

응용역학개론

해설위원 : 장 성 국 교수

본 문제의 소유권 및 판권은 (주)윌비스고시학원에 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.

[총평]

매우 어려운 난이도 상에 해당되는 문제는 3번, 5번, 15번 정도로 판단된다. 그런데 수험생 입장에서 보면 전년도보다 매우 어렵게 출제되었기 때문에 전반적인 채감 난이도는 매우 낮았을 것이다.

토목직은

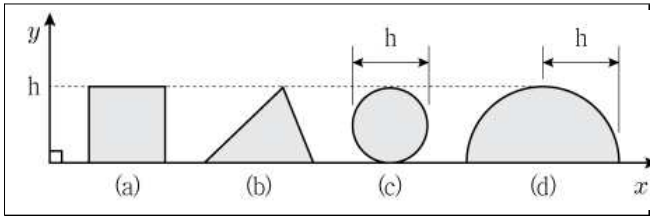
멘탈이 강한자만 합격한다.

그 멘탈은 실력에 비례한다.

그 실력은 레벨에 비례한다.

그 레벨은 강사에 의해 결정된다.

문 1. 그림과 같이 x-y 평면 상에 있는 단면 중 도심의 y좌표 값이 가장 작은 것은?



- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d)

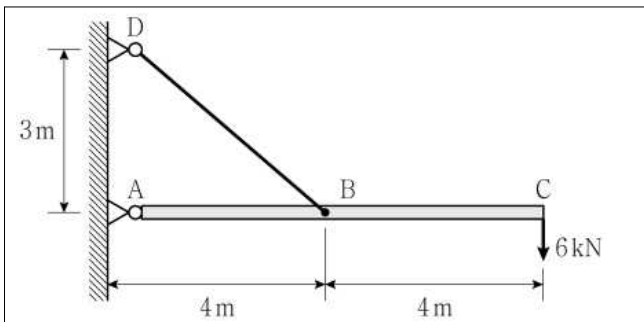
정답 ②

도심좌표는 다음과 같다.

$$y_a = \frac{h}{2}, \quad y_b = \frac{h}{3}, \quad y_c = \frac{h}{2}, \quad y_d = \frac{4h}{3\pi}$$

이 중에서 가장 작은 값은 $y_b = \frac{h}{3}$ 이다.

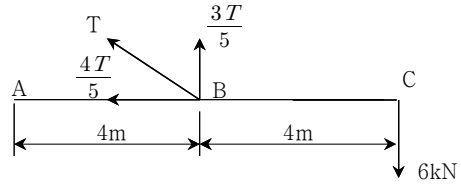
문 2. 그림과 같이 강재로 된 보가 케이블로 B점에서 지지되고 있다. C점에 수직 하중이 작용할 때, 부재 AB에 발생하는 축력의 크기[kN]는? (단, 모든 부재의 자중은 무시한다)



- ① 12(압축) ② 12(인장) ③ 16(압축) ④ 16(인장)

정답 ③

BD부재력을 T라고 하면 AB부재력은 $\frac{4T}{5}$ (압축)가 된다.

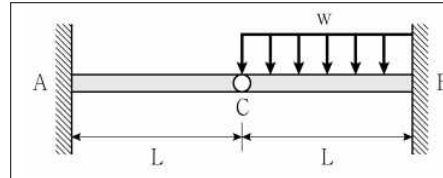


$$\sum M_A = 0, \quad -\frac{3T}{5} \times 4 + 6 \times 8 = 0$$

$$T = 20 \text{ kN}$$

$$\sum H = 0, \quad AB = -\frac{4T}{5} = -\frac{4 \times 20}{5} = -16 \text{ kN (압축)}$$

문 3. 그림과 같이 C점에 내부힌지가 있는 보의 지점 A와 B에서 수직반력의 비 R_A/R_B 는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



- ① $\frac{3}{16}$ ② $\frac{3}{15}$ ③ $\frac{3}{14}$ ④ $\frac{3}{13}$

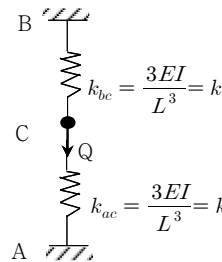
정답 ④

J.S.K 법 : 등가스프링 모델링구조
병렬구조물이다.

