

응용역학

해설위원 : 장성국 교수

본 문서 내용의 소유권 및 판권은 (주)윌비스고시학원에 있습니다. 무단복사·판매시 저작권법에 의거 경고조치 없이 고발하여 민·형사상 책임을 지게 됩니다.

총평

문제의 내용은 매우 쉬운 문제들로 구성되어 있다. 문제의 형식이 수험생들의 심리적 압박을 가하는 문제들이다. 결론적으로 우수한 수험생과 그렇지 못한 수험생 간의 점수 편차가 매우 클 것으로 판단된다. 그래서 대체적인 무난 점수는 가산점을 제외한 합격권의 수험생들의 평균점수는 약 70점 정도로 예상된다. 그리고 역시 중요한 부분인 제3장 재료역학의 기초, 제5장 정정보, 제 7장 보의 응력 부분에서 무려 13문제가 출제되었다는 점이 중요한 특징이다.

1. 재료의 거동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

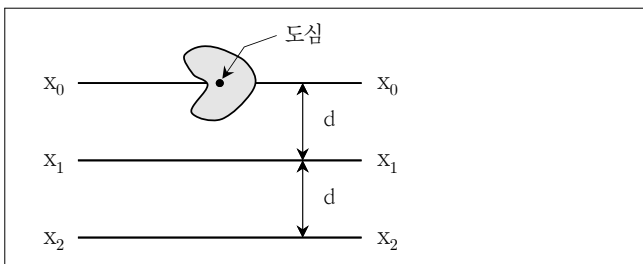
- ① 탄성거동은 응력-변형률 관계가 보통 직선으로 나타나지만 직선이 아닌 경우도 있다.
- ② 크리프(creep)는 응력이 작용하고 이후 그 크기가 일정하게 유지되더라도 변형이 시간 경과에 따라 증가하는 현상이다.
- ③ 재료가 항복한 후 작용하중을 모두 제거한 후에도 남는 변형을 영구변형이라 한다.
- ④ 포아송비는 축하중이 작용하는 부재의 횡방향 변형률(ϵ_h)에 대한 축방향 변형률(ϵ_v)의 비(ϵ_v/ϵ_h)이다.

정답 ④

④ 포아송비는 축하중이 작용하는 부재의 축방향 변형률(ϵ_v)에 대한 횡방향 변형률(ϵ_h)의 비(ϵ_h/ϵ_v)이다.

2. 그림과 같이 임의의 형상을 갖고 단면적이 A인 단면이 있다. 도심축($x_0 - x_0$)

으로부터 d만큼 떨어진 축($x_1 - x_1$)에 대한 단면 2차모멘트가 I_{x1} 일 때, 2d만큼 떨어진 축($x_2 - x_2$)에 대한 단면 2차모멘트 값은?



- ① $I_{x1} + Ad^2$
- ② $I_{x1} + 2Ad^2$
- ③ $I_{x1} + 3Ad^2$
- ④ $I_{x1} + 4Ad^2$

정답 ③

③ 평행축정리를 이용한다. 먼저 도심축에 대한 단면2차 모멘트는 다음과 같이 구한다.

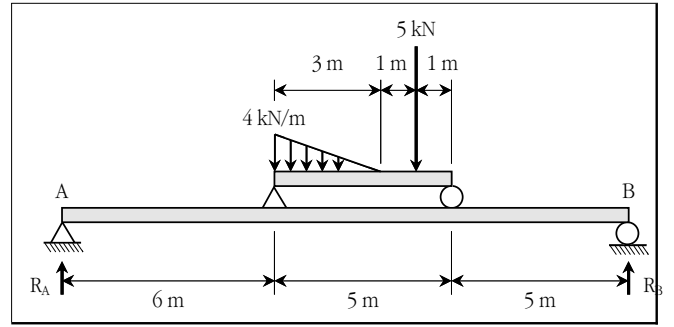
$$I_{x1} = I_{x0} + Ad^2$$

$$I_{x0} = I_{x1} - Ad^2$$

따라서

$$I_{x2} = I_{x0} + A(2d)^2 = [I_{x1} - Ad^2] + A(2d)^2 = I_{x1} + 3Ad^2$$

3. 그림과 같이 보 구조물에 집중하중과 삼각형 분포하중이 작용할 때, 지점 A와 B에 발생하는 수직방향 반력 R_A [kN]와 R_B [kN]의 값은? (단, 구조물의 자중은 무시한다)

