

上
전체
교정

건축시공기술사
디테일 용어 1000
정오표: 오타자 수정

2023.09.20

Professional Engineer
한솔아카데미 백종엽

CHAPTE

01

가설공사 및 건설기계

1-1장 가설공사

1-2장 건설기계

Professional Engineer

2. 공통가설 공사

항목

타공사와 관계검토

Key Point

■ Lay Out

- 구분 · 항목 · 특징
- 요구조건 · Process

■ 핵심 단어

- Why: 본공사에 영향
- What: 요구조건 확인
- How: 내외부 현황고려

■ 연관 용어

- 공통가설공사
- 직접가설공사
- 종합가설계획도

1-2

가설공사 항목

No. 02

유형: 항목 · 시설

I. 개요

공통 가설(간접)

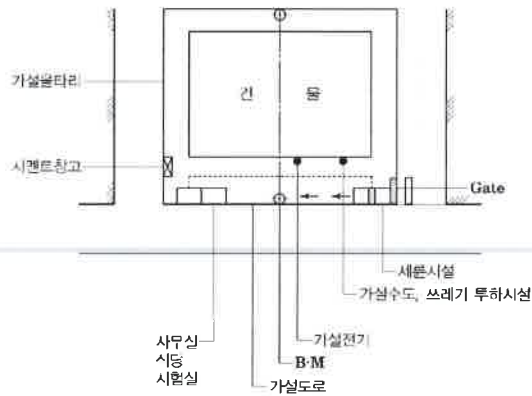
- 공사에 간접적으로 활용되어 운영, 관리상 필요한 가설물 (본 건물 이외의 보조역할 공사)

직접 가설

- 본 건물 축조에 직접적으로 활용되는 가설물

II. 가설공사의 항목

1) 공통 가설공사

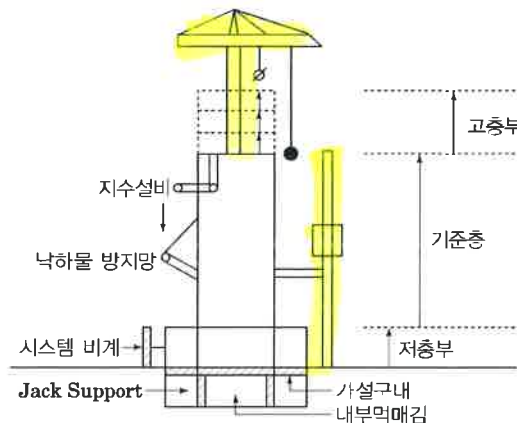


→ T/C
→ Life Cor
(상대)

※ 현장정리 + 준공청소

수평동선을 고려하여 공간활용이 용이하도록 배치

2) 직접 가설공사



→ 이쪽으로 이동

수직동선을 고려하여 양중과 공정에 지장이 없도록 배치

설비시설

환경관리시설

Key Point

국가기표준

- KCS 21 20 15

Lay Out

- 설치구조 · 기능 · 설치기준
- 종류 · 설치방법 · 적용조건
- 고려사항

핵심 단어

- Why: 오염방지
- What: 바퀴와 차체
- How: 자동살수 세척

연관 용어

- 환경관리 계획
- 비산먼지
- 대기환경
- 환경공해



2. 공통가설 공사

1-7	세륜시설	
No. 07		유형: 시설 · 기계 · 기능

I. 정 의

- ① 건설장비의 진 · 출입 시 차량을 통하여 발생하는 비산먼지 및 도로의 오염을 방지하기 위하여 바퀴와 차체를 자동 살수 세척하는 환경관리 시설
- ② 금속 지지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 닿게 한 후 전력에 의해 차 바퀴를 회전시켜 흙을 제거할 수 있는 시설

II. 세륜시설의 종류

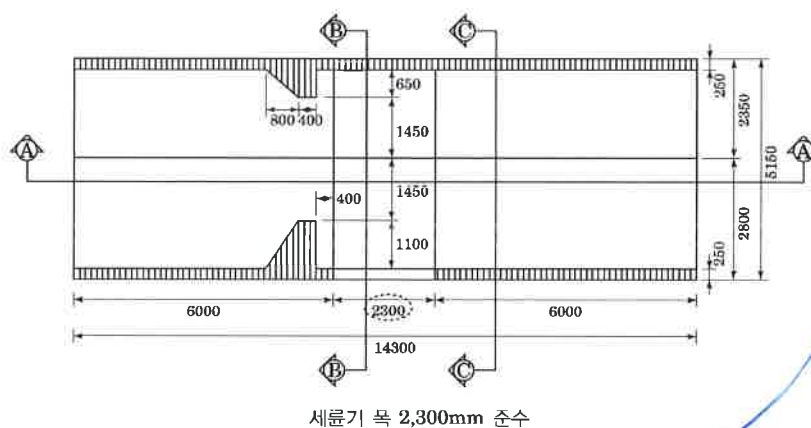
1. 자동식 세륜시설

1) 종류

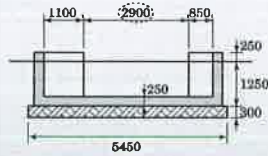
- Roll Type**
 - Roller에 의한 차륜 강제구동
 - 세륜 성능 우수/ 도심지
 - 경사지 사용불가
- Grating Type**
 - 차량자체 동력으로 전, 후진
 - 세륜시간 짧음/ 외곽지역
- Road Type**
 - 세륜기용 콘크리트 기초생략
 - 이동 및 재설치 용이
 - 소규모 현장용

2) 설치 시 유의사항

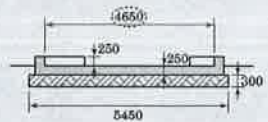
① 평면도



설비시설

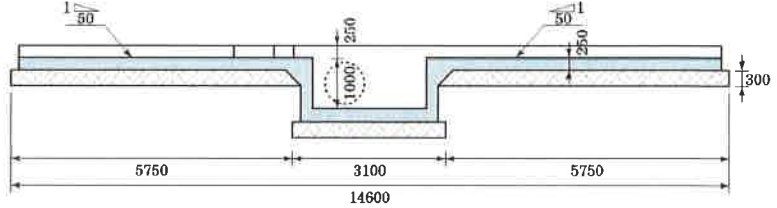


B-B 단면도(차량통과 부위 2,900mm 준수)



C-C 단면도(세륜기 너비 4,650mm 준수)

② 평면도



A-A 단면도(세륜기 깊이 1,000mm 준수)

2. 수조를 이용한 세륜시설

1) 설치규격

수조의 규격

- 넓이: 수송차량의 1.2배 이상
- 길이: 수송차량 전장의 2배 이상
- 깊이: 20cm 이상

측면 살수시설

- 높이: 수송차량의 바퀴~적재함 하단
- 길이: 수송차량 전장의 1.5배 이상
- 살수압: 3MPa 이상

2) 설치 및 관리 시 유의사항

- ① 수조의 세륜용수는 수송차량의 바퀴부분이 1/2정도 침수되도록 일정하게 유지
- ② 수조수는 항상 깨끗하게 유지(통상 탁도 20 이하)할 수 있도록 교환 및 보충을 실시
- ③ 수조내의 수조수 및 슬러지는 1일 1회 제거하는 것을 원칙

운영 · 관리

- 저수조에 항상 10톤 이상의 물을 채우고 용수가 재충당될 수 있도록 한다.
- 세륜 후 컨베이어에 의해 배출되는 슬러지는 건조대에서 건조 후 폐기물처리업체에 위탁처리한다.
- 매일 세륜시설 가동 전에 1일 출입차량 30대를 기준으로 침전제(황산반토, 고분자응집제)를 투입하여 항상 세륜용수의 탁도가 20도 이하로 유지될 수 있도록 한다.
- 세륜시설 가동 운영일지를 비치하여 일일 가동시간, 출입차량대수, 침전제 투입량, 슬러지 발생량 등을 매일 기록하여 3년간 보존한다.
- 세륜시설 출구에 부작포 등을 포설하여 세륜 시 바퀴에 묻은 물이 외부로 유출되지 않도록 하여야 한다.

Ⅲ. 자동식 세륜시설 시설기준

1) 금속지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 달게 한 후 전력을 이용

- ① 기초 콘크리트 구조물을 설치(세륜기가 안착될 밑면은 수평을 유지)
- ② 세륜기가 안착될 기초 콘크리트 구조물내의 이물질들을 제거
- ③ 기초 콘크리트에 크레인이나 지게차로 세륜기를 기울기나 흔들림없이 안착
- ④ 전원 케이블을 세륜기 운전반 내 단자판에 연결한다(3상 4선식 380/220 V).
- ⑤ 용수공급 배관을 연결 및 정상작동 여부를 시운전한다.

2) 금속지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 달게 한 후 전력을 이용

- ① 측면살수시설은 수송차량의 바퀴부터 적재함 하단부 높이까지 살수할 수 있어야 한다.
- ② 측면살수시설의 살수길이는 수송차량 전장의 1.5배 이상
- ③ 살수압 3.0 kg/cm² 이상의 측면살수시설을 설치하여야 한다.
- ④ 측면살수시설의 전원은 220 V 혹은 380 V를 사용하여야 한다.
- ⑤ 측면살수시설의 슬러지는 컨베이어에 의한 자동배출
- ⑥ 세륜시간은 25~45 sec/대를 만족하여야 한다.
- ⑦ 용수공급은 우수를 모아서 사용함과 공사용수를 활용함을 원칙으로 하되, 단지내 지하수로 전환이 가능한 지구는 기 개발된 지하수를 이용하고, 부존 지하수량이 부족한 지구는 상수도를 이용하며 용수는 자체순환식으로 이용

지지·분산시설

지지·분산시설

Key Point

■ 국가표준

- KCS 21 60 10

■ Lay Out

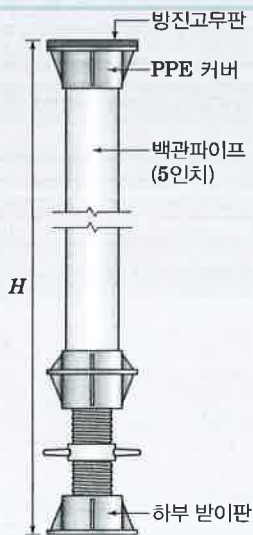
- 설치방법·설치위치
- 설치기준·기능
- 유의사항·필요성
- 적용조건·검토사항

■ 핵심 단어

- Why: 균열 최소화
- What: 보와 슬래브에 설치
- How: 상부하중을 흡수

■ 연관 용어

- 보조기둥
- Shoring Column
- Temporary Column



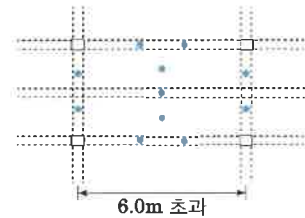
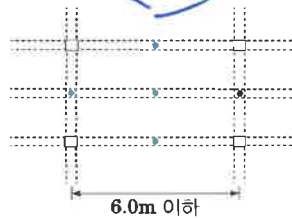
1-24	Jack Support
No. 24	유형: 시설·부재·기능

I. 정 의

- ① 거푸집 동바리 제거 후 차량통행으로 인한 지하구조물의 균열발생을 최소화하기 위하여 하중검토에 따라 보와 Slab 하부에 설치하여 상부하중을 흡수·분산시키는 가설지주
- ② 하중을 지지하는 강관Pipe와 높이조절용 Jack Screw로 구성되어 있으며, 하층 마감공정 및 상부 이용계획을 검토하여 설치한다.

II. 변장비에 따른 설치위치 평면도

1) A형 설치평면 - 1Way Slab

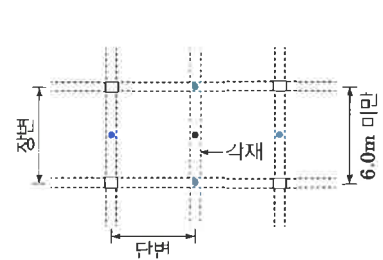
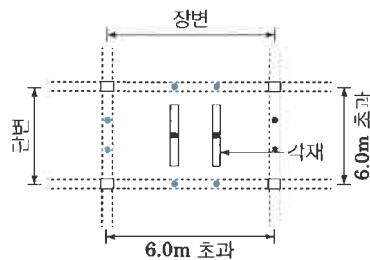
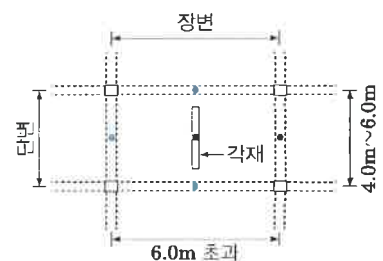
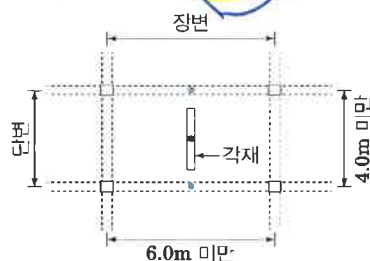


[A-I]

Slab 단변길이가 3.0m 초과 시 Slab 중앙에 Jack Support 설치

[A-II]

2) B형 설치평면 - 2Way Slab



Slab에 Jack Support를 설치할 때는 길이 2m 이상의 각재를 함께 설치

지지·분산시설

[제2 롯데월드]

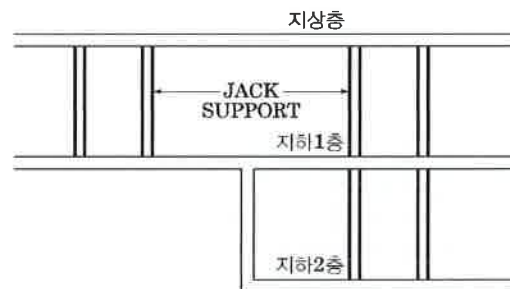


Ⅲ. Jack Support 지지하중

(단위:kN)

길이(m)	φ114.3×4.5t		φ139.8×4.5t		φ216.3×4.5t	
	장기하중	중기하중	장기하중	중기하중	장기하중	중기하중
2.7	186	233	252	315	443	554
3.3	161	201	231	289	428	535
3.9	137	171	207	259	410	513
4.5	112	140	181	226	389	486
5.1	87	109	154	193	365	456

Ⅳ. 자재 및 차량별 하중



[자재별 하중]

자재	단위중량	비고 (기준대상)
시멘트	40kg/포	-
시멘트벽돌	2kg/개	1종
석고보드	13kg/매	12T 900×1800mm
석재	2.7kg/mm	1㎡

[차량별 하중]

명칭	규격	등분포하중(kN/㎡)
지게차	3ton	4.0
	5ton	9.6
레이콘	6㎡	19.2
	36㎡	17.3
펌프카	42㎡	25.4
	25ton	35.3
하이드로 크레인	50ton	63.3

Ⅴ. 설치 시 유의사항

- ① 최상층에서 하부층까지 동일위치에 설치
- ② 하중지지를 위해 수직도 준수
- ③ 자재적재 허용높이를 초과한 자재적재 시 Support 추가를 위한 구조검토 재 실시
- ④ Outrigger 하부에는 완충 역할을 할 수 있는 고무판 또는 각재시공

CHAPTE

02

토공사

Professional Engineer

종류와 방법

역학적 성질

Key Point

■ Lay Out

- 변형·힘의 변화
- 발생조건·특성
- 발생 Mechanism
- 방지대책

■ 핵심 단어

- Why: 유효상재하중으로
- What: 간극에서의 물이 배출
- How: 간극에서의 물이 배출되면서 장기간에 걸쳐 압축

■ 연관 용어

- 유효응력
- 압밀도
- 과잉공극수압
- 상대밀도

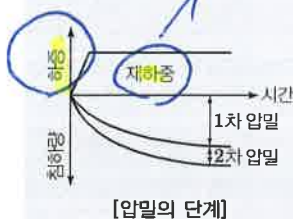
"이동함"

압밀의 특성

- 연약한 점성토 지반에서 발생
- 장기간에 걸쳐 진행
- 소성적 변형 (Plastic Deformation) 발생

침하량 → 하중

제하중 → 재하중



2-23 압밀(Consolidation), 압밀침하

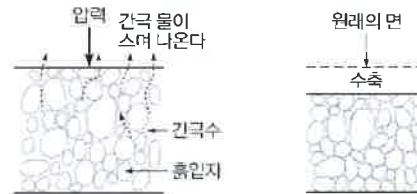
No. 64

유형: 현상·성질

I. 정 의

- ① 투수성이 작은 점성토 지반위의 유효상재하중으로 인하여 간극에서의 물이 배출되면서 장기간에 걸쳐 압축(침하)되는 현상
- ② 흙이 하중을 받으면 체적이 감소하여 단위중량이 증가하는데 체적의 감소는 흙입자의 변형이나 재배열, 물의 배출현상 등에 의해 발생하게 된다.

II. 압밀현상의 발생 Mechanism(압축 및 체적변화)



외력에 의해 흙의 간극 내 존재하는 간극수가 배출되면서 압축변형

III. 압밀의 3단계

1) 초기압축

연약한 점성토 지반에서 발생하중을 받는 초기에 발생하는 침하

2) 1차 압밀침하(Primary Consolidation Settlement)

일정한 하중을 가했을 때 공극수가 유출되면서 생기는 현상으로 과잉공극수압이 100~0%일 때 발생하는 침하

3) 2차 압밀침하(Secondary Consolidation Settlement)

① 과잉간극수압이 완전히 소실된 후 흙 구조의 소성적 재조정 때문에 생긴 압축변형

② 원인: 지속하중으로 인하여 일어나는 점성토의 Creep 변형

IV. 방지대책

1) 다짐: 흙의 밀도증가

Sand Compaction(사질토, 점성토)

2) 압밀배수: 압밀촉진, 잔류침하 감소, 지반의 강도 증가

Pre-loading, 연직배수(탈수)공법, 진공압밀공법, 생석회 말뚝공법,

3) 고결 열처리: 전단변형 방지, 침하감소, 활동파괴 방지

표층혼합처리공법, 심층혼합처리공법, 약액주입공법(사질토, 점성토)

4) 치환공법: 침하감소, 활동파괴 방지

굴착치환, 강제치환, 폭파치환

"전체 내용 보강 수정"

축박이

벽식

Key Point

■ Lay Out

- 작용·발생·Mechanism
- 영향인자·발생조건
- 발생과정·요소·형태
- 원인·문제점·피해
- 방지·저감·대응·조치

■ 핵심 단어

- Why: 지반내 공극을 통해
- What: 투수성이 큰 지반
- How: 안정액이 유실되는 현상

■ 연관 용어

- 안정액

☆☆☆

2. 토공사

2-48 일수현상(逸水現狀)

No. 89

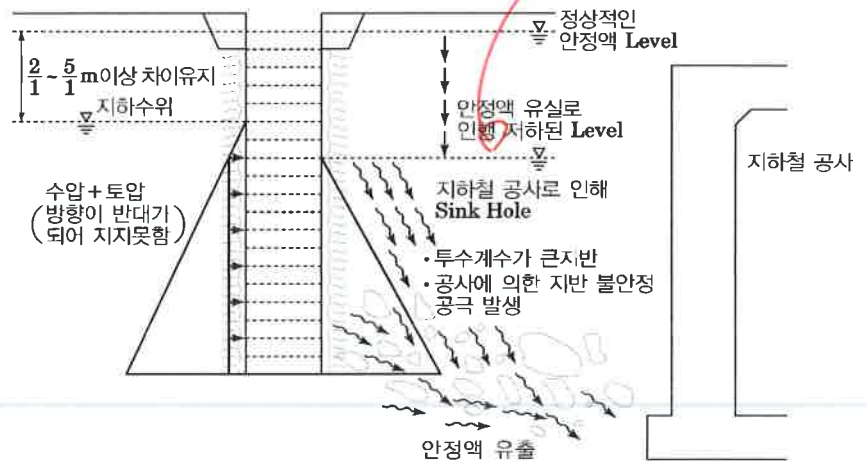
circulation loss, lost circulation

유형: 현상

I. 정 의

- ① 투수성이 큰 지반에서 Slurry Wall Trench 굴착 시 안정액이 지반 내 공극을 통해 유실되는 현상
- ② 슬러리 액면이 급격히 저하되어 액압감소로 인하여 공벽이 붕괴될 수 있으므로 투수계수가 큰 조립 사질토층이나 자갈층을 굴착하는 경우 충분한 양의 안정액을 공급하여 안정액의 Level을 유지시켜야 한다.

II. 일수현상 발생 Mechanism



공극으로 인하여 안정액이 유실되면 안정액의 액면(液面)이 저하됨으로써 트렌치 측면의 흙에 주어졌던 액압(液壓)이 감소하여 균형이 무너져 공벽이 붕괴된다.

III. 발생원인 및 발생(유실)조건- Filter Cake층 미흡

- ① 투수계수가 큰 조립 사질토층이나 자갈층을 굴착
- ② 인근지역 지하철 공사
- ③ 지하 매설물 존재로 안정액의 유실
- ④ 지반의 불안정으로 인해 Filter Cake층 미흡

a 누각
↓
Cake
(누각)

흙막이

지보공

Key Point

■ 국가표준

- KCS 11 70 05
- KS D 3504

■ Lay Out

- 원리·특성·적용범위
- 시공방법·시공순서·기능
- 유의사항·중점관리 항목

■ 핵심 단어

- What: Nail · Grouting
- Why: 사면안정
- How: 흙과 네일 일체화

■ 연관 용어

- 보강토 옹벽
- 중력식 옹벽
- 압력식 소일네일링

적용조건

- 절토를 수반하는 경우
- 지반의 자립고가 1m 이상
사질토: $N > 5$
점성토: $N > 3$
- 프리스트레스는 네일별로 압력 게이지가 부착된 네일용 유압잭 사용
- 설계 프리스트레스력의 20% 초과 금지
- 지압판은 쐈기식 정착구에 설치하되 프리스트레스 도입 시 최대장력은 철근에 항복강도의 60% 초과 금지

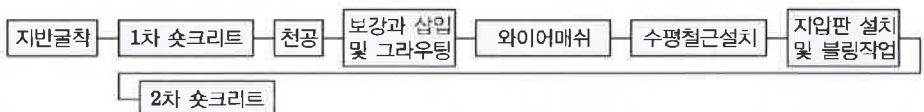
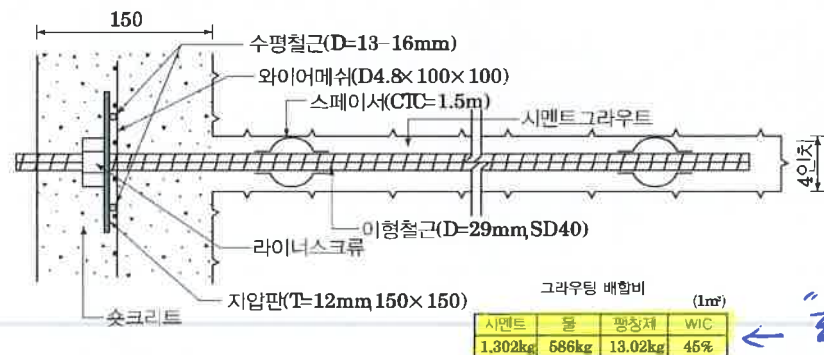
2. 토공

2-60	Soil Nailing 공법	
No. 101		유형: 공법

I. 정 의

- ① 절토사면 내부를 천공하여 Nail 삽입 후 Grouting에 의해 흙과 Nail의 일체화로 인장력과 전단력에 저항하여 지반의 활동 변위를 억제하기 위한 흙막이 및 사면안정 공법
- ② 상부지반으로부터 하부로 내려가면서 지반이 완전히 이완되기 전에 Nail과 전면판을 설치한다.

II. Nail과 Grouting에 의한 토압지지원리 및 시공순서



III. 특성

1) 보강재(Nail)

- ① 기능: 보강체 내에서 Grout에 의해 지반과 Nail이 일체가 되어 전단저항 및 인발저항
- ② 재료: Nail과 Grout사이에 부착력 증대를 위해 D25mm KS D 3504 (철근콘크리트용 봉강) 사용

2) Grouting

시멘트는 KSL 5201에 적합한 보통 포틀랜드 시멘트 및 조강 시멘트를 사용하고 혼화제는 팽창제를 사용토록 한다. 28일 강도가 약 24MPa 정도 확보, 물-시멘트비(W/C)가 40%~50% 범위가 되도록 한다.

CHAPTE

03

기초공사

Professional Engineer

★★★

2. 기성콘크리트 말뚝

88.121

공법분류

매입말뚝

Key Point

■ 국가표준

- KCS 11 50 15

■ Lay Out

- 원리 · 특성 · 적용범위
- 시공방법 · 시공순서
- 유의사항 · 중점관리 항목

■ 핵심 단어

- What: Auger와 외부 Casing으로 굴진
- Why: 지지층 까지 말뚝 설치
- How: 경타를 하여 설치

■ 연관용어

- T4+Casing 공법



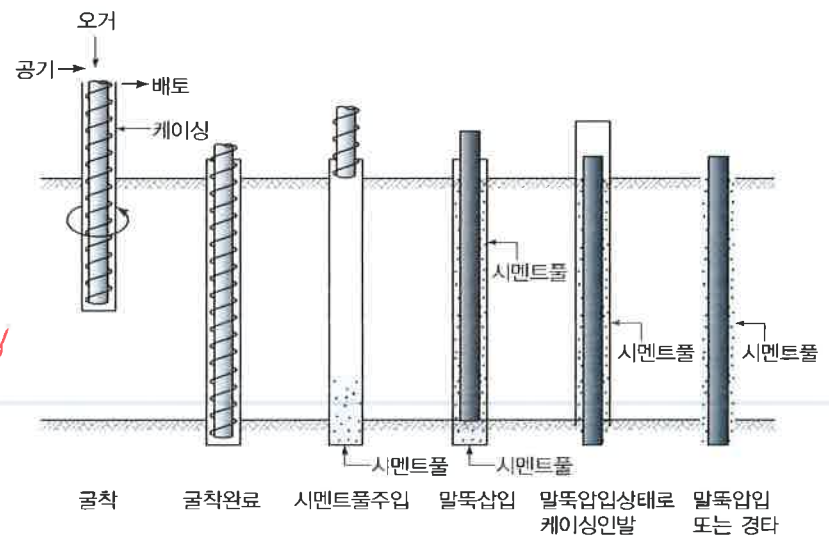
[DRA 천공]

- PRD공법(Percussion Rotary Drill): DRA+T4공법
- 지반에 중간 전석층 등이 존재하는 경우 Sing 비트 대신 T4 해머를 장착하여 회전력 대신 타격력으로 굴착하는 공법
- 연약지반 및 일반토사지반에서는 SIP공법보다 시공속도가 느림
- 오거인발 후 외부에서 주입

I. 정의

- ① 내부 Screw Auger와 외부 Casing으로 굴진(상호 역회전)하며 내부 Auger의 중공부를 통해 압축공기가 주입되어 흙을 배토하고, 소요의 깊이에 도달하면 Cement Paste 주입하고 경타를 하여 설치하는 말뚝공법
- ② 양호한 지지층까지 말뚝설치가 가능하여 연약지반까지 Casing으로 공벽을 보호하면서 설치하는 공법

II. DRA공법 시공순서



III. 적용대상

- ① Pile 향타 시 소음 및 진동으로 민원발생 우려지역
- ② Pile의 설계심도가 직타로 4m 이상 관입이 어려울 경우
- ③ 지층 중간에 자갈 및 전석층이 매립되어 직타공법이 불가능한 경우

IV. 시공관리

- ① 시험타: 시험시공 2주 경과 후 재하시험 결과치 확인 후 본향타
- ② 굴착심도 확인: N값 50/7 풍화암 까지 근입
- ③ 천공관리: 파일시공 위치표시 및 장비의 수직도 Check
- ④ 시멘트 페이스트 배합관리: 시멘트와 물의 배합비를 83%(페이스트m³ 당 물 730kg/시멘트 880kg)로 배합하여 압송로드를 통하여 주입
- ⑤ 말뚝삽입 및 경타관리: Wire Rope 2점지지 방식으로 수직도 확보

시공

시공

Key Point

■ 국가표준

- KCS 11 50 15

■ Lay Out

- 경사지반과 구조물기초의 관계
- 문제점
- 해결방안

■ 핵심 단어

- What: 경사를 이루고
- Why: Pile의 Sliding
- How: 경사면의 수평처리, 지지층의 도달

■ 연관용어

- 부동침하

누침

☆☆★

2. 기성콘크리트 말뚝

3-19

경사지층에서의 Pile의 시공

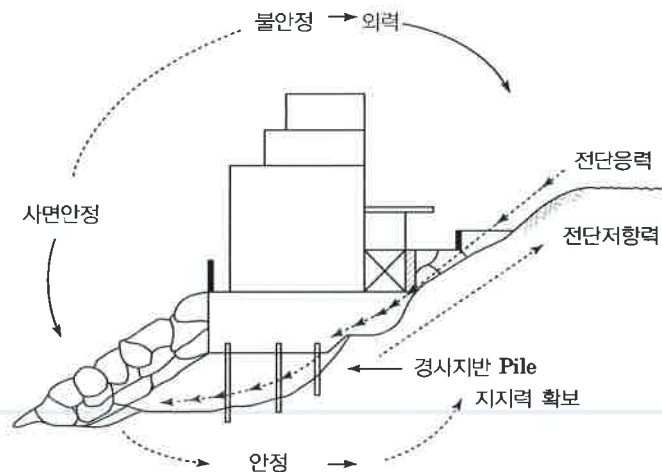
No. 162

유형: 공법

I. 개 요

- ① 테라스하우스(Terrace House), 경사지주거 등으로 인해 해당 구조물의 지반이 경사를 이루고 있는 경우 pile의 sliding과 지지층 도달에 유의하여 시공하여야 한다.
- ② 공사 전 충분한 사전조사와 설계도서 및 토질주상도를 토대로 구조물의 구조 중심선과 각 지반별 pile의 위치, 길이, 타입깊이 및 sliding 대책을 수립하여야 한다.

II. 경사지반과 구조물기초의 관계



III. 문제점

- ① Pile 향타 시 Sliding 발생
- ② 지지층 상이
- ③ 지지력 문제

IV. 해결방안

- ① 경사면 지반의 수평처리
- ② Auger 천공하여 지지선 확인 후 시공
- ③ 기초보 시공
- ④ 전도에 대한 안정 및 허용편심량 조사
- ⑤ 상부 우수처리 및 차단시설 설치

☆☆☆

2. 기성콘크리트 말뚝

118

이름

이름

Key Point

■ 국가표준

- KCS 11 50 15
- KSD 0213
- KS F 7001

■ Lay Out

- 이음공법

■ 핵심 단어

- 15m 초과
- 말뚝 일체화

■ 연관용어



[용접식 이음]

20개소 1회 이상 자분탐상



[볼트식 이음]

I. 정 의

- ① Pile의 운반을 고려하여 15m 이하의 말뚝이 가공 및 제작되어 사용되므로 15m를 초과하면 2개의 말뚝을 일체화하기 위해 접합부를 이음하여 시공한다.
- ② 공법선정 및 이음시 고려사항
 - 기상조건, 경제성, 시공속도 고려
 - 구조적 연속성 및 강도확보
 - 내구성 및 내식성 확보

II. 말뚝의 이음공법

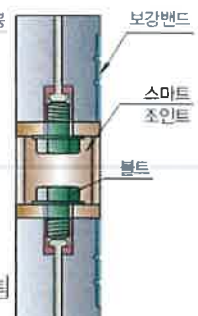
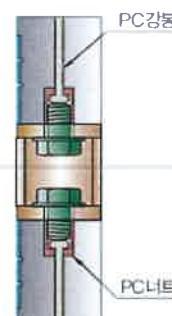
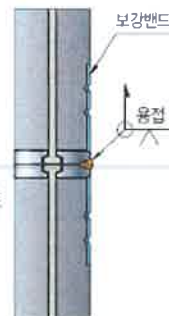
구분

용접

무용접(Plate+Bolt)

- Joint 좌판이 부착된 PHC말뚝을 서로 맞대어 용접(V형 4mm이하)하는 이음공법

- PHC말뚝 사이에 Joint Plate를 설치하고 Bolt를 이용하여 Plate와 말뚝을 이음하는 공법

정의
및
시공방법

특징

- 기상 및 현장조건에 따라 시공성 및 품질변동 큼
- 용접공의 기능도에 따라 좌우
- 용접시간 소요(20분/개소)
- 0℃ 이하일 경우 용접을 금지하며, 부득이한 경우 모재의 접합부로부터 100mm 범위 내에서 36℃ 이상으로 예열 후 용접 실시
- 바람이 초속 10m 이상일 때 바람막이 설치 후 용접
- 용접완료 후 1분 이상 경과 후 향타
- 용접완료 후 외관검사 및 자분탐상 시험 실시

- 현장조건과 관계없이 시공 및 품질 확보 용이
- 별도의 숙련도를 요하지 않음
- 시공속도 빠름(5분/개소)
- 볼트군의 10%의 볼트 개수를 표준으로 하여 임팩트렌치 또는 일반렌치로 최대조여서 접합판이 완전히 정착된 상태를 합격
- 불합격한 볼트군에 대해서는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사 실시

유의사항

지지력 판단

시험

Key Point

■ 국가표준

- KS F 2591
- KDS 41 10 10
- KDS 11 50 15
- KCS 11 50 40

■ Lay Out

- 측정방법 · 원리
- 산정방법 · 공식 · 종류
- 목적 · 활용 · 기준
- 유의사항 · 조치사항

■ 핵심 단어

- 응력과 속도
- 거동과 지지력 산정

■ 연관용어

- 정재하

재하시험 고려사항

• KDS 11 50 15

- ① 관련시험규정
- ② 지지력
- ③ 변위량
- ④ 건전도
- ⑤ 시공방법과 장비의 적합성
- ⑥ 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화
- ⑦ 부주면마찰력
- ⑧ 하중전이 특성
- ⑨ 시험횟수와 방법
- ⑩ 시험실시 시기
- ⑪ 시험 및 결과분석 요원의 신뢰도

3-22

동재하 시험

No. 165

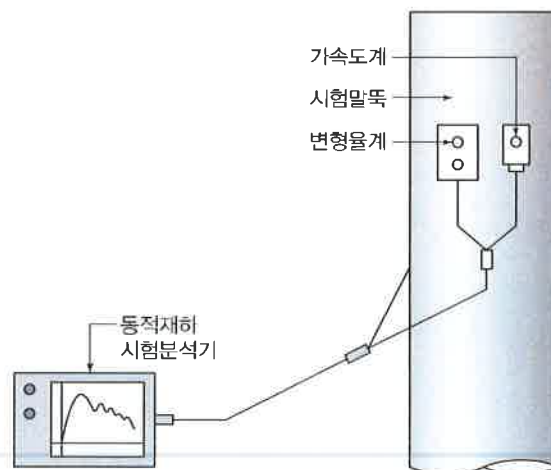
PDA: Pile Dynamic Analysis Test

유형: 시험 · 측정

I. 정 의

- ① 대상 지반에 pile 항타시 Pile 몸체에 발생하는 응력과 속도의 상호 관계를 측정 · 분석하여 Pile의 거동과 지지력을 산정하는 시험
- ② 시공 중 동재하시험(end of initial driving test)은 시공장비의 성능 확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝의 건전도 판정, 지지력 확인 등을 목적으로 실시

II. 항타 측정장치 및 시험방법



1) 항타장비

- ① 말뚝에 충격력을 가하기 위하여 일반적인 항타기나 유사 장비사용
- ② 최소 3/1,000초(3ms)간 말뚝에 타격에너지를 작용시킬 수 있는 장비
- ③ 항타기 위치는 말뚝의 두부에 대하여 축방향으로 말뚝 중심에 항타가 이루어지도록 정한다.

2) 동적거동 측정기구

시간에 따른 가속도와 변형을 독립적으로 측정할 수 있는 변환기가 포함되어야 한다.

