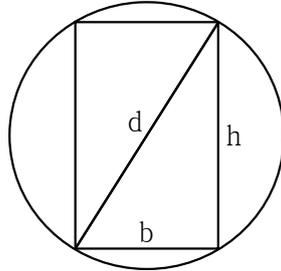


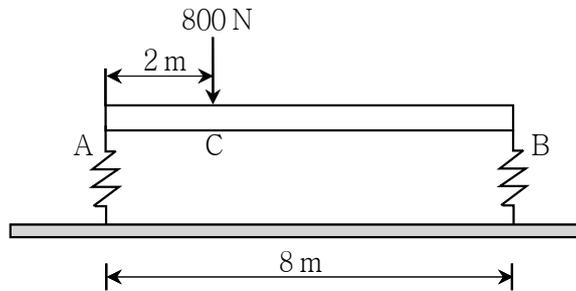
1. 다음과 같이 지름이 d 인 원형단면을 깎아 휨응력에 대해 가장 효과적인 직사각형 단면으로 제작할 때, 지름 d , 단면의 폭 b 와 높이 h 의 비로 옳은 것은?



- ① $d : b : h = \sqrt{3} : 1 : \sqrt{2}$
- ② $d : b : h = \sqrt{5} : \sqrt{2} : \sqrt{3}$
- ③ $d : b : h = 2\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{5}$
- ④ $d : b : h = 2 : 1 : \sqrt{3}$

해설] ① $d : b : h = \sqrt{3} : 1 : \sqrt{2}$

2. 다음과 같이 수평 보가 양 끝단에서 스프링으로 지지되어 있다. 스프링은 보에 하중이 작용하지 않을 때 보가 수평을 이루도록 제작되었다. 800 N의 하중이 작용하여도 보가 수평을 유지하기 위한 지점 B의 스프링 상수[N/m]는? (단, 지점 A의 스프링 상수 $k_A = 1,200 \text{ N/m}$ 이다)



- ① 400
- ② 600
- ③ 800
- ④ 1,000

해설] ① 400

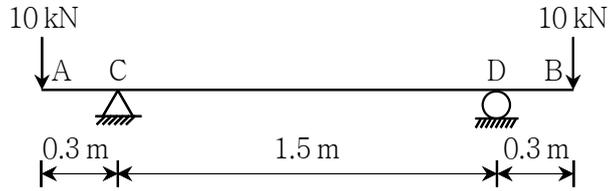
A점의 처짐량 = B점의 처짐량이 되도록 한다.

$$R_A = 800 \times \frac{6}{8} = 600 \text{ N}, \quad R_B = 800 \times \frac{2}{8} = 200 \text{ N}$$

$$\delta_A = \frac{R_A}{k_A} = \delta_B = \frac{R_B}{k_B} \quad \text{이므로,}$$

$$\frac{600}{1200} = \frac{200}{k_B} \text{ 에서, } k_B = 400 N/m$$

3. 다음과 같은 보에서 휨강도(EI)가 3,600 kNm²일 경우, CD구간의 곡률반경[m]은?



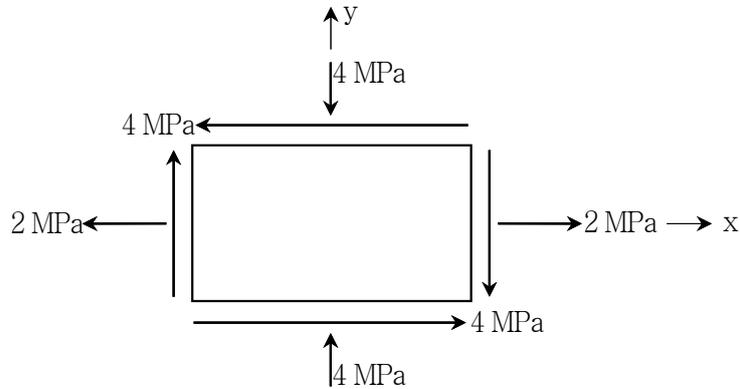
- ① 600
- ② 900
- ③ 1,200
- ④ 1,500

해설] ③ 1,200

$$\rho = \frac{M}{EI} = \frac{10 \times 0.3}{3600} = \frac{1}{1200} = \frac{1}{R}$$

따라서, $R = 1200m$

4. 다음과 같은 응력 상태가 주어질 경우, 최대주응력(σ_{\max})과 최대전단응력(τ_{\max})의 크기[MPa]는?