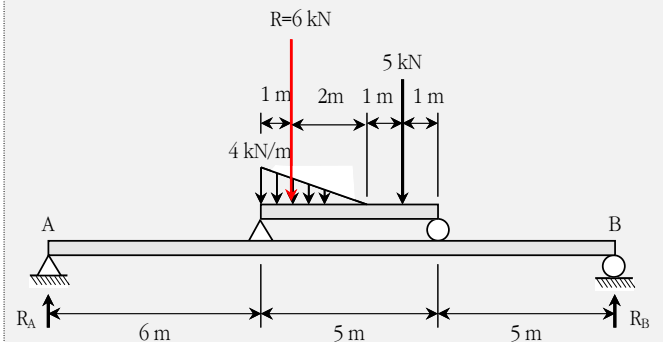


	R_A	R_B
①	$\frac{19}{4}$	$\frac{25}{4}$
②	$\frac{23}{4}$	$\frac{21}{4}$
③	$\frac{21}{4}$	$\frac{23}{4}$
④	$\frac{25}{4}$	$\frac{19}{4}$

정답 ③

③ 힘의 평형조건식을 이용한다.

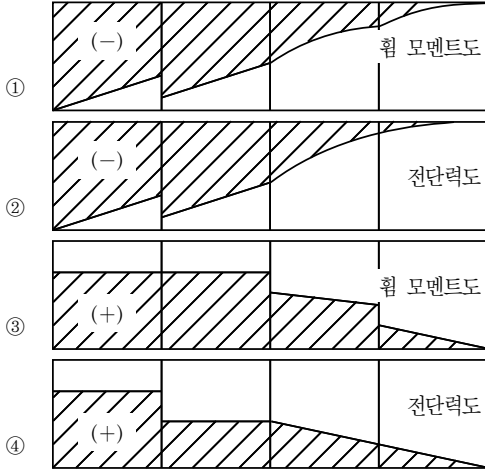
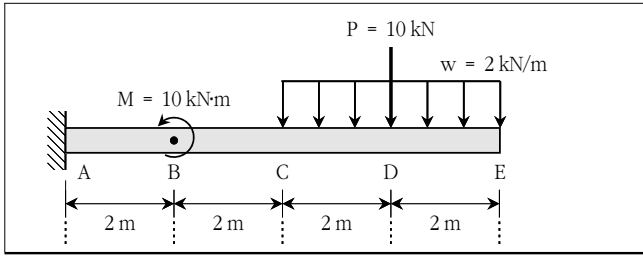
등변분포하중의 합력R을 구하여 수직반력을 구한다. 합력 R은 삼각형의 도심에 작용할 것이므로 합력의 작용위치는 그림과 같이 된다.



$$R_A = \frac{6 \times (10 - 1) + 5 \times (5 + 1)}{16} = \frac{21}{4} \text{ kN} (\uparrow)$$

$$R_B = (6 + 5) - \frac{21}{4} = \frac{23}{4} \text{ kN} (\uparrow)$$

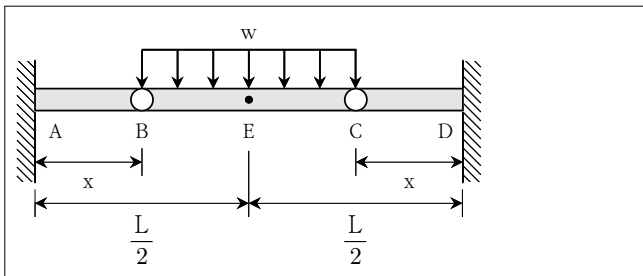
4. 그림과 같이 모멘트 M , 분포하중 w , 집중하중 P 가 작용하는 캔틸레버 보에 대해 작성한 전단력도 또는 휨 모멘트도의 대략적인 형태로 적절한 것은? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



정답 ①

① 이 문제는 기본원리만 알면 쉽게 정답에 접근하는 문제이다.
 ① 먼저 부호를 판단하면 전단력은 전지간에 걸쳐 (+)전단력이 되어서 지문②는 정답이 아니다. 휨모멘트는 적어도 BCDE구간은 (-)휨모멘트이므로 ③은 정답이 아니다.
 ④ 전단력은 집중하중이 작용하는 점(D점)에서 중거의 급격한 변화가 생겨야 하는데 지문④는 그렇지않아서 틀린 그림이다. 그러면 정답은 ①이 된다.
 그외에도 여러 가지 측면에서 정답에 쉽게 접근할 수 있다. 예를들면 B점에서 모멘트하중이 작용하고 있으므로 전단력도의 중거에는 아무런 변화가 없어 수평선이 되고(이 점에서 ②와 ④는 정답이 아님) 휨모멘트는 중거의 급격한 변화가 생긴다(이 점에서 ③은 정답이 아님). 따라서 정답은 ①이 될 수 밖에 없다.

