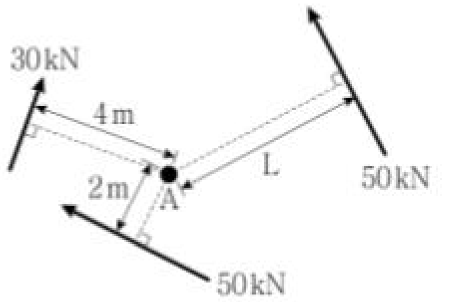
해설 : 장 성 국

2022년 국가직 9급 응용역학 기출문제

1. 그림과 같이 A점에서 3개의 힘이 동일 평면 내에 작용할 때, A점에 대한 힘의 모멘트가 0이 되기 위한 L의 길이[m]는?



① 3.2 ② 3.8 ③ 4.4 ④ 5.0

정답 ③

③ 힘의 평형조건식 $\sum M_A = 0$을 적용한다.

$$\sum M_A = 0, \quad 30 \times 4 + 50 \times 2 - 50 \times L = 0$$

$$\therefore \ L = 4.4m$$

2. 부재 단면의 주축에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 주축에 대한 관성모멘트는 0이다.

② 주축에 대한 단면2차 모멘트는 최대 및 최소가 된다.

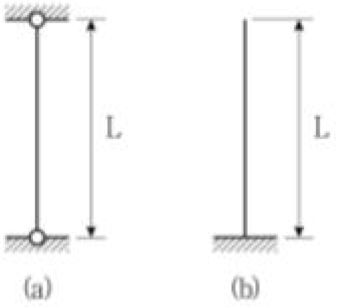
③ 주축의 방향 θ_p는 $\tan 2\theta_p = -\dfrac{2I_{xy}}{I_x - I_y}$로 구할 수 있다.

④ 대칭축은 항상 주축이 되며, 그 축에 직교하는 축도 주축이 된다.

정답 ①

① 주축에 관한 주축에 대한 단면상승 모멘트(I_{xy})는 0이다. 주축에 대한 관성모멘트(단면 2차 모멘트)는 최대 및 최소가 된다.

3. 그림 (a) 장주의 좌굴하중이 20kN일 때, 그림 (b) 장주의 좌굴하중{kN]은? (단, 두 기둥의 길이, 재료 및 단면 특성은 모두 같다.)



① 5 ② 20 ③ 40 ④ 80

정답 ①

① 좌굴하중 $P_{cr}=\dfrac{\pi^2 EI}{(kL)^2}=\dfrac{n\pi^2 EI}{L^2}$에서 주어진 문제는 모든 조건은 동일한데 단부조건만 다르다. 따라서 이 문제에서 좌굴하중 $P_{cr}\propto n$의 관계에 있다.

$\therefore\ P_{cr,b}=P_{cr,a}\times\dfrac{1}{4}=20\times\dfrac{1}{4}=5kN$

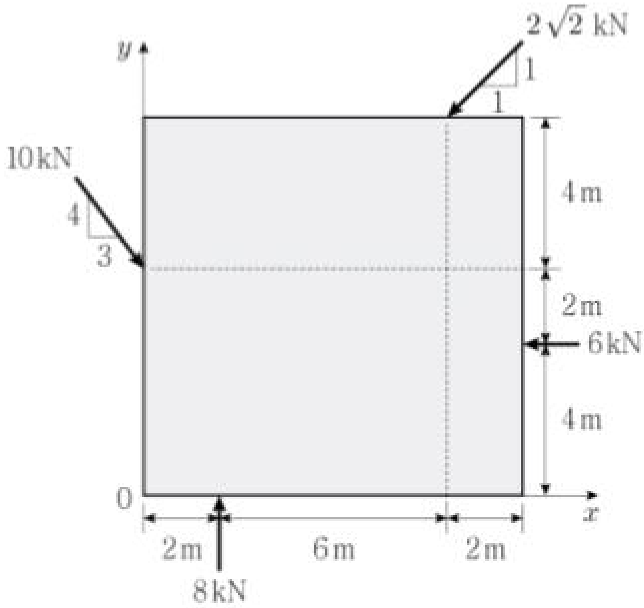
4. 직사각형 단면의 보에서 전단력에 의한 전단응력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전단응력은 부재의 임의 단면에 평행하게 작용한다.
② 전단응력은 순수굽힘이 작용하는 단면에서 곡선으로 변화한다.
③ 전단응력은 단면의 상・하연에서 0이고, 중립축에서 일반적으로 최대이다.
④ 전단응력은 중립축으로부터 거리에 따라서 포물선으로 변화한다.

정답 ②

② 순수굽힘이란 휨모멘트만 작용하는 단면 또는 보를 의미한다. 따라서 순수굽힘의 단면에서는 휨모멘트에 의한 휨응력만 존재하지 전단응력은 존재하지 않는다. 즉 순수굽힘의 단면에서 전단응력은 영(0)이다.

