



## 제 1 장 핵심정리

### 제 1 편 건설재료 및 관리

#### 제 1 장 건설재료 일반

##### 1 토목재료로서 필요한 조건

- ① 재질이 균등하고 강도가 큰 것
- ② 생산량이 많고 도처에서 경제적으로 쉽게 구할 수 있는 것
- ③ 운반, 취급에 편리한 것
- ④ 풍화, 마모, 열에 대한 내구성이 큰 것

##### 2 탄성계수와 전단탄성계수

$$\text{탄성계수} : E = \frac{f}{\varepsilon} = \frac{P/A}{\Delta L/L} = \frac{PL}{A\Delta L}$$

$$\text{전단탄성계수} : G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{Qs}{A\Delta L}$$

##### 3 응력과 변형률

$$\text{응력}(f) = \frac{\text{시험에 의한 최대하중}}{\text{재료의 단면적}} = \frac{P}{A}$$

$$\text{변형률}(\varepsilon) = \frac{\text{재료의 변형 길이}}{\text{재료의 전체 길이}} = \frac{\Delta L}{L} \times 100(\%)$$

비례한도	응력과 변형률이 직선적으로 변화하며, 외력이 제거되면 변형이 완전히 회복되는 점
탄성한도	비례한도를 지나 곡선적으로 변화하나 외력이 제거되면 변형이 완전히 회복되는 한계점
항복점	소성을 나타내는 점의 응력으로 응력이 증가하지 않아도 변형이 급격히 증가하는 점
극한강도	최대 응력을 말한다.
파괴점	재료가 파괴되는 점

##### 4 포아송 비

재료의 응력방향 변형에 대한 가로방향의 변형의 비를 말한다.

$$\mu = \frac{1}{m} = \frac{1/L}{h/H} = \frac{\text{응력과 직각방향의 변형도}}{\text{응력방향의 변형도}}$$

##### 5 재료의 성질

강성	외력을 받아도 변형이 작게 일어나는 성질
인성	높은 응력에 견딜 수 있고 변형이 크게 일어나는 재료의 성질 (연강, 고무)
취성	작은 변형에도 파괴가 일어나는 성질(유리, 주철). 취성은 충격 강도에 반비례한다.
크리이프	일정한 하중을 장기간 계속해서 작용시키면 시간이 경과함에 따라 소성 변형이 증가하는 현상. 강도가 크면 크리이프는 작다.
리랙세이션	변형량이 일정할 때 시간의 경과에 따라 응력도가 감소하는 현상

## 제 2 장 목 재

### 1 목재의 장. 단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>. 무게가 가벼워 취급이 용이하다.</li> <li>. 가공이 용이하고 외관이 아름답다.</li> <li>. 비중에 비하여 강도가 크고 열이나 음, 전기등의 전도성이 적다.</li> <li>. 온도에 따른 팽창계수가 비교적 적다.</li> <li>. 충격이나 진동에 강하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 내구성이 작다 (석재나 콘크리트에 비해서)</li> <li>. 내화성이 작다.</li> <li>. 함수량의 증감에 따른 팽창수축성이 크다.</li> <li>. 재질이나 강도가 균일하지 못하다.</li> <li>. 부식성이 크다.</li> <li>. 치수에 제한을 받고 큰 재료를 얻기 어렵다.</li> </ul>

### 2 목재조직

- ① 변재 : 세포가 활발히 분열하고 수액의 이동, 양분의 저장이 이루어지는 곳으로 흡수성이 크고 연질로 되어 있다. 변재는 심재보다 썩기 쉽고 강도가 약하다.
- ② 심재 : 수심 부근에 위치하며 암갈색을 띠고 있으며 리그닌이 축적되어 수분이 적고 단단한 조직으로 되어 강도와 내구성이 크다. 화학적 저항성과 세균분해에 대한 저항성도 매우 크다.

### 3 함수율

$$\mu = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100(\%)$$

$W_1$  : 건조전 시험편 중량(kg)  $W_2$  : 절대건조 시험편 중량(kg)

- ① 목재의 기건상태의 함수율은 보통 12 ~ 18% 정도이고 함수율이 증가하면 압축강도는 저하된다.
- ② 섬유포화점 : 나무의 수분은 세포의 내부 및 공극에 고여 있는 유리수(遊離水)와 세

포벽에 침투한 세포수로 되어 있는데 목재가 건조할 때 유리수(遊離水)가 먼저 증발하고 세포수가 증발하기 시작하는데 이 때의 함수율의 상태를 섬유포화점이라 한다. 섬유포화점에서의 함수율은 약 25%~30% 정도이다.

#### 4 건조목적

- ① 균류에 의한 부식과 벌레의 피해 방지
- ② 사용시의 수축 및 균열 방지
- ③ 강도 및 내구성 추진
- ④ 방부제 주입이 양호하다.

