

제1장 철근 콘크리트의 기본개념

핵심요약

① 개설

(1) 기본개념

콘크리트가 압축에는 강하지만 인장에는 약하기 때문에 인장구역에 철근을 배치하여 인장에 저항하도록 하기 위한 상호보완적인 일체식 구조물을 철근콘크리트라 한다.

(2) 철근콘크리트의 성립이유

- 1) 철근과 콘크리트 사이의 부착강도가 크다 ⇒ 일체식 구조
- 2) 철근은 콘크리트 속에서 부식하지 않는다. ⇒ 콘크리트 피복두께의 역할
- 3) 철근과 콘크리트의 열팽창계수가 거의 같다. ⇒ 온도 변화에 의한 응력 무시

(3) 철근 콘크리트의 특징

- 1) 장점
 - ① 경제적, 내구적, 내화적
 - ② 구조물의 형상과 치수에 제약을 받지 않는다.
- 2) 단점
 - ① 자중이 크고, 균열이 발생
 - ② 국부적 파손과 개조, 보강이 곤란

② 콘크리트의 강도

(1) 배합

다음 관계식으로 구한 값중 작은 것으로 적용

$$\frac{w}{c} = \frac{215}{f_{28} + 210}, \quad \frac{w}{c} = \frac{61}{f_{28}/k + 0.34}$$

(k 는 시멘트의 강도 kgf/cm^2)

(2) 설계기준강도 (f_{ck})

콘크리트 부재 설계시 기준으로 정한 재령 28일의 압축강도

(3) 배합강도 (f_{cr})

시공시 재령 28일의 목표로 하는 압축강도

1) 다음 두 식에 의한 값 중 큰 값을 적용

$$f_{cr} \geq f_{ck} + 1.64s \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

$$f_{cr} \geq 0.85 f_{ck} + 3s \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (s: \text{압축강도의 표준편차})$$

2) 현장콘크리트의 압축강도 시험값이 설계기준강도 이하로 되는 확률은

5% 이하여야 하고, 또한 압축강도의 시험값이 설계기준강도의 85% 이하로 되는 확률은 0.13% 이하여야 한다.

3) 압축강도 시험값이란 평균값을 말한다.

(4) 강도의 종류

1) 압축강도 : 콘크리트 품질의 척도, 표준공시체는 지름 15cm, 높이 30cm

$$f_c = \frac{P}{A}$$

- f_c : 압축강도 (kgf/cm^2)
- P : 파괴시의 최대하중 (kgf)
- A : 공시체의 단면적 (cm^2)

2) 인장강도 : 간접시험인 쪼갬인장강도 시험

$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi dl}$$

- f_{sp} : 쪼갬인장강도 (kgf/cm^2)
- P : 파괴시의 최대하중 (kgf)
- d : 공시체의 지름 (cm)
- l : 공시체의 길이 (cm)

3) 휨인장강도: 압축강도의 약 $\frac{1}{10}$, 표준보는 $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 40\text{cm}$

① 보통콘크리트 : $f_r = 2.0\sqrt{f_{ck}}$

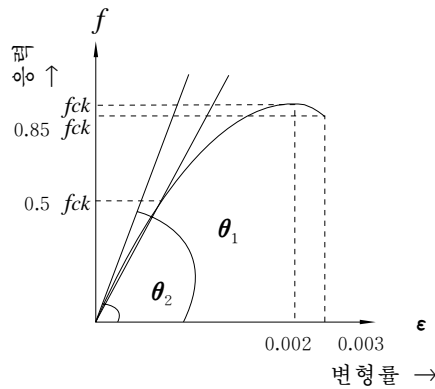
- ② 경량콘크리트 $\left\{ \begin{array}{l} \text{전경량콘크리트 : } f_r = 0.75 \times (2.0\sqrt{f_{ck}}) \\ \text{모래경량콘크리트 : } f_r = 0.85 \times (2.0\sqrt{f_{ck}}) \end{array} \right.$

4) 전단강도 : 압축강도의 약 $\frac{1}{4}$

③ 탄성계수

(1) 콘크리트의 탄성계수(E_c)

그림의 응력-변형률선도에서 단위 변형률에 대한 단위응력의 변화율을 탄성계수(E_c)라 한다.



