토목설계

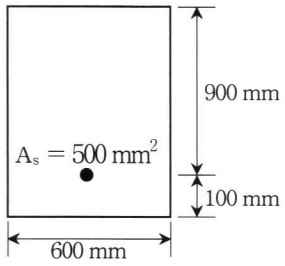
문 1. $b = 300\,\text{mm}$, $d = 600\,\text{mm}$인 단철근 직사각형보의 등가직사각형 응력블록의 깊이 $a = 100\,\text{mm}$일 때, 철근량 $A_s[\text{mm}^2]$는? (단, $f_{ck} = 20\,\text{MPa}$, $f_y = 300\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

① 850
② 1,550
③ 1,700
④ 3,400

문 2. 단순 지지된 보에 등분포 고정하중이 작용하고 있다. 순간 탄성처짐이 20 mm일 경우 5년 뒤의 총 처짐량[mm]은? (단, 중앙단면의 압축 철근비는 0.02이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

① 20
② 25
③ 30
④ 40

문 3. 그림과 같은 철근콘크리트 단면에서 균열 모멘트 $M_{cr}[\text{kN}\cdot\text{m}]$은? (단, 콘크리트는 보통 골재를 사용하고, $f_{ck} = 25\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



① 315
② 420
③ 3,150
④ 4,200

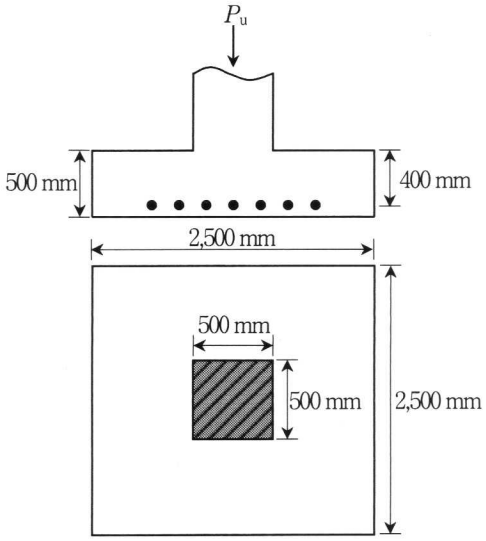
문 4. 물－시멘트비(W/C) 50 %, 단위수량 140 kgf/m^3, 단위잔골재량 760 kgf/m^{3}인 배합을 실시하여 콘크리트의 단위중량을 측정한 결과 2,300 kgf/m^{3}일 때, 콘크리트의 단위굵은골재량[kgf/m^3]은? (단, 시멘트의 비중은 3.15, 잔골재의 비중은 2.60, 굵은 골재의 비중은 2.65이고, 혼화재료는 사용하지 않았다)

① 1,120
② 1,220
③ 1,260
④ 1,400

문 5. 직사각형 철근콘크리트 단면이 전단철근 없이 계수전단력 $V_u = 75\,\text{kN}$을 저항할 수 있는 단면의 최소 유효깊이 d[mm]는? (단, $f_{ck} = 16\,\text{MPa}$, 단면의 폭 $b = 400\,\text{mm}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

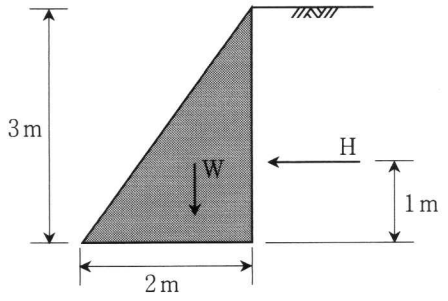
① 600
② 750
③ 850
④ 1,000

문 6. 그림과 같은 확대기초에 계수 하중 $P_u = 1{,}200\,\text{kN}$이 작용할 때, 전단에 대한 위험단면의 둘레 길이 b_0[mm]는? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