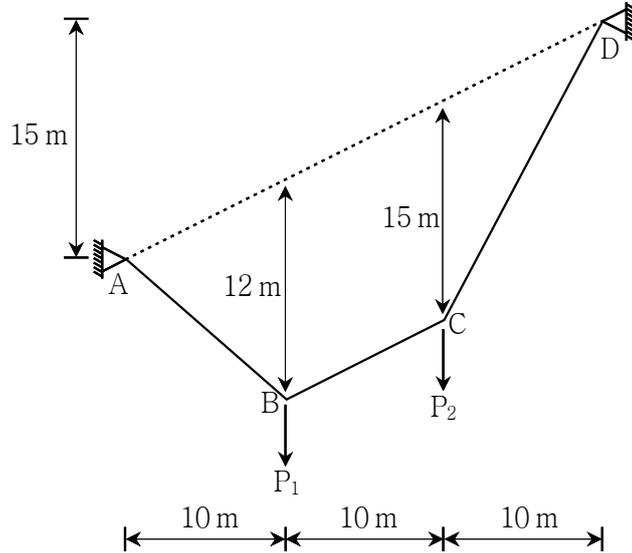
- | σ_{\max} | τ_{\max} |
|-----------------|---------------|
| ① 3 | 4 |
| ② 4 | 5 |
| ③ 4 | 4 |
| ④ 3 | 5 |

해설] ②

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{-4 + 2}{2} = -1, \quad \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{-4 - 2}{2} = -3$$

따라서, $\tau_{\max} = 5 MPa$, $\sigma_{\frac{\max}{\min}} = -1 \pm 5 = -6, +4$

5. 다음과 같이 집중하중 P_1 , P_2 에 의해 케이블에 처짐이 생겼을 때, 케이블의 장력이 가장 크게 발생하는 구간은? (단, 케이블의 단면적은 전 구간에서 동일하고 케이블의 자중은 무시한다)

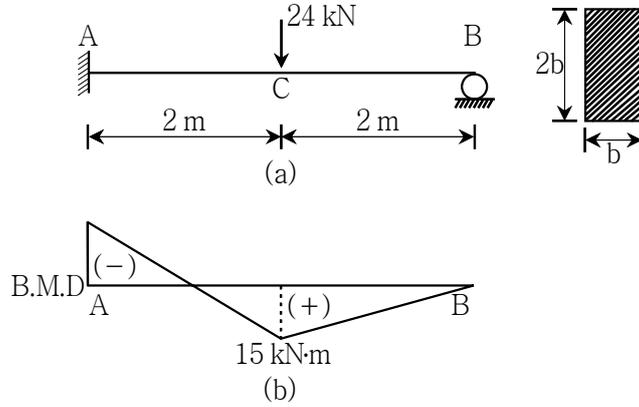


- ① 전 구간 동일
- ② AB 구간
- ③ BC 구간
- ④ CD 구간

해설] ④ CD 구간

케이블의 수평분력은 모든 구간에서 동일하므로, 경사가 가장 급한 구간(연직방향력이 가장 큰 구간)에서 케이블 장력이 가장 크다.

6. 다음 그림 (a)와 같이 폭이 b 이고 높이가 $2b$ 인 직사각형 단면을 가진 부정정보의 점 C에 하중 24 kN 이 작용하고 있다. 이때 부정정보의 휨모멘트도(B.M.D)는 그림 (b)와 같고 재료의 허용휨응력이 27 MPa 일 때, 휨모멘트에 저항하기 위해 필요한 최소 단면폭 b 의 크기[mm]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



- ① 40
- ② 60
- ③ 80
- ④ 100

해설] ④ 100

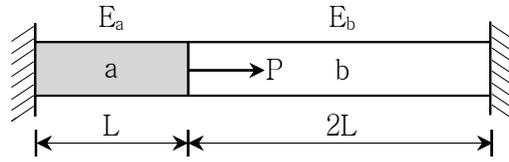
최대정모멘트 = $15\text{ kN}\cdot\text{m}$

최대부모멘트 = $\frac{3Pl}{16} = \frac{3 \times 24 \times 4}{16} = 18\text{ kN}\cdot\text{m}$

