

토목설계

해설위원 : 장사원 교수

본 문서 내용의 소유권 및 관련은 (주)월비스고시학원에 있습니다. 무단복사 판매시 저작권법에 의거 경고조치 없이 고발하여 민·형사상 책임을 지게 됩니다.

총평

근래 보기 드물게 쉽게 출제되었다. 누구든지 고득점이 가능한 문제들로 구성되었다. 아주 작정하고 쉽게 출제하였다. 그러나 다음에도 이렇게 출제된다는 보장은 없다는 점을 명심하기 바란다.

한가지 이해못할 부분은 아직도 2012년 콘크리트구조기준타령이다. 2012년이 도대체 몇 년전인가? 강산도 한번은 변했겠다. 뭐이런 출제기관과 출제 교수들 진짜 싸가지 없는 자식들이다. 무려 7년이 지났다.

이번에 제가 좌시하지 않고 바로 잡고 지나겠다.

1. PSC보에서 프리스트레스 힘의 즉시손실 원인에 해당하는 것은? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 콘크리트의 건조수축
- ② 콘크리트의 크리프
- ③ 강재의 릴랙세이션
- ④ 정착 장치의 활동

정답 ④

즉시손실의 원인에는 정착장치의 활동, 포스텐션부재의 긴장재와 시스 사이의 마찰, 콘크리트의 탄성수축 등이 있다. 지문 ①, ②, ③은 시간적 손실의 원인이다.

2. 보통중량골재를 사용한 콘크리트의 탄성계수가 25,500 MPa일 때, 설계기준 압축강도 f_{ck} [MPa]는? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 23 ② 24
③ 25 ④ 26

정답 ①

통콘크리크의 탄성계수는 $E_c = 8,500 \sqrt{f_{cu}} = 8,500 \sqrt{f_{ck} + \Delta f} \text{ (MPa)}$ 이다.

$$25,500 = 8,500 \sqrt[3]{f_{ck} + \Delta f}$$

$$\sqrt[3]{f_{ck} + \Delta f} = 3$$

$$f_{ck} + \Delta f = 27$$

$$f_{ck} = 27 - \Delta f = 27 - 4 = 23 \text{ MPa}$$

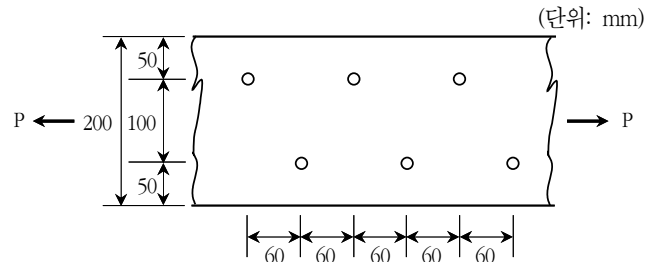
3. 복철근 직사각형보에서 압축철근의 배치목적으로 옳지 않은 것은? (단, 보는 정모멘트(+)만을 받고 있다고 가정한다)

- ① 전단철근 등 철근 조립 시 시공성 향상을 위하여
- ② 크립프 현상에 의한 처짐량을 감소시키기 위하여
- ③ 보의 연성거동을 감소시키기 위하여
- ④ 보의 압축에 대한 저항성을 증가시키기 위하여

정답 ③

③ 압축철근은 보의 취성을 약화시킴으로 보의 연성거동이 증가된다.

4. 그림과 같이 지그재그로 볼트구멍(지름 $d = 25\text{ mm}$)이 있고 인장력 P 가 작용하는 판에서 인장응력 검토를 위한 순폭 $b_n[\text{mm}]$ 은?



- (1) 141 (2) 150
 (3) 159 (4) 175

정답 ③

다음 두 값 중 작은 값으로 한다.

일렬배치시, $b_n = b_g - d = 200 - 25 = 175mm$

엇모배치시, $b_n = b_g - d + \frac{s^2}{4q} = 200 - 2 \times 25 + \frac{60^2}{4 \times 100} = 159mm$

따라서 순폭은 159mm로 한다.

