

토목설계

해설위원 : 장 성 국 교수

본 문제의 소유권 및 판권은 (주)월비스고시학원에 있습니다. 무단복사 판매 시 저작권법에 의거 경고조치 없이 고발하여 민·형사상 책임을 지게 됩니다.

- 반드시 OMR카드에 성명, 주민등록번호를 기재하시기 바랍니다.
- OMR카드 작성시 컴퓨터용 사인펜으로 작성해주시기 바랍니다.

- 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 1,560
③ 1,700 ④ 3,400

[정답] ③

[해설] ③ 주어진 조건하에서 단철근보의 철근량은 다음과 같다.

$$A_s = \frac{0.85f_{ck}ab}{f_y} = \frac{0.85 \times 20 \times 100 \times 300}{300} = 1,700\text{mm}^2$$

- 문 2. 단순 지지된 보에 등분포 고정하중이 작용하고 있다. 순간 탄성처짐이 20mm일 경우 5년 뒤의 총처짐량[mm]은? (단, 중앙단면의 압축 철근비는 0.02이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)
- ① 20 ② 25
③ 30 ④ 40

[정답] ④

[해설] ④ 총처짐량은 순간 탄성처짐에다가 추가처짐을 더한다.

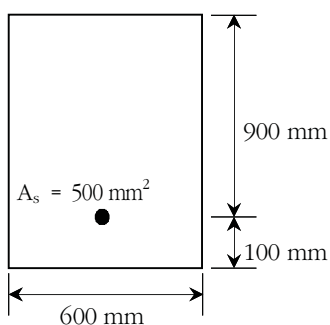
$$\delta_t = \text{순간처짐량} + \text{추가처짐량}$$

$$= 20 + 20 \times \frac{2}{1 + 50 \times 0.02}$$

$$= 20 + 20$$

$$= 40\text{mm}$$

- 문 3. 그림과 같은 철근콘크리트 단면에서 균열모멘트 $M_{cr}[\text{mm}]$ 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

[정답] ①

[해설] ① 철근콘크리트보의 균열모멘트는

$$M_{cr} = Z \cdot f_r = \frac{600 \times 1,000^2}{6} \times (0.63 \times 1.0 \times \sqrt{25})$$

$$= 315 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm} = 315\text{kN} \cdot \text{m}$$

- 문 4. 물-시멘트비(W/C) 50%, 단위수량 140kgf/m^3 , 단위잔골재량 760kgf/m^3 인 배합을 실시하여 콘크리트의 단위중량을 측정한 결과 $2,300\text{kgf/m}^3$ 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

[정답] ①

[해설] ① 단위굵은골재량은 다음과 같다.

① 단위시멘량

$$W/C = 0.5$$

$$C = \frac{W}{0.5} = \frac{140}{0.5} = 280\text{kgf/m}^3$$

④ 단위굵은골재량

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

- 문 5. 직사각형 철근콘크리트 단면이 전단철근 없이 계수전단력 $V_u = 75\text{kN}$ 을 저항할 수 있는 단면의 최소 유효깊이 $d[\text{mm}]$ 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

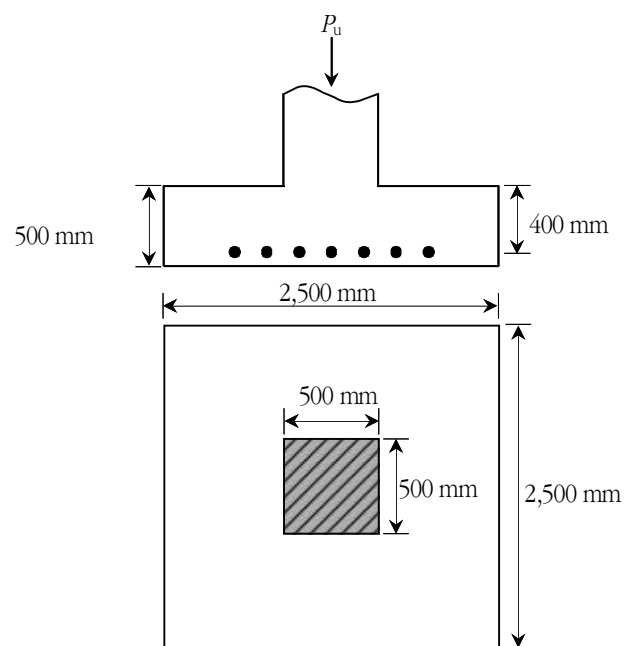
[정답] ②

[해설] ② $\frac{1}{2}\phi V_c \geq V_u$ 이어야 한다. $V_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_{ck}}b_wd$ 이므로

