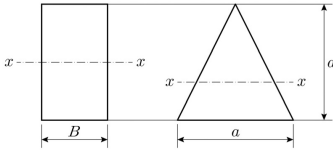


문 1. 그림과 같이 높이가 a 인 두 단면에서 도심을 지나는 $x-x$ 축에 대한 단면 2차 모멘트가 동일할 때, B 의 값은?



- ① $\frac{2a}{3}$
- ② $\frac{a}{2}$
- ③ $\frac{a}{3}$
- ④ $\frac{a}{4}$

501)

$$\text{사각형의 } I = \frac{B \cdot a^3}{12}$$

$$\text{삼각형의 } I = \frac{a \cdot a^3}{36}$$

$$\therefore \frac{B \cdot a^3}{12} = \frac{a \cdot a^3}{36}$$

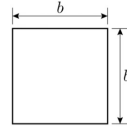
$$\therefore B = \frac{a}{3}$$

* 삼각형의 I 구도

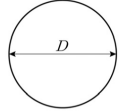
$$\begin{aligned}
 b(y) &= \frac{2}{3}b - \frac{1}{h} \cdot y \\
 I &= \int_0^h b(y) \cdot y^3 \cdot dy \\
 &= \frac{b \cdot h^3}{36}
 \end{aligned}$$

ans) ③

문 2. 그림 (a)의 정사각형 단면의 최대 전단응력 τ_a 와 그림 (b)의 원형 단면의 최대 전단응력 τ_b 의 비(τ_a/τ_b)는? (단, 두 단면의 면적은 같으며, 작용하는 전단력의 크기도 같다)



(a) 정사각형 단면



(b) 원형 단면

- ① $\frac{5}{4}$
- ② $\frac{7}{6}$
- ③ $\frac{9}{8}$
- ④ $\frac{10}{9}$

501)

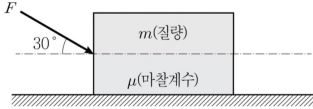
$$\text{단면의 면적} = S \quad (\text{동일})$$

$$\tau_a = \frac{V}{S} \cdot \left(\frac{3}{2}\right), \quad \tau_b = \frac{V}{S} \cdot \left(\frac{4}{3}\right)$$

$$\therefore \tau_a / \tau_b = \frac{3/2}{4/3} = \frac{9}{8}$$

ans) ③

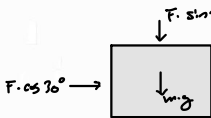
- 문 3. 그림과 같이 정지 상태의 물체에 힘 F 가 경사지게 작용하고 있다. 물체가 움직이지 않는 최대 힘 F 는? (단, 물체 질량은 m , 중력가속도는 g , 물체와 지면 사이의 정지 마찰계수는 μ 이다)



- ① $\frac{\sin 30^\circ + \mu mg}{\mu \tan 30^\circ}$
- ② $\frac{\mu mg}{\cos 30^\circ - \mu \sin 30^\circ}$
- ③ $\frac{\sin 30^\circ + \mu mg}{\mu(\sin 30^\circ + \cos 30^\circ)}$
- ④ $\frac{\mu(\cos 30^\circ + mg)}{\tan 30^\circ}$

sol)

1. 힘 분석도



2. 방정식

$$F \cdot \cos 30^\circ = (m \cdot g + F \cdot \sin 30^\circ) \cdot \mu$$

$$F \cdot (\cos 30^\circ - \mu \cdot \sin 30^\circ) = \mu \cdot m \cdot g$$

$$\therefore F = \frac{\mu \cdot m \cdot g}{\cos 30^\circ - \mu \cdot \sin 30^\circ}$$

ans) ②

- 문 4. 오일러의 좌굴하중 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2}$ 에서 장주의 양단 지지상태에

따른 유효길이 계수 k 값으로 옳은 것은? (단, 탄성계수는 E , 단면 2차 모멘트는 I , 기둥길이는 l 이다)

- ① 양단힌지: 0.5
- ② 양단고정: 1.0
- ③ 한단힌지, 타단고정: 1.5
- ④ 한단자유, 타단고정: 2.0

sol)

