

계약번호	제2021-1-035-202101-00호
문서번호	한건동인 제2022-0003호

자료번호	227311C90C-308-030
개정번호	REV.00

동탄~인덕원 복선전철 제9공구 건설공사(T/K) 실시설계

공사시방서(토목)

(2권중 1권)

제출목적	
	기성신청
	검토/승인
	설계변경
	기본설계준공
○	실시설계준공
	시공준공
	기타보고용 등

2021. 01.

확 인	작성자	검토자	승인자
			
	정상훈	김유봉	차 일



동탄~인덕원 복선전철 제9공구 건설공사(T/K) 실시설계

공사시방서(토목)

(2권중 1권)

자료번호 : 227311C90C-308-030

개 정 현 황					
0	2021.01.	실시설계 준공	정상훈	김유봉	차 일
개정 번호	일 자	개 정 사 유	작 성	검 토	승 인

C·O·N·T·E·N·T·S

5-20 강재제작공사(강재관리)	5-71
5-22-1 일반사항	5-71
5-22-2 재 료	5-71
5-22-3 시 공	5-71
5-21 강재제작공사(강재의 제작)	5-74
5-21-1 일반사항	5-74
5-21-2 재 료	5-74
5-22 강재제작공사(용접)	5-77
5-22-1 일반사항	5-77
5-22-2 재 료	5-78
5-23 강재제작 공사(볼트)	5-84
5-23-1 일반사항	5-84
5-23-2 재 료	5-84
5-23-3 시 공	5-85
5-24 강재의 연결 및 인양 작업	5-90
5-24-1 일반사항	5-90
5-24-2 재 료	5-90
5-24-3 시 공	5-90
5-25 가설 흙막이 계측	5-91
5-25-1 일반사항	5-91
5-25-2 재 료	5-91
5-25-3 시 공	5-91
5-26 해체 및 철거	5-94
5-26-1 일반사항	5-94
5-26-2 재 료	5-94
5-26-3 시 공	5-94
5-27 지반 보강공 및 차수공	5-96
5-27-1 일반사항	5-96
5-27-2 재 료	5-96
5-27-3 투입장비와 주입장치	5-98
5-27-4 시공	5-99
5-27-5 주입효과 확인시험	5-100
5-27-6 결과보고서 제출	5-102
5-27-7 주입작업 check list	5-102
5-28 소일시멘트	5-104

5-28-1 일반사항	5-104
5-28-2 재 료	5-104
5-28-3 시 공	5-104
5-29 버팀 앵글잭(회전조인트)	5-105
5-29-1 일반사항	5-105
5-29-2 앵글잭(회전조인트) 설치 및 해체	5-105

제6장 콘크리트공사

6-1 콘크리트 생산 및 타설	6-1
6-1-1 일반콘크리트	6-1
6-1-2 수밀 콘크리트	6-21
6-1-3 유동화 콘크리트	6-22
6-1-4 팽창 콘크리트	6-25
6-1-5 매스(Mass)콘크리트	6-29
6-1-6 한중콘크리트	6-35
6-1-7 서중콘크리트	6-41
6-1-8 레디믹스트콘크리트	6-44
6-1-9 숏크리트	6-46
6-1-10 포장 콘크리트	6-51
6-1-11 모르타르 및 그라우트	6-66
6-2 거푸집 및 동바리	6-68
6-2-1 일반 거푸집 및 동바리	6-68
6-2-2 특수거푸집 및 동바리	6-77
6-2-3 매입형 철망거푸집	6-80
6-2-4 시스템 동바리	6-82
6-3 철근 및 보강재	6-85
6-3-1 철근작업	6-85
6-3-2 보강재	6-91
6-3-3 커플러	6-98
6-4 줄눈 및 지수판	6-100
6-4-1 줄눈	6-100
6-4-2 지수공	6-103

제6장 콘크리트 공사

동탄~인덕원 복선전철 제9공구 건설공사

- 6-1 콘크리트 생산 및 타설
- 6-2 거푸집 및 동바리
- 6-3 철근 및 보강재
- 6-4 줄눈 및 지수판
- 6-5 방수공사
- 6-6 조적 및 미장공사
- 6-7 지하철 구조물의 내구성 설계 및 시공
- 6-8 기둥과 슬래브의 콘크리트 강도가
다를 경우 조치방법

제6장 콘크리트 공사

6-1 콘크리트 생산 및 타설

6-1-1 일반콘크리트

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방서는 콘크리트 구조물 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

- KS F 2402 (포틀랜드시멘트 콘크리트 슬럼프 시험방법)
- KS F 2403 (콘크리트 강도시험용 공시체 제작방법)
- KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)
- KS F 2408 (콘크리트 휨강도 시험방법)
- KS F 2423 (콘크리트 인장강도 시험방법)
- KS F 2424 (모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법)
- KS F 2502 (골재 채가름 시험방법)
- KS F 2503 (굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법)
- KS F 2504 (잔골재의 비중 및 흡수율 시험방법)
- KS F 2507 (잔골재의 안정성 시험방법)
- KS F 2508 (로스엔젤레스 시험기에 의한 굵은 골재의 마모시험방법)
- KS F 2510 (잔골재에 함유되는 유기불순물 시험방법)
- KS F 2513 (골재에 포함된 경량편 시험방법)
- KS F 2515 (잔골재 중의 염화물 함유량 시험방법)

1.3 제출물

- (1) 제출물은 본 시방서 1-2-3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 작성하여 제출한다.
- (2) 다음 사항을 추가로 제출한다.
 - ① 콘크리트 공사 계획서
 - ② 품질관리 계획서

2. 재료

2.1 콘크리트

본 시방서 11-4 시멘트 콘크리트, 11-5 레디믹스트 콘크리트에 따른다.

2.2 강재

본 시방서 11-10 PC강재, 11-11 구조용 강재에 따른다.

3. 시공

3.1 계량

3.1.1 일반사항

콘크리트의 각 재료의 계량오차는 콘크리트 품질의 변동원인이 되므로 공사의 중요도에 따라 필요한 정밀도로 계량할 수 있는 방법으로 각 재료를 정확하게 계량해야 한다.

3.1.2 재료의 계량

- (1) 재료는 시방배합을 현장배합으로 고친 다음 현장배합에 의해 계량해야 한다.
- (2) 골재의 표면수량시험은 KS F 2509 방법에 따라야 한다. 골재가 건조되어 있을 때의 유효흡수율의 값은 골재를 적절한 시간동안 흡수시켜서 구한다.
- (3) 유효흡수율의 시험에서 골재에 흡수시키는 시간은 공사현장의 실상에 따라 다르나 실용상으로 보통 15~30분간의 흡수율을 유효흡수율로 보아도 좋다. 또 혼화제를 녹이는 데 사용하는 물이나 혼화제를 묽게 하는 데 사용하는 물은 단위수량의 일부로 보아야 한다.
- (4) 1회분의 비비기 양은 공사의 종류, 콘크리트치기의 양, 비비기설비, 운반방법 등을 고려하여 정해야 한다.
- (5) 각 재료는 1회의 비비기 양마다 중량으로 계량한다. 다만, 물과 혼화제 용액은 용적으로 계량해도 좋다.
- (6) 계량오차는 1회 계량분에 대하여 표6-1의 값 이하여야 한다.
- (7) 콘크리트 배치플랜트는 자동계량 기록장치가 설치되어 있어야 한다.

표 6-1 계량의 허용오차

재료의 종류	허용오차(%)
물	-2 ~ +1
시멘트	-1 ~ +2
혼화재	± 2
골재	± 3
혼화제	± 3

3.2 비비기

3.2.1 일반사항

콘크리트의 재료는 반죽된 콘크리트가 균등질이 될 때까지 충분히 비벼야 한다.

3.2.2 비비기

- (1) 재료를 믹서에 투입하는 순서는 믹서의 형식, 비비기 시간, 골재의 종류 및 입도, 단위수량, 단위시멘트량, 혼화재료의 종류 등에 따라 다르므로 KS F 2455에 의한 시험, 강도시험, 블리딩시험 등의 결과 또는 실적을 참고로 해서 정한다.
- (2) 비비기 시간은 시험에 의하여 정하되 비비기 시간은 믹서 안에 재료를 투입한 후 가경식 믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제혼합식 믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 한다.

