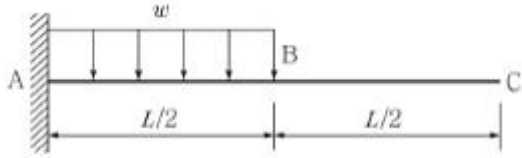


2016 서울시 9급 응용역학개론 9급 기출문제

1. 다음 그림과 같은 캔틸레버보에서 B점과 C점의 처짐비($\delta_B : \delta_C$)는? (단, 휨강성 EI는 일정하다)



- ① 1 : 1 ② 2 : 5 ③ 3 : 7 ④ 4 : 9

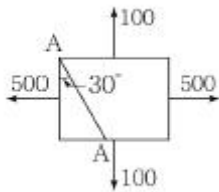
정답 ③ [지방직 모의고사 4회]

③ 공액보법의 공액보를 이용하여 모멘트팔의 거리비로 구한다.

$$\delta_B : \delta_C = \frac{A}{EI} \times x_b : \frac{A}{EI} \times x_c = x_b : x_c = \frac{3}{4} \times \frac{L}{2} : \left(\frac{L}{2} + \frac{3}{4} \times \frac{L}{2} \right) = \frac{3L}{8} : \frac{7L}{8} = 3 : 7$$

여기서 A는 BMD의 면적, x_b 는 B점에서 공액보의 탄성하중의 합력작용점(도심)까지 거리, x_c 는 C점에서 공액보의 탄성하중의 합력작용점(도심)까지 거리를 의미한다. 그리고 EI는 휨강성으로 일정하다고 본다.

2. 다음 그림과 같은 응력상태의 구조체에서 A-A단면에 발생하는 수직응력 σ 와 전단응력 τ 의 크기는? (단, 그림에서 단위는 MPa이다)



- ① $\sigma = 400 \text{ MPa}$, $\tau = 100\sqrt{3} \text{ MPa}$
 ② $\sigma = 400 \text{ MPa}$, $\tau = 200 \text{ MPa}$
 ③ $\sigma = 500 \text{ MPa}$, $\tau = 100\sqrt{3} \text{ MPa}$
 ④ $\sigma = 500 \text{ MPa}$, $\tau = 200 \text{ MPa}$

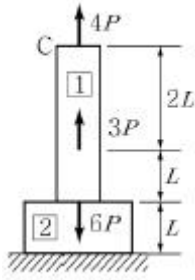
정답 ① [지방직 모의고사 4회]

① 2축응력상태의 경사면상의 응력을 구한다.

$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta = \frac{500 + 100}{2} + \frac{500 - 100}{2} \times \cos(2 \times 30^\circ) = 300 + 100 = 400 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta = \frac{500 - 100}{2} \times \sin(2 \times 30^\circ) = 100\sqrt{3} \text{ MPa}$$

3. 다음 그림과 같은 부재에 수직하중이 작용할 때, C점의 수평방향 변위는? (단, 선형탄성 부재이고, 탄성계수는 E로 일정, 1의 단면적은 A, 2의 단면적은 2A이다)

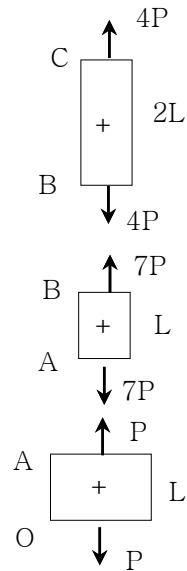


- ① $\frac{23PL}{2EA}$ ② $\frac{12PL}{EA}$ ③ $\frac{14PL}{EA}$ ④ $\frac{31PL}{2EA}$

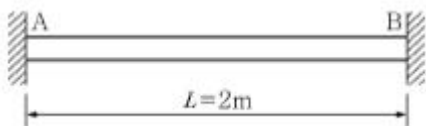
정답 ④ [지방직 모의고사 1회]

④ 자유물체도를 이용한다.

$$\delta_C = \frac{4P \times 2L}{EA} + \frac{7PL}{EA} + \frac{PL}{2EA} = \frac{31PL}{2EA}$$



4. 다음 그림과 같은 양단이 고정되고 속이 찬 원형단면을 가진 길이 2m 봉의 전체온도가 100°C 상승했을 때 좌굴이 발생하였다. 이때 봉의 지름은? (단, 열팽창계수 $\alpha = 10^{-6}/^\circ \text{C}$ 이다)



- ① $\sqrt{\frac{0.02}{\pi}} m$ ② $\sqrt{\frac{0.04}{\pi}} m$ ③ $\frac{0.02}{\pi} m$ ④ $\frac{0.04}{\pi} m$

정답 ④ [지방직 모의고사 8회]

④ 온도반력과 좌굴하중을 같게 하여 구한다.