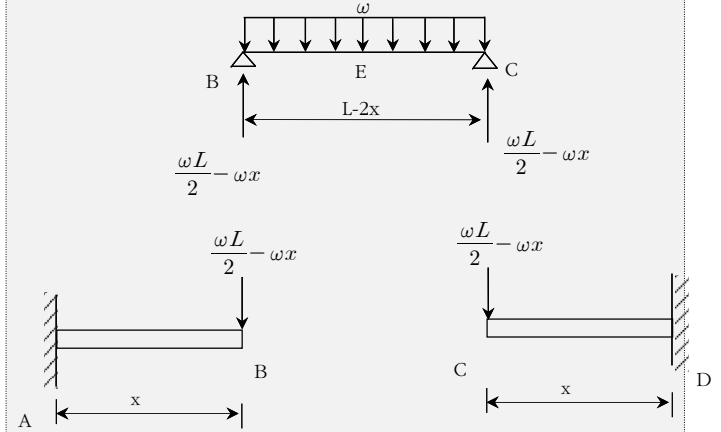
5. 그림과 같이 양단에서 각각 x 만큼 떨어져 있는 B점과 C점에 내부힌지를 갖는 보에 분포하중 w 가 작용하고 있다. A점 고정단 모멘트의 크기와 중앙부 E점 모멘트의 크기가 같아지기 위한 x 값은? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



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

정답 ①

① 힌지절점 구간의 양쪽의 캔틸레버보로 나누어서 구한다.



E단면과 A단면에서 휨모멘트의 절대값이 같다고 가정하면 다음과 같다.

$$|M_E| = |M_A|$$

$$\left| \frac{\omega}{8}(L-2x)^2 \right| = \left| -\left(\frac{\omega L}{2} - \omega x\right)x \right|$$

$$\frac{1}{8}(L^2 - 4Lx + 4x^2) = \frac{L}{2}x - \omega x^2$$

$$L^2 - 4Lx + 4x^2 = 4Lx - 8\omega x^2$$

$$L^2 - 8Lx + 12\omega x^2 = 0$$

$$(L-6x)(L-2x) = 0$$

$$x = \frac{L}{6}$$

$x = \frac{L}{2}$ 로 하면 문제가 성립하지 않기 때문에 이는 정답이 아니다.

[참고] 이의제기

절대값이 같다는 조건을 붙이지 않는다면

$$M_E = M_A$$

$$\frac{\omega}{8}(L-2x)^2 = -\left(\frac{\omega L}{2} - \omega x\right)x$$

$$\frac{1}{8}(L^2 - 4Lx + 4x^2) = -\frac{L}{2}x + x^2$$

$$L^2 - 4Lx + 4x^2 = -4Lx + 8x^2$$

$$L^2 - 4x^2 = 0$$

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

로 되어 문제가 성립하지 않는다.

따라서 정답은 없음으로 하여야 옳은 것이다.

그리고 이런 유형의 문제는 이런 경우가 존재하여 항상 절대값이 같다는 조건을 붙여 문제를 출제한다. 따라서 중요한 문제 조건을 적시하지 않았으므로 문제 성립 자체에 하자가 발생한 경우이므로 정답 없음이 타당한 주장이 된다.

Diagram of a beam ABC with a pin support at A, a roller support at B, and a free end at C. A 10 kN downward point load is applied 6 m from A. A horizontal force P is applied to the right at the center of a 4 m wide block resting on the ground, which is positioned 4 m from the 10 kN load and 5 m from C. The ground is labeled '바닥면'.

-
- The diagram shows a horizontal beam of total length 11 m, with a pin support at point A (left end) and a roller support at point B (4 m from A). A 10 kN downward point load is applied 6 m from A. A rectangular block, labeled '블록' (block), is placed on the beam between points B and C. The block is 4 m long and its right edge is at point B. A horizontal force P is applied to the right side of the block. A friction force $F = \mu N$ is shown acting to the left on the top surface of the block. A normal force $N = R_B = 6 \text{ kN}$ is shown acting upwards on the bottom surface of the block. The distance from the 10 kN load to the block is 4 m, and the distance from the block to point C is 5 m.