- (3) 비비기는 미리 정해진 비비기 시간의 3배 이상 계속해서는 안 된다.
- (4) 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서 내부를 모르타르로 부착시켜야 한다.
- (5) 믹서 안의 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 믹서 안에 다음 재료를 넣어서는 안 된다.
- (6) 믹서는 사용 전후에 충분히 청소해야 한다.
- (7) 비벼놓아 굳기 시작한 콘크리트는 되비벼서 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- (8) 내구설계 적용된 구조물용 콘크리트는 아래 사항이 준수되어야 한다.
 - ① 슬럼프치는 175mm가 넘지 않아야 한다.
 - ② 물-결합재비는 50%이하로 하여야 한다.
 - ③ 단위수량은 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 하여야 한다.
 - ④ 믹서의 성능은 양호하여야 하며, 강제식 믹서를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
 - ⑤ 믹서에서 배출시에는 충분한 비비기가 되어 소정의 반죽질기를 얻을 수 있도록 관리하여야 한다.

3.3 운반

3.3.1 계획

- (1) 콘크리트 치기를 시작하기 전에 구조물에 요구되는 기능, 강도, 내구성 및 시공상 주의해야 할 점 등을 고려하여 구체적인 운반, 치기 등의 방법에 관하여 충분한 계획을 세워야 한다.
계획 수립시에 검토해야 할 사항은 다음과 같다.
 - ① 전 공종중의 콘크리트 작업의 공정
 - ② 1일에 처야 할 콘크리트량에 맞추어 운반, 치기방법 등의 설비 및 인원배치
 - ③ 운반로, 운반경로
 - ④ 치기구획, 시공이음의 위치, 시공이음의 처리방법
 - ⑤ 콘크리트의 치기순서
 - ⑥ 콘크리트의 비비기에서 치기까지 소요시간
 - ⑦ 기상조건(온도, 습도, 풍속, 직사광선)
- (2) 연속보나 아치와 같은 구조물에서 콘크리트의 치기에 따라 생기는 거푸집, 동바리의 변형에 의해서 먼저 친 콘크리트에 나쁜 영향을 미치거나 또 완성된 구조물의 형상, 치수 등 소정의 치수가 달라지는 일이 있으므로 이들을 고려해서 콘크리트 치기 순서를 정해야 한다.

3.3.2 일반사항

- (1) 콘크리트는 신속하게 운반하여 즉시 치고, 충분히 다져야 한다. 비비기로부터 치기가 끝날 때까지의 시간은 원칙적으로 외기온도가 25℃를 넘었을 때는 1.5시간, 25℃ 이하일 때에는 2시간을 넘어서는 안 된다. 다만, 양질의 지연제 등을 사용하여 응결을 지연시키는 등의 특별한 조치를 강구한 경우에는 콘크리트의 품질변동이 없는 범위 내에서 공사감독관의 승인을 받아 상기 시간제한을 변경할 수 있다.
- (2) 운반 및 치기는 콘크리트의 재료분리가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- (3) 연속된 함형 구조물 시공시 시공순서는 낮은 부분을 우선 시공하고 높은 방향으로 점진적으로 시공하여 시공이음부가 벌어지지 않도록 하여야 한다.
- (4) Batch Plant에서 생산된 콘크리트의 재료계량에 대한 기록을 즉시 확인할 수 있어야 하고, 현장도착 즉시 그 배합상태를 확인하여야 한다.

3.3.3 운반차

- (1) 콘크리트 운반용 자동차는 배출작업이 쉬운 것이어야 한다. 운반거리가 긴 경우에는 교반장치(Agitater)등의 설비를 갖추어야 한다.
- (2) 운반거리가 50~100m 이하의 평탄한 운반로를 만들어 콘크리트의 재료분리를 방지할 수 있는 경우에는 손수레차 등을 사용해도 된다.

3.4 콘크리트 치기

3.4.1 준비

- (1) 콘크리트를 치기 전에 철근, 거푸집, 설비배관, 박스, 매입철골, 치기순서 등에 관해서는 시공상세도 및 철근가공조립도에 정해진 대로 되었는지를 확인해야 한다.
- (2) 콘크리트 치기를 시작하기 전에 운반 및 치기설비 등이 3.3.1항에 정해진 치기계획에 충분히 일치하는가를 확인해야 한다.
- (3) 콘크리트 치기를 치기 전에 운반장치, 치기설비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트 속에 잡물이 혼입되는 것을 방지해야 한다. 콘크리트가 닿았을 때 흡수할 염려가 있는 곳은 미리 습하게 하여 두어야 한다. 다만, 습기를 지나치게 주어서 수분이 고이지 않도록 주의해야 한다. 콘크리트를 직접 지면에 치는 경우에는 미리 깔기 콘크리트를 깔아두는 것이 좋다.
- (4) 터파기 안의 물은 치기 전에 제거해야 한다. 또 터파기 안에 흘러들어온 물에 이미 친 콘크리트가 씻기지 않도록 적당한 조치를 강구해야 한다.

3.4.2 치기

- (1) 콘크리트의 치기는 원칙적으로 3.3.1항에 정해진 시공계획서에 따라 쳐야 한다.
- (2) 콘크리트의 치기 작업을 할 때에는 반드시 계약자의 담당기술자가 상주하여야 한다.
- (3) 콘크리트의 치기작업을 할 때에는 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 변형 및 손상되지 않도록 주의해야 한다.
- (4) 친 콘크리트를 거푸집 안에서 횡방향으로 이동시켜서는 안 된다.
- (5) 치기 도중에 심한 재료분리가 생겼을 때에는 재료분리를 방지할 방법을 강구해야 한다.
- (6) 한 구획내의 콘크리트는 치기가 완료될 때까지 연속해서 쳐야 한다.
- (7) 콘크리트는 그 표면이 한 구획 내에서는 거의 수평이 되도록 치는 것을 원칙으로 한다. 콘크리트 치기의 1층 높이는 다짐능력을 고려하여 이를 결정해야 한다.
- (8) 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 칠 경우, 상층의 콘크리트 치기는 원칙적으로 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 쳐야 하며, 상층과 하층이 일체가 되도록 시공해야 한다.
- (9) 거푸집의 높이가 높을 경우, 재료분리를 방지하기 위하여 상부의 철근 또는 거푸집에 콘크리트가 부착하여 경화하는 것을 방지하기 위해 거푸집에 투입구를 설치하거나, 연직슈트 또는 펌프배관의 배출구를 치기면 가까운 곳까지 내려서 콘크리트를 치기를 해야 한다. 이 경우 슈트, 펌프배관, 버킷, 호퍼 등의 배출구와 치기면까지의 높이는 1.5m 이하를 원칙으로 한다.
- (10) 콘크리트 치기 도중 표면에 떠올라 고인 블리딩 수가 있을 경우에는 적당한 방법으로 이 물을 제거한 후가 아니면 그 위에 콘크리트를 쳐서는 안 된다.
- (11) 콘크리트 표면에 고인 물을 제거하기 위하여 콘크리트 표면에 도랑을 만들어 흐르게 해서 안 된다.
- (12) 벽 또는 기둥과 같이 높이가 높은 콘크리트를 연속해서 칠 경우에는 치기 및 다짐 때 재료분리가

- 될 수 있는 대로 적게 되도록 콘크리트의 반죽질기 및 쳐올라가는 속도를 조정해야 한다.
- (13) 콘크리트 치기시 자유낙하높이는 1.5m이하로 하여야 한다.
- (14) 콘크리트 1회 타설높이는 최대 3m이상 이 되지 않도록 함을 원칙으로 한다.
- (15) 콘크리트 타설부재가 윗면보다 아랫면이 클 경우에는 내구성 검토를 다시 하여야 한다.
- (16) 콘크리트 타설계획은 시공이음위치, 타설순서와 방법, 다짐기계, 양생방법 검토는 물론 전기급·배수, 환기, 전차선 매입전 대파손잡이 등 설비시설물의 배치배열을 고려하여 수립해야 한다, 구조물시공은 시공측량 및 내공단면 확인을 거쳐 시행하여야 한다.
- (17) 휨부재, 벽체, 기둥의 유효깊이와 순덮개의 허용시공오차 범위는 다음 표를 기준으로 한다.