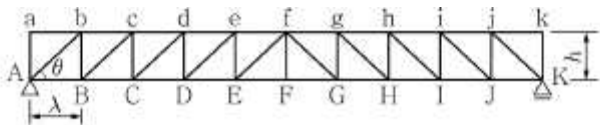
$$R_t = P_{cr}$$

$$\alpha \cdot \Delta T \cdot EA = \frac{n\pi^2 EI}{L^2}$$

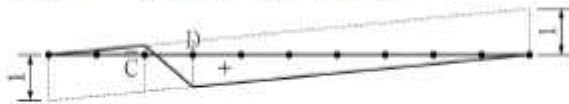
$$\alpha \cdot \Delta T \cdot EA = \frac{n\pi^2 E \left(\frac{A \cdot D^2}{16} \right)}{L^2}$$

$$\begin{aligned} \therefore D &= \sqrt{\frac{16\alpha \cdot \Delta T \cdot L^2}{n\pi^2}} \\ &= \sqrt{\frac{16 \times 10^{-6} \times 100 \times 2^2}{4\pi^2}} m \\ &= \frac{4 \times 10^{-2}}{\pi} m \end{aligned}$$

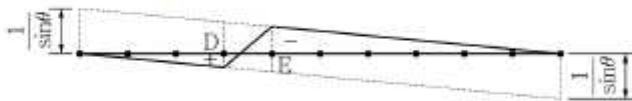
5. 다음 그림과 같은 하우트러스에 대한 내용 중 옳지 않은 것은? (단, 구조물은 대칭이며, 사재와 하현재가 이루는 각의 크기는 모두 같다)



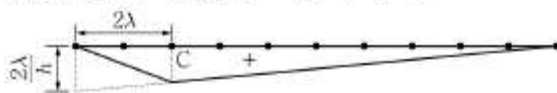
- ① 부재 Aa, ab, jk, Kk 등에는 부재력이 발생하지 않으므로 특별한 용도가 없는 한 제거하여도 무방하다.
 ② 수직재 Dd의 영향선은 다음과 같다.



- ③ 사재 De의 영향선은 다음과 같다.

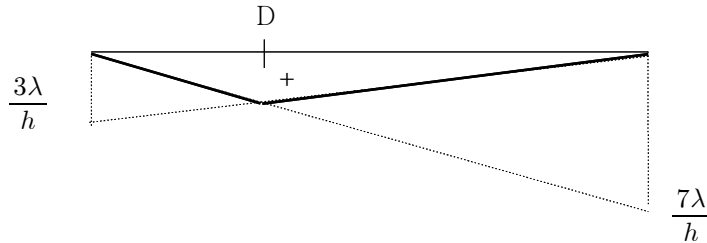


- ④ 하현재 CD의 영향선은 다음과 같다.

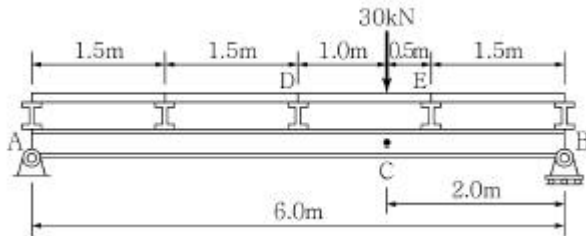


정답 ④ [지방직 모의고사 6, 15회]

④ 하현재 CD의 영향선은 C점에서 꺾이는 것이 아니라 D점에서 꺾인다. CD부재의 영향선도는 다음과 같다.