1) 초기 탄젠트 계수(initial tangent modulus) 곡선의 처음 부분의 기울기

$$E_c = \tan \theta_1$$

2) 세컨트 계수(secant modulus) : 곡선의 초기점과 최대강도의 절반($0.5f_{ck}$)이 되는 점을 잇는 현의 기울기(할선계수)

$$E_c = \tan \theta_2$$

3) 철근콘크리트에서는 secant 계수를 탄성계수로 사용

① 압축강도가 300 kgf/cm^2 이하인 경우

$$E_c = w^{1.5} \cdot 4,270\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (w : \text{단위중량})$$

보통콘크리트인 경우 $w = 2.3 \text{ tonf/m}^3$ 정도 이므로

$$E_c = 15,000\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

② 압축강도가 300 kgf/cm^2 를 초과하는 경우

$$E_c = 3000 \cdot w^{1.5} \sqrt{f_{ck}} + 70,000 \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

보통콘크리트인 경우 $w = 2.3 \text{ tonf/m}^3$ 정도 이므로

$$E_c = 10,500 \sqrt{f_{ck}} + 70,000 \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

(2) 철근의 탄성계수 (E_s)

$$E_s = 2.0 \times 10^6 \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

(3) 탄성계수비 (n)

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.0 \times 10^6}{15,000 \sqrt{f_{ck}}} = \frac{133}{\sqrt{f_{ck}}} \quad (\text{보통콘크리트에 압축강도가 } 300 \text{ kgf/cm}^2 \text{ 이하인 경우})$$

- 1) 탄성계수비 n 은 계산된 값의 가장 가까운 정수를 사용한다.
- 2) 탄성계수비 n 은 『6』보다 작아서는 되지 않는다.

④ 크리프와 건조수축

(1) 크리프(creep)

시간의 경과에 따른 소성변형을 크리프라하고, 이때의 변형률을 크리프변형률이라 한다.

1) 크리프 계수(ϕ)

$$\phi = \frac{\text{크리프변형률}}{\text{탄성변형률}} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_e} \quad \left[\begin{array}{l} \text{옥내} : \phi = 3.0 \\ \text{옥외} : \phi = 2.0 \\ \text{수중} : \phi \leq 1.0 \end{array} \right.$$

2) 크리프의 특징

- ① 하중 재하후 시간이 경과됨에 따라 크리프 증가, 4~5년 후면 종결된다.
- ② 크리프 변형률은 탄성변형률의 1.5배 ~ 3배 정도이다.
- ③ w/c가 작고, 재령이 크고, 단면이 큰 고강도 콘크리트일수록 크리프가 작다.
- ④ 시멘트량이 많은수록 크리프는 증가한다.

(2) 건조수축 (Shrinkage)

콘크리트가 경화할 때 수화작용에 필요한 양 이상의 물이 증발하면서 체적이 감소하는데 이를 건조수축이라 한다.

1) 건조 수축 계수

구조물의 종류		건조수축계수
라 멘		0.00015
아 치	철근량 0.5%이상	0.00015
	철근량 0.1~0.5%	0.00020

2) 건조수축의 특징

- ① 단위시멘트량이 많은수록 건조수축이 크다. (mortar는 콘크리트의 2배)
- ② 적절한 습윤양생을 하거나, 단위수량이 적을수록 건조수축이 작다.
- ③ 건조 초기에는 콘크리트 표면에는 인장응력이 일어나고, 내부에는 압축응력이 일어난다.
- ④ 우리나라 지방서의 온도 승강은 보통의 경우는 20℃ , 부재의 치수가 70cm이상인 경우는 15℃를 표준으로 한다.