$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{Z} = \frac{6 \times 18 \times 10^6}{b \times (2b)^2} = 27$ 이므로,

따라서, $b = 100\text{ mm}$

7. 다음과 같이 단면적 A 가 동일한 a, b 두 부재가 용접되어 양단이 구속되어 있다. 하중 P 가 용접면에 그림과 같이 작용할 때 b 부재에 발생하는 압축응력은? (단, 용접에 의한 잔류응력은 무시하고, a 와 b 의 탄성계수는 각각 E_a 와 E_b 이며 $E_a = 2E_b$ 의 관계를 갖는다. 또한, 보의 자중은 무시한다)



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

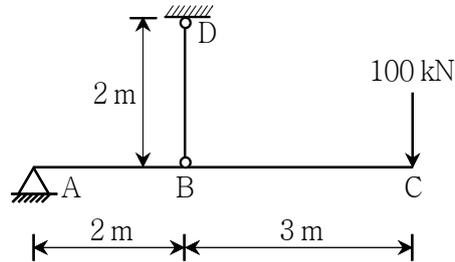
해설] ① $\frac{P}{5A}$

하중분담원리에 의해,

$$k_a : k_b = \frac{E_a A}{L} : \frac{E_b A}{2L} = 2 : \frac{1}{2} = 4 : 1$$

따라서, $P_B = \frac{1}{5}P$ 이고, $\sigma_B = \frac{P_B}{A} = \frac{P}{5A}$

8. 다음과 같이 길이 5 m의 보가 절점 B에 2 m 길이의 케이블과 지점 A에 힌지로 지지되어 있다. 케이블의 축강도(EA)는 20,000 kN이고 보 ABC의 휨강도(EI)가 $5 \times 10^4 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ 이라면 절점 C의 하향 연직처짐[mm]은? (단, 자중과 부재 ABC의 축방향 변형은 무시한다)



- ① 25.0
- ② 30.0
- ③ 62.5
- ④ 92.5

해설] ④ 92.5

1) B점을 힌지로 두고 내민보에서,

$$R_B = 100 + 150 = 250 \text{ kN}$$

2) 내민보에서 100kN에 의한 C점의 처짐량을 구하기 위해 공액보법에서,

$$M = 100 \times 3 = 300 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\begin{aligned} \delta_{c1} &= \left(\frac{300 \times 2}{3} \times 3 + 300 \times \frac{3^2}{3} \right) / EI = (600 + 900) / EI \\ &= \frac{1500}{5 \times 10^4} = 30 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

3) BD부재의 처짐에 의한 C점의 처짐량

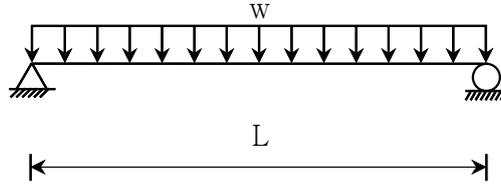
$$\delta_B = \frac{R_B}{k_B} = \frac{250}{20000/2} = 25 \times 10^{-3} \text{ m}$$

비례식에 의해, $\delta_{c2} = \frac{25}{2} \times 5 = 62.5 \text{ mm}$

4) 총처짐량

$$\delta_c = \delta_{c1} + \delta_{c2} = 30 + 62.5 = 92.5 \text{ mm}$$

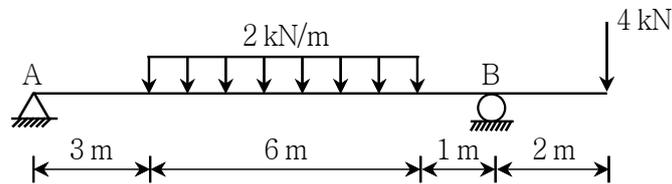
9. 다음과 같이 등분포하중 w 가 작용하는 단순보에서 소성 붕괴 등분포하중 w_u 는?