$$\frac{1}{2} \times 0.75 \times \left(\frac{1}{6} \times 1.0 \times \sqrt{16} \times 400 \times d\right) \geq 75 \times 10^3$$

$$d \geq 750\text{mm}$$

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



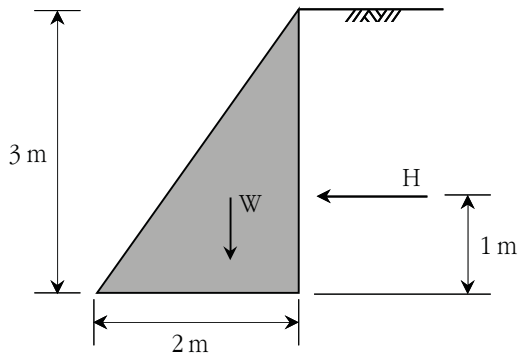
- ① 3,600 ② 4,000
③ 4,400 ④ 4,500

[정답] ①

[해설] ① 기초판이 2방향 작용을 함으로 전단의 위험단면의 둘레 길이는

$$b_0 = 4(t + 1.0d) = 4(500 + 1.0 \times 400) = 3,600\text{mm}$$

문 7. 그림과 같이 옹벽의 무게 $W=90\text{kN}$ 이고 옹벽에 작용하는 수평력 $H=20\text{kN}$ 일 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

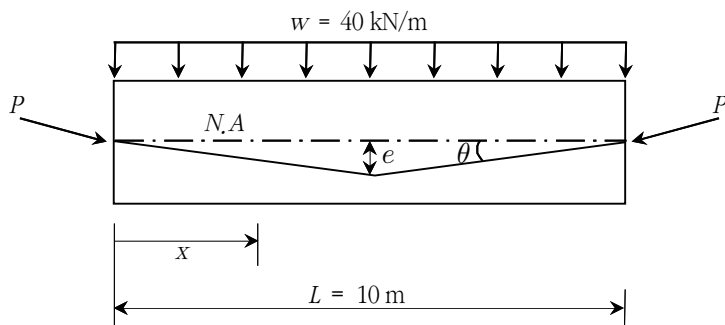
[정답] ④

[해설] ④ 전도와 활동의 안전율은 다음과 같이 구한다.

$$\text{전도의 안전율, } FS = \frac{\text{저항모멘트}}{\text{전도모멘트}} = \frac{90 \times (2 \times \frac{2}{3})}{20 \times 1} = 6$$

$$\text{활동의 안전율, } FS = \frac{\text{저항력}}{\text{수평력}} = \frac{90 \times 0.4}{20} = 1.8$$

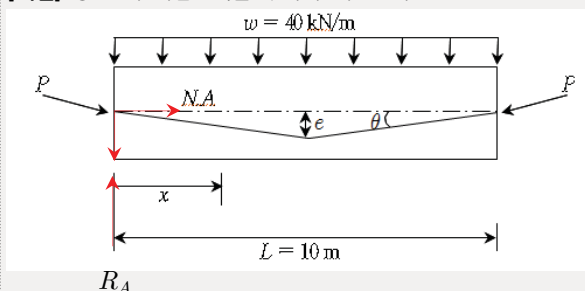
문 8. 그림과 같이 지간 $L=10\text{m}$ 인 프리스트레스트 콘크리트 단순보에 자중을 포함한 등분포하중 $w=40\text{kN/m}$ 가 작용하고 있다. 긴장재는 지간 중앙에 편심 $e=0.4\text{m}$ 로 절곡 배치하였다. 긴장력 $P=1,000\text{kN}$ 일 때, 보의 끝단에서 전단력이 작용하지 않는 지점까지의 거리 $x[\text{m}]$ 는? (단, $\sin\theta = 2e/L$ 로 가정하고, 프리스트레스의 손실은 무시한다)



- ① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

[정답] ③

[해설] ③ 먼저 지점반력을 구하여 계산한다.