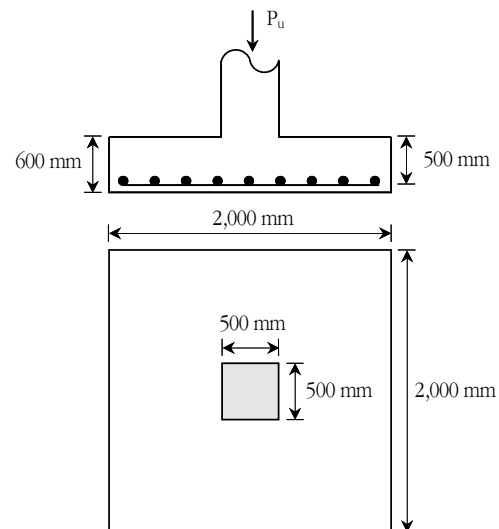
5. F 2405(콘크리트 압축강도시험방법)에 따라 결정된 재령 28일에 평가한 원주형 공시체의 기중압축강도 f_{ck} 가 30 MPa이고, 충분한 통계 자료가 없을 경우 설계에 사용할 수 있는 평균압축강도 f_{cm} [MPa]은? (단, 2015년도 도로교설계기준을 적용한다)

- ① 30 ② 32
③ 34 ④ 36

정답 ③

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f = 30 + 4 = 34 MPa$$

6. 그림과 같은 2방향 확대기초에 지중을 포함한 계수하중 $P_u = 1,600 \text{ kN}$ 이 작용할 때, 위험단면의 계수전단력 $V_u[\text{kN}]$ 는? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



- ① 1,100 ② 1,200
③ 1,300 ④ 1,400

정답 ②

$$\text{극한지지력, } q_u = \frac{P_u}{A} = \frac{1,600}{2 \times 2} = 400 \text{ kN/m}^2$$

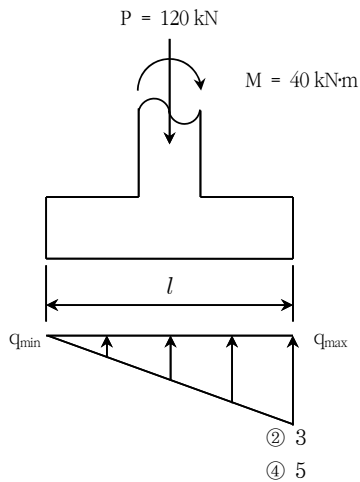
2방향 기초에서 전단의 위험단면에서 계수전단력

$$V_u = q_u(B \times L - (t + d)^2)$$

$$= 400 \times (2 \times 2 - (0.5 + 0.5)^2)$$

$$= 1,200kN$$

7. 그림과 같은 철근콘크리트 사각형 확대기초가 $P = 120 \text{ kN}$, $M = 40 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 를 받고 있다. 이때 확대기초에 발생하는 최소응력 q_{\min} 이 0이 되도록 하기 위한 길이 $l[\text{m}]$ 은? (단, 단위폭으로 고려한다)



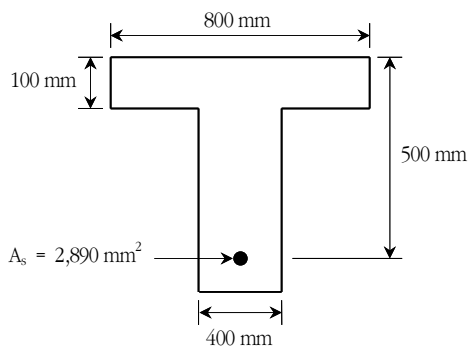
- ① 2 ② 3
③ 4 ④ 5

정답 ①

$$q = \frac{1}{A} \left(P - \frac{6M}{l} \right) = 0$$

$$l = \frac{6M}{P} = \frac{6 \times 40}{120} = 2m$$

8. 그림과 같은 T형보에 대한 등가 응력블록의 깊이 $a[\text{mm}]$ 는? (단, $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$)



- ① 55 ② 65
③ 75 ④ 85

정답 ④

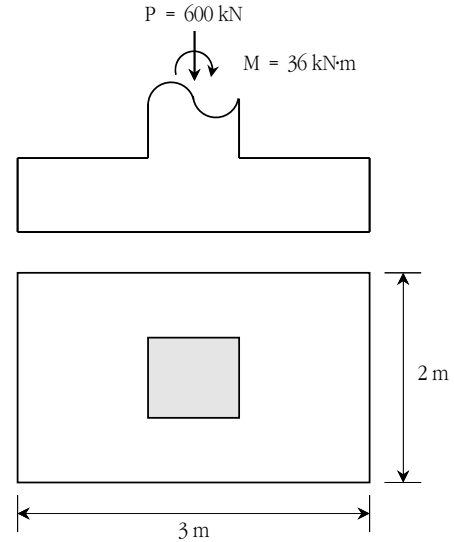
JSK방식 적용[강사들은 따라하지 않기 바람. 경고]
등가압축응력이 작용하는

$$A_c = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck}} = \frac{2,890 \times 400}{0.85 \times 20} = 68,000 \text{ mm}^2$$

플랜지 단면의 단면적이 $80,000\text{mm}^2$ 이므로

$$a = \frac{68,000}{800} = 85 \text{ mm}$$

9. 그림과 같이 바닥판과 기둥의 중심에 수직하중 $P = 600 \text{ kN}$ 과 휨모멘트 $M = 36 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 가 작용할 때, 확대기초에 발생하는 최대 응력 $[\text{kN}/\text{m}^2]$ 은?



