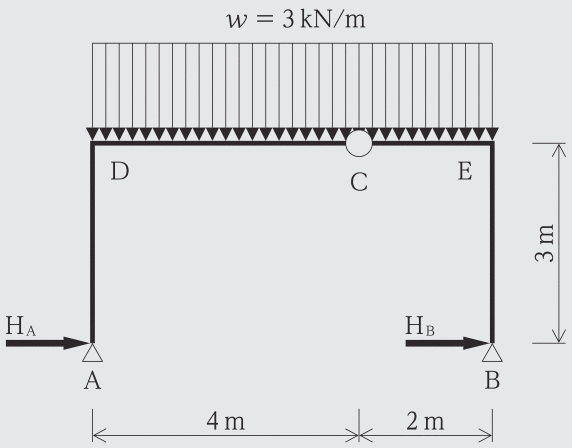
R 5- 問題 9

チェック

図に示す3ヒンジラーメン架構のDE間に等分布荷重 w が作用したとき，支点Aの水平反力 H_A 及び支点Bの水平反力 H_B の値として，**正しいもの**はどれか。

ただし，反力は右向きを「＋」，左向きを「－」とする。



1. $H_A = +9\,\text{kN}$
2. $H_A = -6\,\text{kN}$
3. $H_B = 0\,\text{kN}$
4. $H_B = -4\,\text{kN}$

ポイント解説 建築技術　曲げモーメントと反力の釣り合い式から各支点の反力を求める。　正解(4)

4. 正 ①各支点の鉛直反力を求めるために、DE間の等分布荷重wを集中荷重Pに変換する。

- 集中荷重P＝等分布荷重w×DE間の長さ ℓ ＝3kN/m×6m＝18kN
- この集中荷重Pは、D点から3mの位置(E点から3mの位置)に作用する。

②支点Aの鉛直反力 V_A は、支点Bの曲げモーメントの釣り合い式($\Sigma M_B=0$)から求める。

- $\Sigma M_B = +V_A \times 6\text{m} - 18\text{kN} \times 3\text{m} = 0$ ➡ $V_A = +9\text{kN}$

③支点Bの鉛直反力 V_B は、鉛直反力の釣り合い式($\Sigma V=0$)と鉛直反力 V_A から求める。

- $\Sigma V = +V_A - 18\text{kN} + V_B = +9\text{kN} - 18\text{kN} + V_B = 0$ ➡ $V_B = +9\text{kN}$

④各支点の水平反力を求めるために、DC間の等分布荷重w'を集中荷重P'に変換する。

- 集中荷重P'＝等分布荷重w'×DC間の長さ ℓ'＝3kN/m×4m＝12kN
- この集中荷重P'は、D点から2mの位置(C点から2mの位置)に作用する。

⑤支点Aの水平反力 H_A は、ヒンジC左の曲げモーメントの釣り合い式($\Sigma M_C=0$)から求める。

- $M_C = +V_A \times 4\text{m} - H_A \times 3\text{m} - 12\text{kN} \times 2\text{m} = +9\text{kN} \times 4\text{m} - H_A \times 3\text{m} - 12\text{kN} \times 2\text{m} = 0$
  ➡ $36\text{kN}\cdot\text{m} - 24\text{kN}\cdot\text{m} - H_A \times 3\text{m} = 0$ ➡ $H_A = +4\text{kN}$

⑥支点Bの水平反力 H_B は、水平反力の釣り合い式($\Sigma H=0$)と水平反力 H_A から求める。

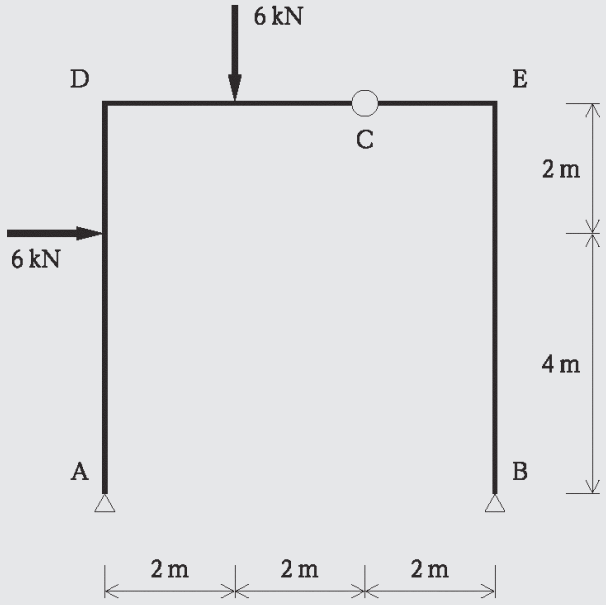
- $\Sigma H = +H_A + H_B = +4\text{kN} + H_B = 0$ ➡ $H_B = -4\text{kN}$

よって、(4)が正しい。

R4- 問題 9

チェック

図に示す3ヒンジラーメン架構のAD間及びDC間に集中荷重が同時に作用するとき，支点Bに生じる水平反力 H_B，鉛直反力 V_B の値の大きさの組合せとして，**正しいもの**はどれか。



1. $H_B = 2\,kN$, $V_B = 6\,kN$
2. $H_B = 3\,kN$, $V_B = 9\,kN$
3. $H_B = 4\,kN$, $V_B = 12\,kN$
4. $H_B = 5\,kN$, $V_B = 15\,kN$

ポイント解説 建築技術　3ヒンジラーメンの反力は、つり合いの3式から求める。　正解(1)

1. 正 ①支点A・支点Bに生じる反力のうち、鉛直反力は上向き・水平反力は右向きと仮定して計算する。この計算の結果が負になったときは、その反力は下向きまたは左向きである。

②鉛直反力のつり合い式（$\Sigma V=0$）から、支点Aに生じる鉛直反力 V_A と、支点Bに生じる鉛直反力 V_B と、DC間に作用する集中荷重（$P_1=6kN$）との関係を求める。（上向きの力を正⊕とする）

● $\Sigma V = +V_A + V_B - 6 = 0$ ➡ $V_B = 6 - V_A$

③ヒンジ点Cの左右における曲げモーメントのつり合い式（$\Sigma M_{C左}=0$）（$\Sigma M_{C右}=0$）から、支点Aに生じる水平反力 H_A と、支点Bに生じる水平反力 H_B を求める。（時計回りの曲げモーメントを正⊕とする）

● $\Sigma M_{C左} = +4m \times V_A - 6m \times H_A - 2m \times 6kN - 2m \times 6kN = 0$ ➡ $H_A = \frac{2}{3} V_A - 4$

● $\Sigma M_{C右} = -2m \times V_B - 6m \times H_B = 0$ ➡ $H_B = -\frac{1}{3} V_B = -\frac{1}{3}(6 - V_A) = \frac{1}{3} V_A - 2$

④水平反力のつり合い式（ΣH=0）から、支点 A に生じる水平反力 H_A と、支点 B に生じる水平反力 H_B との関係を求める。（右向きの力を正⊕とする）

●$\Sigma H = +6 + H_A + H_B = 0$ ➡ $H_A + H_B = -6$

⑤支点 A に生じる鉛直反力 V_A および水平反力 H_A を求める。

●$H_A + H_B = -6$ ➡ $(\frac{2}{3}V_A - 4) + (\frac{1}{3}V_A - 2) = -6$ ➡ $V_A = 0\text{kN}$

●$H_A = \frac{2}{3}V_A - 4 = \frac{2}{3} \times 0 - 4 = -4\text{kN}$

したがって、支点 A に生じる鉛直反力 V_A は、0kN である。

また、支点 A に生じる水平反力 H_A は、左向きに働く 4kN の力である。

⑥支点 B に生じる鉛直反力 V_B および水平反力 H_B を求める。

●$V_B = 6 - V_A = 6 - 0 = +6\text{kN}$

●$H_B = \frac{1}{3}V_A - 2 = \frac{1}{3} \times 0 - 2 = -2\text{kN}$

したがって、支点 B に生じる鉛直反力 V_B は、上向きに働く 6kN の力である。

また、支点 B に生じる水平反力 H_B は、左向きに働く 2kN の力である。

よって、(1)が正しい。

鉛直反力は上向き・水平反力は
右向きと仮定して矢印を描く。

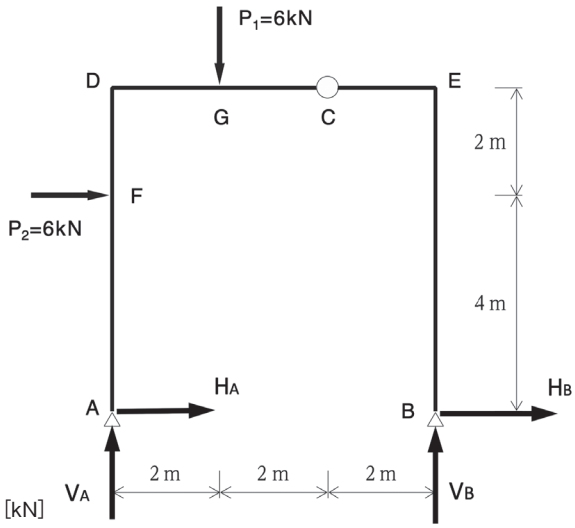
3 ヒンジラーメンの各点における反力

$H_A = -4$ kN

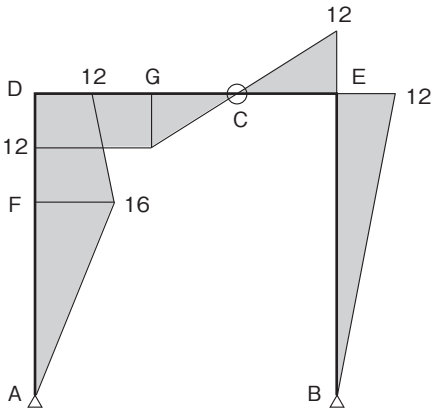
$V_A = 0$ kN

$H_B = -2$ kN

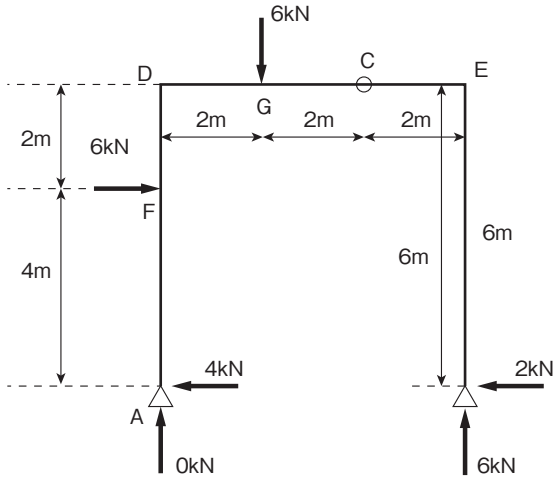
$V_B = +6$ kN



荷重・反力図 [kN]



曲げモーメント図 [kN・m]