3) 가속도계 (Accelerometer)

- ① 적분에 의해 속도로 환산되어 분석에 사용되므로 이러한 기능을 갖는 가속도계 및 변환장치가 사용되어야 한다.
- ② 공명 주파수가 2,500Hz 이상인 것이 사용
- ③ 최소한 2개가 말뚝중심축을 기준으로 원주방향으로 대칭이 되도록 부착

4) 변형률계 (Strain Transducers)

- ① 변형률계의 고유 주파수는 2,000Hz 이상

지지력 판단

시험

Key Point

■ 국가표준

- KS F 2445
- KDS 11 41 15
- KCS 11 50 40

■ Lay Out

- 측정방법 · 원리
- 산정방법 · 공식 · 종류
- 목적 · 활용 · 기준
- 유의사항 · 조치사항

■ 핵심 단어

- 실제 정적하중
- 압축지지력, 인발 저항력
- 횡방향 하중
- 지지력 확인

■ 연관용어

- 동재하

측정항목

- ① 시간
- ② 시험하중
- ③ 말뚝머리의 변위량
- ④ 말뚝 선단 및 중간부의 변위량
- ⑤ 말뚝의 변형량
- ⑥ 말뚝머리의 수평변위량
- ⑦ 반력장치의 변위량



★★★

2. 기성콘크리트 말뚝

3-23

정재하 시험

No. 166

Load Test on Pile

유형: 시험 · 측정

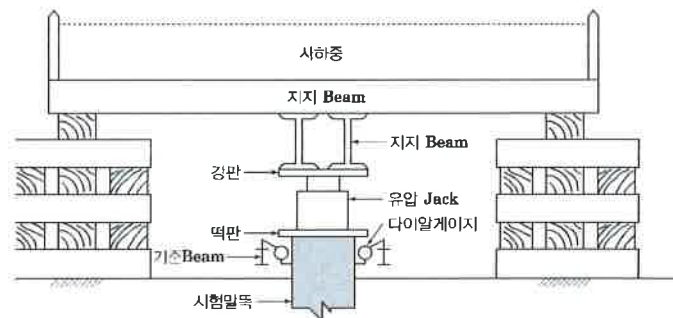
I. 정 의

- ① 대상 지반에 설치된 pile에 실제 정적하중을 가하여 말뚝의 압축지지력 특성, 인발저항력 특성, 횡방향 하중에 대한 말뚝과 지반의 상호작용을 규명하여 지지력을 확인하는 시험
- ② 설계예상지지력의 약 1.5배 ~ 2배의 하중을 재하하여 그 결과로부터 얻어지는 값들에서 말뚝의 허용지지력을 구하는 방법

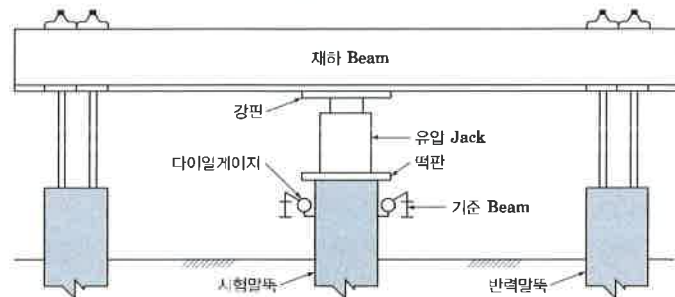
II. 항타 측정장치 및 시험방법

1) 압축재하

- ① 정적하중에 의한 말뚝의 압축지지력 특성에 관한 자료를 얻는 것
- ② 시험말뚝에 하중전이 측정용 센서를 설치하여 지층별 마찰력분포 및 선단지지력을 측정
- ③ 측정방법: 단계재하방식
- ④ 시험말뚝 중심과 받침대의 간격: 시험말뚝 최대지름의 3배 혹은 1.5m 이상
- ⑤ 사용말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝 및 반력말뚝으로부터 각 말뚝지름의 2.5배 이상 떨어진 위치의 것을 이용
- ⑥ 가설말뚝을 기준점으로 하는 경우 시험말뚝으로부터 그 지름의 5배 이상 혹은 2m 이상
- ⑦ 반력말뚝으로부터 그 지름의 3배 이상 떨어진 위치에 설치



[실물재하]



[반력파일 재하]

공법종류

프리플레이스드

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 원리 · 특성 · 적용범위
- 시공방법 · 시공순서
- 기능 · 구성요소
- 유의사항 · 중점관리 항목

■ 핵심 단어

- 소요 위치에 hole을 뚫고

■ 연관용어

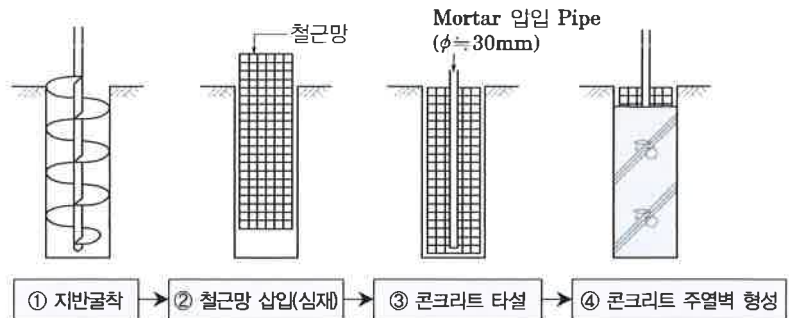
"누계"

I. 정 의

기초의 지정공사에서 소요 위치에 hole을 뚫고 주위의 concrete를 부어 넣어 제자리 말뚝을 형성하는 공법

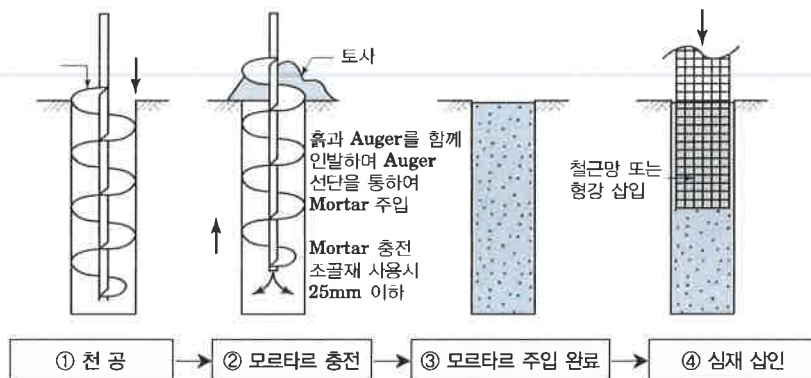
II. 종류

1) CIP(Cast In Place Pile)



- 지반을 천공한 후 철근망 또는 필요 시 H형강을 삽입하고 콘크리트를 타설하여 제자리 말뚝을 형성하는 공법

2) PIP(Packed In Place Pile)



- 연속된 날개가 부착된 screw auger로 hole을 뚫고 소요의 깊이에 도달하면 prepacked mortar 주입과 동시에 auger를 서서히 인발하여 제자리 말뚝을 형성하는 공법

3) MIP(Mixed In Place Pile)

- 중공관인 rod 선단에 굴착 혹은 혼합용 날개가 부착된 auger로 hole을 뚫으며 중공관인 rod를 통하여 cement paste를 주입하는 동시에 흙과 혼합교반하여 제자리 말뚝을 형성하는 공법

지반개량

사실토

Key Point

국가기준

Lay Out

- 변화·특성
- 영향요인·발생원인
- 문제점·피해
- 저감대책

핵심 단어

- What: 염류
- Why: 용해
- How: 유출

연관용어

- 예민비
- Quick clay
- 액성한계
- Thixcortropy
- 활성도

☆☆☆

4. 기초의 안정

3-49

Leaching(용탈) 현상

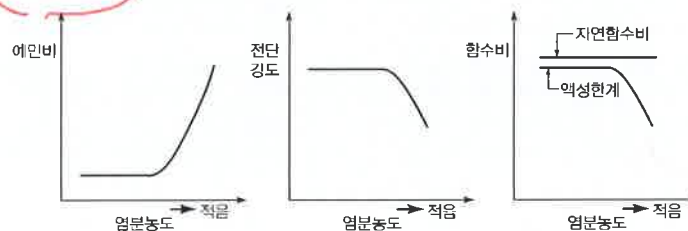
No. 192

유형: 현상

I. 정 의

- ① 토립자의 구성물질 중 일부 또는 간극수중의 염류가 지하수 등에 의해 용해, 유출되는 현상
- ② 시간이 경과하면서 주입초기에 비해 압축강도가 저하되고 투수계수가 증가하게 되어 지반의 강도가 저하되는 현상

II. Leaching에 따른 변화



- 예민한 점토로 강도가 적고 충격, 진동 시 교란이 심하게 발생

III. 특 성

- ① 염분 용출 → 부착력 감소 → 전단강도 감소
- ② 초예민 점토(Quick Clay): 액성한계 감소 → 액성지수(LI) ≥ 1 → 액성상태 초래
- ③ 해성 점토가 담수화 되는 과정에서 진행성 파괴 및 유동화 발생
- ④ Leaching 현상으로 생성된 예민한 점토는 강도가 적고 진동 시 교란이 심하게 생기는 토질

IV. 저감대책

침하저감 공법	침하축진 공법
• 심층혼합처리공법 • 모래다짐말뚝공법(SCP) • 생석회말뚝공법	• 진공압밀공법 • 연직배수공법 • Preloading

- ① 염분추가 투입, 투수계수 저하공법
- ② 예민비가 높은 토사의 경우 치환, 약액주입 등으로 지반개량
- ③ 농도를 높인 고강도 혼합제 사용

지반개량

점성토

Key Point

■ 국가표준

- KCS 21 30 00

■ Lay Out

- 원리 · 목적 · 용도
- 방식 · 시공순서
- 유의사항

■ 핵심 단어

- What: 배수기둥
- Why: 지반개량
- How: 간극수 배출

■ 연관용어

- 지반개량

"내용수정"

☆☆☆

4. 기초의 안정

3-50

탈수공법

No. 193

Vertical drain method

유형: 공법

I. 정 의

- ① 연약지반의 간극수를 빠른 속도로 배출시키기 위하여 지중에 연직 방향으로 배수로(drain system)를 설치하여 간극수를 지표면으로 배출시킴으로써 압밀에 의한 지반을 개량하는 공법
- ② 현장여건과 지반상태 및 소요공기를 고려하여 정하며, 샌드드레인, 팩드레인 및 토목섬유 연직배수(PVD: Prefabricated Vertical Drain) 등 공법별 각각의 특성에 맞게 설치간격과 깊이를 적용

II. 종 류

장점		단점
Sand Drain	정의	• 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 배수 기둥을 설치
	특성	• 압밀을 촉진시키기 위해 Preloading공법과 병용 • 단기간 지반의 압축가능 • 압밀효과 큼 • 시공속도가 느리다. • 비용이 저렴
Pack Drain	정의	• 연약한 기초지반의 압밀을 촉진시키기 위해 배수 기둥을 설치하고 강관 내부에 폴리에틸렌 팩을 먼저 밀어 넣고 여기에 모래를 투입
	특성	• 4분을 동시에 타설하므로 시공속도는 빠르다 • 직경이 작은 Sand Pile시공으로 모래사용량이 적어 경제적 • Pack 사용으로 인해 Sand Pile이 절단되지 않는다. • Pack에 모래를 채워 drain의 연속성 확보 • 배수효과 양호
Prefabricated Vertical Drain Paper Drain	정의	• 모래대신 Card Board 압입
	특성	• 시공속도는 빠르다. • 시공깊이의 확인이 가능 • 장시간 사용 시 배수효과는 감소

부력

부력

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 원리 · Mechanism
- 미치는 영향 · 문제점
- 발생원인 · 문제점
- 방지대책

■ 핵심 단어

- 잠긴부피
- 단위면적 당 상향수압

■ 연관용어

- 건축물의 부상
- 부상방지 공법

부력 대책

- 대응
 - Bracket
 - Rock Anchor
 - 자중중대
 - 인접건물에 긴결
 - 지하수 유입
 - 마찰말뚝
 - Micro Pile
- 감소
 - Dewatering(강제배수)
 - 맹암거
 - 자연배수

3-56 부력과 양압력

No. 199

Buoyancy

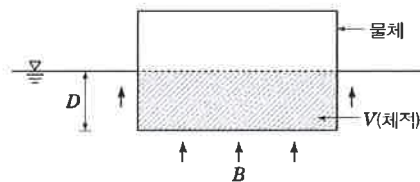
유형: 현상

I. 정 의

- ① 부력: 물과 같은 유체에 잠겨있는 물체가 중력에 반하여 밀어 올려지는 힘. 그 크기는 물체가 밀어낸 부피 만큼의 유체 무게와 같다.
- ② 양압력: 지하수위 이하에 놓인 구조물 저면에 단위면적 당 상향으로 작용하는 물의 압력을 받게 되는 것. 물이 정수위일 때 작용하는 양압력은 정수압과 같다.

II. 부력과 양압력 작용 Mechanism

1) 부력



$$\text{부력}(B) = r_w \times V(\text{ton})$$

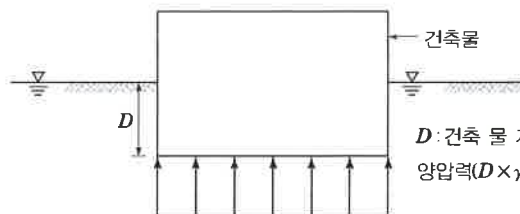
여기서 r_w : 물의 단위중량
 V : 물체가 액체속에 잠겨 있는 부분의 체적

2) 양압력

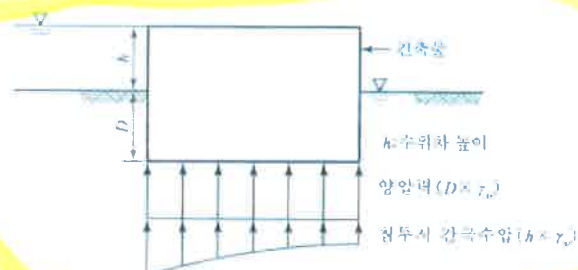
[발생 조건]

- ① 지하수위가 높은 지역에서 구조물 완성 후 배수중단 시
- ② 강우에 의한 지표수 상승 시
- ③ 구조물 주변에서 상수도관 파열로 인한 지하수 상승 시

① 정수압 상태


 D : 건축물 자중깊이, γ_w : 물의 단위중량
양압력($D \times \gamma_w$)

② 침투수압 발생 시

 h : 수위차 높이양압력($D \times \gamma_w$)침투수 압력($h \times \gamma_w$)

"그림 수정"

4-1장

거푸집공사

Professional Engineer

시공

좌굴방지

Key Point

■ 국가표준

- KCS 21 50 05

■ Lay Out

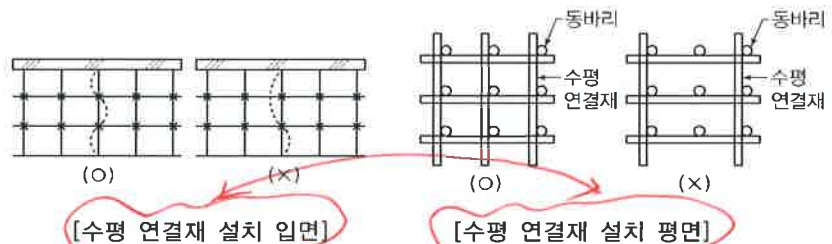
■ 핵심 단어

■ 연관용어

I. 정 의

- ① 수평연결재: 콘크리트 타설 시 강관 동바리의 좌굴방지를 위해 직교하는 양방향으로 설치하는 좌굴방지 수평연결 부재
- ② 가새: 수평방향의 힘에 대한 보강재로 대각선 방향으로 빗대는 경사부재

II. 수평연결재 설치방법



- ① 동바리의 높이가 3.5m 경우: 높이 2m 이내마다 수평연결재를 양방향으로 설치
- ② 연결부분에 변위가 일어나지 않도록 수평연결재의 끝 부분은 단단한 구조체에 연결
- ③ 수평연결재를 설치하지 않거나, 영구 구조체에 연결하는 것이 불가능할 경우에는 동바리 전체길이를 좌굴길이로 계산
- ④ 겹침이음을 하는 수평연결재간의 이격되는 순 간격은 100 mm 이내
- ⑤ 각각의 교차부에는 볼트나 클램프 등의 전용철물을 사용

III. 가새 설치방법

- ① 단일부재 가새재 사용이 가능할 경우 기울기는 60° 이내
- ② 단일부재 가새재 사용이 불가능할 경우
 - 이어지는 가새재의 각도는 같아야 한다.
 - 겹침이음을 하는 가새재 간의 이격되는 순 간격: 100mm 이내 설치
 - 가새재의 이음위치: 각각의 가새재에서 서로 엇갈리게 설치
- ③ 가새재를 동바리 밑둥과 결속하는 경우: 바닥에서 동바리와 가새재의 교차점까지의 거리가 300mm 이내가 되도록 설치

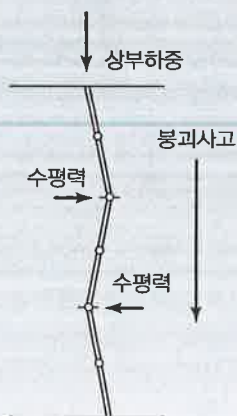
시공

붕괴 Mechanism

Key Point

- 국가표준
- Lay Out
- 핵심 단어
- 연관 용어

안전, 불안정
강한 고정
↓
"두정"



[동바리 붕괴 Mechanism]

★★★ 3. 거푸집의 시공

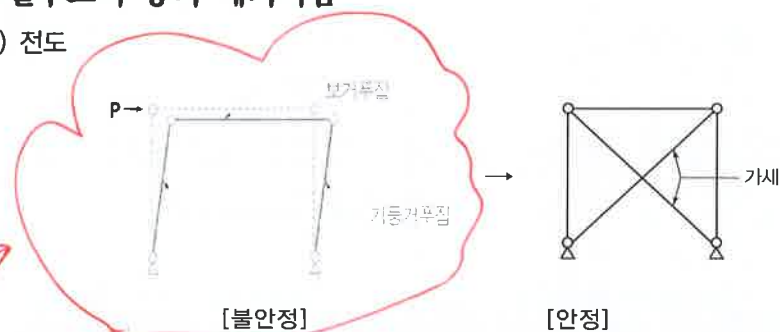
4-30	가설구조의 붕괴 Mechanism	
No. 238		유형: 현상·하자

I. 정 의

가설구조물의 접합부는 편조건으로 가정하므로, 가새가 없는 상태는 불안정구조며 조립의 정밀도가 작은 경우 시공 및 관리상에 소홀로 일어나기 쉽다.

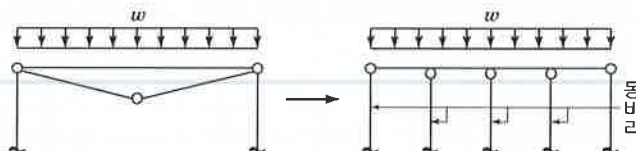
II. 가설구조의 붕괴 메커니즘

1) 전도



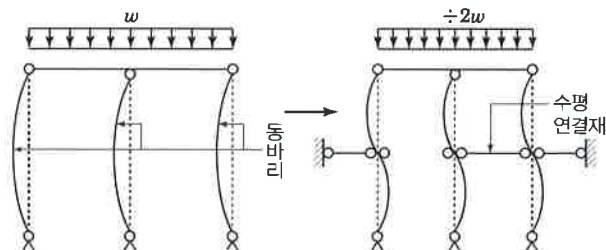
거푸집 동바리에 가해지는 수평하중 P 는 고정하중의 2% 이상 또는 동바리 상단의 수평방향 단위 길이당 150kgf/m 이상 중 큰 값으로 함

2) 보의 꺾임



가설구조물은 정정구조물이므로, 1개소에서 소성힌지가 발생하여도 곧장 붕괴로 이어진다.

3) 좌굴



동바리는 압축재이므로 내력이 좌굴길이에 의해 결정되며, 수평연결재로서 좌굴을 방지

4-2장

철근공사

Professional Engineer

종류와 성질

철근 성질

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 11
- KS D3504

■ Lay Out

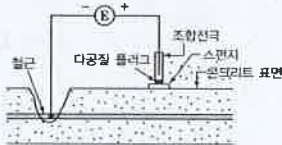
- 특성·목적·용도
- 유의사항

■ 핵심 단어

- What: 염소이온과 수분
- Why: 산소존재
- How: 부동태 피막 파괴

■ 연관용어

- 방청법



[철근의 자연전위 측정법]

- ① 측정 장소의 선정
- ② 통전시험(콘크리트의 일부를 떼어내어 철근을 두군데 이상 노출시키고 그 표면의 녹층을 제거한뒤 직류 저항계를 사용하여 철근간의 저항값을 측정함)
- ③ 측정점(면적)의 결정
- ④ 표면처리

- 콘크리트는 PH 값이 평균 12.8인 알칼리성으로, 콘크리트 내부에 배치된 철근은 표면에 두께 2~6×10~6mm의 치밀한 부동태 피막이 생성되어 부식되지 않는다.
- 표면이 부식된 철근의 경우에도 콘크리트 내부에 배치된 이후에는 부식이 되지 않는다.
- 표면이 부식된 철근이 콘크리트 내부에 배치된 경우, 철근 체적의 약 1% 이내가 부식된 철근은 부식강도가 증가

★★★

1. 재료 및 가공

102.122

4-46

철근부식 허용치

No. 254

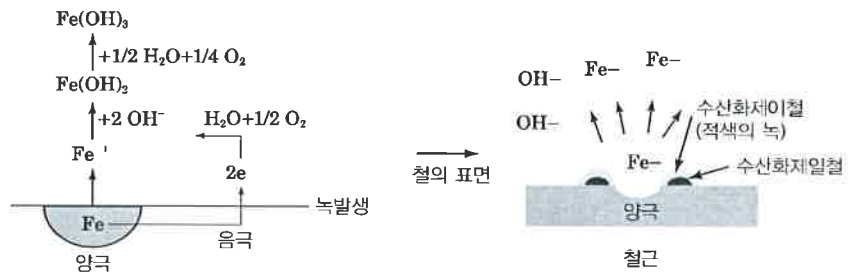
부식: 腐蝕, corrosion, 녹: rust

유형: 현상·기준

I. 정 의

- ① 철근의 부식은 concrete가 탄산화되고 concrete 중의 염소이온과 수분의 존재로 철근의 부동태 피막이 파괴된 후 산소가 존재하게 되면 철근 표면에서는 녹이 발생하게 된다.
- ② 녹은 철근 주위의 concrete에 팽창압력을 발생시켜 concrete에 균열 유발, 피복 concrete의 박리나 탈락 등을 일으킨다.

II. 부식 Mechanism



III. 철근 녹 규정

1) KCS 14 20 11

- ① 철근의 표면에는 부착을 저해하는 흙, 기름 또는 이물질 제거
- ② 경미한 황갈색의 녹이 발생한 철근은 일반적으로 콘크리트와의 부착을 해치지 않으므로 사용가능

2) KS D 3504

- ① PS 강재를 제외하고 철근의 녹이나 가공 부스러기 또는 그 조합은 KS D 3504에서 요구하고 있는 마디의 높이를 포함하는 철근의 최소 치수와 중량에 미달하지 않는 한 특별히 제거 불필요
- ② 횡방향 리브의 평균 높이

치수	횡방향 리브의 평균높이	
	최소	최대
D13 이하	공칭치름의 4.0%	최소값의 2배
D13 초과 D19 미만	공칭치름의 4.5%	
D19 이상	공칭치름의 5.0%	

4% → 4.5%

4-3장

콘크리트
일반

Professional Engineer

시멘트

성분

Key Point

■ 국가표준

- KS L 5201
- KS L 5106

■ Lay Out

- 화합물의 특성·주원료
- 물리적 성질

■ 핵심 단어

- 혼합분쇄
- 고온의 소성로에서 소성

■ 연관용어

- 수화반응
- 수화열
- 강열감량
- 분말도

★★★

1. 재료 및 배합

4-78	시멘트의 성분과 화합물	
No. 286	시멘트의 광물조성	유형: 재료·성질·지표

I. 정 의

- ① 석회(CaO)·실리카(SiO₂)·알루미나(Al₂O₃)·산화철(Fe₂O₃)·마그네시아(MgO) 등을 함유하는 원료를 적당한 비율로 충분히 혼합분쇄하여 만들어진 조합원료(Raw mix)를 고온(1400℃)의 소성로(Kiln)에서 소성하여 clinker광물이 생성된다.
- ② clinker에 응결지연제인 석고를 3% 정도 첨가하여 미분말로 분쇄한 것으로 Alite, Belite, Aluminate, Ferrite의 화합물을 합친 중량비는 시멘트 전체의 약 90%를 차지한다.

Spelling 수정

II. 주요 화합물의 특성

구분	규산 제3칼슘	규산 제2칼슘	알루미산 제3칼슘	알루미산철 제4칼슘
분자식	3CaO·SiO ₂	2CaO·SiO ₂	3CaO·Al ₂ O ₃	3CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃
약자	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
별명	Alite	Belite	Aluminate	Ferrite
수화반응	상당히 빠름	늦음	대단히 빠름	비교적 빠름
조기강도	大	小	大	小
장기강도	中	大	小	小
수화열	大	小	極大	中
건조수축	中	小	大	小
화학적항성	中	大	小	中

III. 시멘트의 주원료

원료		주성분	시멘트 1t을 생산하는데 필요한 양
점토질(20%)	석회질(80%)	석회석	CaO
			약 1130kg
		점토	SiO ₂ (20~26%) Al ₂ O ₃ (4~9%)
			약 240kg
점토질(20%)		규석	SiO ₂
			약 50kg
		슬래그	Fe ₂ O ₃
점토질(20%)		석고	CaSO ₄ ·2H ₂ O
			약 35kg
			약 33kg

시멘트

품질기준

Key Point

■ 국가표준

- KS L 5201
- KS L 5106

■ Lay Out

- 특성·품질기준

■ 핵심 단어

- What: 입자의 고운정도
- Why: 수화작용 촉진
- How: 미세할수록 물과 혼합 시 접촉면적이 크므로

■ 연관용어

- No. 355 시멘트 재료시험 참조

1. 재료 및 배합

4-79	분말도(Finess)	
No. 287	粉末度	유형: 재료·성질·지표

I. 정 의

- ① 시멘트의 분말도는 시멘트 입자의 고운 정도이며, 시멘트는 분말이 미세할수록 물과의 혼합 시 접촉 면적이 크므로 수화작용이 빠르게 되는 특성이 있다.
- ② 시멘트 입자의 크기 정도를 분말도 또는 비표면적으로 나타내며, 시멘트의 입자가 미세할수록 분말도가 크다.

II. 특 성

1) 분말도가 큰 시멘트 사용

- ① 초기강도가 크게 되며 강도 **증가율**이 크다.
- ② 블리딩이 적고 워커빌리티가 높아진다.
- ③ 물과 혼합 시 비표면적이 커져서 수화작용이 빠르다.
- ④ 풍화하기 쉽고 건조수축이 커져서 균열이 발생하기 쉽다.

2) 분말도 시험

- ① 비표면적시험(Blaine방법): 블레인 공기투과장치를 이용하여 일정한 기공률을 갖도록 만든 시멘트 베드를 통하여 일정량의 공기를 흡인하는 장치로 베드를 통해 흐르는 공기의 속도로 결정
- ② 표준체에 의한 방법: 시료 50g을 표준체(45 μ m, 90 μ m)에 넣고 시료를 골고루 물에 적신 다음 1초에 한 번씩 수평으로 저으면서 1분간 세척한다. 105~100℃에서 항량이 될 때까지 건조시키고 무게측정

III. 보통 포틀랜드 시멘트의 품질기준

구분	분말도 (m ² /g)	안정도(%)	초결(분)	종결(시간)	압축강도(MPa) 1종 기준		
					3일	7일	28일
KS 규격	2,800 이상	0.8 이하	60 이상	10 이하	12.5 이상	22.5 이상	42.5 이상

IV. 포틀랜드 시멘트 종류별 분말도

항목		종류	1종	2종	3종	4종	5종
분말도	비표면적(Blaine) (cm ² /g)		2800 이상	2800 이상	3300 이상	2800 이상	2800 이상

시멘트

종류

Key Point

■ 국가표준

- KS L 5201
- KCS 44 55 05

■ Lay Out

- 시멘트의 종류

■ 핵심 단어

- 혼합분쇄
- 고온의 소성로에서 소성

■ 연관용어

- 수화반응
- 수화열
- 강열감량
- 분말도

알루미나 시멘트

- alumina질 원료와 석회질 원료가 균일하게 혼합될 때까지 소성(burning)하여 급격히 냉각시켜 미분쇄한 cement
- 수화반응시 발생하는 발열량이 매우 크므로 물-시멘트비(W/C, Water/Cement)는 40% 이하로 하여 철근의 부식에 유의한다.

☆☆☆

1. 재료 및 배합

4-80	Cement의 종류	
No. 288	포틀랜드 시멘트	유형: 재료·성질·지표

I. 정 의

- ① 석회(CaO)·실리카(SiO₂)·알루미나(Al₂O₃)·산화철(Fe₂O₃)·마그네시아(MgO) 등을 함유하는 원료를 적당한 비율로 충분히 혼합분쇄하여 만들어진 조합원료(Raw mix)를 고온(1400℃)의 소성로(Kiln)에서 소성하여 clinker광물이 생성된다.
- ② clinker에 응결지연제인 석고를 3%정도 첨가하여 미분말로 분쇄한 것으로 Alite, Belite, Aluminate, Ferrite의 화합물을 합친 중량비는 시멘트 전체의 약 90%를 차지한다.

II. 시멘트의 종류

1) Portland cement - KS L 5201

구분	종류	특징
	1종 보통 P.C	일반 건축공사
	2종 중용열 P.C	수화열 및 조기강도 낮고 장기강도는 동등 이상
	3종 조강 P.C	보통 P.C 3일 강도를 1일에 7일 강도를 3일에 발현
	4종 저열 P.C	중용열 P.C 보다 수화열이 낮음
	5종 내황산염 P.C	C ₃ A를 줄이고 C ₄ AF를 약간 늘림

2) 혼합 cement

구분	종류	특징
혼합 시멘트	고로 slag cement KS L 5210	1종(5~30%) 2종(30~60%) 3종(60~70%) 내화학 저항성, 내해수성
	Fly ash cement KS L 5211	1종(5~10%) 2종(10~20%) 3종(20~30%) 수화열 및 건조수축이 적음
	Pozzolan cement KS L 5401	1종(5~10%) 2종(10~20%) 3종(20~30%) 수밀성이 높고 내화성 우수, 초기강도 작음
	저열 혼합시멘트	고로슬래그 미분말 · 플라이 애쉬 등을 혼합하여 제조

시멘트

팽창시멘트

- 경화 과정에서 팽창하는 성질을 가진 cement이며, grout 재 혹은 각종 보수공사에 많이 적용된다.
- 팽창방법은 ettringite, 석회·bauxite(보크사이트)를 많이 생성시키는 방법과 수산화칼슘의 결정에 의하여 팽창시키는 방법이 있다.

백색시멘트

- 부성분인 산화철(Fe_2O_3), magnesia(MgO), 아황산(SO_3), alkali(K_2O+Na_2O) 중에서 산화철의 양을 적게 하여 cement의 색을 밝게 한 cement
- 내구성을 위한 구조체보다는 장식용·미장용·인조대리석 제작 등에 주로 적용된다.

DSP시멘트

- 초미립자, 고성능 감수제를 적절히 조합하여 낮은 W/C 비에서 수화시켜 경화시킨 cement로서 경화체의 공극을 감소시켜 고강도를 얻는 cement
- D,S,P 경화체는 미수화물 입자가 치밀하게 충전되고, 이 공극에 수화물이 채워지는데, 이 수화물은 silica fume의 pozzolan반응에 의해 생성된 것이다.

3) 특수 시멘트

구분	특징
알루미나 시멘트 KSL 5205	내화학적 우수, 강도발현 빠름. 6~12시간에 일반P.C와 동일
팽창 시멘트 KS L5217	건조수축을 방지
백색 시멘트 KS L 5204	시멘트 원료 중 점토에서 실리카 성분을 제거
초속경 시멘트	6,000cm ² /g ² 로 미분쇄, 2~3시간에 10MPa에 도달
MDF시멘트	수용성 폴리머를 혼합, 공극 채움
DSP 시멘트	고성능 감수제 혼합, 공극률 감소
벨라이트 시멘트	클링커의 상 조성을 변화시키지 않고 제조 가능. 적은 양의 석고 사용 가능

600 → 6,000

Ⅲ. 중용열 Portland cement

1) 정의

- ① 수화열을 작게 하기 위해 C_3S , C_3A (8% 이하) 성분을 줄이고 장기 강도를 내기 위해 규산이석회(belite; C_2S , $2CaO \cdot SiO_2$)량이 많게 제조한 cement
- ② 수화열이 작고 투수 저항성이 커서 초대형 concrete 구조물, dam 공사 등의 mass concrete 등에 이용되며, 수화열과 건조수축이 적고, 화학저항성이 커서 도로용 cement로도 사용

2) 적용대상

- ① Mass Concrete
- ② 서중 Concrete
- ③ 차폐 Concrete
- ④ 수밀 Concrete
- ⑤ 댐(Dam) 및 기초(foundation)과 같은 massive한 구조물

3) 특성

- ① 초기 강도 발현은 늦으나 콘크리트의 장기 강도에는 유리
- ② 내화학성의 확보 유리
- ③ 경화 시 발열량이 적어 건조수축으로 인한 균열이 적다.
- ④ 수화발열량이 낮아 균열의 발생이 적다.

4) 유의사항

- ① 동결융해에 대한 저항성은 보통 cement보다 불리한 경우가 많으므로 유의
- ② Silica 성분의 탄산가스에 의한 중성화가 쉬우므로 유의
- ③ 콘크리트의 단위수량이 증가하여 강도상 불리할 수 있으므로 유의

시멘트

종류

Key Point

■ 국가표준

- KS L 5210

■ Lay Out

- 특성·용도
- 주의사항

■ 핵심 단어

- What: 슬래그와 석고 첨가
- Why: 내화학적 향상
- How: 분쇄하여 제조

■ 연관용어

- 고로슬래그 미분말
- 수화열
- 분말도

고로슬래그 미분말

• 실리카(SiO_2)
• 알루미나(Al_2O_3)
• 마그네시아(MgO)

KS L 5210

■ 고로슬래그 함유량

- 1종: 5~30% 이하
- 2종: 30~60% 이하
- 3종: 60~70% 이하

10 → 30

☆☆☆

1. 재료 및 배합

4-81

고로 Slag cement

No. 289

유형: 재료·성질·지표

I. 정 의

- ① 제철공장의 용광로에서 선철과 동시에 생성되는 slag와 석고를 clinker에 혼합·분쇄하여 만든 Cement
- ② 수화열이 낮아 온도균열 제어가 뛰어나고, 장기 강도와 내화학적(내화학적) 저항성, 내화학적(내화학적)이 우수하여 dam 등 mass concrete와 하천과 접하는 곳에 사용

재 → 내

II. 특 성

- ① 수화열, 강도, 내구성 등의 고유한 특성으로 장기강도가 크다.
- ② 해수, 하수, 지하수, 광천 등의 내침투성 우수
- ③ 수화열이 낮다.
- ④ 내열성이 크다.
- ⑤ 수성이 적다.

견침 → 거침

III. 고로슬래그 시멘트의 용도

- ① 댐: 2종 3종을 사용하며, 모체 시멘트에 중용열 포틀랜드 시멘트를 사용하며, 균열방지를 위해 분말도가 거침 slag를 혼합해야 한다.
- ② 토목공사: 도로, 철도, 교량, 터널
- ③ 방파제, 케이슨, 수로, 우수처리시설
- ④ 2차 제품: 원심력 콘크리트관, Prestress concrete pile

IV. 고로슬래그 시멘트의 사용 시 주의사항

- ① 초기 경화 지연, 조기 건조에 민감하므로 초기의 습윤양생은 주의 깊게 다룰 것
- ② 동절기 시공에서 내구성을 위한 양생 방법에 대한 주의가 필요
- ③ Silica 성분의 탄산가스에 의한 중성화가 쉬우므로 유의할 것
- ④ Pump의 압송 시 저항성이 크므로 유의할 것
- ⑤ 공기에 노출된 얇은 표면층이 연약하게 되는 경향이 있으므로 표면 양생에 주의
- ⑥ 콘크리트 타설 초기에는 일시적으로 푸른색을 띄게 되지만 공기 중에 노출되면 점차 황색 내지 백색으로 바뀐다.
- ⑦ 고로슬래그 시멘트 및 고로슬래그 시멘트 콘크리트에서 유화수소의 냄새가 나지만 2~3일이 지나면 증발

시멘트

품질

Key Point

■ 국가표준

- KCS 44 55 05
- KS L 5120

■ Lay Out

- 정량방법·특성
- 시멘트 강열감량

■ 핵심 단어

- What: 전기로에서 15분 간 강열
- Why: 손실량(풍화)산출
- How: 냉각 후 질량 측정, 5분씩 강열 반복

■ 연관용어

- 시멘트의 풍화

KS L 5120

- $C = \frac{m_6}{m_5} \times 100$
- B: 수분(%)
- m_5 : 시료의 질량(g)
- m_6 : 항량이 되었을 때의 감량(g)

- 항량
- 강열 전후의 질량차
- 풍화
- 저장된 cement가 대기 중의 공기와 접하면 공기 중의 수분과 수화작용을 하여 탄산염을 생성하며 굳어지는 현상으로 여름철에 많이 발생

☆☆☆

1. 재료 및 배합

89

4-86

강열감량

No. 294

Ignition Loss

유형: 시험·성질·지표

I. 정 의

- ① 흙이나 cement 등의 시료에 900~1200℃ 정도(1000℃)의 강한 열을 60분 동안 가했을 때 중량이 감소된 손실량
- ② 시료 약 0.5g을 도가니(용량 15mL)에 0.1mg까지 정확히 측정하여 취하고 975±25℃로 조절한 전기로에서 15분간 강열하고 데시케이터 안에서 냉각한 후 질량을 측정, 5분씩 강열을 반복하여 항량이 되었을 때의 감량에서 강열감량을 산출

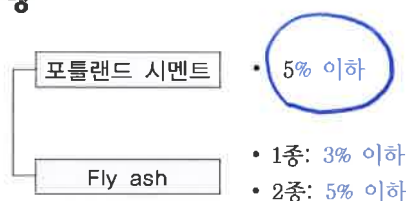
II. 강열감량의 정량방법

- 시료 1g을 채취
- ↓
- 975±25℃로 조절한 전기로에서 15분간 강열
- ↓
- 데시케이터 안에서 냉각한 후 질량을 측정
- ↓
- 5분씩 강열을 반복
- ↓
- 항량이 되었을 때의 감량(m_6)에서 강열을 산출
- ↓
- 시료 약 0.5g을 도가니(용량 15mL)에 0.1mg까지 정확히 측정 (m_5) 하여 취한다.(허용차(0.1%))

III. 특 성

- ① 일반적으로 강열감량은 0.6~0.8% 정도
- ② 강열감량은 시멘트 중에 함유된 H_2O , CO_2 의 양이다.
- ③ 강열감량은 클링커와 혼합하는 석고의 결정수량과 거의 같은 양이다.
- ④ 시멘트가 풍화하면 강열감량이 커지며, 풍화의 정도를 파악하는데 사용

IV. 강열감량



3 → 5%

골재

분류

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KCS 14 20 21
- KS F 2502
- KS F 2527
- KS F 2534

■ Lay Out

- 영향요소
- 요구성능
- 골재의 종류

■ 핵심 단어

■ 연관용어

- 잔골재율
- 굵은골재 최대치수

KS F 2526 삭제
(폐지)

1. 재료 및 배합

4-91

골재의 분류

No. 299

유형: 기준·지표·항목

I. 콘크리트 골재의 영향요소

- ① 골재는 콘크리트의 모르타르, 석회반죽, 역청질의 혼합물 등과 같이 결합재에 의하여 한덩어리를 이룰 수 있는 건설용 광물질의 재료로써, 굳기 전 콘크리트의 작업성과 굳은 후의 강도, 내구성, 수밀성의 확보에 영향을 미친다.
- ② 최근 천연골재 품귀현상, 순환골재 사용 등으로 사용골재의 품질관리가 필요하다.

