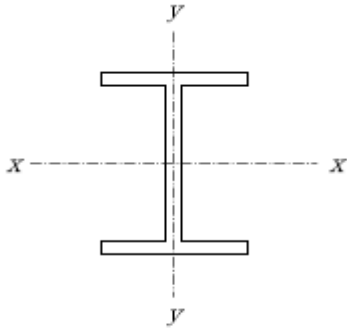


2016 국가직 7급 응용역학 기출문제

1. 그림과 같은 단면을 가지고 양단이 핀으로 지지된 기둥의 오일러 좌굴에 대한 임계하중 P_{cr} 은? (단, 기둥의 높이는 L , 탄성계수는 E 이며, x - x 축과 y - y 축에 대한 단면2차모멘트는 각각 $I_{xx} = 3I$, $I_{yy} = I$ 이다)



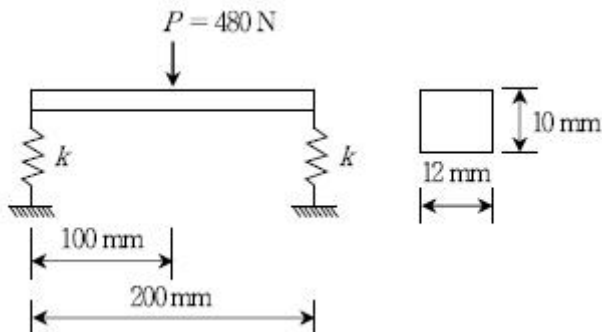
- ① $\frac{\pi^2 EI}{3L^2}$ ② $\frac{\pi^2 EI}{L^2}$ ③ $\frac{4\pi^2 EI}{3L^2}$ ④ $\frac{3\pi^2 EI}{L^2}$

정답 ②

② 동일한 조건하에서 단면2차모멘트는 최소단면2차모멘트를 적용한다.

$$P_{cr} = \frac{n\pi^2 EI_{\min}}{L^2} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

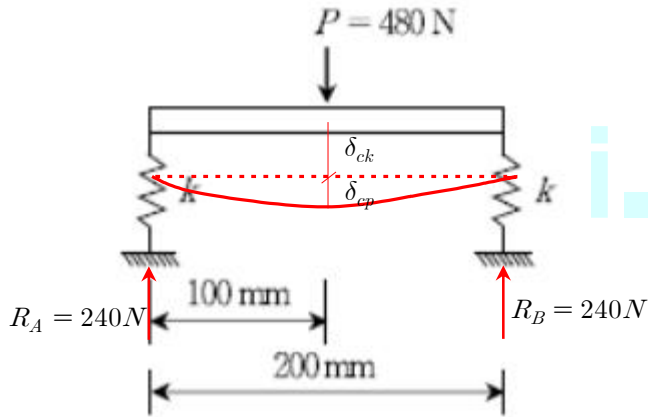
2. 그림과 같이 폭 12mm, 높이 10mm인 직사각형 단면을 가지는 단순보가 양단에서 스프링계수 $k = 30kN/m$ 의 스프링으로 지지되어 있다. 보의 중앙에 수직하중 $P = 480N$ 이 작용할 때, 보의 중앙에서의 처짐[mm]은? (단, 보의 탄성계수 $E = 40GPa$ 이고, 보와 스프링의 자중은 무시한다)



- ① 8 ② 10 ③ 12 ④ 14

정답 ②

② 중첩의 원리를 적용한다. 구하려고 하는 처짐은 양단의 스프링의 압축으로 인한 지간 중앙점의 처짐(δ_{ck})과 하중 P에 의한 지간 중앙점의 처짐(δ_{cp})의 합으로 구한다.



㉠ δ_{ck} 계산

양단의 지점반력은 모두 240N이 된다. 여기서, $k = 30kN/m = 30N/mm$ 이다.

$$\delta_{ck} = \frac{R_A}{k} = \frac{240}{30} = 8mm$$

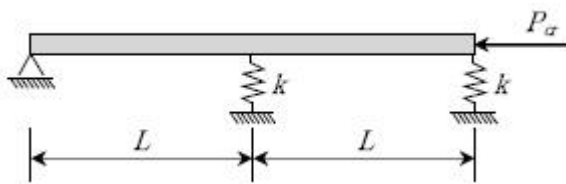
㉡ δ_{cp} 계산

$$EI = E\left(\frac{bh^3}{12}\right) = (40 \times 10^3) \left(\frac{12 \times 10^3}{12}\right) = 40 \times 10^6 N \cdot mm^2$$

$$\delta_{cp} = \frac{PL^3}{48EI} = \frac{480 \times 200^3}{48 \times 40 \times 10^6} = 2mm$$

따라서 지간 중앙점의 처짐은 $\delta_c = \delta_{ck} + \delta_{cp} = 8 + 2 = 10mm$ 이다.