5. 그림과 같이 정사각형에 4개의 하중이 작용하는 평면역계에서 합력이 작용하는 위치 x, y[m]로 옳은 것은?



	x	y
①	0	0
②	4	0
③	0	4
④	4	4

정답 ③

③ 힘의 이동법칙과 바리농 정리를 적용해서 구할 수 있다.

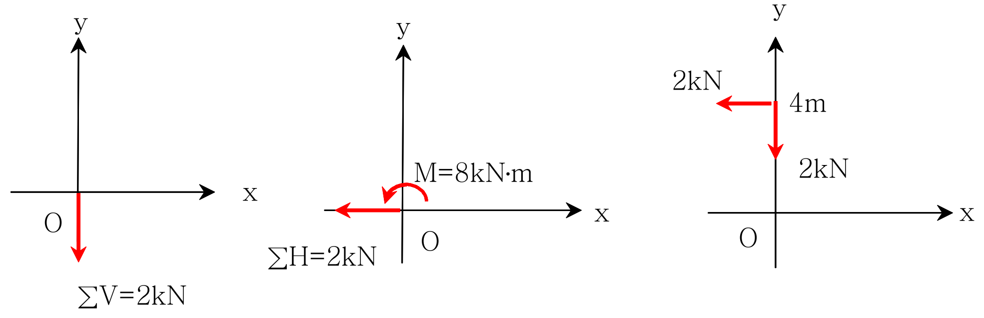
㉠ 힘의 이동법칙 적용

ⓐ 수직력을 원점으로 이동시켰을 때 수직력의 합력 ∑V=2kN(하향)이 되고, 모멘트 합은 영이 된다.

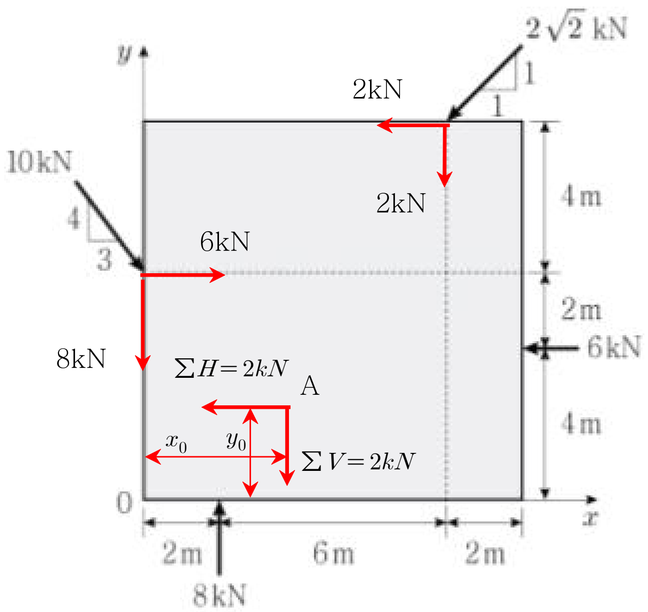
ⓑ 수평력을 원점으로 이동시켰을 때 수평력의 합력 ∑H=2kN(좌측)이 되고, 모멘트 합은 반시계방향으로 8kN·m가 된다.

ⓒ 원점에 작용하는 수평력의 합력과 모멘트 합의 합력의 위치는 y축의 상향으로 4m인 점이 된다.

ⓐ 수직력 이동 ⓑ 수평력 이동 ⓒ 합력의 위치



ⓛ 바리뇽 정리
경사하중들은 x-y축에 수평분력과 수직분력으로 분해한 후에 수평력과 수직력의 합력을 구하여 바리뇽 정리를 적용한다.



ⓐ 수평력과 수직력의 합력

$\sum H = 6-6-2 = -2kN(\leftarrow)$

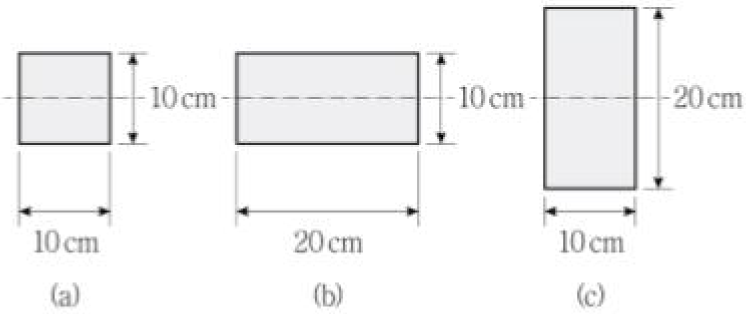
$\sum V = -8+8-2 = -2kN(\downarrow)$

ⓑ 합력의 작용위치

$$x = \frac{\sum V_i x_i}{\sum V} = \frac{+2\times 8 - 8\times 2}{2} = 0$$

$$y = \frac{\sum H_i y_i}{\sum H} = \frac{-6\times 6 + 6\times 4 + 2\times 10}{2} = 4m$$

6. 그림과 같은 세 개의 단면에 동일한 휨모멘트가 작용할 때, 최대 휨응력의 비율 $\sigma_{(a)}$: $\sigma_{(b)}$: $\sigma_{(c)}$는?