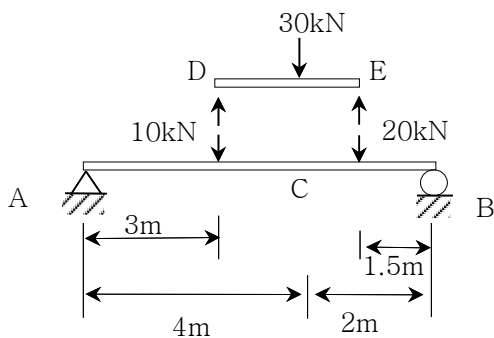
6. 다음 그림과 같이 30kN의 힘이 바닥판 DE에 의해 지지되고 있다. 이와 같은 간접하중이 작용하고 있을 경우 M_c 의 크기는?



- ① 10kN·m ② 20kN·m ③ 30kN·m ④ 40kN·m

정답 ③ [응용역학 기본서 제5장 P416, P514, 66번]

③ 간접하중을 받는 보에서 하중작용구간 DE를 단순구간으로 하여 D점과 E점에서 연직반력을 구하고 이 연직반력들이 단순보 AB에 작용시켜 M_c 를 구한다.



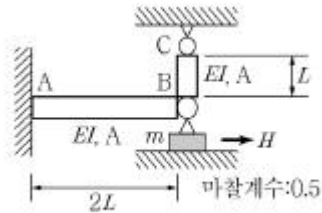
$$R_D = \frac{30 \times 0.5}{1.5} = 10kN$$

$$R_E = \frac{30 \times 1.0}{1.5} = 20kN$$

$$R_B = \frac{10 \times 3 + 20 \times 4.5}{6} = 20kN$$

$$M_C = 20 \times 2 - 20 \times (2 - 1.5) = 30kN \cdot m$$

7. 수평으로 놓인 보 AB의 끝단에 봉 BC가 힌지로 연결되어 있고, 그 아래에 질량 m 인 블록이 놓여 있다. 봉 BC의 온도가 ΔT 만큼 상승했을 때 블록을 빼내기 위한 최소 힘 H 는? (단, B, C점은 온도변화 전후 움직이지 않으며, 보 AB와 봉 BC의 열팽창계수는 α , 탄성계수는 E , 단면2차모멘트는 I , 단면적은 A , 지면과 블록 사이의 마찰계수는 0.5이다)



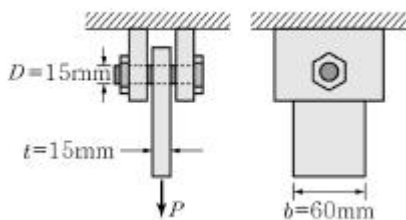
- ① $\frac{EA}{4}(\alpha \cdot \Delta T)$ ② $\frac{EA}{2}(\alpha \cdot \Delta T)$
 ③ $\frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot E}{4}(A - \frac{3I}{L^2})$ ④ $\frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot E}{2}(A - \frac{3I}{L^2})$

정답 ② [지방직 모의고사 4, 8 15회]

② BC봉의 B점과 C점은 온도변화로 인해 그 위치가 아무런 변화가 없다는 것은 BC봉에는 축방향의 압축력 $R_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot EA$ 가 작용한다는 것이다. 즉, AB봉에는 아무런 영향을 주지 않는다는 의미가 된다. 따라서 힘 H 는

$$H > \mu N = \pi R_T = \frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot EA}{2}$$

8. 직사각형 단면 $15\text{mm} \times 60\text{mm}$ 를 가진 강판이 인장하중 P 를 받으며, 직경이 15mm인 원형볼트에 의해 지지대에 부착되어 있다. 부재의 인장하중에 대한 항복응력은 300MPa이고, 볼트의 전단에 대한 항복응력은 750MPa이다. 이때 재료에 작용할 수 있는 최대인장력 P 는? (단, 부재의 인장에 대한 안전율 $S \cdot F = 2$, 볼트의 전단에 대한 안전율 $S \cdot F = 1.5$, $\pi = 3$ 으로 계산한다)



- ① 101.25kN ② 132.65kN ③ 168.50kN ④ 176.63kN

정답 ① [지방직 모의고사 13회]

① 부재의 허용인장력과 볼트의 허용전단력을 구한 후에 작은 값으로 결정한다.