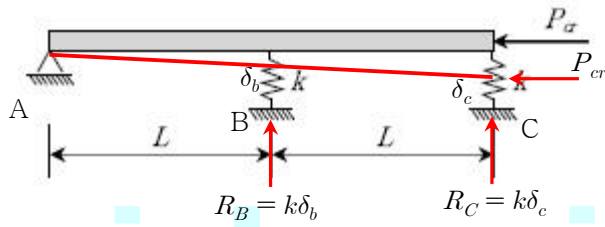
3. 그림과 같이 힌지와 스프링으로 지지되어 있는 강체봉의 좌굴에 대한 임계하중 P_{cr} 은?
(단, k 는 스프링 상수이고, 스프링과 강체봉의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{5}{2}kL$ ② $2kL$ ③ $\frac{3}{2}kL$ ④ kL

정답 ①

① 강체봉과 스프링의 합성구조물이다.



㉠ δ_b 와 δ_c 의 관계식

강체봉의 변위도로부터 $\delta_c = 2\delta_b$ 이다.

$$R_B = k\delta_b$$

$$R_C = k\delta_c = 2k\delta_b$$

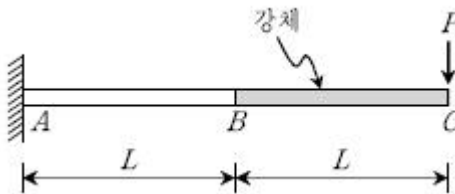
㉡ 임계하중(P_{cr})

$$\sum M_A = 0, \quad -R_B \times L - R_C \times 2L + P_{cr} \times \delta_c = 0$$

$$-k\delta_b \times L - 2k\delta_b \times 2L + P_{cr} \times 2\delta_b = 0$$

$$\therefore P_{cr} = \frac{5}{2}kL$$

4. 그림과 같은 외팔보의 자유단에 수직하중 P가 작용할 때, C점의 수직처짐은? (단, AB구간의 휨강성은 EI이고, BC구간은 강체로 가정하며, 보의 자중은 무시한다)



① $\frac{4PL^3}{3EI}$

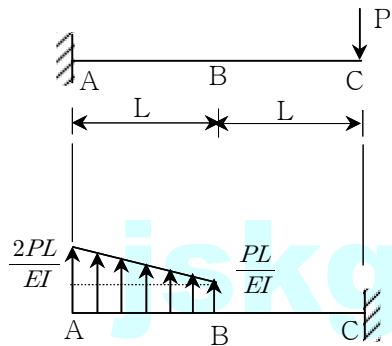
② $\frac{5PL^3}{3EI}$

③ $\frac{2PL^3}{EI}$

④ $\frac{7PL^3}{3EI}$

정답 ④

④ 강체로 된 BC부재는 휨강성 EI가 무한대를 의미한다. 공액보법을 적용한다.



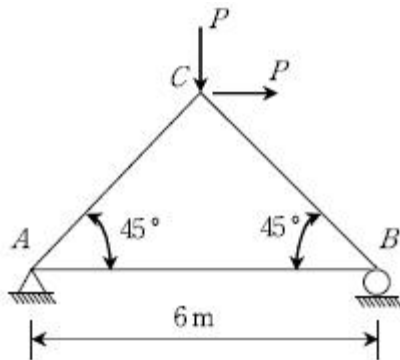
계산 편의상 $\omega = \frac{PL}{EI}$ 로 하고 공역보의 점선으로 하중은 등분포하중과 등변분포하중으로 구분하여 구하는 것이 편리하다.

$$\delta_C = (\omega \times L)(L + \frac{L}{2}) + (\frac{1}{2} \times L \times \omega)(L + \frac{2L}{3}) = \frac{7\omega L^2}{3} = \frac{7PL^3}{3EI}$$

다른 방법은 중첩의 원리를 적용하는 것이다.

$$\delta_C = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{(PL)L^2}{2EI} + (\frac{PL^2}{2EI} + \frac{(PL)L}{EI}) \times L = \frac{7PL^3}{3EI} \text{ (이게 편리합니다)}$$

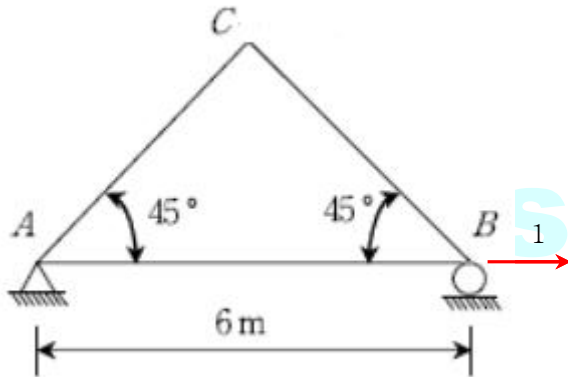
5. 그림과 같은 평면 트러스에서 절점 B의 변위가 30mm로 제한될 때, 최대허용하중 P[kN]는? (단, 모든 부재의 단면적은 $1,000\text{mm}^2$ 이고, 탄성계수는 200GPa이며, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① 1,000 ② 1,500 ③ 2,000 ④ 2,500

정답 ①

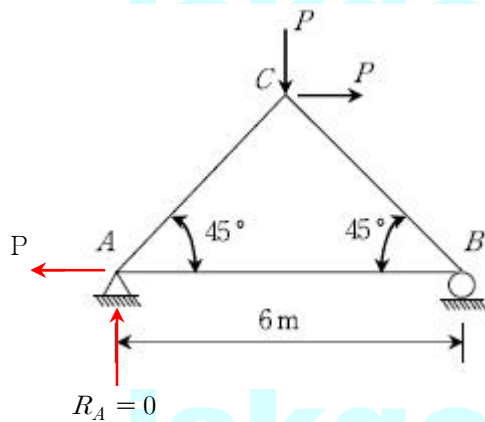
- ① 단위하중법을 적용해서 구한다.
② 단위하중에 의한 부재력



$$n_{ab} = +1, n_{ac} = n_{bc} = 0$$

여기서 단위하중에 의한 AC부재와 BC부재의 부재력은 영이 됨으로 실하중에 의한 부재력은 AB부재만 구하면 된다.