유효 깊이	허용 오차 범위	
	유효 깊이	순 덮개
mm	mm	mm
$d \leq 200$	± 10	- 10
$d \leq 200$	± 13	- 13

- (18) 철근이 끝나는 위치나 절곡위치는 설계도면과의(-)오차를 허용치 않고 (+)50mm 오차까지 허용한다.
- (19) 거푸집 내면의 치수오차는 기둥과 보의 단면에 대하여 시공오차를 $\pm 10\text{mm}$, 슬래브의 경우 $\pm 5\text{mm}$, 기초판의 경우(+)50mm에서 (-)10mm, 기타부재는 -5%까지 허용할 수 있다. 하지만 도시철도건설규칙이나 서울특별시 도시철도건설기준에 관한 규칙에서 정한 각종한계를 위배해서는 안 된다.
- (20) 거푸집공에 명시된 해당요건을 참조하여 시공줄눈, 신축줄눈 및 분리줄눈을 포함한 콘크리트내의 모든 줄눈의 위치를 명시한 시공도면 및 콘크리트의 종류 및 등급 그리고 수량과 함께 타설방법, 순서, 위치 및 경계를 명시한 시공도면을 작성, 제출하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.
- (21) 콘크리트내의 콜드 조인트는 시공이음으로 예정되고, 적절하게 처리된 것이 아니면 허용해서는 안 된다.
- (22) 구조물에 모든 말뚝이 박힐 때까지 말뚝이 필요한 구조물내 또는 인접해서 콘크리트를 쳐서는 안 된다.
- (23) 더운 날씨에는 콘크리트의 재료, 배합, 비비기, 운반, 치기 및 양생 등은 콘크리트표준시방서의 서중 콘크리트 시공 규정에 합치되도록 해야 한다.
- (24) 거푸집과 철근의 검측전에 콘크리트를 쳐서는 안 된다.
- (25) 기초조정 콘크리트
- ① 본 공사의 콘크리트는 레미콘 사용을 원칙으로 한다.
 - ② 자갈깔기는 원칙적으로 하지 않는다. 단, 공사감독관이 지시할 때에는 지질, 용수상황에 따라 시행할 수 있고 이때 굴착저면의 불균형한 것을 고르고 지시하는 두께로 자갈을 깔고 잘 다져야 한다.
 - ③ 콘크리트는 굴착 저면쪽에 시공함을 원칙으로 한다.
 - ④ 콘크리트의 시공에 있어 흠막이면에서의 용수는 배수시설로 배수해야 한다.
 - ⑤ 콘크리트 표면은 방수공 시공에 지장이 없도록 평활하게 시공해야 한다.
- (26) 전차선 매입 전
- ① 거푸집을 설치한 후 상부 슬래브에 레일중심을 정확히 표시하고 하부 철근을 배근한 다음 매입 전에

설계도에 표시된 위치에 설치하여야 하며 콘크리트 타설시 이동되지 않도록 매입 전을 철근에 완전히 고정시켜야 한다.

- ② 수직부분은 거푸집 위에 설치하고 가설용 볼트를 거푸집 안쪽에 고정시키고 볼트 및 너트는 거푸집 철거 후 설치하여야 한다.
- ③ 에어섹션(air section), 신축줄눈, 정착부(anchoring) 등의 개소에는 각 장치의 설치에 적합하도록 관련부서, 관련 수급인의 확인 후 매입 전을 추가 설치하여야 한다.

(27) 표면결합의 보수

- ① 표면결합의 보수는 관련전문가의 자문에 따라 결정된 보수방법으로 정밀하게 시행하여야 한다.
- ② 표면결합은 거푸집 긴결재의 구멍, 공극 또는 공기 주머니, 깊이와 지름이 6mm이상인 벌레구멍, 벌집, 돌주머니, 육안으로 보이는 시공이음, 잔골재 얼룩무늬 등을 포함한다.
- ③ 표면결합의 보수는 밀착되고, 콘크리트 표면의 인접한 표면과 어울리는 색상과 조직을 가지며, 수축 균열이 없어야 한다.

(28) 차수턱의 콘크리트 타설

- ① 콘크리트 차수턱은 수밀성을 요하는 구조물로서, 본체구조물과 같이 타설하여 시공이음이 생기지 않도록 하여야 한다.
- ② 시공성을 위하여 본체구조물 타설후 일정시간 경과 후 차수턱 콘크리트를 타설 할 수 있으나 이 경우에도 콜드조인트가 발생하지 않도록 이어치기의 시간 간격은 외기온도 25℃ 미만 일때는 120분, 25℃ 이상인 경우에는 90분 이내로 한다.

3.4.3 40MPa 콘크리트 타설

- (1) 40MPa강도의 콘크리트를 적용하는 기둥부는 30MPa를 적용하는 슬래브 및 벽체, 거더와는 별도로 분리 타설토록 계획되어야 한다.
- (2) 시공시 이중 강도의 콘크리트 적용에 따른 시공자의 혼란을 방지하기 위하여 매 기둥마다 기둥거푸집에 40MPa이 명기된 표지판을 설치하여야 한다.
- (3) 40MPa강도의 콘크리트가 타설된 기둥부에는 시공시 감독의 승인을 득하여 유지관리시 식별이 용이하도록 강도를 표기하여야 한다.

3.4.4 다지기

- (1) 콘크리트 다지기에는 내부진동기의 사용을 원칙으로 하나, 얇은 벽 등 내부진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기를 사용해도 좋다.
- (2) 콘크리트는 친 직후 바로 충분히 다져서 콘크리트가 철근 및 매설물 등의 주위와 거푸집의 구석구석까지 잘 채워져 밀실한 콘크리트가 되도록 해야 한다.
- (3) 진동다짐을 할 때에는 진동기를 아래층의 콘크리트 속에 100mm정도 찔러 넣어야 한다.
- (4) 내부진동기의 찔러 넣는 간격 및 한 장소에서의 진동시간 등은 콘크리트를 충분히 잘 다질 수 있도록 정해야 한다. 또 진동기는 콘크리트로부터 천천히 빼내어 구멍이 남지 않도록 해야 한다.
- (5) 재진동을 할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향이 생기지 않도록 초결이 일어나기 전에 실시해야 한다.

3.4.5 침하균열에 대한 조치

- (1) 슬래브 또는 보의 콘크리트가 벽 또는 기둥의 콘크리트와 연속되어 있는 경우에는 침하균열을 방지

하기 위하여 벽 또는 기둥의 콘크리트 침하가 거의 끝난 후부터 슬래브, 보의 콘크리트를 쳐야 한다. 내민부분을 가진 구조물의 경우에도 동일한 방법으로 시공한다.

- (2) 콘크리트가 굳기 전에 침하균열이 발생한 경우에는 즉시 다짐(Tamping)을 하여 균열을 제거해야 한다. 침하균열을 콘크리트 침하가 철근이나 매설물에 구속되는 경우에도 발생하는 경우가 있으며, 침하균열이 발생할 경우에는 다짐을 실시하는 것이 좋으며, 이 방법은 발생 후 장시간 경과한 후에는 효과가 없으므로 발생 직후에 곧바로 실시한다.

3.4.6 콘크리트 표면의 마감처리

- (1) 치기 및 다짐 후에 콘크리트의 표면은 요구되는 정밀도와 물매에 따라 평활한 표면마감을 해야 한다.
- (2) 블리딩, 들뜬 골재, 콘크리트의 부분침하 등의 결함은 콘크리트 응결 전에 수정처리를 완료해야 한다.
- (3) 기둥, 벽 등의 수평이음부의 표면은 소정의 물매와 거친면으로 마감한다.

3.5 양생

3.5.1 일반사항

콘크리트는 친 후 소요기간까지 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생하여야 한다. 구체적인 방법이나 필요한 일수는 각각 해당하는 조항에 따라 구조물의 종류, 시공조건, 입지조건, 환경조건 등 각각의 상황을 고려하여 정한다.