$$\text{AC보의 강성도, } k_{ac} = \frac{3EI}{L^3} = k$$

$$\text{BC보의 강성도, } k_{bc} = \frac{3EI}{L^3} = k$$

$$\text{등가하중, } Q = \frac{3\omega L}{8}$$



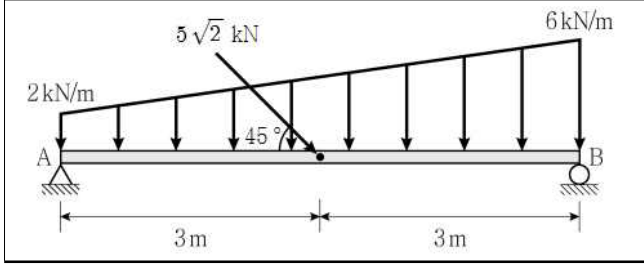
$$R_c = k_{ac} \times \delta_c = k \times \frac{Q}{k+k} = k \times \frac{\frac{3\omega L}{8}}{2k} = \frac{3\omega L}{16}$$

$$R_A = R_C = \frac{3\omega L}{16}$$

$$R_B = \omega L - R_C = \frac{13\omega L}{16}$$

$$\therefore \frac{R_A}{R_B} = \frac{3}{13}$$

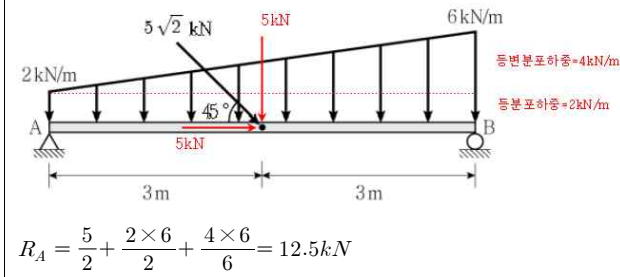
문 4. 그림과 같은 분포하중과 집중하중을 받는 단순보에서 지점 A의 수직반력 크기[kN]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



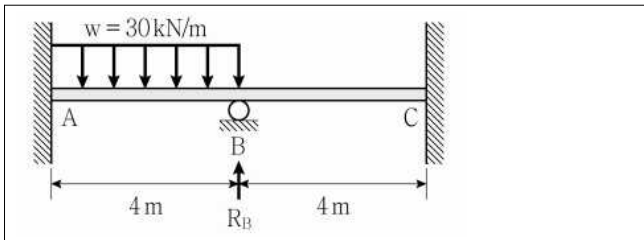
- ① 10.0 ② 12.5 ③ 15.0 ④ 17.5

정답 ②

집중하중을 수평과 수직분력으로 나누고, 사다리꼴분포하중을 등분포하중과 등변분포하중으로 나누어서 구하면 편리하다.



문 5. 그림과 같은 부정정보에서 지점 B에 발생하는 수직반력 R_B 의 크기[kN]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하며, 자중은 무시한다)