㉠ 부재의 허용인장응력검토

$$S \cdot F = \frac{\sigma_a}{\sigma} \text{에서}$$

$$\sigma = \frac{\sigma_a}{S \cdot F}$$

$$\frac{P_a}{A} = \frac{\sigma_a}{S \cdot F}$$

$$P_a = \frac{\sigma_a \times A}{S \cdot F} = \frac{300 \times (60 - 15) \times 15}{2} = 101,250N = 101.25kN$$

㉡ 볼트의 허용전단응력 검토

2면 전단이다. $S \cdot F = \frac{\tau_a}{\tau}$ 에서

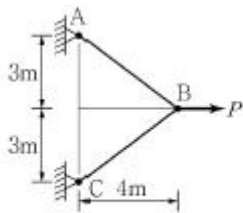
$$\tau = \frac{\tau_a}{S \cdot F}$$

$$\frac{P_a}{2A} = \frac{\tau_a}{S \cdot F}$$

$$P_a = \frac{2\tau_a \times A}{S \cdot F} = \frac{2 \times 750 \times \frac{3 \times 15^2}{4}}{1.5} = 168,750N = 168.75kN$$

따라서 허용하중은 101.25kN이 된다.

9. 다음 그림과 같은 케이블 ABC가 하중 P를 지지하고 있을 때 케이블 AB의 장력은?



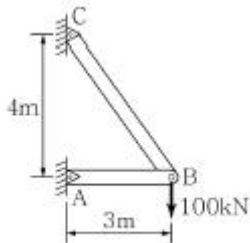
- ① $\frac{1}{2}P$ ② $\frac{5}{8}P$ ③ $\frac{3}{4}P$ ④ P

정답 ② [지방직 모의고사 3, 4회]

② 케이블은 축방향인장력을 부재로 힘의 폐합삼각형을 이용한다.

$$AB = \frac{5 \times (P/2)}{4} = \frac{5P}{8}$$

10. 다음 그림과 같은 구조물에서 AB 부재의 변형량은? (단, 각 부재의 단면적은 $1,000\text{cm}^2$, 탄성계수는 100MPa , +는 늘음, -는 줄음을 의미한다)



- ① -22.5mm ② +7.5mm ③ +22.5mm ④ -7.5mm

정답 ① [지방직 모의고사 10회]

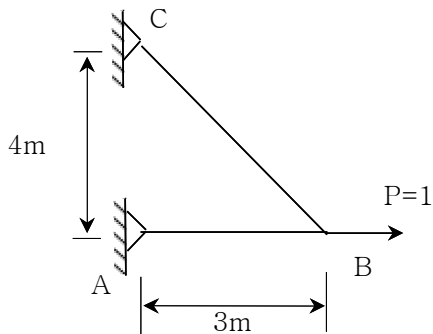
① AB부재의 수평변위는 단위하중법을 적용한다.

단위하중에 의한 AB부재력, $n_{ab} = 1$

단위하중에 의한 BC부재력, $n_{bc} = 0$

단위하중에 의한 BC부재력이 영이므로 실하중에 의한 BC부재력은 구할 필요가 없다.

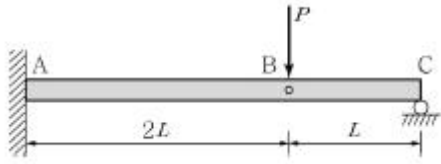
실하중에 의한 AB부재력, $N_{AB} = -\frac{3 \times 100}{4} = -75\text{kN}$



AB부재의 수평변위는 다음과 같다.

$$\delta_{BH} = \sum \frac{nNL}{EA} = \frac{1}{EA} \sum nNL = \frac{1}{100 \times 1,000 \times 10^2} [(+1)(-75 \times 10^3)(3 \times 10^3)] = -22.5\text{mm}$$

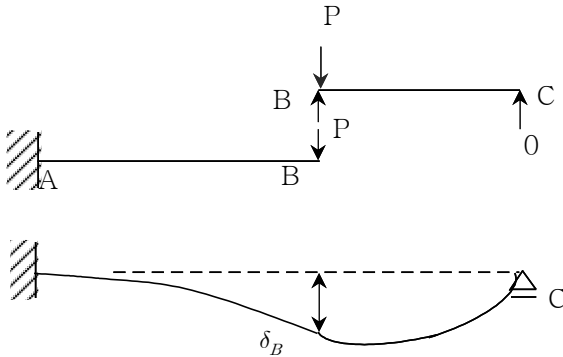
11. 다음 그림과 같은 내부 힌지가 있는 구조물에 하중이 작용할 때, 내부힌지 B점의 처짐은? (단, EI는 일정하다)