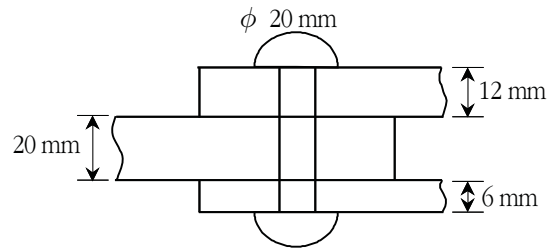


$$V_x = R_A - wx - P\sin\theta$$

$$0 = \frac{40 \times 10}{2} - 40x - 1,000 \times \frac{2 \times 0.4}{10}$$

$$x = 3\text{m}$$

문 9. 그림과 같이 리벳의 직경이 20mm일 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 108π ④ 216π

[정답] ①

[해설] ① 리벳의 강도는 전단강도와 지압강도 중에서 작은 값을 취한다.

① 전단강도

2면 전단이므로 전단강도는

$$\rho_s = v_a \times \frac{\pi d^2}{4} \times 2 = 130 \times \frac{\pi \times 20^2}{4} \times 2 = 26,000\pi \text{N} = 26\pi \text{ kN}$$

② 지압강도

양외측판의 두께의 합과 중간판의 두께 중에서 작은 값을 취하여 구한다. 따라서 여기서는 두께 $t=10+6=18\text{mm}$ 로 한다.

$$\text{지압강도, } \rho_b = f_{ba} dt = 300 \times 20 \times 18 = 108,000\text{N} = 108\text{kN}$$

따라서 리벳의 강도는 $26\pi\text{kN}$ 으로 한다.

문 10. 길이가 2m이고 사각형 단면($200\text{mm} \times 200\text{mm}$)인 기둥에 연직하중 80kN 이 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

[정답] ②

[해설] ② 탄성변형률을 구하여 계산한다. 옥외 부재의 크리프계수는 2.0으로 한다.

$$\text{탄성변형률, } \epsilon_e = \frac{P}{EA} = \frac{80 \times 10^3}{20,000 \times 200 \times 200} = 1 \times 10^{-4}$$

$$\text{크리프변형률, } \epsilon_c = C_u \epsilon_e = 2.0 \times 1 \times 10^{-4} = 0.0002$$

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 저항힘모멘트는 횡토압에 의한 전도모멘트의 2배 이상이어야 한다.
④ 지반의 허용지지력은 지반의 극한지지력의 3배 이상이어야 한다.

[정답] ④

[해설] ④ 지반의 허용지지력은 지반의 극한지지력의 1/3로 한다.

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

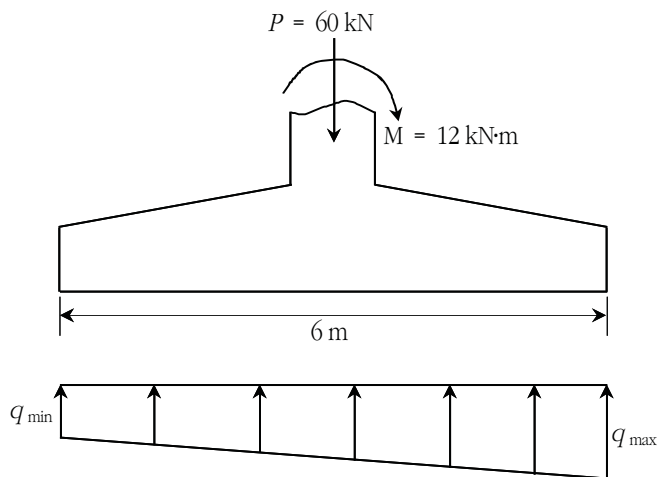
- ① 1.5 ② 2.0
③ 3.5 ④ 4.0

[정답] ④

[해설] ④ 쪼갬인장강도는 다음에 의한다.