㉠ 실하중에 의한 AB부재력



AB부재력 $N_{AB} = +P$ 가 된다.

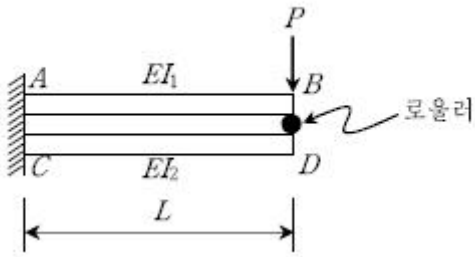
㉡ P계산

단위하중법에 의한 B점의 수평변위는 30mm로 제한됨으로

$$\delta_{bh} = \frac{n_{ab}N_{AB}L}{EA} = \frac{(+1)(+P)(6,000)}{200 \times 10^3 \times 1,000} \leq 30$$

$$P \leq 1,000,000N = 1,000kN$$

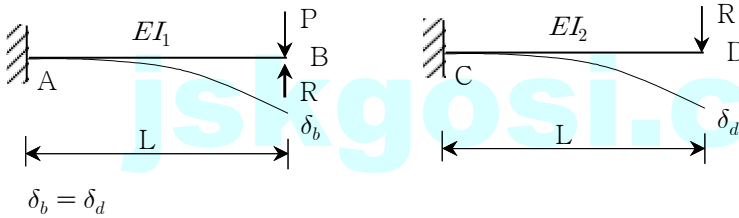
6. 그림과 같이 외팔보 AB와 CD가 자유단에서 로울러로 연결되어 있다. 외팔보 AB의 자유단에 수직하중 P가 작용할 때, 로울러가 전달하는 힘은? (단, 외팔보 AB와 CD는 같은 재료로 만들어져 있고, 휨강성은 각각 EI_1 과 EI_2 이며, 보와 로울러의 자중은 무시한다)



- ① $\frac{PI_2}{I_1 + I_2}$ ② $\frac{2PI_2}{I_1 + I_2}$ ③ $\frac{PI_1}{I_1 + I_2}$ ④ $\frac{2PI_1}{I_1 + I_2}$

정답 ①

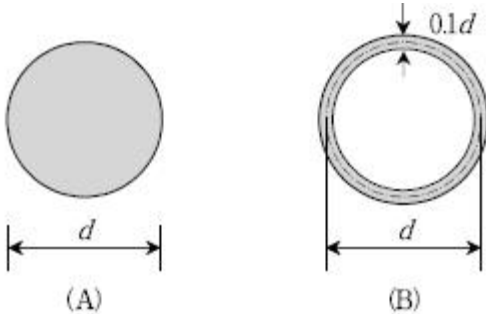
① 변위일치의 방법으로 구한다. 로울러에 전달하는 힘을 R이라고 한다.



$$\frac{(P-R)L^3}{3EI_1} = \frac{RL^3}{3EI_2}$$

$$\therefore R = \frac{PI_2}{I_1 + I_2}$$

7. 그림과 같이 직경 d인 원형봉 단면(A)과 평균직경 d이고 두께 0.1d인 원형관 단면(B)에 각각 비틀림 모멘트 T가 작용할 때, B단면에 발생한 최대전단응력 τ_B 에 대한 A단면에 발생한 전단응력 τ_A 의 비(τ_A/τ_B)는? (단, 원형봉과 원형관은 동일한 재료로 만들어지고, 원형관은 두께가 얇은 관에 대한 비틀림 공식을 사용한다)



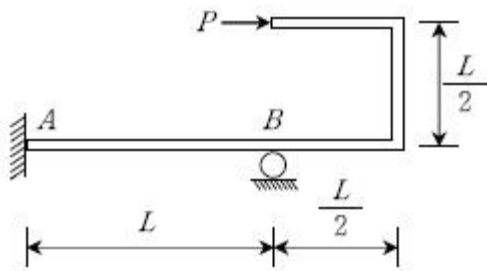
- ① 0.40 ② 0.80 ③ 1.25 ④ 2.50

정답 ②

② 일반 공식을 적용하여 구한다.

$$\frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{\frac{T}{J\rho}}{\frac{T}{2A_mt}} = \frac{\frac{16T}{\pi d^3}}{\frac{T}{2 \times \frac{\pi d^2}{4} \times 0.1d}} = 0.8$$