- ① $\frac{PL^3}{6EI}$ ② $\frac{PL^3}{3EI}$ ③ $\frac{3PL^3}{2EI}$ ④ $\frac{8PL^3}{3EI}$

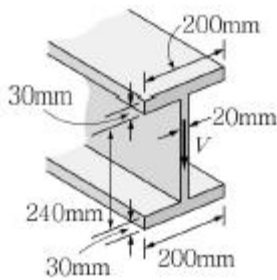
정답 ④ [지방직 모의고사 3, 14회]

④ B점의 작용하중 P는 곧 B점의 반력이 됨으로 B점의 처짐은 다음과 같다.



$$\delta_B = \frac{P(2L)^3}{3EI} = \frac{8PL^3}{3EI}$$

12. 다음 그림과 같은 Wide Flange 보에 전단력 $V=40\text{kN}$ 이 작용할 때, 최대전단응력과 가장 가까운 값은? (단, $I_{\min} = 24 \times 10^7 \text{mm}^4$ 이다)



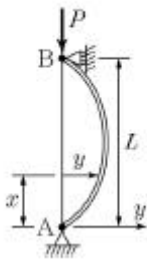
- ① 5MPa ② 8MPa ③ 50MPa ④ 80MPa

정답 ② [지방직 모의고사 5, 10회]

② 최대전단응력은 중립축에서 발생한다.

$$\tau_{\max} = \frac{S_{\max} G}{It} = \frac{40 \times 10^3 \times (200 \times 30 \times 135 + 20 \times 120 \times 60)}{24 \times 10^7 \times 20} = \frac{708 \times 10^6}{I} = 7.95 \text{ MPa}$$

13. 다음 그림과 같이 양단 단순지지된 장주에서 y방향의 변위는 $EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -Py$ 의 미분방정식으로 나타낼 수 있다. 이 방정식을 만족하는 P값은 무수히 많으나 이 중 가장 작은 좌굴하중 P_1 과 두 번째로 작은 P_2 와의 비($P_1 : P_2$)는? (단, P는 좌굴하중, E는 탄성계수, I는 단면2차모멘트이다)



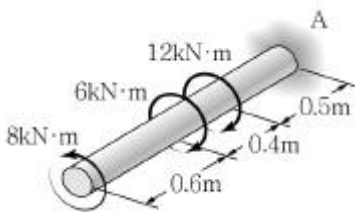
- ① 1 : 2 ② 1 : 3 ③ 1 : 4 ④ 1 : 9

정답 ③ [기본이론강의 교재참고 p836 13번]

③ 좌굴미분방정식의 일반해 $P_{cr} = \frac{m^2 \pi^2 EI}{(kL)^2}$ 에서 문제 조건을 적용하면 $P_i \propto m^2$ 가 된다. 여기서, m은 만곡회수를 말한다.

$$P_1 : P_2 = 1^2 : 2^2 = 1 : 4$$

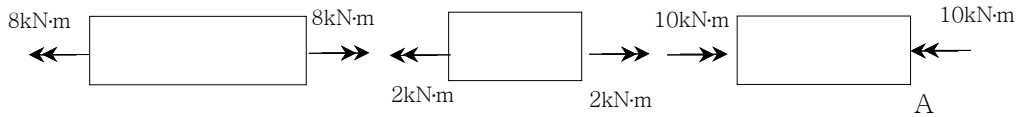
14. 다음 그림과 같은 반지름 40mm의 강재 샤프트에서 비틀림변형에너지는? (단, A는 고정단이고, 전단탄성계수 $G=90\text{GPa}$, 극관성모멘트 $J=5 \times 10^{-6} \text{ m}^4$ 이다)



- ① 5J ② 10J ③ 50J ④ 100J

정답 ④ [응용역학 기본서 제12장 P1123 9번]

④ 자유물체도를 이용한다.