- ① 55 ② 60 ③ 65 ④ 70

정답 ②

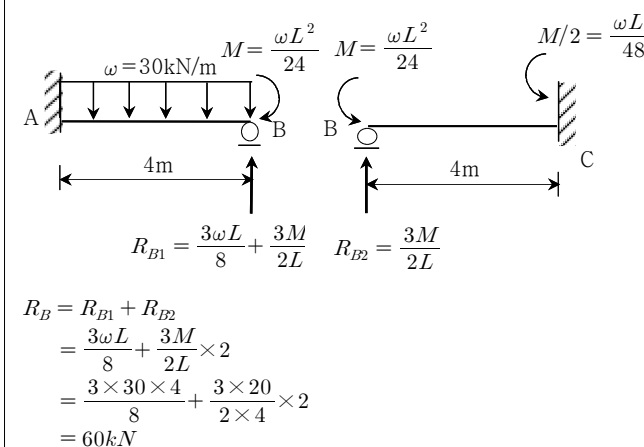
① B점의 휨모멘트

모멘트분배법에 의한

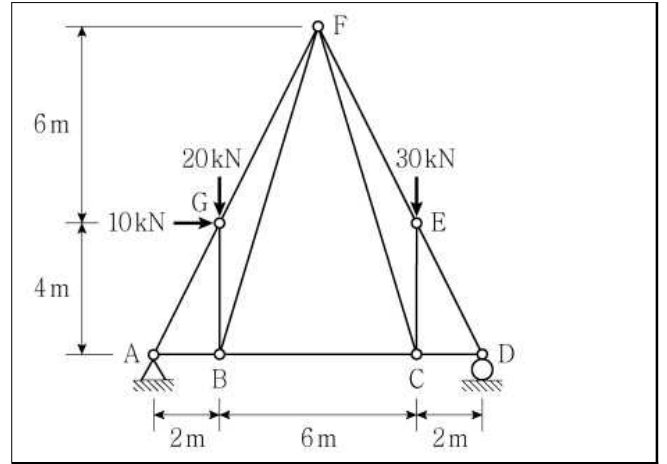
$$M_B = -M_{BC} = -\left[\frac{\omega L^2}{12}\right] \times \frac{1}{2} = -\frac{\omega L^2}{24} = -\frac{30 \times 4^2}{24} = -20 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

② B점의 수직반력

자유물체도를 이용하여 중첩의 원리 적용함

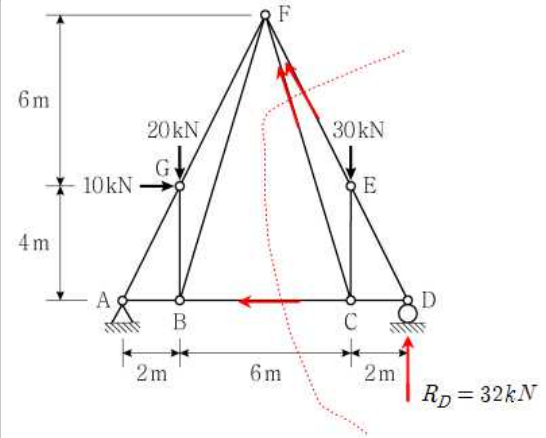


문 6. 그림과 같은 트러스 구조물에서 부재 BC의 부재력 크기[kN]는? (단, 모든 자중은 무시한다)



- ① 5 (압축) ② 5 (인장) ③ 7 (압축) ④ 7 (인장)

정답 ④



① D점의 수직반력

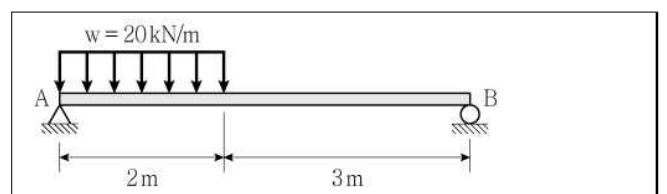
$$R_D = \frac{20 \times 2 + 30 \times 8 + 10 \times 4}{10} = 32 \text{ kN}$$

② BC부재력

$$\sum M_F = 0, \quad BC \times 10 + 30 \times 3 - 32 \times 5 = 0$$

$$BC = 7 \text{ kN (인장)}$$

문 7. 그림과 같은 등분포하중이 작용하는 단순보에서 최대휨모멘트가 발생되는 거릿값(x)과 최대휨모멘트 값(M)의 비 $\left[\frac{x}{M}\right]$ 는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시하며, 최대휨모멘트의 발생지점은 지점 A로부터의 거리이다)

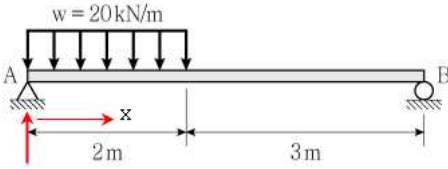


- ① $\frac{1}{8}$ ② 8 ③ $\frac{1}{16}$ ④ 16

정답 ③

㉠ A지점의 수직반력

$$R_A = \frac{(20 \times 2) \times 4}{5} = 32 \text{ kN}$$



㉡ 최대 휨모멘트 위치

$$S_x = 32 - 20x = 0$$

$$x = 1.6 \text{ m}$$

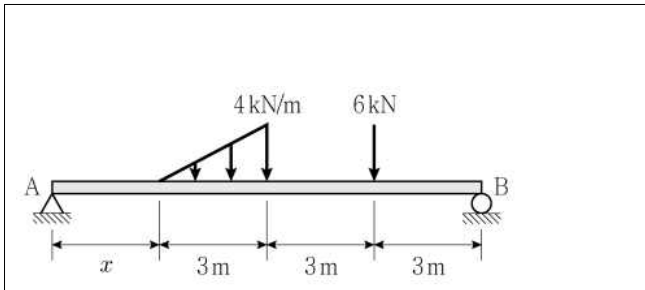
$$\textcircled{\ominus} \frac{x}{M_{\max}}$$

$$M_{\max} = R_A x - \frac{\omega x^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{M_{\max}}{x} &= R_A - \frac{\omega x}{2} \\ &= 32 - \frac{20 \times 1.6}{2} \\ &= 16 \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{x}{M_{\max}} = \frac{1}{16}$$