- ① $\frac{M_p}{L^2}$
- ② $\frac{2M_p}{L^2}$
- ③ $\frac{4M_p}{L^2}$
- ④ $\frac{8M_p}{L^2}$

해설] ④ $\frac{8M_p}{L^2}$

10. 다음과 같은 내민보에서 발생하는 최대휨모멘트[kN·m]는?



- ① 4
- ② 12
- ③ 16
- ④ 19

해설] ③ 16

$$1) R_A = -\frac{4}{10} \times 2 + 2 \times 6 \times \frac{4}{10} = 4kN$$

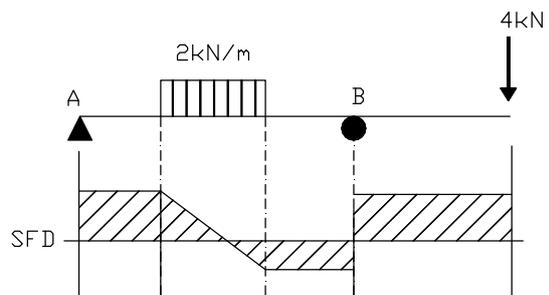
2) 최대휨모멘트 발생위치 x

$$\omega x = R_A = 2 \times x = 4$$

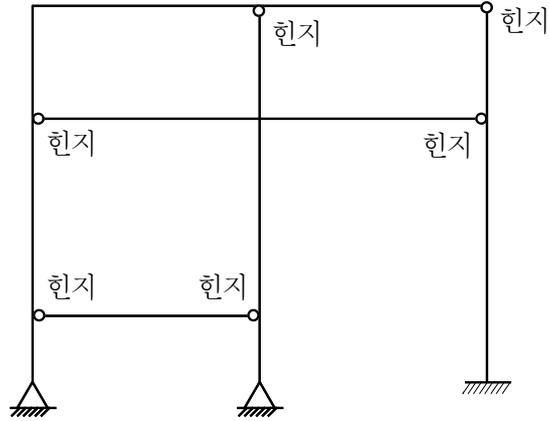
따라서, $x = 2m$

3) 최대휨모멘트

$$M_{max} = 4 \times (3+2) - \frac{2}{2} \times 2^2 = 16kN.m$$



11. 다음과 같은 2차원 프레임 구조물의 부정정 차수는?



- ① 6
- ② 7
- ③ 8
- ④ 9

해설] ② 7

총절점수 = 11

반력수 = 7, 부재수 = 13, 강절점수 = 9

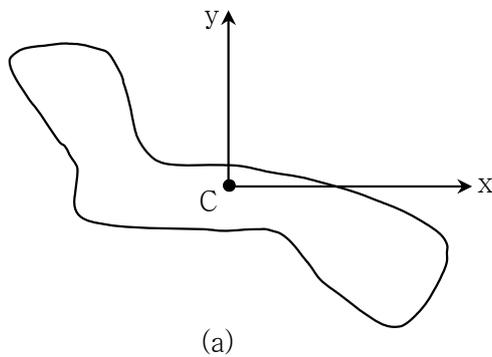
따라서, $29 - 11 \times 2 = 7$ 차 부정정

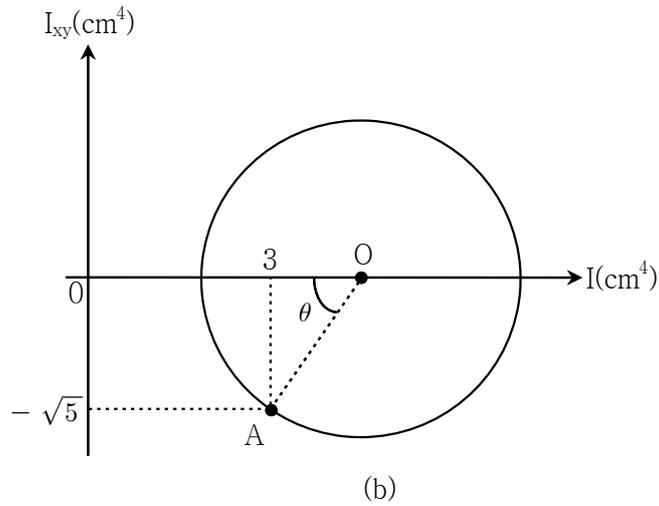
*별해)