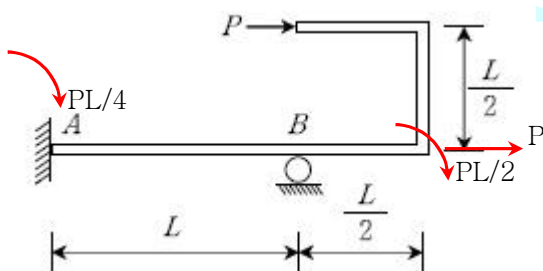
8. 그림과 같은 부정정구조물에서 수평하중 P에 의한 B점의 지점 반력은? (단, 모든 부재의 휨강성 EI는 일정하고, 구조물의 자중은 무시한다)



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

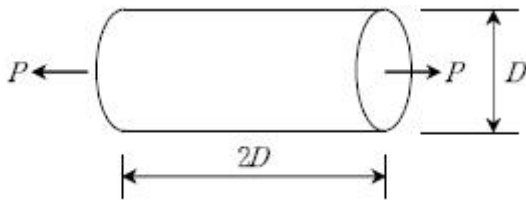
정답 ②

② 모멘트분배법을 활용하여 구한다. 수평하중 P를 다음 그림과 같이 이동시키면 편심모멘트 $PL/2$ 이 작용하고 이 모멘트는 A단에 1/2이 전달된다.



$$R_B = \frac{\sum M}{L} = \frac{\frac{PL}{4} + \frac{PL}{2}}{L} = \frac{3}{4}P(\uparrow)$$

9. 그림과 같이 지름 D, 길이 2D인 원형봉에 인장력 P를 작용시켰을 때 길이가 $\frac{D}{5}$ 만큼 증가했다면, 변형 전 단면적에 대한 변형 후 단면적의 비는? (단, 포아송비 $\nu = 0.25$ 이고, 원형봉의 자중은 무시한다)



- ① $(\frac{9}{10})^2$ ② $(\frac{37}{40})^2$ ③ $(\frac{19}{20})^2$ ④ $(\frac{39}{40})^2$

정답 ④

④ 포아송비를 이용해서 변형 후의 단면적을 구한다.

지름의 변화량 ΔD 는 다음 포아송비를 이용한다.

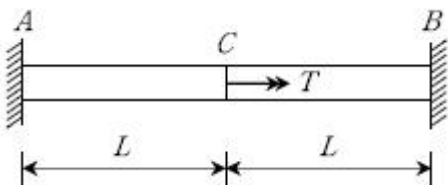
$$\nu = \frac{\frac{\Delta D}{D}}{\frac{5}{2D}} = 0.25$$

$$\Delta D = \frac{0.25}{10} D = \frac{1}{40} D$$

원형단면의 단면적비는 지름의 제곱에 비례하므로

$$\frac{A_1}{A_0} \propto \frac{(D - \frac{1}{40} D)^2}{D^2} = (\frac{39}{40})^2$$

10. 그림과 같이 양단 고정된 원형봉의 지간 중앙 C점에 비틀림 모멘트 T가 작용할 때, C점에서의 비틀림각은? (단, AC구간의 비틀림강성 GI_P 는 BC구간의 비틀림강성의 3배이다)



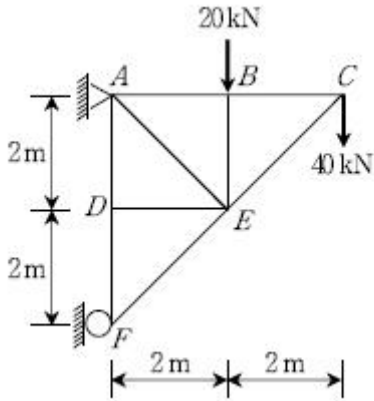
- ① $\frac{TL}{4GI_P}$ ② $\frac{TL}{2GI_P}$ ③ $\frac{3TL}{4GI_P}$ ④ $\frac{TL}{GI_P}$

정답 ③

③ 강성도법을 적용한다. BC부재의 비틀림강성은 $GI_P/3$ 이 된다.

$$\phi_C = \frac{T}{k_{ac} + k_{bc}} = \frac{T}{\frac{GI_P}{L} + \frac{1}{3} \times \frac{GI_P}{L}} = \frac{3TL}{4GI_P}$$

11. 그림과 같이 트러스 구조물에 하중이 작용할 때, 부재 BC의 부재력[kN]은? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



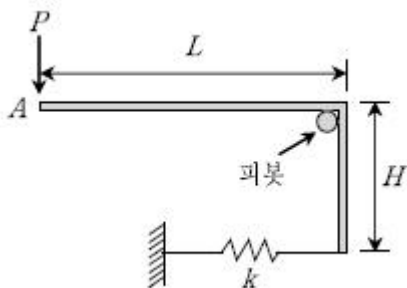
- ① 40 (압축) ② 50 (압축) ③ 40 (인장) ④ 50 (인장)

정답 ③

③ 폐합삼각형의 닮음비를 이용한다.

$$BC = + \frac{1 \times 40}{1} = 40kN(\text{인장})$$

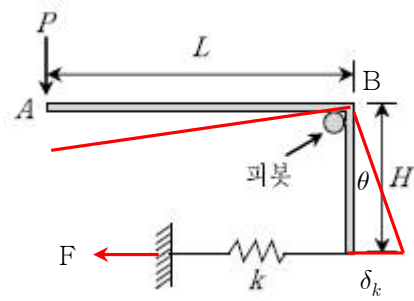
12. 그림과 같이 γ 자 형태의 강체가 피봇을 중심으로 회전 가능한 상태이고 스프링강성 k 인 스프링에 연결되어 있다. A점에 수직 하중 P 가 작용할 때, 스프링의 늘어난 길이는? (단, 모든 구조물의 자중은 무시하고, 하중 P 에 의한 A점의 이동량은 L 에 비해 매우 작다고 가정한다)



- $$\textcircled{1} \quad \frac{PL}{kH} \qquad \textcircled{2} \quad \frac{PH}{kL} \qquad \textcircled{3} \quad \frac{2PL}{kH} \qquad \textcircled{4} \quad \frac{PH}{2kL}$$

정답 ①

① 힘의 평형조건식과 호도법을 이용한다.