- ① 106 ② 112
③ 123 ④ 158

정답 ②

$$q_{\max} = \frac{1}{A}(P + \frac{6M}{L}) = \frac{1}{3 \times 2}(600 + \frac{6 \times 36}{3}) = 112 \text{ kN/m}^2$$

10. 보통중량콘크리트를 사용한 경우 전단설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
(단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① $\frac{1}{2} \phi V_c < V_u \leq \phi V_c$ 인 경우는 최소 전단철근을 배치해야 한다.
- ② 용접이형철망을 제외한 전단철근의 항복강도는 500 MPa 이하여야 한다.
- ③ $V_s > \frac{2}{3} \sqrt{f_{ck}} b_w d$ 인 경우 콘크리트의 단면을 크게 해야 한다.
- ④ $V_s > \frac{1}{3} \sqrt{f_{ck}} b_w d$ 인 경우의 전단철근의 간격은 $V_s < \frac{1}{3} \sqrt{f_{ck}} b_w d$ 인 경우보다 2배로 늘려야 한다.

정답 ④

④ $V_s > \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d$ 인 경우의 전단철근의 간격은 $V_s \leq \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d$ 인 경우보다 1/2배로 줄여야 한다.

11. 철근콘크리트 기둥 중 장주 설계에서 모멘트 확대계수를 두는 이유는? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 전단력에 의한 모멘트 증가를 고려하기 위하여
- ② 횡방향 변위에 의한 모멘트 증가를 고려하기 위하여
- ③ 모멘트와 전단력의 간섭효과를 고려하기 위하여
- ④ 비틀림의 효과를 고려하기 위하여

정답 ②

- ② 장주의 횡방향 변위에 의한 추가되는 모멘트를 고려한 것이 모멘트 확대계수법이다.

12. 슬래브 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 2012년도 콘크리트구조 기준을 적용한다)

- ① 4변에 의해 지지되는 2방향 슬래브 중에서 단변에 대한 장변의 비가 2배를 넘으면 1방향 슬래브로 해석한다.
- ② 철근콘크리트 보와 일체로 만든 연속 슬래브의 휨모멘트 및 전단력을 구하기 위하여, 단순받침부 위에 놓인 연속보로 가정하여 탄성해석 또는 근사적인 계산방법을 사용할 수 있다.
- ③ 1방향 슬래브의 두께는 최소 100 mm 이상으로 하여야 한다.
- ④ 1방향 슬래브에서는 정모멘트 철근 및 부모멘트 철근에 평행한 방향으로 수축온도철근을 배치하여야 한다.

정답 ④

④ 1방향 슬래브에서는 정모멘트 철근 및 부모멘트 철근에 직각 방향으로 수축온도철근을 배치하여야 한다.

13. 프리텐션 프리스트레스 강재가 보유하여야 할 재료성능으로 옳은 것은?

- ① 인장강도가 작아야 한다.
- ② 연신율이 작아야 한다.
- ③ 릴랙сей션이 작아야 한다.
- ④ 콘크리트와의 부착강도가 작아야 한다.

정답 ③

- ① 인장강도가 커야 한다.
- ② 연신율이 커야 한다.
- ④ 콘크리트와의 부착강도가 커야 한다.

14. 유효길이 $L_e = 20$ m, 직사각형 단면의 크기 400 mm \times 300 mm인 기둥이 1단 자유, 1단 고정인 경우 최소 좌굴임계하중 P_{cr} [kN]은? (단, 기둥의 탄성 계수 $E = 200$ GPa이다)

- ① $450\pi^2$
- ② 450π
- ③ $900\pi^2$
- ④ 900π

정답 ①

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{L_e^2} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^6 \times \frac{0.4 \times 0.3^3}{12}}{20^2} = 450\pi^2 \text{ kN}$$