3ヒンジラーメンの各点における曲げモーメントをA点側からB点側に求める。

$M_A = 0$ kN・m

$M_B = 0$ kN・m

$M_C = 0$ kN・m

$M_F = +4$ kN×4 m = 16 kN・m

$M_D = +4$ kN×6 m − 6 kN×2 m = 12 kN・m

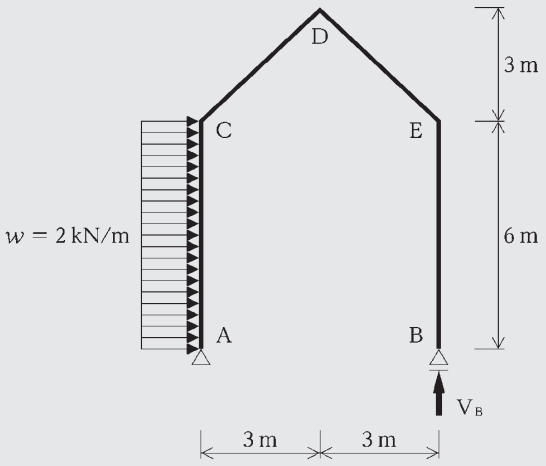
$M_G = +4$ kN×6 m − 6 kN×2 m = 12 kN・m

$M_E = +4$ kN×6 m − 6 kN×2 m − 6 kN×4 m = −12 kN・m

R3- 問題9

チェック

図に示す静定の山形ラーメン架構のAC間に等分布荷重 w が作用したとき，支点Bに生じる鉛直反力 V_B と，点Dに生じる曲げモーメント M_D の値の大きさの組合せとして，**正しいもの**はどれか。



1. V_B = 6 kN，M_D = 0 kN・m
2. V_B = 6 kN，M_D = 18 kN・m
3. V_B = 12 kN，M_D = 0 kN・m
4. V_B = 12 kN，M_D = 18 kN・m

ポイント解説 建築技術 曲げモーメントは、反力を求めた後、左側から回転力を計算する。 正解(2)

2. 正 ①この架構は、門型ラーメンの一種である。

②ヒンジ支点 A には、水平反力 H_A と鉛直反力 V_A が生じる。

③ローラ支点 B には、鉛直反力 V_B のみが生じ、その水平反力 H_B は 0 である。

④等分布荷重 w＝2kN/m が、6m に渡って載荷されているので、部材 AC 間の中央に、集中荷重 P＝2kN/m×6m＝12kN が作用すると考えて計算する。

⑤鉛直反力 V_B は、$\Sigma M_A=0$ のつり合い式（ヒンジ支点における曲げモーメントの合計が 0 になるという定理）から求める。（上向きの力を正⊕とする）

- $\Sigma M_A = +P\times3-V_B\times6=0$
- 鉛直反力 $V_B=P\times3\div6=12\times3\div6=6\text{kN}$

⑥鉛直反力 V_A は、$\Sigma V=0$ のつり合い式（架構全体の鉛直反力の合計が 0 になるという定理）から求める。（上向きの力を正⊕とする）

- $\Sigma V = +V_A+V_B=0$
- 鉛直反力 $V_A=-V_B=-6\text{kN}$

⑦水平反力 H_A は、$\Sigma H=0$ のつり合い式（架構全体の水平反力の合計が 0 になるという定理）から求める。（右向きの力を正⊕とする）

- $\Sigma H = +P+H_A=0$
- 水平反力 $H_A=-P=-12\text{kN}$

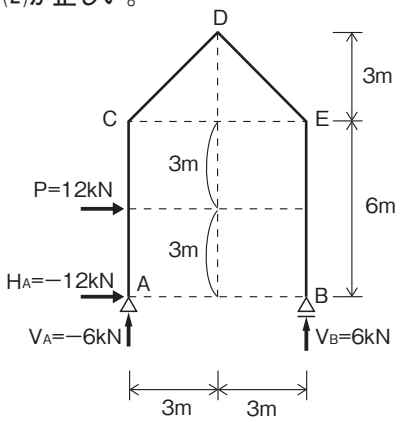
⑧曲げモーメント M_D は、V_A・H_A・P の回転力から求める。（時計回りの曲げモーメントを正⊕とする）

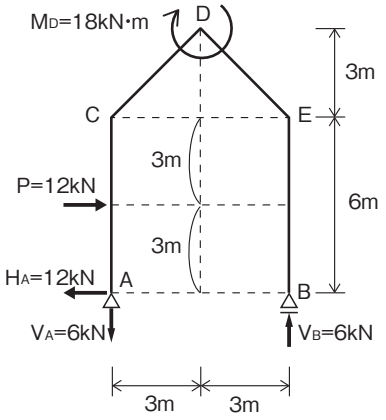
- $M_D = +V_A\times3-H_A\times9-P\times(3+\frac{6}{2})$

$=-6\times3-(-12)\times9-12\times6$

$=-18+108-72=18\text{kN}\cdot\text{m}$

よって、(2)が正しい。





別解	曲げモーメント図を描いて解答する方法

2. 正 ①この問題の図は、支点を A・B とする単純な門型ラーメンである。$\Sigma M_A=0$ より反力 V_B を求め、片持梁として M_D を計算する。

②等分布荷重 w＝2kN/m・作用長さ 6 m を集中荷重 P に換算すると、P＝2kN/m×6m＝12kN となり、柱 AC 間の中央に作用する。

③B 点はローラ支点のため、水平反力は生じないので、B 点の反力 V_B は $\Sigma M_A=0$ から求められる。時計回りを＋とする。

④ $\Sigma M_A=+P\times3-V_B\times6=12\times3-V_B\times6=0$ より、反力 $V_B=6\text{kN}$ となる。

⑤ラーメン ABCDE は、A 点を固定端・B 点を自由端とする片持梁と考えられるので、片持梁の先端 B 点から順に曲げモーメントを計算すると、次のようになる。

$M_B=0$

$M_E=V_B\times0=0$

$M_D=V_B\times3\ m=6kN\times3\ m=18kN\cdot m$

$M_C=V_B\times6\ m=6kN\times6\ m=36kN\cdot m$

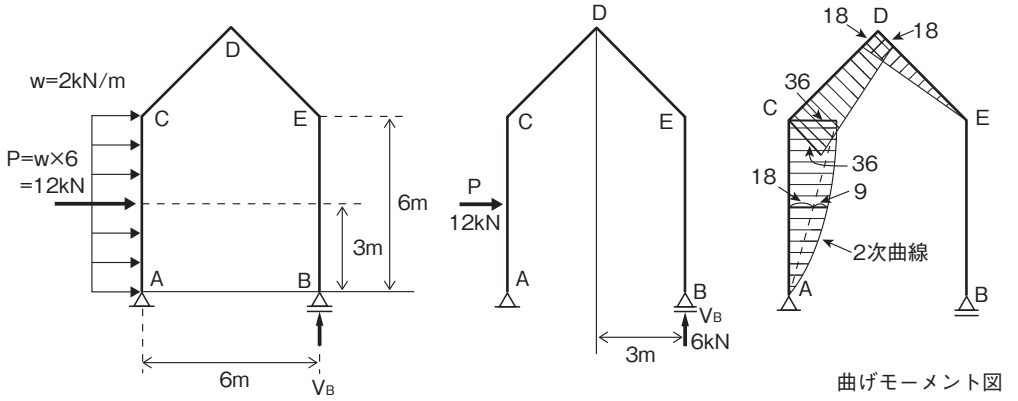
M_A(ヒンジ支点)$=0$

AC 間の中央点の曲げモーメント $M_F=M_C\div2+w\times6^2\div8$

$=36\div2+2\times36\div8=18+9=27kN\cdot m$

⑥AC は二次曲線、他は直線であり、曲げモーメント図を描くことができる。

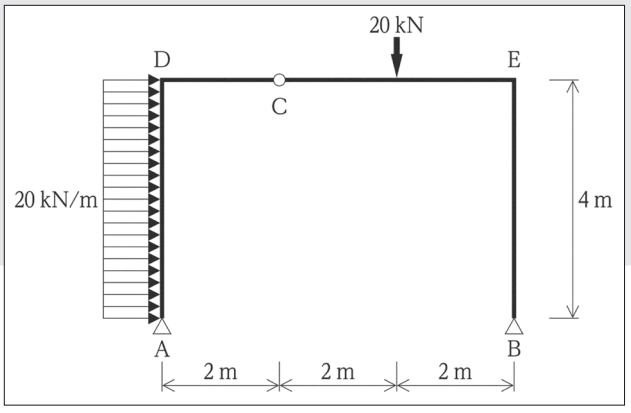
以上により、交点反力 $V_B=6kN$、$M_D=18kN\cdot m$ である。よって、(2)が正しい。



R 2- 問題 9

チェック

図に示す 3 ヒンジラーメン架構の AD 間に等分布荷重が、CE 間に集中荷重が同時に作用したとき、支点 A 及び B に生じる水平反力(H_A、H_B)、鉛直反力(V_A、V_B)の値として、**正しいもの**はどれか。ただし、反力は右向き及び上向きを「＋」、左向き及び下向きを「－」とする。



(1) $H_A=-40kN$

(2) $H_B=+40kN$

(3) $V_A=-20kN$

(4) $V_B=+20kN$

ポイント解説 建築技術 3 ヒンジラーメンの反力は、つり合いの 3 式から求める。 正解(3)

(3) 正 ①等分布荷重を集中荷重 P に変換する。その作用点は、等分布荷重の中心点とする。

$P=20kN/m\times4m=80kN$

②支点 A･支点 B に生じる反力のうち、鉛直反力は上向き･水平反力は右向きと仮定して計算する。この計算の結果が負になったときは、その反力は下向きまたは左向きである。

③鉛直反力のつり合い式（$\Sigma V=0$）から、支点 A に生じる鉛直反力 V_Aと、支点 B に生じる鉛直反力V_Bと、CE 間に作用する集中荷重（$P_1=20kN$）との関係を求める。（上向きの力を正⊕とする）

$\Sigma V=+V_A+V_B-20=0$ ➡ $V_B=20-V_A$

④ヒンジ点 C の左右における曲げモーメントのつり合い式（$\Sigma M_{C左}=0$）（$\Sigma M_{C右}=0$）から、支点 A に生じる水平反力 H_A と、支点 B に生じる水平反力 H_Bを求める。（時計回りの曲げモーメントを正⊕とする）

$\Sigma M_{C左}=+2m\times V_A-4m\times H_A-2m\times20kN/m^2\times4m=0$ ➡ $H_A=0.5V_A-40$

$\Sigma M_{C右}=-4m\times V_B-4m\times H_B+2m\times20kN=0$ ➡ $H_B=-V_B+10=V_A-10$

⑤水平反力のつり合い式（$\Sigma H=0$）から、支点 A に生じる水平反力 H_A と、支点 B に生じる水平反力 H_B との関係を求める。（右向きの力を正⊕とする）