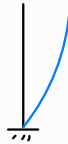
* 좌굴 길이 계수 k

<양단 힌지>



$$k=1$$

<좌단 고정, 우단 힌지>



$$k=2$$

<양단 고정>



$$k=0.5$$

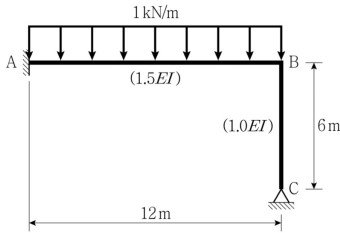
<좌단 고정, 우단 자유>



$$k=2$$

ans) ④

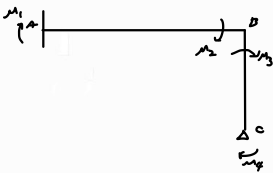
문 5. 그림과 같이 등분포하중이 작용하는 구조물에서 AB와 BC 부재의 휨강성이 각각 $1.5EI$ 와 $1.0EI$ 일 때, A점의 휨모멘트의 크기[kN·m]는? (단, 구조물의 좌굴 및 자중은 무시한다)



- ① 9 ② 12
③ 15 ④ 18

Sol)

1. 가상단법



$$M_{AF} = \frac{2EI}{L} \cdot (2\theta_A + \theta_B - 3R) + M_{FBM}$$

$$\therefore M_1 = \frac{EI}{L} \cdot \theta_B - 12$$

$$M_2 = \frac{EI}{L} \cdot (2\theta_B) + 12$$

$$M_3 = \frac{EI}{L} \cdot (2\theta_B + \theta_C)$$

$$M_4 = \frac{EI}{L} \cdot (2\theta_C + \theta_B)$$

2. θ_B & θ_C 찾기

$$M_1 = 0; \quad \theta_C = -\theta_B/2$$

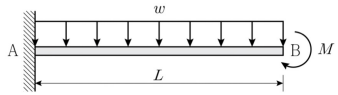
$$M_2 + M_3 = 0; \quad \theta_B = \frac{-12}{EI}$$

$$\therefore M_1 = \frac{EI}{L} \cdot \left(\frac{-12}{EI} \right) - 12 = -15$$

$$M_1 = 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

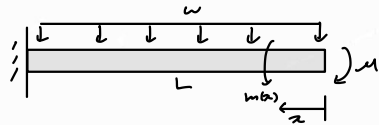
Sol) ③

문 6. 그림과 같이 등분포하중 w 와 B점에 휨모멘트 M 이 작용하는 캔틸레버 보에 저장되는 탄성 변형에너지의 크기는? (단, 휨강성 EI 는 일정하고, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{w^2 L^5}{40EI} + \frac{wML^3}{6EI} + \frac{M^2 L}{2EI}$
② $\frac{w^2 L^5}{40EI} + \frac{wML^3}{8EI} + \frac{M^2 L}{3EI}$
③ $\frac{w^2 L^5}{48EI} + \frac{wML^3}{6EI} + \frac{M^2 L}{3EI}$
④ $\frac{w^2 L^5}{48EI} + \frac{wML^3}{8EI} + \frac{M^2 L}{2EI}$

Sol)



$$m(x) = M + \frac{w \cdot x^2}{2}$$

$$U = \int_0^L \frac{m(x)^2}{2EI} dx$$

$$= \frac{1}{2EI} \cdot \int_0^L \left(M^2 + \frac{w^2 x^4}{4} + M \cdot w \cdot x^2 \right) dx$$

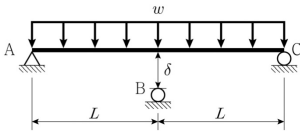
$$= \frac{1}{2EI} \cdot \left(M^2 \cdot L + \frac{w^2 L^5}{20} + \frac{M \cdot w \cdot L^3}{3} \right)$$

$$= \frac{1}{2EI} \cdot \left(M^2 L + \frac{w^2 L^5}{20} + \frac{M \cdot w \cdot L^3}{3} \right)$$

$$= \frac{w^2 L^5}{40EI} + \frac{M \cdot w \cdot L^3}{6EI} + \frac{M^2 L}{2EI}$$

Ans) ①

문 7. 그림과 같은 단순보에 등분포하중 w 가 작용하여 지점 B에서 지지되고 있다. 지점 B에서 수직 반력의 크기는? (단, 보의 휨강성 EI 는 일정하고, 보의 두께와 자중은 무시한다)

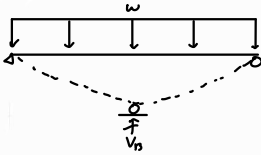


- ① $\frac{5wL}{8} - \frac{384\delta EI}{L^3}$
 ② $\frac{5wL}{8} - \frac{48\delta EI}{L^3}$
 ③ $\frac{5wL}{4} - \frac{6\delta EI}{L^3}$
 ④ $\frac{5wL}{4} - \frac{3\delta EI}{L^3}$

sol)