3.5.2 습윤양생

- (1) 콘크리트는 친 후 경화를 시작할 때까지 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 보호해야 한다.
- (2) 콘크리트의 표면을 해치지 않고 작업이 될 수 있을 정도로 경화하면 콘크리트의 노출면은 양생용 매트, 가마니 등을 적셔서 덮거나 또는 살수를 하여 습윤상태로 보호해야 한다. 습윤상태의 보호기간은 보통포틀랜드시멘트를 사용할 경우 5일간 이상, 고로슬래그 시멘트를 사용할 경우 7일간 이상, 조강포틀랜드시멘트를 사용한 경우 3일간 이상을 표준으로 한다. 중용열 포틀랜드시멘트, 내황산염포틀랜드시멘트, 초조강포틀랜드시멘트, 플라이애시시멘트, 고로시멘트, 실리카시멘트 등을 사용할 경우에는 구조물의 종류, 위치, 노출되는 기상조건, 공사의 기간, 시공방법 등을 미리 충분히 검토하고 습윤양생 기간을 결정해야 한다.
- (3) 거푸집판이 건조할 염려가 있을 때에는 살수해야 한다.
- (4) 막양생을 할 경우에는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 균일하게 살포해야 한다. 막양생으로 수밀한 막을 만들기 위해서는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 살포할 필요가 있으므로 사전에 살포량, 시공방법 등에 관해서 시험을 통하여 충분히 검토해야 한다. 막양생제는 콘크리트 표면의 물빛(水光)이 없어진 직후에 얼룩이 생기지 않도록 살포해야 한다. 살포는 방향을 바꾸어서 2회 이상 실시한다.

3.5.3 온도제어 양생

- (1) 콘크리트는 경화가 충분히 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을 유지하여 저온, 고온, 급격한 온도변화 등에 의한 유해한 영향을 받지 않도록 해야 한다.

- (2) 온도제어양생을 실시할 경우에는 온도제어방법 및 양생일수를 콘크리트의 종류 및 형상, 치수를 고려하여 적절히 정해야 한다.

3.5.4 유해한 작용에 대한 보호

콘크리트는 양생기간 중에 예상되는 진동, 충격, 하중 등의 유해한 작용으로부터 보호해야 한다.

3.5.5. 촉진양생

증기양생, 기타의 촉진양생을 실시할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 온도의 상승 및 하강속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정해야 한다.

3.6 이음

3.6.1 일반사항

- (1) 설계서에 정해져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜져야 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.

3.6.2 시공이음

- (1) 시공이음은 될 수 있는 대로 전단력이 작은 위치에 설치하고, 시공이음을 부재의 압축력이 작용하는 방향과 직각되게 하는 것이 원칙이다.
- (2) 부득이 전단이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우에는 시공이음에 장부 또는 홈을 만들든가 적절한 강재를 배치하여 보강해야 한다.
- (3) 시공이음부를 철근으로 보강하는 경우에 정착길이는 철근지름의 20배 이상으로 하고, 원형철근의 경우에는 갈고리를 붙여야 한다.
- (4) 시공이음을 계획할 때에는 온도변화, 건조수축 등에 의한 균열의 발생에 대해서도 고려해야 한다.
- (5) 시공이음부에 다음 콘크리트를 치기 전에 고압분사(Water Jet)로 청소한 후 물로 충분히 흡수시킨 후 시멘트풀, 부배합의 모르타르, 양질의 접착제 등을 바른 후 이어치기를 한다.

3.6.3 수평시공이음

- (1) 수평시공이음이 거푸집에 접하는 선은 될 수 있는 대로 수평한 직선이 되도록 해야 한다.
- (2) 콘크리트를 이어 칠 경우에는 구 콘크리트 표면의 레이탄스, 품질이 나쁜 콘크리트, 딱 달라붙지 않은 골재알 등을 완전히 제거하고 충분히 흡수시켜야 한다.
- (3) 새 콘크리트를 치기 전에 거푸집을 바로 잡고, 새 콘크리트를 칠 때 구 콘크리트와 밀착되게 다짐을 잘 해야 한다.
- (4) 시공이음부가 될 콘크리트면은 느슨해진 골재알 등이 없도록 마무리하고, 경화가 시작되면 되도록 빨리 조기에 쇠솔(Wire Brush)이나 모래분사 등으로 면을 거칠게 하며 충분히 습윤상태로 양생하여야 한다.
- (5) 시공이음 근처에 거푸집 긴결재(Form Tie), 간극재(Separator) 등의 거푸집 긴결재를 배치하여 새 콘크리트를 치기 전에 거푸집을 다시 조여서 바로 잡아 구 콘크리트면에 모르타르가 흐르거나 시공이음에 어긋남이 생기지 않도록 해야 한다. 새 콘크리트를 치기 전에 처리된 시공이음면에는 부착을 좋게 하기 위하여 고압분사로 청소하고 접착제를 바르거나 또는 사용하는 콘크리트 중의 모르타르와 같

- 은 배합 또는 이보다 좋은 부배합의 모르타르를 깔고 신 콘크리트를 수 mm 두께로 이어치도록 한다.
- (6) 역방향 치기 콘크리트의 시공시에는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체가 되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공방법을 선정해야 한다.

3.6.4. 연직시공이음

- (1) 연직시공이음의 시공에 있어서는 시공이음면의 거푸집을 견고하게 지지하고 이음부분의 콘크리트는 진동기를 써서 충분히 다져야 한다.
- (2) 시공이음면의 거푸집 철거는 콘크리트가 굳은 후 되도록 빠른 시기에 한다. 다만, 거푸집의 제거 시기를 너무 빨리하면 콘크리트에 유해한 영향을 주기 때문에 주의하여야 한다. 일반적으로 연직시공이음부의 거푸집 제거시기는 콘크리트를 치고난 후 여름에는 4~6시간 정도, 겨울에는 10~15시간 정도로 한다.
- (3) 시공이음면은 거푸집을 철거후 곧 쇄술이나 쪼아내기(Chipping) 등에 의하여 거칠게 하고, 충분히 흡수시킨 후에 시멘트풀, 모르타르 또는 습윤면용 에폭시수지 등을 바른 후 새 콘크리트를 쳐서 이어 나가야 한다.
- (4) 새 콘크리트를 칠 때는 산구 콘크리트가 충분히 밀착되도록 잘 다져야 한다. 새 콘크리트를 친 후 적당한 시기에 재진동 다지기를 하는 것이 좋다.
- (5) 연직시공이음은 18m 이내에 두는 것을 원칙으로 한다. 다만, 종방향 1회타설(연직시공이음) 길이 중 가시 수화열 해석 재검토 등 별도의 온도균열 저감대책을 수립하여 감독관의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

3.6.5 바닥틀과 일체로 된 기둥, 벽의 시공이음

바닥틀과 일체로 된 기둥 또는 벽의 시공이음은 바닥틀과의 경계부근에 설치하는 것이 좋다. 내민부분을 가진 구조물의 경우에도 마찬가지로 시공해야 한다. 현치부 콘크리트는 다짐이 불량하기 쉬우므로 다짐에 각별히 주의하여 밀실한 콘크리트가 얻어지도록 해야 한다.