$\Sigma H=+20kN/m^2\times4m+H_A+H_B=0$ ➡ $H_A+H_B=-80$

⑥支点 A に生じる鉛直反力 V_A および水平反力 H_A を求める。

$H_A+H_B=-80$ ➡ $(0.5V_A-40)+(V_A-10)=-80$ ➡ $V_A=-20kN$

$H_A=0.5V_A-40=0.5\times-20-40$ ➡ $H_A=-50kN$

⑦支点 A に生じる鉛直反力 V_A は、下向きに働く 20kN の力である。

支点 A に生じる水平反力 H_A は、左向きに働く 50kN の力である。

⑧支点 B に生じる鉛直反力 V_B および水平反力 H_B を求める。

$V_B=20-V_A=20-(-20)$ ➡ $V_B=+40kN$

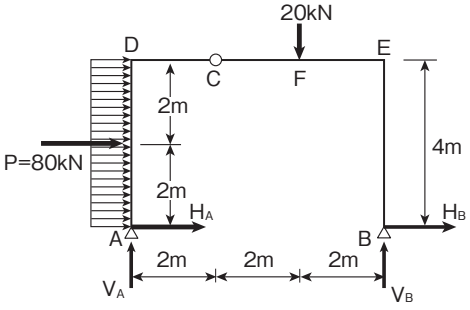
$H_B=V_A-10=-20-10$ ➡ $H_B=-30kN$

⑨支点 B に生じる鉛直反力 V_B は、上向きに働く 40kN の力である。

支点 B に生じる水平反力 H_B は、左向きに働く 30kN の力である。

よって、(3) が正しい。

鉛直反力は上向き・水平反力は右向きと仮定して矢印を描く。



荷重・反力図［kN］

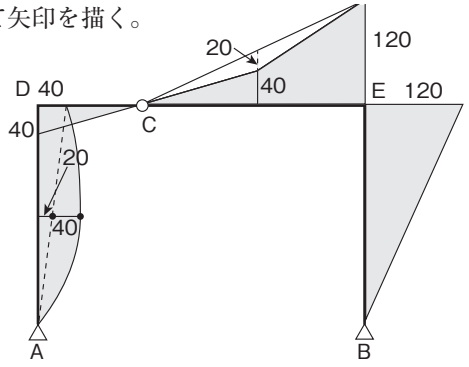
3 ヒンジラーメンの各点における反力

$V_A=-20kN$

$H_A=-50kN$

$V_B=+40kN$

$H_B=-30kN$



曲げモーメント図［kN・m］

3 ヒンジラーメンの各点におけるモーメント

$M_A=0kN\cdot m$

$M_B=0kN\cdot m$

$M_C=0kN\cdot m$

$M_D=+50kN\times4m-80kN\times2m=40kN\cdot m$

$M_E=+50kN\times4m-80kN\times2m-20kN\times6m-20kN\times2m=-120kN\cdot m$

参考 3ヒンジラーメンは、静定構造で構造物の変形を考えなくても、つりあいの式ΣH=0、ΣV=0、ΣM=0だけで計算できる。しかし、実際に計算するとなると簡単ではない。

そこで3ヒンジラーメンの特性を活かした反力計算法を示すと、次のようになる。

①鉛直力 P_1 は、梁 DE にかかり、支点 A・B で支えるので、$P_1=20$kN による鉛直反力を V_A'、V_B' とすると、単純梁として、次の式が成り立つ。

$V_A'=P_1\times2/6=20\times2/6=40/6$kN

$V_B'=P_2\times4/6=20\times4/6=80/6$kN

②水平力 P は、等分布荷重 20kN/m が AD 間 4m に分布しているので、P=20×4=80kN となり、部材 AD の中央部に作用する。このように部材の途中に作用する荷重は節点 A と節点 D へ反力として伝達するので、水平力 P による荷重を分配すると、各節点 A と D に 80/2=40kN が作用する。そうすると、水平力 P による3ヒンジラーメンの反力 V_A''、V_B'' は、次の図から $\Sigma M_B=0$ から V_A'' が、$\Sigma M_A=0$ から V_B'' が求まる。

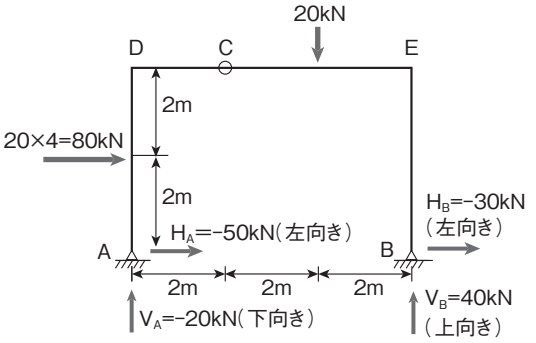
$$\Sigma M_B=40\times4+V_A''\times6=0 \text{ より } V_A''=-\frac{160}{6}\text{kN}$$

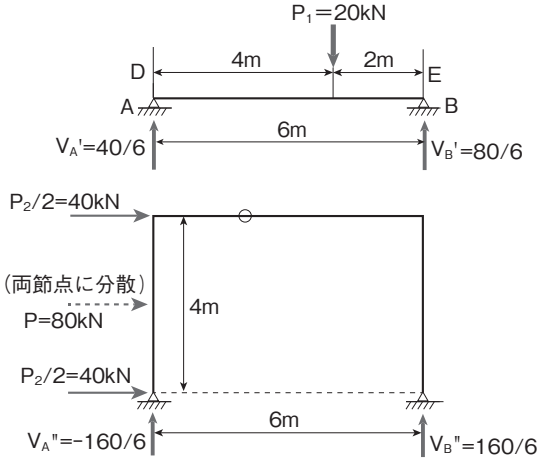
$$\Sigma M_A=40\times4-V_B''\times6=0 \text{ より } V_B''=\frac{160}{6}\text{kN}$$

③建築構造物の重ね合わせの原則により、鉛直力 P_1 による V_A'、V_B'、水平力 P による V_A''、V_B''、の和が求める反力 V_A・V_B となる。

$$V_A=V_A'+V_A''=\frac{40}{6}-\frac{160}{6}=-\frac{120}{6}=-20\text{kN}$$

$$V_B=V_B'+V_B''=\frac{80}{6}+\frac{160}{6}=\frac{240}{6}=+40\text{kN}$$

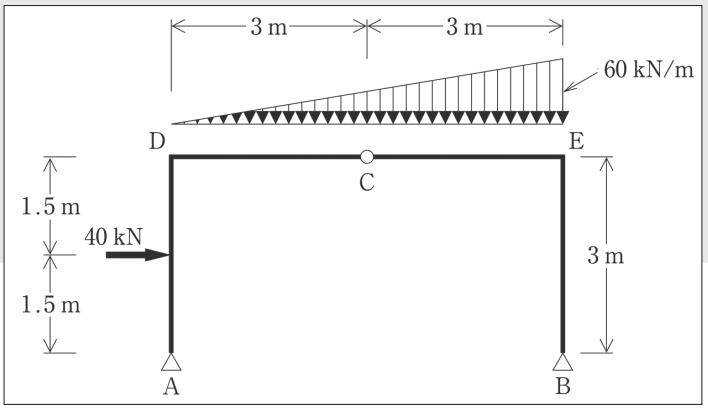




R元 - 問題 9

チェック □□

図に示す3ヒンジラーメン架構のDE間に等変分布荷重が、AD間に集中荷重が同時に作用したとき、支点A及びBに生じる水平反力(H_A、H_B)、鉛直反力(V_A、V_B)の値として、**正しいもの**はどれか。
ただし、反力は右向き及び上向きを「+」、左向き及び下向きを「−」とする。



(1) $H_A = +\ 15$ kN
(2) $H_B = -\ 60$ kN
(3) $V_A = +\ 60$ kN
(4) $V_B = +120$ kN

ポイント解説 建築技術 **曲げモーメントと反力のつり合い式から各支点の反力を求める。** 正解(1)

前提 DE間にかかっている等変分布荷重wを集中荷重Pに変換する。
- 集中荷重P＝等変分布荷重w×DE間の長さℓ÷2＝60kN/m×6m÷2＝180kN
- この集中荷重Pは、D点から4mの位置(E点から2mの位置)に作用する。

(3) 誤 支点Aの鉛直反力V_Aは、支点Bの曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_B = 0$)から求める。
- $\Sigma M_B = +V_A \times 6\text{m} + 40\text{kN} \times 1.5\text{m} - 180\text{kN} \times 2\text{m} = 0$ (時計回りが正)
- $V_A = +50$ kN

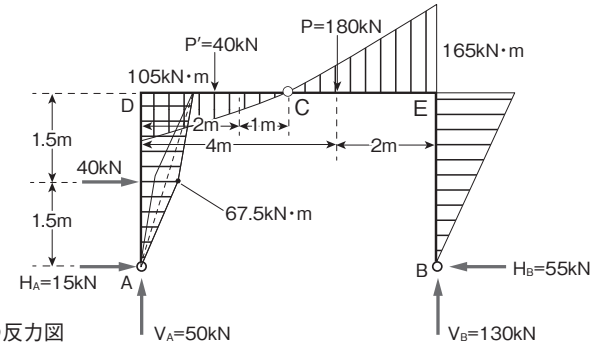
(4) 誤 支点Bの鉛直反力V_Bは、鉛直反力のつり合い式($\Sigma V = 0$)と鉛直反力V_Aから求める。
- $\Sigma V = +V_A - 180\text{kN} + V_B = +50\text{kN} - 180\text{kN} + V_B = 0$ (上向きが正)
- $V_B = +130$ kN

前提 DC間(ℓ)にかかっている等変分布荷重w'を集中荷重P'に変換する。
- 集中荷重P'＝等変分布荷重w'×DC間の長さℓ÷2＝(60×3÷6)kN/m×3m÷2＝45kN
- この集中荷重P'は、D点から2mの位置(C点から1mの位置)に作用する。

(1) 正 **支点Aの水平反力H_Aは、ヒンジCの曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_C = 0$)から求める。**
- $\Sigma M_C = +V_A \times 3\text{m} - H_A \times 3\text{m} - 40\text{kN} \times 1.5\text{m} - P' \times 1\text{m}$
  $= +50\text{kN} \times 3\text{m} - H_A \times 3\text{m} - 40\text{kN} \times 1.5\text{m} - 45\text{kN} \times 1\text{m} = 0$
- $H_A = +15$ kN

よって、(1)は正しい。

(2) 誤 支点Bの水平反力H_Bは、水平反力のつり合い式($\Sigma H = 0$)と水平反力H_Aから求める。
- $\Sigma H = +H_A + 40\text{kN} + H_B = +15\text{kN} + 40\text{kN} + H_B = 0$ (右向きが正)
- $H_B = -55$ kN



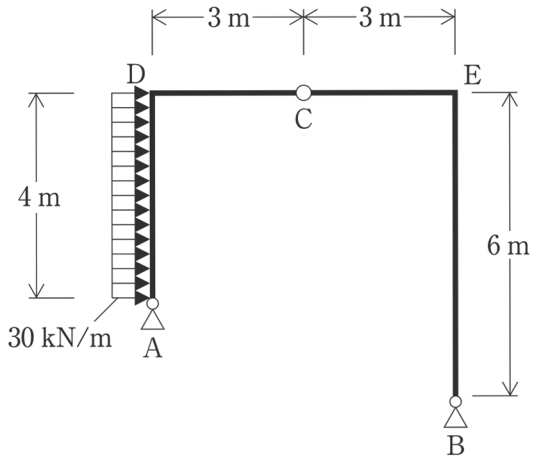
3ヒンジラーメン架構の反力図

H30-問題 9

チェック □□

図に示す3ヒンジラーメン架構のAD間に等分布荷重が作用したとき、支点Aに生じる水平反力 H_A 及び鉛直反力 V_A の値の大きさの組合せとして、**正しいもの**はどれか。

(1) $H_A = 60\,kN$、$V_A = 40\,kN$
(2) $H_A = 60\,kN$、$V_A = 48\,kN$
(3) $H_A = 96\,kN$、$V_A = 40\,kN$
(4) $H_A = 96\,kN$、$V_A = 48\,kN$



ポイント解説 建築技術　3ヒンジラーメンの反力は、つり合いの3式から求める。　正解(4)

(4) 正 ①等分布荷重を集中荷重Pに変換する。その作用点は、等分布荷重の中心点とする。

$P = 30\,kN/m \times 4\,m = 120\,kN$

②支点A・始点Bに生じる反力のうち、鉛直反力は上向き・水平反力は右向きと仮定して計算する。この計算の結果が負になったときは、その反力は下向きまたは左向きである。

③鉛直反力のつり合い式($\Sigma V = 0$)から、支点Aに生じる鉛直反力 V_A と、支点Bに生じる鉛直反力 V_B との関係を求める。なお、上向きの力を正(+)とする。