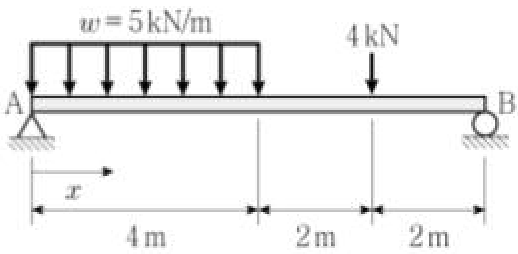
① 1 : 2 : 4 ② 1 : 2 : 8 ③ 4 : 2 : 1 ④ 8 : 2 : 1

정답 ③

③ 최대 휨응력 $\sigma_{\max} = \dfrac{M}{Z}$에서 휨모멘트는 일정함으로 최대 휨응력은 단면계수에 반비례한다. 즉, $\sigma_{\max} \propto \dfrac{1}{Z}$이다.

$\sigma_{(a)}$: $\sigma_{(b)}$: $\sigma_{(c)} = \dfrac{6}{10 \times 10^2}$: $\dfrac{6}{20 \times 10^2}$: $\dfrac{6}{10 \times 20^2} = 1$: $\dfrac{1}{2}$: $\dfrac{1}{4} = 4$: 2 : ·1

7. 그림과 같은 단순보에 등분포하중과 집중하중이 작용할 때, 지점 A로부터 최대 휨모멘트가 발생되는 위치 x[m]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 2 ② 2.2 ③ 3 ④ 3.2

정답 ④

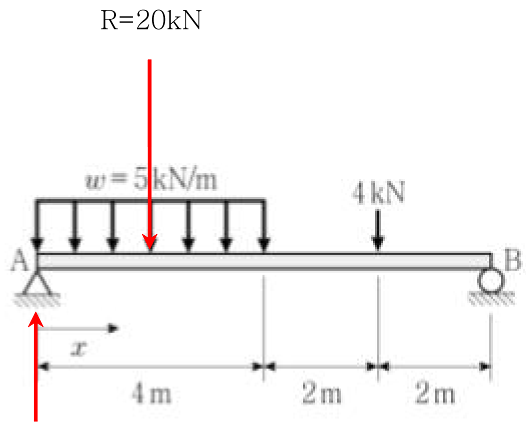
④ 전단력이 영인 위치를 구한다.

$R_A = \Sigma \dfrac{Pb}{L} = \dfrac{(5 \times 4) \times 6 + 4 \times 2}{8} = 16kN$

$S_x = R_A - \omega x = 0$

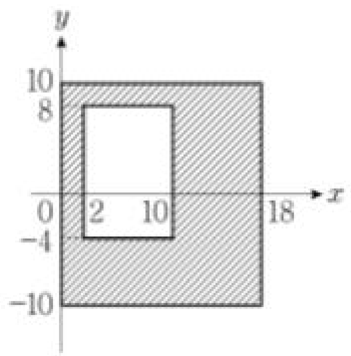
$\therefore 16 - 5x = 0$

$\therefore x = 3.2m$



$R_A = 16kN$

8. 그림과 같이 빗금 친 단면의 x축에 대한 단면2차 모멘트[mm^4]는? (단, x축과 y축의 단위는 mm이다)



① 8,020　② 10,464　③ 12,000　④ 14,222

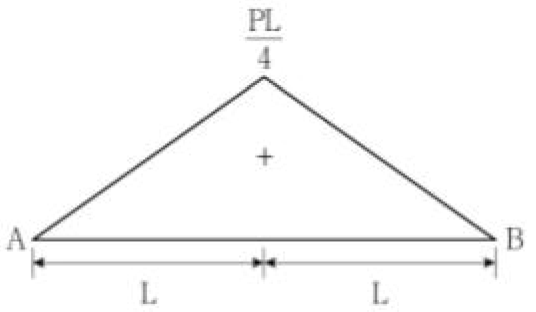
정답 ②

② 중첩의 원리를 적용한다. 밖의 사각형단면에서 x축은 도심축이다. 그러므로 밖의 단면에 대해서는 $\frac{bh^3}{12}$을 적용한다. 그런데 안쪽의 작은 사각형 단면에서 x축은 도

심축이 아니다. 이 부분은 사각형 단면의 일반식 $\frac{bh^3}{3}$ 을 적용한다.

$$I_x = \frac{18 \times 20^3}{12} - [\frac{8 \times 8^3}{3} + \frac{8 \times 4^3}{3}] = 10,464mm^4$$

9. 그림과 같은 휨모멘트도를 나타내는 단순보의 휨 변형에 의한 최대처짐각($\theta_{\max}$)
의 크기는? (단, 휨강성 EI는 일정하다)

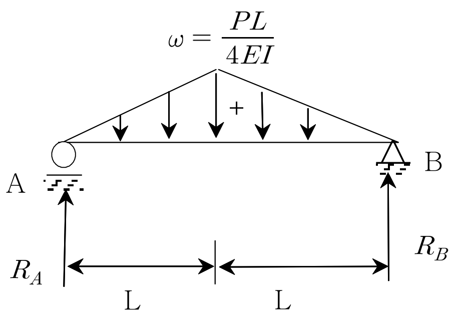


<휨모멘트도>

① $\frac{PL^2}{8EI}$ ② $\frac{PL^2}{16EI}$ ③ $\frac{PL^2}{24EI}$ ④ $\frac{5PL^2}{48EI}$