II. 골재의 요구성능

- ① 표면이 거칠고 구형에 가까운 것
- ② 청정한 것
- ③ 물리적으로 안정할 것
- ④ 화학적으로 안정할 것
- ⑤ 입도가 적절할 것
- ⑥ 시멘트페이스트와 부착력이 크도록 큰 표면적을 가질 것
- ⑦ 내화성이 있는 것에 둘러싸여 수화속도는 점차 느려지지만 수화물 간의 접촉으로 경화가 시작

III. 골재의 종류

1) 천연골재 - KS F 2527

입형이 양호하여 회전저항이 감소해 유동성 우수

구분	절건비중 (g/cm ³)	흡수율 (%)	점토 덩어리 (%)	0.08mm체 통과량(%)	이물질 함유량	염화물 (%)
굵은 골재	2.5 이상	3.0 이하	0.25 이하	1.0 이하	-	-
잔골재	2.5 이상	3.5 이하	1.0 이하	3.0 이하	-	0.04 이하

2) 부순골재 - KS F 2527

암석을 크러셔 등으로 분쇄하여 인공적으로 만든 골재로 입형이 불량하여 회전저항이 증가해 유동성이 취약해 단위수량 증가

구분	절건비중 (g/cm ³)	흡수율 (%)	안정성	마모율	0.08mm 체 통과량
부순 굵은 골재	2.5 이상	3.0 이하	12 이하	40 이하	1.0 이하
부순 잔골재	2.5 이상	3.0 이하	10 이하	-	7.0 이하

골재

분류

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KS F 2502

■ Lay Out

- 품질기준

■ 핵심 단어

■ 연관용어

- 체가름시험
- 잔골재율
- 굵은골재 최대치수

• 잔골재(Fine Aggregate)

- 10mm 체를 전부 통과하고, 5mm 체를 거의 다 통과하며, 0.08mm 체에 거의 다 남는 골재, 5mm 체를 통과하고 0.08mm 체에 남는 골재

☆☆☆

1. 재료 및 배합

83

4-92

골재의 입도

No. 300

grading of aggregate

유형: 기준·지표·항목

I. 정 의

- ① 골재의 크고 작은 알이 섞여 있는 정도이며, 그 입도는 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.
- ② 깨끗하고, 강하고, 내구적이고, 알맞은 입도를 가지며, 얇은 석편, 가느다란 석편, 유기불순물, 염화물 등의 유해량 함유하지 않아야 한다.

II. 잔골재의 품질기준

1) 요구조건 및 물리적 품질

- ① 원석의 강도: 단단하고, 강한 것
- ② 유해물 함유: 유해량 이상의 염분을 포함하지 않아야 하고, 진흙이나 유기 불순물 등의 유해물을 허용량 이상 함유 금지
- ③ 절대건조밀도: 2.5g/cm^3 이상
- ④ 흡수율: 3.0% 이하

2) 잔골재의 표준입도

체의 호칭 치수(mm)	체를 통과한 것의 질량 백분율(%)	
	부순 잔골재	부순 잔골재 이외의 잔골재
10	100	100
5	95-100	95-100
2.5	80-100	80-100
1.2	50-90	50-85
0.6	25-65	25-60
0.3	10-35	10-30
0.15	2-15	2-10

- ① 입도 범위 벗어난 경우: 두 종류 이상의 잔골재를 혼합하여 입도를 조정해서 사용
- ② 혼합 잔골재: 연속된 두 개의 체 사이를 통과하는 양의 백분율이 45 % 초과 금지
- ③ 잔골재의 조립률의 변화: ± 0.20 이상의 변화를 나타내었을 때는 배합의 적정성 확인 후 배합 보완 및 변경
- ④ 잔골재의 안정성: 황산나트륨으로 5회 시험으로 평가하며, 그 손실 질량은 10% 이하

골재

Ⅲ. 굵은골재의 품질기준

1) 요구조건 및 물리적 품질

- ① 원석의 강도: 단단하고, 강한 것
- ② 유해물 함유: 유해량 이상의 염분을 포함하지 않아야 하고, 진흙이나 유기 불순물 등의 유해물을 허용량 이상 함유 금지
- ③ 절대건조밀도: 2.5g/cm^3 이상
- ④ 흡수율: 3.0% 이하

2) 굵은골재의 표준입도

- 굵은골재(Coarse Aggregate)
- 5mm 체에 거의 다 남는 골재, 5mm 체에 다 남는 골재

골재입도와 품질

- 입도가 좋은 골재는 실적이 크다
- 입도가 좋은 골재는 동일 Slump에서 단위수량이 작아진다.
- 강자갈 사용 시 쇄석보다 단위수량이 5~8% 줄어든다.
- 입도가 좋은 골재를 사용하면 시공연도가 좋아진다.

골재 번호	체의 호칭 치수(mm)	체를 통과하는 것의 질량 백분율(%)													
	체의 크기(mm)	100	90	75	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2	
1	90~40	100	90~ 100		25~ 60		0~1 5		0~5						
2	65~40			100	90~ 100	35~ 70	0~1 5		0~5						
3	50~25				100	90~ 100	35~ 70	0~1 5		0~5					
357	50~5				100	95~ 100		35~ 70		10~ 30		0~5			
4	40~20					100	90~ 100	20~ 55	0~ 15		0~5				
457	40~5					100	95~ 100		35~ 70		10~ 30	0~5			
57	25~5						100	95~ 100		25~ 60		0~ 10	0~5		
67	20~5							100	90~ 100		20~ 55	0~ 10	0~5		
7	13~5								100	90~ 100	40~ 70	0~ 15	0~5		
8	10~2.5									100	85~ 100	10~ 30	0~ 10	0~5	

- ① 천연 굵은 골재의 점토덩어리 함유량: 0.25%, 연한 석편은 5.0% 이하이어야 하며, 그 함은 5%를 초과 금지
- ② 순환 굵은 골재의 점토덩어리 함유량 0.2% 이하
- ③ 굵은골재의 안정성: 황산나트륨으로 5회 시험으로 평가하며, 그 손실질량은 12% 이하

IV. 조립률(FM)-체가름 시험

$$FM = \frac{10\text{개 체에 남은 양의 누적백분율의 합}}{100}$$

- ① 75mm, 40mm, 20mm, 10mm, 5mm, 2.5mm, 1.2mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm의 10개의 체를 이용
- ② 시험기에 시료를 넣고 각 체의 잔량이 1분간 1% 이상 통과하지 않을 때까지 실시
- ③ 굵은골재의 적정 조립률: 6~8 정도

골재

밀도

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 함수상태
- 영향을 주는 요인

■ 핵심 단어

- 함수상태

■ 연관용어

- 실적률
- 공극률

• 유효흡수율

$$\frac{\text{표건상태질량} - \text{절대건조질량}}{\text{기건상태질량}} \times 100(\%)$$

• 흡수율

$$\frac{\text{표건상태질량} - \text{기건상태질량}}{\text{절대건조질량}} \times 100(\%)$$

• 표면수율

$$\frac{\text{습윤상태질량} - \text{표건상태질량}}{\text{표건상태질량}} \times 100(\%)$$

• 함수율

$$\frac{\text{습윤상태질량} - \text{기건상태질량}}{\text{절대건조질량}} \times 100(\%)$$

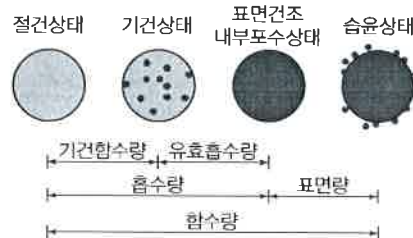
함수율에 영향을 주는 요소

- 다공성일수록 함수량 大
- 비중이 클수록 함수량 小
- 구조가 치밀할수록 小

I. 정 의

- ① 골재의 밀도는 실제밀도가 아니라 내부의 미세한 균열과 표면이 가늘게 패인 것을 포함한 상태의 외관밀도를 말하며, 그래서 골재의 함수상태에 의해 밀도의 값이 바뀐다.
- ② 절건상태부터 기건상태, 표건상태, 습윤상태 등 차례로 함수량이 많은 순상태를 말하며, 표건상태는 골재 내부와 표면의 패인 곳이 물로 채워져 표면에 여분의 물을 갖고 있지 않을 때의 사에인 표면 건조 내부포수 상태를 말하고, 콘크리트 배합설계에 기준이 된다.

II. 골재의 함수상태 - 밀도와 흡수율



A : 절건질량,

B : 표면건조내부포수질량,

C : 수중질량

• 겉보기비중

$$\frac{A}{B - C}$$

• 진비중

$$\frac{A}{A - C}$$

• 표건비중

$$\frac{B}{B - C}$$

• 함수율

$$\frac{B - A}{A} \times 100\%$$

비중은 단위가 없으며, 밀도는 $[g/cm^3]$, $[t/m^3]$ 의 단위를 갖는다.

1) 절대건조상태(absolute dry condition of aggregate)

골재를 100~110℃ 정도의 온도에서 중량변화가 없어질 때까지(24시간 이상) 건조한 상태, 골재 내부 모세관 등에 흡수된 수분이 거의 없는 상태

2) 기건상태(air dried state of aggregate)

골재를 공기 중에 건조하여 골재의 표면은 수분이 없는 상태이고, 내부는 수분을 포함하고 있는 상태

3) 표면건조 포수상태(Saturated surface state of aggregate)

골재의 표면은 수분이 없는 상태이고, 내부는 포화상태

4) 습윤상태(wet state of aggregate)

골재표면은 수분이 있는 상태이고, 내부는 포화상태

골재

밀도

Key Point

■ 국가표준

- KS F 2505

■ Lay Out

- 실적률·실적률이 클 경우
- 단위용적질량

■ 핵심 단어

- 단위용적질량
- 절대용적과 용기용적과의 비율

■ 연관용어

- 공극률

- 실적률
- 실적률
=(단위용적질량/절건밀도)
×100(%)
- 공극률
(void ratio of aggregate)
- 골재의 단위용적(m^3) 중의
공극을 백분율로 나타낸 값
(밀도×0.0999)-단위용적질량
밀도×0.999

1. 재료 및 배합

4-94 골재의 실적률

No. 302

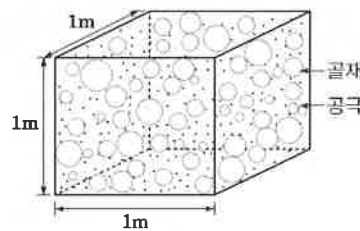
solid volume percentage of aggregate

유형: 기준·지표·항목

I. 정 의

- ① 골재의 단위용적질량 시험 시 용기에 가득 채운 절대용적과 용기 용적과의 비율로, 단위용적질량을 밀도로 나눈 값의 백분율
- ② 골재의 최대치수, 입도분포, 입형 등에 의해 달라지는데, 실적률이 클 경우 물시멘트비가 감소된다.

II. 골재의 실적률



$$d = \frac{W}{\rho} \times 100(\%)$$

d: 실적률(%)

v: 공극률(%)

ρ: 비중

W: 단위용적 질량(kg/l)

중량 → 질량

$$d = \frac{W}{\rho} \times 100(\%)$$

d: 실적률(%)

v: 공극률(%)

ρ: 비중

W: 단위용적 질량(kg/l)

중량 → 질량

III. 실적률이 클 경우(공극률이 작을 경우)

- ① 시멘트양 감소
- ② 건조수축 감소
- ③ 단위수량 감소
- ④ 콘크리트 내구성 증가
- ⑤ 콘크리트 수밀성 증가

IV. 골재의 단위용적질량(mass of unit volume of aggregate)

- ① 일정 용기 안의 골재의 질량을 그 용기의 용적으로 나눈 값
- ② 특히 잔골재의 경우 흡수상태에 의해 부푸는 현상이 있고 큰 오차가 생길 수 있으므로 측정할 때 건조한 골재를 사용해야 함

혼화재료

혼화재

Key Point

■ 국가표준

- KS F 2563

■ Lay Out

- 제조·품질규격
- 용도·성질
- 사용 시 주의사항

■ 핵심 단어

- What: 용광로에서 암석 성분
- Why: 작은 모래입자 모양
- How: 급격히 냉각

■ 연관용어

- 고로슬래그 시멘트
- 잠재수경성

고로슬래그 미분말

- 실리카(SiO_2)
- 알루미나(Al_2O_3)
- 마그네시아(MgO)

★★★

1. 재료 및 배합

4-98

고로Slag 미분말

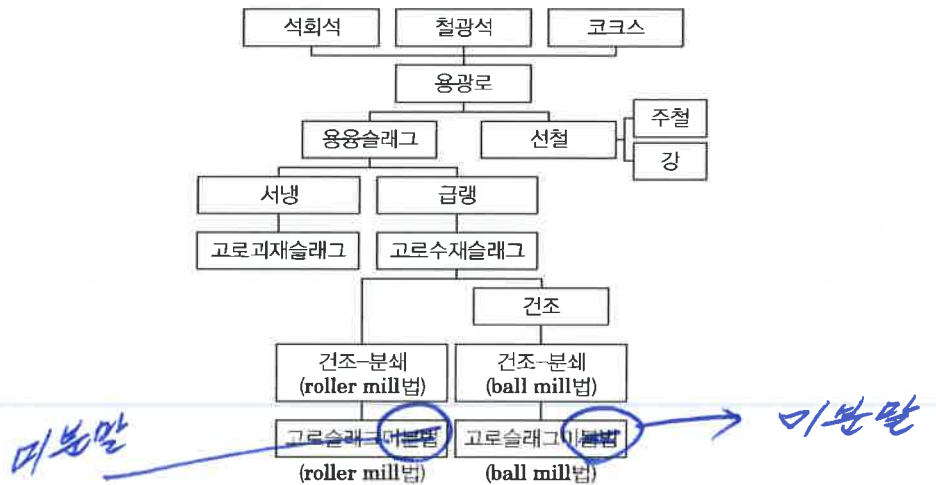
No. 306

유형: 재료·성능·성질

I. 정 의

- ① 제철공장의 용광로에서 철광석 중 암석성분이 녹아 쇳물 위에 떠 있게 되는데, 이것을 흘러내리게 하여 물로 급격히 냉각시킴으로써 작은 모래입자 모양으로 만든 것
- ② 고로슬래그 미분말은 고로슬래그를 다시 분쇄기로 미분말이 되도록 분쇄하여 제조한 것

II. 고로슬래그 미분말의 제조



III. 고로슬래그 미분말의 품질규격

종류	품질	고로슬래그 미분말			
		1종	2종	3종	4종
밀도(g/cm^3)		2.8 이상	2.8 이상	2.8 이상	2.8 이상
비표면적(cm^2/g)		8,000~10,000	6,000~8,000	4,000~6,000	2,750~3,500
플로값 비(%)		95 이상	95 이상	95 이상	95 이상
삼산화황 (SO_3)(%)		4.0 이하	4.0 이하	4.0 이하	2.5 이상 4.0 이하
강열감량(%)		3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하
염화물 이온(%)		0.02 이하	0.02 이하	0.02 이하	0.02 이하

혼화재료

혼화재

Key Point

■ 국가표준

KSL 5405

■ Lay Out

- 품질기준·성질
- 영향요소·주의사항

■ 핵심 단어

- What: 실리카, 이산화규소
- Why: 초미립자
- How: 집진기로 모아서

■ 연관용어

- 마이크로 필러효과

제품형태

- 응축 처리된 과립상과 응축 처리되지 않은 분체상, 슬러리 상태인 것 세 가지 형태로 분류
- 포집된 상태로 처리하지 않은 분체 실리카는 단위용적중량이 0.1~0.3t/㎥이고, 입자의 단위용적질량을 증대시키기 위해 처리한 제품의 단위용적질량은 0.3~0.8t/㎥이다.
- Brunauer-Emmett-Teller
 - 고체 시료의 표면에 특정 가스를 흡/탈착시켜 부분 압력별 흡착량을 측정함으로써 재료의 비표면적 및 기공 크기 분포를 계산하는 분석 장비

4-101	Silica Fume	
No. 309	실리카 폼	유형: 재료·성능·성질

I. 정 의

- ① Silicon, Fero silicon 등을 제조할 때 발생하는 폐가스 중에 포함되어 있는 SiO_2 를 집진기로 모아서 얻어지는 초미립자($1\mu\text{m}$ 이하)의 산업부산물
- ② 구상의 입자지만 분말도가 $2,000\text{m}^2/\text{g}$ 정도로 미세하기 때문에 소정의 워커빌리티를 얻기 위해서는 많은 혼합수가 필요하다. 그러므로 고성능감수제를 병용하는 것이 효과를 발현시키기 위한 필수조건이다.

II. 실리카폼의 품질기준

품질	요구조건
비표면적(BET)	$\geq 15(\text{m}^2/\text{g})$
이산화규소(SiO_2)%	≥ 85
산화마그네슘(MgO)(%)	≤ 5.0
강열감량(%)	≤ 5.0

III. 실리카폼을 사용한 콘크리트의 성질

1) 슬럼프

비표면적이 커서 수산화칼슘과 매우 짧은 시간에 반응하고, 겔상의 물질을 생성하여 점성이 커져 슬럼프가 저하되며 슬럼프 손실도 크다.

2) 압축강도

치환율 10%까지는 직선적으로 증가하고, 20% 전후에서 최고점에 도달한다. 콘크리트의 수화속도 및 수화열 감소하여 온도상승 감소

3) 동결융해

미세공극 충전(micro filler)효과 및 포졸란 반응은 콘크리트 경화조직을 치밀화하여 동결융해 작용 시 물의 침투저항성을 현저히 향상시킨다.

4) 중성화

미세공극 충전(micro filler)효과에 의한 중성화 억제효과

IV. 사용 시 주의사항

- ① 경화조직이 치밀해져 내부 증기압이 높아지기 때문에 폭발 위험성 주의
- ② 초기재령에 있어서 경화에 따른 자기수축이 크다.

특성, 적용방안, 화학적 구성

☆☆☆

1. 재료 및 배합

혼화재료

혼화재

Key Point

- 국가표준
- Lay Out
특성, 적용방안
- 핵심 단어
석회석 분쇄 "두정"
- 연관용어

제조방법

- 일반적으로 통용되는 내용은 시멘트 제조과정에서 예열기 상부에서 집진기에 의하여 포집된 미립자 산업부산물을 의미하지만, 실제 제조과정은 석회석을 직접 분쇄하여 사용하고 있다.
- 대표 제조업체: 대성 MDI, 오미아코리아

4-102

석회석 미분말

No. 310

Lime Stone Powder

유형: 재료·성능·성질

I. 정 의

- ① 석회석을 분쇄하여 만든 미분말
- ② 석회석 미분말의 발생량은 시멘트 생산량의 약 5~10% 정도 된다.

"두정"

II. 특 성

- ① 크기가 5~6 μ m로 미세분말
- ② 분말도 9,000cm²/g 정도
- ③ 강열감량이 저감 → 저가 → 저감
- ④ 석회석 미분말을 잔골재로 치환한 경우 강도증진
- ⑤ 공극충전 효과 및 투수저항성 우수
- ⑥ 결합재보다 채움재로서의 사용이 효과적
- ⑦ 재료분리 방지
- ⑧ 유동성 증가

III. 석회석 미분말의 화학적 구성

- ① CaCO₃: 92.5중량% 이상
- ② MgO: 5중량% 이하
- ③ SO₃: 0.5중량% 이하
- ④ Al₂O₃: 1중량% 이하

IV. 적용방안

- ① 잔골재의 대체재
- ② 매스콘크리트의 균열저감
- ③ 고성능 콘크리트 제조 시 혼화재료로 사용
- ④ 섬유보강재 혼입에 따른 콘크리트 물성 증대

제조관리

생산규격

Key Point

■ 국가표준

= KS L 5220

■ Lay Out

- 제조원리·제품

■ 핵심 단어

- 시멘트 모래 성질개선헌재
미리 혼합
- 건비빔

■ 연관용어

특징

- 원재료 정밀 혼합
- 우수한 품질
- 우수한 작업성
- 작업능률 향상
- 인건비 절감
- 작업능률 향상

☆☆☆ 2. 제조 및 시공

4-121

Dry Ready Mixed Cement Mortar

No. 329

건조 시멘트 모르타르

유형: 재료·규격·지표

I. 정 의

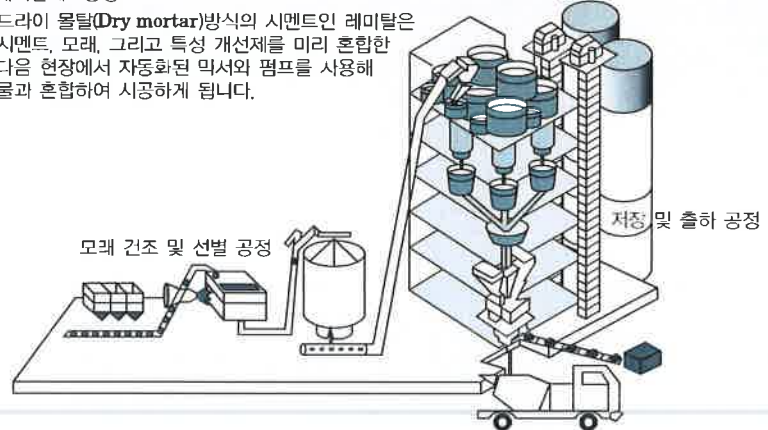
- ① 공장에서 생산한 건조 상태의 시멘트계 모르타르로서 포틀랜드 시멘트, 고로 슬래그 시멘트 또는 메이슨리 시멘트 등에 선별한 모래를 혼화재료 등과 함께 혼합하여 제조한 제품
- ② 일반 소비자 또는 공사 현장에서 단지 물만 섞어 작업할 수 있도록 한 것이다.

II. 제조원리

레미탈제조과정

드라이 몰탈(Dry mortar)방식의 시멘트인 레미탈은 시멘트, 모래, 그리고 특성 개선제를 미리 혼합한 다음 현장에서 자동화된 믹서와 펌프를 사용해 물과 혼합하여 시공하게 됩니다.

계량 및 혼합 공정



III. 제품

구분	제품
건축용	미장용 • 단열용, 수지플라스터, 견출용, 뽕칠미장용, 일반미장용
	조적용 • 줄눈용, 점토벽돌전용, 사춤용, 조인트 I, II, 조적용
	바닥용 • 자동수평레미탈(SL), BIO 바닥용, 바탕그름용, 기포용, 바닥용
	타일용 • 고성능 압착용, 백시멘트, 고급탄성줄눈용, 줄눈용, 폴 리픽스 I, II, 타일압착용, 타일 떠붙임용
토목용	그라우트용 • 레미그라우트, 경량그라우트
	보수보강용 • 레미가드, 슛패치용
	혼합시멘트 • 오메가, 마이크로시멘트, 저발열시멘트
소포장	• 위생도기부착용, 초속경 바닥보수용(S.L), 고급칼라줄눈용, 타일줄눈용(백색, 회색), 빠른 보수용, 타일보수용, 다용도보수용)

타설 중 관리

펌프압송

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 특징·선택조건
- 유의사항

■ 핵심 단어

- 튜블러 마스트
- CPB Boom

■ 연관용어

- 분배기(Distributor)



선택 조건

- Core wall 선행 시공 시
- 초고층 대형건물
- 층고가 높을 때
- Column과 Slab의 콘크리트 강도가 상이할 때(1회/층)
- Column 및 Wall과 Slab의 분리 타설 시(2회/층)
- 플레싱 붐 작업반경 이내 일 때

☆☆☆

2. 제조 및 시공

65,84,119

4-127

Concrete Placing Boom(CPB)

No. 335

콘크리트 플레싱 붐

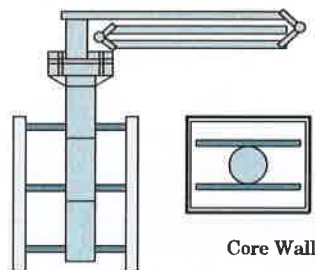
유형: 장비·공법

I. 정 의

- ① 펌프에서 배관을 통해 압송된 콘크리트를 Tubular Mast에 설치된 CPB Boom을 이용하여 콘크리트 타설 위치에 포설하는 장치
- ② Boom의 작업반경이 20m~50m 내외로 Core wall선행 시공시 골조진행 2개 층마다 마스트 클라이밍을 통하여 타설한다.

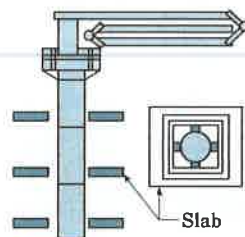
II. 설치 부위별 특징

1) Core wall 내부설치



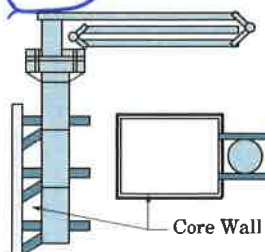
- ① 장점: 작업범위 최대 활용, Jack up 시간 단축
- ② 단점: 매층 Core wall 내부에 4개의 Opening hall이 필요

2) Slab 중앙설치



- ① 장점: 설치 해체용이, 플레싱 붐의 상승속도 빠름
- ② 단점: Core wall선행 시 적용불가, 매 층 Opening hall 필요

3) Wall bracket에 고정



- ① 장점: 슬래브 Opening hall 불필요, 슬래브의 진행에 관계없이 타설
- ② 단점: Embedded plate 설치 시간 소요, Jack up시간 소요 과다

타설 중 관리

타설 방법

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 타설방법

■ 핵심 단어

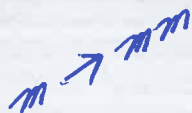
- 콘크리트 타설

■ 연관용어

- 콘크리트 타설

타설순서

- 시공이음이 적은 순서대로
- 처짐 및 변위가 큰 부위부터
- Moment가 큰 곳부터
- 선 타설된 콘크리트에 진동 전달이 적은 순서로



★★★

2. 제조 및 시공

4-129

타설방법(부어넣기 시 유의사항)

No. 337

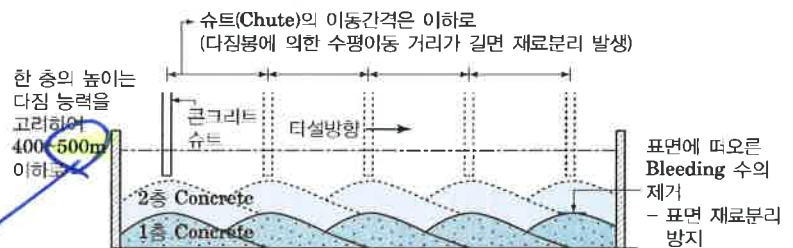
유형: 공법·기준

I. 정 의

- ① 콘크리트 타설을 원활하게 하기 위하여 콘크리트 타설에 앞서 납품 일시, 콘크리트의 종류, 수량, 배출 장소 및 운반차의 대수 및 이동계획 등을 생산자와 충분히 협의해 둔다.
- ② 콘크리트 타설 중에도 생산자와 긴밀하게 연락을 취하여 콘크리트 타설이 중단되는 일이 없도록 한다.
- ③ 콘크리트를 배출하는 장소는 운반차가 안전하고 원활하게 출입할 수 있으며, 배출하는 작업이 쉽게 될 수 있는 장소로 한다.

II. 타설 방법

1) 타설 방법



- ① 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 변형 및 손상되지 않도록 주의
- ② 콘크리트를 거푸집 안에서 횡방향으로 이동 금지
- ③ 재료분리를 방지할 방법을 강구
- ④ 한 구획내의 콘크리트는 타설이 완료될 때까지 연속해서 타설
- ⑤ 그 표면이 한 구획 내에서는 거의 수평이 되도록 타설
- ⑥ 콘크리트 타설의 1층 높이는 다짐능력을 고려하여
- ⑦ 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우, 상층의 콘크리트 타설은 원칙적으로 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 해야 하며, 상층과 하층이 일체가 되도록 시공

2) 허용이어치기 시간간격의 표준

외기온도	허용 이어치기 시간간격
25℃ 초과	2.0시간
25℃ 이하	2.5시간

콜드조인트가 발생하지 않도록 하나의 시공구획의 면적, 콘크리트의 공급능력, 이어치기 허용시간간격 등을 고려

타설 중 관리

타설 방식

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 타설 기준

■ 핵심 단어

- 수직수평 분리타설

■ 연관용어

- 침하균열

강도의 1.4배 이하

$$\frac{\text{수직부재의 강도}}{\text{수평부재의 강도}} \leq 1.4 \text{인 경우}$$

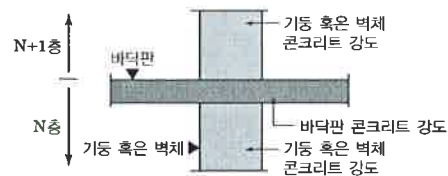
기둥강도	바닥판강도
27 MPa	21 MPa
30 MPa	24 MPa
35 MPa	27 MPa
40 MPa	30 MPa

I. 정 의

- ① 수직·수평 부재 강도차가 발생 할 때 수직부재를 먼저 타설 후 수평부재를 타설하는 방법
- ② 타설 중 균열의 길이가 짧고 무방향성으로 생기는 침하균열을 사전에 방지하기 위해 기둥·벽체 등 수직부재와 수평부재인 slab를 분리 타설하는 공법

II. 기둥 혹은 벽체 콘크리트 강도 별도 적용 시 타설기준

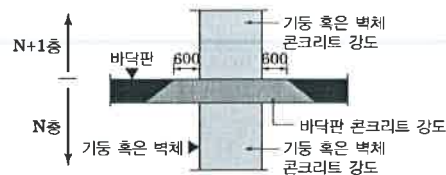
- 1) 바닥판 콘크리트 강도의 1.4배 이하(4면이 보나 Slab로 구속된 경우)



- $\frac{\text{수직부재의 강도}}{\text{수평부재의 강도}} \leq 1.4 \text{인 경우}$

- 수평재 해당구간은 모두 수평재 강도로 시공

- 2) 바닥판 콘크리트 강도의 1.4배 초과



- $\frac{\text{수직부재의 강도}}{\text{수평부재의 강도}} > 1.4 \text{인 경우}$

- 기둥 주변의 바닥판: 기둥과 동일한 강도를 가진 콘크리트로 타설
- 강도가 높은 콘크리트를 먼저 타설 한 후 소성성질을 보이는 동안에 낮은 강도의 콘크리트를 쳐서 두 콘크리트가 일체가 되도록 충분히 진동다짐
- 기둥 콘크리트는 바닥 콘크리트와 일체를 이루어야 하고, 기둥 콘크리트의 상면은 기둥면으로부터 슬래브 내로 600mm 정도 확대시공

III. 시공 시 유의사항

기둥면에서 600mm 내밀어 타설한 후 슬래브를 타설할 경우 Joint면에서 Cold Joint가 생길 우려가 크므로 강도차를 1.4 이하로 해서 수직·수평부재를 일체로 타설하는 것이 품질 확보면에서 유리

이름

줄눈

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 종류·특징

■ 핵심 단어

■ 연관 용어

4-135

콘크리트 조인트(Joint) 종류

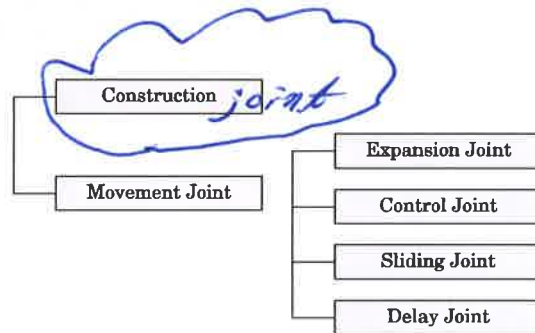
No. 343

유형: 공법·기능

I. 정 의

- ① Concrete joint의 종류는 concrete 구조체가 온도변화, 건조수축 균열이 발생하는 것을 사전에 방지·유도·제어를 위해 설치되는 movement joint와 현장 타설 concrete에 의한 construction joint로 크게 분류된다.
- ② Joint는 설계단계부터 고려되어야 하며 균열의 깊이, 길이, 온도응력발생 정도, 구조물의 종류, 단면형상, 단면치수, 현장조건, 기상 조건, 공사 시기·기간, 시공방법 등을 종합적으로 검토하여 적절한 joint 공법을 선정하여 정밀 시공한다.

II. 줄눈의 종류



III. 특 징

종류	특징
Construction	Concrete 시공과정 중 작업관계로 굳은 Concrete에 새로운 Concrete를 이어붙기 함으로써 일체화되지 못해 발생
Expansion Joint	건조수축과 팽창, 계절의 온도차에 의한 변위 등으로 인한 균열을 사전에 방지하기 위해 설치하는 Joint
Control Joint	구조물의 온도변화에 따른 건조수축 등에 의한 균열을 벽면 중의 일정한 곳으로 유도하기 위해 단면결손부위로 균열을 유도하여 구조물의 단면 및 외관손상을 최소화하는 Joint
Sliding Joint	보·slab 등의 수평부재가 기둥벽체 등의 수직부재에 단선지지된 경우, 구속 응력을 해소시키기 위해 자유롭게 미끄러지게 한 joint로, 사전에 계획된 joint
Delay Joint	Concrete가 건조수축에 대해서 내외부의 구속을 받지 않도록 수축대를 두고, Concrete를 타설한 다음 초기수축 4~6주를 기다린 후 수축대 부분을 Concrete로 타설하는 Joint

2. 제조 및 시공

76,77,88,108

이름

줄어

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 이음위치
- 부위별 시공이음
- 시공방법

■ 핵심 단어

- 작업관계
- 이어붓기
- 일체화 되지 못해 발생

■ 연관용어

이음부위의 요구성능

- 구조적 연속성
- 방수성능 확보
- 부착성능 확보
- 강도 확보

4-136 시공이음(Construction joint)

No. 344

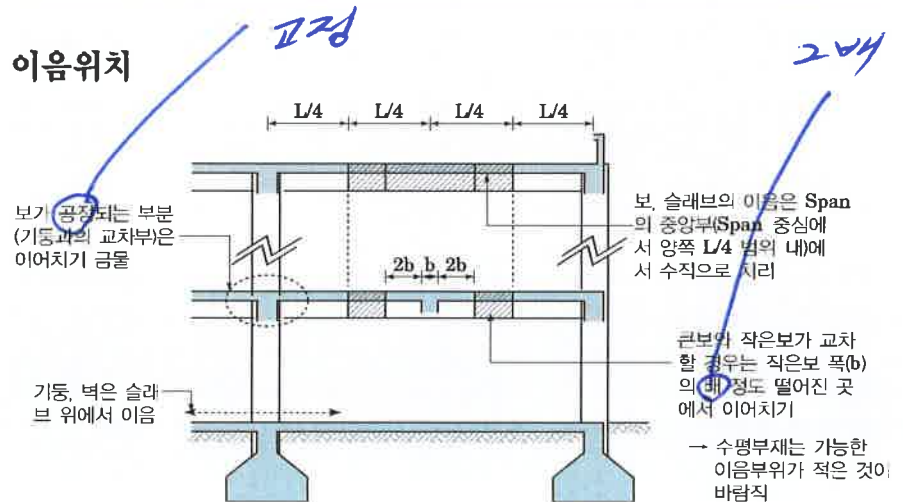
콘크리트 이어붓기면에 요구되는 성능과 위치

유형: 공법·기능

I. 정 의

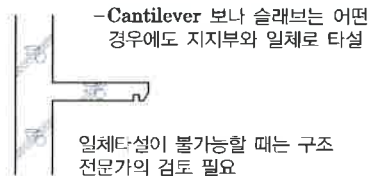
- ① 시공과정 중 작업관계로 굳은 concrete에 새로운 concrete를 이어 붓기함으로써 일체화되지 못해 발생하는 joint
- ② 시공이음은 접합상세와 구조물 특성에 따라 적합한 형식을 선택해야 하며 이음 시 구조적 연속성, 강도확보, 수직도·수평도 확보, 내구성 및 내식성 확보와 시공이 용이해야 한다.