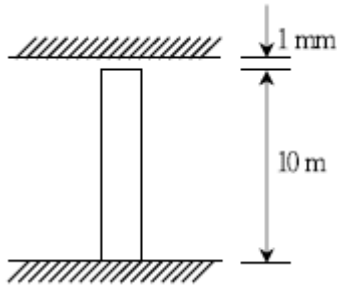
㉠ 스프링의 축력 F

$$\sum M_B = 0, \quad -P \times L + F \times H = 0, \quad \therefore F = \frac{PL}{H}$$

㉡ 스프링이 늘어난 길이

$$\delta_k = \frac{F}{k} = \frac{PL}{kH}$$

13. 그림과 같이 높이 10m인 기둥의 상단에서 천장까지의 거리는 1mm이다. 온도가 $30^\circ C$ 상승했을 때, 기둥에 발생하는 압축응력[MPa]은? (단, 기둥의 탄성계수는 100GPa이고, 열팽창계수는 1×10^{-5} 이며, 기둥의 자중은 무시한다)



- ① 50 ② 30 ③ 20 ④ 10

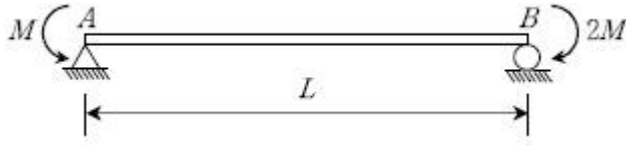
정답 ③

③ 시공오차를 상쇄시키는 온도변화량을 구하여 응력을 결정한다.

$$\text{시공오차를 상쇄시키는 온도상승변화량, } \Delta t = \frac{\Delta L}{\alpha \cdot L} = \frac{1}{1 \times 10^{-5} \times 10 \times 10^3} = 10^\circ C$$

$$\text{압축응력, } \sigma_T = \alpha \cdot (T - \Delta t) \cdot E = 1 \times 10^{-5} \times (30 - 10) \times 100 \times 10^3 = 20 \text{ MPa}$$

14. 그림과 같이 단순보의 양단 A점과 B점에 각각 휨모멘트 M과 2M이 작용할 때, B점에서의 회전각은? (단, 보의 휨강성은 EI이고, 보의 자중은 무시한다)



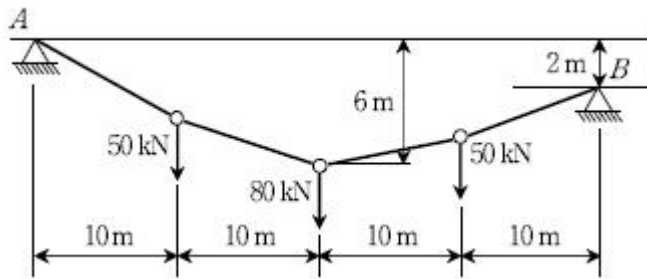
- ① $\frac{ML}{3EI}$ ② $\frac{ML}{2EI}$ ③ $\frac{2ML}{3EI}$ ④ $\frac{5ML}{6EI}$

정답 ④

④ 중첩의 원리를 적용한다.

$$\theta_B = \frac{ML}{6EI} + \frac{2ML}{3EI} = \frac{5ML}{6EI}$$

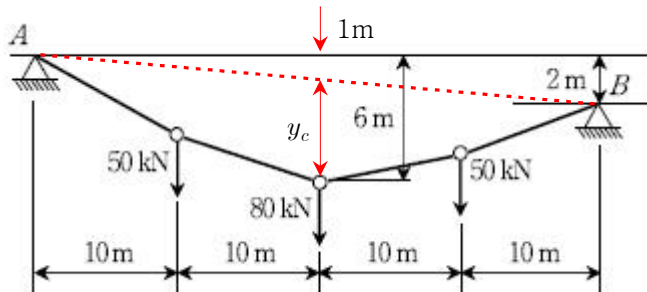
15. 그림과 같이 하중을 받고 있는 케이블에서 지점에 작용하는 수평반력의 크기[kN]는?
(단, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① 250 ② 260 ③ 270 ④ 280

정답 ②

② 케이블의 일반정리를 이용하여 구한다. 케이블의 수평반력 또는 수평력은 어느 점에서나 동일하다.



