 부착방지제의 사용을 추천한다. 부착방지제는 이전 세그먼트와 신규 세그먼트 사이 콘크리트면의 부착을 방지하기 위한 것으로, 필요시 벌크 헤드에도 사용한다. 부착방지제에 사용되는 재료는 콘크리트에 나쁜 영향을 주면 안 되며 콘크리트의 부착으로 인하여 탈락이 발생하지 않고 세그먼트를 분리할 수 있도록 하여야 한다.

## (4) 세그먼트 취급 및 가설

① 수급인은 모든 세그먼트의 취급, 인상, 야적, 이동 및 가설에 대해 책임을 지고 손상 없이 시공하여야 한다.

② 세그먼트는 항상 정위치를 유지하도록 하고 야적, 인상 및 이동으로 인해 비틀림이나 기타 과도한 응력이 발생하지 않도록 하여야 한다. 세그먼트는 승인된 시공 상세도상의 인상장비 또는 공사감독자가 승인한 방법으로 인상, 호이스트 또는 야적하여야 한다.

③ 세그먼트는 충분히 양생하여 규정 강도를 발현하기 전에는 제작장에서 이동하여서는 안 되며, 뒤틀림이 일어나지 않는 형태로 지지하여야 한다.

- ④ 세그먼트의 가설을 시작하기 전에 인상장비의 적정성을 검증하기 위해 인상과 임시 체결구에 대한 실제 크기의 현장시험을 수행하여야 한다.

### 3.18.8 연속압출에 관한 특별 규정

#### (1) 일반사항

- ① 연속압출 공법으로 시공되는 구조물은 이 기준 3.18.3 (시공 상세도와 가설 구조계산서) 외에 추가로 다음의 규정을 따라야 한다.

#### (2) 세그먼트의 제작

- ① 연속압출 교량의 시공은 1주일 주기의 각 세그먼트 제작을 기본으로 한다. 하부 슬래브와 복부 또는 일부 복부까지만 먼저 타설하고 나중에 상부 슬래브 쪽을 타설할 때에는 콘크리트 타설 공백이 3일을 넘지 않도록 하여야 한다.

#### (3) 기하형상의 오차

- ① 미끄러짐 면에서의 허용오차는 다음과 같은 기준을 초과하여서는 안 된다.

##### 가. 거푸집

- ㉠ 교축방향과 교축직각방향에서의 연직 편차:  $\pm 0.8$  mm  
 ㉡ 바깥쪽 복부에서 수평 편차:  $\pm 1.6$  mm

##### 나. 압출 받침 위

- ㉢ 연직: 교축방향 교각 사이:  $\pm 1.6$  mm  
 ㉣ 교축직각방향 받침 사이:  $\pm 0.8$  mm  
 ㉤ 수평: 횡방향 가이드(lateral guides) 편차:  $\pm 1.6$  mm

#### (4) 압출 하중

- ① 압출하중은 계속적으로 관찰하여 이론값과 비교하여야 한다. 마찰계수는 영(“0”)에서 4% 사이로 유지하여야 한다. 상향구배를 가진 압출의 경우에 지지구조물을 설계할 때는 마찰계수를 “0”으로 고려하여야 한다.

#### (5) 교각 모니터링

- ① 교각 상부의 수평변위는 계속적으로 관찰하여야 한다. 교각의 수평변위가 허용값을 넘어 서면 자동으로 압출 장비를 멈추게 하는 모니터링 장치를 사용하는 것이 바람직하다. 각 교각의 미끄러짐 받침과 압출장비 사이에서 통신방법이 마련되어야 한다.  
 ② 모든 미끄러짐 받침의 레벨이 올바른지 일정한 주기로 점검하여야 한다. 교각의 침하가 발생하면 이를 보상할 수 있도록 심 플레이트를 준비하여야 한다.

### 3.18.9 결함 및 파손

- (1) 긴장 시 개별 강연선에서 파단되는 소선이 1개를 초과하지 않고, 파단된 소선들의 총 단면적이 부재에 배치된 강연선 총 단면적의 2%를 초과하지 않는 범위에서 공사감독자의 승인 하에 강선의 파단이 허용될 수 있다.  
 (2) 미세하거나 비구조적인 균열이고 그 깊이가 공사감독자의 판단에 외측 철근까지 미치지 않은 표면균열은 그 수가 많고 범위가 넓지 않다면 허용될 수 있다. 비틀림에 의한

경사 균열, 긴장재 응력을 따르는 종방향 균열 또는 외측 철근이나 긴장재 위치까지 도달한 균열에 대해서는 승인을 얻기 전에 구조적 검토를 수행하여야 한다. 승인을 받은 경우에는 6.5 mm, 깊이와 폭으로 “V” 형 홈을 만들고 에폭시로 실링하거나 에폭시 주입을 통해 보수하여야 한다.