II. 이음위치

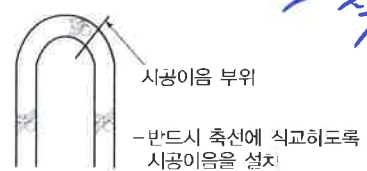


- ① 시공이음은 될 수 있는 대로 전단력이 작은 위치에 설치하고, 부재의 압축력이 작용하는 방향과 직각이 되도록 하는 것이 원칙이다.
- ② 부득이 전단이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우에는 시공이음에 장부 또는 홈을 두거나 적절한 강재를 배치하여 보강하여야 한다.

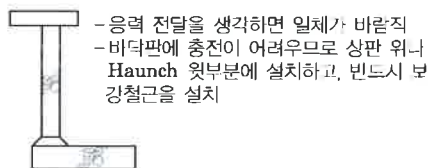
III. 부위별 시공이음



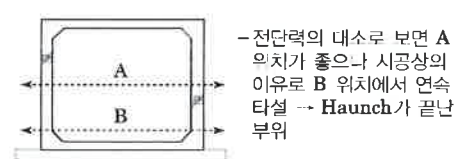
[Cantilever]



[Arch]



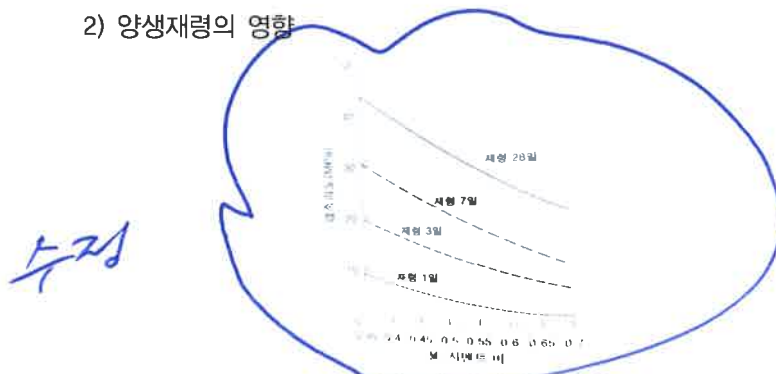
[옹벽]



[공동구]

양생

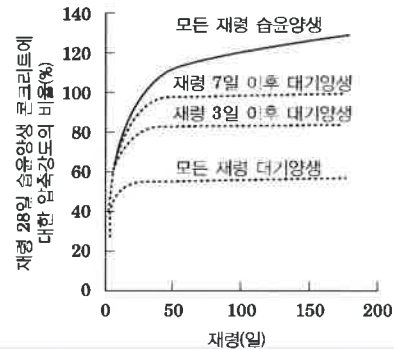
2) 양생재령의 영향



[콘크리트 압축강도에 대한 습윤양생 및 물-시멘트비의 영향]

- 상온에서 습윤양생하는 경우 물-시멘트비가 동일하다면 양생기간이 길어질수록 압축강도는 지속적으로 증가
- 콘크리트의 강도는 재령과 온도와의 함수로서, 즉 강도는 $\sqrt{\text{시간} \times \text{온도}}$ 의 함수로 표시되는데 이를 적산온도라 함

3) 습윤양생의 영향



[강도에 대한 양생조건의 영향]

- 습윤양생한 콘크리트의 압축강도는 대기양생한 경우보다 3배 정도 높게 나타난다.
- 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우 최소 7일간 습윤양생을 실시해야 하는 것이 바람직

4) 급격한 건조 및 온도변화의 영향

- ① 습윤양생을 하기 전에 콘크리트를 건조시키면 콘크리트로부터 물의 증발이 빨라져 이로 인해 Plastic Crack이 발생한다.
- ② 초기양생을 끝낸 후라도 급격하게 건조하면 콘크리트 표면과 내부의 수축차에 의해 표면에 인장응력이 발생하기 때문에 표면 근처에서 수축이 일어나 균열이 발생한다.

5) 양생중의 진동·충격이나 과대하중의 영향

콘크리트의 응결이 끝날 때까지 계속적인 진동을 준 경우 콘크리트의 강도는 오히려 증가하지만 시공줄눈의 강도나 철근의 부착강도에는 나쁜 영향을 준다. 또한 계속적인 진동을 주었을 때 콘크리트 강도는 저하된다. 습윤양생을 하기 전에 콘크리트를 건조시키면 콘크리트로부터 물의 증발이 빨라져 이로 인해 Plastic Crack이 발생한다.

★★★

2. 제조 및 시공

77

양생

양생

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 양생의 종류

- 밀봉양생의 종류

■ 핵심 단어

- 막양생제

■ 연관용어

- 피막양생

4-144

현장 봉함(밀봉)양생

No. 352

Seal Curing

유형: 공법·기능

I. 정 의

문구 수정

- ① 공사현장에서 콘크리트 온도가 기온의 변화에 따르도록 하면서 콘크리트로부터 수분의 발산이 없는 상태에서 행하는 콘크리트 공시체의 양생
- ② 방수지 및 플라스틱 시트 또는 막양생제를 사용하여 노출면의 수분증발을 방지하는 양생방법

II. 양생의 종류

구분	습윤양생	온도제어 양생
종류	수중, 담수, 살수, 막양생	• 매스콘크리트: 파이프쿨링, 연속살수 • 한중콘크리트: 단열, 가열, 증기, 전열 • 서중콘크리트: 살수, 햇빛 덮개 • 촉진양생: 증기, 급열

III. 밀봉양생 종류

1) 피막양생(Curing Membranes)

- ① 막양생제는 액상으로서 콘크리트면에 도포하면 곧바로 막이 형성된다.
- ② 백색안료를 섞어서 직사광선의 반사를 잘 하게 한 것이 많이 쓰이고 있다.
- ③ 도포시기: 표면에 뜬 물이 없어지는 시기가 더욱 효과적

2) 방수지 또는 Plastic sheet 양생

- ① 방수지나 플라스틱 시트는 콘크리트 표면이 손상되지 않을 정도로 콘크리트가 충분히 굳어졌을 때 콘크리트에 충분한 수분을 가한 후 곧바로 덮어 주어야 한다.
- ② 플라스틱 시트는 방수지보다 유연성이 더 좋고, 복잡한 모양에도 적용이 가능하므로 더 많이 이용
- ③ 플라스틱 필름은 흡수성 재료와도 잘 부착되므로 콘크리트로부터 증발하는 수분을 보유하여 재분배함으로써 양생을 개선시킨다.

품질관리

- 안정성
- 시멘트가 경화될 때 용적이 팽창 혹은 수축하는 정도

② 안정성이 불량한 시멘트는 사용 후 콘크리트 또는 모르타르에 균열 또는 뒤틀림을 일으켜 구조물의 내구성을 해치게 된다. 시멘트의 조세(粗細) 정도에 따라 모르타르 또는 콘크리트에 미치는 성질을 예측할 수 있다.

6. 시멘트 압축강도시험(KS L 5105)

시멘트의 압축강도 시험을 통해 시멘트의 강도를 검사할 수 있고, 같은 시멘트로 만든 콘크리트의 압축강도를 추정할 수 있다.

7. 시멘트 모르타르의 인장강도시험(KS L 5104)

시멘트의 인장강도 시험을 통해 시멘트의 강도를 검사할 수 있고, 같은 시멘트로 만든 콘크리트의 압축강도를 추정할 수 있다.

Ⅲ. 골재

1. 시료채취(KS F 2501)

- ① 공사현장 주변에서 채취: 산지의 대표적인 시료채취
- ② 시장판매품: 완성품에서 채취(생산공장, 운반차량에서 채취)

2. 골재의 체가름시험(KS F 2502)

- ① 골재의 입도상태 조사
- ② 각 체를 통과하는 시료의 전 중량에 대한 백분율
- ③ 각 체에 잔류하는 시료의 전 중량에 대한 백분율
- ④ 최대치수 및 조립률을 구한다.

3. 잔골재의 밀도 및 흡수량시험(KS F 2504)

- ① 잔골재의 일반적인 성질을 판단
- ② 콘크리트 배합설계에 있어서 잔골재의 절대용적을 알기위해 실시
- ③ 잔골재의 공극상태를 알고 사용수량 조절하기 위해 실시

4. 굵은골재의 밀도 및 흡수량시험(KS F 2503)

- ① 굵은골재의 일반적인 성질을 판단
- ② 콘크리트 배합설계에 있어서 굵은골재의 절대용적을 알기위해 실시
- ③ 굵은골재의 공극상태를 알고 사용수량 조절하기 위해 실시

5. 기타

- ① 골재의 단위용적질량 및 실적률 시험방법: KS F 2505
- ② 잔골재의 표면수 측정방법: KS F 2509
- ③ 골재의 안정성 시험방법: KS F 2507
- ④ 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물시험방법: KS F 2510
- ⑤ 골재에 포함된 잔입자(0.08mm체를 통과하는 시험): KS F 2511

2. 제조 및 시공

121

품질관리

재료시험

Key Point

■ 국가표준

- KS L ISO 679: 2009

■ Lay Out

- 입도분포 기준·취급 시
유의사항
- 검증시험

■ 핵심 단어

- 사용 모래알의 차이에서
오는 영향을 없애고 시
험조건 동일

■ 연관용어

- Cement Test methods
Determination of
strength

• 주문진산 천연사

- KS K 5100 시멘트 강도시
험용 표준사는 현재 사용하
고 있지 않음

• ISO 표준사

- 제한된 비축량을 기준 원료
로 유지되는 ISO 표준사는
천연 규산질이다. 이는 둥근
입자로 구성되고, 이산화규
소 함량을 적어도 98%를
함유해야 한다.

4-148 시멘트 강도 시험용 표준사

No. 356

Standard Sand

유형: 재료·시험·지표

I. 정 의

- ① 시멘트 모르타르 압축강도를 시험하기 위해 시멘트 모르타르 제조에 사용되는 모래로서 모래알의 차이에서 오는 영향을 없애고, 시험조건을 동일하게 하기 위해 지정한 시험용 국제표준 모래
- ② 이 방법은 치수 40mm×40mm×160mm인 각주형 시험체의 압축강도 및 선택적인 휨 강도의 측정을 하기 위함이며, 시험체는 질량으로 시멘트 1, ISO 표준사 3 및 물 0.5(물/시멘트 비 0.5)의 비율로 모르타르를 성형한다.

II. ISO 표준사의 입도 분포 기준

구분	기준					
체 눈의 크기(mm)	2.00	1.60	1.00	0.50	1.06	0.08
체에 누적된 잔분(%)	0	7±5	33±5	67±5	87±5	99±1

- ISO 표준사는 CEN 표준사(Cemite Europeen de Normalisation)

III. ISO 표준사 취급 시 유의사항

- ① 표준사는 적어도 총 질량 1,345g의 모래 시료로 체 분석 결과 ISO 입도분포 기준 준수
- ② 체 거름은 각각의 체를 통과하는 모래의 양이 0.5g/min보다 적게 될 때까지 연속적으로 하여야 한다.
- ③ 습분은 대표 시료를 105℃ 와 110℃사이의 온도에서 건조시킨 후에 질량 감소를 측정(0.2% 미만이고, 건조 시료의 질량에 대한 백분율로 표시)
- ④ 생산하는 동안에는 최소한 1일에 1번 이상 측정하여야 한다.
- ⑤ 사용 전 습기로 인한 손상 또는 오염을 방지하기 위하여 주의하여 보관

IV. ISO 표준사의 검증시험

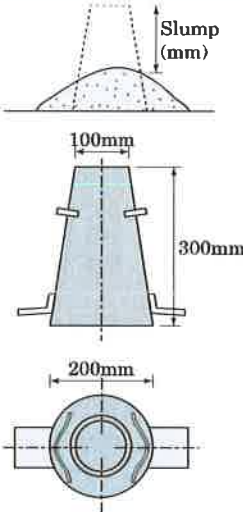
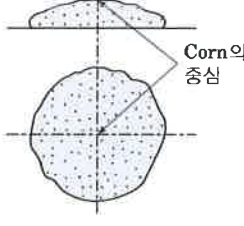
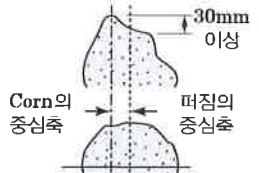
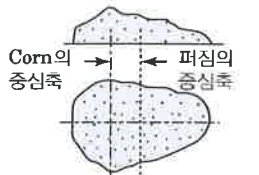
- ① 초기 품질시험(생산공장): 적어도 3개월 간의 생산기간 중 3개의 독립된 모래 시료들이 출시 시점에 채취되어 요구사항 충족 검증
- ② 검증시험(적합성 시험): 자동제어시험 수행, 출시시점에 시료들이 일별 시험을 위해서는 1일에 1번씩, 월별 시험을 위해서는 1달에 1번씩 채취하여 요구사항 충족 확인
- ③ 연간 확정시험(지속적인 검증): 검증시험 기록을 검사, 무작위 모래 시료는 출시 시점에 채취하여 요구사항 충족여부 검증

품질관리

Ⅲ. 시험방법

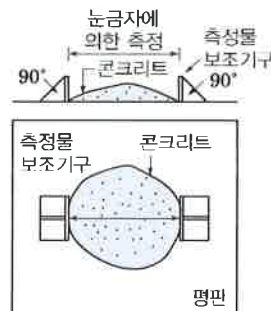
1. Slump 시험 - 일반콘크리트

아직 굳지 않은 콘크리트의 반죽질기(Consistency)를 측정하는 시험

시험방법	판정방법	
 Slump Cone의 형태와 규격	일반적인 경우	재시험 필요 재시험을 필요로 하는 경우
	 Corn의 중심	 30mm 이상 Corn의 중심축 퍼짐의 중심축
		 50mm 이상 Corn의 중심축 퍼짐의 중심축

- ① 100mm 높이마다 다짐막대로 고르고 25회 짚러 다짐
- ② 3단계로 반복하고 시작해서 끝날 때까지 3분 이내에 실시
- ③ Slump Cone의 제거는 2~3초 이내로 천천히 올림

2. Slump Flow Test- 고유동 콘크리트



- 콘크리트의 움직임이 멎은 후, 콘크리트의 퍼진 지름이 최대가 되는 지름과 그것에 직교하는 위치의 지름 평균값을 슬럼프 플로로 평가

- ① 시료 채우기: 슬럼프콘에 콘크리트를 채우기 시작하고 나서 끝날 때까지의 시간은 2분 이내로 한다. 다지거나 진동을 주지 않은 상태로 한꺼번에 채워 넣는다. 필요에 따라 3층으로 나누어 채운 후 각 층마다 다짐봉으로 5회 다짐을 한다.
- ② 슬럼프 플로의 측정: 콘크리트의 윗면을 슬럼프콘의 상단에 맞춘 후 슬럼프콘을 연직방향으로 들어 올린다. (높이 300mm에 2~3초, 시료가 슬럼프콘과 함께 솟아오르고 낙하할 우려가 있는 경우에는 10초)



[Slump Flow Test]

품질관리

받아들이기 검사

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KCI-RM 101: 2023

■ Lay Out

- 시험방법·시험절차

■ 핵심 단어

- 물의 양

■ 연관용어

- 받아들이기 시험

- 단위 수량 측정 횟수
- 단위 수량 측정은 콘크리트 120m³마다 콘크리트 타설 직전 1회 이상 측정하며, 필요에 따라 품질관리자와 협의하여 측정 횟수를 조정할 수 있다. 단, 120m³ 이하로 콘크리트를 타설하는 경우에는 콘크리트타설 직전 1회 측정하는 것으로 한다.

• 판정기준

- 시방배합 단위수량 ±20 kg/m³ 이내

23번기준
"물량 측정"

2. 제조 및 시공

129

4-153

굳지 않은 콘크리트의 단위수량 시험방법

No. 361

Standard Test Method to Measure
Rapidly Unit Water of Fresh Concrete

유형: 시험·기준·지표

I. 정 의

- ① 단위수량은 아직 굳지 않은 콘크리트 1m³ 중에 포함된 물의 양(골재내 수량은 제외)으로 콘크리트강도, 내구성 등 콘크리트 품질에 직접적인 영향을 미치는 요소
- ② 현장에서 레미콘에 가수로 인한 콘크리트 품질저하문제로 단위수량을 구체적인 방법으로 시험

II. 시험 방법

1. 정전용량법(Capacitance Method)

1) 기본 데이터 입력

- ① 콘크리트의 시방배합, 결합재의 밀도, 잔골재의 밀도 및 흡수율, 굵은 골재의 밀도 및 흡수율 등을 입력한다.
- ② 공기량은 KS F 2421에 따라 측정한 공기량을 입력한다.
- ③ 두께를 포함한 시료가 들어있지 않은 상태의 측정 용기의 질량을 1g 단위로 측정하여 입력한다.

2) 시료준비

- ① 콘크리트의 시료 채취는 KS F 2401에 따르며, 채취량은 5ℓ로 한다.
- ② 채취한 콘크리트 시료를 KS A 5101-1에서 규정하고 있는 4.75mm로 wet screening하여 굵은 골재를 분리한 모르타르를 채취한다.
 - ① 손에 의한 채가름의 경우, 철제 재질의 스크레퍼 등을 이용하여 일정한 힘으로 체 상부에 굵은 골재만 남을 때까지 충분히 고른 후, 고무망치를 이용하여 체의 옆면을 4면에 걸쳐 골고루 두드린다.
 - ② 기계식 체 진동기를 사용하는 경우, 진동이 지속되는 동안 철제 재질의 스크레퍼 등을 이용하여 시료를 고르게 펼치고 체 상부에 굵은 골재만 남을 때까지 충분히 진행한다.
- ③ wet screening하여 채취한 시료를 측정 용기에 2회에 나누어 충전하고 다짐봉으로 15회씩 다짐한 후 상면을 평활하게 고른 후 전극 접점부와 외부에 묻은 이물질을 마른 천으로 깨끗이 제거한다.

품질관리

3. 고주파가열법(Microwave Oven Drying Method)

1) 사용 재료의 기본 물성 측정

- ① 잔골재 흡수율 사용 잔골재의 흡수율을 KS F 2504에 따라 측정한다.
- ② 혼화제의 고형분을 레미콘 제조에 사용되는 혼화제의 고형분을 KS M 0009에 따라 측정한다.

2) 시료준비

- ① 시료 채취는 KS F 2401에 따르며, 채취량은 5ℓ 이상으로 한다.
- ② 채취한 콘크리트 시료를 3회에 나누어 KS A 5101-1에서 규정하고 있는 4.75mm체로 wet screening하여 굵은 골재를 분리한 모르타르를 채취한다.
 - ㉠ 손에 의한 체가름의 경우, 철제 재질의 스크레퍼 등을 이용하여 일정한 힘으로 체 상부에 굵은 골재만 남을 때까지 충분히 고른 후, 고무망치를 이용하여 체의 옆면을 4면에 걸쳐 골고루 두드린다.
 - ㉡ 기계식 체 진동기를 사용하는 경우, 진동이 지속되는 동안 철제 재질의 스크레퍼 등을 이용하여 시료를 고르게 펼치고 체 상부에 굵은 골재만 남을 때까지 충분히 진행한다.
- ③ 종이 호일을 시료 팬에 놓고, wet screening하여 채취한 시료 중 (400 ± 1) g을 종이 호일 중심부에 위치하도록 담은 후에 시료 팬의 밑면과 옆면을 고무망치로 두드려서 공기포를 제거하고 시료가 균일한 두께가 되도록 한다. 시료 개수는 2개로 하며, 건조 전 시료의 질량을 0.1 g 단위로 측정한다.
- ④ 고주파가열장치 내의 스페이서 위에 종이 호일을 올려놓고 6분 동안 시료를 건조한 후, 꺼내어 건조 후(종이 호일+시료팬+시료) 질량을 0.1 g 단위로 측정한다.

4. 마이크로파법(Microwave Method ; TDR)

1) 기본 데이터 입력

- ① 단위수량 측정기기에서 콘크리트에 사용된 재료의 입도(fine/normal/coarse)를 선택한다.

Fine	Normal	Coarse
굵은골재가 적은 경우 굵은골재 비율이 낮아, 잔골재와 바인더의 비율이 높아지는 경우	일반 콘크리트	고강도 콘크리트 1. 굵은 골재 비율이 높은 경우 2. 단위수량 160kg/m ³ 이하로 고성 능감수제가 사용된 경우

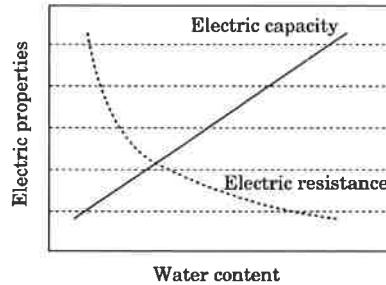
- ② 단위수량 측정기기에 콘크리트에 사용된 골재의 흡수율의 2/3에 해당하는 값을 입력한다.

← 단위 수량

품질관리

III. 신속측정 시험 절차

1. 정전용량법(Capacitance Method)

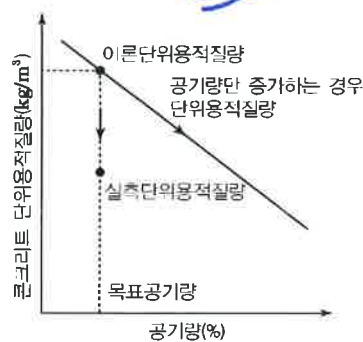


[수량과 전기특성의 관계]

- 물질 중에 함유된 수분량 증가에 따라 저항은 감소되지만 전하를 축적하는 능력의 정도인 정전용량(capacity)은 거의 직선적으로 증가한다.
- 굳지 않은 콘크리트 시료에 고주파 전압을 걸었을 때 유전율이 다른 재료에 비하여 매우 높은 물의 양에 따라 정전용량이 선형적으로 변화되는 원리를 이용한다.



2. 단위용적질량법(주수법)(Specific Weight Method)



[공기량과 단위용적질량과의 관계]

- 물의 밀도는 약 1.0으로서 시멘트, 골재 등과 같은 다른 재료에 비하여 낮고 배치 플랜트에서 계량오차가 거의 없기 때문에 이론 단위용적질량과 비교한 실측 단위용적질량이 낮은 경우 밀도가 낮은 물의 양이 증가한 것으로 판정할 수 있는 원리를 이용한다. 시방배합의 단위용적질량과 측정시료의 단위용적질량의 차이를 통한 추정식을 도출하여 단위수량을 추정한다.

☆☆☆

2. 제조 및 시공

78

품질관리

받아들이기 검사

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KS F 2527

■ Lay Out

- 요구조건
- 염화물 함유량 기준

■ 핵심 단어

- 염소이온 총량

■ 연관용어

- 받아들이기 시험
- No. 370 내구성 시험

• 염해대책

- 아연도금 철근 사용
- 제염제 사용
- 방청제 혼합
- 에폭시 도막철근 사용

4-154

염화물 함유량 시험

No. 362

Test for chloride concrete

유형: 시험·기준·지표

I. 정 의

콘크리트 중의 염화물 함유량은 콘크리트 중에 함유된 염소이온의 총량으로 표시한다.

II. 내구성 확보를 위한 요구조건

[28일 경과한 굳은 콘크리트의 수용성 염소 이온량]

항목		노출범주 및 등급															
		일반	EC (탄산화)				ES(해양환경, 제설염 등 염화물)				EF (동결융해)				EA (황산염)		
			E0	EC1	EC2	EC3	EC4	ES1	ES2	ES3	ES4	EF1	EF2	EF3	EF4	EA1	EA2
내구성 기준압축강도 f_{cd} (MPa)		21	21	24	27	30	30	30	35	35	24	27	30	30	27	30	30
최대 물-결합재비 ¹⁾		-	0.60	0.55	0.50	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.55	0.50	0.45	0.45	0.50	0.45	0.45
최소 단위 결합재량 (kg/m ³)		-	-	-	-	-	KCS 14 20 44 (2.2)				-	-	-	-	-	-	-
최소 공기량(%)		-	-	-	-	-	-				공기량 표준값				-	-	-
수용성 염소이온량 (결합재 중량비 %) ²⁾	무근 콘크리트	-	-				-				-				-		
	철근 콘크리트	1.00	0.30				0.15				0.30				0.30		
	프리스트 레스트 콘크리트	0.06	0.06				0.06				0.06				0.06		
추가 요구조건		-	KDS 14 20 50 (4.3)의 피복두께 규정을 만족할 것.								결합재 종류 및 결합재 중 혼화재 사용비율 제한 (표 2.2-7)				결합재 종류 및 염화칼슘 혼화재 사용 제한 (표 1.9-4)		

주 1) 경량골재 콘크리트에는 적용하지 않음. 신적, 연구성과 등에 의하여 확증이 있을 때는 5% 더한 값으로 할 수 있음.

2) KS F 2715 적용, 재령 28일~42일 사이

품질관리

받아들이기 시험

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KS F 2401
- KS F 2403
- KS F 2405
- KS F 2425(시험실시요)

■ Lay Out

- 강도시험·품질검사

■ 핵심 단어

- 최대압축력

■ 연관용어

- 구조체 관리용 공시체

- 강도시험의 목적
- 배합결정
- 거푸집 해체시기 결정
- Concrete 품질확인

- 공시체의 표준지름
- 100mm
- 125mm
- 150mm

지름

★★★

2. 제조 및 시공

68

4-155

콘크리트의 압축강도 시험

No. 363

Compressive strength test

유형: 시험·기준·지표

I. 정 의

- ① 콘크리트 부재가 지지할 수 있는 최대압축력을 받았을 때의 응력을 확인하는 시험
- ② 콘크리트 구조설계기준에서 제시하는 콘크리트압축강도는 일반적으로 28일간 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 습윤양생한 표준 원주형 공시체($\phi 150\text{mm} \times 300\text{mm}$)의 1축 압축강도를 의미

II. 공시체의 강도시험

1) 공시체 제작방법

- ① 원주형 $\phi 150\text{mm} \times h300\text{mm} \times \phi 100\text{mm} \times h200\text{mm}$ (지름과 높이 비는 2배)
- ② 시료를 2층으로 나누어 채우고 각층 25회씩 다짐(지름 150mm, 높이 300mm의 공시체의 경우는 3층으로 나누어 채운다.)
- ③ 흙손으로 표면을 고르고 유리 또는 금속판으로 덮음 → 수분증발방지
- ④ Slump가 75mm 미만 시 진동기 사용
- ⑤ 단면요철: 0.05mm 이내
- ⑥ 공시체의 치수: 공시체가 지름은 굵은 골재 최대치수의 3배 이상 및 100mm 이상, 높이는 공시체 지름의 2배 이상으로 한다.

2) Capping

- ① 두께: 공시체 지름의 2% 이하 → 2~3mm → 지름의 2%이하
- ② 시기

된비빔

- 2~6시간 이후

뭉은비빔

- 6~24시간 이후

Spreading 수경

- ③ Laitance를 Wire Brush로 제거

- ④ 물방울로 표면 습윤상태 유지한 후(5~10분) 물기 제거

- ⑤ Capping용 Cement Paste의 사용

보통Cement

- W/C 27~30%
- Open Time 2시간 이내

초조강Cement

- W/C 34~37%
- Open Time 1.5시간 이내

- ⑥ Capping의 평탄도 3번 이상 측정(본체와 일체 유지)

품질관리

받아들이기 시험

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10
- KS F 2403
- KS F 2405
- KCI-CT-118_2022

■ Lay Out

- 제작·시험

■ 핵심 단어

- 최대압축력

■ 연관용어

- 콘크리트 압축강도시험

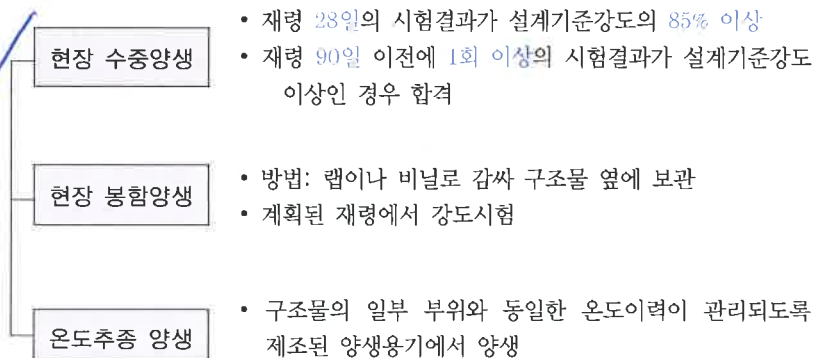
- 강도가 작게 나오는 경우
- 시료의 적절성 및 시험기기 나 시험방법의 적절성을 검토하여 부적절한 경우를 제외하고 평가한다.
- 강도가 부족하다고 판단되면 관리재령의 연장을 검토
- 관리재령의 연장도 불가능할 때에는 비파괴 시험을 실시한다. 비파괴 시험 결과에서도 불합격될 경우 문제된 부분에서 코어를 채취하여 KS F 2422에 따라 코어의 압축 강도의 시험을 실시하여야 한다. 코어 강도의 시험 결과는 평균값이 의 85%를 초과하고 각각의 값이 75%를 초과하면 적합한 것으로 판정한다.
- 비파괴시험 결과 부분적인 결함이라면 해당부분을 보강하거나 재시공하며, 전체적인 결함이라면 재하시험을 실시한다.

I. 정 의

- ① 콘크리트 부재가 지지할 수 있는 최대압축력을 받았을 때의 응력을 확인하는 시험
- ② 거푸집의 해체시기를 위한 압축강도 판별에 사용되는 강도시험

II. 구조체 관리용 공시체 제작 및 시험

1) 현장양생방법 및 합격기준



① 현장 수중양생

- 콘크리트 공시체를 탈형 전에는 몰드와 함께 구조체 옆 공기 중에 보관하지만, 탈형 후에는 구조체 옆 수조에 넣어 양생하는 방법

② 현장봉함 양생

- 콘크리트 공시체 제작부터 시험 시 까지 밀봉이 잘 되는 금속 캔, 플라스틱 용기 도는 폴리에틸렌 필름 등을 사용하거나 액상으로 도포하여 막을 형성함으로써 콘크리트 공시체로부터 수분의 증발을 막는 양생방법

- 콘크리트 온도가 기온의 변화에 따르도록 하면서 콘크리트로부터 수분의 발산이 없는 상태에서 행하는 콘크리트 공시체의 양생

③ 온도추종 양생

- 현장 콘크리트 공시체의 양생온도를 구조체 콘크리트의 온도와 동일하게 되도록 양생하는 방법
- 구조체 콘크리트에 열전대 혹은 무선 온도 센서를 설치하여 온도를 측정하고, 현장수중 혹은 현장봉함 양생 공시체의 보관 용기에 냉·난방장치를 가동하여 공시체의 양생온도가 구조체의 온도와 동일하게 되도록 양생하는 방법

품질관리

2) 콘크리트의 압축강도 시험을 하는 경우 거푸집 널의 해체 시기

부재		콘크리트 압축강도 f_{cu}
확대기초, 기둥, 벽, 보 등의 측면		5MPa 이상
슬래브 및 보의 밑면, 아치내면	단층구조	$f_{cu} \geq \frac{2}{3} \times f_{tk}$ 또한, 14MPa 이상
	다층구조	$f_{cu} \geq f_{ck}$ (필러 동바리 → 구조제산에 의해 기간단축 가능) 최소강도 14MPa 이상

→ 7일 강도용 1개조(3개) 3개조(9개)

3) 현장 콘크리트 공시체의 양생방법

① 품질기준강도에 대한 구조체 콘크리트 강도의 적합성 확인

- 전체의 양생기간 중에 콘크리트 공시체는 강도를 추정하고자 하는 구조체 콘크리트와 가능한 가까운 위치에서 실제의 구조체 콘크리트의 온도 및 습도와 가능한 한 가깝게 되도록 현장양생 하여야 한다.
- 온도이력 추종양생을 하는 경우에는 구조체 콘크리트의 특정 위치에서 측정한 온도이력을 공시체의 양생온도로 설정하여야 한다.
- 구조체의 온도는 수평부재인 경우 타설 콘크리트의 최하부 철근의 하부 2곳 이상, 수직부재인 경우 타설 콘크리트의 최하면에서 직상 5~30cm 위치의 횡단면 도심 위치와 외측철근 위치에서 측정하는 것이 좋지만, 구체적으로는 감리자와 협의하여 결정한다. 측정된 온도의 평균값을 공시체 양생온도로 한다.
- 하루 평균기온이 18℃ 이상인 경우일지라도 콘크리트 공시체로부터 수분이 손실되지 않도록 봉합양생을 하여야 한다.

② 거푸집 및 동바리 해체시기의 결정을 목적으로 하는 경우

- 거푸집 및 동바리 해체시기의 결정을 위한 콘크리트 공시체도 실제 구조체 콘크리트의 온도 및 습도와 가능한 한 가깝게 되도록 현장양생을 실시

③ 한중 콘크리트 초기양생 중단시기의 결정을 목적으로 하는 경우

- 실제 구조체 콘크리트의 온도 및 습도와 가능한 한 가깝게 되도록 현장양생을 실시
- 현장 수중양생 할 경우 양생수가 동결할 염려가 있으므로 탈형 후부터 시험 직전까지 현장봉합양생을 원칙으로 한다.

품질관리

- X_i : 재령 idp 있어서 공시체의 다이얼 게이지 눈금값
- sX_i : 동시에 측정한 표준자의 다이얼 게이지 눈금값
- X_{ini} : 공시체 탈형 시의 다이얼 게이지 눈금값
- sX_{ini} : 동시에 측정한 표준자의 이지 눈금값
- L : 유효 게이지 길이(게이지 플러그 안쪽 단면 간의 거리)

아래와 같이 측정

- 내구성 지수 (durability factor)
- 콘크리트 등 구조재료의 동결, 융해에 대한 내구성을 정량적으로 표시하는 방법

내구성관련 시험

- 기상작용에 대한 내구성
 - 동결융해작용
 - 건습반복
 - 중성화
- 해수 및 화학약품에 대한 내구성
 - 해수작용
 - 화학약품
- 침식에 대한 내구성
 - 공동현상(Cavitation)
 - 유수 및 유사에 의한 마모
 - 전류에 의한 내구성
 - 알칼리 골재반응에 의한 내구성

- ④ 측정은 분무 후 바로 수행하거나 변색된 부분이 안전화 되고 나서 행한다.
- ⑤ 측정위치에 굽은 입자가 있는 경우 입자의 양단 탄산화 위치를 연결하여 직선상에서 측정
- ⑥ 선명한 적자색 단면까지의 거리를 탄산화 깊이로서 측정함과 동시에 연한 적자색부분까지의 거리도 함께 측정
- ⑦ 평균 탄산화 깊이는 측정값의 합계를 측정 개수로 나누어 구하고, 소수점 이하 한 자리까지 구한다.