$$U = \sum \frac{T^2 L}{2GJ}$$

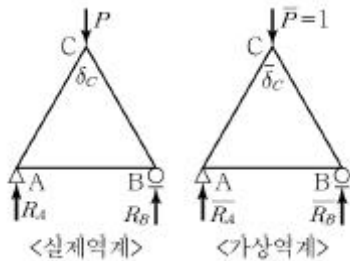
$$= \frac{1}{2GJ} \sum (T^2 L)$$

$$= \frac{1}{2 \times 90 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}} [(-8,000)^2 \times 0.6 + (6,000)^2 \times 0.4 + (10,000)^2 \times 0.5]$$

$$= 100 N \cdot m$$

$$= 100 J$$

15. 다음 그림에서 점 C의 수직 변위 δ_c 를 구하기 위한 가상일의 원리를 바르게 표기한 것은? (단, 두 구조계는 동일하다)



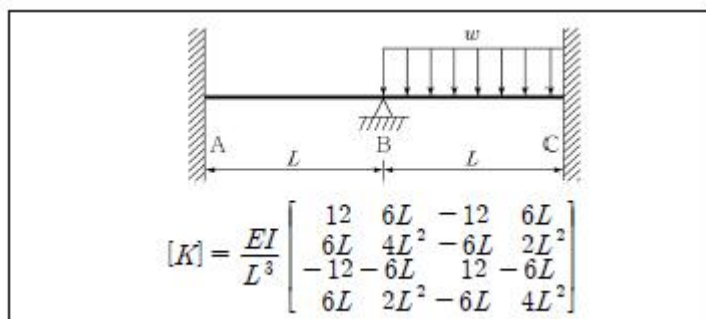
- ① $W_e = R_A \times 0 + 1 \times \delta_c + R_B \times 0$
- ② $W_e = R_A \times 0 + 1 \times \delta_c + \overline{R_B} \times 0$
- ③ $W_e = \overline{R_A} \times 0 + 1 \times \delta_c + \overline{R_B} \times 0$
- ④ $W_e = \overline{R_A} \times 0 + 1 \times \delta_c + R_B \times 0$

정답 ③ [지방직 모의고사 14회] [응용역학 기본서 제12장 P1133, 34번]

③ 외적가상일(W_e)은 가상하중에다가 실제 변위를 곱한 값이다. 즉, 주어진 문제에서 가상의 하중인 단위하중(1)과 실제하중에 의한 실제변위(δ_c)의 곱과 같다.

$$W_e = \overline{R_A} \times 0 + 1 \times \delta_c + \overline{R_B} \times 0$$

16. 다음 그림과 같이 탄성계수 E와 단면2차모멘트 I가 일정한 부정정보의 부재 AB와 BC의 강성 매트릭스가 [K]와 같을 때, B점에서의 회전 변위의 크기는?



- ① $\frac{\omega L^3}{96EI}$ ② $\frac{\omega L^3}{128EI}$ ③ $\frac{\omega L^3}{384EI}$ ④ $\frac{\omega L^3}{1284EI}$

정답 ①

① 강도매트릭스의 하중-변위 관계식을 그대로 활용한다.

$$v_A = 0, \theta_A = 0, v_B = 0, \theta_B \neq 0$$

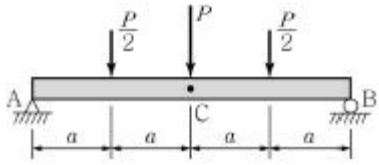
$$\begin{Bmatrix} V_A \\ M_A \\ V_B \\ M_B \end{Bmatrix} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} v_A \\ \theta_A \\ v_B \\ \theta_B \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} V_A \\ M_A \\ V_B \\ \frac{\omega L^2}{24} \end{Bmatrix} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \theta_B \end{Bmatrix}$$

$$\therefore \frac{\omega L^2}{24} = \frac{EI}{L^3} \times (4L^2) \times \theta_B$$

$$\therefore \theta_B = \frac{\omega L^3}{96EI}$$

17. 다음 그림과 같은 하중이 작용하는 단순보에서 B점의 회전각은? (단, EI는 일정하다)