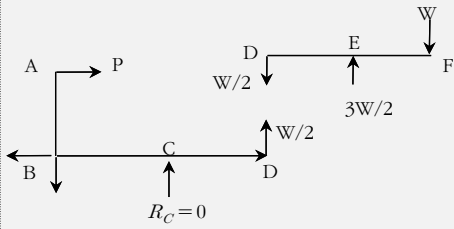
The diagram illustrates a beam structure and its shear force distribution. The beam is fixed at point A, has a roller support at point C, and is free at point B. A uniformly distributed load $w = 2 \text{ kN/m}$ is applied from point C to point B. The total length of the beam is 12 m, with segments AC and CB each measuring 6 m. The shear force diagram below the beam shows a positive shear force area of 12 kN between A and C, and a negative shear force area of 6 kN between C and B. The label "전단력도" (Shear Force Diagram) is present.

-
- The diagram shows a horizontal beam of length 12 m, supported by a fixed support at A and a roller support at B. A triangularly distributed load is applied vertically downwards, starting at 0 kN/m at A and increasing linearly to 2 kN/m at B. The load is divided into two equal segments of 6 m each, with a peak intensity of 2 kN/m at the midpoint C. The shear force diagram is shown below the beam, with a maximum shear force of 12 kN at A, crossing the zero line at C, and reaching a minimum of -6 kN at B. The area under the shear force curve is shaded: positive (hatched) from A to C and negative (white) from C to B. The label '전단력도' (Shear Force Diagram) is written below the diagram.

- $$\begin{array}{ll} \textcircled{1} \quad \frac{3}{2} & \textcircled{2} \quad \frac{5}{2} \\ \textcircled{3} \quad \frac{2}{3} & \textcircled{4} \quad \frac{2}{5} \end{array}$$

정답 ①

다음 구조물의 자유물체도에서



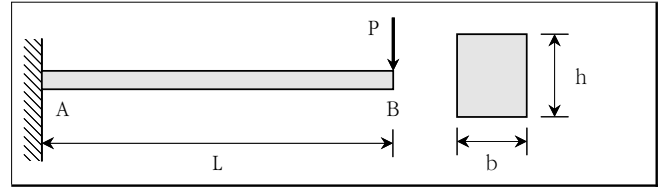
$$\textcircled{㉠} R_D = \frac{3WL}{6L} = \frac{W}{2}$$

㉡ $R_C = 0$ 으로 하여 B점에 대하여 모멘트를 취한다.

$$\sum M_B = 0, \quad P \times 3L - \frac{W}{2} \times 9L = 0$$

$$\frac{W}{P} = \frac{2}{3}$$

10. 그림과 같이 집중하중 P를 받는 캔틸레버 보에서 보의 높이 h가 폭 b와 같을 경우($h = b$) B점의 수직방향 처짐량이 8 mm라면, 동일한 하중조건에서 B점의 수직방향 처짐량이 27 mm가 되기 위한 보의 높이 h는? (단, 구조물의 자중은 무시하고 단면폭 b는 일정하게 유지한다)



$$\textcircled{㉠} \frac{1}{3}b$$

$$\textcircled{㉡} \frac{2}{3}b$$

$$\textcircled{㉢} \frac{3}{4}b$$

$$\textcircled{㉣} \frac{4}{5}b$$

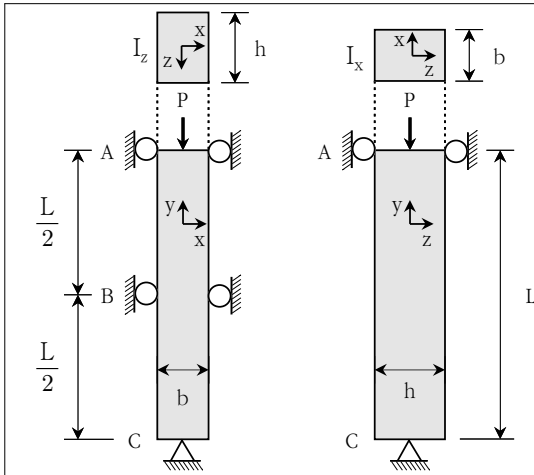
정답 ②

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI} = \frac{PL^3}{3E(\frac{bh^3}{12})} \text{에서 } \delta \propto \frac{1}{h^3} \text{이므로}$$

$$\frac{27}{8} = \frac{h^3}{y^3}$$

$$y = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3}b \quad (\because h = b)$$