$\Sigma V = +V_A + V_B = 0 \Rightarrow V_B = -V_A$

④ヒンジ点Cの左右における曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_{C左} = 0$)($\Sigma M_{C右} = 0$)から、支点Aに生じる水平反力 H_A と、支点Bに生じる水平反力 H_B を求める。なお、時計回りの曲げモーメントを正(+)とする。

$\Sigma M_{C左} = +3\,m \times V_A - 4\,m \times H_A - 2\,m \times P = 0 \Rightarrow H_A = \frac{3}{4}V_A - \frac{1}{2}P$

$\Sigma M_{C右} = -3\,m \times V_B - 6\,m \times H_B = 0 \Rightarrow H_B = -\frac{1}{2}V_B = \frac{1}{2}V_A$

⑤水平反力のつり合い式($\Sigma H = 0$)から、支点Aに生じる水平反力 H_A と、支点Bに生じる水平反力 H_B との関係を求める。なお、右向きの力を正(+)とする。

$\Sigma H = +P + H_A + H_B = 0 \Rightarrow H_A + H_B = -P$

⑥集中荷重Pと鉛直反力 V_A との関係を求める。

$H_A + H_B = -P \Rightarrow (\frac{3}{4}V_A - \frac{1}{2}P) + (\frac{1}{2}V_A) = -P \Rightarrow \frac{5}{4}V_A = -\frac{1}{2}P \Rightarrow V_A = -0.4 \times P$

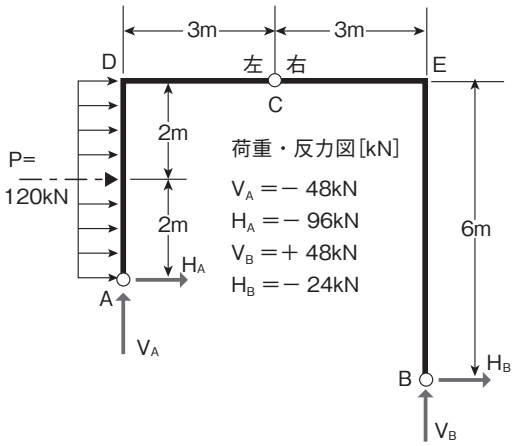
⑦支点Aに生じる鉛直反力 V_A 及び水平反力 H_A を求める。

$V_A = -0.4 \times P = -0.4 \times 120 = -48\,kN$

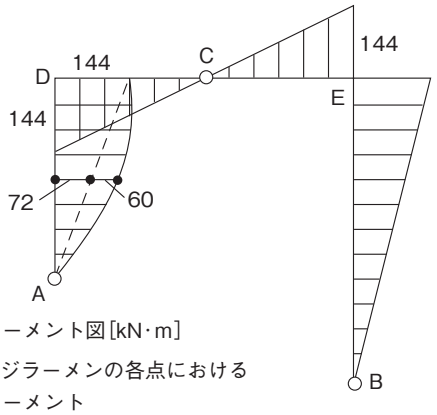
$H_A = \frac{3}{4}V_A - \frac{1}{2}P = (\frac{3}{4} \times -48) - (\frac{1}{2} \times 120) = -96\,kN$

⑧支点Aに生じる水平反力 H_A は、左向きに働く96kNの力である。支点Aに生じる鉛直反力 V_A は、下向きに働く48kNの力である。

よって、(4)が正しい。



鉛直反力は上向き・水平反力は右向きと仮定して矢印を描く。



曲げモーメント図[kN·m]

3ヒンジラーメンの各点における曲げモーメント

M_A = 0kN· m

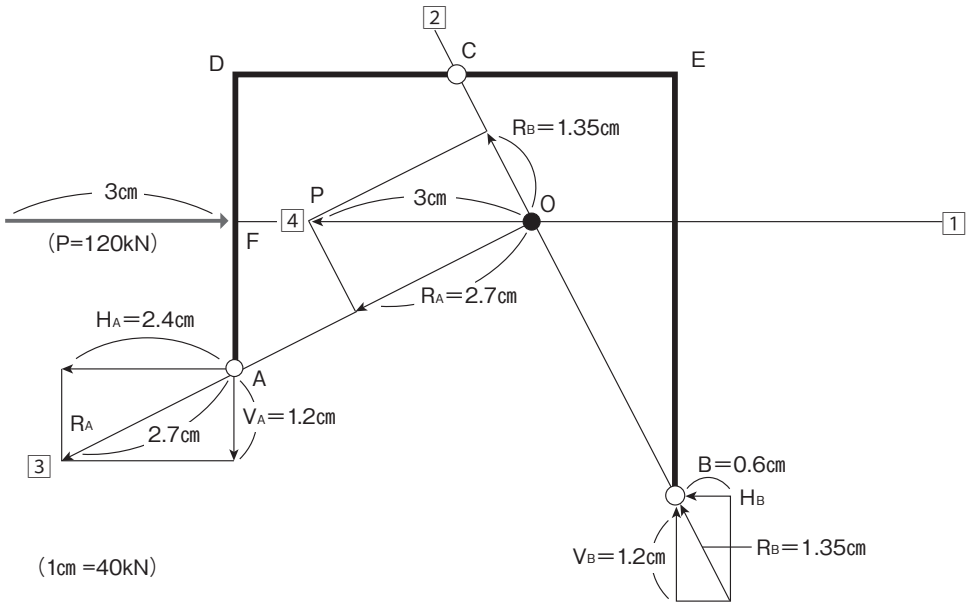
M_B = 0kN· m

M_C = 0kN· m

M_D =+120kN×2 m−96kN×4 m=−144kN·m

M_E =−120kN×2 m+96kN×4 m−48kN×6 m=−144kN·m

別解　3ヒンジラーメンの反力を図だけで解く方法



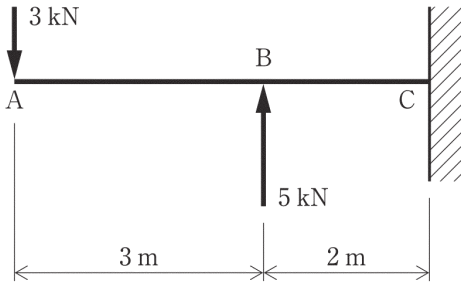
①集中荷重P(30kN/m × 4 = 120kN)が、AD間の中央の点Fに作用しているものとする。
②点FからDCEの梁と平行に線を引く。(図の1)
③点Bと点Cを結ぶ線を引く。(図の2)
④図の1の線と図の2の線の交点を点Oとする。
⑤点Aと点Oを結ぶ線を引く。(図の3)
⑥点Oから集中荷重P(120kN)と釣り合う方向に「長さ3㎝」の線を描く。(図の4)
⑦120kNを3㎝として描いたので、この図には「40kN」の力が「1㎝」で描かれている。
⑧釣り合いの力である集中荷重Pの支点反力 R_A と R_B を描き、点Oを起点とする力を長方形で表す。
⑨支点Aおよび支点Bにおける支点反力 H_A・V_A・R_A・H_B・V_B・R_B について、力を長方形で表す。
⑩各線の長さを定規で測ると、H_A = 2.4㎝、V_A = 1.2㎝である。
⑪40kNが1㎝で描かれているので、H_A = 40 × 2.4 = 96kN、V_A = 40 × 1.2 = 48kNである。
⑫同様に定規で測って計算すると、H_B = 40 × 0.6 = 24kN、V_B = 40 × 1.2 = 48kNである。

H29-問題 9

図に示す荷重が作用する片持ち梁の支点Cに生じるモーメント反力 M_C の値の大きさとして、**正しいもの**はどれか。

チェック □□

(1) $M_C = 1\text{kN}\cdot\text{m}$
(2) $M_C = 4\text{kN}\cdot\text{m}$
(3) $M_C = 5\text{kN}\cdot\text{m}$
(4) $M_C = 9\text{kN}\cdot\text{m}$



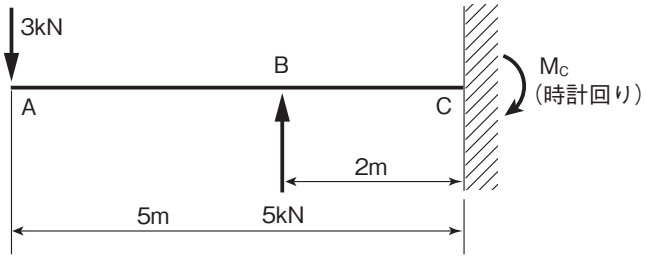
ポイント解説 建築技術 片持ち梁のモーメント反力は、$\Sigma M_C=0$ から求める。 正解(3)

(3) 正 片持ち梁の支点Cに生じるモーメント反力(M_C)は、支点Cに関するモーメントのつり合い式($\Sigma M_C=0$)から求めることができる。この式では、モーメント反力が時計回り(右回り)であると仮定するので、図の下向きの力(3kN)をマイナス(反時計回り)、図の上向きの力(5kN)をプラス(時計回り)として計算する。

$\Sigma M_C = -3\text{kN}\times(3\text{ m}+2\text{ m}) + 5\text{kN}\times(2\text{ m}) + M_C = 0$

$M_C = +3\text{kN}\times(5\text{ m}) - 5\text{kN}\times(2\text{ m}) = 5\text{kN}\cdot\text{m}$

よって、(3)が正しい。



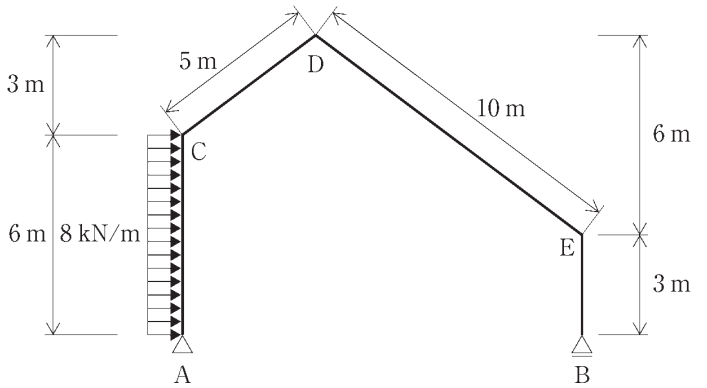
参考 片持ち梁の先端(この図のA点)は、回転ができるようになっているので、モーメント反力は常に0である。また、構造物のヒンジについても、同様の理由により、モーメント反力は常に0である。

H28- 問題 9

チェック □□

図に示す架構に等分布荷重が作用したときの支点 A 及び B に生じる水平反力(H_A,H_B)及び鉛直反力(V_A,V_B)の値として、**正しいもの**はどれか。ただし、反力は右向き及び上向きを+、左向き及び下向きを−とする。