5회 절단 $3 \times 5 = 15$, 내부힌지수 6, 경계해제 2 이므로,

$15 - 6 - 2 = 7$ 차 부정정

12. 다음 그림 (a)와 같은 단면의 관성모멘트 모아원은 그림 (b)와 같다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, x축과 y축의 원점 C는 단면의 도심이다. 단면 2차모멘트는 $I_x = 3 \text{ cm}^4$, $I_y = 7 \text{ cm}^4$ 이며 단면 상승모멘트 $I_{xy} = -\sqrt{5} \text{ cm}^4$ 이다)





- ① 최소 주축은 x축을 시계방향으로 $\frac{\theta}{2}$ 만큼 회전한 축이다.
- ② 모아원의 중심 O의 좌표는 (5,0)이다.
- ③ 최대 주단면 2차모멘트는 9 cm^4 이다.
- ④ 최대와 최소 주단면 2차모멘트의 합은 10 cm^4 이다.

해설] ③ 최대 주단면 2차모멘트는 8 cm^4 이다.

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{(3+7)}{2} = 5, \quad \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{(3-7)}{2} = 2$$

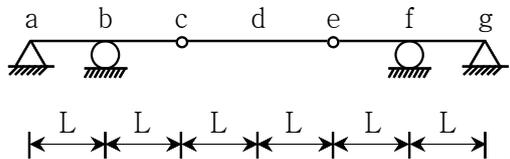
$$\tau_{\max} = \sqrt{2^2 + 5} = 3$$

따라서, $\sigma_{\max} = 5 + 3 = 8$

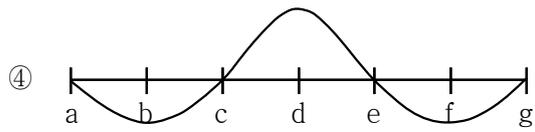
$$\sigma_{\max} + \sigma_{\min} = (5+3) + (5-3) = 10$$

*단, τ 는 단면상승모멘트를, σ 는 단면2차모멘트를 표현

13. 다음과 같은 보 구조물에서 점 d에 대한 모멘트의 정성적인 영향선은?

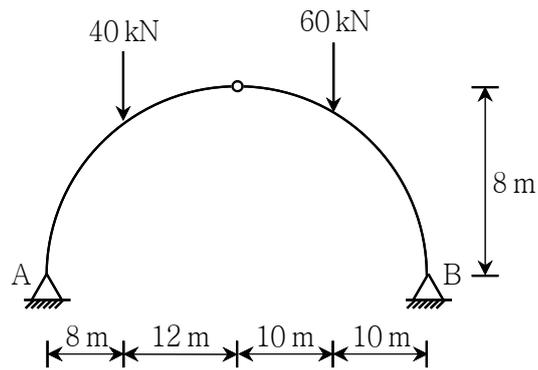


- ①
- ②
- ③



해설] ②

14. 다음과 같은 3힌지 아치에서 지점 A의 수평반력[kN]은?



- ① 57.5
- ② 59.5
- ③ 62.5
- ④ 65.5

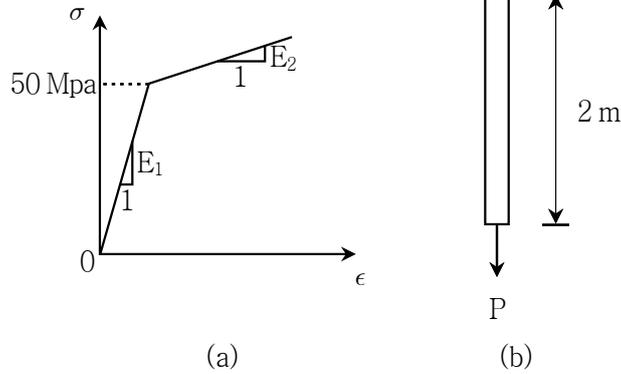
해설] ① 57.5

$$R_A = 40 \times \frac{32}{40} + 60 \times \frac{10}{40} = 47 \text{ kN}$$

내부힌지지점에 대한 모멘트 평형방정식에서,

$$\Sigma M = 47 \times 20 - 40 \times 12 + H \times 8 = 0 \text{ 이므로, } H = 57.5 \text{ kN}$$