#### 5 건조방법

- ① 자연건조법 : 공기건조법, 침수법
- ② 인공건조법 : 자비법, 열기법, 증기법, 훈연법

## 제 3 장 석재

### 1 석재의 종류

- ① 화성암
  - 화강암(Granite) : 심성암에 속하고 주성분은 석영, 장석, 운모. 강도 및 내구성이 크다.
  - 섬록암(Diorite) : 화강암과 성질이 비슷하며 진한 녹색색이다. 연마하면 광택이 난다.
  - 화산암 : 강도와 내화성은 크지만 조직과 광택이 고르지 못하다. 절리가 많다. (큰 재료를 얻기가 힘들다)
- ② 퇴적암
  - 응회암(Tuff) : 질이 연하고 거치며 유공질이므로 흡수량이 크다(풍화되기 쉽다). 열에 강하고 무게가 가볍고 질이 연하기 때문에 가공이 쉽고 장식용으로 사용
  - 점판석 : 중량이 가장 가볍고 흡수량이 적고 외관이 아름답다(지붕, 판석재, 벼루 돌)
  - 석회암(Lime stone) : 시멘트의 원료, 암질은 연하고 경도는 3.5 정도, 내구성이 크고 쉽게 재료를 얻을 수 있다.
- ③ 변성암
  - 편암(Schist) : 암질이 치밀하고 단단한 층상으로 구성, 정원석 재료로는 부적당
  - 대리석(Marble) : 주성분은 방해석, 강도는 어느 정도 강하나 내구성이 약하고 풍화되기 쉬우므로 옥외용으로는 부적당, 실내장식재로 사용

### 2 구조

절리	천연적으로 갈라진 눈을 말함	
	불규칙 단상 괴상절리	화강암
	판상절리	판자를 포개놓은 절리(수성암, 안산암등)
	주상절리	돌기둥을 배열한 것 같은 모양의 절리, 주로 화산암
	구상절리	양파처럼 생긴 절리
층리	수성암이 변성한 변성암에서 흔히 볼 수 있는 평행상의 절리	
편리	변성암이 생기고 있는 절리, 불규칙하고 소편으로 갈라지는 성질이 있음	
석리	암상을 구상하고 있는 조암광물의 집합상태에 의해 생기는 암석 조직상의 갈라진 눈을 말함.	
벽개	일정한 면으로 잘 갈라지는 면	

### 3 석재의 형상

- ① 각석 : 폭이 두께의 3배미만
- ② 판석 : 두께가 15 cm미만, 폭이 두께의 3 배이상
- ③ 견치석 : 면은 규칙적으로 거의 정 4 각형에 가깝고 면에 직각으로 썬 공장(돌길이)은 면의 최소 변의 1.5 배 이상
- ④ 사고석 : 면은 원칙적으로 정 4 각형에 가깝고 면에 직각으로 썬 공장은 면의 최소 변의 1.2 배 이상인 것

## 제 4 장 시멘트 및 혼화재료

### 1 분말도

- ① 분말도는 가는 것일수록 물에 접촉하는 면적이 크고 수화작용과 응결이 빠르다.
- ② 콘크리트의 조기강도가 높고 강도의 증진도 크다.
- ③ 분말도가 가는 시멘트는 워커빌리티가 좋으나 수축이 커질 염려가 있고 균열이 발생하기 쉽다. 또 내구성도 좋지 않다.

### 2 응결시간 영향요인

- ① 온도가 높을수록, 습도가 낮을수록 응결은 빠르다.
- ② 시멘트의 분말도가 크고, 알루미늄 3 석회를 많이 함유할수록 응결은 빠르다.
- ③ 수량이 많고 시멘트가 풍화되어 있는 경우 응결이 늦어짐

### 3 조강 포틀랜드시멘트

- ① 급경성을 갖게 한 고급시멘트(재령 7일에서 보통포틀랜드시멘트 재령 28일 정도의 강도가 나타난다.)

- ② 응결할 때는 발열이 많고 저온에서도 강도의 저하가 적다.
- ③ 조기 고강도를 요하는 공사, 공기가 급한 공사, 동기공사, 수중공사등에 적합
- ④ 거푸집을 빨리 제거, 양생기간 단축

#### 4 포졸란시멘트

- ① 응결, 경화가 완만하다.
- ② 조기강도는 작으나 장기강도가 크다.
- ③ 수화작용에 의한 발열량도 적다.
- ④ 해수에 대한 화학적 저항성이 크지만 동결이나 용해작용에 대한 저항성은 약하다.