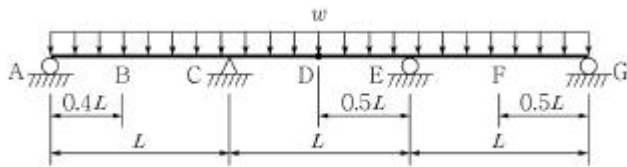
- ① $\frac{7Pa^2}{8EI}$ ② $\frac{7Pa^2}{6EI}$ ③ $\frac{5Pa^2}{4EI}$ ④ $\frac{7Pa^2}{4EI}$

정답 ④ [응용역학 기본서 제11장 P1046, 21번]

④ 공식을 적용하고 중첩법을 적용한다. 즉 지간 중앙의 P에 의한 B점의 처짐각 θ_{B1} 과 양쪽의 $\frac{P}{2}$ 에 의한 B점의 처짐각 θ_{B2} 의 합으로 구한다.

$$\theta_B = \theta_{B1} + \theta_{B2} = -\frac{P(4a)^2}{16EI} - \frac{3(P/2)(4a)^2}{32EI} = -\frac{7Pa^2}{4EI}$$

18. 다음 그림과 같은 3연속보에서 휨강성 EI가 일정할 때 절대 최대휨모멘트가 발생하는 위치는?



- ① B ② C ③ D ④ F

정답 ② [응용역학 기본서 제11장 P1219, 54번, 56번]

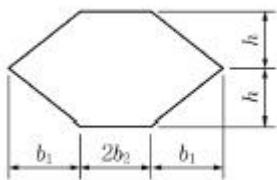
② 대칭구조의 3경간 연속보의 최대휨모멘트는 C점 E점에서 발생한다.

$$R_A = R_G = \frac{4\omega L}{10}$$

$$R_C = R_E = \frac{11\omega L}{10}$$

$$M_C = M_E = -\frac{\omega L^2}{10}$$

19. 다음 그림과 같은 단면을 갖는 부재에 대하여 도심에서 가로, 세로축을 각각 x, y라고 할 때, 도심축의 단면2차모멘트 I_x , I_y 및 상승모멘트 I_{xy} 그리고 주단면2차모멘트 $I_{1,2}$ 에 대한 식을 바르게 표기한 것은?



$$\textcircled{1} I_x = 2 \times \left(\frac{b_1 (2h)^3}{48} \right) + \frac{b_2 (2h)^3}{12}$$

$$\textcircled{2} I_y = 2 \left[\frac{b_1^3 (2h)}{36} + b_1 h \left(\frac{b_1}{3} + b_2 \right)^2 + \frac{b_2^3 (2h)}{3} \right]$$

$$\textcircled{3} I_{xy} = 2 \times \frac{b_1^2 (2h)^2}{12}$$

$$\textcircled{4} I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{(I_x - I_y)^2 + 4I_{xy}^2}$$

정답 ② [복잡한 기초문제]

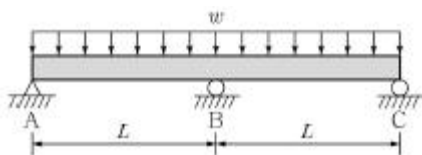
$$\textcircled{1} I_x = 2 \times \left(\frac{b_1 (2h)^3}{48} \right) + \frac{b_2 (2h)^3}{6}$$

$$\textcircled{2} I_y = 2 \left[\frac{b_1^3 (2h)}{36} + b_1 h \left(\frac{b_1}{3} + b_2 \right)^2 + \frac{b_2^3 (2h)}{3} \right]$$

③ 대칭단면이고 두 축이 대칭축을 지나므로 $I_{xy} = 0$ 이다.

$$\textcircled{4} I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2} \right)^2 + I_{xy}^2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2} \right)^2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \frac{I_x - I_y}{2}$$

20. 다음 그림과 같은 2경간 연속보에서 지점 A의 반력은?



$$\textcircled{1} \frac{3}{16} \omega L \quad \textcircled{2} \frac{5}{16} \omega L \quad \textcircled{3} \frac{3}{8} \omega L \quad \textcircled{4} \frac{5}{8} \omega L$$

정답 ③ [응용역학 기본서 제13장 P1213, 54번, 36번]

③ 기초적인 문제이다. 구하는 방법은 여러 가지 있다.

$$R_A = \frac{3\omega L}{8}, \quad R_B = \frac{5\omega L}{4}, \quad M_B = -\frac{\omega L^2}{8}$$