9. 그림과 같이 축하중 P를 받고 있는 기둥 ABC의 중앙 B점에서는 x방향의 변위가 구속되어 있고 양끝단 A점과 C점에서는 x방향과 z방향의 변위가 구속되어 있을 때, 기둥 ABC의 탄성좌굴을 발생시키는 P의 최소값은? (단, 탄성계수 $E = \frac{L^2}{\pi^2}$, 단면 2차모멘트 $I_x = 20\pi$, $I_z = \pi$ 로 가정한다)



$$\textcircled{㉠} 2\pi$$

$$\textcircled{㉡} 4\pi$$

$$\textcircled{㉢} 5\pi$$

$$\textcircled{㉣} 20\pi$$

정답 ②

② 다음 두 값 중 작은 값으로 한다.

㉠ x축방향에 좌굴방향인 경우

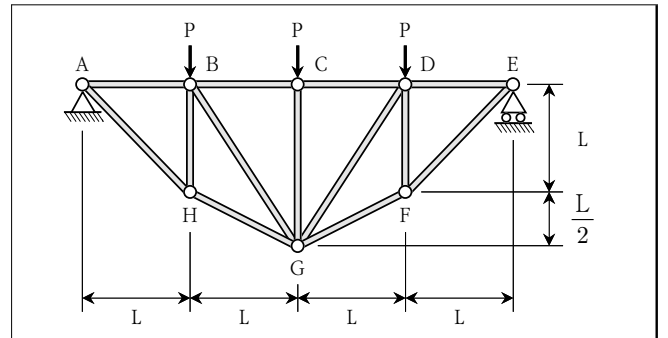
$$P_{cr,x} = \frac{2^2 \cdot \pi^2 \cdot \frac{L^2}{\pi^2} \cdot \pi}{L^2} = 4\pi$$

㉡ z축방향에 좌굴방향인 경우

$$P_{cr,z} = \frac{1^2 \cdot \pi^2 \cdot \frac{L^2}{\pi^2} \cdot 20\pi}{L^2} = 20\pi$$

따라서 축하중의 최소값은 4π 가 된다.

11. 그림과 같은 트러스에서 부재 BC의 부재력의 크기는? (단, 모든 부재의 자중은 무시하고, 모든 내부 절점은 힌지로 이루어져 있다)



$$\textcircled{㉠} \frac{P}{3}$$

$$\textcircled{㉡} P$$

$$\textcircled{㉢} 2P$$

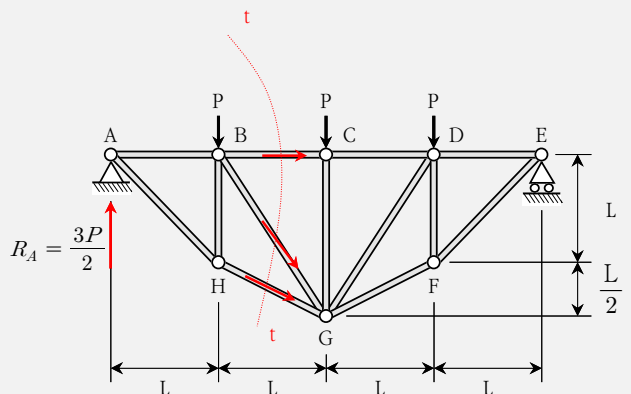
$$\textcircled{㉣} \frac{4}{3}P$$

정답 ④

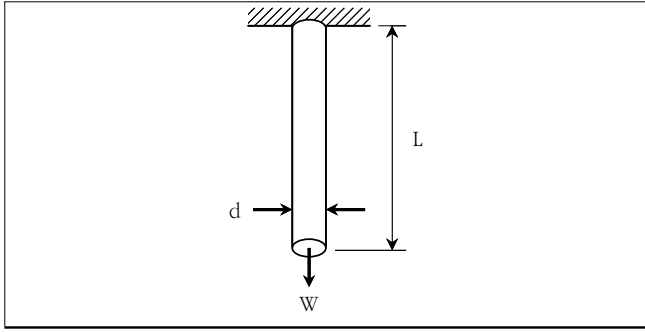
t-t절단면에서

$$\sum M_G = 0, \quad \frac{3}{2}P \times 2L - P \times L + BC \times \frac{3L}{2} = 0$$

$$BC = -\frac{4}{3}P \text{ (압축)}$$



12. 그림과 같이 천장에 수직으로 고정되어 있는 길이 L , 지름 d 인 원형 강철봉에 무게가 W 인 물체가 달려있을 때, 강철봉에 작용하는 최대응력은? (단, 원형 강철봉의 단위중량은 γ 이다)