1. w 에 의한 변위 (Δ_1)

V_B 에 의한 변위 (Δ_2)



$$\Delta_1 = \frac{5w \cdot (2L)^4}{384EI}, \quad \Delta_2 = \frac{-V_B \cdot (2L)^3}{48EI}$$

2. 최종 변위

$$\Delta_1 + \Delta_2 = \delta$$

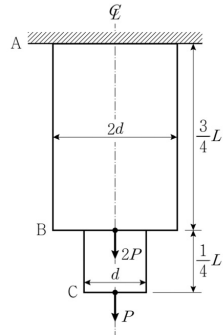
$$\therefore \frac{5w \cdot (2L)^4}{384EI} - \frac{8V_B \cdot (2L)^3}{48EI} = \delta$$

$$\therefore 8 \cdot V_B \cdot (2L)^3 = 5w \cdot (2L)^4 - \delta \cdot 384EI$$

$$\therefore V_B = \frac{5wL}{4} - \frac{6\delta EI}{L^3} \quad (\text{정답})$$

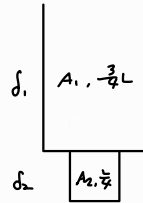
ans) ③

문 8. 그림과 같은 변단면 원형봉에서 2개의 축하중이 작용할 때, 자유단 C의 변형량은? (단, 탄성계수 E 는 동일하며, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{13PL}{4E\pi d^2}$
 ② $\frac{12PL}{E\pi d^2}$
 ③ $\frac{9PL}{4E\pi d^2}$
 ④ $\frac{2PL}{E\pi d^2}$

sol)



$$A_1 = \frac{\pi}{4} \cdot (2d)^2 = \pi \cdot d^2$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

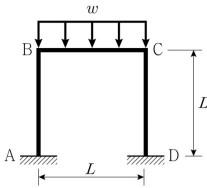
$$\delta_1 = \frac{3P \cdot (\frac{3L}{4})}{E \cdot \pi \cdot d^2}, \quad \delta_2 = \frac{P \cdot (\frac{1}{4}L) \cdot 4}{E \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$\therefore \delta_1 + \delta_2 = \frac{(\frac{9}{4} + 1) \cdot PL}{E \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{13 PL}{4E \cdot \pi \cdot d^2}$$

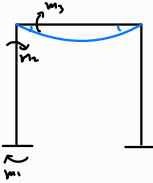
ans) ①

문 9. 그림과 같이 등분포하중 w 가 작용하는 라멘에서 A점의 수평 반력의 크기는? (단, 단면 2차 모멘트 I 와 탄성계수 E 는 일정하고, 구조물의 좌굴 및 자중은 무시한다)



- ① $\frac{wL}{12}$ ② $\frac{wL}{16}$
 ③ $\frac{wL}{18}$ ④ $\frac{wL}{24}$

sol)



1. 평판과 방정식

$$m_1 = \frac{2EI}{L} \cdot \theta_B$$

$$m_2 = \frac{2EI}{L} \cdot (2\theta_B)$$

$$m_3 = \frac{2EI}{L} \cdot (2\theta_B + \theta_C) - \frac{w \cdot L^2}{12}$$

2. 전체 모멘트 식

$$\text{단면 7도} ; \theta_B = -\theta_C$$

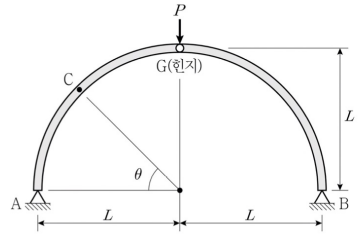
$$m_2 + m_3 = 0 ; \frac{2EI}{L} \cdot (3\theta_B) = \frac{w \cdot L^2}{12}$$

$$\therefore \theta_B = \frac{w \cdot L^3}{12EI}$$

$$\therefore H_A = \frac{(m_1 + m_2)}{L} = \frac{2EI}{L^2} \cdot 3\theta_B$$

$$= \frac{w \cdot L}{12}$$

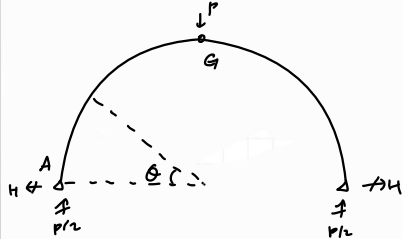
문 10. 그림과 같은 반원 형상의 3활절 아치 구조물에서 θ 의 식으로 나타낸 C점의 휨모멘트의 크기는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{PL}{2}(1 + \sin\theta + \cos\theta)$
 ② $\frac{PL}{2}(1 - \sin\theta + \cos\theta)$
 ③ $\frac{PL}{2}(1 + \sin\theta - \cos\theta)$
 ④ $\frac{PL}{2}(1 - \sin\theta - \cos\theta)$