3.6.6 바닥틀의 시공이음

바닥틀의 시공이음은 슬래브 또는 보의 지간중앙부 1/3 이내에 두어야 한다. 다만, 보가 그 지간중에서 작은 보와 교차할 경우에는 작은 보 폭의 약 2배의 거리만큼 떨어진 곳에 보의 시공이음을 설치하고, 시공이음을 통하는 경사진 인장철근을 배치하여 전단력에 대하여 보강해야 한다.(그림 6-1 참조)

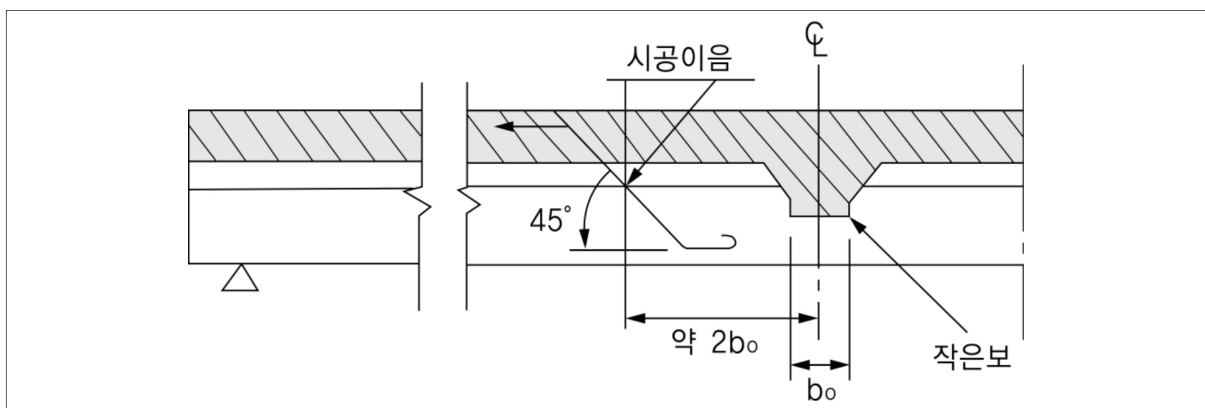


그림 6-1 철근에 의한 시공이음의 보강

3.6.7 아치의 시공이음

- (1) 아치의 시공이음은 아치축에 직각방향이 되도록 설치해야 한다.
- (2) 아치의 폭이 넓을 때는 지간방향의 연직시공이음을 설치해야 한다.

3.6.8 신축이음

신축이음에는 구조물이 서로 접하는 양쪽부분을 절연시켜야 한다. 신축이음에는 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치해야 한다.

3.6.9 균열유발줄눈

균열의 제어를 목적으로 균열유발줄눈을 설치할 경우 구조물의 강도 및 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정해야 한다.

3.7 표면마무리

3.7.1 일반사항

- (1) 노출 콘크리트에서 균일한 노출면을 얻기 위해서는 동일공장제품의 시멘트, 같은 종류이고 같은 입도의 골재, 같은 배합의 콘크리트, 같은 콘크리트 치기방법을 사용해야 한다.
- (2) 미리 정해진 구획의 콘크리트 치기는 연속해서 일괄작업으로 끝마쳐야 한다.
- (3) 수평시공이음이 거푸집에 접하는 선은 될 수 있는 대로 수평한 직선이 되도록 해야 한다.
- (4) 콘크리트 마무리의 평탄성은 아래의 표 6-2에 준한다.

표 6-2 콘크리트 마무리의 평탄성 표준 값

콘크리트 면의 마무리	평탄성(mm)	참 고	
		기둥, 벽의 경우	바닥의 경우
마무리 두께 7mm 이상 또는 바탕의 영향을 많이 받지 않는 마무리의 경우	1m당 10 이하	바름 바탕 띠장 바탕	바름 바탕 이중마감 바탕
마무리 두께 7mm 이하 또는 양호한 평탄함이 필요한 경우	3m당 10 이하	뽀칠 바탕 타일 압착 바탕	타일 바탕 용단칼기 바탕 방수 바탕
제물치장 마무리 또는 마무리 두께가 얇은 경우	3m당 7 이하	제물치장 콘크리트 도장 바탕 천붙임 바탕	수지 바름 바탕 내 마모 마감 바탕 쇠흙손 마감 마무리

3.7.2 거푸집판에 접하지 않은 면의 마무리

- (1) 다지기를 끝내고 거의 소정의 높이와 형상으로 된 콘크리트의 윗면은 스며 올라온 물이 없어진 후나 또는 물을 처리한 후가 아니면 마무리해서는 안된다. 마무리에는 나무흙손이나 적절한 마무리기계를 사용해야 하고, 마무리 작업은 과도하게 되지 않도록 해야 한다.
- (2) 마무리 작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 다짐(Tamping) 또는 재마무리에 의해서 제거해야 한다. 필요에 따라 재진동을 해도 좋다.
- (3) 매끄럽고 치밀한 표면이 필요할 때는 작업이 가능한 범위에서 될 수 있는 대로 늦은 시기에 쇠흙손으로 강하게 힘을 주어 콘크리트 윗면을 마무리해야 한다.

3.7.3 거푸집판에 접하는 면의 마무리

- (1) 노출면이 되는 콘크리트는 평활한 모르타르의 표면이 얻어지도록 치고 다져야 한다. 최종 마무리된 면은 설계 허용오차의 범위를 벗어나지 않아야 한다.
- (2) 콘크리트 표면에 흠이나 줄이 생긴 경우에는 이를 매끈하게 다져내고, 곰보와 흠이 생긴 경우에는 그 언저리의 불완전한 부분을 쪼아내고 물로 적신 후, 적당한 배합의 콘크리트 또는 모르타르로 땀질을 하여 매끈하게 마무리해야 한다.
- (3) 거푸집을 떼어낸 후 온도응력, 건조수축 등에 의하여 표면에 발생한 균열은 필요에 따라 적절히 보수해야 한다.

3.7.4 마모를 받는 면의 마무리

- (1) 마모를 받는 면의 경우에는 콘크리트의 마모에 대한 저항성을 높이기 위하여는 강경하고 마모저항이 큰 양질의 골재를 사용하고 물-시멘트비를 작게 해야 한다. 또 밀실하고 균등질의 콘크리트로 되게 하기 위하여 꼼꼼하게 다지는 동시에 충분히 양생해야 한다.
- (2) 마모에 대한 저항성을 크게 할 목적으로 철분이나 철립골재(鐵粒骨材)를 사용하거나 수지콘크리트(Resin Concrete), 폴리머콘크리트(Polymer Concrete), 섬유보강 콘크리트, 폴리머함침콘크리트(Polymer-impregnated Concrete) 등의 특수 콘크리트를 사용할 경우에는 각각의 특별한 주의사항에 따라 시공해야 한다.

3.7.5 특수 마무리

특수한 마무리를 할 경우에는 구조물 전체에 나쁜 영향을 주지 않도록 해야 한다.

3.7.6 콘크리트 표면은 별도의 표면보호제를 사용하여 처리를 하지 않아도 된다.

3.7.7 그라우트공

- (1) 본 공사에서는 구조물을 위한 그라우트는 사용하지 않는다.
- (2) 만약 본체 구조물(영구시설재 구조물)에 그라우트를 사용할 필요가 있을 때에는 반드시 공사감독관과 협의하여 시행하여야 한다.

3.8 품질관리 및 검사

3.8.1 일반사항

- (1) 소요의 품질을 가지는 콘크리트 구조물을 경제적으로 만들기 위해서는 콘크리트의 재료, 강재, 기계설비, 작업 등을 관리해야 하며, 품질관리 책임자를 정하여 공사감독관의 승인을 받아야 한다.
- (2) 시공은 시방서에 지시된 원칙에 따라 수행하며, 동시에 아래의 3.8.4에 정해진 각종의 시험을 실시하여 소정의 조건을 만족하는지 확인해야 한다.
- (3) 레디믹스트콘크리트를 사용하는 경우 재료, 제조설비, 작업 등의 관리, 콘크리트의 품질관리 및 검사는 KS F 4009(레디믹스트콘크리트)의 규정을 따른다. 또한 유동화콘크리트의 경우에는 베이스콘크리트와 유동화콘크리트 양쪽에 대하여 위의 각 시험을 실시해야 한다.
- (4) 고로슬래그 미분말, 플라이애쉬 중 한종류의 혼화재를 단위 결합재량 대비 10%를 초과 사용하여 레미콘을 제조하는 경우에는 레미콘아스콘 품질관리지침 제 11조 ②에 의거하여 별표 1(혼화재를 사용한 레미콘의 품질관리)에 따라 품질관리를 실시하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당

하는 경우에는 해당 건설공사의 수요자와 생산자가 협의하여 품질관리기준을 달리 할 수 있다.