정답 ①

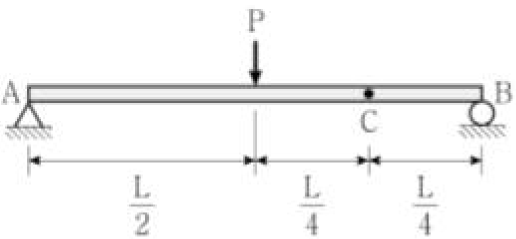
① 탄성하중법 또는 공액보법에 의해서 A지점 또는 B지점의 수직반력이 곧 최대 처짐각이 된다. 휨모멘트도를 휨강성 EI로 나눈 값을 탄성하중으로 한다.



탄성하중보

$$\theta_{\max} = \theta_A = S_A = R_A = \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2} \times 2L \times \frac{PL}{4EI}) = \frac{PL^2}{8EI}$$

10. 그림과 같이 하중 P가 단순보에 작용할 때, C점에서의 처짐은? (단, 보의 자중은 무시하고, 휨강성 EI는 일정하다)



① $\dfrac{11PL^3}{768EI}$ ② $\dfrac{19PL^3}{768EI}$ ③ $\dfrac{29PL^3}{768EI}$ ④ $\dfrac{37PL^3}{768EI}$

정답 ①

① JSK방식과 공액보법 또는 탄성하중법을 적용할 수 있다.

㉠ JSK방식

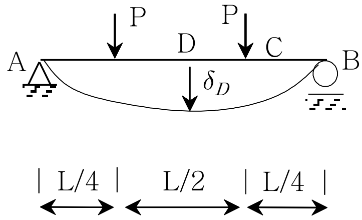
ⓐ 대칭변형구조물에서 지간 중앙단면의 처짐은 $\delta_D = \dfrac{11PL^3}{384EI}$이다.

ⓑ 집중하중 P가 C점에만 작용할 때 위의 대칭축상의 D점의 처짐은 δ_D의 1/2이 되며, 즉 $\delta_{DC} = \dfrac{11PL^3}{768EI}$가 된다.

ⓒ 맥스웰의 상반변위의 정리에 의하면 D점에 집중하중 P가 작용할 때 C점의 처짐 δ_{CD}는 C점에 같은 크기의 집중하중 P가 작용할 때 D점의 처짐과 같다.

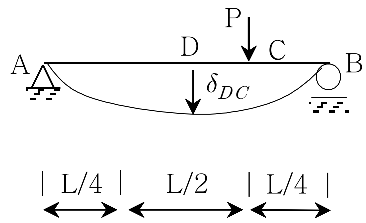
따라서 C점의 처짐은 $\delta_{CD} = \delta_{DC} = \dfrac{11PL^3}{768EI}$이 된다.

ⓐ 대칭변형



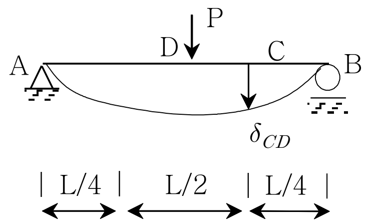
$$\delta_D = \frac{11PL^3}{384EI}$$

ⓑ 대칭변형시 공식 이용



$$\delta_{DC} = \frac{11PL^3}{768EI}$$

ⓒ 맥스웰의 상반변위 정리



$$\delta_{CD} = \delta_{DC} = \frac{11PL^3}{768EI}$$

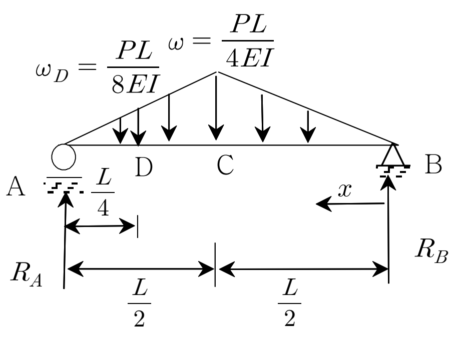
ⓛ 공액보법 또는 탄성하중법 적용

$$\delta_D = R_A \times \frac{L}{4} - (\frac{1}{2} \times \frac{L}{4} \times \frac{\omega}{2}) \times (\frac{1}{3} \times \frac{L}{4})$$

$$= \frac{\omega L}{4} \times \frac{L}{4} - \frac{\omega L^2}{192}$$

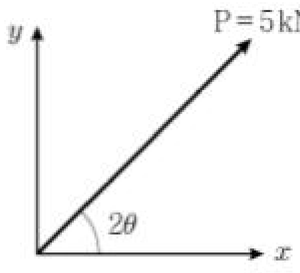
$$= \frac{11\omega L^2}{192}$$

$$= \frac{11\omega L^2}{768EI}$$



공액보

11. 그림과 같이 경사방향으로 힘 P가 작용할 때, y축 방향의 분력 P_y의 크기[kN]는?