15. 보통중량콘크리트에 D25철근이 매립되어 있을 때, 철근의 기능을 발휘하기 위한 최소 묻힘길이(정착길이 l_d)[mm]는? (단, 부착응력 $u = 5$ MPa, 철근의 항복강도 $f_y = 300$ MPa, 철근의 직경 $d_b = 25$ mm, 2012년도 콘크리트 구조기준을 적용한다)

- ① 250
- ② 375
- ③ 750
- ④ 1,000

정답 ②

$$l_d = \frac{f_y d_b}{4\tau_u} = \frac{300 \times 25}{4 \times 5} = 375 \text{ MPa}$$

[참고]

위의 공식 $l_d = \frac{f_y d_b}{4\tau_u}$ 은 2012년도 콘크리트구조 설계기준에 명시되어 있는 공식이 아닙니다. 따라서 이의제기가 가능한 문제입니다.

16. 전단철근이 부담해야할 전단력 $V_s = 700$ kN일 때, 전단철근(수직스터럽)의 간격 s [mm]는? (단, 보통중량콘크리트이며 $f_{ck} = 36$ MPa, $f_y = 400$ MPa, $b = 400$ mm, $d = 600$ mm, 전단철근의 면적 $A_v = 700$ mm²이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 350
- ② 300
- ③ 240
- ④ 150

정답 ④

$$\text{전단철근의 간격, } s = \frac{A_v f_{yt} d}{V_s} = \frac{700 \times 400 \times 600}{700,000} = 240 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{3} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d = \frac{1}{3} \times 1.0 \sqrt{36} \times 400 \times 600 \times 10^{-3} = 480 \text{ kN}$$

$$V_s > \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d \text{ 이므로}$$

$$s \leq \left[\frac{d}{4}, 300 \text{ mm} \right]_{\min} = \left[\frac{600}{4}, 300 \text{ mm} \right]_{\min} = 150 \text{ mm}$$

따라서 전단철근의 간격은 150mm이하로 한다.

17. 단철근 직사각형보의 최대철근비 $\rho_{\max} = 0.02$ 일 때, 연성파괴가 되기 위한

최대 철근량[mm²]은? (단, $b = 300$ mm, $d = 600$ mm, 최소철근비 $\rho_{\min} = 0.003$ 이고, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 360
- ② 540
- ③ 3,600
- ④ 5,400

정답 ③

$$A_{s, \max} = \rho_{\max} b d = 0.02 \times 300 \times 600 = 3,600 \text{ mm}^2$$

18. 포스트텐션 방식의 PSC보를 시공하는 순서를 바르게 나열한 것은?

- ㄱ. 거푸집 조립
- ㄴ. 콘크리트 타설
- ㄷ. 그라우팅 실시
- ㄹ. 프리스트레스 도입
- ㅁ. 쉬스관 설치

- ① ㄱ → ㄴ → ㄹ → ㅁ → ㄷ
- ② ㄱ → ㅁ → ㄴ → ㄹ → ㄷ
- ③ ㅁ → ㄱ → ㄴ → ㄷ → ㄹ
- ④ ㅁ → ㄷ → ㄱ → ㄹ → ㄴ

정답 ②

포스트텐션 방식의 제작과정

거푸집 조립→쉬스관 배치→콘크리트 타설→프리스트레스 도입→그라우팅 실시

19. 접합부에서, 한쪽 방향으로만 인정파단, 다른 방향으로만 전단항복 혹은 전단파단이 발생하는 한계상태는? (단, 2011년도 강구조설계기준을 적용한다)

- ① 전단면 파단
- ② 블록전단파단
- ③ 순단면 항복
- ④ 전단면 항복

정답 ②

인장을 받는 강재에서 블록전단이 발생하는 경우에 인정파단과 전단파단 또는 전단항복 상태가 발생할 수 있다.

20. 압축철근량 $A_s' = 2,400 \text{ mm}^2$ 로 배근된 복철근 직사각형보의 탄성처짐이 10 mm인 부재의 경우 하중의 재하기간이 10년이고 압축철근비가 0.02일 때, 장기처짐을 고려한 총 처짐량[mm]은? (단, 폭 $b = 200 \text{ mm}$, 유효깊이 $d = 600 \text{ mm}$ 이고, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 10 ② 15
 ③ 20 ④ 25

정답 ③

㉞ 추가처짐

$$\lambda_{\Delta} = \frac{\xi}{1 + 50\rho'} = \frac{2.0}{1 + 50 \times 0.02} = 1$$

$$\text{추가처짐량, } \delta_l = \delta_e \times \lambda = 10 \times 1 = 10 \text{ mm}$$

㉞ 총처짐량

$$\delta_t = \delta_e + \delta_l = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$