- ① 고로슬래그 미분말, 플라이애시 이외에 실리카폼 등의 혼화재를 사용하고자 하는 경우
- ② 고로슬래그 시멘트, 플라이애시시멘트 등 혼합시멘트를 사용하고자 하는 경우
- ③ 다성분계 콘크리트를 제조하고자 하는 경우
- ④ 별표 1에서 규정한 혼화재 치환율의 범위 이외의 경우
- ⑤ 콘크리트표준시방서에서 규정하는 일반콘크리트 이외의 프리스트레스트 콘크리트·매스콘 콘크리트, 경량골재콘크리트, 해양콘크리트, 수중콘크리트, 프리플레이스콘크리트, 숏크리트, 철골철근콘크리트, 포장콘크리트 등 특수콘크리트를 사용하고자 하는 경우
- (5) 시점부 염분영향 구간의 삼성분계 콘크리트 구조물에 대한 강도발현 등을 품질기준에 따라 모니터링 하여 철저한 품질관리를 하여야 한다.
- (6) 수급인은 품질관리시험을 수행해야하며, 콘크리트표준 시방서에 합치되도록 실시하여야 한다.
- (7) 수급인은 배합설계 및 콘크리트 강도 시험결과를 공사감독관에게 제출하여 확인을 받아야 한다.

[별표 1]

혼화재를 사용한 레미콘의 품질관리

구분	품질관리 기준
품질	· 혼화재를 사용한 레미콘은 KS F 4009 레디믹스트 콘크리트 5. 품질에 정한 바에 따른 워커빌리티·강도·내구성을 가져야 한다.
재료	1. 시멘트는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)에 적합한 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하여야 한다. 2. 고로슬래그 미분말은 KS F 2563(콘크리트용 고로슬래그 미분말)에 적합한 것이어야 한다. 3. 플라이애시는 KS L 5405(플라이애시)에 적합한 것이어야 한다. 4. 그 밖의 재료는 KS F 4009 레디믹스트콘크리트 3. 재료에 따른다.
배합	1. 레미콘의 배합은 KS F 4009 레디믹스트 콘크리트 7. 배합에 따른다. 2. 혼화재의 사용량, 단위수량 및 단위포틀랜드 시멘트량은 다음 각 목에서 정한 바에 따른다. 가. 혼화재의 종류 및 사용량은 사용목적에 따라 다음 범위로 한다. 1) 고로슬래그 미분말의 치환율 10퍼센트 이상 50퍼센트 이하 2) 플라이애시의 치환율 10퍼센트 이상 25퍼센트 이하 나. 레미콘의 단위수량은 원칙적으로 185kg/m ³ 이하로 하며, 소요되는 강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성 및 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량을 가능한 적게 하도록 한다. 다. 단위 보통포틀랜드 시멘트량은 원칙적으로 200kg/m ³ 이상으로 하되, 이 외의 경우에는 구입자와 협의하여 정한다.
제조	· 레미콘의 제조는 KS F 4009 레디믹스트 콘크리트 8. 제조에 따르며, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시의 저장은 다음 각 호에 따른다. 1. 저장설비는 방습적인 구조를 갖추고 품종별로 구분하여 저장할 수 있는 것이어야 하며, 원칙적으로 사일로에 저장하되 항시 시료를 채취할 수 있는 구조이어야 한다. 2. KS 인증제품이 아닌 혼화재를 사용하는 경우 플라이애시는 강열감량, 고로슬래그 미분말은 비표면적(분말도)을 매 입고 시 마다 자체시험 또는 외부시험을 통하여 확인하여야 한다.
타설	· 레미콘의 타설은 콘크리트 표준시방서 제2장 3.4에 따르며, 타설 시 콘크리트의 온도는 섭씨 10도 이상 이어야 한다.

구분	품질관리 기준				
양생, 탈형	1. 레미콘의 양생, 거푸집의 탈형은 콘크리트 표준시방서 제2장 3.5, 4장 3.5에 따른다. 2. 기초, 보열, 기둥 및 벽의 측벽 거푸집 해체는 구조물과 동일조건에서 양생한 현장양생공사체의 콘크리트 압축강도가 5MPa 이상에 도달하였음을 압축강도 시험에 의해 확인된 경우에 해체할 수 있다. 다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 압축강도 시험에 따른 확인없이 거푸집 해체가 가능하다. 가. 평균 외기온도가 섭씨 20도 이상이며 콘크리트의 재령이 5일 이상 나. 평균 외기온도가 섭씨 10도 이상 섭씨 20도 미만이며 콘크리트 재령이 8일 이상				
품질관리 및 검사	1. 사용재료의 시험·검사·확인 은 콘크리트 표준시방서 제2장 2.6에 따른다. 2. 고로슬래그 미분말 및 플라이애시에 대한 품질시험·검사는 다음 표에 따라 실시하며, 혼화재의 저장기간이 3개월 이상 경과한 경우 품질시험·검사를 재 실시 한다.				
	구분	항목	시험·검사방법	시기·회수	판정기준
	고로 슬래그 미분말	고로슬래그 미분말의 종류	제조회사의 성적서 또는 납품서에 의한 확인	공사시작전	시방내용 또는 공사감리자의 승인을 받은 것일 것
		밀도 비표면적 활성도지수 플로값비 산화마그네슘 삼산화황 강열감량 염화물이온	제조회사의 성적서에 의한 확인 또는 KS F 2563의 방법	공사시작전 및 공사중 1회/월 이상 및 3개월이상 저장한 경우	KS F 2563 (콘크리트용 고로슬래그 미분말)에 적합할 것
	플라이 애시	플라이애시의 종류	제조회사의 성적서 또는 납품서에 의한 확인	공사시작전	시방내용 또는 공사감리자의 승인을 받은 것일 것
이산화규소 수분 강열감량 밀도 분말도 플로값비 활성도지수		제조회사의 성적서에 의한 확인 또는 KS L 5405의 방법	공사시작전 및 공사중 1회/월 이상 및 3개월이상 저장한 경우	KS L 5405 (플라이애시)에 적합할 것	
3. 현장품질관리는 제10조(시공 품질관리 시험·검사 등)에 따르며, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시의 치환율은 다음 표에 따라 검사를 실시한다.					
항목		시험방법	시기	판정기준	
고로슬래그 미분말 또는 플라이애시의 치환율		배합표 및 콘크리트의 제조관리기록에 따른 확인	① 타설 초기 ② 타설중에 품질에 변화가 발견될 때	혼화재 사용량의 차이가 ±2% 범위이내일 것	

3.8.2 강도

- (1) 콘크리트의 강도는 일반적으로 표준양생한 콘크리트 공시체의 재령 28일에서의 시험값을 기준으로 한다.
- (2) 콘크리트 구조물의 설계에서 사용하는 콘크리트의 강도로서는 압축강도 이외에 인장강도, 휨강도, 전단강도, 지압강도, 강재와의 부착강도 등이 있으나, 콘크리트 구조물은 주로 콘크리트의 압축강도를 기준으로 한다.
- (3) 콘크리트의 압축강도시험, 인장강도시험 및 휨강도시험은 각각 KS F 2405, KS F 2423 및 KS F 2408에 따른다. 또 공시체의 제작방법에 대해서는 KS F 2403에 따른다.
- (4) 수급인은 압축시험 공시체를 준비 및 양생하여야 하며, 원주공시체는 KS F 2405에 합치되도록 시험하여야 한다.
- (5) 콘크리트의 각 종류 대하여 제작되는 원주형 공시체의 최소개수는 매 450m³에 대하여 (레디믹스트콘크리트 기준) 4조가 되어야 한다.
- (6) 제작된 공시체는 KS F 2405에 합치되도록 1조의 공시체를 7일에 시험하여야 하며, 3조의 공시체는 28일 시험하여야 한다.