- (3) 25 mm 이하의 깊이를 가지는 작은 파손이나 탈락 또는 곰보현상이 발생한 경우에는 세그먼트 제작을 시작하기 전에 공사감독자에게 제출되어 승인된 보수절차에 따라 보수하여야 한다. 여기에 규정된 이상의 주요 파손이나 곰보현상에 대해서는 구조적 검토를 하여야 한다. 구조적으로 문제가 없는 경우, 공사감독자의 관리 하에 보수하여야 한다. 다음 세그먼트를 제작하기 전에 이전 세그먼트의 접촉면에 발생한 파손, 탈락 또는 곰보현상이 문제가 없는 것으로 판단되면 보수를 한 후에 다음 세그먼트 콘크리트를 타설하도록 한다.



**집필위원**

성명	소속	성명	소속
- 집필위원			
김병석	한국건설기술연구원	심 별	다올이앤씨(주)
고경택	한국건설기술연구원	이승태	군산대학교
김우석	충남대학교	이재훈	영남대학교
김지상	서경대학교	전세진	아주대학교
박찬민	코비코리아(주)		
- 총괄			
박영석	명지대학교	황훈희	한국도로협회
한종욱	명지대학교	배재현	한국도로협회
이희영	조선대학교		

**자문위원**

성명	소속	성명	소속
공정식	고려대학교	이만섭	코비코리아(주)
권영봉	영남대학교	이의준	(주)홍익기술단
길흥배	한국도로공사	이정한	현대건설(주)
김근택	전) 비엔지컨설턴트	이종세	한양대학교
김영욱	명지대학교	임윤목	연세대학교
김영진	한국콘크리트학회	장승필	서울대학교
김우종	(주)디엠엔지니어링	정영수	중앙대학교
김재홍	(주)수성엔지니어링	정충기	서울대학교
문명국	주식회사 천일	정태주	한라대학교
박명균	(주)삼보기술단	조삼덕	한국건설기술연구원
신현목	성균관대학교	주성문	(주)수성엔지니어링

**국가건설기준센터 및 건설기준위원회**

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김호경	서울대학교
구재동	한국건설기술연구원	김명철	동부엔지니어링
김기현	한국건설기술연구원	김충언	삼현피엔프
김나은	한국건설기술연구원	박찬희	포스코
김재훈	한국건설기술연구원	백인열	가천대학교
김태송	한국건설기술연구원	손윤기	(주)엔비코컨설턴트
김희석	한국건설기술연구원	송종걸	강원대학교

류상훈	한국건설기술연구원	오명석	(주)서영엔지니어링
안준혁	한국건설기술연구원	이태현	한국도로공사
원훈일	한국건설기술연구원	조경식	(주)디엠엔지니어링
이상규	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

**중앙건설기술심의위원회**

성명	소속	성명	소속
곽종원	한국건설기술연구원	이진선	원광대학교
문인기	엠플러스이엔씨(주)	정평기	(주)화인씨엠테크
박영빈	우성디앤씨	최인준	산하종합기술
신명수	울산과학기술원		

**국토교통부**

성명	소속	성명	소속
양희관	국토교통부 도로건설과	김로타	국토교통부 도로건설과
최영록	국토교통부 도로건설과		

KCS 24 11 05 : 2023

## 콘크리트구조(한계상태설계법)

---

2023년 9월 12일 제정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국도로협회  
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26(중일라크리움 8층)  
Tel : 02-3490-1041 E-mail : poonhee@kroad.or.kr  
<http://www.kroad.or.kr>

한국교량및구조공학회  
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22, 한국과학기술회관 1관 514호  
Tel : 02-871-8395 E-mail : kibse@kibse.or.kr  
<http://www.kibse.or.kr>

작성기관 한국도로협회  
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26(중일라크리움 8층)  
Tel : 02-3490-1041 E-mail : poonhee@kroad.or.kr  
<http://www.kroad.or.kr>

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