(1) $H_A = -32$kN
(2) $H_B = -16$kN
(3) $V_A = -12$kN
(4) $V_B = +48$kN



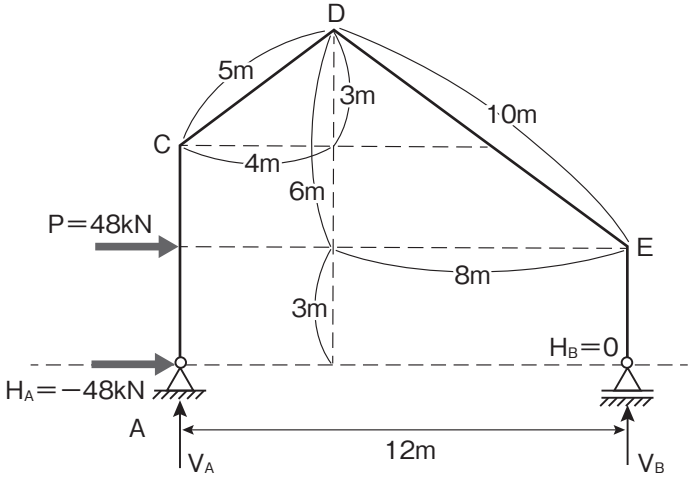
ポイント解説 建築技術 ΣM$_B$=0 から V$_A$ を、ΣV=0 から V$_B$ を、ΣH=0 から H$_A$ を求める。 正解(3)

(3) 正 この架構は、門型ラーメンの一種である。ヒンジである支点 A には水平反力 H_A と垂直反力 V_A が生じる。ローラである支点 B には垂直反力 V_B のみが生じ、水平反力 H_B は 0 である。等分布荷重 8kN/ m が 6mにわたり載荷されているので、部材 AC 間の中央に集中荷重 P＝8kN/m×6m＝48kN が作用すると考えて計算する。
垂直反力 V_A は、ΣM_B＝0 のつり合い式から求める。
$\Sigma M_B = +V_A \times 12 + P \times 3 = 0$
垂直反力 $V_A = -P \times 3 \div 12 = -48 \times 3 \div 12 = -12$kN
よって、(3) は正しい。

(4) 誤 垂直反力 V_B は、$\Sigma V = 0$ のつり合い式から求める。
$\Sigma V = +V_A + V_B = 0$
垂直反力 $V_B = -V_A = -(-12) = +12$kN

(1) 誤 水平反力 H_A は、$\Sigma H = 0$ のつり合い式から求める。
$\Sigma H = +P + H_A = 0$
水平反力 $H_A = -P = -48 = -48$kN

(2) 誤 ローラである支点 B には垂直反力 V_B のみが生じるため、水平反力 H_B は 0kN である。

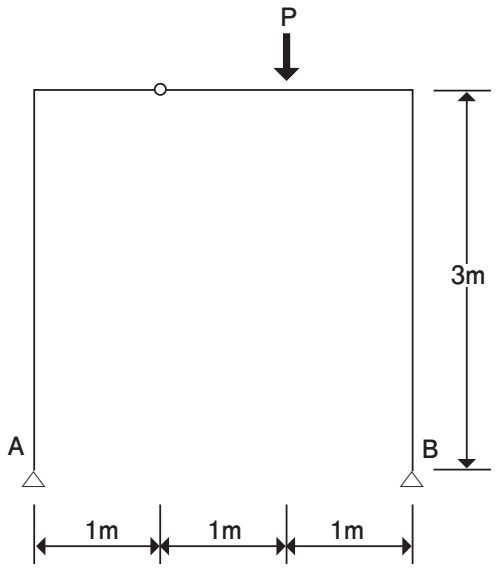


H27-問題 9

チェック □□

図のような集中荷重Pを受ける3ヒンジラーメンの支点A及びBに生じる鉛直反力をそれぞれV_A及びV_Bとしたとき、それらの反力の大きさの比V_A：V_Bとして、**正しいもの**はどれか。

	V_A		V_B
(1)	1	：	1
(2)	1	：	2
(3)	2	：	1
(4)	2	：	3



ポイント解説 建築技術　鉛直反力V_A, V_Bは$\Sigma M_B=0$と$\Sigma V=0$から求める。　正解(2)

① 3ヒンジラーメンの支点反力は、A点の反力V_Aとし、B点のモーメントのつり合い$\Sigma M_B=0$から、時計回りを正(+)・反時計回りを負(−)として計算すると、
$\Sigma M_B=V_A\times3m-P\times1m=0$ から $V_A=P/3$

② 鉛直力のつり合い$\Sigma V=0$から、$\Sigma V=V_A+V_B-P=0$ から $V_B=P-V_A=P-P/3=2P/3$

③ 反力の比V_A：V_Bから、V_A：$V_B=P/3$：$2P/3=1$：2、以上より、(2)が正しい。

④ 水平反力H_A、H_Bを求めるときは、$\Sigma M_C=0$より求める。
AC間について、計算してH_Aを求める。

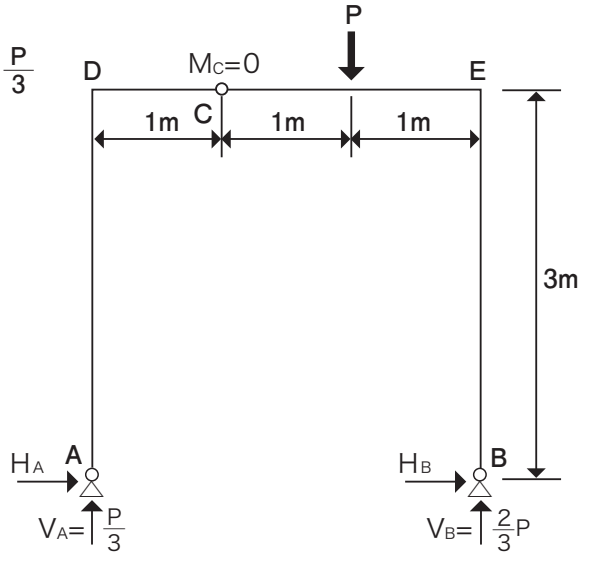
$\Sigma M_C=+\frac{P}{3}\times1m-H_A\times3m=0$、　$3H_A=+\frac{P}{3}$

より $H_A=+\frac{P}{9}$(右向き)

BC間について、計算してH_Bを求める。

$\Sigma M_C=-\frac{2}{3}P\times2m+P\times1m-H_B\times3m=0$、

$3H_B=-\frac{P}{3}$より $H_B=-\frac{P}{9}$(左向き)

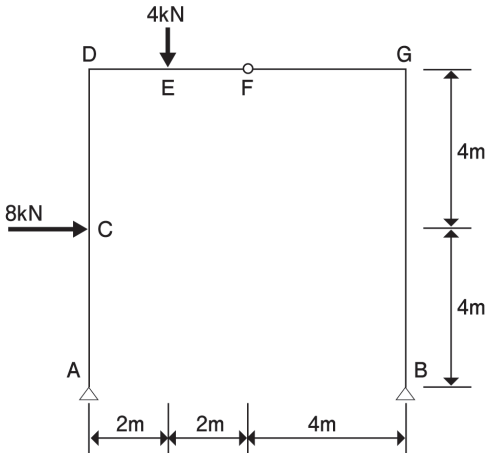


H26-問題 9

チェック

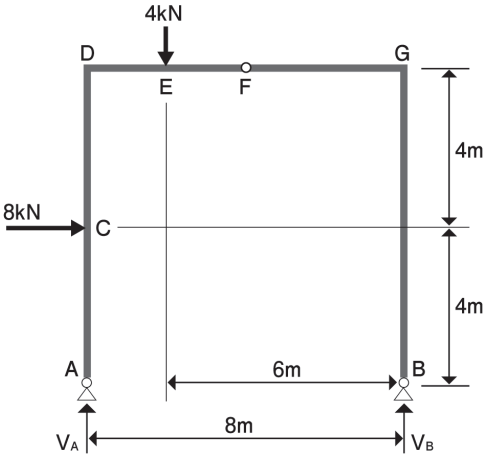
図のような荷重を受ける3ヒンジラーメンの支点A及びBに生じる垂直反力をそれ ぞれ V_A 及び V_B としたときの反力の組合せとして、**正しいもの**はどれか。

	V_A	V_B
(1)	2kN（下向き）	6kN（上向き）
(2)	1kN（下向き）	5kN（上向き）
(3)	5kN（上向き）	1kN（下向き）
(4)	6kN（上向き）	2kN（下向き）



ポイント解説 建築技術　反力は、つり合い式（$\Sigma M_B=0$・$\Sigma V=0$）により求める。　正解(2)

(2) 正 垂直反力 V_A・V_B は、上向き(+)であると仮定する。V_A は $\Sigma M_B=0$ のつり合い式により求める。V_B は鉛直方向のつり合い式 $\Sigma V=0$ のつり合い式により求める。



① $\Sigma M_B=0$ は、B点を中心として、時計回りを(+)の方向とした回転力の合計で、その値は0でなければならない。

$\Sigma M_B=8kN\times4m-4kN\times6m+V_A\times8m=0$

よって、$V_A=-1kN$

② $\Sigma V=0$ は、上向きを(+)・下向きを(−)の方向とした鉛直力の合計で、その値は0でなければならない。

$\Sigma V=-4kN+V_A+V_B=-4kN+(-1kN)+V_B=0$

よって、$V_B=+5kN$

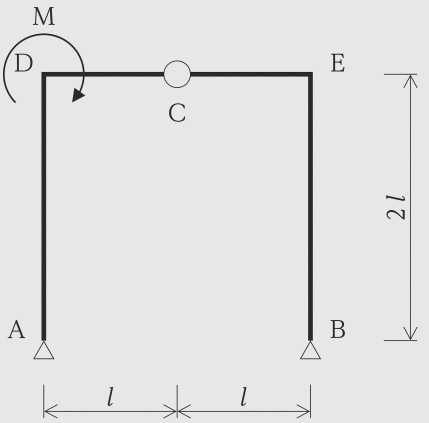
③ 以上の計算により、V_A は−1kNなので、1kN（下向き）である。V_B は+5kNなので、5kN（上向き）であることがわかる。よって、(2)が正しい。

R5- 問題 10

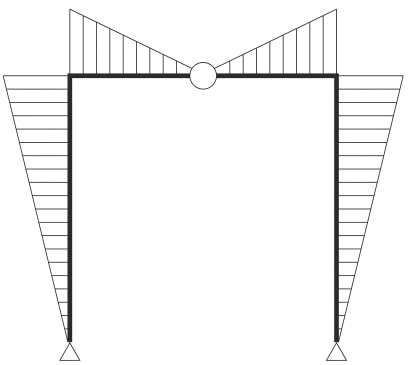
チェック

図に示す3ヒンジラーメン架構の点Dにモーメント荷重Mが作用したときの曲げモーメント図として，**正しいもの**はどれか。

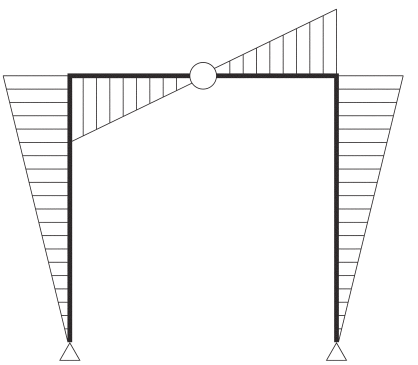
ただし，曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。



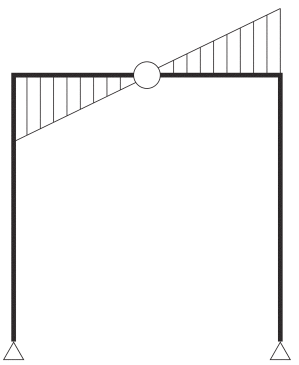
1.



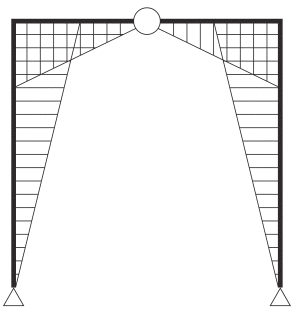
2.