3.8.3 콘크리트 중의 염화물 함유량의 한도

- (1) 콘크리트 중의 염화물 함유량은, 콘크리트 중에 함유된 염화물이온의 총량으로 표시하기로 한다. 콘크리트용 재료에 함유되어 있는 염화물로서는 염화나트륨, 염화칼륨, 염화칼슘, 염화마그네슘, 기타가 있지만, 개개의 염화물의 양을 구한다는 것은 번잡하다. 그러나 염화물이온의 측정은 비교적 간단하기 때문에 콘크리트 중의 염화물 함유량은, 콘크리트 중에 함유되어 있는 염화물이온의 총량으로 표시하는 것으로 한다.
- (2) 비철 때 콘크리트 중의 전 염화물이온량은 원칙으로 0.30kg/m³ 이하로 한다. 콘크리트를 비비는 시점에서의 콘크리트 중의 전 염화물이온량이란, 현장배합을 바탕으로 계산한 경우에, 이들 각 재료로부터 콘크리트 중에 공급된다고 생각되는 염화물이온량의 총합을 말한다.
- (3) 상수도 물을 혼합수로 사용할 때 여기에 함유되어 있는 염화물이온량이 불분명한 경우에는 혼합수로부터 콘크리트 중에 공급되는 염화물이온량을 0.04kg/m³로 보아도 좋다. 현장배합을 바탕으로 계산한 염화물이온의 총량이 허용한도보다 커질 경우에는 사용재료의 일부 또는 전부를 다른 것으로 변경하여야 한다.
- (4) 일반적인 조건하에서 공급되는 철근콘크리트나 포스트텐션방식의 프리스트레스트콘크리트 및 가외철근을 갖는 무근콘크리트의 경우에 염화물이온량이 적은 재료의 입수가 매우 곤란한 경우에는, 공사감독관의 승인을 얻어 콘크리트 중의 전 염화물이온량의 허용상한치를 0.60kg/m³으로 할 수 있다.
- (5) 무근콘크리트에서 가외철근도 배근이 안된 경우에는 이 조의 규정은 적용되지 않는다.

3.8.4 시험

(1) 시험방법

시험방법은 KS 등에 정해진 방법을 따라야 하고, 재료시험은 소정의 자격을 갖춘 전문기술자가 해야 한다.

(2) 콘크리트용 재료의 시험

- ① 공사개시 전에 시멘트, 물, 잔골재, 굵은골재, 혼화재료 등 필요한 모든 재료의 시험을 실시하여 각각의 품질을 확인 그 적합성 여부를 판단해야 한다.

- ② 공사중 재료의 품질 및 그 변동을 확인하기 위하여 필요에 따라 모든 재료의 시험을 실시한다.
- ③ 포틀랜드시멘트의 시험은 KS L 5201에 의하거나 또는 제조회사의 최근의 시험성적서를 확인하는 것으로 대신할 수 있으며, 콘크리트공사 개시전 및 공사기간 중 실시한다.
- ④ 골재의 각종 시험은 다음의 KS 규정에 맞도록 해야 하며, 콘크리트공사 개시 전, 골재 산지가 바뀔 경우 실시한다. 다만, 알칼리실리카 반응성시험은 6년에 1회 이상 공사감독관 지시에 따라 실시한다.

레디믹스트콘크리트의 경우는 생산자가 행하는 최근의 관리 시험 결과를 확인한다.

- a. 입도, 조립률 KS F 2502(골재의 체가름 시험방법)
 - b. 비중, 흡수율 KS F 2503(굵은골재의 비중 및 흡수량 시험방법)
KS F 2504(잔골재의 비중 및 흡수율 시험방법)
 - c. 단위용적중량 및 실적률 KS F 2505(골재의 단위중량 시험방법)
 - d. 점토량 KS F 2512(골재 중에 함유되는 점토 덩어리량의 시험방법)
 - e. 세척시험 KS F 2511(골재에 포함된 잔입자 <0.08mm체를 통과하는> 시험 방법)
 - f. 유기불순물 KS F 2510(콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험 방법)
 - g. 염화물함유량 KS F 2515(골재중의 염화물 함유량 시험방법)
 - h. 알칼리실리카 반응 KS F 2545(골재의 알칼리 잠재 반응 시험방법) (화학적 방법)
KS F 2546(시멘트와 골재의 배합에 따른 알칼리 잠재반응 시험방법) (모르타르바 시험방법)
KS F 2825(콘크리트 생산 공정 관리용 시험방법 골재의 알칼리실리카 반응성 시험방법) (신속법)
 - i. 고로슬래그 골재 KS F 2544(콘크리트용 고로슬래그 골재)
 - j. 콘크리트용 고로슬래그 미분말 KS F 2563
- ⑤ 물의 시험은 KS F 4009 및 그 부속서에 규정된 항목을 따르며, 콘크리트공사 개시전과 공사기간중 연 1회 이상 실시한다.
- ⑥ 레미믹스트 콘크리트의 경우는 생산자가 실시한 최근의 관리시험 결과를 확인한다. 혼화재료에 대한 종류 및 품질의 확인은 다음과 같으며 최근 1년 이내의 시험성적서를 따른다.
- a. 화학혼화제 KS F 2560
 - b. 콘크리트용 팽창재 KS F 2562
 - c. 철근콘크리트용 방청제 KS F 2561
 - d. 플라이애시 KS L 5405
- ⑥ 시료는 KS F 2401에 따라 채취하여야 한다.
- ⑦ KS F 2402에 합치되도록 콘크리트를 타설하는 동안 콘크리트의 슬럼프시험을 실시하여야 한다.
- (3) 콘크리트의 시험
- ① 공사개시전에 콘크리트의 배합을 정하기 위한 시험을 실시함과 아울러 기계 및 설비의 성능을 확인해야 한다.

- ② 공사 중에는 필요에 따라 다음의 시험을 실시한다.
- 슬럼프시험은 KS F 2402(콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 의한다.
 - 공기량시험은 KS F 2449(굳지않은 콘크리트의 공기량의 용적에 의한 시험방법) 또는 KS F 2421(공기실압력방법)
 - 콘크리트의 단위용적중량시험은 KS F 2409(굳지않은 콘크리트의 단위용적 중량 시험방법)
 - 콘크리트의 압축강도시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도시험)의 기준에 준한다. 압축강도시험의 공시체는 KS F 2403(콘크리트 강도시험용 공시체 제작방법)에 따라 제조한다.
 - 굳지않은 콘크리트의 염화물함유량시험은 KS F 2515(골재중의 염화물함유량시험 방법)
 - 콘크리트의 온도
 - 그 밖의 시험
 - 레디믹스트콘크리트의 품질검사는 KS F 4009의 9(검사) 규정을 따른다.
- ③ 양생이 적당한 지의 여부와 거푸집을 떼어낼 시기 및 프리스트레스의 도입시기를 정할 경우, 또는 조기에 재하할 때의 안전여부를 확인하고자 할 경우에는 될 수 있는 대로 현장의 콘크리트와 동일한 상태로 양생한 공시체를 사용하여 강도를 시험해야 한다.
- ④ 공사종료후 필요한 경우에는 콘크리트의 비파괴 시험, 구조물에서 채취한 콘크리트공시체에 대한 시험을 실시한다.
- ⑤ 콘크리트 공시체의 각 조에 대한 세 번의 압축강도시험의 평균이 규정된 압축강도와 같거나 초과하면 콘크리트 강도는 만족한 것으로 판정되며, 각각의 강도 시험치는 규정된 압축강도 보다 2.0MPa 이상 떨어져서는 안된다.
- (4) 강재의 시험
- ① 철근의 시험
철근은 사용하기 전에 그 품질을 확인하기 위한 시험을 실시하여야 하며 KS D 3504(철근콘크리트용 봉강)와 KS D 3527(철근콘크리트용 재생봉강)의 검사기준에 준한다.
 - ② 이음시험
철근이음에 용접이음, 가스압접이음, 기계적이음 등을 사용할 경우에는 사전에 그 이음의 강도를 확인하기 위한 시험을 실시해야 한다.
초음파탐사법에 의한 검사는 KS D 0273, 인장시험법은 KS D 0244의 규정을 따른다.
 - ③ PS강재의 시험
PS강재의 시험은 KS D 7002의 규정을 따른다.
- (5) 보 고
시험결과는 신속히 공사감독관에게 보고해야 한다.

3.8.5 품질관리

(1) 압축강도에 의한 콘크리트 관리

- ① 압축강도에 의한 콘크리트 관리는 일반적인 경우 조기재령의 압축강도에 의한다. 이 경우 공시체는 구조물의 콘크리트를 대표하도록 채취해야 한다.