문 8. 그림과 같은 단순보에 하중이 작용할 때 지점 A, B에서 수직 반력 R_A 및 R_B 가 $2R_A = R_B$ 로 성립되기 위한 거리 x [m]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6

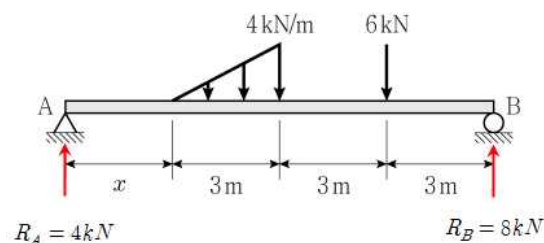
정답 ④

 R_B 가 R_A 의 2배이므로

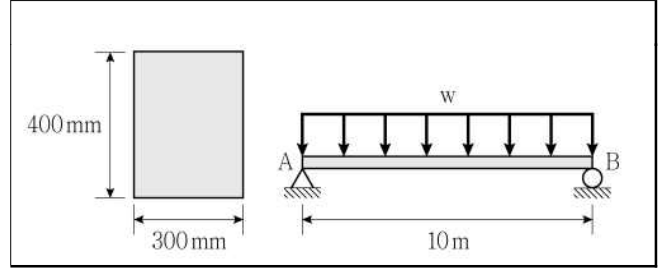
$$R_B = \frac{2}{3} \times \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 4 + 6 \right) = 8 \text{ kN}$$

$$R_A = \frac{R_B}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0, \quad & 4(x+9) - \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 4 \right) \times \left(6 + \frac{3}{3} \right) - 6 \times 3 = 0 \\ & x = 6 \text{ m} \end{aligned}$$



문 9. 그림과 같이 폭 300 mm, 높이 400 mm의 직사각형 단면을 갖는 단순보의 허용 휨응력이 6 MPa이라면, 단순보에 작용시킬 수 있는 최대 등분포하중 w 의 크기[kN/m]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



- ① 3.84 ② 4.84 ③ 5.84 ④ 6.84

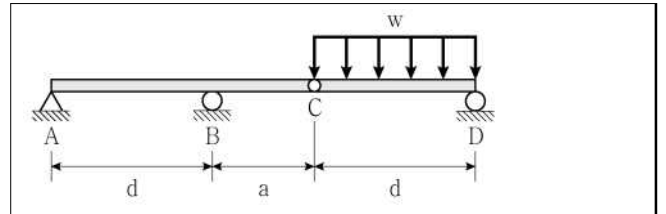
정답 ①

$$\sigma_a = \frac{6M_{\max}}{bh^2}$$

$$6 \times 10^3 = \frac{6 \times \frac{\omega \times 10^2}{8}}{0.3 \times 0.4^2}$$

$$\omega = 3.84 \text{ kN/m}$$

문 10. 그림과 같이 내부힌지가 있는 보에서, 지점 B의 휨모멘트와 CD구간의 최대휨모멘트가 같게 되는 길이 a 는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



- ① $\frac{1}{6}d$ ② $\frac{1}{5}d$ ③ $\frac{1}{4}d$ ④ $\frac{1}{3}d$

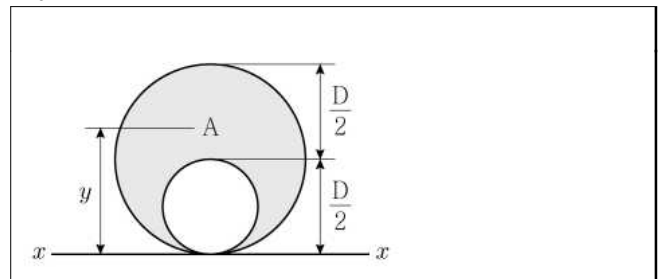
정답 ③

두 점의 휨모멘트의 절대값이 같다는 것으로부터 구한다.

$$\left| -\frac{\omega d}{2} \times a \right| = \left| \frac{\omega d^2}{8} \right|$$

$$a = \frac{d}{4}$$

문 11. 그림과 같은 음영 부분 A단면에서 $x-x$ 축으로부터 도심까지의 거리 y 는?