5 철근

(1) 철근의 종류

철근 표면의 요철 유무에 따라 원형철근(SR)과 이형철근(SD)으로 분류한다.

1) 원형철근(Round Bar)

- ① 표면이 매끈하다.
- ② 보조철근 또는 스테럽과 나선철근에 사용한다.

2) 이형철근 (Deformed Bar)

- ① 표면에 리브(rib)와 마디가 있다.
- ② 부착력이 증대 되고, 균열의 폭을 감소시킨다.

3) 사용목적이나 용도에 따른 분류

- ① 주철근 : 설계하중에 의하여 그 단면적이 결정되는 철근
 - ㉠ 정철근 : 정(+)의 휨모멘트에 의해서 일어나는 인장응력을 받도록 배치한 주철근 ⇒ 하단부에 배치
 - ㉡ 부철근 : 부(-)의 휨모멘트에 의해서 일어나는 인장응력을 받도록 배치한 주철근 ⇒ 상단부에 배치
- ② 배력철근 : 응력분포가 주 목적으로 정철근 또는 부철근과 직각에 가까운 방향으로 배치한 보조적인 철근(주철근의 위치확보, 건조수축이나 온도변화에 의한 균열방지)

철근콘크리트 및 강구조

- ③ 조립용 철근 : 철근 조립시 철근의 위치를 확보하기 위하여 사용되는 철근
(응력계산을 필요로 하지 않는다.)
- ④ 가외철근 : 콘크리트의 건조수축, 온도변화로 인한 인장응력에 대비해서
가외로 더 넣은 보조적인 철근
- ⑤ 용접철망 : 얇은 슬래브나 셸구조를 보강하는데 사용

(2) 철근의 간격

1) 보(정철근, 부철근)

- ① 수평 순간격
 - ㉠ 2.5cm 이상
 - ㉡ 철근의 공칭지름 이상
- ② 연직 순간격 : 2.5cm 이상, 상하철근 동일연직면내

2) 기둥(나선철근, 띠철근)

- ① 순간격
 - ㉠ 4cm 이상
 - ㉡ 철근 직경의 1.5배 이상

(3) 철근의 피복 두께

콘크리트의 표면에서 최외측단 철근의 표면까지의 최단거리를 피복두께라 한다.

1) 피복두께를 하는 이유

- ① 철근의 부식방지
- ② 내화성 증진
- ③ 부착강도 증진

2) 피복두께 (현장치기 콘크리트의 최소피복두께)

- ① 콘크리트를 칠 때부터 흙에 접히거나 수중 콘크리트 : 8cm
- ② 보, 기둥 : 4cm

(4) 철근의 설계강도와 허용응력

1) 철근의 설계강도

- ① 철근의 설계항복강도 (f_y) $\leq 5,500 \text{ kgf/cm}^2$
- ② 전단철근의 설계항복강도 (f_y) $\leq 4,000 \text{ kgf/cm}^2$

2) 허용응력

① 콘크리트의 허용응력

㉠ 허용 휨 압축응력(보통 골재 및 경량골재 콘크리트) : $f_{ca} = 0.4 f_{ck}$

㉡ 허용 압축응력(무근 확대기초, 벽체) $f_{ca} = 0.25 f_{ck}$

㉢ 허용 휨 인장응력(무근 확대기초, 벽체) $f_{ta} = 0.42\sqrt{f_{ck}}$

② 철근의 허용응력

철근의 허용응력(f_{sa})은 항복강도(f_y)의 50% (㉢번은 예외)

㉠ SD30 ($f_y = 3,000 \text{ kgf/cm}^2$) : $f_{sa} = 1,500 \text{ kgf/cm}^2$

㉡ SD35 ($f_y = 3,500 \text{ kgf/cm}^2$) : $f_{sa} = 1,750 \text{ kgf/cm}^2$

㉢ SD40 ($f_y = 4,000 \text{ kgf/cm}^2$) : $f_{sa} = 1,800 \text{ kgf/cm}^2$