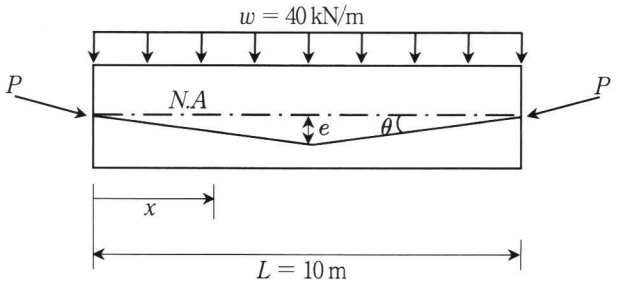
① 3,600
② 4,000
③ 4,400
④ 4,500

문 7. 그림과 같이 옹벽의 무게 W = 90 kN이고 옹벽에 작용하는 수평력 H = 20 kN일 때, 전도에 대한 안전율과 활동에 대한 안전율은? (단, 옹벽의 무게 및 수평력은 단위폭당 값이며 옹벽의 저판 콘크리트와 흙 사이의 마찰계수는 0.4이고, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



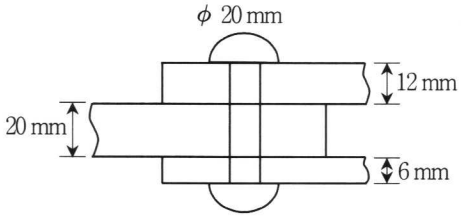
	전도에 대한 안전율	활동에 대한 안전율
①	3.0	1.5
②	3.0	1.8
③	6.0	1.5
④	6.0	1.8

문 8. 그림과 같이 지간 $L = 10\,\text{m}$인 프리스트레스트 콘크리트 단순보에 자중을 포함한 등분포하중 $w = 40\,\text{kN/m}$가 작용하고 있다. 긴장재는 지간 중앙에 편심 $e = 0.4\,\text{m}$로 절곡 배치하였다. 긴장력 $P = 1{,}000\,\text{kN}$일 때, 보의 끝단에서 전단력이 작용하지 않는 지점까지의 거리 x[m]는? (단, $\sin\theta = 2e/L$로 가정하고, 프리스트레스의 손실은 무시한다)



① 1
② 2
③ 3
④ 4

문 9. 그림과 같이 리벳의 직경이 20 mm일 때, 이 리벳의 강도[kN]는? (단, 리벳의 허용 전단응력 $v_a = 130\,\text{MPa}$, 허용 지압응력 $f_{ba} = 300\,\text{MPa}$이다)



① 26π
② 52π
③ 108
④ 216

문 10. 길이가 2 m이고 사각형 단면(200 mm × 200 mm)인 기둥에 연직하중 80 kN이 고정하중으로 작용한다. 기둥이 옥외에 있을 때, 크리프 변형률(ϵ_c)은? (단, 콘크리트의 탄성계수 $E_c = 20{,}000\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

① 0.0001
② 0.0002
③ 0.0003
④ 0.003

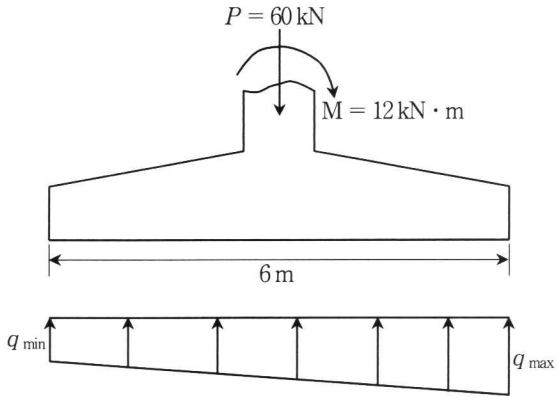
문 11. 옹벽의 안정조건에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

① 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력의 1.5배 이상이어야 한다.
② 지반에 유발되는 최대 지반반력은 지반의 허용지지력을 초과할 수 없다.
③ 전도에 대한 저항휨모멘트는 횡토압에 의한 전도모멘트의 2배 이상이어야 한다.
④ 지반의 허용지지력은 지반의 극한지지력의 3배 이상이어야 한다.