$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2 \times 270,000}{3 \times 150 \times 300} = 4 \text{ MPa}$$

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)



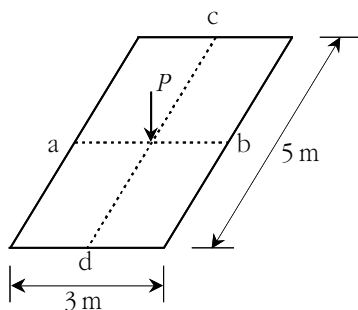
- | | $q_{\max}$ | $q_{\min}$ |
|---|------------|------------|
| ① | 10 | 6 |
| ② | 10 | 8 |
| ③ | 12 | 6 |
| ④ | 12 | 8 |

[정답] ④

[해설] ④ 최대 및 최소 지반반력은 다음과 같다.

$$q_{(\max, \min)} = \frac{1}{A} \left(P \pm \frac{6M}{B} \right) = \frac{1}{6 \times 1} \left(60 \pm \frac{6 \times 12}{6} \right) = 10 \pm 2 = (12, 8) [\text{MPa}]$$

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



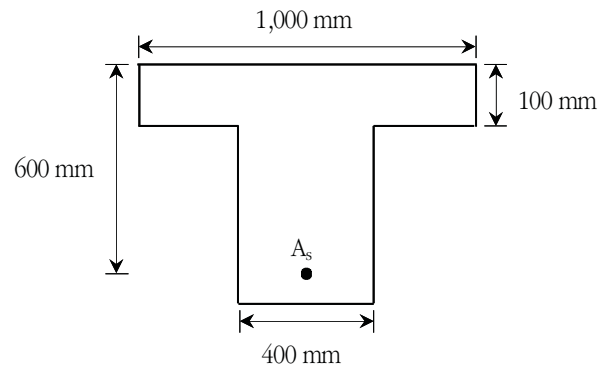
- ① 50 ② 60.5
③ 62.5 ④ 125

[정답] ④

[해설] ④ ab변은 단변이므로 집중하중 작용시 단변이 부담하는 하중을 구한다.

$$P_s = \frac{L^3}{L^3 + S^3} P = \frac{5^3}{5^3 + 3^3} \times 76 = 62.5 \text{ kN}$$

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 콘크리트구조 기준에 적용한다)



- ① 3,400 ② 4,000
③ 5,100 ④ 5,200

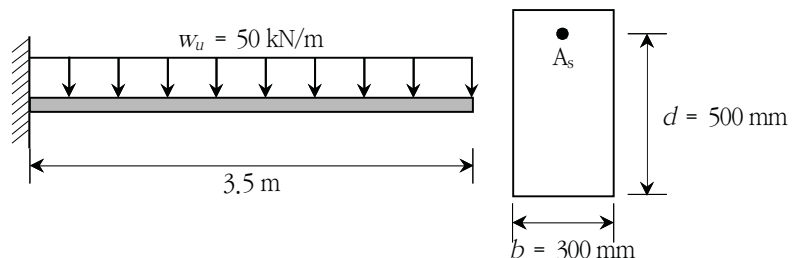
[정답] ③

[해설]

③ 압축을 받는 플랜지 단면의 압축력에 대응하는 인장철근량 A_{sf} 는 다음 식에 의한다.

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

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



- ① 52 ② 66.7
③ 75 ④ 120.5

[정답] ③

[해설] ③ 전단철근이 부담할 최소 전단강도는 $V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c$ 식에 의한다.

$$V_u = w_u L - w_u d = w_u (L - d) = 50 \times (3.5 - 0.5) = 150 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d = \frac{1}{6} \times 1.0 \times \sqrt{25} \times 300 \times 500 = 125,000 \text{ N} = 125 \text{ kN}$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{150}{0.75} - 125 = 75 \text{ kN}$$

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 콘크리트구조기준에 적용한다)

- ① 0.817 ② 0.833
③ 0.842 ④ 0.850

[정답] ①

[해설] ① 순인장변형률을 구하여 판단한다.