3.



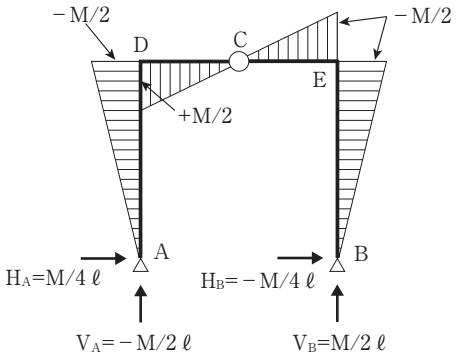
4.



ポイント解説 建築技術 曲げモーメント図は、部材の変形を原則から考えて選択する。 正解(2)

2. 正 ラーメンや梁の曲げモーメント図を描くときは、部材がどのように変形するかを考える必要がある。モーメント荷重・ヒンジの支持により、曲げモーメントがどのように変わるかを理解することが重要である。例えば、「ヒンジでは、モーメントは0となる」「ラーメンにモーメント荷重が作用する場合、必ずその点の曲げモーメントの大きさは、モーメント荷重の大きさに等しい」「モーメント荷重が作用しないラーメンの交点である剛接点では、剛接点の左右において、モーメントの大きさが等しい」などということである。このような問題を解くときには、ラーメンの各位置の曲げモーメントを計算することが望ましい。各位置の曲げモーメントを計算により求める方法は、下記の通りである。

曲げモーメントを計算により求める方法



①鉛直反力 V_A、V_B の計算

$\Sigma M_B = +V_A \times 2\ell + M = 0$　$V_A = -M/2\ell$

$\Sigma M_A = -V_B \times 2\ell + M = 0$　$V_B = +M/2\ell$

②水平反力 H_A、H_B の計算

C 点の左側の曲げモーメントを $\Sigma M_{C左}=0$

C 点の右側の曲げモーメントを $\Sigma M_{C右}=0$

$\Sigma M_{C左} = V_A \times \ell - H_A \times 2\ell + M = 0$

$H_A = (-M/2 + M) \div 2\ell = M/4\ell$

$\Sigma M_{C右} = -V_B \times \ell - H_B \times 2\ell + M = 0$

$H_B = (-M/2) \div 2\ell = -M/4\ell$

③曲げモーメントの計算

$M_A = 0$　$M_{D左} = -H_A \times 2\ell = -M/4\ell \times 2\ell = -M/2$

$M_B = 0$　$M_{D右} = -M/2 + M = +M/2$

$M_C = 0$　$M_E = H_B \times 2\ell = -M/4\ell \times 2\ell = -M/2$

したがって、この3ヒンジラーメン架構の点Dにモーメント荷重Mが作用したときは、(2)のような曲げモーメント図が描かれる。よって、(2)が正しい。

参考　曲げモーメント図を選択するときは、部材がどのように変形するかを感覚的に考えることもできる。ただし、この解答方法は、精度が低いので、推奨される解答方法ではない。

①点Cのようなヒンジは、自由に回転できるので、曲げモーメントは作用しない。

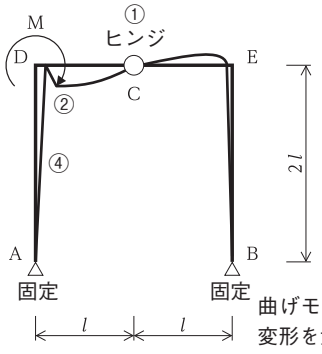
②DC間では、曲げモーメントが上からかかっているので、DC間の部材は下に曲がる。

③部材が下に曲がるということは、部材の下側が引き延ばされて「材の引張側」になる。

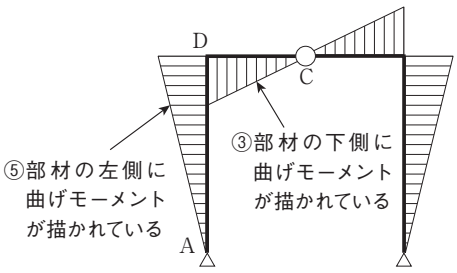
④DC間の部材が曲げられると、それにつられてAD間の部材が少し右に引っ張られる。

⑤部材が右に引っ張られるということは、部材の左側が引き延ばされて「材の引張側」になる。

問題文には「曲げモーメント図は材の引張側に描く」と書かれているが、上記③の通りに「DC間の曲げモーメントが下側」に描かれており、かつ、上記⑤の通りに「AD間の曲げモーメントが左側」に描かれているものは、(2)の曲げモーメント図だけである。



曲げモーメントによる部材の変形を大げさに表現した図



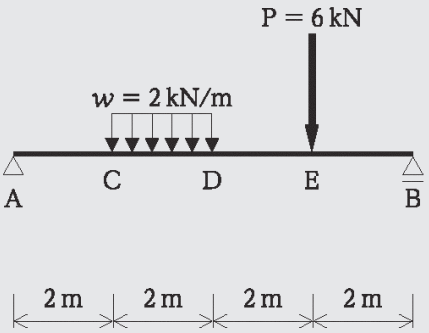
曲げモーメントを各部材の引張側に描いた図

R4-問題 10

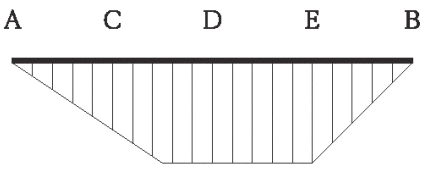
チェック

図に示す単純梁ABのCD間に等分布荷重 w が，点Eに集中荷重Pが同時に作用するときの曲げモーメント図として，**正しいもの**はどれか。

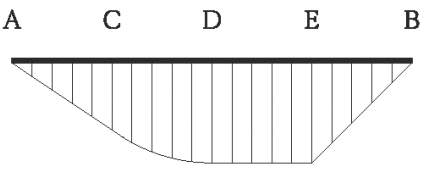
ただし，曲げモーメントは，材の引張側に描くものとする。



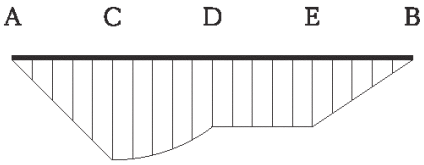
1.



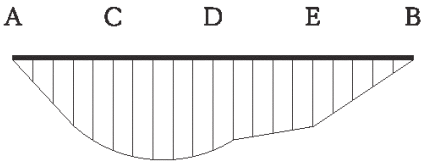
2.



3.



4.



ポイント解説 建築技術　つり合い式から各点の反力を計算し、曲げモーメント図を描く。　正解(2)

2. 正 ①CD間にかかっている等分布荷重wを集中荷重P'に変換する。

- 集中荷重P' = 等分布荷重w×CD間の長さ ℓ =2kN/m×2m=4kN
- この集中荷重P'は、点Aから3mの位置(点Bから5mの位置)に作用する。

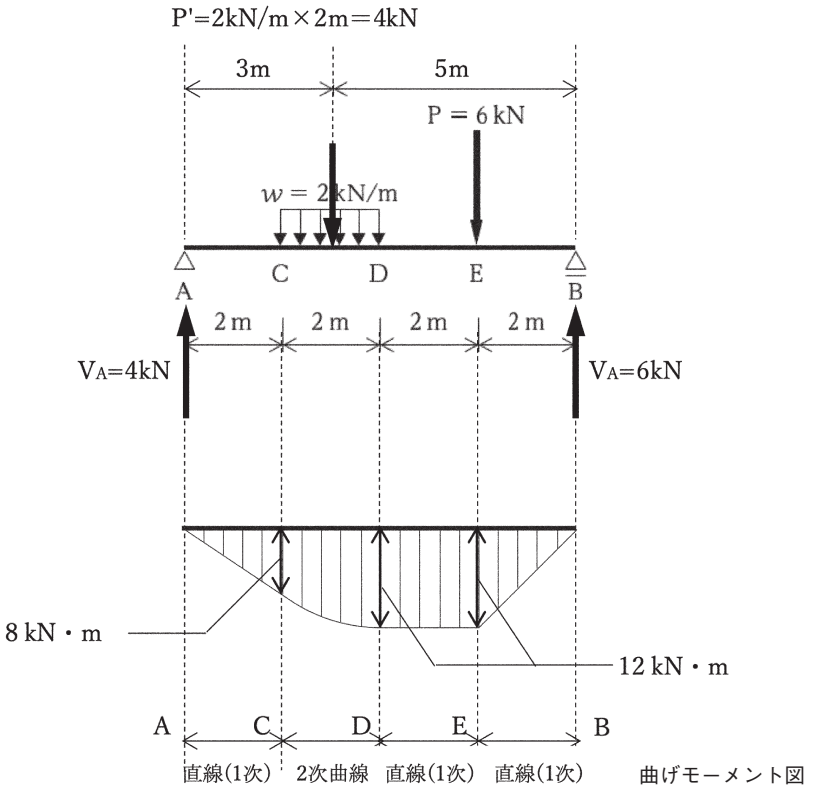
②点Aの反力 V_A は、点Bの曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_B=0$)から求める。(時計回りの曲げモーメントを正⊕とする)

- $\Sigma M_B = +V_A \times 8m - P' \times 5m - P \times 2m = V_A \times 8m - 4kN \times 5m - 6kN \times 2m = 0$
- 反力 V_A=32kN·m÷8m=+4kN

③点Bの反力 V_B は、反力のつり合い式($\Sigma V=0$)から求める。(上向きの力を正⊕とする)

- $\Sigma V = +V_A - P' - P + V_B = +4kN - 4kN - 6kN + V_B = 0$
- 反力 V_B=+6kN

④点 A の曲げモーメント M_A は、点 A がヒンジ支点なので、0kN·m である。
⑤点 C の曲げモーメント M_C は、次式により、＋8kN·m である。
●M_C＝＋V_A×2m＝＋4kN×2m＝＋8kN·m
⑥点 D の曲げモーメント M_D は、次式により、＋12kN·m である。
●M_D=＋V_A×4m－P'×1m＝＋4kN×4m－4kN×1m＝＋12kN·m
⑦点Eの曲げモーメント M_E は、次式により、＋12kN·m である。
●M_E =＋V_A×6m－P'×3m＝＋4kN×6m－4kN×3m＝＋12kN·m
⑧点 B の曲げモーメント M_B は、点 B がローラ支点なので、0kN·m である。
⑨曲げモーメント図は、等分布荷重がかかっている部分では二次曲線、そうでない部分では直線として描かれる。また、曲げモーメントは材の引張り側に描くので、この図では下向きに描かれる。各点の曲げモーメントを図示すると、下図のようになる。
よって、⑵が正しい。

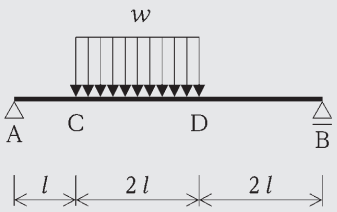


R 3- 問題 10

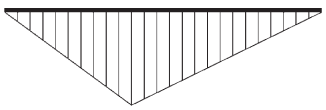
チェック

図に示す単純梁ABにおいて，CD間に等分布荷重 w が作用したときの曲げモーメント図として，**正しいもの**はどれか。

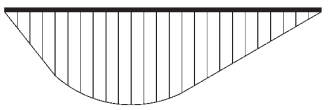
ただし，曲げモーメントは，材の引張側に描くものとする。



1.

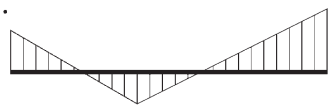


2.