3. 알칼리 실리카 반응성 시험(KS F 2585)

- ① 측정항목
 - 공시체의 길이 변화를 1, 2, 3, 4, 5 및 6개월의 재령마다 측정
- ② 측정방법
 - 길이 변화는 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 로 제어된 실내에서 KS F 2424의 다이얼 게이지 방법에 따라 측정
 - 공시체는 측정 24시간 전에 저장 용기 또는 항온실로부터 꺼내어 측정실로 옮긴 후, 피복한 그대로 식히며 공시체 온도를 측정실의 온도와 가깝게 유지해 준다.
 - 길이 변화를 측정한 공시체는 신속하게 원래대로 피복하고, 저장 용기 또는 항온실로 다시 가져다 둔다.
 - 공시체는 측정 후 이전의 저장 방법과는 다르게 공시체의 상하를 거꾸로 하여 저장한다.
- ③ 측정재령
 - 길이 변화 측정 시 1, 2, 3, 4, 5 및 6개월의 재령에서 팽창률을 측정
- ④ 팽창률의 산출

$$\text{팽창률(\%)} = \frac{(X_i - sX_i) - (X_{ini} - sX_{ini})}{L} \times 100$$

오래 측정

- ⑤ 판정
 - 공시체 3개의 평균 팽창률이 6개월 후 0.100% 미만의 경우 대상콘크리트는 “반응성 없음” 이라고 판정, 0.100% 이상의 경우는 “반응성 있음” 판정

문구 수정

품질관리

동결 융해 사이클

- 동결 융해 1사이클은 공시체 중심부의 온도를 원칙으로 하며 원칙적으로 4℃에서 -18℃로 떨어지고, 다음에 -18℃에서 4℃로 상승되는 것으로 한다.
- 각 사이클에서 공시체 중심부의 최고 및 최저 온도는 각각(4±2)℃ 및 (-18±2)℃의 범위 내에 있어야 하고, 언제라도 공시체의 온도가 -20℃ 이하 또는 6℃ 이상이 되어서는 안 된다.
- 동결 융해 1사이클의 소요 시간은 2시간 이상, 4시간 이하로 한다. 시험방법 A에서는 융해 시간을 총 시간의 25%, 시험방법 B에서는 총 시간의 20%보다 적게 사용 하여서는 안 된다.
- 임의의 공시체 중심에서의 온도가 3℃에서 -16℃로 떨어지는 데 소요되는 시간은 냉각 시간의 1/2 이하가 되어서는 안 되고, 또 -16℃에서 3℃로 상승하는 데 소요되는 시간은 가열 시간의 1/2 이하가 되어서는 안 된다. 상호 비교를 목적으로 하는 공시체에서는 임의의 공시체의 중심 온도가 2℃에서 -12℃로 변화하는 데 소요되는 시간이 다른 공시체에서 소요되는 냉각 시간의 1/6 이상 차이가 나셔도 안 된다. 또한 임의의 공시체의 중심 온도가 -12℃에서 2℃로 변하는 데 소요되는 시간이 다른 공시체에서 소요되는 가열 시간의 1/3 이상 차이가 나서는 안 된다.
- 공시체의 중심과 표면의 온도차는 항상 25℃를 초과해서는 안 된다.
- 동결 융해에서 상태가 바뀌는 순간의 시간이 10분을 초과해서는 안 된다.

4. 동결융해시험(Freezing and thawing test-KS F 2456)

① 시험방법

- 수중 급속 동결 융해 시험방법(방법A): 동결 융해 사이클 동안 영제나 약 3mm 정도의 물로 완전히 둘러 싸여 있어야 한다. 공시체와 공시체를 둘러싼 물이 동결 융해 장치 안에 있는 동안 적당한 용기내에 있어야 한다.
- 기중 급속 동결 융해 시험방법(방법 B): 동결 단계 시 공기 중, 융해 단계 시 수중에 놓이도록 배치되어야 한다. 공시체가 용기 내에만 보존하도록 하는 것은 아니다.
- 소정의 양생 기간이 끝나면 즉시 공시체를 (6±3)℃의 상태로 옮겨 변형 진동의 1차 공명 진동수와 질량을 KS F 2437에 따라 측정한다.
- 공시체는 14일간 양생한 후 동결 융해 시험을 시작한다.
- 사이클 중 동결 상태의 초기에 융해수 내에 공시체를 넣고 동결융해 시험을 시작한다. 동결융해 사이클이 36사이클을 초과하지 않는 범위의 간격으로 융해 상태에서 장치로부터 공시체를 꺼낸다. 다음에 바로 (6±3)℃의 온도 조건하에서 가로 1차 주파수 시험을 하고, 질량을 잴 후 다시 시험장치 내로 옮긴다. 공시체를 장치에서 꺼내는 동안 함수량의 손실이 없도록 보호하고, 다시 넣을 때는 양 끝이 반대가 되도록 돌려 놓는다.
- 시험의 종료는 300사이클로 하며, 그때까지 상대 동 탄성 계수가 60% 이하가 되는 사이클이 있으면 그 사이클에서 시험을 종료

② 판정

- 상대 동 탄성 계수

$$P_c = \left(\frac{n_c^2}{n_0^2} \right) \times 100$$

- P_c : 동결 융해 C사이클 후의 상대 동 탄성 계수(%)
- n_0 : 동결 융해 0사이클에서의 변형 진동의 1차 공명 진동수(Hz)
- n_c : 동결 융해 C사이클에서의 변형 진동의 1차 공명 진동수(Hz)

- 내구성 지수

$$DF = \frac{PN}{M}$$

- DF : 시험용 공시체의 내구성 지수
- P : N사이클에서의 상대 동 탄성 계수(%)
- N : 상대 동 탄성 계수가 60%가 되는 사이클 수 또는 동결 융해의 노출이 끝나게 되는 사이클 수
- M : 동결 융해에의 노출이 끝날 때의 사이클 수

품질관리

구조물 검사

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 비파괴 검사의 분류

■ 핵심 단어

- 결함을 제품이나 구조물을 파괴하지 않고 검사

■ 연관용어

☆☆☆

2. 제조 및 시공

91

4-163 콘크리트의 비파괴 검사

No. 371

non destructive test

유형: 시험·기준·지표

I. 정 의

콘크리트의 재료, 제품, 구조부재, 구조물 등에 대하여 내부의 공동이나 균열 등의 결함을 제품이나 구조물을 파괴하지 않고 외부에서 검사하여 건전성을 판단하는 방법

II. 비파괴 검사의 분류

사용용도		측정방법	개요
강도 추정		슈미트해머법	• Concrete 표면을 타격했을 때의 반발경도에서 강도를 추정하는 방법
내부 탐사	균열 결합 공극	초음파속도법	• Concrete 속을 전파하는 초음파의 속도에서 동적 특성이나 강도를 추정하는 방법
		인발법	• Concrete 속에 매입한 Bolt 등의 인발내력에서 강도를 측정하는 방법
		조합법	• 반발경도, 초음파 속도, 인발내력 등에서 2종류 이상의 비파괴 시험값을 병용해서 강도를 추정하는 방법
		탄성파법	• 초음파 충격파의 전파 속도나 반사파의 파형을 분석해서 Concrete 속의 결함부나 균열을 탐사
		Acoustic Emission법	• 미소 파괴에 수반하여 발생하는 탄성파의 파형이나 발생빈도를 분석하여 성능 저하의 상황, 파괴원 위치 등을 조사하는 방법
	철근 위치 강재 부식	적외선법	• 피측정물의 표면 온도 분포를 적외선 복사 온도계로 측정하여 마감재의 박리, 내부 결함, 균열 등을 조사
		자기법	• 내부 철근의 존재에 의한 자기의 변화를 측정하여 철근의 위치, 지름, 피복 두께 등을 추정하는 방법
		방사선투과법	• Concrete 속을 투과하는 방사선의 강도를 사진촬영하여 내부 철근이나 공동 등을 조사하는 방법
		레이저법	• Concrete 속에 수백 MHz~수 MHz 정도의 전자파를 안테나에서 발사하고, 반사파를 분석해서 내부 철근이나 공동 등을 조사하는 방법
		자연 전극 전위법	• Concrete 속의 철근과 Concrete 표면 위에 대조 전극과 전위차(자연 전위)를 측정해서 내부 철근의 부식상태를 추정하는 방법

품질관리

구조물 검사

Key Point

■ 국가표준

- KS F 2730

■ Lay Out

- 시험방법·종류

- 유의사항

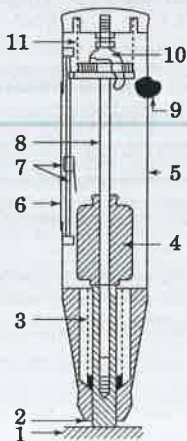
■ 핵심 단어

- 타격을 하여 반발계수
계측

■ 연관용어

- 비파괴시험

내부 기구



1. 콘크리트 표면
2. 플런저
3. 임팩트 스프링
4. 해머
5. 케이스
6. 스케일
7. 지침
8. 해머 가이드 바
9. 푸시버튼
10. 홀드 패스트
11. 압축 스프

4-164 슈미트 해머(반발경도법)

No. 372

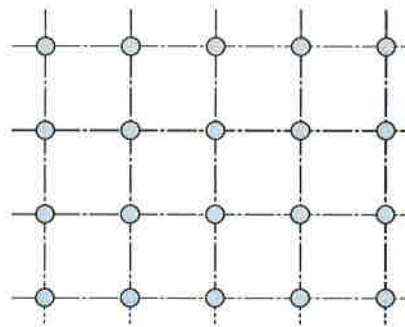
schmidt rebound hammer

유형: 시험·기준·지표

I. 정 의

경화된 concrete 표면에 스프링과 추에 의해 타격을 하여 반발계수를 계측하여 그 재료의 반발경도를 측정하는 비파괴시험

II. 시험방법(KS F 2730)



타격점: 20점 표준

간격: 30mm 이상

타격위치:
가장자리로부터 100mm
이격하여 타격

- ① 위치선정: 품질을 대표하며, 측정이 용이한 곳
- ② 콘크리트 표면의 처리: 마감재나 정벌바름층은 제거
- ③ 콘크리트 두께가 최소 100mm 이상인 경우에 적용
- ④ 타격면에서 직각으로 타격하고 수직을 유지하기 어려울 경우 보정
- ⑤ 측정값은 정수값으로 읽음
- ⑥ 측정결과가 평균값보다 $\pm 20\%$ 이상인 경우 해당값을 버리고, 나머지 시험값의 평균을 구함. 단, 범위를 벗어나는 시험값이 4개 이상인 경우는 전체 재시험

III. 슈미트 해머의 종류

기종	사용범위	측정범위(MPa)	비고
N형	보통 콘크리트용	15~60	NR형: 보통 콘크리트 (Recorder 내장)
M형	매스 콘크리트용	60~100	
L형	경량골재 콘크리트용	10~60	
P형	저강도 콘크리트용	5~15	

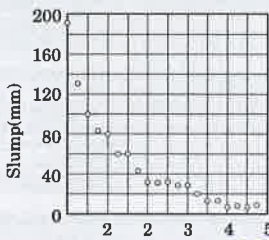
마경화 콘크리트성질

콘크리트 성질

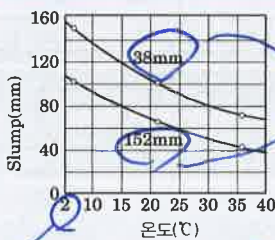
Key Point

- 국가표준
- Lay Out
- 핵심 단어
- 연관용어

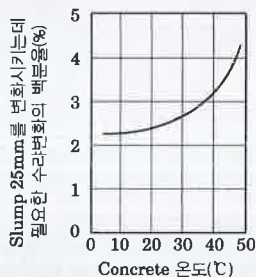
• 슬럼프의 경시변화



• 슬럼프에 미치는 온도의 영향



• 단위수량에 미치는 온도의 영향



I. 정 의

- ① 재료분리를 일으키는 일 없이 운반, 타설, 다짐, 마무리 등의 작업이 용이하게 될 수 있는 정도를 나타내는 굳지 않은 concrete의 성질
- ② 시공연도에 영향을 주는 요인은 cement의 성질, 골재의 입형 및 입도, 혼화재료, 물-시멘트비, 굵은 골재 최대치수, 잔골재율, 단위수량, 공기량, 비비기 시간, 비비기 온도 등이 있다.

II. 콘크리트 시공성에 영향을 주는 요인

1) 시멘트의 성질

- ① 분말도가 높은 시멘트는 시멘트 풀의 점성이 높아지므로 시공연도는 적게 된다.
- ② 풍화한 시멘트나 이상응력을 나타낸 시멘트는 Workability 저하

2) 골재의 입도

- ① 골재 중 0.3mm 이하의 세립분은 콘크리트의 점성을 높여주고, 성형성을 좋게 한다.
- ② 입자가 둥근 강자갈의 경우는 시공연도가 좋고, 평평하고 세장한 입형의 골재는 재료가 분리되기 쉽다.

3) 혼화재료

- ① 감수제는 반죽질기를 증대시키며 10~20%의 단위수량을 감소한다.
- ② Pozzolan을 사용하면 시공연도가 개선되며, 특히 Fly Ash는 구형(球形)으로 Ball Bearing 역할을 하므로 시공연도를 개선한다.

4) 물시멘트비

물시멘트비를 높이면 시멘트의 농도가 묽게 되어 시공연도가 향상되나, 물시멘트비를 너무 높이면 콘크리트의 강도를 저하시키는 요인이 된다.

5) 골재 최대치수(Gmax)

- ① 굵은 골재의 치수가 작을수록 시공연도가 향상된다.
- ② 입도가 균등할수록 작업성이 좋다. 쇄석은 시공연도 감소 및 골재분리 우려

6) 잔골재율

- ① 잔골재율이 클수록 콘크리트의 시공연도는 향상된다.
- ② 잔골재율이 커지게 되면 단위수량이 증가하고 강도를 저하시키는 요인이 되므로 유의

7) 단위수량

- ① 단위수량이 커지면 Consistency와 Slump치가 증가하지만 강도는 저하된다.
- ② 재료분리가 생기지 않는 범위 내에서 단위수량을 증가하면 시공연도가 좋아진다.

8) 공기량

콘크리트에 적당량의 연행공기를 분포시키면 Ball Bearing 작용을 하여 시공연도가 향상된다. 공기량이 1% 증가하면 Slump는 20mm 정도 커지고, 단위수량은 3% 감소한다. 강도는 4~6% 감소하므로 주의해야 한다.

미경화 콘크리트성질

초기수축(수분증발)

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 개념·원인
- 방지대책

■ 핵심 단어

- 고체 재료의 침강 또는 분리에 의하여

■ 연관용어

- 소성수축
- 초기수축

Bleeding 방지대책

• 배합설계

- 물-결합재비를 낮게 조정
- 단위수량은 적게 조정
- 적정 혼화제(AE제, 감수제) 사용
- 입경이 작고 표면이 거친 구형의 골재사용

• 타설관리

- 부재단면높이가 높을 경우에는 분할타설
- 타설 시 다짐기를 콘크리트 밀어넣기 목적으로 사용금지
- 타설 시 타설조닝당 다짐기는 2대 이상 사용
- 신규 콘크리트 이음부는 레이턴스를 제거

☆☆☆

3. 콘크리트의 성질

70.124

4-169	Bleeding	
No. 377	블리딩	유형: 성질·현상

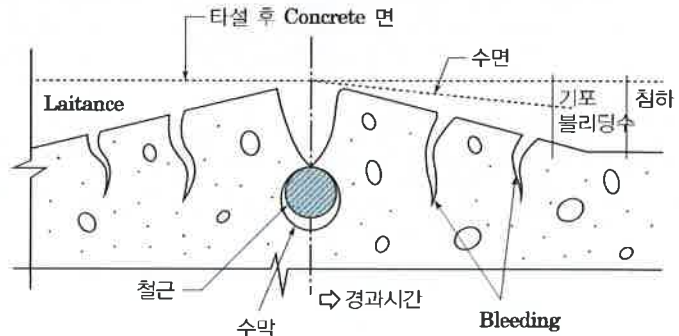
I. 정 의

굳지 않은 콘크리트에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의하여 콘크리트에서 물과 시멘트 혹은 혼화재의 일부가 콘크리트 윗면으로 상승하는 현상

"누수"

II. Bleeding 현상의 개념

비중이 서로 다른 물질의 배합(Cement 약 3.15, 골재 약 2.65, 물 1.0)으로 콘크리트 타설·다짐 후 잉여수가 떠오르는 현상



침하량 정도 : 부재단면높이(h)=300~1000mm일 때
물은 비빔 1~2%
충간 정도 0.5~1%

C → E

III. Bleeding의 원인

- ① 물-결합재비가 클 경우
- ② 골재의 최대치수가 너무 작거나 클 때
- ③ 과도한 다짐 또는 다짐속도가 지나치게 빠른 경우
- ④ 부어넣는 높이가 높거나 단면적이 넓을 때

미경화 콘크리트성질

초기수축(수분증발)

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 10

■ Lay Out

- 개념·원인
- 방지대책

■ 핵심 단어

- 블리딩에 의해 부유물과 함께 내부의 미세한 입자가 부상

■ 연관용어

- 소성수축
- 초기수축

Laitance 방지대책

• 배합설계

- 물-결합재비를 낮게 조정
- 단위수량은 적게 조정
- 적정 혼화제(AE제, 감수제) 사용
- 입경이 작고 표면이 거친 구형의 골재사용

• 타설관리

- 부재단면높이가 높을 경우에는 분할타설
- 타설 시 다짐기를 콘크리트 밀어넣기 목적으로 사용금지
- 타설 시 타설조닝당 다짐기는 2대 이상 사용
- 신규 콘크리트 이음부는 레이턴스를 제거

4-170

Laitance

No. 378

레이턴스

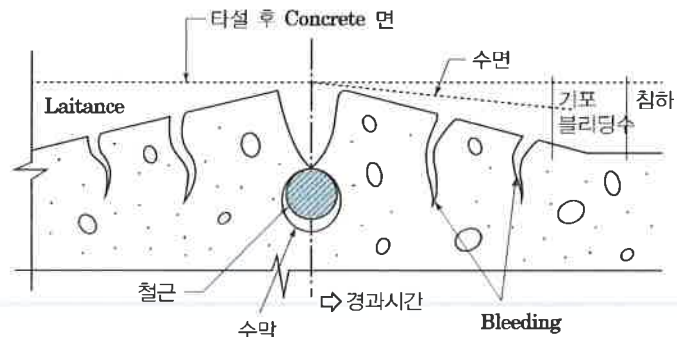
유형: 성질·현상

I. 정 의

- ① 콘크리트 타설 후 블리딩에 의해 부유물과 함께 내부의 미세한 입자가 부상하여 콘크리트의 표면에 형성되는 경화되지 않은 층
- ② 굳지 않은 콘크리트, 굳지 않은 모르타르, 굳지 않은 시멘트풀(Cement paste=시멘트+물)에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의해 혼합수의 일부가 유리되어 상승하는 현상

II. Laitance의 개념

비중이 서로 다른 물질의 배합(Cement 약 3.15, 골재 약 2.65, 물 1.0)으로 콘크리트 타설·다짐 후 잉여수가 떠오르고 남은 찌꺼기



침하량 정도 : 부재단면(h)=300~1000mm일 때
물은 비빔 1~2%
중간 정도 0.5~1%

III. 원 인

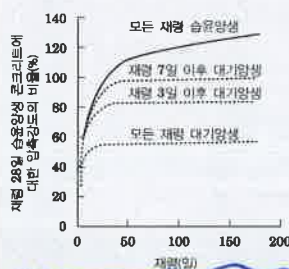
- ① 물-결합재비가 클 경우
- ② 골재의 최대치수가 너무 작거나 클 때
- ③ 과도한 다짐 또는 다짐속도
- ④ 부어넣는 높이가 높거나 단면적이 넓을 때

굳은 콘크리트성질



[콘크리트의 강도와
W/C의 상관도]

- 빈배합과 부배합
- 빈배합의 경우 1m³당의 단위 사용수량이 부배합의 경우보다 더 적어져 빈배합 콘크리트 내의 공극이 상대적으로 적게 되므로 강도가 증가한다는 의미는 건조되는 물의 양이 상대적으로 적으므로 공극발생량이 감소하여 강도가 증가한다는 의미이며, 빈배합 자체가 부배합보다 강도가 증가한다는 의미는 아니다.



[강도에 대한 양생조건의 영향]

2. 콘크리트 배합의 영향

1) 물-시멘트비

- ① 다지기가 충분한 경우 물-시멘트비가 낮을수록 콘크리트강도는 증가
- ② 다지기가 충분하지 못하면 물-시멘트비가 낮더라도 강도가 감소

2) 부배합 및 빈배합

- ① 빈배합(Lean Concrete)의 경우 물-시멘트비가 감소
- ② 콘크리트 1m³당의 단위 사용수량이 부배합의 경우보다 더 적어져 빈배합 콘크리트 내의 공극이 상대적으로 적게 되므로 강도가 증가

3. 시공방법의 영향

1) 비비기 시간

- ① 비비기 시간이 길수록 시멘트와 물의 접촉이 좋아져 강도가 증가
- ② 빈배합일수록, 뒤편죽일수록, 골재치수가 작을수록 비비기 시간이 길게 요구된다.

2) 가수

- ① 가수량에 따라 강도가 감소
- ② 1m³에 25kg의 물을 추가하면 강도는 약 20% 감소하고, 50kg의 물을 가하면 40%의 강도감소를 초래

4. 양생

1) 습윤양생

- ① 동일한 물-시멘트비에서 180일간 습윤양생한 콘크리트의 압축강도는 대기양생한 경우보다 3배 정도 높게 나타난다.
- ② 콘크리트의 배합수는 수화반응에 필요한 수분보다 많기 때문에 타설 후 불투수성 막이 형성되면 강도발현이 우수해진다.

2) 양생기간

- ① 동일한 물-시멘트비에서 양생기간이 길어질수록 압축강도는 지속적으로 증가
- ② 단면이 얇은 콘크리트 부재 내부의 수분이 모세관공극으로부터 증발하여 손실된다면 강도는 재령이 경과해도 증가하지 않는다.

3) 양생온도

- ① 양생온도를 높이면 수화에 따른 화학반응을 촉진시켜 후기 재령에서의 강도에 나쁜 영향을 주지 않고 콘크리트 초기강도에 유리하게 영향을 준다. 그러나 콘크리트를 칠 때나 응결기간에서 높은 온도로 하면 초기강도는 증가하지만 대략 7일 이후의 강도에는 불리한 영향을 준다.
- ② 콘크리트는 타설온도보다 양생온도가 더 중요하므로 충분한 시간동안 특정 최소온도 이상을 유지해야 한다.

굳은 콘크리트성질

건조수축 메커니즘

- 시멘트의 미세조직
- 수화된 시멘트의 주성분은 C-S-H겔과 수산화칼슘(Calcium Hydroxide)인데, 수산화칼슘은 결정질 물질로서 물에 쉽게 녹으며, 팽창압이 없기 때문에 건조수축에는 거의 영향을 미치지 못하는 물질이다.
- 건조수축과 Creep에 영향을 미치는 물질은 C-S-H겔이다. 크기가 작기 때문에 비표면적이 커서 표면에 다량의 물을 흡착하고 있으며, 흡착된 수분일 증발할 때 건조수축이 발생한다.
- 시멘트 내의 물(No.386 모세관 공극 참조)
- 결정수, 겔공극수, 모세공극수, 자유수

포졸란계 혼화재

- 일반적으로 둥근 모양의 Fly ash 입자는 시멘트풀의 유동성을 개선시키며, 소요의 슬럼프를 확보하기 위한 콘크리트의 단위수량을 감소시킨다. 하지만 탄소량이 많은 플라이애시는 거친 입자의 함유비율이 높아 일반적으로 단위수량을 증가시키는 경우가 많으므로 잘 정제된 고품질의 플라이애시 사용을 하여야 한다.

III. 건조수축과 크리프에 영향을 미치는 인자

분야	인자	관련인자
노출조건 (환경)	기후	상대습도, 온도, 풍속
	기간	건조기간, 건조시점
재료	시멘트	화학성분, 분말도
	골재	골재량(골재율), 골재 강성, 체적-표면적비
	혼화재	유동화제, 포졸란, 고로슬래그, 경화촉진제
배합	물-시멘트비	단위수량, 단위시멘트량
양생	양생조건	양생온도, 양생기간(재령), 증기양생, 습윤양생
부재형상	구속력	부재크기, 두께
기타	품질관리	공극률, 균열, 다짐 정도

IV. 건조수축균열 발생원인

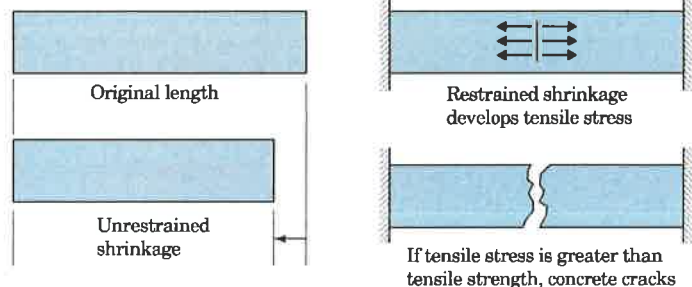
- ① 분말도가 높은 시멘트
- ② 흡수율이 큰 골재
- ③ 단위수량이 클수록
- ④ 잔골재율이 클수록
- ⑤ 온도가 높고 습도가 낮을수록

POZZOLIAN 액제

V. 건조수축 저감방안

- ① 적정 분말도 확보(2,800~3,200cm²/g)
- ② 골재의 흡수율이 작을수록
- ③ 단위수량 작게
- ④ 잔골재율 줄인다.
- ⑤ 가수 금지
- ⑥ 수축조절 줄눈, Delay Joint 시공
- ⑦ 습윤양생 실시

VI. 건조수축 균열 Mechanism



수축현상이 외부조건에 의해 구속되었을 때 인장응력이 유발되어 발생

현상

2) 시공에 관계된 요인

구분	발생시기	규칙성	형태	변형원인
1 혼화재의 불균일한 분산	수개월	무	망상	수축·팽창
2 장시간의 비빔	24시간 이내 혹은 수개월	유	표층·망상 ·관통	수축
3 압송 시 시멘트량	24시간 이내 혹은 수개월	유	표층·망상 ·관통	수축
4 잘못된 타설순서	24시간 이내 혹은 수개월	유·무	관통	침하·전단
5 급속한 타설속도	24시간 이내	무	표층	침하
6 불충분한 다짐	수개월	무	표층	휨·전단
7 부적당한 이어치기	24시간 이내 혹은 수개월	유·무	관통	휨·전단
8 거푸집 배부름	24시간 이내	무	표층	침하
9 거푸집에서 누수	24시간 이내	유	표층	수축
10 지보공의 침하	24시간 이내 혹은 2~3일	유	표층·관통	침하
11 거푸집의 조기제거	5~6일	유	표층	수축
12 경화전의 진동이나 재하	24시간 이내	무	표층	침하·휨
13 초기양생 중의 급속 건조	24시간 이내	무	표층·관통	수축

3) 균열 보수

구분	내용
균열 폭이 3mm 미만	• 사용성에 지장이 없으면 보수 불필요 • 바닥마감이 비닐시트, 타일 카펫인 경우 보수 불필요
균열 폭이 3mm 이상	• Slab에 진동 및 Deck에 해(害)를 입히지 않는 Cutter로 V-Cutting • 콘크리트 구조물 보수용 에폭시 수지 모르타르(Epoxy Resin Mortar for Restoration in Concrete Structure, KS F 4043) 충전
마감모르타르가 뜰 때	• 콘크리트 구조물 보수용 에폭시 수지 모르타르 주입 고정

• 보수보강 공법
- NO 873 보수보강 공법
참조

VII. 균열의 보수 보강



- 표면처리법
- 충전법
- 주입법

- 강재 보강공법
- 단면증대 공법
- 탄소섬유시트 보강공법
- 복합재료 보강공법

C → S

4-4장

특수
콘크리트

Professional Engineer

한중콘크리트

• Ice Lens

- 흙이나 콘크리트가 서서히 동결(凍結)하였을 때, 그 속에 형성된 얇은 렌즈 모양의 얼음 층(層). 아이스 렌즈가 성장하여 커지면 동상(凍上)이 발생한다.

③ 이 부분은 잠열에 의해 동결하는 사이에 일정 온도를 유지하고 형성된 얼음의 결정은 보다 작은 세공중의 미결정물과 접촉하여 물을 흡수하여 성장을 계속한다.[아이스렌즈(Ice Lens)의 형성]

④ 콘크리트의 강도가 약하다면 콘크리트의 열화면은 동일 평면상에서 형성되고 수분의 보급이 끝난 단계에서 냉각은 보다 하부로 진행된다.

⑤ 다음의 동결은 전의 동결층에 영향이 없는 부분, 즉 어느 정도 떨어져 보다 내측의 위치에 생긴다.

3) 저온에 의한 콘크리트 강도 발현의 지연

시멘트의 수화반응속도는 일반적으로 온도의 영향을 받게 되어 양생온도가 높으면 수화반응 속도가 빠르고, 낮으면 수화반응이 늦어져 콘크리트의 강도발현이 지연된다.

IV. 자재

1. 구성재료

1) 시멘트

시멘트는 KS L 5201에 규정되어 있는 포틀랜드 시멘트를 사용하는 것을 표준

2) 골재

골재가 동결되어 있거나 빙설이 혼입되어 있는 골재 사용금지

3) 혼화제

- ① AE제, AE 감수제 및 고성능 AE 감수제 사용(단위수량 감소)
- ② 내한성 혼화제: 촉진제 또는 촉진형 감수제는 성분에 따라 수산화 칼슘을 가수분해하여 탄산화를 촉진시키므로 무염화 촉진제를 사용

4) 재료의 가열

- ① 재료를 가열할 경우, 물 또는 골재를 가열하는 것으로 하며, 시멘트는 어떠한 경우라도 직접 가열 금지
- ② 골재의 가열은 온도가 균등하게 되고 또 건조되지 않는 방법을 적용

2. 배합

1) 배합원칙

- ① 공기연행 콘크리트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 단위수량은 초기동해 저감 및 방지를 위하여 소요의 워커빌리티를 유지할 수 있는 범위 내에서 되도록 적게 정하여야 한다.
- ③ 초기동해 피해 방지를 위한 소요 압축강도가 초기양생 기간 내에 얻어지고, 콘크리트의 설계기준압축강도가 소정의 재령에서 얻어지도록 정하여야 한다.
- ④ 물-결합재비는 원칙적으로 60% 이하로 하여야 한다.
- ⑤ 배합강도 및 물-결합재비는 적산온도방식에 의해 결정할 수 있다.

"추가"

- 감수제, 고성능 감수제
- 감수제는 10~15%의 단위수량 감소
- 고성능 감수제는 20~30%의 단위수량 감소

서중콘크리트

서중콘크리트

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 41
- KS F 2560

■ Lay Out

- 기온별 적용기간·특성변화
- 자재·시공
- 양생·현장품질관리

■ 핵심 단어

- 하루 평균기온이 25℃ 초과

■ 연관용어

- Cold Joint
- 습윤양생

★★★

1. 기상과 온도

74.91

4-189

서중콘크리트의 적용범위

No. 397

hot weather concreting

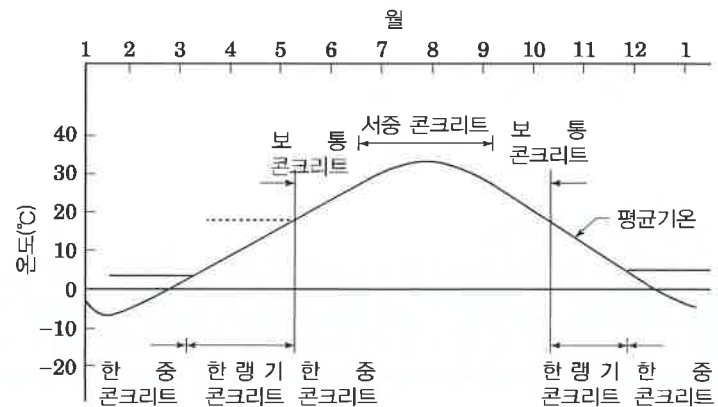
유형: 공법·기준

I. 정 의

높은 외부기온으로 인하여 콘크리트의 슬럼프 또는 슬럼프 플로저하나 수분의 급격한 증발 등의 우려가 있을 경우에 시공되는 콘크리트로서 하루평균기온이 25℃를 초과하는 경우 서중 콘크리트로 시공한다.

"수정"

II. 기온별 적용기간



III. 서중콘크리트의 특성변화

1) 굳지 않은 콘크리트

- ① 슬럼프감소
- ② 공기량 감소
- ③ 응결시간 단축

2) 굳은 콘크리트

초기 재령강도가 증대되는 반면에 28일 강도는 저하되는 경향이 있다.

3) 문제점

- ① 콘크리트의 온도상승으로 운반 도중에 슬럼프의 손실증대
- ② 연행공기량 감소
- ③ 응결시간의 단축
- ④ 워커빌리티 및 시공성 저하
- ⑤ Cold Joint 발생
- ⑥ 표면수분의 급격한 증발에 의한 소성수축 균열 발생
- ⑦ 수화열에 의한 온도균열 발생
- ⑧ 소요 단위수량 증가로 인하여 재령 28일 및 그 이후의 압축강도 감소

매스콘크리트

매스콘크리트

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 42

■ Lay Out

- 적용대상·특성변화
- 자재·시공
- 양생·현장품질관리

■ 핵심 단어

- 두께 0.8m 이상, 하단이 구속된 벽체의 경우 두께 0.5m 이상
- 시멘트의 수화열에 의한 온도 상승 및 강하를 고려

■ 연관용어

용어정리

- 관로식 냉각(pipe-cooling): 매스 콘크리트의 시공에서 콘크리트를 타설한 후 콘크리트의 내부온도를 제어하기 위해 미리 묻어 둔 파이프 내부에 냉수 또는 공기를 강제적으로 순환시켜 콘크리트를 냉각하는 방법으로 포스트 쿨링(post-cooling)이라고 함
- 내부구속(internal restraint): 콘크리트 단면 내의 온도 차이에 의한 변형의 부등분포에 의해 발생하는 구속 작용

★ ★ ★

1. 기성과 온도

4-190	Mass Concrete	
No. 398	매스 콘크리트	유형: 공법·기준

I. 정 의

- ① 부재 혹은 구조물의 치수가 커서 시멘트의 수화열에 의한 온도 상승 및 강하를 고려하여 설계·시공해야 하는 콘크리트
- ② 매스 콘크리트로 다루어야 하는 구조물의 부재치수는 일반적인 표준으로서 넓이가 넓은 평판구조의 경우 두께 0.8m 이상, 하단이 구속된 벽체의 경우 두께 0.5m 이상으로 한다.

II. Mass Concrete 적용대상



[지반에 따라 하부가 구속]

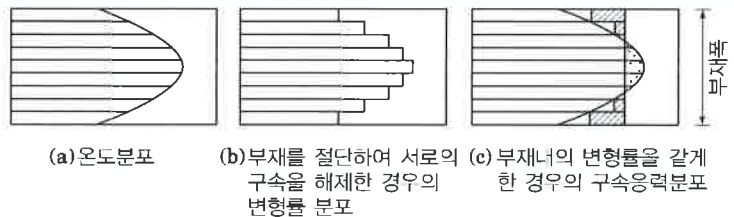


[내압판에 따라 하부가 구속]

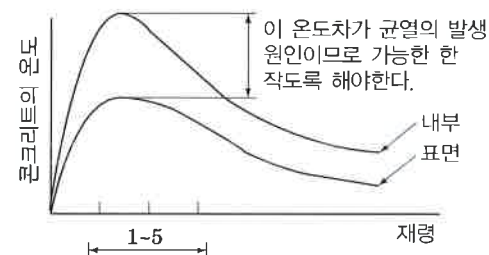
큰 단면 → 수화열에 의한 온도상승 → 온도균열 발생

III. Mass Concrete의 특성변화

1) 내부구속에 의한 균열발생



- ① 단면 내외의 온도차에 의해 표층에 균열발생
- ② 중앙부와 표면부의 변형률이 서로 다르기 때문에 내부구속응력이 발생하여 표면부에서 폭 0.2mm 이하의 미세한 균열발생



이 시기에 균열발생가능성이 높음

매스콘크리트

매스콘크리트

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 42

■ Lay Out

- 적용대상

- 특성변화

- 균열검토

■ 핵심 단어

- 콘크리트 내외부 온도차

■ 연관용어

I. 정 의

- ① 매스 콘크리트에서 온도가 낮은 표면 부분의 콘크리트가 수축하려고 하는 것을 온도가 높은 내부의 콘크리트가 구속하면서 표면에 인장응력이 작용하여 발생하는 균열
- ② 타설 직후 경화 중에 cement와 물의 반응으로 인한 수화열(heat of hydration)이 축적되어 concrete의 내부온도가 상승하여 concrete 부재표면과 내부와의 열전도를 통한 온도차

II. Mass Concrete 적용대상



[지반에 따라 하부가 구속]



[내입판에 따라 하부가 구속]

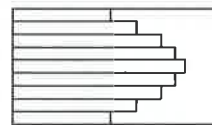
큰 단면 → 수화열에 의한 온도상승 → 온도균열 발생

III. Mass Concrete의 특성변화

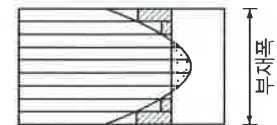
1) 내부구속에 의한 균열발생



(a) 온도분포

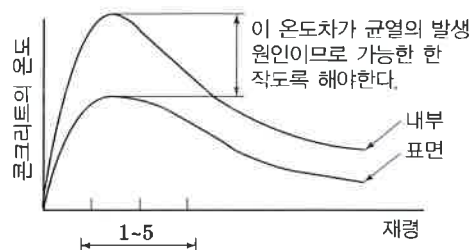


(b) 부재를 절단하여 서로의 구속을 해제한 경우의 변형률 분포



(c) 부재 내의 변형률을 같게 한 경우의 구속응력분포

- ① 단면 내외의 온도차에 의해 표층에 균열발생
- ② 중앙부와 표면부의 변형률이 서로 다르기 때문에 내부구속응력이 발생하여 표면부에서 폭 0.2mm 이하의 미세한 균열발생



이 시기에 균열발생가능성이 높음

강도성능

강도성능 개선

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 30 03

■ Lay Out

- 시공

- 콘크리트 종류

■ 핵심 단어

- 보통 콘크리트에서는
21MPa 이상 40MPa
이하

- 자기충진성

■ 연관용어

☆☆☆

2. 강도 및 시공성능개선

4-198

고내구성콘크리트

No. 406

High Durable Concrete

유형: 재료·성능·공법

I. 정 의

- ① 해풍, 해수, 황산염 및 기타 유해물질에 노출된 콘크리트로서 고내구성이 요구되는 콘크리트 공사의 자재 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.
- ② 고내구성콘크리트는 설계기준강도는 보통 콘크리트에서는 21MPa 이상, 40MPa 이하, 경량골재 콘크리트에서는 21MPa 이상, 27MPa 이하를 기본으로 하고 있으며, 여기에 자기충진성을 확보하기 위하여 고유동 콘크리트의 개념을 도입하고 있다.