#### 5 알루미나 시멘트

- ① 조강강도가 매우 크다.(보통 포틀랜드 시멘트의 28일 강도를 하루만에 얻을 수 있다.)
- ② 비중은 포틀랜드시멘트보다 가볍고 석고를 가하지 않는다.
- ③ 화학작용을 받는 곳에 저항성이 크다.
- ④ 응결 경화시 발열량이 많다.(양생시 주의) 내구성 콘크리트에 적당

#### 6 AE제

- ① 동결융해에 대한 저항력이 크다.
- ② 강도는 감소(기포발생으로 인해)단위수량이 적게들고 워커빌리티가 좋다.
- ③ 재료의 분리나 블리이딩이 적고 골재로서 쇠석을 사용하기 쉽다.
- ④ 수밀성이 커진다. 경화에 의한 발열이 작다.

#### 7 기타 혼화제의 종류

- ① 감수제 : 콘크리트의 단위수량을 감소시키기 위한 것
- ② 촉진제 : 시멘트의 수화작용 촉진하기 위한 것으로 염화칼슘, 규산나트륨등이 있다.
- ③ 지연제 : 시멘트의 응결을 지연시키기 위한 것. 운반거리가 길 경우나 콜드 조인트 방지 종류로는 리그닌 설폰산염이 있다.
- ④ 분산제 : 콘크리트의 유동성을 증가시키고, 강도, 수밀성, 내구성 등을 증가시킨다.

## 제 5 장 골재

### 1 굵은 골재의 최대치수

굵은 골재의 최대치수가 클수록 콘크리트 강도가 커지고 워커빌리티는 떨어지며 재료분리가 많아진다.

### 2 조립률(F.M)

골재 입도분포를 파악하는 방법으로 표준체(80mm, 40mm, 20mm, 10mm, No.4,

No.8, No.16, No.30, No.50, No.100)의 누가 중량 백분율의 합을 100으로 나누었을 때의 값을 말한다. 잔골재 표준 조립률 : 2.3~3.1 굵은골재 표준 조립률 : 6~8

### 3 골재함수율

- ① 전함수율 =  $\frac{\text{습윤상태} - \text{절건상태}}{\text{절건상태}} \times 100\%$
- ② 흡수율 =  $\frac{\text{표건상태} - \text{절건상태}}{\text{절건상태}} \times 100\%$
- ③ 유효흡수율 =  $\frac{\text{표건상태} - \text{기건상태}}{\text{기건상태}} \times 100\%$
- ④ 표면수율 =  $\frac{\text{습윤상태} - \text{표건상태}}{\text{표건상태}} \times 100\%$

### 4 잔골재 비중

- ① 
$$\text{비중} = \frac{A}{(B+500-C)}$$
- ② 표면건조포화상태 비중 =  $\frac{500}{(B+500-C)}$
- ③ 겉보기 비중 =  $\frac{A}{(B+A-C)}$

### 5 공극율과 실적율

- ① 공극율  $d = \frac{W}{G} \times 100\%$
- ② 실적율  $v = (1 - \frac{W}{G}) \times 100\%$

## 제 6 장 역청재료

### 1 스트레이트 아스팔트(straight asphalt)

- ① 신장성, 점성, 방수성이 풍부하다
- ② 연화점이 비교적 낮고 내후성이 낮다.
- ③ 감온성이 크다.
- ④ 인화점이 높다.
- ⑤ 고화점이 낮다.

### 2 블로운 아스팔트 (blown asphalt)

- ① 용점이 높고 감온비가 적다.
- ② 내구성, 내충격성이 크며, 플라스틱하고 화학적으로 강하다.
- ③ 신장성, 점착성, 방수성 등이 스트레이트 아스팔트에 비해 약하다.

### 3 침입도

침입도란 아스팔트의 굳기(경도)를 나타내는 것으로 25℃에서 100g의 표준침을 사용하여 침이 5초간 침입하는 것으로 표시하며 이때 0.1mm를 1로 한다.

$$\text{침입도} = \frac{100\text{g 침의 5초간 침입깊이}}{0.1\text{mm}}$$

#### 4 커트백 아스팔트

- ① 급속경화(RC : Rapid curing) : 가솔린으로 커트백
- ② 중속경화(MC : Medium curing) : 등유로 커트백
- ③ 완속경화(SC : Slow curing) : 중유로 커트백

#### 5 커트백 아스팔트 용도

- ① 프라임 코트(Prime coat) : 보조기층, 입상조정 기층의 방수성을 높이고 간극을 메우고 포설 혼합물과의 부착력을 증대시키기 위해 점성이 낮은 역청재료를 살포하여 얇게 피복하는 일
- ② 텍코트(tack coat) : 안정처리 기층 위에 시공하고자 하는 혼합물과의 부착력을 증대시키기 위해 점성이 낮은 역청재료를 살포하여 얇게 피복하는 일
- ③ 실코트(seal coat) : 포장면의 내구성, 수밀성, 미끄럼 저항성을 증대시키기 위해 역청재료와 골재를 살포하고 다지는 아스팔트 표면처리, 일반적으로 포장유지보수에 이용된다.