문 12. 지름이 150 mm, 높이 300 mm인 원주형 표준공시체에 대하여 쪼갬인장시험을 실시한 결과, 파괴 시 하중이 270,000 N이었다면 콘크리트의 쪼갬인장강도[MPa]는? (단, $\pi = 3$으로 계산한다)

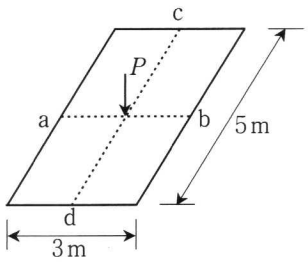
① 1.5
② 2.0
③ 3.5
④ 4.0

문 13. 그림과 같은 철근 콘크리트 독립확대기초의 지반에 발생하는 최대 및 최소 지반 응력(q_{max}, q_{min} [kN/m^2])은? (단, 기초의 자중은 무시하고, 응력은 단위폭당 계산한다)



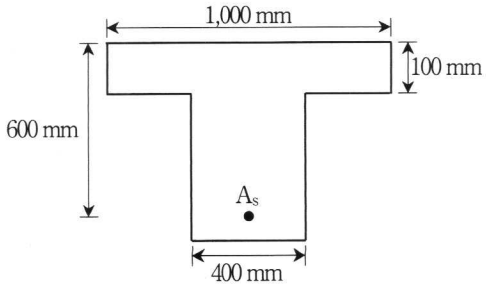
	q_{max}	q_{min}
①	10	6
②	10	8
③	12	6
④	12	8

문 14. 그림과 같이 단순 지지된 슬래브의 중앙점에 집중하중 $P = 76\,\text{kN}$이 작용할 때, ab방향에 분배되는 하중[kN]은?



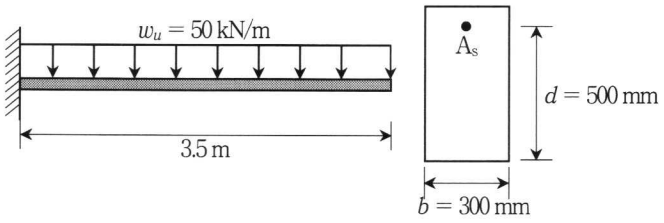
① 50
② 60.5
③ 62.5
④ 125

문 15. 그림과 같은 단철근 T형보에서 플랜지 부분에 대응하는 철근량 A_{sf}[mm^2]는? (단, $f_{ck} = 30\,\text{MPa}$, $f_y = 300\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



① 3,400
② 4,000
③ 5,100
④ 5,200

문 16. 그림과 같이 $b = 300\,\text{mm}$, $d = 500\,\text{mm}$인 철근콘크리트 캔틸레버보에 자중을 포함한 계수등분포하중 $w_u = 50\,\text{kN/m}$가 작용하고 있다. 전단에 대한 위험단면에서 전단철근이 부담해야 할 공칭전단강도 V_s의 최소값[kN]은? (단, 콘크리트는 보통골재를 사용하고, $f_{ck} = 25\,\text{MPa}$, $f_y = 300\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

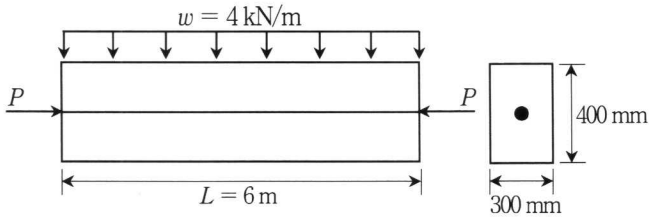


① 52
② 66.7
③ 75
④ 120.5

문 17. 단면의 폭 $b = 300\,\text{mm}$, 유효깊이 $d = 500\,\text{mm}$인 단철근 직사각형보가 등가 직사각형의 응력깊이 $a = 170\,\text{mm}$, $f_{ck} = 28\,\text{MPa}$, $f_y = 400\,\text{MPa}$인 경우 강도감소계수는? (단, 압축지배단면에서 강도감소계수는 0.65로 계산하며, 소수 넷째자리에서 반올림하고, 2012년도 콘크리트 구조기준을 적용한다)