3.

4.



ポイント解説 建築技術 つり合い式から各点の反力を計算し、曲げモーメント図を描く。 正解(2)

2. 正 ① CD間にかかっている等分布荷重 w を集中荷重 P に変換する。

- 集中荷重 P＝等分布荷重 w×CD間の長さ 2l＝w×2l＝2wl
- この集中荷重 P は、点 A から 2l の位置(点 B から 3l の位置)に作用する。

② 点 A の反力 V_A は、点 B の曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_B=0$)から求める。(時計回りの曲げモーメントを正⊕とする)

- $M_B=+V_A\times 5l-2wl\times 3l=0$
- $V_A=2wl\times 3l\div 5l=\frac{6}{5}wl=+1.2wl$

③ 点 B の反力 V_B は、反力のつり合い式($\Sigma V=0$)から求める。(上向きの力を正⊕とする)

- $\Sigma V=+V_A-P+V_B=0$
- $V_B=-V_A+P=-1.2wl+2wl=+0.8wl$

④ 点 A の曲げモーメント M_A は、点 A がヒンジ支点なので、0kN·m である。

⑤ 点 C の曲げモーメント M_C は、次式により、$+1.2wl^2$ である。

- $M_C=+V_A\times l=+1.2wl\times l=+1.2wl^2$

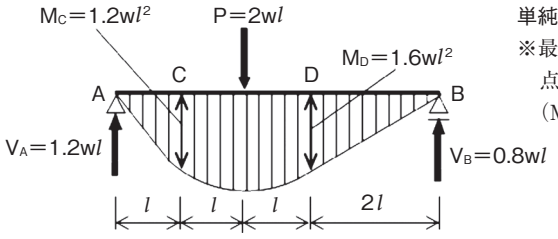
⑥ 点 D の曲げモーメント M_D は、次式により、$+1.6wl^2$ である。(B 点から計算する)

- $M_D=+V_B\times 2l=+0.8wl\times 2l=+1.6wl^2$

⑦ 点 B の曲げモーメント M_B は、点 B がローラ支点なので、0kN·m である。

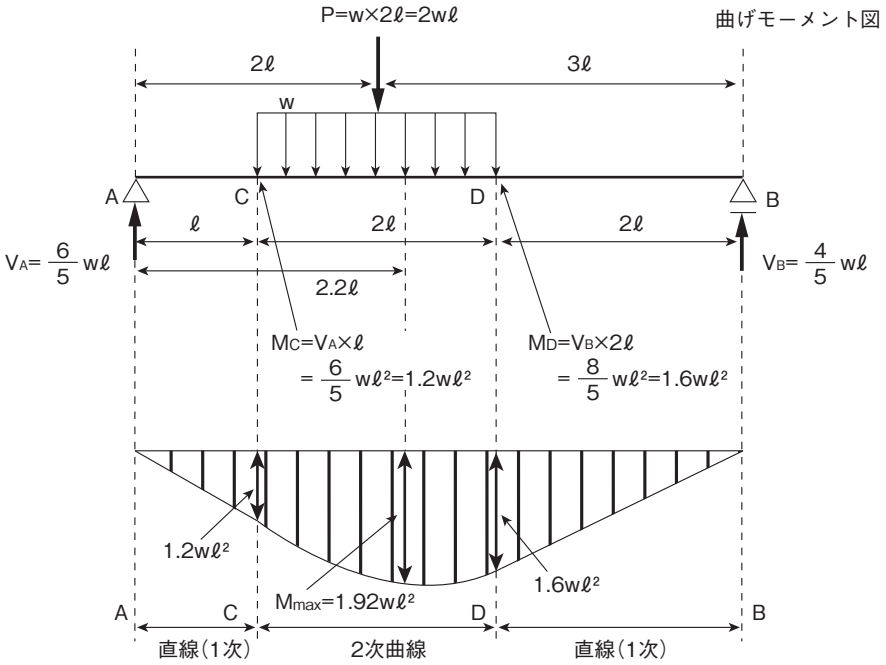
⑧ このような単純梁の曲げモーメント図は、AC 間では直線、CD 間では二次曲線、DB 間では直線となる。曲げモーメントは材の引張り側に描くので、AC 間・CD 間・DB 間ではいずれも下向きに描かれる。

よって、(2)が正しい。



単純梁の曲げモーメント図

※最大曲げモーメントの位置は、せん断力が 0 となる点（A 点から 2.2l の点）になり、その曲げモーメント（M_{max}）は $1.92wl^2$ となる。



別解	図の形状を見るだけで解答する方法

2. 正 ①この問題では、等分布荷重 w が支間の一部に作用したときの曲げモーメント図を、目視により概略的に発見することが望ましい。実際の試験では、上記のような計算により導き出すことは時間的に困難だからである。

②建築構造の基本である単純梁の曲げモーメント図の原則は、次の通りである。

1 単純梁の支点 A・B の曲げモーメントは常に 0 である。

2 集中荷重 P が作用する区間の曲げモーメント図は直線である。

3 等分布荷重 w が作用する区間の曲げモーメント図は二次曲線である。

4 荷重が下向きのときは、曲げモーメント図は基準線よりも下側に描かれる。

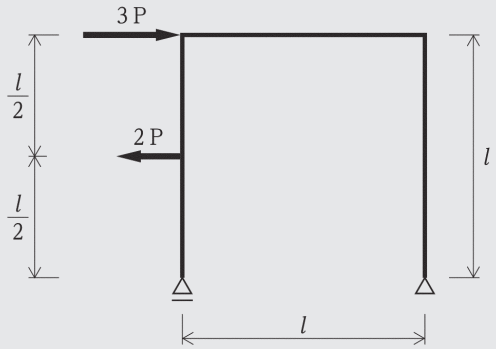
③以上の **1**～**4** の原則を、この問題の各選択肢 1. ～ 4. について検討する。

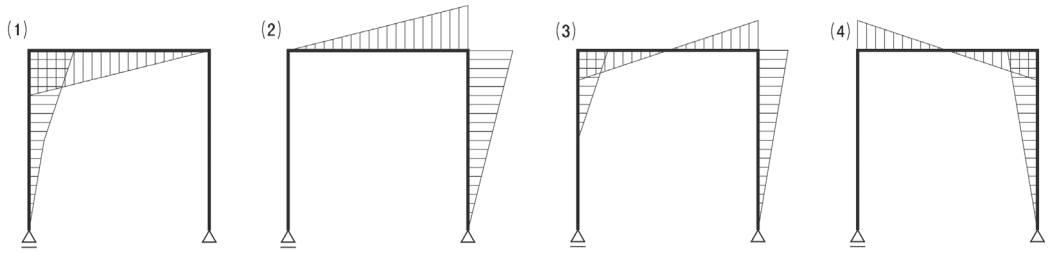
1. 等分布荷重 w の作用区間（CD 間）が直線なので、上記 **3** を満たしていない。
2. 支点 A・B の曲げモーメントが 0、かつ、等分布荷重 w の作用区間（CD 間）が二次曲線なので、上記 **1**・**3**・**4** を満たしている。よって、⑵は正しい。
3. 支点 A・B の曲げモーメントが 0 でないので、上記 **1** を満たしていない。
4. 支点 A・B の曲げモーメントが 0 でないので、上記 **1** を満たしていない。

R2- 問題 10

チェック □□

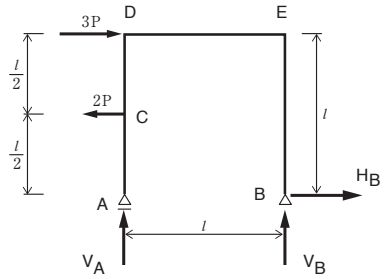
図に示すラーメン架構に集中荷重 3P 及び 2P が同時に作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。





ポイント解説 建築技術 曲げモーメントは、反力を求め、左側から回転力を計算する。 正解(3)

(3) 正 ①ローラ支点である左側の支点(支点 A とする)には垂直反力 V_A のみが生じ、水平反力 H_Aは 0 である。ヒンジ支点である右側の支点(支点 B とする)には水平反力 H_Bと垂直反力 V_Bが生じる。



②垂直反力 V_A は、$\Sigma M_B=0$ のつり合い式から、時計回りを正⊕・反時計回りを負⊖とすると、次のような式で求めることができる。

$\Sigma M_B=V_A\times l-2P\times\frac{l}{2}+3P\times l=0$

垂直反力 $V_A=-2Pl\div l=-2P$(下向き)

③垂直反力 V_B は、$\Sigma V=0$ のつり合い式から求めることができる。

$\Sigma V=V_A+V_B=0$

垂直反力 $V_B=-V_A=+2P$(上向き)

④水平反力 H_B は、$\Sigma H=0$ のつり合い式から求めることができる。

$\Sigma H=+3P-2P+H_B=0$

水平反力 $H_B=-3P+2P=-P$(左向き)

④曲げモーメントの計算は、次のような方法で行う。

$M_A = M_B = 0$（ヒンジ支点に曲げモーメントが生じることはない）

$M_C = 0$（AD 間は D 点が固定の片持梁である）

$M_D = 2P \times \frac{l}{2} = Pl$

$M_E = V_A \times l + 2P \times \frac{l}{2} = -2Pl + Pl = -Pl$

⑤曲げモーメント図は、部材の変形する側に描く。

よって、(3) が正しい。

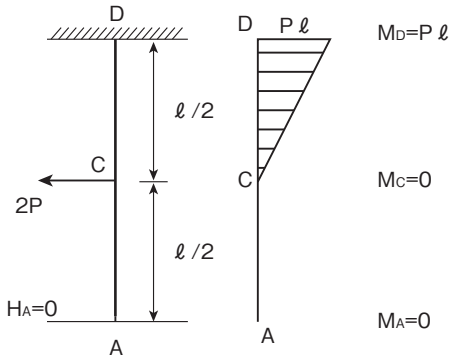
参考 ①単純梁形ラーメンの特徴として、ローラ支点には水平反力（$H_A=0$）が生じない点に着目する。単純梁形ラーメンの部材 AD は、剛節点 D で固定され，A点は水平方向に自由となるため、片持梁として計算して曲げモーメントが求まる。このため、下図のようになる。

$M_A=0$（自由端）

$M_C=0$

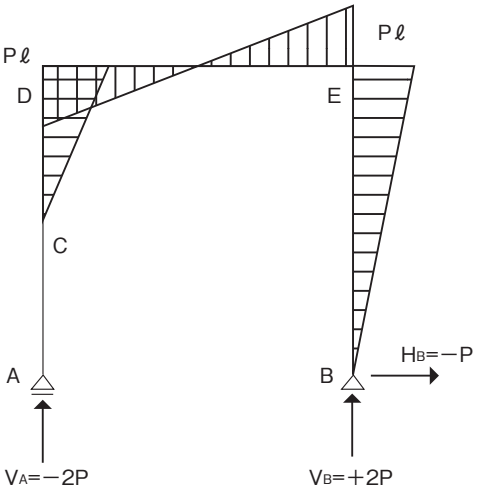
$M_D=0=2P\times \ell/2=P\ell$

②部材ＡＤの曲げモーメント図は、下図のようになる。部材ＡＤの曲げモーメントの形から(3)が正解だと特定できる。このようにラーメンの曲げモーメントは違いを見出して考えることも大切である。