#### 6 마찰안정도시험

다짐횟수	보통도로	양면다짐으로 각 면당 50회
	고속도로	양면다짐으로 각 면당 75회
안정도	안정처리 기층	350kg 이상
	일반 아스팔트 혼합물	500kg 이상

### 제 7 장 기타 건설재료

#### 1 금속재료의 특징

- ① 연성과 전성이 좋음      ② 가공성이 좋음      ③ 강도나 탄성계수가 큼
- ④ 균일하고 신뢰도가 높음      ⑤ 전기, 열전도율 큼      ⑥ 광택이 남

#### 2 강의 열처리

- ① 불림 : 강을 변태점 이상의 온도(800~1000℃)로 가열한 후 공기 중에서 서서히 냉각하여 조직을 치밀하게 하고 변형을 제거한다.
- ② 풀림 : 강을 변태점 이상의 온도(800~1000℃)로 가열한 후 노 속이나 재 속에서 서서히 냉각하여 내부응력을 제거하고 신도를 증가시킨다.

- ③ 담금질 : 가열한 강을 물이나 기름 속에 넣고 급속히 냉각하여 경도 및 내마모성을 증가시킨다.
- ④ 뜨임 : 담금질한 강은 취성이 커지고 열에 의한 변형이 생기는 약점을 보완하기 위하여 변태온도 이하로 다시 가열하여 공기 중에서 서서히 냉각하는 것으로 인성을 증가시켜 변형이 줄고 강한 금속이 된다.

### 3 영향 원소

- ① 탄소 : 탄소는 강의 경도에 미치는 영향이 가장 큰 원소이며 0.9% 함유 시 경도 및 인장강도가 최대가 되며 그 이상 함유해도 경도는 일정하고, 인장강도는 비례하여 감소된다. 탄소량이 많을수록 강도는 증가하나 신도는 떨어지게 된다.
- ② 규소 : 주물의 밀도를 증가시켜 수축률을 줄인다.
- ③ 유황 : 함유량이 많을수록 균열 발생이 크다.
- ④ 인 : 2% 이상 함유시 취성이 커진다. 석회석을 첨가하여 보완한다.
- ⑤ 망간 : 강도와 인성을 증가시킨다.

### 4 강의 제조방법

- ① 평로법    ② 전로법    ③ 전기로법    ④ 도가니법

### 5 금속방식법

- ① 방식제 도포 : 페인팅(painting), 콜타르 도포, 아스팔트 도포
- ② 피막생성법 : 도금법, 가열법, 가공법
- ③ 전기방식법
- ④ 표면방식법

### 6 플라스틱의 특성

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무게가 가볍고 내구성과 내수성이 크다.</li> <li>- 무게에 비해 고강도이다.</li> <li>- 성형 및 가공이 쉽다.</li> <li>- 대량생산이 가능하고 절연성, 내화학성이 크다.</li> <li>- 착색이 자유롭고 투명성이 좋다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 열에 약하다.</li> <li>- 마모에 대한 저항성이 적다.</li> <li>- 크리이프가 크고 표면경도가 작아서 구조재료는 부적당하다.</li> </ul>

### 7 플라스틱의 종류

- ① 열가소성수지
  - 열을 받아서 경화된 후 다시 열을 받아도 연화되며 상온에서 다시 경화되는 성질을 가진 플라스틱으로 선상구조를 가지고 있다.
  - 종류 : 아크릴수지, 염화비닐수지(P.V.C), 폴리에틸렌수지(P.E.), 폴리스티렌(P.S.),



초산비닐수지, 불소수지

② 열경화성수지

열을 받아서 경화되면 다시 열을 가해도 연화되지 않는 성질을 가진 플라스틱으로 망상구조를 가지고 있다.

- 종류 : 페놀수지, 에폭시수지, 요소수지, 폴리에스테르수지, 멜라민수지

8 폭약

카알릿(Carit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과염소산암모늄(<math>\text{NH}_4\text{ClO}_4</math>)을 주성분</li> <li>- 다이ना마이트보다 발화점(<math>295^\circ\text{C}</math>)이 낮고 충격에 둔감해서 취급이 간편하다.</li> <li>- 폭속은 다이ना마이트보다 느리고 폭발력은 강하다. 채석장에서 주로 사용</li> </ul>
니트로글리세린 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글리세린에 질산을 작용시켜서 만든 것으로 무색, 투명, 무취의 액체이다.</li> <li>- 폭발력이 매우 강력하고 폭속은 <math>8000\text{m/sec}</math>, 폭발온도는 <math>400^\circ\text{C}</math>에 달한다.</li> <li>- 충격 및 화기에 매우 민감하므로 취급에 주의해야 한다.</li> </ul>
교질 다이ना마이트	<p>니트로글리세린과 니트로셀룰로오스, 젤라틴을 흡수시킨 것으로 폭발력이 강하고 수중폭파도 가능한 블라스팅 다이ना마이트와 인화가스의 위험이 있는 곳이나 폭발력이 크게 필요치 않는 곳에 사용되는 젤라틴 다이ना마이트(안전폭약)가 있다.</p>
Slurry 폭약 (함수폭약)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초안을 주성분으로 하는 폭약으로 충격, 마찰, 화기 등에 둔하다.</li> <li>- 물을 함유하고 있어서 저온에 약하다.</li> <li>- 용수공 또는 해수 중에 사용할 수 있다.</li> </ul>