① 0.817
② 0.833
③ 0.842
④ 0.850

문 18. 그림과 같이 프리스트레스트 콘크리트 단순보 단면의 중심에 PS강선이 배치된 부재에 자중을 포함한 등분포하중 $w = 4\,\text{kN/m}$가 작용한다. 이 부재에 인장응력이 발생하지 않으려면 PS강선에 도입되어야 할 최소 긴장력 P[kN]는?

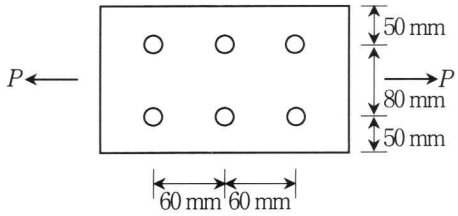


① 150
② 270
③ 390
④ 430

문 19. 압축연단에서 중립축까지의 거리 $c = 120\,\text{mm}$인 단철근 직사각형보의 단면이 인장지배 단면이 되기 위한 인장철근의 최소 유효깊이 d[mm]는? (단, 인장철근은 1단 배근되어 있고, 철근의 탄성계수 $E_s = 200{,}000\,\text{MPa}$, $f_y = 500\,\text{MPa}$이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

① 200
② 280
③ 320
④ 370

문 20. 그림과 같이 두께가 10 mm인 강판을 리벳으로 연결한 경우 강판이 최대로 허용할 수 있는 인장력 P[kN]는? (단, 강판의 허용 인장응력 $f_{ta} = 150\,\text{MPa}$, 리벳구멍의 지름 25 mm이다)



① 135
② 155
③ 175
④ 195

2017년 국가직 9급 토목설계 해설(나형)

1. ③번

$$A_s = \frac{0.85 f_{ck} a b}{f_y} = \frac{0.85 \times 20 \times 100 \times 300}{300} = 1{,}700[\mathrm{mm}^2]$$

2. ④번

(1) 장기처짐계수(λ_Δ) 산정

· $\xi = 2.0$(5년 이상인 경우)

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

(2) 최종 총처짐 산정

$\therefore\ \delta_{total} = \delta_{i(D)}(1+\lambda_\Delta) = 20\times(1+1) = 40[\mathrm{mm}]$

3. ①번

· $M_{cr} = f_r \times \frac{I_g}{y_t} = 0.63\lambda\sqrt{f_{ck}} \times \frac{bh^2}{6} = 0.63\times 1.0\times\sqrt{25}\times\frac{600\times 1{,}000^2}{6}$

$= 315\times 10^6[\mathrm{N\cdot mm}] = 315[\mathrm{kN\cdot m}]$

4. ①번

· 단위시멘트량 $= \frac{\text{단위수량}}{\mathrm{W/C}} = \frac{140}{0.5} = 280[\mathrm{kgf/m^3}]$

· 단위중량 = 단위수량 + 단위시멘트량 + 단위잔골재량 + 단위굵은골재량

· 단위굵은골재량 = 단위중량 − (단위수량 + 단위시멘트량 + 단위잔골재량)

∴ 단위굵은골재량 $= 2{,}300 - (140+280+760) = 1{,}120[\mathrm{kgf/m^3}]$

5. ②번

◎최소 전단철근 및 전단철근을 배근하지 않아도 되는 조건은 $V_u \le \frac{1}{2}\phi V_c$이다.

(여기서, $\phi = 0.75$, $V_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_{ck}}\,bd$)

· $V_u \le \frac{1}{2}\phi V_c \Rightarrow (75\times 10^3) \le \frac{1}{2}\times 0.75\times\left(\frac{1}{6}\times 1.0\times\sqrt{16}\times 400\times d\right)$

$\therefore\ d_{\min} = 750[\mathrm{mm}]$

(주의) 무단 복제 시 처벌 받을 수 있습니다. 무단 복제를 금지합니다.