II. 시공

1) 품질 및 배합

- ① 설계기준강도는 보통 콘크리트에서는 21MPa 이상, 40MPa 이하, 경량골재 콘크리트에서는 21MPa 이상, 27MPa 이하
- ② 슬럼프는 120mm 이하
- ③ 유동화 콘크리트를 사용하는 경우에는 베이스 콘크리트의 슬럼프는 120mm 이하
- ④ 유동화 콘크리트의 슬럼프는 210mm 이하
- ⑤ 내구성을 확보하기 위한 자재·배합
- 단위수량은 175kg/m^3 이하
 - 단위시멘트량의 최소값은 보통 콘크리트에서는 300kg/m^3
 - 경량골재 콘크리트에서는 330kg/m^3
 - 콘크리트에 함유된 염화물량은 염소이온량으로 0.20kg/m^3 이하
 - 타설 시의 콘크리트 온도는 3°C 이상, 30°C 이하

[물결합재비의 최대값(%)]

구분	보통 콘크리트	경량골재 콘크리트
포틀랜드 시멘트 고로 슬래그 시멘트 1종 포졸란 시멘트 1종 플라이 애시 시멘트 1종	60	55
고로 슬래그 시멘트 1종 포졸란 시멘트 2종 플라이 애시 시멘트 2종	55	55

강도성능

2) GFRC(유리섬유보강 콘크리트), glass fiber reinforced concrete

- ① 고온의 용융유리에서 만든 무기섬유(25~38mm 정도)를 Cement Paste나 Concrete 중에 5~6% 혼합 분산시켜 만든 콘크리트
- ② 효과: 고인성, 충격저항, 파괴저항, 내마모성, 균열억제
- ③ 섬유의 배향과 보강효율: 섬유의 배향에 따라 좌우되며, premix 법과 같은 3차원 랜덤 배향의 경우 보강효율은 매우 낮고 spray법은 2차원 배향으로 보강효율은 premix법보다 높지만 적층법과 같은 2차원 또는 1방향 배향에 비해 상당히 낮아 GRC의 강도 증진을 위해서는 premix법 및 spray법 사용 시 net 등의 연속섬유를 병용하는 것이 좋다.

3) CFRC(탄소섬유보강 콘크리트), carbon fiber reinforced concrete

- ① pan계 탄소섬유는 폴리아크릴로니트릴(Poly-acrylnitrile, pan)이라는 탄소화에 적합한 원료 유기물을 이용하여 제조된 것으로서 pan계 탄소섬유는 탄소 95%(탄소섬유)~100%(흑연섬유)로 이루어지고, 섬유축 방향으로 흑연결정망면이 강하게 배열되어 있으며, 탄소의 충진도는 완전흑연결정의 80%(탄소섬유)~90%(흑연섬유)로서 약간 혼합된 내부구조로 되어있다.
- ② 우수한 화학적 안정성 및 생화학적 안정성, 내화성, 내마모성 우수, 내충격성, 동결융해 저항성 우수

4) AFRC(아라미드 섬유보강 콘크리트), aramide fiber reinforced concrete

- ① 나일론과 같은 아라미드 결합-CONH-을 갖는 합성섬유
- ② Kevlar 및 Technora 등의 para계 아라미드 섬유는 고강도·고탄성으로서 고무, 플라스틱, 무기물 등의 각종 매트릭스보강재로 적합
- ③ 내충격성, 내열성, 내알칼리성, 내부식성, 고강도화 및 경량화

5) VFRC(비닐론섬유보강 시멘트 복합체), vinylon fiber reinforced concrete

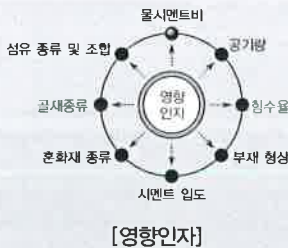
- ① 비닐론은 원료수지 그 자체이고, 독특한 방법으로 제조되기 때문에 다른 합성수지에 비해 고강력, 저신도, 고탄성이고, 내후성, 친수성 및 내산·내알칼리성이 우수하며, 섬유표면의 복잡한 주름에 의해 우수한 접착성을 나타낸다.
- ② 시멘트에 접착성 우수, 내알칼리성, 내약품성

V. 자재

1) 보강용 섬유

- ① 강섬유는 KS F 2564의 기준에 적합한 것
- ② 초고성능 섬유보강 콘크리트(UHPFRC: Ultra-high performance fiber reinforced concrete)에 사용되는 강섬유의 인장강도는 2,000MPa 이상
- ③ 시멘트계 복합재료용 섬유로 강섬유, 유리섬유, 탄소섬유 등의 무기계 섬유와 아라미드섬유, 폴리프로필렌섬유, 비닐론섬유, 나일론섬유 등의 유기계 섬유를 사용

저항성능



폭렬방지

- 온도상승 억제
- 내부수분을 빠르게 외부로 이동
- 폭렬에 따른 콘크리트 비산을 구속력으로 억제하는 방법
- 콘크리트의 배합조건 선정에 있어서 함수율 및 물-시멘트비(W/C)를 낮추는 방법
- 콘크리트 표면의 내화피복을 통하여 고온을 차단하는 방법
- 콘크리트 부재단면의 횡구속을 설치하여 내부에서 발생하는 횡변위에 저항하는 방법
- 콘크리트에 유기질 섬유를 혼입하여 수증기압을 외부로 배출하는 방법
- ITZ (Interfacial Transition Zone)
- 결정체의 모서리(면과 면 사이에 끼인) 계면전이 구역

IV. 폭렬현상 분류

1) 점진적 폭렬(Progressive Spalling)

- 수증기압 이론
고온 가열시 콘크리트 자유수와 결합수의 증발로 인한 열 특성에 의해 점차적으로 변형이 발생(표면박락)
- 골재 변형이론
서로 다른 열팽창률을 갖고 있는 콘크리트의 표면골재가 고온 노출 시 국부적인 변형을 발생
- 열응력 이론
비선형적인 온도분포가 콘크리트 단면에 영향을 주어 최대변형이 발생할 경우

2) 폭발성 폭렬(Explosive Spalling)

- 폭발성 이론
부재가 한쪽 표면으로부터 일방향으로 고온을 받으면 내부의 자유수는 고온표면에서 증발을 하거나 상대적으로 저온인 콘크리트 공극사이로 이동하게 되고 이때 공극압력을 발생하는 원인이 되어 폭렬발생
- 삼투압 이론
고온 가열시 콘크리트를 구성하는 두 성분의 서로 다른 열 특성에 의해 발생한다. 내부 공극의 수증기의 증발로 인해 수축을 하는 반면 골재는 열에 의한 팽창을 하게 되어 상반된 변형이 발생하며 이러한 다공질의 ITZ(Interfacial Transition Zones)가 발생 하게 되며 내부공극이 크기 때문에 수분을 흡수하려는 삼투압 현상이 발생하게 된다.

V. 폭렬현상 방지대책

① 배합

- 내화성 골재의 선정
- 수분함유량을 전체 콘크리트 중량의 3% 이하 유지
- 수분 ITZ의 두께를 20 μ m 이하로 조정하여 삼투압발생 억제
- 수분과 잔골재를 적게 배합하여 골재사이로 수증기 이동 유도
- PP합성섬유 혼입: 화재 시 고온의 수증기를 외부로 분출하는 효과로 폭렬현상 저하
- 혼화제: 플라이애쉬 및 실리카 흙의 적정배합을 통하여 수화열상승 억제
- Mock Up Test 실시 후 배합결정

"Spalling 두경"

저항성능

② 원심성형에 의한 콘크리트의 타설

원심성형으로 인하여 콘크리트 내부의 잉여수가 밖으로 방출되어 수증기압에 기인되는 폭렬이 방지

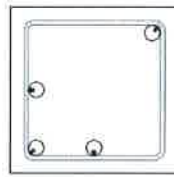
③ 내화피복: 내화 모르타르 시공하여 열의 침입을 차단

- 보드(패널) 부착공법: 외부 마감재를 이용하여 직접 고온이 콘크리트 구조물에 접하지 않게 하는 방법
- 내화성 뽐칠공법: 구조체의 외부에 섬유복합 모르타르, 내화도료 및 미장재료 등과 같은 내화성 재료를 뽐칠하여 마감

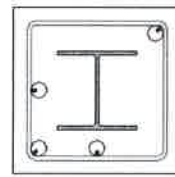
④ 콘크리트의 박리를 방지: 메탈라스를 시공하여 비산방지 및 횡구속

VI. 고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준

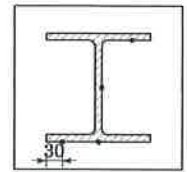
1) 열전도 설치 및 온도측정 위치



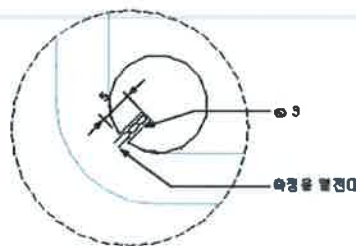
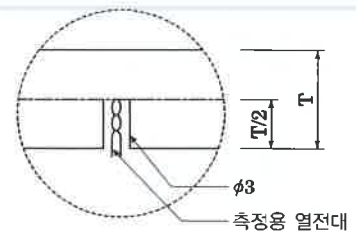
[철근콘크리트 구조]



[철골철근콘크리트 구조]



[철골조]

[철근콘크리트 구조,
철골철근콘크리트 구조]

[철골조(관리대상 콘크리트 적용)]

- 내화성능 시험용 기둥의 높이는 1.5m로 한다.
- 온도측정은 시험체의 1/2 높이에서 주철근에서 측정
- 온도측정용 열전대는 타설 전에 피복방향의 주철근 표면에 고정
을 위한 구멍을 뚫고 철근내부에 온도센서를 미리 삽입하여 설치
- 양생은 상온의 실내에서 실시하며, 양생기간은 3개월 이상

저항성능

VII. 시험체 제작방법

1) 대상부재(설계기준강도 50MPa 이상의 콘크리트)

관리대상 콘크리트를 사용한 기둥 및 보를 대상으로 하며 내화성능 확인을 위한 시험체는 현장과 동일한 재료, 공법, 철근배근 및 피복 두께 등을 반영한 기둥형 시험체로 제작·시험한다.

2) 시험체의 구성

관리대상 콘크리트 내화성능 시험체는 콘크리트와 철근, 철골 등으로 구성되며 기둥 또는 보에 내화성능 확보를 위한 재료 및 공법을 포함한 것으로 한다. 다만 수시로 변경 가능한 최종 마감재는 제외

VIII. 관리대상 콘크리트 내화성능 시험방법

1) 시험절차

- ① 관리대상 콘크리트 부재의 내화시험은 91일 압축강도가 설계기준강도 이상임을 확인한 후 시험을 수행
- ② 시험은 동시에 제작된 2개의 시험체에 대하여 실시
- ③ 시험종료 후, 시험체를 파괴하여 제출된 시험체 확인사항과 동일여부를 확인

2) 시험방법

• 시험체 설치

- 시험은 수평가열로를 이용하여 시행
- 수평가열로 하부에 ALC패널 등을 이용하여 시험체 중앙이 화구의 높이에 맞도록 설치
 - ALC 등의 패널 위에 세라믹울을 50mm 설치하여 시험체 하부로의 열전달을 막는다.
 - 시험체는 양측면의 화구로부터 등간격이 되도록 시험체의 중심과로의 중심선이 일치하게 설치
 - 시험체간의 거리는 ALC등의 패널위에서 가능한 멀리 이격
 - 시험체 상부에 세라믹울을 50mm 이상 덮어 상부로의 열전달을 차단하고, 철사 또는 벽돌 등으로 고정

IX. 내화성능 관리

- ① 인정을 받은 시험기관에서 시험하여 내화성능기준에 적합한 경우, 내화성능이 있는 것으로 본다.
- ② 관리대상 콘크리트 중 설계기준강도 60MPa 이하의 경우 내화성능기준에 적합하도록 구조보강을 하여 구조기술사가 이를 확인·서명

저항성능

- 내화성능 기준
 - 규정에 의한 시험을 실시한 결과, 시험체 모두 내화구조 성능기준에서 규정한 시간까지 주철근의 온도가 평균 538℃, 최고 649℃ 이하이어야 한다.

한 경우에는 시험을 실시 제외

- ③ KS F 2257-7 또는 ISO 834-7의 재하가열시험방법에 의하여 국외의 시험기관에서 성능이 확인된 경우, 해당구조의 내화성능 인정
- ④ 관리대상 콘크리트 내화성능시험을 실시하여 내화성능이 있는 것으로 확인한 경우, 그 설계기준강도 이하의 콘크리트를 사용한 기둥 또는 보에 동일한 재료, 공법 등을 적용한 경우에는 별도의 시험을 실시하지 않을 수 있다. 다만, 기둥형 시험체의 단면적보다 작은 경우에는 적용에서 제외
- ⑤ 관리대상 콘크리트의 내화시험 성적서 유효기간은 3년

★★★

3. 저항성능 및 기능발현

72,85,129

저항성능

균열저항

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 24

■ Lay Out

- Mechanism 발생정도
- 자재 및 제조
- 시공

■ 핵심 단어

- 팽창재
- 팽창시멘트
- 팽창성 부여
- 건조수축 보상

■ 연관용어

- 균열저감

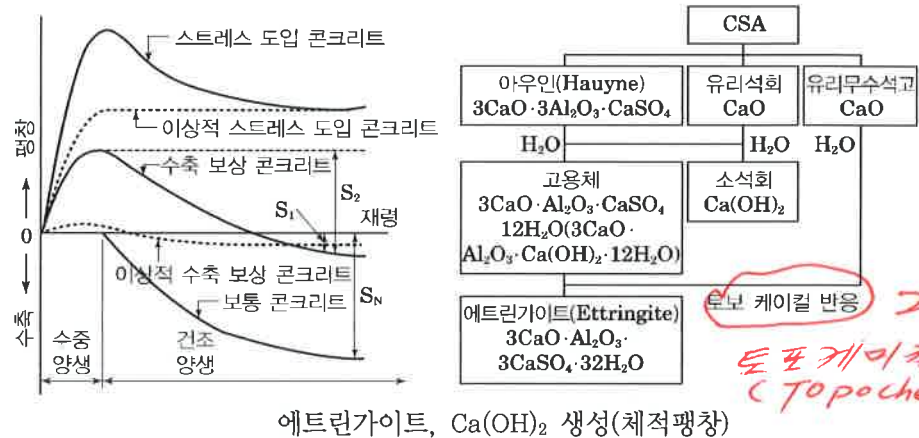
용어정의

- 팽창재(expansive additive): 시멘트와 물의 수화반응에 의해 에트링자이트 또는 수산화칼슘 등을 생성하고 모르타르 또는 콘크리트를 팽창시키는 작용을 하는 혼화재료

I. 정 의

- ① 팽창재 또는 팽창시멘트의 사용에 의해 팽창성이 부여되어 건조수축 보상에 따른 균열저감 등 내구성 개선을 위해 사용되는 콘크리트
- ② 이이 기준에서 대상으로 하는 팽창 콘크리트는 수축보상용 콘크리트, 화학적 프리스트레스용 콘크리트 및 충전용 모르타르와 콘크리트로 한다.

II. 팽창성 도입 및 팽창 Mechanism



III. 자재 및 제조

1) 사용방법

종류	주성분	수화생성물	사용방법	판매형태
K형	3CaO·Al ₂ O ₃ ·CaSO ₄ , CaO, CaSO ₄	Ettringite	Portland Cement에 혼입: 5~15%	팽창 시멘트 팽창재
M형	알루미나시멘트 CaSO ₄	Ettringite	Portland Cement에 혼입: 5~15%	팽창재
S형	포틀랜드시멘트 중의 C ₃ A와 CaSO ₄ 를 많게 함	Ettringite	직접 혼입	팽창 시멘트
O형	CaO	Ca(OH) ₂	Portland Cement에 혼입: 8~10%	팽창재

- 포대 팽창재는 지상 0.3m 이상의 마루 위에 쌓아 운반이나 검사에 편리하도록 배치하여 저장
- 포대 팽창재는 12포대 이하로 쌓아야 한다.
- 포대 팽창재는 사용 직전에 포대를 여는 것을 원칙
- 3개월 이상 장기간 저장된 팽창재는 저장기간이 길어진 경우에는 시험을 실시

☆☆☆

3. 저항성능 및 기능발현

95.124

저항성능

균열저항

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- Mechanism

- 종류

■ 핵심 단어

- 보수작업 없이 스스로 치유

■ 연관용어

- 균열저감

- 친환경 콘크리트

기대효과

- 구조물의 내구수명 향상
- 유지보수 비용절감
- 저탄소 및 친환경

4-207

자기치유 콘크리트

No. 415

Self healing Concrete

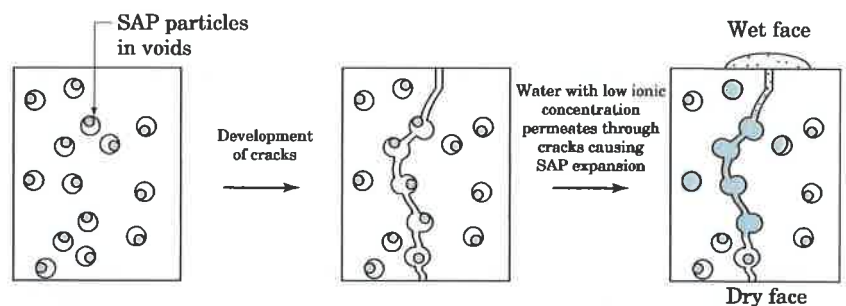
유형: 재료·성능·공법

I. 정 의

Spelling 수정

- ① 콘크리트에 발생된 균열을 추가외력 및 보수작업 없이 스스로 치유하고 복구하는 기능을 가진 콘크리트
- ② 자기 치유의 메카니즘은 사용재료, 환경조건 등 많은 변화인자와 조건 등에 의해 결정되고 균열을 충전하는 스마트 콘크리트

II. 자기치유 Mechanism



III. 종 류

1) 미생물 활용기술

- ① 휴면상태에서 깨어난 미생물이 증식하여 균열을 치유
- ② 박테리아의 표면은 (-) 전하를 띄며, 주위에서 Ca^{2+} 를 포함한 카치온(나트륨, 칼륨, 칼슘 등의 원소)을 유인해서 자신의 표면에 탄산칼슘을 추출시킨다.
- ③ 탄산칼슘 결정들은 균열 중심보다 상대적으로 물의 속도가 느린 균열면에 침전하게 되고, 점차 물의 속도가 늦춰 지면서 탄산칼슘의 침전이 계속 이루어지면서 결국 균열이 탄산칼슘에 의해 막히게 되는 것

2) 마이크로캡슐 활용기술

- ① 100 μ m 정도 되는 마이크로캡슐 안에 균열을 치유할 수 있는 물질을 넣어서 콘크리트를 타설할 때 혼입
- ② 콘크리트에 균열이 생겼을 때 마이크로캡슐이 깨지면서 캡슐 안에 들어있던 물질이 흘러나와 균열을 치유하는 방법

3) 무기계 혼화제 활용기술

- ① 균열 발생 시 팽창반응과 함께 수축균열 제어
- ② 화력발전 부산물 활용

저항성능

균열저항

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 종류·특성
- 기능 및 용도

■ 핵심 단어

- 스스로 신장(伸張)되는

■ 연관용어

- 균열저감
- 친환경 콘크리트

적용

- 일반 철근 콘크리트, 고층 빌딩 건축이나 아파트 건축
- 지하 철도 터널을 포함한 지하 공사
- 물과 석유 제품을 위한 탱크와 같은 여러 가지 용도의 탱크
- 스포츠 시설을 포함한 지붕의 덮개, 인공 스케이트 코스와 빙판의 토대
- 도로와 비행장의 포장

4-208

자기응력 콘크리트

No. 416

Self Stress Concrete

유형: 재료·성능·공법

I. 정 의

- ① 스스로 신장(伸張)되는 거대한 화학에너지를 보유하고 있으며, 이 에너지를 이용하여 경화 시 철근 콘크리트 구조물의 물성을 악화시키거나 파괴하지 않고 강력하게 팽창시켜 구조물의 내구성을 증진시킬 수 있는 콘크리트
- ② 철근을 팽팽하게 하고 콘크리트의 내구성을 일시적이거나 지속적으로 감소시키지 않으면서도 콘크리트 사이의 결합을 파괴하지 않고 압착할 수 있으면서 신장되는 콘크리트

II. 종 류

1) 비가열 시멘트(NASC: Non Autoclave Stressed Cement)

상온에서 주로 거푸집으로 된 단단한 철근 콘크리트에서 경화되는 자기응력 철근 콘크리트 구조물과 건축물의 콘크리트와 일체화를 위한 자기응력 시멘트

2) 가열 시멘트(ASC: Autoclave Stressed Cement)

열 가습 가공으로 제조 시 처해 있는 조립식 자기응력 철근 콘크리트 제품의 콘크리트를 일체화를 위한 자기응력 시멘트

III. 자기응력 시멘트의 수화물 특성

- ① 수축저감 및 체적팽창
- ② 자기응력 및 강도 증대
- ③ 수화열 억제
- ④ 내구성 향상
- ⑤ 작업성(점성과 유동성): 재료분리 현상이 나타나지 않고 물을 적게 사용해도 문제발생 없음

IV. 기능 및 용도

기능	용도
급경성	긴급공사, 지반개량
고강도성	고강도 콘크리트 제품, 내마모 라이닝
팽창성	수축보상 콘크리트, 케미컬 프리스트레스 콘크리트

기능발현

기능발현

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 20

■ Lay Out

- 분류

- 종류별 특징

■ 핵심 단어

- 단위중량 축소

■ 연관용어

I. 정 의

단위중량을 줄임으로써 단면과 기초의 크기를 축소하고 이를 통해 구조물의 효용성을 높이며, 단열, 방음성 등을 개선할 수 있는 콘크리트

II. 분류



III. 종류별 특징

1) 경량골재 콘크리트(Lightweight Aggregate Concrete)

사용한 골재에 의한 콘크리트의 종류	사용골재	기건 단위질량 (kg/m ³)	레디믹스트 콘크리트로 발주 시 호칭강도(MPa)
경량 골재 콘크리트 1종	굵은골재를 경량골재로 사용하여 제조	1,800 ~ 2,100	18, 21, 24, 27, 30, 35, 40
경량 골재 콘크리트 2종	굵은골재와 잔골재를 주로 경량골재로 사용하여 제조	1,400 ~ 1,800	18, 21, 24, 27

- 굵은골재 최대치수는 15mm 또는 20mm로 지정
- 단위질량은 KS F 2462에 제시된 기건 단위질량을 기준으로 한다.
- 기건 단위질량은 3회 시험한 평균값이 설계에서의 기준 값 이하이어야 한다.
- 압축강도는 KS F 2405에 준하여 시험하고 KCS 14 20 10에 따라 3개 공시체의 평균값으로 한다. 단, 기건 단위질량 측정 시와 동일한 방식으로 만든 기건 상태의 공시체에 대해 시험한다.
- 콘크리트의 인장강도는 28일 재령에서 2 MPa 이상

기능발현

기능발현

Key Point

- 국가표준
 - KCS 14 20 20
- Lay Out
 - 종류
- 핵심 단어
 - 경량골재
- 연관용어
 - 경량콘크리트
 - No. 660~661 경량기포 콘크리트

용어정의

- 경량골재(lightweight aggregate): 일반 골재보다 낮은 밀도를 가지는 골재로서 KS F 2527에서는 발생원에 따라 천연경량골재, 인공경량골재, 바텀애시경량골재로 분류함.
- 천연경량골재(natural lightweight aggregate): 경석, 화산암, 응회암 등과 같은 천연재료를 가공한 골재로, KS F 2527에서는 천연경량잔골재(NLS, natural lightweight sand)와 천연경량굵은골재(NLG, natural lightweight gravel)로 구분함

★★★

3. 저항성능 및 기능발현

4-212	경량골재 콘크리트	
No. 420	Light Weight Aggregate Concrete	유형: 재료·성능·공법

I. 정 의

- ① 골재의 전부 또는 일부에 천연경량골재, 인공경량골재, 바텀애시경량골재 등을 사용하여 제조한 경량골재 콘크리트
- ② 설계기준압축강도가 15 MPa 이상으로 기건 단위질량이 2,100 kg/m³ 이하의 범위에 해당하는 것으로 한다.

II. 경량골재 콘크리트의 종류 및 품질

사용한 골재에 의한 콘크리트의 종류	사용골재	기건 단위질량 (kg/m ³)	레디믹스트 콘크리트로 발주 시 호칭강도(MPa)
경량 골재 콘크리트 1종	굵은골재를 경량골재로 사용하여 제조	1,800 ~ 2,100	18, 21, 24, 27, 30, 35, 40
경량 골재 콘크리트 2종	굵은골재와 잔골재를 주로 경량골재로 사용하여 제조	1,400 ~ 1,800	18, 21, 24, 27

- 굵은골재 최대치수는 15mm 또는 20mm로 지정
- 단위질량은 KS F 2462에 제시된 기건 단위질량을 기준으로 한다.
- 기건 단위질량은 3회 시험한 평균값이 설계에서의 기준 값 이하이어야 한다.
- 압축강도는 KS F 2405에 준하여 시험하고 KCS 14 20 10에 따라 3개 공시체의 평균값으로 한다. 단, 기건 단위질량 측정 시와 동일한 방식으로 만든 기건 상태의 공시체에 대해 시험한다.
- 콘크리트의 인장강도는 28일 재령에서 2 MPa 이상

III. 자재

1. 경량골재

1) 일반사항

- ① 천연경량골재(잔골재 및 굵은골재), 인공경량골재(잔골재 및 굵은골재), 바텀애시경량골재(잔골재)로 분류
- ② 천연경량골재: 경석, 화산암, 응회암과 같은 천연재료를 가공한 골재
- ③ 인공경량골재: 고로슬래그, 점토, 구조토암, 석탄회, 점판암과 같은 원료를 팽창, 소성, 소괴하여 생산되는 골재
- ④ 바텀애시경량골재: 화력발전소에서 부산되는 바텀애시를 파쇄·선별한 골재

특수한 시공법

V. 자재

1. 배합

1) 일반사항

- ① 색채 균일 성능, 균열 발생 억제 성능, 충전 성능 및 재료 분리 저항 성능, 내구성능 등을 갖추어 노출면의 품질을 확보할 수 있도록 배합에 대한 계획을 수립
- ② 건조수축 균열을 최소화하기 위하여 단위수량을 감소시키거나, 팽창재나 수축저감제를 사용하는 등의 대책을 수립
- ③ 골재는 모르타르 충전성 향상 및 골재 분리 방지를 위하여 굵은 골재 최대치수 20mm 이하
- ④ 레이턴스 및 블리딩이 적게 발생하는 배합설계
- ⑤ 노출 콘크리트는 직접 외부 환경에 노출에 따른 중성화, 염해에 의한 철근 부식 및 동해 등의 내구성을 고려한 배합설계

2. 배합설계

- ① 물결합재비는 50% 이하로 한다. 단, 시험 시공을 통해 품질이 확인된 경우 물결합재비를 60 %까지 증가시킬 수 있다.
- ② 단위수량은 175kg/m³ 이하
- ③ 단위결합재량은 360kg/m³ 이상으로 한다.
- ④ 노출 콘크리트의 굵은 골재의 최대 치수는 20mm로 한다.
- ⑤ 슬럼프는 150mm 이상, 210mm 이하로 한다.

3. 거푸집 널

1) 합판 거푸집널

- ① KS F 3110의 규정에 적합한 것 중에 최상등급의 합판을 사용하되, 표면이 우레탄 코팅 또는 필름 Laminating 동등 이상의 표면가공 콘크리트 거푸집용 합판을 사용
- ② 거푸집의 전용횟수는 1회를 원칙으로 하되 목업 시험(mock-up test)을 통해 검증된 경우 2회까지 사용이 가능
- ③ 판표면의 평활도, 손상, 저층부의 틈, 비틀림, 지정된 두께나 형상에 이상이 없는 것을 사용
- ④ 노출 콘크리트 합판의 휨탄성계수는

[거푸집 합판의 탄성계수 최소값]

표시두께(mm)	휨탄성계수(GPa 또는 10 ³ N/mm ²) 길이 방향 스펠용	
	길이방향 스펠용	축방향 스펠용
12	7.0	2.5
15	6.5	
18	6.0	
21	5.5	
24	5.0	

시방서 오라
(라이네이팅)
→

호동우제로 한집사레함

25 → 2.5

특수한 시공법

시공법

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 진공배수 원리
- 특징
- 시공 시 유의사항

■ 핵심 단어

- What: 콘크리트 표면에
- Why: 대기압, 진공펌프
- How: 진공매트를 덮고 진공상태를 만들어

■ 연관용어

용도

- 공장, 전시장 등의 넓은 바닥
- 동절기 공사
- 콘크리트 도로 공사



[진공배수 콘크리트]

4-214 진공배수 콘크리트, 진공탈수 콘크리트 공법

No. 422

Vacuum Concrete

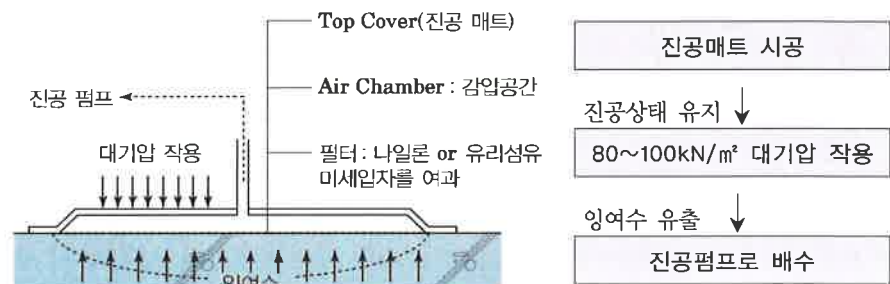
유형: 공법

I. 정 의

→ 매 추가

- ① 콘크리트 표면에 진공매트를 덮고 진공상태를 만들어 $80\sim100\text{kN/m}^2$ 의 대기압이 매트에 작용하게 하여 잉여수가 표면으로 나오면 진공 펌프로 배출
- ② 잉여수 제거를 통하여 물-결합재비를 낮추어 잉여수 제거를 통하여 밀실한 콘크리트 구조물을 조성

II. 진공배수 원리



III. 특 징

- ① 물-결합재비의 감소로 인한 콘크리트 강도 증진
- ② 건조수축량의 감소
- ③ 표면경도의 증대에 의한 마모저항 증대
- ④ 수밀성 증대
- ⑤ 동해에 대한 저항성 증가
- ⑥ 조기강도 발현

IV. 시공 시 유의사항

- ① Joint: 표면마감 및 진동기 사용 시 Guide Rail 역할과 콘크리트 레벨을 결정하므로 레일이 수평정밀도 유지
- ② 봉형진동기: 두께 100mm 이상일 때 다짐
- ③ Filter 깔기: 미집자의 통과 방지
- ④ Top Cover: 가장자리 부분은 잘 밀봉하여 배수의 효율을 높일 것
- ⑤ 피니셔: 최종마감은 피니셔로 마감하여 마감의 정밀도를 높일 것

친환경

친환경

Key Point

■ 국가표준

- KCS 14 20 01

■ Lay Out

- 효과
- 생산방법
- 품질기준

■ 핵심 단어

- 플라이 애시
- 고로슬래그미분말을 혼합

■ 연관어

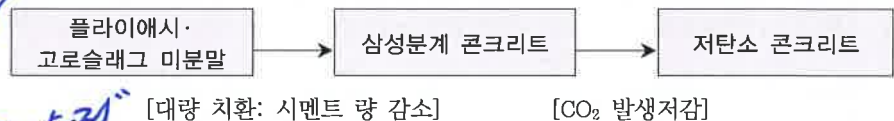
- 지오폴리머 콘크리트
- 친환경 콘크리트

콘크리트공사시 CO₂ 배출

I. 정 의

- ① 시멘트 대체 혼화재로서 플라이 애시 및 콘크리트용 고로슬래그 미분말을 결합재로 대량 치환하여 제조된 삼성분계 콘크리트 중 치환율이 50%이상, 70%이하인 콘크리트
- ② 콘크리트구조물이 생애주기 동안 환경에 미치는 영향을 고려하고 재료의 선정 및 시공에 있어 긍정적인 환경영향을 증가시키고 부정적인 환경영향을 저감시키는 것을 목적으로 한다.

II. 효과



- ① 탄소배출 50% 저감
- ② 염해 저항성 증가
- ③ 내구수명 4배 이상 향상
- ④ 내부 조직이 견고해 염분의 침투속도를 줄이는 효과

III. 저탄소 콘크리트의 종류

콘크리트 종류	굵은 골재의 최대 치수 (mm)	슬럼프 또는 슬럼프 플로(mm)	호칭강도 MPa(=N/mm ²) ¹⁾					
			18	21	24	27	30	35
저탄소 콘크리트	20, 25	80, 120, 150, 180, 210	○	○	○	○	○	○
		500*, 600*	—	—	—	○	○	○

* 슬럼프 플로값을 의미함.

주: 1) 예전 단위의 시험기를 사용하여 시험할 경우 국제단위계(SI)에 따른 수치
의 환산은 1kgf=9.8 N으로 환산한다. 즉, 1MPa=10.2kgf/cm²가 된다.

IV. 저탄소 콘크리트 품질기준

1) 품질기준

- ① 혼화재 대량 사용에 따라 품질관리가 미흡할 경우 초기 강도발현 지연, 탄산화 저항성 감소 등 내구성 변동에 영향이 크므로 용도와 타설부위에 따라 단위 결합재량의 조정, 혼합비율 및 치환율 조정, 조강형 고성능 화학 혼화제 사용 등 별도의 조치 및 검토가 필요

친환경

온실가스 배출 저감 계획

- 시공자는 환경관리 및 친환경 시공계획서에 에너지 소비 및 온실가스 배출 저감 계획을 포함하여야 한다.
- 콘크리트공사에 사용되는 각종 자재는 환경 성적 표시, 탄소 성적 표시 등의 공인된 친환경 재료를 우선 사용하여야 한다.
- 에너지 소비 및 온실가스 배출 저감 계획이 공사 중 계속 유효하도록 정기적인 관리를 수행하여야 한다.

혼화재료

- 혼화재는 KS에 적합한 플라이 애쉬와 콘크리트용 고로슬래그 미분말에 한정하며 석회석 미분말, 규산질 미분말 등과 같은 기타의 혼화재는 저탄소콘크리트에 사용하지 않는다.
- 플라이 애쉬와 콘크리트용 고로슬래그 미분말은 시험 배합을 통해 품질을 확인한 후 사용하여야 한다.
- 혼화재는 KS F 2560에 적합한 제품을 사용하여 하고 시험 배합을 통해 적합 여부를 결정하여야 한다.
- 초기강도 발현 지연, 탄산화 저항성 감소 등을 고려하여 품질확보에 필요한 혼화제 사용을 검토하여야 하며 책임기술자의 승인을 득하여야 한다.

② 시공 시 양생방법, 양생기간 및 마감재 코팅 등의 적절한 조치를 통해 콘크리트의 성능을 확보하여야 한다.