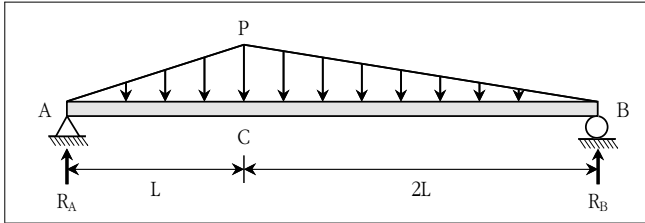
- ① $\frac{4W}{\pi d^2} + \gamma L$ ② $\frac{4W}{\pi d^2} + \frac{\pi d^2 \gamma L}{4}$
 ③ $\frac{2W}{\pi d^2} + \gamma L$ ④ $\frac{2W}{\pi d^2} + \frac{\pi d^2 \gamma L}{2}$

정답 ①

최대수직응력은 고정단에서 발생하며 자중과 하중 W 에 조합으로 구한다.

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{W}{\text{단면적}} + \frac{\text{자중}}{\text{단면적}} \\ &= \frac{4W}{\pi d^2} + \frac{\gamma AL}{A} \\ &= \frac{4W}{\pi d^2} + \gamma L\end{aligned}$$

13. 그림과 같은 분포하중을 받는 보에서 B점의 수직반력(R_B)의 크기는? (단, 구 조물의 자중은 무시한다)



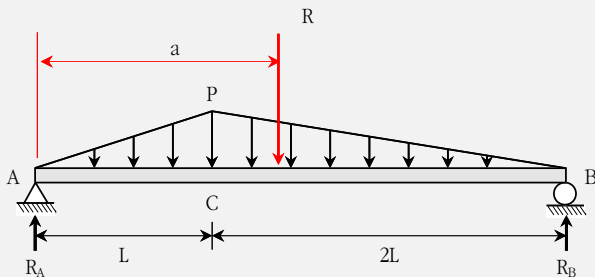
- ① $\frac{1}{6}PL$ ② $\frac{1}{3}PL$
 ③ $\frac{2}{3}PL$ ④ $\frac{5}{6}PL$

정답 ③

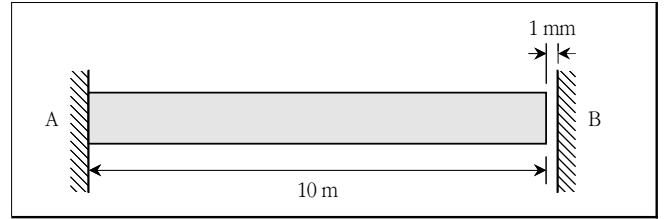
$$\text{합력, } R = \frac{1}{2} \times 3L \times P = \frac{3PL}{2}$$

$$\text{합력작용위치, } a = \frac{b+c}{3} = \frac{3L+L}{3} = \frac{4L}{3}$$

$$R_B = \frac{Ra}{3L} = \frac{\frac{3PL}{2} \times \frac{4L}{3}}{3L} = \frac{2PL}{3}$$



14. 그림과 같이 한 쪽 끝은 벽에 고정되어 있고 다른 한 쪽 끝은 벽과 1 mm 떨어져 있는 수평부재가 있다. 부재의 온도가 20°C 상승할 때, 부재 내에 발생하는 압축응력의 크기 $[\text{kPa}]$ 는? (단, 보 부재의 탄성계수 $E = 2 \text{ GPa}$, 열팽창계수 $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 이며, 자중은 무시한다)