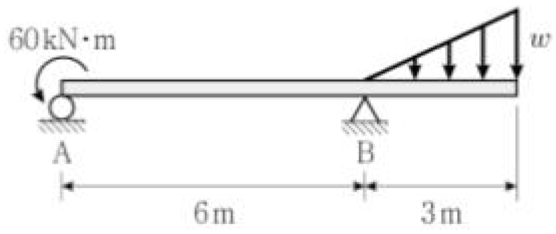
① 10cos2θ　　② 10sin2θ　　③ 5sinθcosθ　　④ 10sinθcosθ

정답 ④

④ 수직성분의 분력을 구한 후에 삼각함수의 관계식을 적용한다.

$P_y = 5 \times \sin 2\theta = 5 \times 2\sin\theta\cos\theta = 10\sin\theta\cos\theta$

12. 그림과 같이 내민보에 집중 모멘트와 선형 분포하중이 작용하여 A지점의 수직반력(V_A)의 크기가 0일 때, B 지점의 수직반력(V_B)의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시하고, ω는 선형 분포하중의 최대 크기이다)



① 15　　② 30　　③ 45　　④ 60

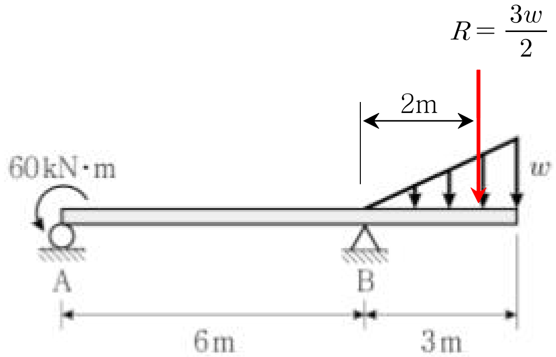
정답 ②

② A지점의 수직반력이 영이므로 B점에 대해서 $\sum M_B = 0$을 적용하여 ω구한 후에 $\sum V = 0$에 의해 B점의 수직반력을 구한다.

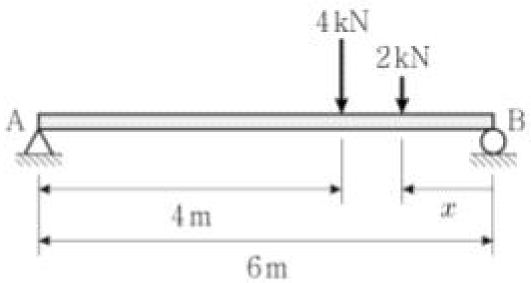
$\sum M_B = 0, \quad -60 + \frac{3\omega}{2} \times 2 = 0$

$\therefore \ w = 20kN/m$

$\sum V = 0, \quad \therefore V_B = \frac{1}{2} \times 3 \times 20 = 30kN$



13. 그림과 같이 2개의 집중하중이 작용할 때, A 지점과 B 지점의 수직 반력이 같기 위한 x[m]는? (단, 보의 자중은 무시하고, 지점의 수직반력의 방향은 상향이다)



① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5

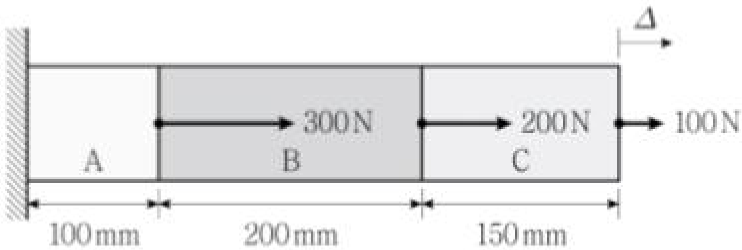
정답 ④

④ 전체 수직력의 합은 6kN이므로 두 지점의 수직반력이 같다고 하였으므로 총합력의 1/2이 수직반력이 된다. 따라서 $R_A = R_B = 3kN$이 된다.

$\sum M_B = 0, \quad 3 \times 6 - 4 \times (6-4) - 2 \times x = 0$

$\therefore \ x = 5m$

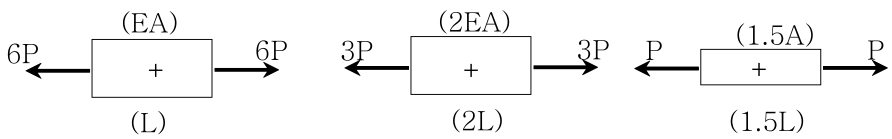
14. 그림과 같이 세 가지 재료 A, B, C로 합성된 봉에 축하중이 작용할 때, 합성봉에 대한 총 신장량(△)의 크기[mm]는? (단, 각각의 탄성계수 $E_A = 100MPa$, $E_B = 200MPa$, $E_C = 150MPa$, 봉의 단면적은 모두 $100mm^2$으로 일정하고, 구조물의 자중은 무시한다)



① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20

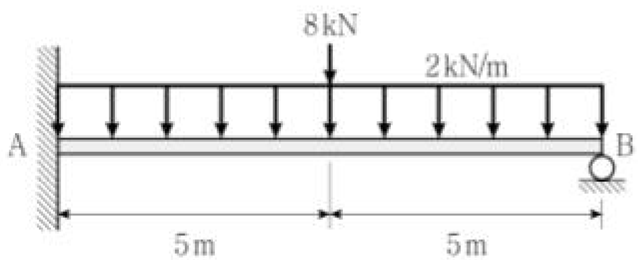
정답 ②

② 단면적 $P = 100N$, $A = 100mm^2$, $E = 100MPa$, $E_A = E$, $E_B = 2E$, $E_C = 1.5E$, $L = 100mm$로 한다.



$$\triangle = \frac{PL}{EA}\left(6 + \frac{3\times 2}{2} + \frac{1.5}{1.5}\right) = \frac{10PL}{EA} = \frac{10\times 100\times 100}{100\times 100} = 10mm$$

15. 그림과 같이 부정정보에 집중하중과 등분포하중이 작용할 때, B 지점에서 반력의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



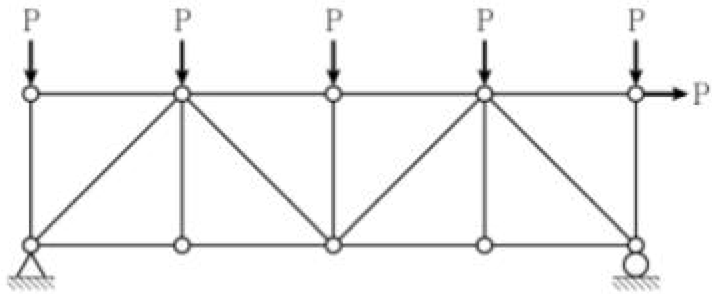
① 5 ② 6.5 ③ 7.5 ④ 10

정답 ④

④ 중첩의 원리로 구한다.

$$R_B = \frac{3\omega L}{8} + \frac{5P}{16} = \frac{3\times2\times10}{8} + \frac{5\times8}{16} = 10kN$$

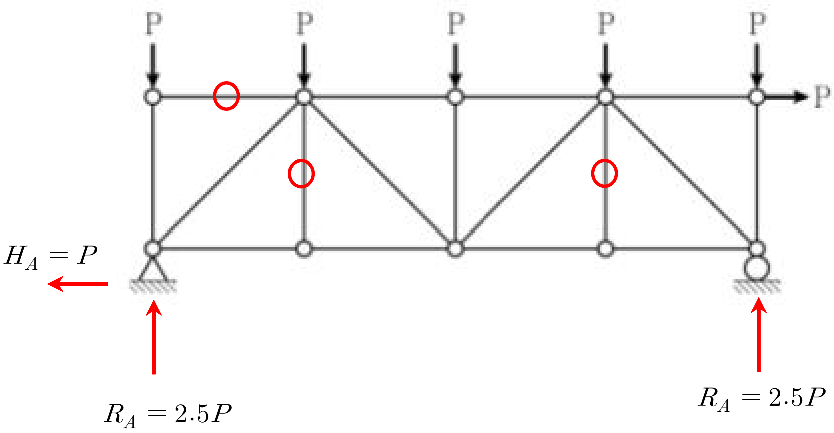
16. 그림과 같은 트러스에서 부재력이 0인 부재의 개수는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



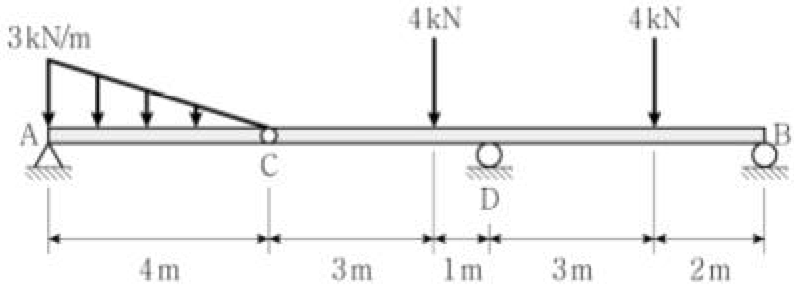
① 2개 ② 3개 ③ 4개 ④ 5개

정답 ②

② 반력을 먼저 표시하고 영부재를 판별한다.