2) 강도 및 내구성

- ① 저탄소콘크리트는 설계기준강도 40MPa 미만의 보통콘크리트 강도 범위에 적용
- ② 강도는 일반적인 구조물의 경우 표준양생을 실시한 콘크리트 공시체의 재령 28일 강도를 기준으로 한다. 다만, 혼화재의 사용량에 따라 책임기술자의 승인 하에 91일 이내에서 관리재령을 선택
- ③ 구조물의 소요 강도를 확보하기 위해 현장배합과 양생방법의 개선, 양생기간의 연장 등 시공시 각별한 주의가 필요하며 조강제 사용 등의 조치
- ④ 탄산화 저항성이 감소하는 특성을 고려하여 물-결합재비, 피복두께, 양생기간 및 방법, 마감재 코팅 등의 조치를 검토·적용하여 콘크리트의 내구성을 확보
- ⑤ 저탄소콘크리트를 부재 단면이 작거나 탄산가스 노출 환경 등 탄산화가 빠르게 진행될 수 있는 특수한 조건에서 사용하는 경우에는 표면마감 등 내구성에 문제가 없도록 사용

3) 배합

- ① 단위수량은 원칙적으로 185kg/m^3 이하로 하며, 소요 강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성 및 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량을 가능한 적게
- ② 저탄소콘크리트는 시멘트가 혼화재로 대량 치환되는 콘크리트이므로 재령초기의 강도발현을 고려하여 시험 배합에 따라 단위 결합재량을 결정
- ③ 배합 시 단위 시멘트량은 125kg/m^3 이상, 단위 결합재량은 250kg/m^3 이상

V. 저탄소 콘크리트의 생산방법

구분	방법	사유
방법 1	혼화재료 레미콘 플랜트 혼합	레미콘사 자체 원료 공급 관리
방법 2	KS L 5210(고로슬래그시멘트), KS L 5211 (플라이애시 시멘트)에서 규정된 시멘트를 구입하여 레미콘 플랜트에서 혼합	시멘트 저장 Silo 관리 문제

- 대부분의 레미콘 생산공장은 혼화재료를 직접 구입하여 배합관리를 실시

재료와 단면의 성질

응력과 변형률

Key Point

국가기표준

Lay Out

- 응력
- 변형률
- 응력변형률 관계

핵심 단어

- 외력에 저항하려는 단위 면적당의 힘
- 외력을 받는 경우 부재의 변형된 정도

연관용어

- 응력
- 구조물에 외력(External Force)이 작용하면 부재에는 이에 해당하는 부재력 즉, 축방향력, 전단력, 휨모멘트가 발생한다. 이때 부재 내에서는 부재의 형태를 유지하려는 힘이 존재하게 되는데 이를 내력(Internal Force)이라고 하며 단위면적에 대한 내력의 크기를 응력이라고 한다.

Poisson's Number(m)

- 일반적으로 푸아송수(m)에 의해 재료의 특성을 파악한다.
- Steel: $m=3\sim4$
- Concrete: $m=6\sim8$

★ ★ ★

1. 일반사항

4-228	응력과 변형률	
No. 436	stress and strain	유형: 구조·기준·성질

I. 정 의

응력(Stress)

- 외력에 저항하려는 단위면적당의 힘(수직응력, 휨응력, 전단응력)

변형률(Strain)

- 구조물이 외력을 받는 경우 부재에는 변형을 가져오게 된다. 이때 변형된 정도 즉, 단위길이에 대한 변형량의 값(인장력 및 압축력에 대한 부재의 변형된 정도)

II. 응력(Stress)

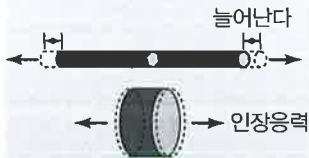
1) 수직응력(인장 및 압축응력)과 전단응력(Stress)

수직응력 (σ)	전단응력(τ)
$\tau_t = +\frac{P}{A}, \sigma_c = -\frac{P}{A}$	$\tau_t = \frac{V}{A}$
• σ : 수직응력(N/mm² MPa) • P : 축방향력(N) • A : 단면적(mm²)	• τ : 전단응력(N/mm² MPa) • V : 전단력(N) • A : 단면적(mm²)

2) 휨응력과 전단응력

수직응력 (σ_b)	전단응력(τ)
$\sigma_b = \pm \frac{M}{I} y$	$\tau = \frac{V}{I} \frac{Q}{b}$
• M : 휨모멘트(N·mm) • I : 단면2차모멘트(mm⁴) • y : 중립축에서 휨응력을 구하고자 하는 점까지의 거리(mm)	• Q : 전단응력을 구하고자 하는 외측에 있는 단면의 중립축에 대한 단면1차모멘트(mm³) • V : 전단력(N) • I : 중립축에 대한 단면2차모멘트(mm⁴) • b : 전단응력을 구하고자 하는 위치의 단면 폭(mm)

재료와 단면의 성질



Ⅲ. 변형률(Strain)

1) 변형률: 인장력 및 압축력에 대한 부재의 변형된 정도

길이변형률 (ϵ)	가로변형률(ϵ' 또는 β)	전단변형률(γ)
$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$	$\epsilon' = \frac{\Delta D}{D}$	$\epsilon = \frac{\Delta}{L} (rad)$

2) Poisson's Ratio(ν), Poisson's Number(m)

부재가 축방향력을 받아 길이의 변화를 가져오게 될 때 부재축과 직각을 이루는 단면에 대해서는 부재 폭의 변화가 오는데 이 경우 인장력이 작용할 때 부재의 폭은 줄게 되고 압축력이 작용할 때 부재는 굽어진다.

푸아송비 (ν)

• 수직응력에 의해 발생하는 가로변형률과 길이변형률의 비율

푸와송수 (m)

• 푸아송비의 역수

① 세로변형률

$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$ 부재에 축방향력이 작용하는 경우 부재는 길이방향으로 변형이 일어남

단, ϵ : 길이방향 변형도

$\frac{\Delta L}{L}$: 변형된 길이

L : 본래의 부재길이

② 가로변형률(β 또는 ϵ')

$\beta = \frac{\Delta D}{D}$: 본래의 지름에 대한 변형된 지름의 비율

단, β : 지름방향 변형도

ΔD : 변형된 지름

D : 본래의 지름

3) R·Hooke의 법칙

탄성(Elasticity)한도 내에서 응력과 변형률은 비례한다.

$$\sigma = E \cdot \epsilon_T = E \cdot (\alpha \cdot \Delta T)$$

E : E 를 탄성계수(Modulus of Elasticity) 또는 영계수(Young's Modulus) 또는 종탄성계수(Modulus of Longitudinal Elasticity) 등으로 부른다.

- "저가"
- 온도응력(Thermal Stress)
 - E : 탄성계수(MPa)
 - α : 열팽창계수($^{\circ}\text{C}$)
 - ΔT : 온도 변화량($^{\circ}\text{C}$)

재료와 단면의 성질

응력과 변형률

Key Point

☑ 국가표준

☑ Lay Out

- 푸아송비, R·Hooke의 법칙

☑ 핵심 단어

- 수직응력·가로변형률
- 탄성한도 내·응력과 변형률은 비례

☑ 연관용어

• 탄성(Elasticity)
부재가 외력을 받아서 변형한 뒤 외력을 제거할 때 본래의 모양으로 되돌아가는 성질

• 소성(Plasticity)
변형된 부재에 외력을 제거하더라도 본래의 모양으로 되돌아가지 못하는 성질로서, 부재에 탄성한도 이상의 외력을 가할 때에 나타나는 현상으로 외력을 제거하더라도 변형이 남게 되는데 이를 영구변형 또는 잔류변형이라고 한다.

• 온도응력(Thermal Stress)
- E : 탄성계수(MPa)
- α : 열팽창계수($^{\circ}\text{C}$)
- ΔT : 온도 변화량($^{\circ}\text{C}$)

☆☆★

1. 일반사항

84

4-229

푸와송비, R·Hooke의 법칙

No. 437

유형: 구조·기준

I. 정 의

푸아송비 (ν)

• 수직응력에 의해 발생하는 가로변형률과 길이변형률의 비율

R·Hooke의 법칙

• 탄성(Elasticity)한도 내에서 응력과 변형률은 비례한다.

II. 푸와송비, R·Hooke의 법칙

1) Poisson's Ratio(ν), Poisson's Number(m)

부재가 축방향력을 받아 길이의 변화를 가져오게 될 때 부재축과 직각을 이루는 단면에 대해서는 부재 폭의 변화가 오는데 이 경우 인장력이 작용할 때 부재의 폭은 줄게 되고 압축력이 작용할 때 부재는 굽어진다.

① 세로변형률

$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$ 부재에 축방향력이 작용하는 경우 부재는 길이방향으로 변형이 일어남

단, ϵ : 길이방향 변형도

$\frac{\Delta L}{L}$: 변형된 길이

L : 본래의 부재길이

② 가로변형률(β 또는 ϵ')

$\beta = \frac{\Delta D}{D}$: 본래의 지름에 대한 변형된 지름의 비율

단, β : 지름방향 변형도

ΔD : 변형된 지름

D : 본래의 지름

2) R·Hooke의 법칙

탄성(Elasticity)한도 내에서 응력과 변형률은 비례한다.

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad \epsilon_T = E \cdot (\alpha \cdot \Delta T)$$

E : E 를 탄성계수(Modulus of Elasticity) 또는 영계수(Young's Modulus) 또는 종탄성계수(Modulus of Longitudinal Elasticity) 등으로 부른다.

재료와 단면의 성질

응력과 변형률

Key Point

☑ 국가표준

☑ Lay Out

- 탄성계수

☑ 핵심 단어

- 탄성한도 내·응력과 변형률은 비례

☑ 연관용어

성질

• 연성(靱性: Ductility)

인장응력을 받아서 파괴되기 전까지 늘어나는 성질을 말하며, 건축자재 중에서 철(Fe)의 가장 중요한 성질

• 탄성(Elasticity)

부재가 외력을 받아서 변형한 뒤 외력을 제거할 때 본래의 모양으로 되돌아가는 성질

• 소성(Plasticity)

변형된 부재에 외력을 제거하더라도 본래의 모양으로 되돌아가지 못하는 성질로서, 부재에 탄성한도 이상의 외력을 가할 때에 나타나는 현상으로 외력을 제거하더라도 변형이 남게 되는데 이를 영구변형 또는 잔류변형이라고 한다.

• 온도응력(Thermal Stress)

- E : 탄성계수(MPa)

- α : 열팽창계수($^{\circ}\text{C}$)

- ΔT : 온도 변화량($^{\circ}\text{C}$)

☆☆☆

1. 일반사항

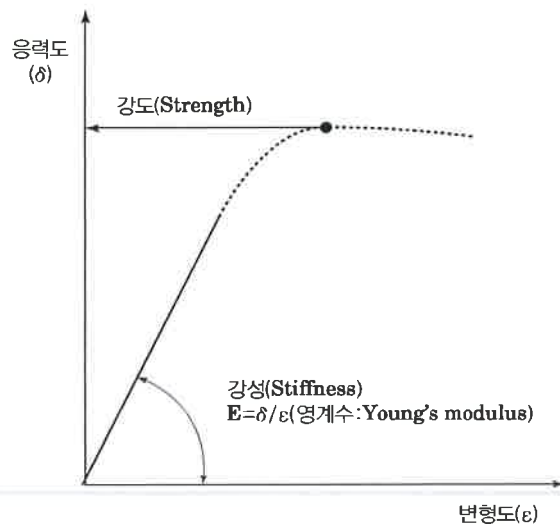
4-230	탄성계수 (Modulus of elasticity)	
No. 438	토마스 영(Thomas Young, 1773~1829) 영계수(Young's modulus)	유형: 구조·기준·성질

I. 정 의

재료의 비례한도(탄성한도) 내에서는 응력과 변형은 정비례하고(Hook 법칙), 그때의 비례정수

II. 탄성계수

1) 강도(Strength)와 강성(Stiffness)



① 강도: 재료가 파괴될 때까지 받을 수 있는 응력의 최대크기

② 강성: 변형이 되지 않는 정도

③ 강성이 크다는 것은 변형에 저항하는 능력이 크다는 뜻이고 잘 늘어나거나 휘지 않는 것을 의미

④ 보의 처짐과 기둥의 좌굴같은 구조부재의 변형량을 계산할 때 사

⑤ 탄성계수는 재료의 강성(Stiffness)을 수치로 표현한 값

$$\text{강성도(Stiffness)} K = \frac{EA}{L}$$

$$P = \frac{EA}{L} \cdot \Delta L \quad \Delta L \text{ 단위변형}(\Delta L=1) \text{을 일으키는데 필요한 힘}$$

2) R·Hooke의 법칙

탄성(Elasticity)한도 내에서 응력과 변형률은 비례한다.

$$\sigma = E \cdot \epsilon_T = E \cdot (\alpha \cdot \Delta T)$$

E : E 를 탄성계수(Modulus of Elasticity) 또는 영계수(Young's Modulus) 또는 종탄성계수(Modulus of Longitudinal Elasticity) 등으로 부른다.

Slab & Wall

4) 2방향 슬래브의 최소두께 규정

슬래브의 최소두께는 사용성을 고려하여 슬래브의 과도한 처짐을 제한하기 위한 의도로 규정된 것이므로, 규정된 최소두께 이상의 두께를 가진 슬래브에서는 처짐에 대한 별도의 검토를 하지 않아도 된다.

Ⅲ. 주요 Slab

1) Flat Plate Slab & Flat Slab - 2방향 슬래브

• Flat Plate

구조물의 외부 보를 제외하고, 내부에는 보가 없이 Slab가 연직 하중(Vertical Load)을 직접 기둥에 전달하는 구조

• Flat Slab

Flat Plate에 Drop Panel을 설치하여 뚫림전단에 대비한 구조

2) Rib Slab(장선 슬래브)

• 장선 Slab: 1방향 구조

일정한 간격의 장선과 그 위의 슬래브가 일체로 되어 있는 구조

• 중공 Slab: 1방향 구조

Slab 단면 내부에 일정한 크기의 구멍이 1방향으로 연속해 있는 구조

• Waffle Slab: 2방향 구조

Flat Slab와 유사하게 기둥상부에는 직교하는 주간대(柱間帶)에 지판(支板)을 보강하여 지지보 없이 양방향 리브사이에 공간을 갖는 연속되는 2방향 장선바닥 구조

수정

Slab & Wall

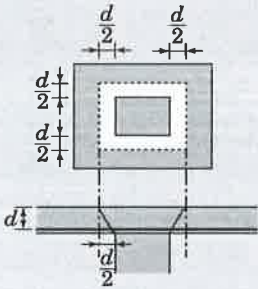
Slab

Key Point

■ 연관용어

- Punching shear crack

• 뚫림전단(Punching Shear)



플랫 슬래브와 같이 보 없이 직접 기둥에 지지되는 구조 또는 기둥을 직접 지지하는 기초판에서 집중하중의 작용에 따라 슬래브 하부로부터 경사지게 균열이 발생하여 구멍이 뚫리는 전단파괴

구조기준

① 뚫림전단(Punching Shear)

위치: 기둥면에서 $\frac{d}{2}$ 위치

② 지판은 받침부 중심선에서 각 방향 받침부 중심간 경간의 $\frac{1}{6}$ 이상 각 방향으로 연장하여야 한다.

③ 지판의 슬래브 아래로 돌출한 두께는 돌출부를 제외한 두께의 $\frac{1}{4}$ 이상이어야 한다.

④ Slab 두께(t): 150mm 이상 (단, 최상층 Slab는 일반 슬래브 두께 100mm 이상 규정을 따를 수 있다.)

3. Slab & Wall

79,82,86,92

4-238

Flat slab의 전단보강, Punching shear crack

No. 446

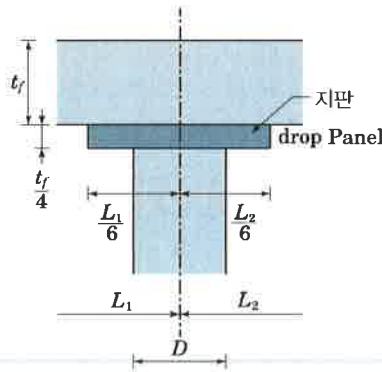
Flat slab와 Flat Plate slab 차이

유형: 구조·기준

I. 정 의

- ① Flat Slab: Flat Plate에 Drop Panel을 설치하여 뚫림전단에 대비한 구조
- ② Flat Plate: 구조물의 외부 보를 제외하고, 내부에는 보가 없이 Slab가 연직 하중(Vertical Load)을 직접 기둥에 전달하는 구조
- ③ 보 없이 직접 기둥에 지지되는 구조 또는 기둥을 직접 지지하는 기초판에서 집중하중의 작용에 슬래브의 하부로부터 경사지게 균열이 발생하여 구멍이 뚫리는 전단파괴를 보강하여 설치하는 것

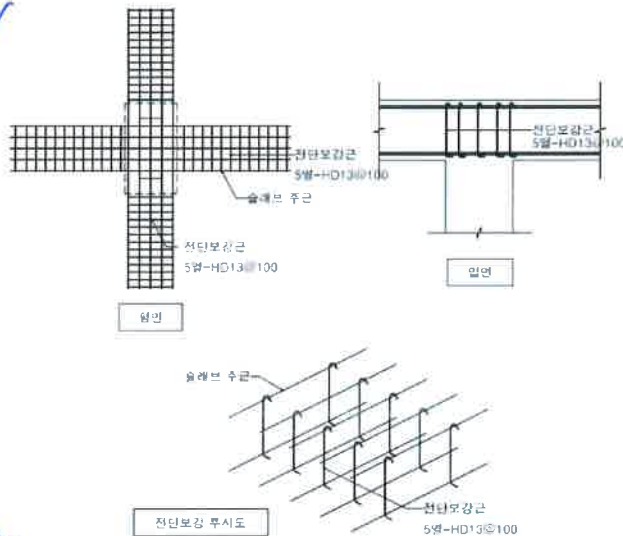
II. 구조기준



기둥폭 결정(D)

- 기둥 중심간거리 $\frac{L}{20}$ 이상
- 300mm 이상
- 층고의 $\frac{1}{15}$ 이상

III. 구조계산서 전단보강근 상세



수정

CHAPTE

05

P·C 공사

Professional Engineer

제작원리

감소현상

Key Point

■ 국가표준

- KDS 14 20 60

■ Lay Out

- 원인 · 특성

- 영향 · 저감대책

■ 핵심 단어

- What: PS강재

- Why: 인장응력 손실

- How: 긴장 시와 불일치

■ 연관용어

- Pre-tension

- Post-tension

손실 원인

- 정착장치의 활동
- 콘크리트의 탄성수축
- 포스트텐션 긴장재와 덕트 사이의 마찰
- 콘크리트의 크리프
- 콘크리트의 수축
- 긴장재 응력의 릴랙세이션

추가

5-5

PS(Pre-stressed) 강재의 Relaxation

No. 459

유형: 현상 · 결함

I. 정 의

- ① PS강재에 작용하는 최종 인장응력이 긴장 시의 Jacking Force와 일치하지 않고 여러 가지 원인에 의해 인장응력의 상당량이 손실되는 현상
- ② 인장응력의 손실은 사용하중작용 시 구조거동, 처짐, 슛음, 균열, 부재연결 등에 영향을 미친다.

II. Prestress 손실의 원인

1. 즉시 손실(instantaneous loss)

1) 탄성손실(Elastic Shortening)

콘크리트의 탄성변형에 의한 손실

2) 마찰손실(Frictional Loss)

프리스트레스 강재와 Sheath 또는 Duct사이의 마찰력에 의한 손실

3) 활동손실(Anchorage Loss)

정착장치에서 긴장재의 활동에 의한 손실

2. 시간적 손실(Time-dependent loss)

1) 건조수축(Shrinkage)

콘크리트의 건조수축에 의한 손실

2) Creep

콘크리트의 크리프에 의한 손실

3) Relaxation

강재의 릴랙세이션에 의한 손실

III. Relaxation이 부재에 미치는 영향

- ① 콘크리트 내구성 저하
- ② 구조물의 구조내력 저하로 인한 변형
- ③ 콘크리트 부재의 균열 발생
- ④ 구조물의 처짐 발생

IV. 저감대책

- ① Prestress 도입기준 및 순서 준수
- ② PS강재와 쉬스의 마찰력 최소화
- ③ PS강선의 수직도 및 각도 준수
- ④ PS강재의 정착부 관리 철저

복합화

모듈러

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 종류 · 특성

- 유의사항

■ 핵심 단어

- What: 모듈유닛

- Why: 모듈화 현장설치

- How: 공장제작

■ 연관용어

- Prefab

참조사항

1) 공사유형

공장(21.4%) 저층형 주택
(16.5%) 오피스/사무용빌딩
(16.2%)

2) 활성화 예상되는 주력업종
지붕판금 및 건축물조립(18.9%)
금속구조물 및 창호(18.9%) 실내
건축(18.2%) 강구조물(13.5%)

3) 주요 시공부위

벽체(34.5%) 모듈러/경량철골
구조(32.9%) 지붕(14.9%)

4) 개발방향/ 목표

주거성능 확보, 생산효율성 향
상, 기술적 인프라 구축, 정책
적 인프라 구축

★★★

4. 복합화 및 모듈러

126

5-24

모듈러 공법, OSC(Off-Site Construction)

No. 478

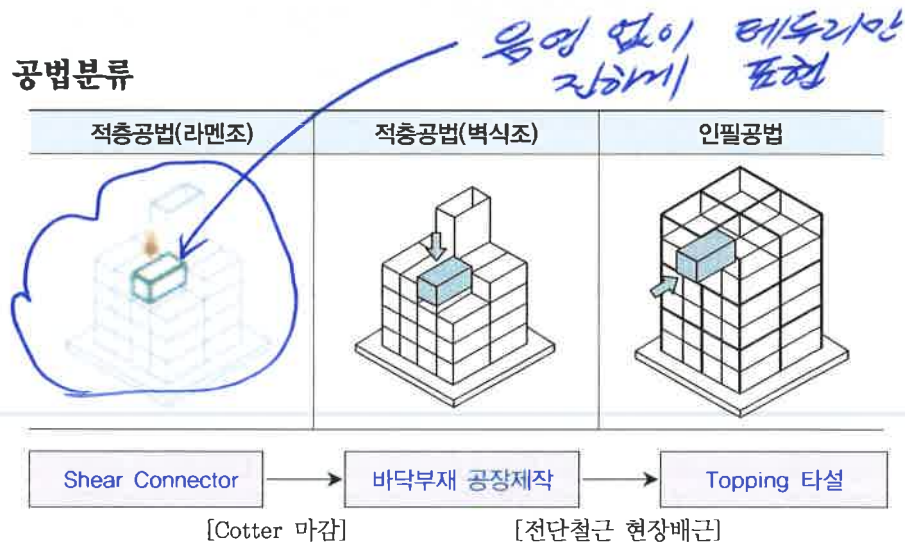
공업화 건축

유형: 공법 · 기능

I. 정 의

- ① 표준화된 건축 모듈유닛을 공장에서 제작하여 현장에서 조립하는 공법
- ② 레고블럭 형태의 유닛 구조체에 창호와 외벽체, 전기배선 및 배관, 욕실 주방가구 등 70%이상의 부품을 공장에서 선조립하는 주택
- ③ Off-Site Construction(OSC)는 건축시설물이 설치될 부지 이외의 장소에서 부재(Element), 부품(Part), 선조립 부분(Pre-assembly), 유닛(Unit, Modular) 등을 생산 후 현장에 운반하여 설치 및 시공하는 건설방식

II. 공법분류



III. 공법 특징



Box Module(구조체, 내외장재, 전기배선, 가구)을 공장에서 제작하여, 현장에서 양층을 통해 한층씩 쌓아서 건물을 완성하는 방법

현장에서 구조체를 시공하고 공장제작한 Box Module을 구조체에 채워넣어 건물을 완성하는 방법

"P 809 동일"

CHAPTE

06

강구조 공사

Professional Engineer

재료

성질이해

Key Point

■ 국가표준

- KS D 3503
- KS D 3515

■ Lay Out

- 강재의 화학적 성질분류
- 강의 가공과 열처리

■ 핵심 단어

- What: 철의 고유한 성질
- Why: 성질변화
- How: 화학적 조성에 따라

■ 연관용어

- 탄소당량
- Quenching
- Tempering

☆☆☆

1. 일반사항

6-4	재료의 화학적 성질	
No. 483	chemical property	유형: 재료 · 현상 · 성질

I. 정 의

→ 영어 단어 수정함

철의 고유한 성질 중 화학반응면으로 본 성질로서 화학적 조성에 따라 강재의 강도, 연성, 가공성, 역학적 성능 등의 성질이 변한다.

II. 강재의 화학적 성질분류

1) 구조용 강재의 화학적 조성

구 분			함유량	특 성
원소기호	명칭			
26	Fe	철	98% 이상	강재의 대부분을 차지하는 구성요소
6	C	탄소	0.04~2%	탄소량이 증가하면 강도는 증가하나 연성이나 용접성 저하
25	Mn	망간	0.5~1.7%	탄소와 비슷한 성질을 가지며 산소, 황과 함께 열간압연 과정에서도 필요한 원소
24	Cr	크롬	0.1~0.9%	부식방지, 스테인리스강에서의 주요 구성 부분
28	Ni	니켈	-	강재의 부식방지를 위해 사용 저온에서 취성파괴에 대한 인성을 증가
15	P	인	-	강재의 기계 가공성을 증가시키는 역할
16	S	황	-	취성을 증가시키므로 강재에 일정량 이상 사용되지 못하도록 규제
14	Si	규소	0.4% 이하	강재에 주로 사용되는 탈산제
23	Cu	구리	0.2% 이하	강재의 부식방지제 중 하나

2) 강재의 기준강도 - 화학적 조성에 따른 강재의 분류

구분	특 성
탄소강 (Carbon Steel)	철, 탄소, 망간으로 이루어짐. 탄소량에 따라서 강도와 인성 결정
구조용 합금강 (Structural Steel)	- 탄소강의 단점을 보완하기 위하여 합금원소를 포함시킨 강재 - 고강도이면서 인성의 감소를 억제
열처리강 (High-Strength Quenched and Tempered Alloy Steel)	- 담금질(Quenching): 강을 가열 후 급랭하여 강의 조직을 변화시켜 강도와 경도를 향상시키는 작업 - 뜨임(Tempering): 담금질에 의해 만들어진 부서지기 쉬운 조직에 인성을 증가시키기 위해 적당한 온도로 가열, 냉각시키는 작업
TMC강	Nb, V 및 Ti 등을 미량 첨가한 열간압연과 냉각 과정을 제어하여 높은 강도와 인성을 갖는 강재, 적은 탄소량으로 용접성이 우수

★★★

1. 일반사항

104.121

재료

성질이해

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 31 10
- KS D 3503
- KS D 3530
- KS D 3515
- KS D 3861

■ Lay Out

- 응력 · 변형률 관계
- 발생원인
- 억제와 방지대책
- 구조용강재의 항복강도

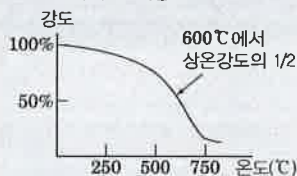
■ 핵심 단어

- What: 재료가 시간경과에 따라
- Why: 파괴되는 현상
- How: 힘이 반복적으로 가해져

■ 연관용어

- 탄성계수
- 후크의 법칙
- 균형철근비
- 취성파괴 연성파괴

• 고온에서의 거동



• 저온에서의 거동

- 온도가 낮아짐에 따라 강성은 증가하나 연성과 인성감소
- 변형능력이 줄어 취성파괴 가능성 증대

6-1

철골의 재료적성질(기계적, 화학적)에서 피로파괴

No. 480

mechanical property, Fatigue Failure

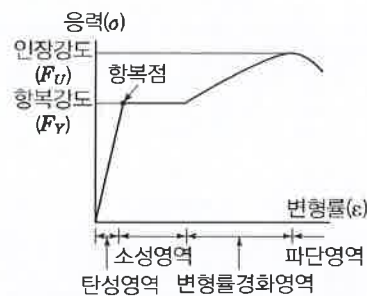
유형: 재료 · 현상 · 성질

I. 정 의

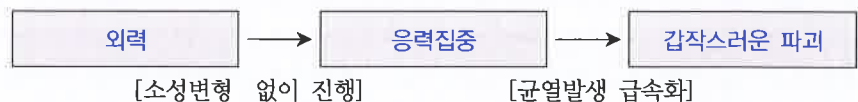
- ① 재료가 시간의 경과에 따라 그 크기가 변동하거나 일정한 힘이 반복적으로 가해져 재료가 파괴되는 현상
- ② 재료는 정하중에서 충분한 강도를 지니고 있더라도 반복 하중이나 교번(交番)하중을 받게 되면 그 하중이 작더라도 파괴가 발생한다.

(문구 수정함)

II. 응력 · 변형률 관계



- 탄성영역: 응력(stress)과 변형률(strain)이 비례
- 소성영역: 응력의 증가 없이 변형률 증가
- 변형률 경화영역: 소성영역 이후 변형률이 증가하면서 응력이 비선형적으로 증가
- 파단영역: 변형률은 증가하지만 응력은 오히려 감소



III. 발생원인

- ① 금속 조직의 불연속으로 인한 응력 집중으로 미세균열 발생
- ② 장기간에 걸쳐 하중이 반복됨으로써 균열 증가
- ③ 표면결함(연마, 노치, 응력Crack)
- ④ 구조설계효과(Sharp angle, Edge Form, Hole)

IV. 피로파괴 발생 억제와 방지대책

- ① 결정립 미세화: 결정립이 미세할수록 항복강도와, 인성 개선
- ② 표면강화: 질화법, 침탄법, 쇼트피닝, 샌드블라스팅에 의한 표면강화
- ③ 표면노치 제거 및 표면 거칠기 개선

V. 주요 구조용강재의 항복강도(N/mm²)

→ "제목 수정함"

구 분	일반구조	용접구조		TMC
기 호	SS 400 (SS275)	SM 400A (SM275A)	SM 490A (SM355A)	SM 490 TMC (SM355TMC)
t ≤ 40mm	235	235	325	325
t > 40mm	215	215	295	325

K.S 호칭으로 () 추가함

★ ★ ★

1. 일반사항

111

재료

성질이해

Key Point

■ 국가표준

- KS D 3540
- KCS 41 31 20

■ Lay Out

- 탄소당량(Ceq)의 기준 및 활용
- 열가공 제어를 한 강판의 탄소당량
- 용접 갈라짐 감수성 조성

■ 핵심 단어

- What: 기계적 성질
- Why: 환산
- How: 첨가원소인 탄소의 양

■ 연관용어

- 예열

Ceq에 따른 용접성 평가

- Ceq 0.4: 우수
- Ceq 0.4~0.45: 양호
- Ceq 0.46~0.52: 보통
- Ceq 0.52초과: 불량

탄소당량과 예열온도

- Ceq 0.45 미만: 임의온도
- Ceq 0.45~0.6: 100~200℃
- Ceq 0.6초과: 200~350℃

(초과 → 미만)

수정함

6-7	탄소당량	
No. 486	Ceq = Carbon Equivalent	유형: 재료 · 부재 · 성능

I. 정 의

강재의 기계적 성질이나 용접성은 성분을 구성하는 원소의 종류나 양에 따라 좌우된다. 이들 원소의 영향을 강(鋼)의 기본적인 첨가 원소인 탄소의 양으로 환산한 것

II. 탄소당량(Ceq)의 기준 및 활용

$$Ceq(\text{탄소당량, \%}) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

$C_{eq}(\text{탄소당량}) \leq 0.44$: 예열 필요성의 기준

- ① 합금원소에 따라 나타날 수 있는 여러 가지 영향을 탄소당량식을 이용하여 검토
- ② Cold Cracking(저온균열 감수성) 등의 판단에 이용
- ③ 저합금강의 용접성 판정에 이용
- ④ 구조용강의 용접 열영향부의 경화성 표현의 척도
- ⑤ 용접재료 선택의 기준
- ⑥ 예열, 후열 여부 판단기준: 탄소당량 0.44% 초과는 예열 및 후열 필요

III. 열가공 제어를 한 강판의 탄소당량

종류의 기호	두께 50mm 이하	두께 50mm 초과 100mm 이하
SGV 295	0.38(0.23) 이하	0.40(0.25) 이하
SGV 355	0.39(0.24) 이하	0.41(0.26) 이하

※ () 안 용접 갈라짐 감수성 조성

IV. 열가공 제어를 한 강판의 용접 갈라짐 감수성 조성

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

종류의 기호	용접 균열 감수성(%)		
	두께 50mm 이하	50mm초과 100mm 이하	100mm 초과
SM275A, B, C, D	0.26 이하	0.28 이하	주문자와 제조자 사이의 협정에 따른다.
SM355A, B, C, D	0.27 이하	0.29 이하	
SM420A, B, C, D	0.28 이하	0.30 이하	
SM460B, C	0.30 이하	0.32 이하	-

→ "표 추가함" (K.S 기준)
하부 반강 활용

공장제작

검사항목

Key Point

☑ 국가표준

☑ Lay Out

- Mill Sheet기재사항(검사 항목)
- 용도
- 시험규준의 명시

☑ 핵심 단어

- What: 공장제작 강재
- Why: 강재규격 증명서
- How: 강재의 제원

☑ 연관용어

- 탄소당량

검사항목

- 시험: 시험기준, 방법, 시험 기관
- 제품번호: 제품번호, 제조일, 제조사

6-11

Mill sheet Certificate

No. 490

강재규격 증명서, 밀시트

유형: 기준

I. 정 의

- ① 공장에서 제작된 강재의 납품 시 제조번호, 강재번호, 화학성분 및 기계적 성질 등을 기록하여 놓은 강재규격증명서
- ② 강재의 주재별 등급, 자재 등급별 표식 등이 주문 내용과 일치하는 지 검토 및 확인한다.

II. Mill Sheet기재사항(검사항목)

품명	치수	수량	중량	HEAT NO	화학성분							역학적 시험		
					C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	V	TS	YS	EL

제품의 제원

- 품명
- 치수
- 수량
- 단위중량
- 형상 두께 지름

화학성분

- 탄소(C)
- 망간(Mn)
- 규소(Si)
- Ni(니켈)
- Cr(크롬)
- Mo(몰리브덴)
- V(바나듐)

역학적 시험

- 인장강도
- 항복강도
- 연신율

III. 용 도

- ① 철강제품의 품질보증
- ② 제품 반입처에서의 실험여부 결정
- ③ 정도 관리의 자료로 활용
- ④ 성분 및 제원의 표시로 사용처 결정

"색상부분 단어 수정함"

IV. 시험규준의 명시

- ① KS(한국산업규격; Korean Industrial Standards)
- ② DIN(독일공업규격; Deutsches Institut fur Normung)
- ③ ANSI(미국 국가표준원; American National Standards Institute Inc)
- ④ BS(영국공업규격; British Standards)
- ⑤ JIS(일본공업규격; Japanese Industrial Standards)
- ⑥ ASTM(미국 재료 시험 협회; American Society for Testing and Materials)
- ⑦ AISI(미국철강협회규격; American Iron and Steel Institute)

★★★

3. 접합

106, 108

용접

용접시공

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 31 20
- KDS 41 31 00

■ Lay Out

- 의무조건
- 예열기준
- 최소 예열온도

■ 핵심 단어

- What: 용접전에
- Why: 균열방지
- How: 미리 열을 가하는 것

■ 연관용어

- 용접결함 방지

- 효과
 - 용접부의 냉각속도가 늦어져서 용접부의 경화와 약 200℃ 이하의 저온균열(cold crack)의 발생 방지효과
- 예열방법
 - 전기저항 가열법, 고정버너, 수동버너 등으로 강종에 적합한 조건과 방법을 선정하되 버너로 예열하는 경우에는 개선면에 직접 가열해서는 안 된다.
 - 온도관리는 용접선에서 75mm 떨어진 위치에서 표면온도계 또는 온도췌크 등으로 한다.
- 예열온도 조절
 - 특별한 시험자료에 의하여 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 P_{cm} 이 $T_p(°C) = 1,440 P_{cm} - 392$ 의 조건을 만족하는 경우는 강종, 강판두께 및 용접 방법에 따라 값을 조절

6-44 철골 예열온도(Preheat)/ 예열방법

No. 523

유형: 공법 · 기준

I. 정 의

- ① 균열발생이나 열영향부의 경화를 막기 위해서 용접 또는 가스절단 하기 전에 모재에 미리 열을 가하는 것
- ② 습기, 수분을 제거하는 예열을 한다. 또한 용접부 주변은 용접열 급속 냉각으로 강재의 조직이 경화조직으로 변화를 일으키므로 모재의 표면온도가 0℃ 이하일 때 예열관리를 한다.

II. 예열 필수 의무조건

- 강재의 Mill Sheet에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소당량, C_{eq} 가 0.44%를 초과 할 때

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \left(\frac{Cu}{13} \right) (\%)$$

다만 ()항은 $Cu \geq 0.5\%$ 일 때에 더한다.