9 기폭약

① 뇌홍

- 화기, 충격 및 마찰에 매우 민감하므로 취급에 주의를 요해야 한다.
- 발화온도는  $170 \sim 180^\circ\text{C}$ 이고  $100^\circ\text{C}$ 이하에서 장시간 온도를 가하면 분해하여 비폭발성을 갖는다.

② 질산연

- 질산나트륨과 초산연으로 복합시켜서 제조한 무색의 결정체이다.
- 수중에서의 사용이 가능하고 저장성이 우수하다.
- 발화점이 높고 동과 화합하면 위험한 질산동을 만드므로 뇌관으로는 알루미늄을 사용한다.

③ D.D.N.P

- 황색의 미세한 결정으로 되어있다.
- 기폭약 중에서 가장 폭발력이 크다.(T.N.T와 동일 뇌홍의 2배)

④ 데토릴

- 맹독성이며 물에 녹지 않고 열에 매우 약하다.
- 뇌관의 침장약으로 주로 사용된다.

## 제 4 편 콘크리트공학

### 제 1 장 콘크리트의 역학적 성질

#### 1 굳지 않은 콘크리트의 성질

- ① 반죽질기: 반죽의 되고 진 정도
- ② 워커빌리티: 작업의 난이성 정도
- ③ 성형성: 거푸집 제거 시 형상이 허물어지거나 재료분리가 일어나지 않는 성질
- ④ 피니셔 빌러티: 반죽질기에 따른 마무리하기 쉬운 정도

#### 2 워커빌리티

- ① 반죽질기 여하에 따르는 작업의 난이의 정도 및 재료분리에 저항하는 성질
- ② 영향요인 : 시멘트의 분말도가 높을수록 증가
  - 단위수량이 증가할수록 증가
  - 잔골재율이 클수록 증가
  - 온도가 증가하면 감소

#### 3 28일 재령의 압축강도

$$f_{ck} = -210 + 215 \frac{C}{W} \quad (\text{Lyse 실험식})$$

#### 4 콘크리트 강도 영향인자

- ① 물시멘트비가 적을수록 증가
- ② 재령이 길수록 증가
- ③ 굵은 골재의 최대 치수가 클수록 증가
- ④ 양생 시 온도와 습도가 높을수록 증가

#### 5 콘크리트 탄성계수

$$E_C = W^{1.0} \times 4270 \sqrt{f_{ck}}$$

$$W = 2.3 \text{ t/m}^3 \text{ 일 때 } E_C = 15000 \sqrt{f_{ck}}$$

#### 6 크리프계수

- ① 크리프 계수  $\phi = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_e}$
- ②  $\phi$  값 범위
  - 옥내 구조물 3.0 이하
  - 옥외 구조물 2.0 이하
  - 수중 구조물 1.0 이하

## 제 2 장 콘크리트 시험

### 1 구조물에 따른 슬럼프의 범위

- ① 무근 콘크리트 : 6~18cm
- ② 철근 콘크리트 : 일반적 6~18cm, 큰 단면 4~13 cm
- ③ 포장 콘크리트 : 2.5 cm 이하
- ④ 댐 콘크리트 : 3~5 cm

### 2 흐름값

$$\text{흐름값}(\%) = \frac{D - 25.4\text{cm}}{25.4\text{cm}}$$

### 3 블리딩 감소 방법

- ① 분말도가 큰 시멘트를 사용
- ② 굵은 골재의 최대 치수를 크게 한다.
- ③ 단위수량을 적게 한다.
- ④ 골재 입도를 적당히 한다.

$$f = 2P / dl$$

### 4 압축강도 공시체

- ① 표준공시체는 원주형  $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 를 사용한다.
- ② 양생 : 28 일간 수중 양생, 온도는  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 로 한다.
- ③ 하중재하속도 :  $1.5 \sim 3.5 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$

$$(0.6 \sim 0.4)\text{MPa}$$

### 5 휨강도 시험 (3등분 재하시험)

$$\textcircled{1} \sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{Pl}{6}}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{Pl}{bh^2} \quad (\text{3 등분점 중앙부분에서 파괴된 경우})$$

$$\textcircled{2} \sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{Pa}{2}}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (\text{3 등분점 바깥부분에서 파괴된 경우})$$