케이블의 중앙점에서 처짐량 $y_c = 6 - 2 = 4m$

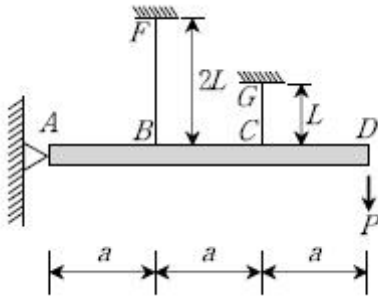
케이블의 일반정리에 의한 수평력 H는

$$H \times y_c = M_C$$

$$H \times 5 = \frac{80 \times 40}{4} + 50 \times 10$$

$$H = 260 \text{ kN}$$

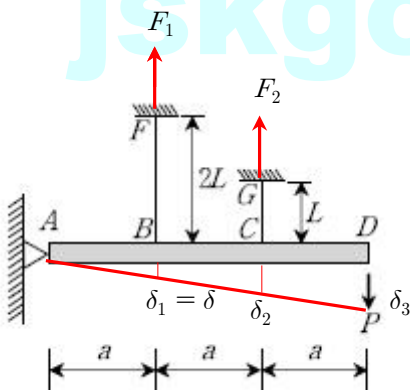
16. 그림과 같이 강봉 AD가 A점에서 힌지, B점과 C점에서 케이블로 지지되어 있다. 수직 하중 P가 D점에 작용할 때, 케이블 CG에 작용하는 인장력은? (단, 강봉은 강체로 가정하고, 케이블 BF와 케이블 CG의 탄성계수와 단면적은 같으며, 케이블의 자중은 무시한다)



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

정답 ④

④ 강체의 변위도를 이용하여 구한다.



- ㉠ δ_1 과 δ_2

B점의 변위 $\delta_1 = \delta$ 로 둔다.

강봉을 강체로 가정했으므로 $\delta_2 = 2\delta_1 = 2\delta$ 이 된다.

- ㉡ F_1 과 F_2 관계

$$F_1 = \frac{EA}{2L}\delta$$

$$F_2 = \frac{EA}{L}\delta_2 = \frac{EA}{L}(2\delta) = \frac{2EA}{L}\delta = 4F_1$$

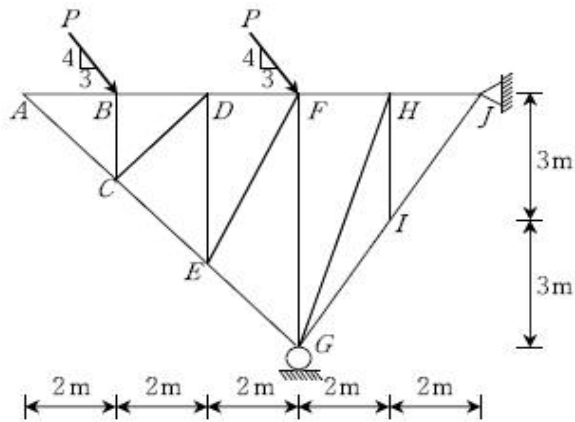
㉔ F_2 계산

$$\sum M_A = 0, \quad -F_1 \times a - F_2 \times 2a + P \times 3a = 0$$

$$-\frac{F_2}{4} \times a - F_2 \times 2a + P \times 3a = 0$$

$$\therefore F_2 = \frac{4P}{3}$$

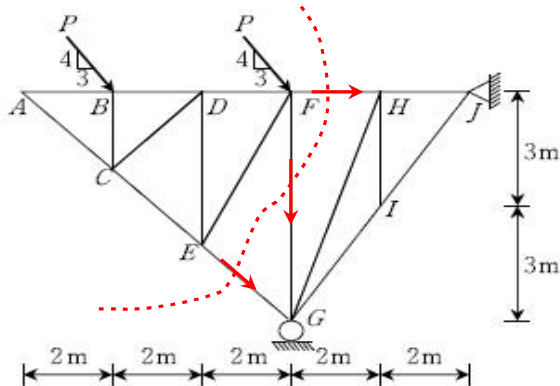
17. 그림과 같은 트러스에서 FH부재의 부재력이 200N(압축)이 되기 위한 하중 P의 크기 [N]는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400

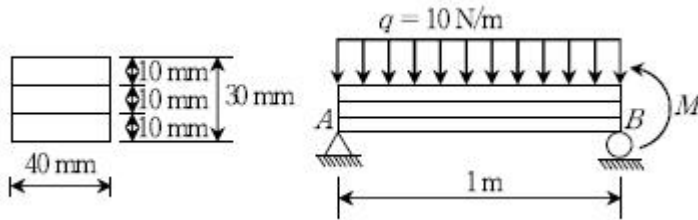
정답 ③

③ 단면법으로 구한다. 외력 P를 수평분력과 수직분력을 취하여 구한다.



$$\sum M_G = 0, \quad \frac{3P}{5} \times 6 \times 2 - \frac{4P}{5} \times 4 + (-200) \times 6 = 0, \quad \therefore P = 300N$$

18. 그림과 같이 두께 10mm인 세 개의 보를 접착시켜 제작한 단순보가 자중을 포함한 등분포하중 $q = 10\text{N/m}$ 를 받고 있을 때, 지점 B에 반시계방향으로 가할 수 있는 최대허용모멘트 $M[\text{N} \cdot \text{m}]$ 은? (단, 접착면의 허용전단응력은 0.3MPa 이다. 보의 파괴는 접착면에서의 전단파괴만을 고려하고, 파괴 이전에 접착면에서는 미끄러짐이 발생하지 않는다)



- ① 265 ② 270 ③ 275 ④ 280

정답 ①

- ① 최대전단력을 먼저 구하고 중립축으로부터 $y = \frac{h}{6} (= 5\text{mm})$ 떨어진 접착면의 전단응력을 구한다.