2017년 국가직 9급 토목설계 해설(나형)

6. ①번

· 위험단면의 둘레길이 $b_o = (0.5d + a + 0.5d) \times 4\text{개} = (a+d) \times 4$

$\therefore\ b_o = (500+400) \times 4 = 3{,}600[\text{mm}]$

7. ④번

· 전도안전율 $= \dfrac{\text{복원 모멘트}}{\text{전도 모멘트}} = \dfrac{W \times x_o}{H \times y_o} = \dfrac{90 \times \left(2 \times \frac{2}{3}\right)}{20 \times 1} = 6.0$

· 활동안전율 $= \dfrac{\text{마찰 저항력}}{\text{수평 활동력}} = \dfrac{f \times W}{H} = \dfrac{0.4 \times 90}{20} = 1.8$

8. ③번

(1) 등분포하중에 의한 전단력 산정

$$V_{x1} = \frac{wL}{2} - w \cdot x = \frac{40 \cdot 10}{2} - 40 \cdot x = 200 - 40x\ [\text{kN}]$$

(2) 긴장력에 의한 전단력 산정

$$V_{x2} = -P \cdot \sin\theta = -P \cdot \frac{2e}{L} = -1{,}000 \times \frac{2 \times 0.4}{10} = -80[\text{kN}]$$

(3) 전단력이 영(zero)인 곳의 거리 산정

$V_x = V_{x1} + V_{x2} = (200 - 40x) + (-80) = 0,\ x = 3[\text{m}]$

9. ①번

(1) 볼트의 허용전단강도(P_v) 산정

$$P_v = v_a \times (A_{\text{단면}} \times 2\text{개}) = 130 \times \left(\frac{\pi \times 20^2}{4} \times 2\right) = 26{,}000\pi\ [\text{N}] = 26\pi\ [\text{kN}]$$

(2) 볼트의 허용지압강도(P_b) 산정

$P_b = f_{ba} \times A_{\text{투영}} = 300 \times \{20 \times (12+6)\} = 108{,}000[\text{N}] = 108[\text{kN}],\ (\because (12+6) < 20)$

(3) 볼트의 최대 허용인장력(P_s) 산정

$P_s = [P_v,\ P_b]_{\min} = 26\pi[\text{kN}]$

(주의) 무단 복제 시 처벌 받을 수 있습니다. 무단 복제를 금지합니다.

2017년 국가직 9급 토목설계 해설(나형)

10. ②번

· $\epsilon = \dfrac{P}{E_c A} = \dfrac{(80 \times 10^3)}{20{,}000 \times (200 \times 200)} = 0.0001$

· $C_u = 2.0$(옥외의 경우)

$\therefore \epsilon_{creep} = C_u \epsilon = 2.0 \times 0.0001 = 0.0002$

11. ④번

④ 지반의 허용지지력은 지반의 극한지지력의 1/3이어야 한다.

12. ④번

$\therefore f_{sp} = \dfrac{2P}{\pi L d} = \dfrac{2 \times (270 \times 10^3)}{3 \times 300 \times 150} = 4.0[\mathrm{MPa}]$

13. ④번

· $q_{\max} = \dfrac{P}{A} + \dfrac{M}{Z} = \dfrac{1}{B}\left(P + \dfrac{6M}{B}\right) = \dfrac{1}{6} \times \left(60 + \dfrac{6 \times 12}{6}\right) = 12[\mathrm{kN \cdot m^2}]$

· $q_{\min} = \dfrac{P}{A} - \dfrac{M}{Z} = \dfrac{1}{B}\left(P - \dfrac{6M}{B}\right) = \dfrac{1}{6} \times \left(60 - \dfrac{6 \times 12}{6}\right) = 8[\mathrm{kN \cdot m^2}]$