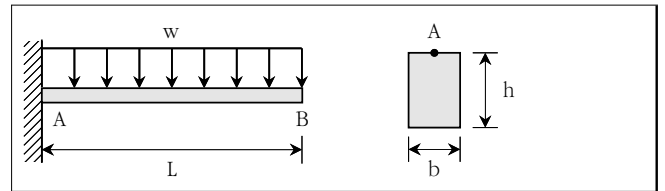


- ① 100 ② 200
 ③ 300 ④ 400

정답 ②
 JSK법

$$\begin{aligned}\sigma &= \alpha \cdot \Delta T \cdot E - \left(\frac{E}{L}\right) \cdot \delta \\ &= 1 \times 10^{-5} \times 20 \times 2 \times 10^6 - \frac{2 \times 10^6}{10} \times 1 \times 10^{-3} \\ &= 200 \text{ kPa}\end{aligned}$$

15. 그림과 같이 단위중량 γ , 길이 L 인 캔틸레버 보에 자중에 의한 분포하중 w 가 작용할 때, 보의 고정단 A점에 발생하는 휨 응력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 보의 단면은 사각형이고 전구간에서 동일하다)



- ① 폭 b 가 2배가 되면 휨 응력값은 2배가 된다.
 ② 높이 h 가 2배가 되면 휨 응력값은 $\frac{1}{2}$ 배가 된다.
 ③ 단위중량 γ 가 2배가 되면 휨 응력값은 2배가 된다.
 ④ 길이 L 이 2배가 되면 휨 응력값은 4배가 된다.

정답 ①

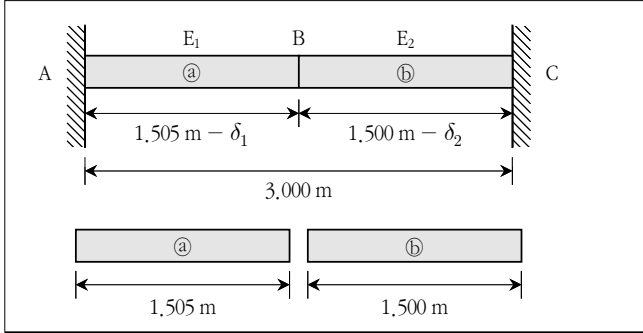
자중에 의한 등분포하중, $w = \gamma bh$

$$\text{고정단의 휨모멘트, } M_A = \frac{wL^2}{2} = \frac{\gamma bhL^2}{2}$$

A점은 고정단의 상면의 점으로 휨응력은 $\sigma_A = \frac{6M_A}{bh^2} = \frac{3\gamma L^2}{h}$ 을 이용한다.

- ① b 의 크기는 휨응력에 아무런 영향을 주지 않기 때문에 휨응력은 아무 변화가 없다.
 ② $\sigma_A \propto \frac{1}{2h}$ 이므로 휨 응력값은 $\frac{1}{2}$ 배가 된다.
 ③ $\sigma_A \propto (2\gamma)$ 이므로 휨 응력값은 2배가 된다.
 ④ $\sigma_A \propto (2L)^2 = 4L^2$ 이므로 휨 응력값은 4배가 된다.

16. 그림과 같이 길이가 각각 1,505 m, 1,500 m이고 동일한 단면적을 갖는 부재 ③과 ④를 폭이 3,000 m인 강체 벽체 A와 C 사이에 강제로 끼워 넣었다. 이 때 부재 ③은 δ_1 , 부재 ④는 δ_2 만큼 길이가 줄어들었다면, 줄어든 길이의 비($\delta_1 : \delta_2$)는? (단, 부재의 자중은 무시하고, ④의 탄성계수 E2가 부재 ③의 탄성계수 E1의 3배이다)



- ① 0.723 : 1,000 ② 1,505 : 1,000
③ 3.010 : 1,000 ④ 4.515 : 1,000

정답 ③

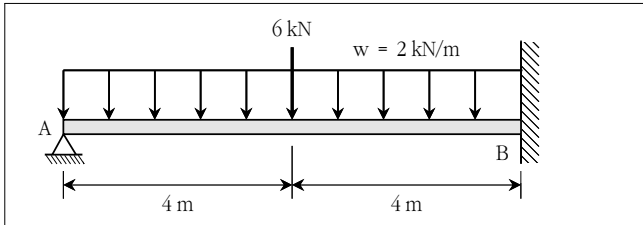
같은 크기의 힘 P 작용시 두 부재의 변위는

$$\delta_1 = \frac{P \times L_1}{E_1 A}$$

$$\delta_2 = \frac{P \times L_2}{3E_1 A}$$

$$\delta_1 : \delta_2 = L_1 : \frac{L_2}{3} = 3L_1 : L_2 = (3 \times 1505) : 1500 = 3.01 : 1$$