17. 그림과 같이 게르버보에서 집중하중과 선형 분포하중이 작용할 때, D점에서 부모멘트(M_D)의 크기[$kN \cdot m$]는? (단, 구조물의 자중은 무시하고, C점은 내부힌지이다)



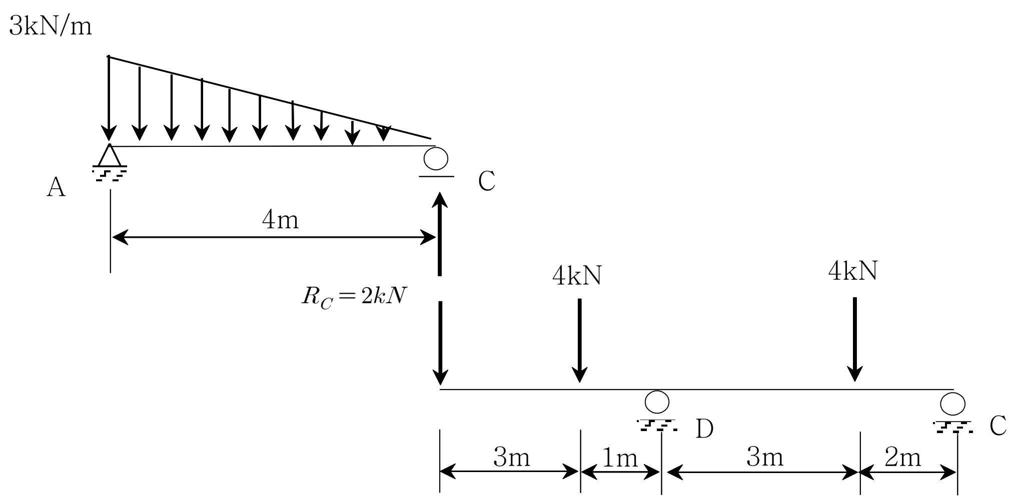
① 8 ② 10 ③ 12 ④ 16

정답 ③

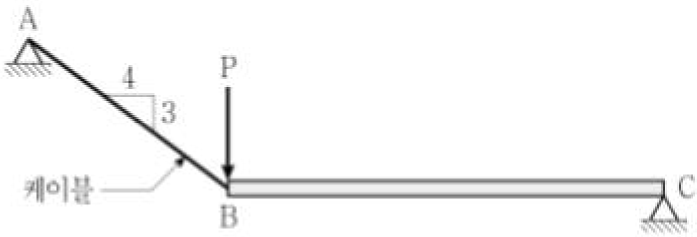
③ 게르버보의 C점의 수직반력부터 구한다.

$R_C = \frac{\omega L}{6} = \frac{3 \times 4}{6} = 2kN$

$M_D = -2 \times 4 - 4 \times 1 = -12kN \cdot m$



18. 그림과 같이 케이블 AB에 의해 지지되고 있는 보 구조물의 B점에 수직하중 P가 작용하고 있다. 케이블의 최대 허용축력이 30kN일 때, C 지점에 발생할 수 있는 최대 수평반력의 크기[kN]는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)