15. 다음 그림 (a)와 같이 이중선형(bilinear) 응력-변형률 곡선을 갖는 그림 (b)와 같은 길이 2m의 강봉이 있다. 하중 $P = 14 \text{ kN}$ 이 작용할 때 강봉의 늘어남 길이[mm]는? (단, 강봉의 단면적은 2 cm^2 이고, 자중은 무시하며, 탄성계수 $E_1 = 100 \text{ GPa}$ 이고, 탄성계수 $E_2 = 40 \text{ GPa}$ 이다)



- ① 0.5
- ② 1.0
- ③ 1.5
- ④ 2.0

해설] ④ 2.0

1) 1차 항복변형량

$$\delta_y = \epsilon_y \times l = \frac{f_y}{E_1} \times l = \frac{50}{100 \times 10^3} \times 2 \times 10^3 = 1 \text{ mm}$$

$$P_y = \sigma_y \times A = 50 \times 200 = 10 \text{ kN}$$

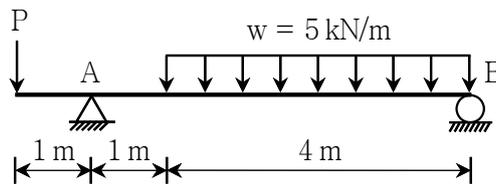
따라서, 소성력 $P_p = 14 - 10 = 4 \text{ kN}$

2) 2차 변형량

$$\delta_p = \frac{P_p l}{E_2 A} = \frac{4 \times 10^3 \times 2 \times 10^3}{40 \times 10^3 \times 200} = 1 \text{ mm}$$

따라서, 최종변형량 $= \delta = \delta_y + \delta_p = 1 + 1 = 2 \text{ mm}$

16. 다음과 같이 집중하중 P 와 등분포하중 $w = 5 \text{ kN/m}$ 를 받는 내민보에서, 전단력이 0이 되는 위치가 B점에서 왼쪽으로 2m 떨어져 있을 때, 집중하중 P 의 크기[kN]는?



- ① 6
- ② 8
- ③ 10
- ④ 12

해설] ③ 10

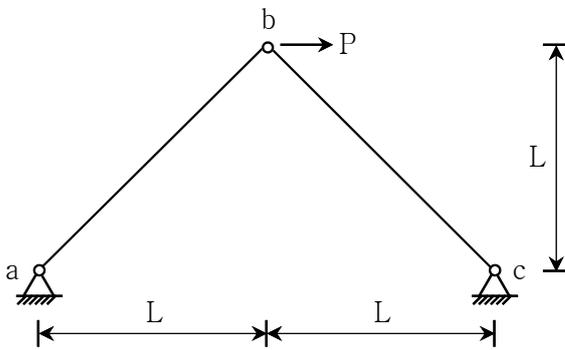
$R_B = \omega x$ 인 지점에서 전단력이 0가 되므로,

$$R_B = \omega \times 2 = 10kN$$

또한, $R_B = 5 \times 4 \times \frac{3}{5} - \frac{P}{5} \times 1 = 10$ 이므로,

따라서, $P = 10kN$

17. 다음과 같은 트러스에서 모든 부재의 탄성계수는 E, 단면적은 A이다. 절점 b에서 수평방향 하중 P를 받을 때, b점의 수평변위는?



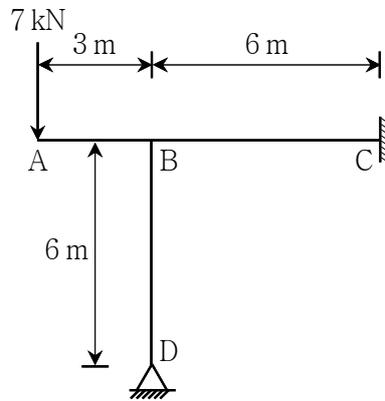
- ① $\frac{\sqrt{2}PL}{EA}$
- ② $\frac{PL}{2EA}$
- ③ $\frac{PL}{\sqrt{2}EA}$
- ④ $\frac{2PL}{EA}$