여기서,  $\sigma_b$  : 휨강도( $\text{kg/cm}^2$ )

M : 최대 휨 모멘트( $\text{kg} \cdot \text{m}$ )

Z : 보의 단면계수( $\text{cm}^3$ ) (직사각형보의 단면계수  $Z = \frac{bh^2}{6}$ )

l : 보의 지간( $\text{cm}$ )

P : 시험기에 나타난 최대하중( $\text{kg}$ )

a : 파괴단면과 가까운 지점과의 거리(cm)

**6** 비파괴 재하시험 종류

초음파법, 슈미트 헤머법, 공명법, γ선의 감쇄지수

**제 3 장 배합설계**

**1** 배합설계 시 고려 사항

- ① 균일한 콘크리트를 만들기 위한 최소한의 반죽질기로 만든다.
- ② 콘크리트 타설에 지장이 없는 한도에서 최대치수의 굵은 골재를 사용한다.
- ③ 콘크리트 타설에 지장이 없는 한도에서 물-시멘트 비를 최소로 한다.
- ④ 풍화작용이나 기타 작용에 대하여 충분히 저항할 수 있는 내구성의 콘크리트를 만든다.
- ⑤ 소요 강도를 가져야 한다.
- ⑥ 경제적으로 이용할 수 있어야 한다.

**2** 배합강도

$$f_{cr} = \alpha f_{ck} \quad (\alpha: \text{증가계수})$$

**3** 물-시멘트비

$$f_{28} = -210 + 215 \frac{W}{C}$$

**4** 배합요소 보정사항

조건의 변화	잔골재율(S/a) 보정	단위수량 W(kg) 보정
잔골재의 조립률을 0.1 크계(작계) 하면	0.5 % 크계(작계) 한다.	보정하지 않는다.
물-시멘트비를 5% 크계(작계) 하면	1 % 크계(작계) 한다.	보정하지 않는다.
슬럼프를 1cm 크계(작계) 하면	보정하지 않는다.	1.2 % 크계(작계) 한다.
공기량을 1% 크계(작계) 하면	0.5 ~ 1.0 % 만큼 작계(크계) 한다.	3% 작계(크계) 한다.
S/a 를 1% 크계(작계) 하면	보정하지 않는다.	1.5kg 크계(작계) 한다.
부순 돌을 사용할 때	3 ~ 5% 크계 한다.	9 ~ 15kg 크계 한다.
부순 모래를 사용할 때	2 ~ 3% 크계 한다.	6 ~ 9kg 크계 한다.

**6** 골재의 단위 절대용적

$$\text{골재의 단위절대용적} = 1 - \left( \frac{\text{단위수량}}{1000} + \frac{\text{시멘트비중} \times 100}{100} + \frac{\text{공기량}}{100} \right)$$

**제 4 장 콘크리트 혼합, 운반, 타설**

**1** 재료계량 오차

	물 (%)	시멘트 (%)	골재 (%)	혼화재 (%)	혼화제 (%)
무근 및 철근 콘크리트	1	1	3	2	3
포장 콘크리트	1	2	3		
댐 콘크리트	1	2	3	2	
레디믹스트 콘크리트	1	1	3	2	3

**2** 중력식 믹서와 강제식 믹서의 차이

- ① 중력식 믹서
  - 부경식 믹서 (소규모 공사, 진반죽 콘크리트)
  - 가경식 믹서 (대규모 공사, 된반죽 콘크리트, 포장, 댐공사)
- ② 강제식 믹서(용량 1.0 ~ 1.5m³, 부배합, 된반죽 콘크리트, 고층구조물)

**3** 운반 시 고려사항

- ① 재료분리 방지
- ② 슬럼프 저하 방지
- ③ 운반시간 단축

**4** 모따기 설치 이유

- ① 미관상 좋게
- ② 기상 작용의 해를 적게 받기 위하여
- ③ 거푸집 제거 시 파손 방지

**5** 시공이음 설치 목적

- ① 거푸집 반복 사용
- ② 콘크리트 검사를 쉽게 하기 위해
- ③ 무리한 작업을 피하기 위해
- ④ 온도상승 억제

## 6 신축이음 간격

- ① 콘크리트 포장 : 6~10m 마다
- ② 얇은 벽 : 6~9m 마다
- ③ 두꺼운 벽 : 10~15m 마다
- ④ 두께 : 1~3cm

## 7 거푸집 존치기간

- ① 확대기초 : 1~2일 (35 kg/cm<sup>2</sup>이상)
- ② 기둥, 벽체 : 2~3 일 (50 kg/cm<sup>2</sup>이상)
- ③ 슬라브, beam : 2~3 주 (140 kg/cm<sup>2</sup>이상)