17. 그림과 같은 부정정보에서 B점의 고정단 모멘트[kN·m]의 크기는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)

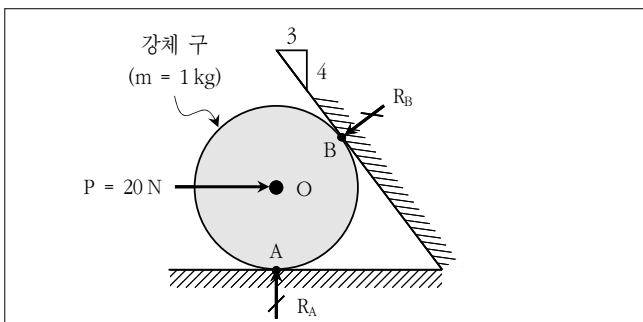


- ① 20 ② 25
③ 30 ④ 35

정답 ②

$$M_A = -\frac{3 \times 6 \times 8}{16} - \frac{2 \times 8^2}{8} = -25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

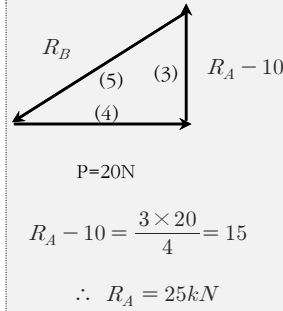
18. 그림과 같이 두 벽면 사이에 놓여있는 강체 구(질량 m = 1 kg)의 중심(O)에 수평방향 외력(P = 20 N)이 작용할 때, 반력 RA의 크기[N]는? (단, 벽과 강체 구 사이의 마찰은 없으며, 중력가속도는 10 m/s²로 가정한다)



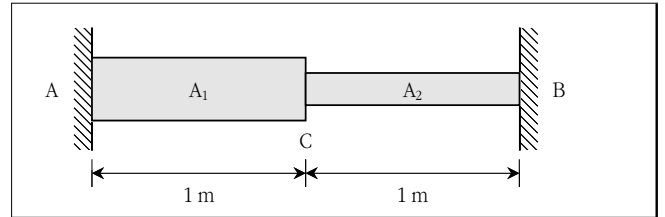
- ① 15 ② 20
③ 25 ④ 30

정답 ③

구의 무게, $W = mg = 1 \times 10 = 10 \text{ N} (\downarrow)$
힘의 폐삼각형으로부터



19. 그림과 같이 재료와 길이가 동일하고 단면적이 각각 A1 = 1,000 mm², A2 = 500 mm²인 부재가 있다. 부재의 양쪽 끝은 고정되어 있고 온도가 최초 대비 10 °C 올라갔을 때, 이로 인해 유발되는 A점에서의 반력 변화량[kN]은? (단, 부재의 자중은 무시하고 탄성계수 E = 210 GPa, 열팽창계수 $\alpha = 1.0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 이다)



- ① 8,0 ② 14,0
③ 24,0 ④ 42,0

정답 ②

JSK법에 의하면 직렬구조물이다.

$$R_T = \frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot (2L)}{\frac{L}{2EA_1} + \frac{L}{EA_2}}$$

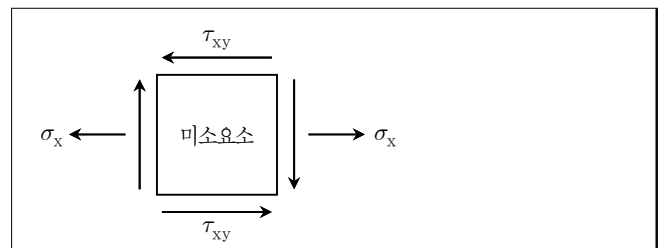
$$= \frac{4\alpha \cdot \Delta T \cdot EA_2}{3}$$

$$= \frac{4 \times 1 \times 10^{-5} \times 10 \times 210 \times 10^3 \times 500}{3}$$

$$= 14,000 \text{ N}$$

$$= 14 \text{ kN}$$

20. 그림과 같은 평면응력상태에 있는 미소요소에서 발생할 수 있는 최대 전단응력의 크기[MPa]는? (단, $\sigma_x = 36 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 24 \text{ MPa}$)



- ① 30 ② 40
③ 50 ④ 60

정답 ①

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{36}{2}\right)^2 + (24)^2} = 30 \text{ MPa}$$