① 순인장변형률

$$\text{중립축의 위치, } c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{170}{0.85} = 200\text{mm}$$

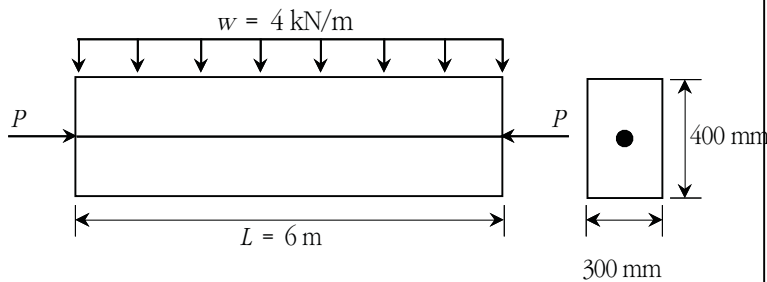
$$\text{순인장변형률, } \epsilon_t = 0.003 \frac{d_t - c}{c} = 0.003 \times \frac{500 - 200}{200} = 0.0045$$

$\epsilon_{t,td} \geq \epsilon_t \geq \epsilon_{t,cd}$ 에 해당됨으로 변화구간의 단면이다. 또한 최소순인장변형률을 만족시키고 있다.

① 강도감소계수

$$\phi = 0.65 + 0.2 \times \frac{0.0045 - 0.002}{0.005 - 0.002} = 0.65 + 0.167 = 0.817$$

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



- ① 150 ② 270
③ 390 ④ 430

[정답] ②

[해설] ② 지간 중앙단면 하연에서 응력이 영(0)로 하여 즉, $f = \frac{P}{A} - \frac{M}{Z} = 0$ 로 구한다.

$$P = \frac{6M}{h} = \frac{6 \times \frac{4 \times 6^2}{8}}{0.4} = 270\text{kN}$$

문 19. 압축연단에서 중립축까지의 거리 $c=120\text{mm}$ 인 단철근 직사각형보의 단면이 인장지배 단면이 되기 위한 인장철근의 최소 유효깊이 $d[\text{mm}]$ 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

[정답] ④

[해설] ④ 다음 조건에 의해서 구한다.

$$f_y = 500\text{MPa의 항복변형률, } \epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{500}{200,000} = 0.0025$$

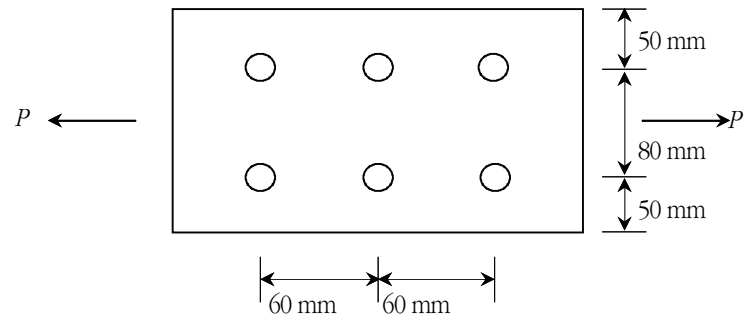
$$\epsilon_t \geq \epsilon_{t,td}$$

$$0.003 \frac{d_t - c}{c} \geq 2.5\epsilon_y$$

$$0.003 \times \frac{d - 120}{120} \geq 2.5 \times 0.0025$$

$$d \geq 370\text{mm}$$

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



- ① 135 ② 155
③ 175 ④ 195

[정답] ④

[해설] ④ 허용 하중은 다음과 같이 구한다. 강판에 볼트 구멍이 일렬배치가 되어 있다.

$$\text{강판의 순폭, } b_n = b_g - 2d_h = 180 - 2 \times 25 = 130\text{mm}$$

$$\text{강판의 허용하중, } P = f_{ta}A_n = f_{ta}(b_n t) = 150 \times (130 \times 10) = 195,000\text{N} = 195\text{kN}$$

■ 정답

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
③	④	①	①	②	①	④	③	①	②
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
④	④	④	③	③	③	①	②	④	④