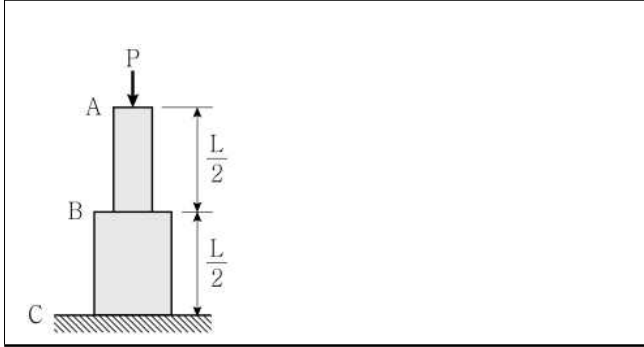
- ① $\frac{5D}{12}$ ② $\frac{6D}{12}$ ③ $\frac{7D}{12}$ ④ $\frac{8D}{12}$

정답 ③

작은 원의 단면적을 A라고 하면 원래 원의 단면적은 4A가 된다.

$$y = \frac{4A \times \frac{D}{2} - A \times \frac{D}{4}}{4A - A} = \frac{7D}{12}$$

문 12. 그림과 같이 재료와 길이가 동일하고 단면적이 다른 수직 부재가 축하중 P를 받고 있을 때, A점에서 발생하는 변위는 B점에서 발생하는 변위의 몇 배인가? (단, 구간 AB와 BC의 축강성은 각각 EA와 2EA이고, 부재의 자중은 무시한다)



- ① 1.5 ② 2.0 ③ 2.5 ④ 3.0

정답 ④

㉠ 축변형공식 이용

$$\delta_A = \frac{P(L/2)}{EA} + \frac{P(L/2)}{2EA} = \frac{3PL}{4EA}$$

$$\delta_B = \frac{P(L/2)}{2EA} = \frac{PL}{4EA}$$

㉡ JSK법 이용

부재길이가 동일하고 축강도가 BC부재가 AB부재보다 2배 더 크므로 AB 부재 강성도를 $k_{ab} = \frac{2EA}{L} = k$ 로 두면 BC부재 강성도는 $k_{bc} = 2k$ 가 된다.

㉢ δ_A/δ_B

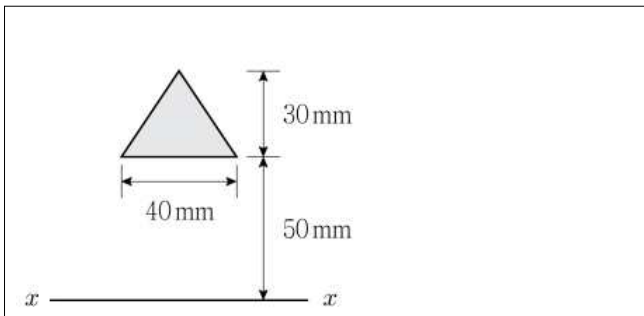
직렬구조이므로 등가강성도, $k' = \frac{k \times 2k}{k + 2k} = \frac{2k}{3}$

$$\delta_A = \frac{P}{\frac{2k}{3}} = \frac{3P}{2k}$$

$$\delta_B = \frac{P}{2k}$$

$$\therefore \frac{\delta_A}{\delta_B} = 3$$

문 13. 그림과 같은 삼각형 단면의 $x-x$ 축에 대한 단면2차모멘트 $I_x[\text{mm}^4]$ 는?

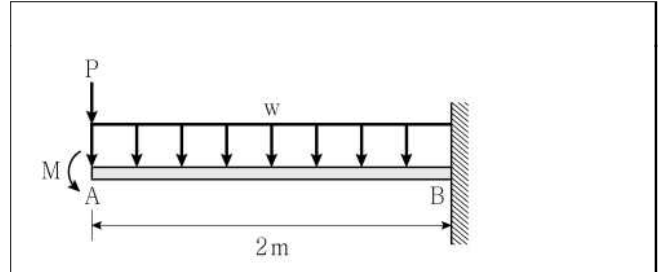


- ① 155×10^4 ② 219×10^4
③ 345×10^4 ④ 526×10^4

정답 ②

$$I_x = \frac{40 \times 30^3}{36} + \left(\frac{1}{2} \times 40 \times 30\right) \times \left(50 + \frac{30}{3}\right)^2 = 219 \times 10^4$$