㉠ 최대전단력

최대전단력은 A지점에서 발생한다. $S_{\max} = \frac{10 \times 1}{2} + \frac{M}{1} = 5 + M$

㉡ M계산

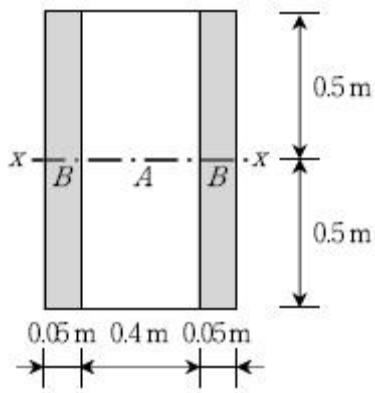
$$\tau = \frac{3S_{\max}}{2A} \left[1 - 4 \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right] = \frac{3S_{\max}}{2A} \left[1 - 4 \left(\frac{\frac{h}{6}}{h} \right)^2 \right] = \frac{3S_{\max}}{2A} \times \frac{8}{9} = \frac{4S_{\max}}{3A}$$

$$S_{\max} = \frac{3A}{4} \tau_a$$

$$5 + M = \frac{3 \times 40 \times 30}{4} \times 0.3$$

$$M = 265\text{N} \cdot \text{m}$$

19. 그림과 같이 두 개의 다른 재료 A와 B로 구성된 합성단면의 중립축(x-x축)에 대한 최대허용휨모멘트 $[k\text{N} \cdot \text{m}]$ 는? (단, 재료 B의 탄성계수는 재료 A의 탄성계수의 2배이고, 재료 A와 B의 허용휨응력은 각각 30MPa 과 50MPa 이다. A와 B는 완전하게 결합되어 휨거동을 할 때 접착면에서 미끄러짐이 발생하지 않는다)



- ① 1,500 ② 2,000 ③ 2,500 ④ 3,000

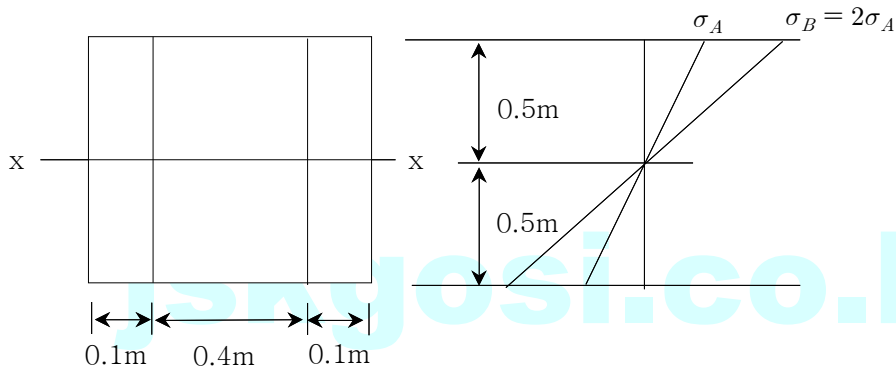
정답 ③

③ 환산단면적을 이용하여 구한다.

⑦ A재료로 환산한 환산단면

탄성계수비, $n = \frac{E_B}{E_A} = 2$

환산단면과 휨응력도는 다음 그림과 같다.



㉠ 최대허용휨모멘트

재료A에 대한 허용휨모멘트 $\sigma_A = \frac{M_B}{Z}$ 로부터

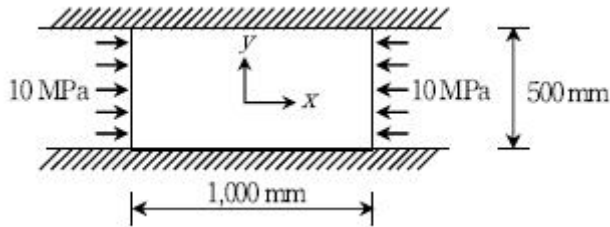
$$M_A = Z \times \sigma_A = \frac{(0.6 \times 10^3)(1 \times 10^3)^2}{6} \times 30 = 3,000 \times 10^6 N \cdot mm = 3,000 kN \cdot m$$

재료B에 대한 허용휨모멘트 $\sigma_B = 2\sigma_A = 2 \frac{M_B}{Z}$ 로부터

$$M_B = \frac{1}{2} \times Z \times \sigma_B = \frac{1}{2} \times \frac{(0.6 \times 10^3)(1 \times 10^3)^2}{6} \times 50 = 2,500 \times 10^6 N \cdot mm = 2,500 kN \cdot m$$

따라서 최대허용휨모멘트는 $2,500 kN \cdot m$ 가 된다.