14. ③번

$P_{ab} = P_S = \dfrac{L^3}{L^3 + S^3} P = \dfrac{5^3}{5^3 + 3^3} \times 76 = 62.5[\mathrm{kN}]$

15. ③번

$A_{sf} = \dfrac{0.85 f_{ck} t_f (b - b_w)}{f_y} = \dfrac{0.85 \times 30 \times 100 \times (1{,}000 - 400)}{300} = 5{,}100[\mathrm{mm^2}]$

16. ③번

· $V_u = R_A - w_u d = w_u \ell - w_u d = w_u(\ell - d) = 50 \times (3.5 - 0.5) = 150[\mathrm{kN}]$

· $V_c = \dfrac{1}{6} \lambda \sqrt{f_{ck}}\, bd = \dfrac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{25} \times 300 \times 500 = 125{,}000[\mathrm{N}] = 125[\mathrm{kN}]$

· $V_s \geq \dfrac{V_u - \phi V_c}{\phi}\left(= \dfrac{4}{3} V_u - V_c\right)$이므로 $V_{s,\min} = \dfrac{4}{3} V_u - V_c$이다.

$\therefore V_{s,\min} = \dfrac{4}{3} \times 150 - 125 = 75[\mathrm{kN}]$

(주의) 무단 복제 시 처벌 받을 수 있습니다. 무단 복제를 금지합니다.

2017년 국가직 9급 토목설계 해설(나형)

17. ①번

· $\beta_1 = 0.85\ (f_{ck} \le 28\text{MPa}),\qquad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{170}{0.85} = 200[\text{mm}]$

· $\varepsilon_t = \frac{d_t - c}{c} \times 0.003 = \frac{500-200}{200} \times 0.003 = 0.0045$

· $\varepsilon_{\min} = 0.004\ (f_y \le 400\text{MPa인 경우}),\ \varepsilon_{t,tcl} = 0.005\ (f_y \le 400\text{MPa인 경우})$

$\varepsilon_{\min}(=0.004) \le \varepsilon_t < \varepsilon_{t,td}(=0.005)$이므로 변화구간에 해당한다.

· $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{(200\times 10^3)} = 0.0020$

$\therefore\ \phi = 0.65 + (\varepsilon_t - \varepsilon_y) \times \frac{200}{3} = 0.65 + (0.0045 - 0.0020) \times \frac{200}{3} \simeq 0.817$

18. ②번

◎강도 개념(내력모멘트 개념)

· 부재에 인장응력이 발생하지 않으려면 하연의 응력이 0(zero)일 때이다.

· $z = e_p + \frac{h}{6} = 0 + \frac{0.4}{6} = \frac{1}{15}[\text{m}]$, (하연에 응력이 0(zero)일 때)

· $M_{하중}\left(=\frac{wl^2}{8}\right) = M_{저항}(=P\times z)$이므로 $P = \frac{wl^2}{8z}$이다.

$\therefore P = \frac{4\times 6^2}{8\times(1/15)} = 270[\text{kN}]$

19. ④번

· $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{500}{(200\times 10^3)} = 0.0025$

· $\varepsilon_{t,tcl} = 2.5\epsilon_y = 2.5\times 0.0025 = 0.00625\ (f_y > 400\text{MPa인 경우})$

· 인장지배 단면이 되기 위해서는 $\frac{c_{tcl}}{d_t} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_{t,tcl}}$이므로 $d_t = \frac{\epsilon_c + \epsilon_{t,tcl}}{\epsilon_c} \times c_{tcl}$이다.

$\therefore d_t = \frac{0.003 + 0.00625}{0.003} \times 120 = 370[\text{mm}]$

20. ④번

· $A_n = b_n \times t = (b_g - 2d_h) \times t = (180 - 2\times 25) \times 10 = 1{,}300[\text{mm}^2]$

$\therefore P = f_{ta} \times A_n = 150 \times 1{,}300 = 195{,}000[\text{N}] = 195[\text{kN}]$

(주의) 무단 복제 시 처벌 받을 수 있습니다. 무단 복제를 금지합니다.