문 14. 그림과 같이 캔틸레버보에 집중하중(P), 등분포하중(w), 모멘트하중(M)이 작용하고 있다. 자유단 A에 최대 수직처짐을 발생시키는 하중은 이 세 가지 중 어느 것이며, 보에 세 하중이 동시에 작용할 때 발생하는 수직처짐 δ 의 크기[mm]는? (단, $P = 10 \text{ kN}$, $w = 10 \text{ kN/m}$, $M = 10 \text{ kN}\cdot\text{m}$, 휨강성 $EI = 2 \times 10^{10} \text{ kN}\cdot\text{mm}^2$ 이고, 자중은 무시한다)



- ① $w = 10 \text{ kN/m}$, $\delta = 1 \text{ mm}$
② $M = 10 \text{ kN}\cdot\text{m}$, $\delta = 1 \text{ mm}$
③ $P = 10 \text{ kN}$, $\delta = \frac{10}{3} \text{ mm}$
④ $M = 10 \text{ kN}\cdot\text{m}$, $\delta = \frac{10}{3} \text{ mm}$

정답 ③

$$\delta_w = \frac{\omega L^4}{8EI} = \frac{(10 \times 10^{-3})(2000)^4}{8EI} = \frac{2 \times 10^{10}}{EI} = 1 \text{ mm}$$

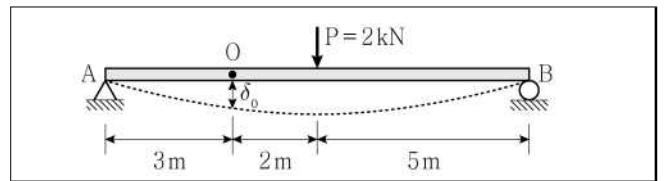
$$\delta_P = \frac{PL^3}{3EI} = \frac{10 \times 2000^3}{3EI} = \frac{8 \times 10^{10}}{3EI} = \frac{4}{3} \text{ mm}$$

$$\delta_M = \frac{ML^2}{2EI} = \frac{(10 \times 1000)(2000)^2}{2EI} = \frac{2 \times 10^{10}}{EI} = 1 \text{ mm}$$

P가 작용할 때 처짐이 가장 크다.

$$\delta = 1 + \frac{4}{3} + 1 = \frac{10}{3} \text{ mm}$$

문 15. 그림과 같은 단순보에서 집중하중이 작용할 때, O점에서의 수직 처짐 δ_o 의 크기[mm]는? (단, 휨강성 $EI = 2 \times 10^{12} \text{ N}\cdot\text{mm}^2$ 이며, 자중은 무시한다)



- ① 14.5 ② 15.5 ③ 16.5 ④ 17.5

정답 ③

공역보를 적용함

$$\frac{PL}{4EI} = \omega$$

$$\frac{2\omega x}{L}$$

$$R_A = \frac{\omega L}{4}$$

지간 중앙의 탄성하중을 ω 로 한다.

공액보가 대칭이므로 공액보의 $R_A = \frac{\omega L}{4}$ 이다.

$$\text{여기서, } \omega = \frac{PL}{4EI} = \frac{2 \times 10^3 \times (10 \times 10^3)}{4 \times 2 \times 10^{12}} = \frac{1}{4 \times 10^5} \text{ mm}$$

$$\delta_0 = M_0(\text{공액보})$$

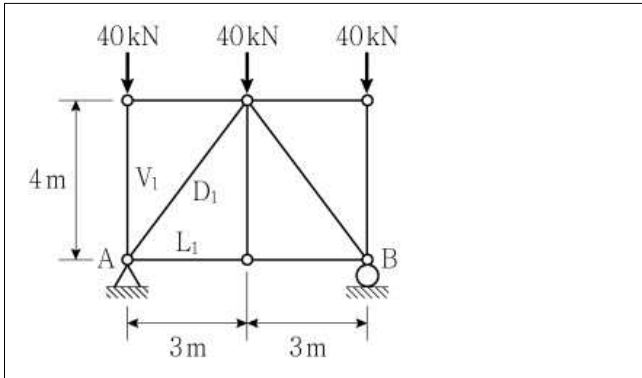
$$= \frac{\omega L}{4} x - \left(\frac{1}{2} \times x \times \frac{2\omega x}{L} \right) \times \frac{x}{3}$$

$$= \frac{\omega x L}{4} - \frac{\omega x^3}{3L}$$

$$= \frac{1}{4 \times 10^5} \times 3,000 \times 10,000 - \frac{1}{4 \times 10^5} \times 3,000^3$$