20. 그림과 같이 높이 500mm, 길이 1,000mm, 두께 10mm인 강판의 상면과 하면이 마찰이 없는 강체벽에 y방향으로만 구속되어 있다. 10MPa의 압력이 x방향으로 작용할 때, 강판의 x방향 변형량[mm]은? (단, 탄성계수는 100GPa, 포아송비는 0.2이고, 강판의 자중은 무시한다)



- ① 0.024 ② 0.048 ③ 0.072 ④ 0.096

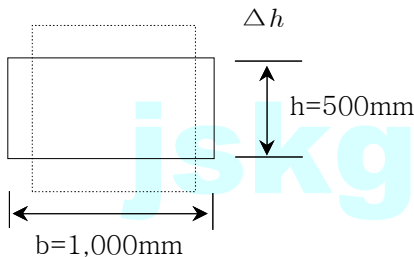
정답 ④

④ y방향의 구속력, 즉 반력 R_y 를 구하여 결정한다.

㉠ 상단 구속 해제시 변형량(Δh)

$$\nu = \frac{\frac{\Delta h}{h}}{\frac{\Delta b}{b}} = \frac{\frac{\Delta h}{h}}{\frac{\sigma_x}{E}}$$

$$\Delta h = \nu \times \frac{\sigma_x}{E} \times h = 0.2 \times \frac{10}{100 \times 10^3} \times 500 = 0.01 \text{mm (인장)}$$

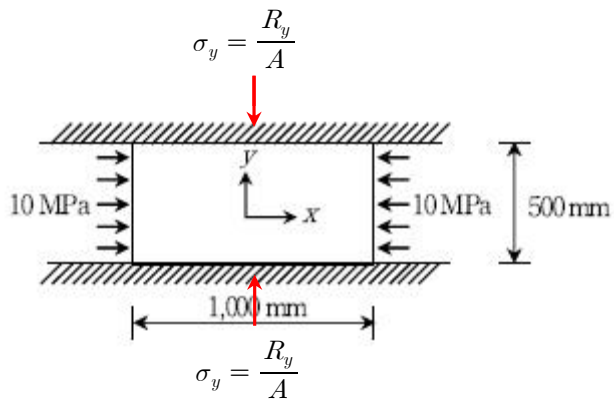


㉡ y방향의 응력

실제 y방향은 구속되어 있으므로 구속력 R_y 는

$$R_y = \frac{EA}{h} \Delta h = \frac{100 \times 10^3 \times (1,000 \times 10)}{500} \times 0.01 = 20,000 \text{N}$$

$$\sigma_y = \frac{R_y}{A} = \frac{20,000}{1,000 \times 10} = 2 \text{MPa}$$



㉞ x방향의 변형량

$\sigma_x = -10 \text{ MPa}$, $\sigma_y = -2 \text{ MPa}$ 일 때, 즉 2축응력일 때의 변형량을 구한다.

$$\Delta b = b \times \epsilon_x = b \times \left[\frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y) \right] = 1,000 \times \left[\frac{1}{100 \times 10^3} (-10 - 0.2(-2)) \right] = -0.096 \text{ mm}$$

<2016년 국가직 7급 응용역학 총평>

1. 문제의 난이도

첫째, 2016년 응용역학 문제는 특별히 어려운 문제는 없다고 생각합니다.

둘째, 그 중에서 다소 시간을 소비하는 문제는 완곡하게 말하자면 19번과 20번 문제 정도로 생각합니다.

셋째, 2016년 올해의 문제는 어떤 수험생이 시간을 단축시키는 것인가에 승패가 갈린다고 봅니다. 항상 마찬가지로 아닌가라고 생각하겠지만 항상 마찬가지로 아닌 것이죠. 문제는 쉽게 출제되었을 때 득점수와 시간 단축량의 함수관계는 더 복잡하고 치열한 관계로 변하는 것입니다. 차라리 어렵게 출제가 되었다면 앞의 이런 문제는 생각하지 않고 원하는 적정한 득점수만 얻고 다음의 과목으로 넘어가면 됩니다. 그런데 올해의 경우는 그런 상황은 아니기 때문에 상당한 고민을 했을 것으로 보입니다.

2. 수험대비

대부분 수업시간에 다루는 내용들로 출제되었으며, 약간씩 응용되는 정도입니다. 수업 시간에 고민했던 문제들입니다. 즉, 현재 강의 내용으로도 충분한 것입니다. 강의 내용에서 빠진 것이 있으면 이의제기를 하여도 무방합니다.

그래서 결론은 교재뿐만 아니라 강의 내용도 들어야 여러분들이 원하는 점수에 도달할 수 있습니다. 간혹 교재만 보고 원하는 점수를 얻을 수 있으면 매우 좋은 것입니다. 교재만으로 부족한 점이 있습니다. 그래서 강의를 하는 것입니다. 이미 활자화된 교재는 수업시간에 제가 말하는 모든 내용을 수록할 수 없습니다.

즉, 교재는 교재일 뿐 저의 어록(수업시간에 하는 저의 강의 내용)이 아닙니다. 강의는 교재처럼 천편일률적인 것이 아니라는 의미입니다.

강의는 들판에 부는 바람과 같이 상황에 따라 변할 수 있습니다. 그때마다 다를 수 있습니다.

그런 대목을 잘 대응하시면 수험생 여러분이 원하는 점수는 충분히 득점할 수 있습니다.

끝으로 여러분의 합격을 기원합니다.