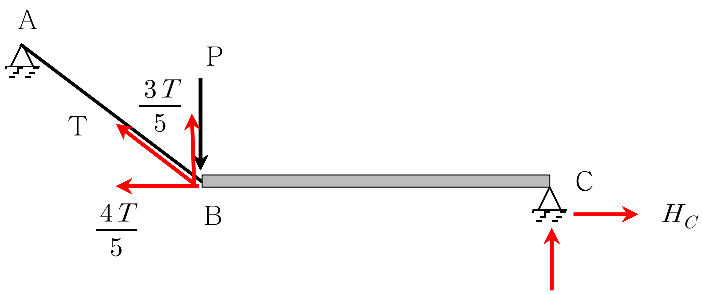


① 12 ② 18 ③ 24 ④ 30

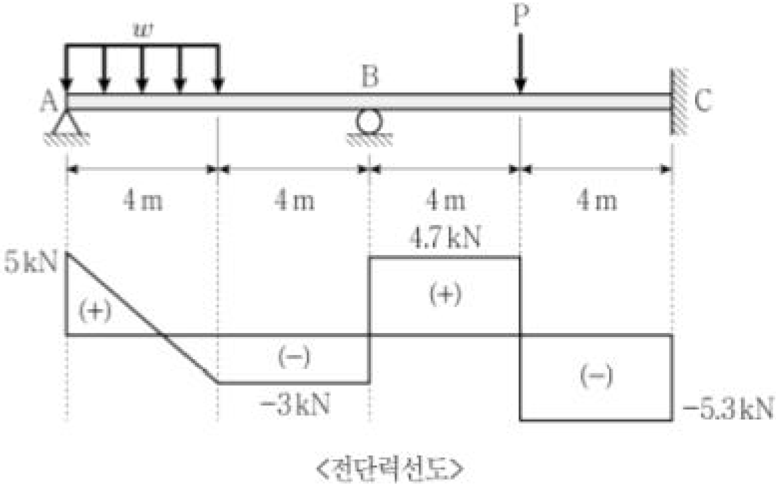
정답 ③

③ 케이블의 장력 $T=30kN$를 B점에서 수직분력과 수평분력으로 분해하고, BC부재에서 수평력 합=0의 적용하면

$H_C = \frac{4T}{5} = \frac{4\times30}{5} = 24kN$



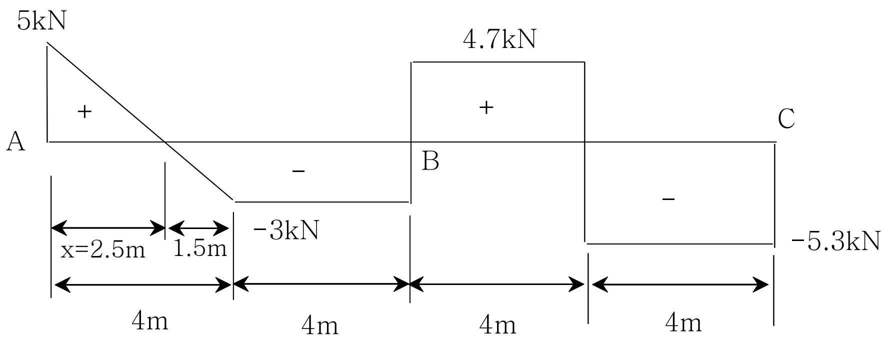
19. 그림과 같이 집중하중과 등분포하중을 받는 보의 전단력선도가 주어졌을 때, B점에서 부모멘트(M_B)의 크기[kN・m]는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



① 8 ② 12 ③ 18.8 ④ 21.0

정답 ①

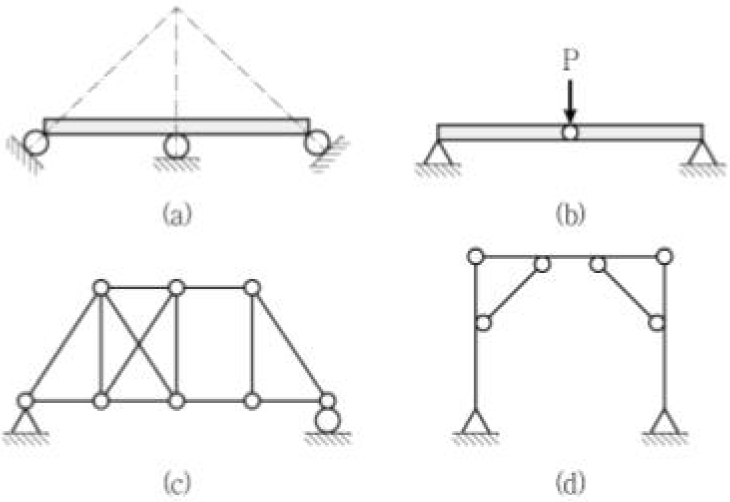
① A지점이 힌지단이므로 A단에서 휨모멘트가 영이다. 따라서 B점에서 휨모멘트는 BC구간의 전단력도의 면적과 같다.



$$x = \frac{5}{8} \times 4 = 2.5m$$

$$M_B = \frac{1}{2} \times 5 \times 2.5 - [\frac{1}{2} \times 1.5 \times 3 + 3 \times 4] = -8kN \cdot m$$

20. 그림 (a)~(d)와 같은 구조물 중 불안정 구조물의 개수는?



① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3

정답 ④

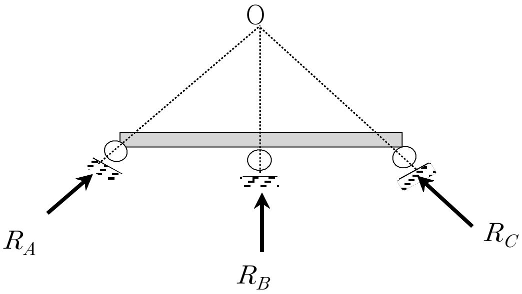
④ 부정정차수가 정정 또는 부정정이더라도 외적 불안정이 될 수도 있고 내적 불안정이 될 수도 있다.

ⓐ 롤러지점에서의 3개의 반력이 동점 O점을 통과하는 이른바 반력이 동점역계인 경우로 기하학적 불안정이 된다. 즉, $\sum M \neq 0$, $R_1 \times 0 + R_2 \times 0 + R_3 \times 0 - P \times x \neq 0$, $\therefore\ Px \neq 0$

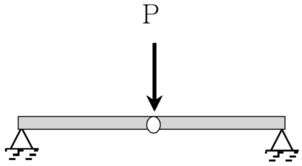
ⓑ 부재 배치가 부적당한 경우로 부정정차수는 정정이지만 내적 불안정으로 바로 파괴된다.

ⓒ 외적 정정이고 내적 정정이지만 내적으로 사각망의 트러스가 1개 형성되어 있어서 내적 불안정이다.

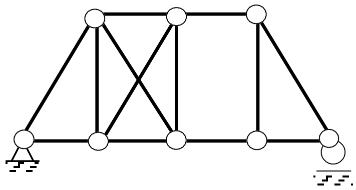
ⓓ 전체 부정정차수는 $N = 3 \times (2+1) - 1 \times (6+2) = 1$차 부정정이다. 외적 안정이면서 내적 안정이다.



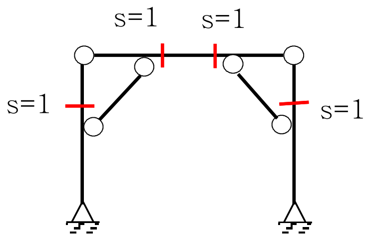
(a)



(b)



(c)



(d)