## 제 5 장 콘크리트 양생

### 1 콘크리트 양생시 주의사항

- ① 기상작용에 대한 콘크리트 표면보호
- ② 경화 중에 습윤상태 유지
- ③ 충격과 하중에 대해 보호
- ④ 적당한 온도 유지 (10℃~25℃)

### 2 습윤양생 기간

구조물 종류	무근 및 철근	포장 콘크리트	댐 콘크리트
보통 콘크리트	5 일 이상	14 일 이상	14 일 이상
조강 콘크리트	3 일 이상	7 일 이상	
중용열 콘크리트			14 일 이상
고로 실리카 포졸란 혼합 시멘트			21 일 이상

### 3 증기양생 조건

- ① 거푸집과 함께 증기 양생실에 넣어 양생실의 온도를 균일하게 올린다.
- ② 비빈 후 2~3 시간 후에 증기 양생을 실시한다.
- ③ 온도 상승속도는 1 시간당 20℃이하로 하고 최고온도는 65℃로 한다.
- ④ 양생실의 온도는 서서히 내려서 외부 온도와 큰 차가 없을 경우 제품을 꺼낸다.

### 4 막 양생

콘크리트 노출면에 아스팔트 유제나 비닐유제 등을 발라서 수분의 증발을 막는 양생 방법으로 살수양생이 어려운 경우에 주로 행하는 양생방법이다. 수로라이닝 콘크리트

포장 등에 주로 사용된다.

## 제 6 장 PS 콘크리트

### 1 PS 콘크리트 장단점

#### ① 장점

- 설계하중하에서는 콘크리트의 균열이 생기지 않으므로 내구성이 크다.
- 구조물이 가볍고 복원력이 우수하다.
- 조립구조로 시공이 용이하다.
- 부재에는 확실한 강도, 안전율을 갖게 할 수 있다.

#### ② 단점

- 철근콘크리트에 비하여 강성이 적으므로 진동하기 쉽다.
- 열에 대하여 약하다.
- 공사가 복잡하여 고도의 기술을 필요로 한다.
- 정착장치, 쉬스, 기타 보조재료 등이 필요하고 그라우팅, 강재절단 비용 등으로 공사비가 증가한다.

### 2 PC 강재 성질

- ① 인장강도가 클 것
- ② 릴랙세이션이 적을 것
- ③ 부착강도가 좋을 것
- ④ 직선성을 유지할 것
- ⑤ 응력부식에 대한 저항성이 클 것
- ⑥ 적당한 늘음과 인성이 있을 것
- ⑦ 피로에 대한 저항성이 클 것

### 3 프리텐션 공법

- ① 대량 생산 가능, 고품질을 얻을 수 있다.
- ② 부착력만으로 긴장력이 전달되므로 부자재가 필요없다.
- ③ 대형구조물 제작이 어렵다.
- ④ 롱라인방법, individual 방법 등이 있다.

### 4 포스트텐션 공법

- ① 현장에서 작업이 가능하고, 대규모 공사에 적합하다.
- ② 쉬스 등의 부자재가 필요하다.
- ③ Freyssinet, B.B.R.V, Dywidag 공법 등이 있다.

### 5

- ① 도입시 손실(즉시 손실)

- 정착장치에 활동에 의한 손실
- 마찰에 의한 손실
- 탄성변형에 의한 손실
- ② 도입 후 손실
  - 콘크리트의 크리프에 의한 손실
  - 콘크리트의 건조수축에 의한 손실
  - PS 강재의 릴렉세이션

## 제 7 장 특수 콘크리트

### 1 AE 콘크리트 특징

- ① 워커빌리티 향상
- ② 동결융해 및 알칼리 골재반응에 대한 저항성 증가
- ③ 감수효과
- ④ 블리딩 감소
- ⑤ 철근과의 부착력 및 과다 사용 시 강도 감소
- ⑥ 적정공기량 4~7%

### 2 레디믹스트 콘크리트 검사

- ① 강도시험의 1회 결과가 호칭강도의 85%이상, 3회 평균치는 호칭강도 값 이상.
- ② 공기량 허용오차는  $\pm 1.5\%$  이하
- ③ 염소이온 함유량  $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 이하

### 3 프리팩트 콘크리트 특징

- ① 초기강도는 적으나 장기 강도는 크다.
- ② 수중공사 가능
- ③ 블리딩 및 레이턴스가 적다.
- ④ 건조수축이 적게 발생
- ⑤ 동결융해에 대한 저항성이 크다.

### 4 리바운드량을 줄이는 방법

- ① 벽면과 직각으로 분사
- ② 조골재를 13mm 이하로 한다.
- ③ 압력을 일정하게 한다.
- ④ 시멘트량을 증가시키고 부착면을 거칠게 한다.