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

III. 예열 기준

① 예열 원칙

- 최대 예열온도: 250℃ 이하 원칙
- 이종강재간 용접: 상위등급의 강종 기준으로 예열
- 40mm 이상의 두꺼운 판 두께는 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접의 경우, 균열방지를 위해 최소 예열온도 이상으로 예열

② 예열범위

- 예열은 용접선의 양측 100mm 및 아크 전방 100mm의 범위 내의 모재를 최소예열온도 이상으로 가열
- 모재의 표면온도는 0℃ 이하: 20℃ 이상까지 예열

IV. 최소 예열온도

강종	용접 방법	판두께(mm)에 따른 최소 예열온도(℃)			
		t≤25	25<t≤40	40<t≤50	50<t≤100
SM275	서브머지드	예열 없음	예열 없음	예열 없음	예열 없음
SM355, SN355 SHN355	아크용접	예열 없음	예열 없음	50	50
SM420, SM460 SN460	가스실드	예열 없음	50	50	80
HSA650	아크용접	50	80	80	80

- 예열 없음의 경우, 강재의 표면온도가 0℃ 이하라면 20℃ 정도로 가열해야 한다.

검사

검사방법

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 31 20
- KS D 2313

■ Lay Out

- 시험원리 · 특징
- 자화방법

■ 핵심 단어

- What: 강자성체 자화
- Why: 표면결합 검사
- How: 자분이 모이거나 붙어서

■ 연관용어

- 방사선투과 시험
- 초음파탐상 시험
- 자분탐상 시험
- 침투탐상 시험



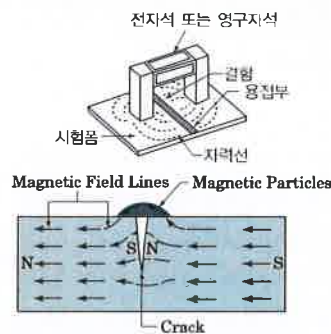
- 적용범위
- 자성체의 검사에만 사용(철, 니켈, 코발트 및 이들의 합금)
- 결합대상
- 표면결합
- 자분의 종류
- 형광자분(Flourescent): 자외선을 조사하면 형광으로 구분되는 자분
- 비형광 자분 (Non-Flourescent): 형광 자분과 대조적으로 형광이 발생하지 않는 부분

Spelling 수정함
Flour → Fluor

I. 정 의

- ① 강자성체를 자화시키고 자분을 적용시켜 누설자장에 의해 자분이 모이거나 붙어서 불연속부의 표면결합을 검사하는 방법
- ② 피검사체를 교류 또는 직류로 자화시킨 후 Magnetic Particle을 뿌리면 Crack부위에 Particle이 밀집한다. 용접부 표면이나 표면 주위 결합, 표면직하의 결합 등을 검출

II. 시험원리



III. 특 징

장 점	단 점
표면 균열검사에 가장 적합	강자성체의 재료에 국한
검사비용이 저렴	검사자의 기량에 따라 결과차이 발생
시험체의 형상에 제약받지 않음	전기가 접촉되는 부위에 국부적인 손상 우려
결함모양이 표면에 나타나 육안검사 가능	내부검사 불가능

IV. 자화방법

- ① 축 통전법(Direct Contract Method): 검사체의 축 방향으로 직접 전류를 흘림, 전류와 평행한 방향의 결합 검출가능
- ② 직각 통전법(Cross Current Method): 검사체의 축에 직각방향으로 전류를 흘림
- ③ 전류 관통법(Through Conductor Method): 검사체의 구멍에 통과
- ④ 프로드법(Prod Method): 2개의 특정지점에 전극을 연결하여 전류 흘림
- ⑤ 자속 관통법(Through Flux Method): 구멍에 교류자석이 흐르는 자성체 통과하여 유도전류에 의한 자기장을 형성
- ⑥ Coil법(Coil method): 코일속에 넣어 코일에 전류를 흘림
- ⑦ 극간법(Yoke Method): 검사체를 영구자석의 자극 사이에 위치

부재

보 부재

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

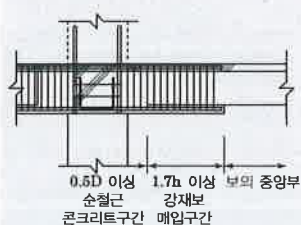
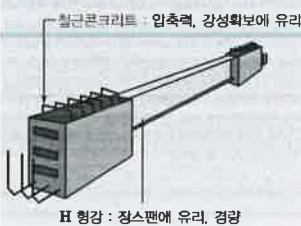
- 작용 Moment도
- 특징
- 시공순서
- 고려사항

■ 핵심 단어

- What: H형강 단부에
- Why: 장Span, 일체성
- How: 철근콘크리트 일체화

■ 연관용어

- Hyper Beam
- Smart Beam
- Prefab화

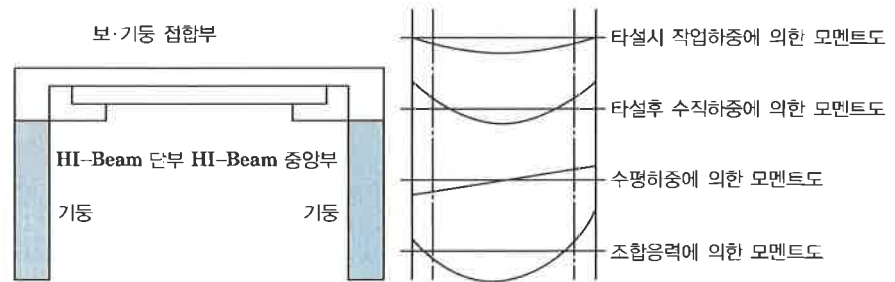


6-67	Hi-beam(Hybrid-Integrated Beam)	
No. 546	하이빔	유형: 공법 · 부재 · 구조

I. 정 의

- ① H형강의 단부에 철근콘크리트를 일체화시켜 장Span과 접합부 일체성을 확보가 가능한 복합보(Hybrid Integrated Beam)
- ② 보의 양 단부는 압축력에 강하고 철근콘크리트 기둥과의 일체성 확보를 위해 철근콘크리트로, 보의 중앙부는 장스팬에 유리한 강재보로 구성되어 있다.

II. 작용 Moment도



III. 구조적 특징

- ① 보·기둥 접합부: 콘크리트를 현장타설하여 복잡한 접합이 생략되고 접합성능은 확보
- ② 단부: 큰 전단력과 모멘트가 작용하는 구간에는 철근콘크리트를 사용하여 단부의 강성증가 및 처짐과 진동에 유리
- ③ 중앙부: 중앙부는 작용력이 작고 정모멘트 구간으로 슬래브와 합성효과를 고려할 수 있으므로 작은 단면의 강재보를 사용할수 있음

IV. 시공순서

기둥 설치 → Hi-beam 설치 → 작은보 설치 → Deck Plate 설치 → Slab 콘크리트 타설

V. 접합부 고려사항

- ① 기둥의 주철근과 Hi-beam 단부의 하부 주철근과 간섭
- ② Hi-beam과 직교방향의 철골보의 하부 주철근과 간섭
- ③ Hi-beam 단부의 상부 주철근과 직교보의 주철근과 간섭
- ④ 접합부 콘크리트의 충전성

부재

계단 부재

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

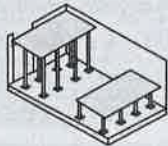
- 설치과정 · 특징
- 유의사항

■ 핵심 단어

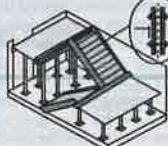
- Stair Anchor 설치
- Unit 설치 · Sliding

■ 연관용어

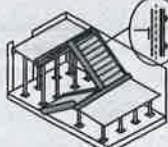
- Prefab화



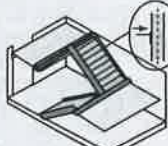
[계단상 슬래브 거푸집설치]



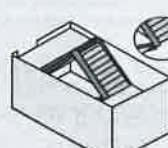
[철골계단 가설치]



[콘크리타설 양생 후 탈형]



[벽체로 이동 후 고정]

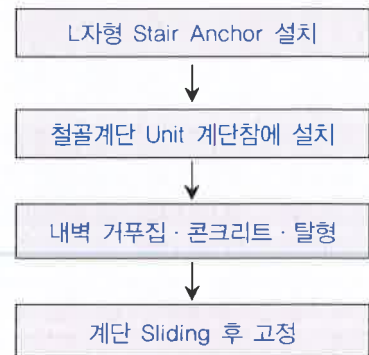
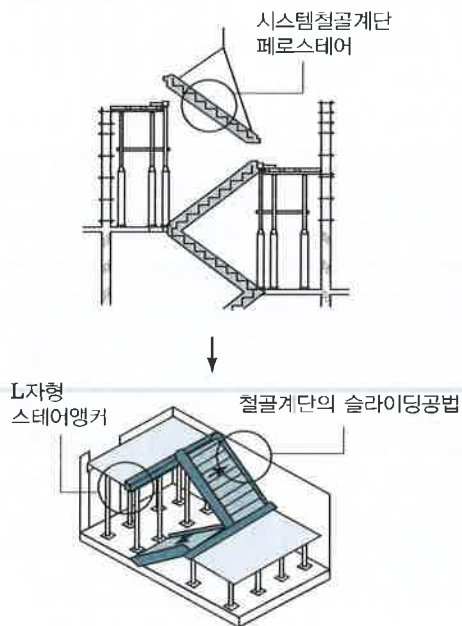


[최종셋팅 및 모르타르 마감]

I. 정 의

- ① 계단상 선단에 Stair Anchor를 설치하고, 철골계단 Unit을 계단실의 측벽과 이격시켜 계단상의 중앙에 가설한 후, 거푸집 설치 및 콘크리트를 타설하고 거푸집 탈형을 완료하면 철골계단을 Sliding시켜 계단실의 측벽과 접하도록 설치 및 고정하는 공법
- ② R.C조 건축물 계단에서 필요한 철근 배근, 거푸집 조립의 과정 없이 작업을 단순화시킨 공법

II. Deck 설치과정



III. 특 징

구 분	내 용
장 점	• 벽체 거푸집과 간섭이 없어 벽체 거푸집공사 용이 • 철골계단 설치시간 단축(약 1시간 소요) • 계단치수의 규격화로 정밀시공이 가능하고 자재 Loss 감소 • 계단할식 등 추가공정발생 감소
단점	• 페로스테어 플러스(건식)의 경우 계단상 및 계단슬래브까지도 건식공법으로 가능하지만 기본 Type은 계단상을 재래식으로 시공 • 계단상과 접합부위의 이질재료 만남에 의한 Crack 발생 • 기존계단에 비해 소음 및 진동 과다

CHAPTE

07

초고층 및 대공간 공사

Professional Engineer

구조 영향요소

영향요소

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- Mechanism · 공진원리
- 방지대책

■ 핵심 단어

- 같은 진동수

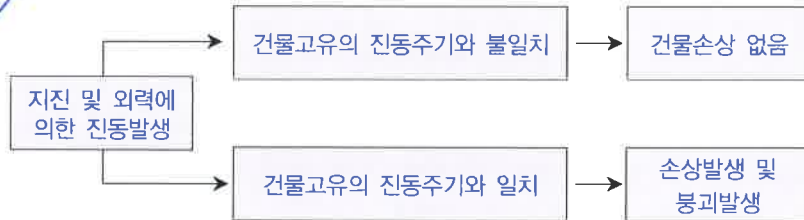
■ 연관용어

- 내진
- 제진
- 면진

I. 정 의

특정 진동수를 가진 물체가 같은 진동수의 힘이 외부에서 가해질 때 진폭이 커지면서 에너지가 증가하는 현상

II. Mechanism



III. 공진원리

- 모든 물체는 고유진동수를 갖고 있으며 이 고유진동수에 해당하는 전파나 파동을 흡수하는 성질을 갖고 있다.
- 일반적으로는 진원지에서 멀어질수록 진동이 약해지지만, 공진현상이 일어나면 진원지에서 멀어질수록 오히려 진동이 강해진다.
- 대표적으로 자기공명영상(MRI)촬영 장치가 있다. MRI는 물을 구성하는 수소 원자핵의 고유진동수와 똑같은 주파수의 진동을 일으켜 인체 내부를 촬영하는 장치다.
- 라디오 주파수를 맞추거나 TV 채널을 바꾸는 것은 공진현상의 원리를 이용한 것이다.

IV. 방지대책

- ① 지반의 영향을 크게 받기 때문에 건물을 설계할 때에는 지반의 특성을 조사하는 것이 매우 중요
- ② 내력과 동시에 연성을 확보
- ③ 제진 및 면진구조 검토적용

< 정의 수정 >
 변경점: 연동효과
 < 오류 >

구조형식

구조형식

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 부재의 액션
- 브레이스 시스템과의 차이

■ 핵심 단어

- What: 대각가새
- Why: 하중에 대응
- How: 대형 가새를 반복적으로 사용

■ 연관용어

- 초고층 구조형식



특징

- 중력하중뿐만 아니라 수평하중에도 저항하여 구조물이 효율성 증대
- 아웃리거 벨트트러스 구조 시스템에서 아웃리거는 건물의 모멘트와 층간변위 감소에 효과적이지만 전단강성을 제공하지 못한다. 다이아그리드 구조는 횡력에 대한 휨 강성 뿐 아니라 전단강성도 제공한다.

★★★

1. 설계 및 구조

7-10

Diagrid Structure

No. 564

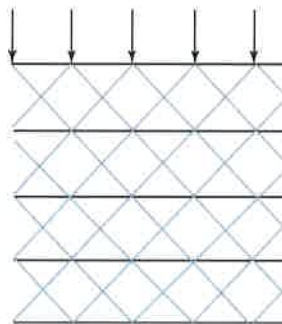
유형: 구조 · System

I. 정 의

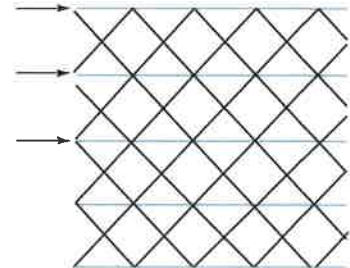
- ① Diagrid(대각가새)는 Diagonal(대각선)과 Grid(격자)의 합성어로 여러 층을 지나는 대형 가새를 반복적으로 사용한 형태의 구조
- ② 대각방향 보(기둥)의 경사는 전체 구조물을 따라서 하중의 흐름을 자연스럽게 한다.

II. 다이아그리드 부재의 Action

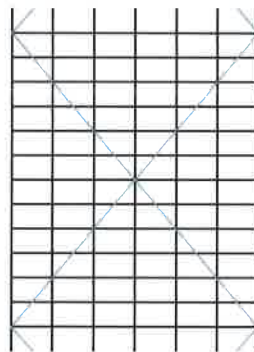
● 중력 — 인장 — 압축



● 횡력 — 인장 — 압축

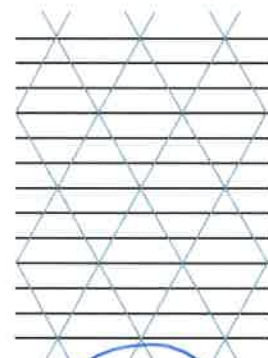


II. Brace System과의 차이



[Braced Tube]

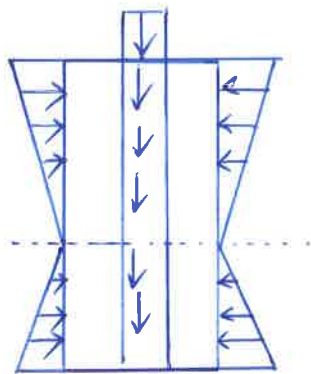
- 횡력에 대해서만 저항



[Diagrid]

- 횡력 및 자중에 대해서 저항

→ r 축제어



(하살판 추가)

Spelling (가습인합)

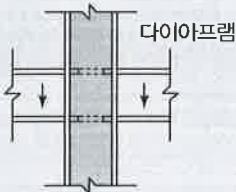
구조형식

• Diaphragm

- 보 기둥 접합부에서 보의 응력을 충분히 전달하고 강관의 변형을 방지할 목적으로 강관기둥 내화에 횡단면으로 설치한 강재

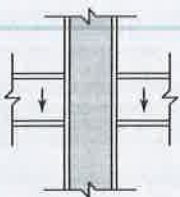
보 기둥 접합방식

[내측 diaphragm]



- 보의 전단력이 diaphragm으로부터 내부의 콘크리트에 직접전달
- 콘크리트 타설 시 막힘이나 공극이 생길 위험이 있음

[외측 diaphragm]



- 보의 전단력이 강관에만 전달
- 콘크리트 타설 시 막힘이나 공극이 생길 위험이 비교적 적음

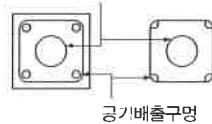


IV. 강관제작

항 목	설치 위치	규 격
콘크리트 타설구멍	• 기둥 내부 다이아프램 및 최상단 Top Plate의 중앙부에 설치	• 콘크리트 단면적의 15% 이상 • 직경 100mm 이상 • 트레미관 외경 이상
공기배출구멍	• 기둥 내부 다이아프램 및 최상단 Top Plate의 네 모서리(각형강관) 또는 주변부 1개소(원형강관) 설치	• 직경 30mm 이상 • 다이아프램 두께 이상
물빼기 구멍	• 콘크리트 충전부 최하단 및 충전 콘크리트 이어치기 위치의 강관 측면에 1개소 이상 설치	• 직경 20mm 이상
증기배출구멍 (충전확인)	• 기둥 상부 및 하부에 마주보는 형태로 각각 2개 설치	• 직경 20mm 이상

1) 내측 Diaphragm의 가공

〈내측다이아프램의 가공〉



〈배수구멍의 가공〉



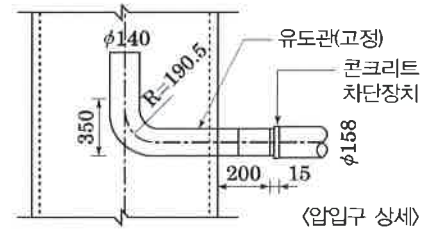
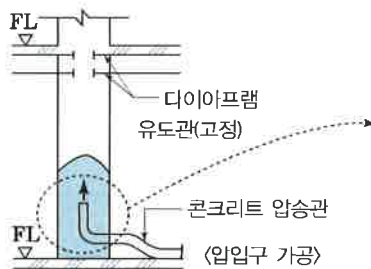
〈증기배출구멍의 가공〉



① 빗물이나 결로수 배출

② 화재 시 콘크리트에서 발생하는 수 증기압을 저감시키기 위해 설치

2) 하부 압입공법 압입구



- 설치높이: 바닥으로 부터 1m정도, 강관의 Seam부를 피할 것
- 직경: 콘크리트 압송관과 같은 정도의 직경을 가진 유도관
- 차단장치: 강관내 충전한 콘크리트가 역류하지 않도록 압입구에 설치
- 유도관은 양생 후 제거



4. 공정관리

공정관리

공정관리

Key Point

■ 국가표준

■ Lay Out

- 공정운영방식
- 공기단축방안

■ 핵심 단어

- 수직동선
- CP
- 공정마찰

■ 연관용어

I. 정 의

초고층 공사는 수직 동선의 마찰이 없도록 골조공사와 마감공정 중 Critical Path를 대상으로 선·후행 공종 간에 일정한 공정진행속도를 유지하여 공정마찰이 없도록 운영하는 것이 중요하다.

II. 공정운영 방식

1. LSM(Linear Scheduling Method, 병행시공방식)

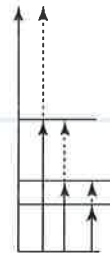
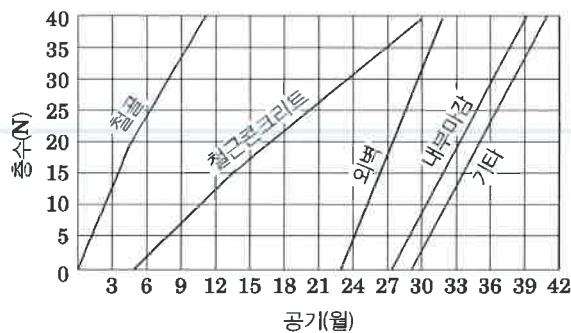
1) 정의

공정의 기본이 될 선행 작업이 하층에서 상층으로 진행 시, 후행작업이 작업 가능한 시점에 착수하여 하층에서 상층으로 진행해 나가는 방식

2) 특징

- ① 투입자원의 비평준화, 최대양중부하 증대
- ② 작업동선의 혼잡
- ③ 공사기간의 예측 곤란

3) 공정 진행개념



4) 문제점

- ① 작업 위험도 증대
- ② 양중설비 증대
- ③ 시공속도 조절 곤란
- ④ 작업동선 혼란
- ⑤ 빗물, 작업용수 등이 하층으로 흘러들어 작업방해 및 오염초래

2. PSM(Phased Scheduling Method, 단별시공방식)

1) 정의

기본선행공사인 철골공사 완료 후, 후속공사를 몇 개의 수직공구로 분할하여 동시에 시공해 나가는 방식

CHAPTE

08

Curtain Wall 공사

Professional Engineer

설계



(삽입)

2-2. Glass

- 구조검토를 위한 Bending Moment 및 Deflection 값은 단순보와 같이 계산
- 유리의 처짐은 설계 풍하중에 대해서 25.4mm 이하

• 판유리의 재료적 성질

- ① 비 중: $2400 \sim 2800 \text{ kg/m}^3$
- ② 탄성계수: $4.9 \times 10^5 \sim 8.4 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
- ③ 열팽창계수: $5 \times 10^{-6} \sim 16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- ④ 인장강도: $700 \sim 900 \text{ kgf/cm}^2$
- ⑤ 허용강도: $250 \sim 300 \text{ kgf/cm}^2$

2-3. Fastener · Anchor(긴결류 및 고정철물)

그 지점에서 발생하는 반력으로 구조계산하며, 힘의 전달, 하중지지, 변형 및 오차의 흡수, 강도확보 등을 고려하여 방식을 결정

- 구조체와 커튼월의 고정 및 연결에 대해서는 1.5배의 안전율 고려
- Embed Plate를 이용하여 고정할 경우는 현장여건에 따라 구조검토가 필요하며, Set Anchor로 고정할 경우는 인발시험을 층당 3개소 이상 실시

2-4. Sealing재의 물림 치수 및 두께

- 실링재의 팽창률: 주요 구조부재와 인접한 부재 사이의 실링재 줄눈에서의 팽창률은 설계상 치수에서 25% 초과 금지

3. 기밀성능

기밀성능은 압력차에 대한 단위 벽면적, 단위시간당의 통기량으로 표시하고, 단위는 $\ell/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 혹은 $\ell/\text{m} \cdot \text{min}$

- 최소 75Pa~최대 299Pa 압력차에서 시행
- 고정창의 공기유출량: $18.3 \ell/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 이하
- 개폐창의 공기유출량: $23.2 \ell/\text{m} \cdot \text{min}$ 이하

4. 수밀성능

커튼월 부재 또는 면적을 근거해 실내측에 누수가 생기지 않는 한계의 압력차로 표시하고, 단위는 Pa

- 누수량에 대한 허용치: $15\text{ml}(1/2\text{온스})$ 이하의 유입수의 경우 누수로 생각하지 않는다.

설계

- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 살수는 $3.4 \text{ l/m}^2 \text{ min}$ 의 분량으로 15분 동안 시행

5. 단열성능

열관류 저항에 의해 표시하며, 그 단위는 $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$

- 스펠드럴 부분의 단열성능은 건축물의 열손실방지와 관련된 지역별 건축물 부위의 열관류율의 기준을 따른다.

6. 결로방지

- 지정된 실내·외의 온도차, 습도에 의해 커튼월의 실내측 및 벽체 내에 손상을 줄 수 있는 결로가 생기지 않도록 설계
- 자연 증발이나 적극적인 배수방식 등 처리 방식을 적용하여 설계
- 결로에 의해 발생하는 녹이나 동결 등에 의해 성능 저하나 하자가 발생하지 않도록 설계

7. 복사열

- 스펠드럴 부분은 열파손을 고려하여 설계
- 유리면과 내부 백패널과의 간격 50mm 이상 유지

8. 내화, 소음방지 및 기타 요구 성능

- 국토교통부 고시 내화구조의 인정 및 관리기준/국토교통부령 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙/국토교통부령 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙을 따른다.
- 내화성이 입증된 재료 혹은 다음 기준에 따른 내화시험 자료에 근거된 재료로 설계
- 불연성: ASTM E 316
- 화염 전파성: ASTM E 84
- 배연창 및 피난창이 요구될 경우는 해당 법규에 적합한 위치, 크기, 개폐방법 및 제품으로 설계

9. 소음방지

- 풍압, 구조체의 변형, 외기 온도 변화 등에 의해 생기는 소음이나 금속 마찰음 등을 최소로 억제할 수 있도록 설계
- 커튼월 부재의 단면 설계 시 유리의 소음전달 손실률보다 크게 설계
- 커튼월의 소음전달 등급의 판단은 ASTM E90 규정에 의하며, 125~4,000Hz의 표준 주파수 범위 내에서 ANSI, S1.4에 따라 측정된 dBA를 기준으로 하고 요구되는 차음성능을 유지
- 실내에서 허용되는 소음 수준의 범주는 AAMA TIR-A1을 참조
- 차음성능은 음의 평균 투과손실률이 40dB 이하

설계

요구 성능

Key Point

■ 국가표준

- KDS 41 00 00
- KCS 41 54 03

■ Lay Out

- PC 커튼월의 요구 성능

■ 핵심 단어

- What: 부재설계
- Why: 요구성능 확인
- How: 설계 구조 검토

■ 연관용어

- 풍동실험
- Mock Up Test
- Field Test

“설계 목적”

참조용

1. 일반사항

8-2

프리캐스트 콘크리트 커튼월의 요구성능

No. 579

유형: 시험 · 측정

I. 정 의

- ① Curtain Wall 부재 설계 시 Structural Integrity(구조적 완벽), Provision for Movement(수축팽창에 대비), Weather Tightness(내후성-기밀성, 수밀성, 단열성, 내결로성), Design Consideration(디자인 측면)을 고려한다.

- ② 설계 시 고려되는 사항

구조 안전성

기능 및 사용성

- ☐ 풍하중 산정에 따른 강도확보
- ☐ 처짐 및 변형에 대한 내구성 확보

- ☐ 용도에 맞는 외장설계
- ☐ 거주자 및 보행자의 안전 확인

II. PC 커튼월의 요구 성능

1. 설계하중 기준

1) 설계풍압

바람의 방향

- 정압(Positive Pressure)과 부압(Negative Pressure)

위치별 구분

- Typical Zone과 Edge Zone(주로 건물의 코너, 돌출부)
[L= 지점에서 지점까지의 거리]

2) 적설하중 및 지진하중

3) 기타 하중(활하중)

- 지붕, 발코니, 계단 등의 난간 손스침: 9 kN의 집중하중
- 주거용 구조물: 0.4 kN/m의 수평 등분포 하중을 고려
- 기타의 구조물: 8 kN/m의 수평 등분포 하중을 고려

2. 구조 요구 성능

수축팽창

- 외부기온의 연중 변화온도(최고 82℃, 최저 -18℃)에 대하여 충분한 수축팽창 여유를 갖도록 설계

부재의 처짐

- 풍압방향에 대한 휨은 $L/360$ 이하
단, 캔틸레버 보의 경우는 $L/180$ 이하
[L= 지점에서 지점까지의 거리]

3. 기밀성능

기밀성능은 압력차에 대한 단위 벽면적, 단위시간당의 통기량으로 표시하고, 단위는 $\ell/m^2 \cdot \min$ 혹은 $\ell/m \cdot \min$

설계

"15일"

최소 75Pa~최대 299Pa 압력차에서 시행

- 고정창의 공기유출량: $18.3\ell/\text{mm}^2 \cdot \text{min}$ 이하
- 개폐창의 공기유출량: $23.2\ell/\text{m} \cdot \text{min}$ 이하

4. 수밀성능

커튼월 부재 또는 면적을 근거해 실내측에 누수가 생기지 않는 한계의 압력차로 표시하고, 단위는 Pa

- 누수량에 대한 허용치: $15\text{m}\ell/(1/2\text{온스})$ 이하의 유입수의 경우 누수로 생각하지 않는다.
- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 0 살수는 $3.4\ell/\text{m}^3 \cdot \text{min}$ 의 분량으로 15분 동안 시행

5. 차음 및 단열성능

- 차음성능: 음의 평균 투과손실률 40dB 이하
- 단열성능은 열관류 저항에 의해 표시하며, 그 단위는 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

6. 결로방지

- 실내측 및 벽체 내에 유해한 결로가 생기지 않도록 설계
- 유해한 결로수가 생길 염려가 있는 경우는 적절한 처리기구를 도
- 결로수에 의한 녹이나 동결 등에 의해 성능저하와 기구상의 결함발생 방지

7. 내화, 소음방지 및 기타 요구성능

- 내화성능은 국토교통부 고시 내화구조의 인정 및 관리기준, 국토교통부령 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 국토교통부령 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙을 따른다.
- 소음·마찰음 방지커튼월은 예상된 풍압력, 구체의 변형, 외기온도의 변화 등에 의해 생기는 변형에 의한 소음 등의 발생을 최소로 억제
- 준공 후 보수·청소작업의 배려
- 이종금속 등이 접촉에 의한 부식 주의
- 클리어런스에 의한 성능저하 방지제
- 내구성: 유지관리를 수행할 수 있도록 점검

8. 내구성

- 예측되는 환경조건에 대하여 충분한 내구성이 갖추어질 수 있도록 표면마감
- 일반적인 유지·보수 조건에서도 커튼월의 사용기간 동안 성능 유지가 될 수 있도록 점검통로 등 유지·보수 관련 시스템 고려

시험



[정압수밀 시험]



[동압수밀 시험]



[구조성능 시험]



[충간변위 시험]

Ⅲ. 시험의 필요성 및 효과

- ① 본 제품 생산 전 현장과 비슷한 조건에서 성능 확인
- ② 발주처의 공식적 승인 절차로 간주
- ③ 설계단계에서 제품의 품질 및 기술축적의 기회
- ④ Test결과에 따라 Feed Back하여 Design에 반영 및 개선

Ⅳ. 성능확인 시험항목

1) 예비시험-AAMA 501

설계 풍압의 + 50%를 최소 10초간 가압 → 시료의 상태 점검 → 시험 실시 가능 여부 판단(AAMA 501)

2) 기밀시험-AAMA 501 & ASTM E283

기밀성능은 압력차에 대한 단위 벽면적, 단위시간당의 통기량으로 표시하고, 단위는 $\ell/m^2 \cdot \min$ 혹은 $\ell/m \cdot \min$

- 75Pa~최대 299Pa 압력차에서 시행
- 고정창의 공기유출량: $18.3\ell/m^2 \cdot \min$ 이하 (단위면적당 누기량 평가)
- 개폐창의 공기유출량: $23.2\ell/m \cdot \min$ 이하(단위길이당 누기량 평가)

3) 정압수밀시험-AAMA 501 & ASTM E331

커튼월 부재 또는 면적을 근거해 실내측에 누수가 생기지 않는 한계의 압력차로 표시하고, 단위는 Pa

- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 $30.4kg/m^2$ 중 큰 값의 압력으로 수행하며 최대 $73.4kg/m^2$ 이하
- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 살수는 $3.4\ell/m^2 \cdot \min$ 의 분량으로 15분 동안 시행

4) 동압수밀시험-AAMA 501 & ASTM E331

가압 시에는 비행기 프로펠러나 팬 혹은 이에 상응하는 장치를 사용하여 시험

- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 $30.4kg/m^2$ 중 큰 값의 압력으로 수행하며 최대 $73.4kg/m^2$ 이하
- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 살수는 $3.4\ell/m^2 \cdot \min$ 의 분량으로 15분 동안 시행

$m^3 \rightarrow m^2$

시험

요구 성능

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 54 02

■ Lay Out

- 수밀성능 시험방법

■ 핵심 단어

- 누수 저항성능

■ 연관용어

- 풍동실험
- Field Test
- Side Sway

기밀성 수밀

☆☆☆

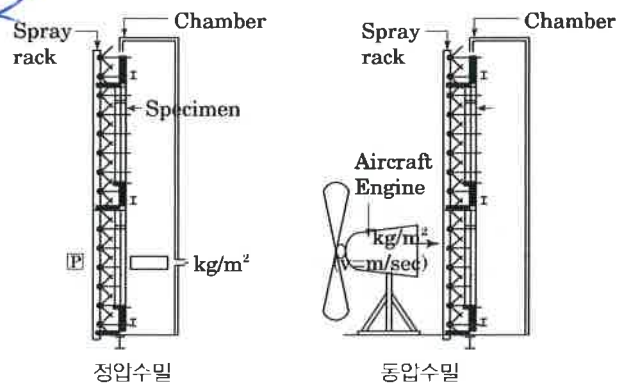
1. 일반사항

8-7	건물 수밀성능 시험방법	
No. 584		유형: 시험 · 측정

I. 정 의

- ① 정압수밀시험: 내부의 압력보다 높은 외부의 일정한 정압을 가하여 외부에 설치되는 Curtain Wall과 Door의 누수에 대한 저항성능을 알아보기 위한 시험
- ② 동압수밀시험: 외기에 일어나는 동압에 의한 Curtain Wall과 Door의 누수에 대한 저항성능을 알아보기 위한 시험

II. 수밀성능 시험방법-ASTM E 283



1) 정압수밀시험-AAMA 501 & ASTM E331

커튼월 부재 또는 면적을 근거해 실내측에 누수가 생기지 않는 한계의 압력차로 표시하고, 단위는 Pa

- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 30.4kg/m^2 중 큰 값의 압력으로 수행하며 최대 73.4kg/m^2 이하
- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 살수는 $3.4\ell/\text{m}^3 \cdot \text{min}$ 의 분량으로 15분 동안 시행

2) 동압수밀시험-AAMA 501, AAMA 501.1 & ASTM E331

가압 시에는 비행기 프로펠러나 팬 혹은 이에 상응하는 장치를 사용하여 시험

- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 30.4kg/m^2 중 큰 값의 압력으로 수행하며 최대 73.4kg/m^2 이하
- 설계 풍압 중 정압의 20% 또는 299Pa 중 큰 값의 압력 차에서 수행하며 최대 720Pa를 넘지 않도록 한다.
- 살수는 $3.4\ell/\text{m}^3 \cdot \text{min}$ 의 분량으로 15분 동안 시행

"추가항"

- 누수확인
- 누수상태를 관찰하여 누수가 발생하지 않거나, 통제가 불가능한 유입수가 없어야 하고, 15mℓ 이하의 유입수의 경우 누수로 생각하지 않는다.

"수정"

하자

힘의변화 이해

Key Point

■ 국가표준

- KCS 41 54 02

■ Lay Out

- 발음현상
- 발음 방지대책

■ 핵심 단어

- What: 금속커튼월
- Why: 온도변화 · 신축
- How: 마찰음

■ 연관용어

- Side Sway
- Joint Movement

8-23

금속Curtain Wall의 발음현상

No. 600

금속 마찰음

유형: 현상 · 하자

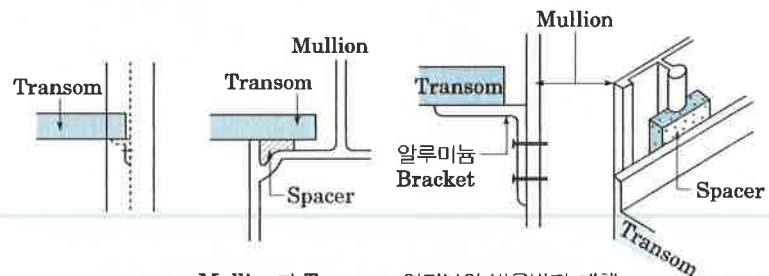
I. 정 의

- ① 여러 part로 조립된 metal curtain wall이 온도변화에 의한 각 부재의 신축으로 발생하는 마찰음
- ② 금속 Curtain wall의 발음현상은 내실자의 구조적 불안감 및 신경을 자극하므로 발생원인 및 부위에 대한 대책을 강구하도록 한다.

II. 발음 현상

- ① 발음시기: 08시~10시, 15시~18시(오후3시~6시), 외부의 온도변화가 클 때 → 특히 겨울철(동절기)
- ② 위 치: 동쪽면에서 시작하여 일조 이동과 함께 남서쪽면으로 이동
- ③ 발생부위: Mullion과 수평재의 joint 부위, 접합부

III. 발음 방지대책



Mullion과 Transom 연결부위 발음방지 대책

- ① 부재가 부드럽게 신축할 수 있도록 하는 것
- ② AL. 부재의 접합부, Fastener취부 부위 등, 마찰이 발생할 소지가 있는 부분에 미끄럼재(Taflon sheet)를 끼워 넣는다.
- ③ 열신축에 의한 팽창수축을 완전히 억제 → 현실적으로 불가능
- ④ 부재의 팽창수축이 자유로워지도록 접합부 마찰면 처리
- ⑤ 검토대상부위
 - 열량을 많이 받는 부위(폭이 넓은 창대, 검은색 계통으로 마감된 부위)
 - 열신축이 큰 부위(부재 길이가 긴 sash)
 - 열소리가 쉽게 감지되는 부위(응접실 등의 조용한 단위 실(室))

"내용수정"