- ② 콘크리트의 관리에 사용할 압축강도의 1회 시험값은 일반적인 경우 동일 배치에서 취한 공시체 3개에 대한 압축강도의 평균값으로 한다.
 - ③ 시험하기 위하여 시료를 채취하는 시기 및 횟수는 일반적인 경우 하루에 치는 콘크리트마다 적어도 1회, 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 연속하여 치는 콘크리트의 20~150m³마다 1회로 한다.
 - ④ 시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 관리할 경우에는 관리도 및 히스토그램(Histo-gram)을 사용하는 것이 좋다.
- (2) 물-시멘트비에 의한 콘크리트의 관리
- ① 물-시멘트비에 의하여 콘크리트를 관리할 경우에는 굳지않은 콘크리트를 분석해서 얻어진 물-시멘트비에 의하여 실시한다.
 - ② 콘크리트를 관리하기 위하여 사용하는 물-시멘트비의 1회 시험값은 동일 배치에서 취한 2개 시료의 물-시멘트비의 평균값으로 한다.
 - ③ 시험하기 위하여 시료를 채취하는 시기 및 횟수는 일반적인 경우 하루에 치는 콘크리트마다 적어도 1회, 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 연속하여 치는 콘크리트의 20~150m³마다 1회로 한다.
 - ④ 시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 관리할 경우에는 관리도 및 히스토그램을 사용하는 것이 좋다.

3.8.6 품질검사

- (1) 시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 검사할 경우에는 공사감독관의 지시에 따라 얻어진 전부의 시험값 및 일부의 연속되는 시험값을 1조로 하여 검사해야 한다.
- (2) 압축강도로부터 물-시멘트비를 정한 경우, 콘크리트의 품질검사이 일반적으로 원주 공시체에 의한 압축강도의 시험값이 설계기준강도를 밑도는 확률이 5% 이하여야 하고 또한 압축강도의 시험값이 설계기준강도의 85%를 밑도는 확률이 0.13% 이하인 것을 적당한 생산자 위험률로 추정할 수 있으면, 그 콘크리트는 소요의 품질을 가지고 있는 것으로 본다. 이 검사는 일반적인 경우 재령 28일의 압축강도에 의하여 실시하는 것으로 한다. 시험하기 위하여 시료를 채취하는 시기와 횟수는 하루에 치는 콘크리트마다 적어도 1회, 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 연속하여 치는 콘크리트의 20~150m³마다 1회로 한다. 1회의 시험값은 동일 시료에서 취한 3개의 공시체의 평균값으로 한다.
- (3) 내동해성, 화학적 내구성, 수밀성 등으로부터 물-시멘트비를 정할 경우, 콘크리트의 품질을 검사하는 데는 시험값의 평균값이 소요의 물-시멘트비보다 작거나 또는 이에 해당하는 압축강도를 웃돌고 있으면 그 콘크리트는 소요의 품질을 가지고 있는 것으로 본다.
- (4) 검사결과, 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판정되었을 경우에는 공사감독관 지시에 따라 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취하는 동시에, 구조물에 치고 있는 콘크리트가 소요의 목적을 달성할 수 있는지 여부를 확인하고, 필요에 따라 적당한 조치를 강구해야 한다.
- (5) 규정된 강도시험의 허용범위에 들지 않는 경우에 공사감독관은 배합의 조정, 최대시멘트 함량의 증가, 구조물의 추가적인 양생등 조치를 지시할 수 있다.
- (6) 실험실 시험결과가 규정된 콘크리트 강도보다 2MPa 이상 낮은 경우 또는 저장도의 콘크리트, 하중 전달 능력에 현저한 감소 및 콘크리트에서 요구되는 내구성의 부재가 존재할 가능성이 있는 경우에 공사감독관은 그 부분에 대하여 시험코어채취를 요구할 수 있다.

- (7) 시험코어는 KS F 2422에 합치되도록 채취해야 하며, 공시체는 공사감독관의 입회하에 제작되어야 한다.
- (8) 현장치기 강도의 측정을 위해 3개의 코어를 채취해야 하며, 만일 3개의 평균 강도가 규정된 설계강도의 85% 이상이고 어느 한 코어가 설계강도의 75%보다 작은 것이 없다면 코어시험이 대표하는 구역의 콘크리트는 구조적으로 적정한 것으로 판정하고 코어강도가 부적절한 곳은 정밀안전진단기관의 진단결과 및 진단에 따른 보강대책에 따라 재시공 또는 보강공사를 시행하여야 한다.
- (9) 코어를 채취한 구멍은 표면에 결함이 없도록 채워야 한다.

3.8.7 구조물 조사

- (1) 구조물은 콘크리트 거푸집 해체시부터 관리 이력서를 작성하여 관리하여야 한다.
- (2) 콘크리트 표면에 균열 또는 누수가 발생된 경우 최초발견일시와 균열폭을 측정하고 사진촬영을 하여야 하며, 향후 지속적으로 균열발생 상황을 기록 하여야 한다. 누수량을 측정할 수 있으면 누수량은 측정하여야 한다.
- (3) 균열 또는 누수에 따른 보수방법은 관련 전문가 5인(발주기관이 선정한 구조기술사 및 시공기술사 또는 토질 및 기초기술사 각 1인 포함)이내의 자문을 들어 보수방법을 결정하고, 결정된 보수방법에 따라 보수공사를 시행하여야 하며, 자문에 소요되는 비용을 설계금액에 포함된 것으로 본다.
- (4) 자문결과에 따라 보수공사에 소요되는 비용은 수급인이 부담한다.

- 측 점 :
 ○위 치 :
 ○균열 및 누수 현황도 :

시 점

종 점

상부슬래브

우측상부현치

우측벽체

하부슬래브

좌측벽체

좌측상부현치

- 점검현황
 - 최초 균열발생
 •일 시 :
 •보수방안 :

•균 열 폭 :

•진행여부 :

- 점검일지

점 검 일																
점 검 자																
이상유무																

3.9 배합설계

- (1) 허가받은 시험소나 기관 또는 적절한 콘크리트 배합설비를 갖춘 공장이나 레디믹스플랜트는 배합에 사용되는 혼화재료 및 물을 포함하여 콘크리트의 배합설계를 실시해야 한다. 시험소, 기관, 공장 및 레디믹스 플랜트는 KS 규격인증을 받고, 공사감독관이 승인하여야 하며, 배합설계비용은 수급인이 부담한다.
- (2) 배합설계는 사용된 혼화재료의 상표, 형식 및 양을 지정해야하며, 배합 설계에는 그러한 배합이 사용된 구조물에서 시멘트 대체비율과 위치를 지정해야 한다.
- (3) 색채가 있는 콘크리트의 배합설계는 자연 또는 인공 금속성 산화물 또는 안료의상표, 형식 및 사용되는 양을 지정해야 한다.
- (4) 매스 콘크리트를 위한 배합설계는 수화열을 감소시키기 위하여 플라이애쉬의 사용, 골재강도, 파이프 쿨링 기타 필요한 방법을 강구하고 배합설계부터 공사수행 세부계획서를 작성하여 공사감독관의 승인을 받은후 시공하여야 한다.
- (5) 콘크리트를 펌프카로 치는 경우 콘크리트 배합은 콘크리트 표준시방서에 합치하도록 설계해야 하며, 강도 및 슬럼프를 포함해야 하고 또한 슬럼프에 대하여는 레디믹스트콘크리트 한국산업규격(KS F 4009)에 맞아야 한다.
- (6) 배합설계는 구조물내의 각 혼합재의 위치를 지정해야 하며, 굵은 골재와 잔골재의 채취원에 대하여 명확히 명시해야 한다.
- (7) 콘크리트 배합은 규정된 양보다 적은 양의 시멘트로 규정된 강도를 얻을 수 있더라도 규정된 최소 시멘트량을 함유해야 하며 다만 이 시방서에 명시된 바에 따라 단지 수화열을 감소시키기 위한 경우에는 예외로 한다.
- (8) 콘크리트는 KS F 4009의 요건에 합치되도록 믹서트럭으로 현장까지 운반되는 중앙배치 플랜트의 레디믹스트 콘크리트라야 하며, 배치 플랜트는 항상 깨끗한 콘크리트를 제조할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.