해설] ① $\frac{\sqrt{2}PL}{EA}$

부재	F	F_v	L	$\frac{FF_v L}{EA}$
AB	$\frac{\sqrt{2}}{2}P$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\sqrt{2}L$	$\frac{\sqrt{2}PL}{2EA}$
BC	$-\frac{\sqrt{2}}{2}P$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\sqrt{2}L$	$\frac{\sqrt{2}PL}{2EA}$

따라서, 총처짐량 = $\frac{\sqrt{2}PL}{2EA} \times 2 = \frac{\sqrt{2}PL}{EA}$

18. 다음과 같은 구조물에서 고정단 C점에서의 반력 휨모멘트 M_C [kN·m]와 수직반력 R_C [kN]의 크기는?
(단, 부재 단면 및 재질은 모두 같다)



- | M_C | R_C |
|-------|-------|
| ① 5 | 2 |
| ② 6 | 2 |
| ③ 5 | 3 |
| ④ 6 | 3 |

해설] ④

1) 집중하중에 의한 B점의 모멘트

$$7 \times 3 = 21 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) 모멘트 분배

분배율 = 3 : 4 이므로,

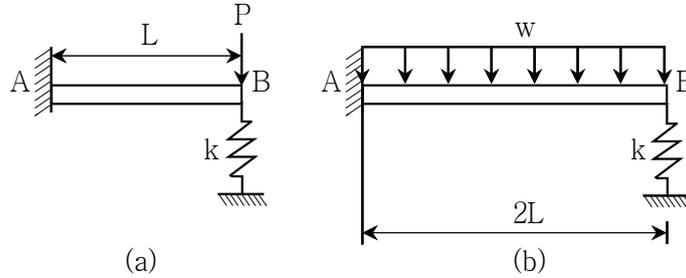
$$M_{BC} = 21 \times \frac{4}{7} = 12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

따라서, $M_{CB} = \frac{12}{2} = 6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

3) BC부재에서,

$$R_C = \frac{12 + 6}{6} = 3 \text{ kN} (\downarrow)$$

19. 다음 그림 (a), (b)와 같이 캔틸레버보의 자유단 B에 탄성지점을 설치하였다. 집중하중 P가 B점에 작용하는 구조물 (a)와 등분포하중 w가 작용하는 구조물 (b)의 B점에 발생하는 수직변위가 동일할 때 집중하중 P와 등분포하중 w의 관계는? (단, 구조물 (a)와 (b)는 하중과 부재 길이만 다르고 다른 조건은 동일하며, 자중은 무시한다)



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

해설]

두 부재의 처짐량이 동일하기 위해서는 스프링이 분배받는 하중이 동일해야 한다.

$$\text{a구조에서 스프링이 분배받는 힘 } P_{sa} = \frac{k}{k_a + k} \times P$$

$$\text{b구조에서 스프링이 분배받는 힘 } P_{sb} = \frac{k}{k_b + k} \times \frac{3}{8}w(2L)$$

$$k_a = \frac{3EI}{L^3}, k_b = \frac{3EI}{(2L)^3} = \frac{k_a}{8}$$

$$P_{sa} = P_{sb} \text{ 방정식에서, } \frac{P}{8k_b + k} = \frac{3\omega L}{4} \times \frac{1}{k_b + k}$$

* 본 문제는 $P = \frac{3\omega L}{4}$ 라는 정답을 염두에 두고 계산하였으나, 길이를 다르게 함으로 인해 보의 강성이 달라지고 인해 인해, 주어진 조건으로는 계산을 할 수 없다.

20. 안쪽 반지름 $r = 4\text{ m}$ 이고 두께가 20 mm 인 원통형 압력용기가 있다. 내압 p 가 작용할 때 바깥 표면 평면 내에서 최대전단응력은? (단, 용기에 발생하는 인장응력 계산 시 내·외측 평균반지름 r_m 대신 안쪽 반지름 r 을 사용하여 계산한다)

- ① $10p$
- ② $50p$
- ③ $100p$
- ④ $200p$

해설] ② $50p$

$$\text{원환응력 } \sigma_2 = \frac{pr}{t} = \frac{4000p}{20} = 200p$$

$$\text{원축응력 } \sigma_1 = \frac{pr}{2t} = 100p$$

$$\text{응력원의 중심 } \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = 150p, \text{ 응력원의 반경 } \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = 50p = \tau_{\max}$$