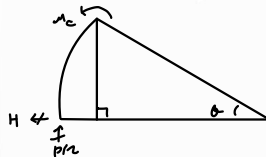
sol)

1. 반력 식



$$\text{단 } AG \text{ sym } \sum M_G = 0 ; H \cdot L + P \cdot L/2 = 0 \therefore H = -P/2$$

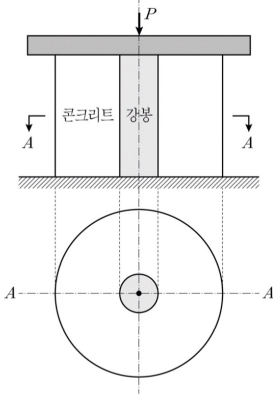
2. M_C 식



$$M_C = \frac{P}{2} \cdot (L - L \cdot \cos\theta) + H \cdot L \cdot \sin\theta$$

$$= \frac{PL}{2} \cdot (1 - \cos\theta - \sin\theta)$$

문 11. 그림과 같이 콘크리트 속에 강봉을 삽입하여 일체로 제작한 합성 기둥에서 강봉의 탄성계수가 콘크리트의 탄성계수보다 10배 큰 값을 가질 때, 콘크리트와 강봉이 동일한 힘을 받도록 하기 위해 필요한 콘크리트 단면적 A_c 와 강봉 단면적 A_s 의 비(A_s/A_c)는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{1}{5}$
- ② $\frac{1}{10}$
- ③ $\frac{1}{15}$
- ④ $\frac{1}{20}$

sol)

두 재료의 변형률 차이가 작으므로 변형률변동
폭 범위 EA 큰쪽 힘을 나눠 가질 것.

$$\text{따라서 } 10E \cdot A_s : E \cdot A_c = 1 : 1$$

$$\rightarrow A_s : A_c = 1 : 10$$

$$\therefore A_s/A_c = \frac{1}{10}$$

ans) ②

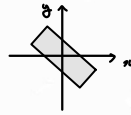
문 12. 평면도형상의 단면 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 단면 2차 상승 모멘트의 값은 항상 0보다 크거나 같다.
- ② 단면 2차 극 모멘트의 값은 두 직교축에 대한 단면 2차 모멘트의 합과 같다.
- ③ 단면 2차 모멘트의 값은 항상 0보다 크다.
- ④ 도심 축에 대한 단면 1차 모멘트의 값은 항상 0이다.

sol)

2차 평행성 논의

$$\textcircled{1} : I_{yz} = \int xy \, dA$$



x, y 값의 부호에 따라서 양의

or 음의인 $I_{yz} < 0$ 가능 (o)

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad I_p &= \int r^2 \, dA = \int (x^2 + y^2) \, dA \\ &= \int x^2 \, dA + \int y^2 \, dA \\ &= I_y + I_x \end{aligned} \quad (o)$$

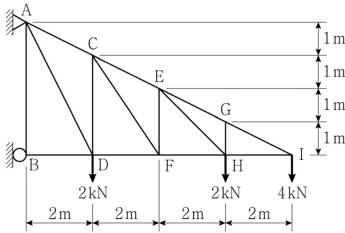
$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad I_x &= \int y^2 \, dA, \quad I_y = \int x^2 \, dA \\ &\rightarrow I_x, I_y \geq 0 \end{aligned} \quad (o)$$

$$\textcircled{4} \quad \text{도심에 대한 } \int y \, dA, \int x \, dA = 0$$

$$\therefore Q_x = \frac{\int y \, dA}{\int dA} = 0 \quad (o)$$

ans) ③

문 13. 그림과 같은 트러스에서 AB 부재와 GH 부재의 부재력[kN]은?
(단, 구조물의 자중은 무시한다)

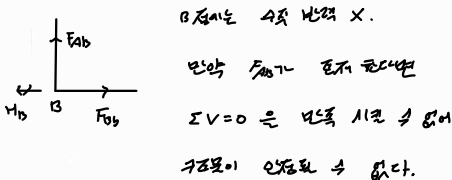


	AB 부재	GH 부재
①	0	0
②	0	3.5
③	3.5	0
④	3.5	2

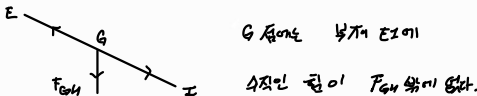
sol)

AB 부재, GH 부재 보의 편이 받지 않는 경우이다.