### 5 한중콘크리트 시공 시 고려사항

- ① AE콘크리트 사용을 원칙으로 한다.
- ② 기온이  $-3^{\circ}\text{C}$ 이하가 되면 본격적으로 실시



- ③ 동결되어 있거나 빙설이 혼합되어 있는 골재는 사용하면 안된다.
- ④ 어떠한 경우라도 시멘트를 가열해서는 안된다.

## 6 서중콘크리트 시공 시 고려사항

- ① 거푸집, 지반, 콘크리트면을 충분한 습윤상태로 만든다.
- ② 운반시간은 1 시간 이내로 한다.
- ③ 타설 시 콘크리트 온도는 35℃ 이하가 되도록 한다.
- ④ 양생 시 살수나 덮개로 고온에 의한 이상응결을 방지한다.

## 제 8 장 콘크리트 유지보수

### 1 유지관리 계획 시 고려사항

- ① 작업시기는 작업의 특성, 사용기간, 교통사항 등을 고려하여 결정한다.
- ② 구조물 진단 시는 기온, 강우, 강설 등의 기상조건을 고려한다.
- ③ 작업의 난이도를 고려하여 공법이나 시기를 결정한다.
- ④ 다른 공사와의 조정을 도모한다.

### 2 상태 평가 항목

- ① 구조물에 작용하는 열화 외력 평가 : 건습의 반복작용, 염화물이온 침투, 화학작용, 내부팽창압, 하중강도, 하중반복작용 등에 대한 평가
- ② 구성재료의 평가 : 사용재료, 배합, 등가알칼리량, 염화물함유량, 철근 종류 등에 대한 평가
- ③ 시공 시의 평가 : 피복 두께, 재료분리, 배근, 내부결함 등에 대한 평가
- ④ 구조 특성 평가 : 강성, 진동, 내하력, 소음 특성 등에 대한 평가

### 3 알칼리 골재 반응

시멘트 속의 알칼리 성분과 골재의 실리카 성분이 화합하여 팽창균열을 일으키는 것을 말한다.

- 콘크리트 절단 시 젤(gel) 상의 물질이나 백색 침전물이 생기게 된다.
- 시멘트 중의 알칼리량을 0.6% 이하로 줄인다.
- 1 년 이내에 불규칙한 균열이 콘크리트에 생기게 된다.

### 4 수밀성 콘크리트

- ① 물-시멘트비 55% 이하
- ② 잔골재율을 크게 할수록 수밀성이 크다.
- ③ 이음치기를 적게 하고 연직 시공 이음에는 지수판을 사용한다.
- ④ 슬럼프값은 8cm 이하로 한다.

**5** 수축균열 영향인자

- ① 콘크리트의 탄성계수가 작고, 작은 재령에서 건조를 시작할 때 균열이 적게 발생
- ② 조강성 콘크리트는 균열이 발생하기 쉽다.
- ③ 급격한 건조는 수축속도를 빠르게 하므로 균열이 발생하기 쉽다.
- ④ 얇은 부재(벽, 슬라브)에서는 건조가 급격하게 일어나기 쉬우므로 균열이 발생하기 쉽다.
- ⑤ 장기간에 걸쳐 서서히 건조시킬수록 수축이 작아지고 강도발현이 좋다.
- ⑥ 철근은 같은 철근량일 경우 작은 치수의 철근을 여러 개 배치하는 것이 균열방지에 유리하다.

**제 9 장 콘크리트 품질관리**

**1** 위험율

- ① 생산자 위험율 : 소정의 품질을 가지고 있는데 취급검사 결과 불합격으로 판정될 확률(type II error)
- ② 소비자 위험율 : 소정의 품질을 가지고 있지 않는데 취급검사 결과 합격으로 판정될 확률(type III error)

**2** 콘크리트 품질관리

공사 전 관리	입도시험 표면수량 시험 로스엔젤스 시험
공사 중의 관리	슬럼프 시험 공기량 시험 압축강도 시험
공사 후 시험	슈미트 해머 시험 코어 채취 시험 평탄성 시험

**3**  $\bar{x}$ -R 관리도

$\bar{x}$ -R 관리도는 평균치의 변화를 관리하는  $\bar{x}$  관리도와 분포의 폭, 수량의 변화를 관리하는 R 관리도를 나란히 그린 것으로 콘크리트의 압축강도, 슬럼프, 공기량 등의 계량치(연속적 분포) 특성을 관리하는데 사용된다.

**4** 관리한계 계산

- ①  $\bar{x}$  관리도의 관리 한계선
  - 관리 상한선(UCL) :  $\bar{\bar{x}} + A_2R$

- 관리 하한선(LCL) :  $\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

② R 관리도의 관리 한계선

- 관리 상한선(UCL) :  $D_4 \bar{R}$

- 관리 하한선(LCL) :  $D_3 \bar{R}$

(여기서,  $\bar{\bar{x}}$ :  $\bar{x}$ 의 평균치,  $A_2$ ,  $D_4$ ,  $D_3$ : 계수)