$$= 16.5 \text{ mm}$$

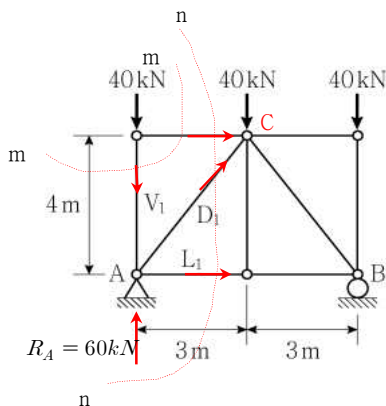
문 16. 그림과 같은 하중을 받는 트러스에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 모든 부재의 자중은 무시한다)



- ① V1은 40 kN의 압축을 받는다.
- ② L1은 15 kN의 인장을 받는다.
- ③ 내적안정이고 외적안정이며서 정정이다.
- ④ D1은 16 kN의 압축을 받는다.

정답 ④

내적 안정이고 외적 안정 구조물이며 정정구조물이다.
구조대칭에 하중대칭이므로 수직반력은 모두 60kN이다.



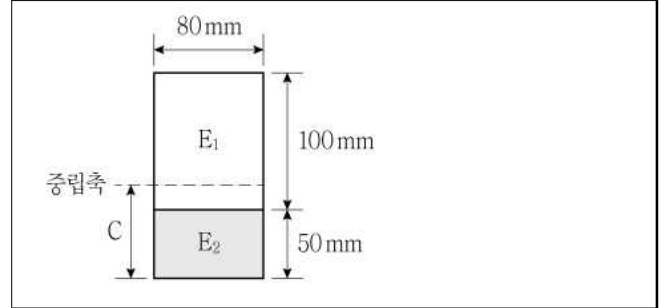
$$\sum M_C = 0, (60 - 40) \times 3 - L_1 \times 4 = 0, L_1 = 15 \text{ kN (인장)}$$

$$\text{절단면 m-m에서, } \sum V = 0, -V_1 - 40 = 0, V_1 = -40 \text{ kN (압축)}$$

절단면 n-n면에서

$$\sum V = 0, 60 - 40 + \frac{4}{5} D_1 = 0, D_1 = -25 \text{ kN (압축)}$$

문 17. 그림과 같이 두 개의 재료로 이루어진 합성 단면이 있다. 단면 하단으로부터 중립축까지의 거리 C [mm]는? (단, 각각 재료의 탄성계수는 $E_1 = 0.8 \times 10^5 \text{ MPa}$, $E_2 = 3.2 \times 10^5 \text{ MPa}$ 이다)

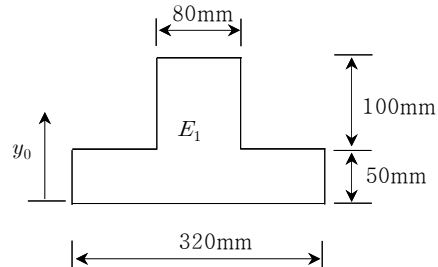


- ① 50 ② 60 ③ 70 ④ 80

정답 ①

환산단면으로 구한다.

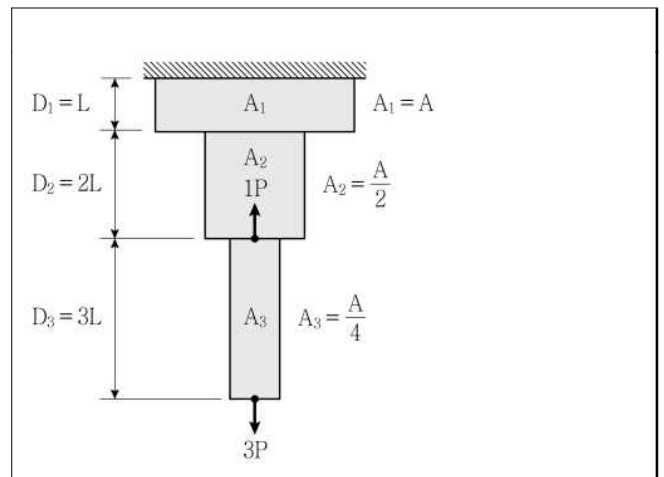
$E_2 = 4E_1$ 이므로 재료2의 빗금친 부분의 폭을 4배로 하면 동질단면으로 환산된다.