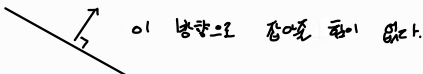
1. $F_{AB} = 0$ 인 이유



2. $F_{GH} = 0$ 인 이유

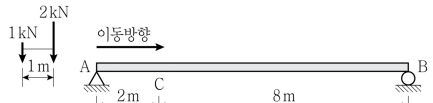


반력 F_{GH} 가 존재한다면



sol) ①

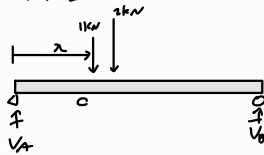
문 14. 그림과 같이 단순보에 집중하중군이 A점에서 B점으로 이동하고 있다. C점의 최대 휨모멘트[kN·m]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



- ① 3.2 ② 3.6
③ 4.0 ④ 4.4

sol)

1. 반력 계산



$$V_A + V_B = 3$$

$$\Sigma M_A = 0; \quad 2 + 2(x+1) - 10V_B = 0$$

$$\therefore V_B = \frac{3x+2}{10} (\uparrow), \quad V_A = \frac{(28-3x)}{10} (\uparrow)$$

2. M_C 최대

중동점이 단면부의 가운데를 지날 때 M_C 최대일 것.

; $2 \geq 2m$ 일 때

$$M_C = V_A \cdot (2m) = \frac{(28-3x)}{5}$$

M_C 는 $x=2m$ 일 때 최대

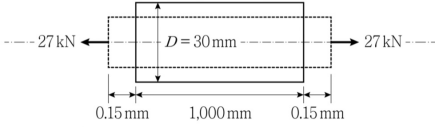
$$\therefore (M_C)_{\max} = \frac{24}{5} = 4.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

반력 $4.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 이상이 설계에 있었으면

$1m \leq x < 2m$ 도 검토

sol) ④

문 15. 그림과 같이 길이가 1,000 mm이고 직경이 30 mm인 원기둥형 막대에 27 kN의 축방향 인장하중이 작용한다. 축방향 길이의 증가량이 0.3 mm일 때, 직경의 감소량[mm]은? (단, 막대는 균질한 등방성 재료로 만들어졌으며, 재료의 전단탄성계수 G 는 50 GPa이다)



- ① $\left(\frac{32}{\pi} - 8\right) \times 10^{-3}$
- ② $\left(\frac{36}{\pi} - 9\right) \times 10^{-3}$
- ③ $\left(\frac{26}{\pi} - 8\right) \times 10^{-3}$
- ④ $\left(\frac{30}{\pi} - 9\right) \times 10^{-3}$

sol)

축 비형 = α , 직경 비형 = β , 단: $\mu\text{m/mm}$

1. 푸앙비 (ν)

$$\alpha = \frac{27 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \cdot 30^2} = \frac{27 \cdot 10^3 \cdot 4}{\pi \cdot 30^2} = \frac{120}{\pi}$$

$$\epsilon_a = \frac{0.3}{1000} = 3 \times 10^{-4}$$

$$E = \alpha / \epsilon_a = \frac{120}{\pi} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^{-4}} = \frac{40}{\pi} \times 10^4$$

$$\nu = \frac{E}{2G} - 1 = \frac{40 \times 10^4}{\pi \cdot 2 \cdot 50 \cdot 10^3} - 1 = \frac{4}{\pi} - 1$$

2. 직경 비형 (β)

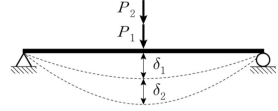
$$\epsilon_\beta = \frac{1}{E} \cdot (-\nu \cdot \sigma_a) = \frac{\pi}{40 \cdot 10^4} \cdot \left(1 - \frac{4}{\pi}\right) \cdot \left(\frac{120}{\pi}\right) = \frac{3}{10^2} \cdot \left(1 - \frac{4}{\pi}\right)$$

$$\delta_\beta = \epsilon_\beta \times 30 = \frac{90}{10^2} \cdot \left(1 - \frac{4}{\pi}\right) = \left(9 - \frac{36}{\pi}\right) \cdot 10^{-3}$$