웹브단면의 단면적($8,000 \text{ mm}^2$)을 A로 하면 하부플랜지단면의 단면적 $16,000 \text{ mm}^2$ 을 2A가 된다.

$$y_0 = \frac{2A \times 25 + A \times (50 + 50)}{2A + A} = 50 \text{ mm}$$

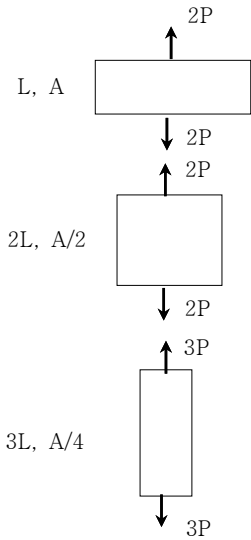
문 18. 그림과 같은 부재에 2개의 축하중이 작용할 때 구간 D1, D2, D3의 변위의 비($\delta_1 : \delta_2 : \delta_3$)는? (단, 모든 부재의 단면적은 A로 나타내며, 탄성계수 E는 일정하고, 자중은 무시한다)



- ① 1 : 2 : 18 ② 1 : 4 : 18 ③ 1 : 2 : 24 ④ 1 : 4 : 24

정답 ②

자유물체도를 그려서 구한다.



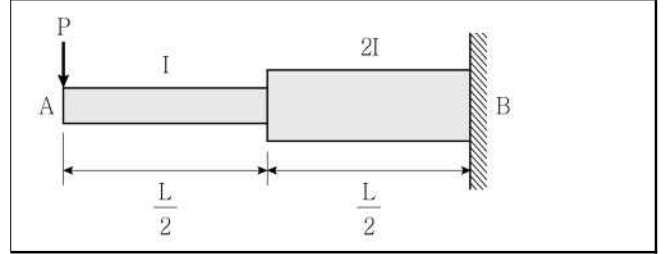
$$\delta_1 = \frac{2PL}{EA}$$

$$\delta_2 = \frac{2P(2L)}{E(A/2)} = \frac{8PL}{EA}$$

$$\delta_3 = \frac{3P(3L)}{E(A/4)} = \frac{36PL}{EA}$$

$$\delta_1 : \delta_2 : \delta_3 = 2 : 8 : 36 = 1 : 4 : 18$$

문 20. 그림과 같은 변단면 캔틸레버보에서 A점의 수직처짐의 크기는? (단, 모든 부재의 탄성계수 E는 일정하고, 자중은 무시한다)



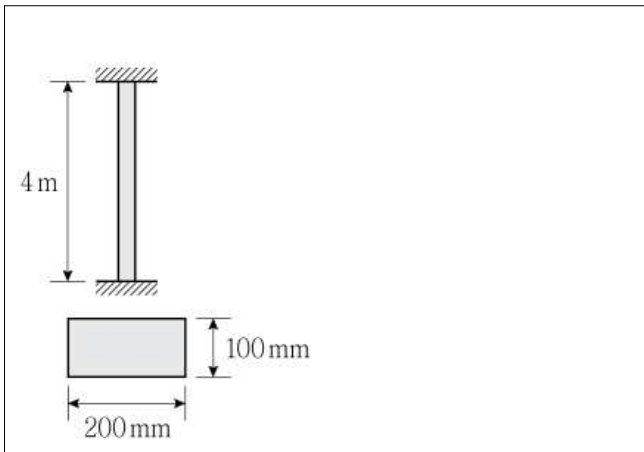
- ① $\frac{PL^3}{32EI}$ ② $\frac{3PL^3}{32EI}$ ③ $\frac{PL^3}{16EI}$ ④ $\frac{3PL^3}{16EI}$

정답 ④

JSK공식에 의함

$$\delta_A = \frac{PL^3}{3(2EI)} + \frac{P(L/2)^3}{3(2EI)} = \frac{3PL^3}{16EI}$$

문 19. 그림과 같이 양단이 고정지지된 직사각형 단면을 갖는 기둥의 최소 임계하중의 크기[kN]는? (단, 기둥의 탄성계수 E = 210 GPa, π^2 은 10으로 계산하며, 자중은 무시한다)



- ① 8,750 ② 9,000 ③ 9,250 ④ 9,750

정답 ①

$$P_{cr} = \frac{4\pi^2 EI_{\min}}{L^2} = \frac{4 \times 10 \times 210 \times 10^6 \times \frac{0.2 \times 0.1^3}{12}}{4^2} = 8,750 \text{ kN}$$