$$\therefore |\delta_\beta| = \left(\frac{36}{\pi} - 9\right) \cdot 10^{-3}$$

ans) ②

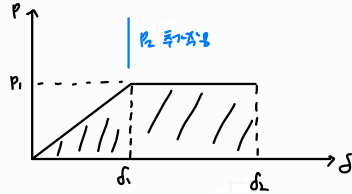
문 16. 그림과 같이 P_1 과 P_2 로 인한 처짐이 각각 δ_1 과 δ_2 가 발생하였다. P_1 이 작용 후 P_2 가 추가 제거되었을 때, P_1 이 행한 일은? (단, 보는 선형 탄성 거동을 하며, 보의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{1}{2} P_1 \cdot \delta_1 + \frac{1}{2} P_2 \cdot \delta_2$
- ② $\frac{1}{2} P_1 (\delta_1 + \delta_2)$
- ③ $\frac{1}{2} (P_1 + P_2) (\delta_1 + \delta_2)$
- ④ $\frac{1}{2} P_1 \cdot \delta_1 + P_1 \cdot \delta_2$

sol)

- P- δ 그래프



P_1 만 작용할 때는 δ_1 만큼 작용.

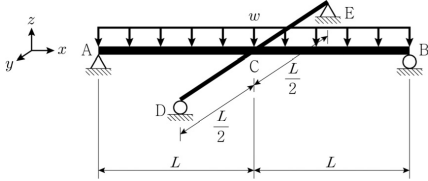
P_2 추가 되었을 때는 P_1 이 크기 유지.

P_1 이 δ_2 만큼 변형된 영역의 넓이.

$$\therefore W = \frac{1}{2} P_1 \cdot \delta_1 + P_1 \cdot \delta_2$$

ans) ④

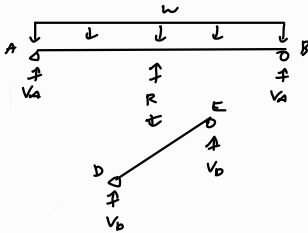
문 19. 그림과 같이 $x-y$ 평면상에 단순보 AB와 DE가 C점에서 직교하며 연결되어 있다. AB 보에 등분포하중 w 가 z 축 방향으로 작용할 때, D점의 수직 반력의 크기는? (단, AB와 DE 보의 단면 2차 모멘트는 각각 $2I$ 와 I 이고, 탄성계수 E 는 동일하며, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① $0.25 wL$
- ② $0.5 wL$
- ③ $0.75 wL$
- ④ $1.0 wL$

sol)

1. R 을 구한다



$$\frac{5w \cdot (2L)^4}{384 \cdot EI} = \frac{R \cdot (2L)^3}{48 \cdot EI} = \frac{R \cdot L^3}{48EI}$$

$$\therefore \frac{5L^3}{48EI} \cdot R = \frac{5w \cdot (2L)^4}{384 \cdot EI}$$

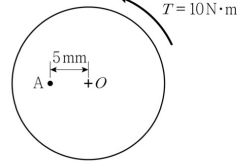
$$\therefore R = \frac{w \cdot 2^4 L}{16} = w \cdot L$$

$$2V_D = R$$

$$\therefore V_D = \frac{w \cdot L}{2}$$

ans) ②

문 20. 원형 단면 봉에 비틀림 토크 T 가 $10 \text{ N} \cdot \text{m}$ 작용하였다. 단면의 중심 O 점에서 5 mm 떨어진 A점의 전단응력 τ 가 25 MPa 발생하였을 때, 원형 단면의 극관성 모멘트 $I_p [\text{mm}^4]$ 와 봉의 단위 길이당 비틀림각 $\theta [\text{rad/m}]$? (단, 전단탄성계수 G 는 100 GPa 이다)



- | I_p | θ |
|---------|----------|
| ① 1,000 | 0.05 |
| ② 1,000 | 0.10 |
| ③ 2,000 | 0.05 |
| ④ 2,000 | 0.10 |

sol)

1. I_p 구하기

$$\tau = \frac{T}{I_p} \cdot \rho = \frac{10 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{I_p} \times 5 \text{ mm} = 25 \text{ MPa}$$

$$\therefore I_p = \frac{10 \times 10^3 \times 5}{25} = 2000 \text{ mm}^4$$

2. θ 구하기

$$\theta = \frac{T}{G \cdot I_p} = \frac{10 \text{ N} \cdot \text{m}}{100 \times 10^9 \text{ Pa} \times 2000 \times 10^{-12} \text{ m}^4}$$

$$= \frac{10}{200} = 0.05$$

ans) ③