片持梁曲げモーメント図

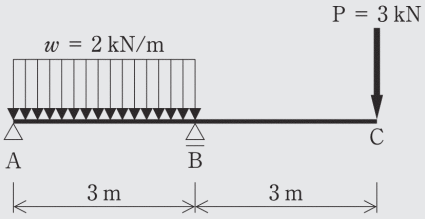
③全体の曲げモーメント図は、下図のようになる。

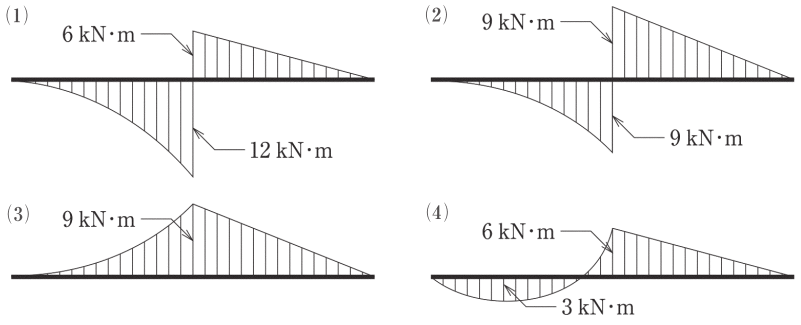


R元 - 問題 10

チェック □□

図に示す梁のAB間に等分布荷重wが、点Cに集中荷重Pが同時に作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。





ポイント解説 建築技術 つり合い式から各点の反力を計算し、曲げモーメント図を描く。 正解(3)

(3) 正 ① AB間にかかっている等分布荷重wを集中荷重P'に変換する。

- 集中荷重P'＝等変分布荷重w × AB間の長さℓ＝2kN/m × 3m＝6kN
- この集中荷重P'は、点Aから1.5mの位置(点Bから1.5mの位置)に作用する。

②点Aの反力V_Aは、点Bの曲げモーメントのつり合い式($\Sigma M_B=0$)から求める。(時計回りが正)

- $\Sigma M_B=+V_A\times3m-P'\times1.5m+P\times3m=V_A\times3m-6kN\times1.5m+3kN\times3m=0$
- 反力$V_A=0kN$

③点Bの反力V_Bは、反力のつり合い式($\Sigma V=0$)と反力V_Bから求める。(上向きが正)

- $\Sigma V=+V_A-P'+V_B-P=0kN-6kN+V_B-3kN=0$
- 反力$V_B=+9kN$

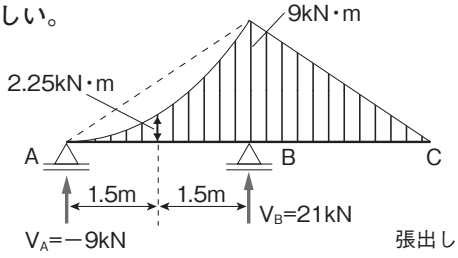
④点Aの曲げモーメントM_Aは、点Aがヒンジ支点なので、0kN・mである。

⑤点Bの曲げモーメントM_Bは、下式により、+9kN・mである。

- $M_B=+V_A\times3m-P'\times1.5m=0kN\times3m-6kN\times1.5m=-9kN\cdot m$

⑥点Cの曲げモーメントM_Cは、点Cが片持ち梁の先端なので、0kN・mである。

⑦このような張出し梁の曲げモーメント図は、AB間では二次曲線になり、BC間では直線となる。曲げモーメントは材の引張り側に描くので、AB間・BC間ではいずれも上向きに描かれる。よって、(3)が正しい。

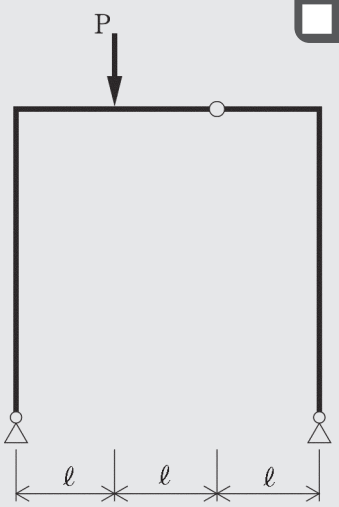


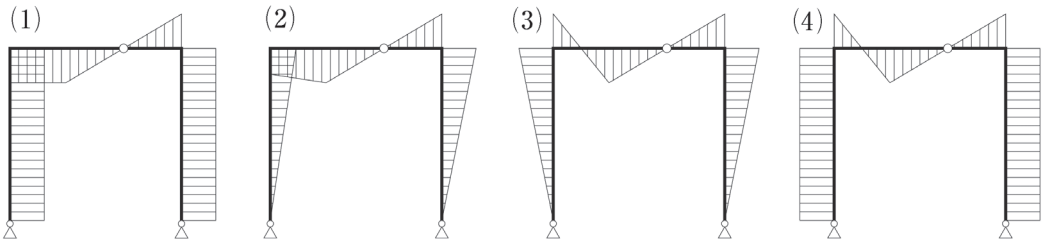
張出し梁の曲げモーメント図

H30- 問題 10

チェック

図に示す３ヒンジラーメン架構に集中荷重Ｐが作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。





ポイント解説 建築技術 つり合いの３式から反力と曲げモーメントを計算する。 正解(3)

(3) 正 ①この３ヒンジラーメンでは、ひとつの鉛直力Ｐだけが梁に作用している。

②単純梁と同様の方法で、左側の支点Ａに生じる鉛直反力 V_A と、右側の支点Ｂに生じる鉛直反力 V_B を求める。

$$V_A = P \times \frac{2\ell}{3\ell} = \frac{2P}{3}$$

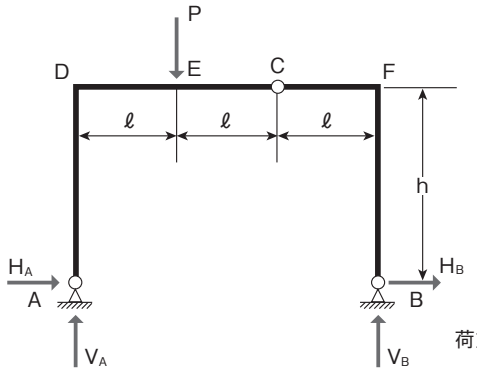
$$V_B = P \times \frac{\ell}{3\ell} = \frac{P}{3}$$

③３ヒンジラーメンの高さをｈとして、ヒンジ点Ｃの左右における曲げモーメントのつり合い式（$\Sigma M_{C左}=0$）（$\Sigma M_{C右}=0$）から、左側の支点Ａに生じる水平反力 H_A と、右側の支点Ｂに生じる水平反力 H_B を求める。

$$\Sigma M_{C左} = +V_A \times 2\ell - H_A \times h - P \times \ell = 0 \quad \Rightarrow H_A = (2 \times V_A - P) \times \frac{\ell}{h} = \frac{P}{3} \times \frac{\ell}{h}$$

$$\Sigma M_{C右} = -V_B \times \ell - H_B \times h = 0 \quad \Rightarrow H_B = -V_B \times \frac{\ell}{h} = -\frac{P}{3} \times \frac{\ell}{h}$$

④下図の A 点～ F 点について、曲げモーメント M_A ～ M_F を求める。



荷重・反力図

$M_A = 0$（支点に曲げモーメントは作用しない）

$M_B = 0$（支点に曲げモーメントは作用しない）

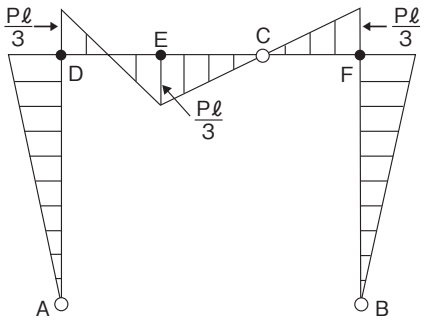
$M_C = 0$（ヒンジ点に曲げモーメントは作用しない）

$$M_D = -H_A \times h = -\frac{P}{3} \times \frac{\ell}{h} \times h = -\frac{P\ell}{3}$$

$$M_E = +V_A \times \ell - H_A \times h = \frac{2P}{3} \times \ell - \frac{P}{3} \times \frac{\ell}{h} \times h = +\frac{P\ell}{3}$$

$$M_F = +H_B \times h = -\frac{P}{3} \times \frac{\ell}{h} \times h = -\frac{P\ell}{3}$$

⑤上記の曲げモーメント M_A ～ M_F を図示すると、下図のようになる。



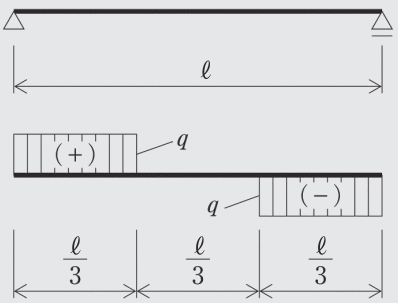
曲げモーメント図

よって、(3)が正しい。

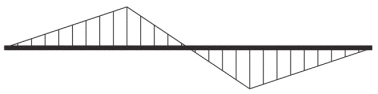
H29- 問題10

チェック □□

単純梁に荷重が作用したときの梁のせん断力図が右図のようであるとき、そのときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする



せん断力図

(1)


(2)

(3)

(4)

ポイント解説 建築技術 曲げモーメントは、せん断力図の面積から求める。 正解(3)

(3) 正 単純梁のせん断力図を基に、曲げモーメント図を描くときは、各点に作用する反力・荷重を計算し、「せん断力図は、反力や荷重を集積したものである」、「曲げモーメントは、せん断力図を集積したものである」ことを念頭に置いて考える。

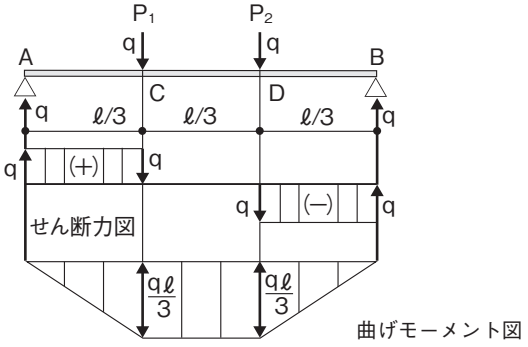
①反力や荷重が作用する点に、下図のように A・B・C・D の記号を割り振り、各点に作用する反力・荷重を計算する。

支点 A に作用する反力(V_A)＝＋q[kN](上向き)
作用点 C に作用する荷重(P_1)＝q[kN](下向き)
作用点 D に作用する荷重(P_2)＝q[kN](下向き)
支点 B に作用する反力(V_B)＝＋q[kN](上向き)

②各点に生じる曲げモーメントを計算し、曲げモーメント図を描く。

支点 A の曲げモーメント(M_A)＝0(ヒンジの曲げモーメントは 0)
作用点 C の曲げモーメント(M_C)＝V_A×ℓ/3＝＋q×ℓ/3[kN・m]
作用点 D の曲げモーメント(M_D)＝V_A×2ℓ/3－P_1×ℓ/3＝＋q×ℓ/3[kN・m]
支点 B の曲げモーメント(M_B)＝0(ヒンジの曲げモーメントは 0)

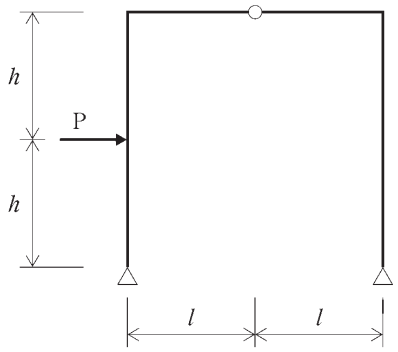
曲げモーメント図は、下図のようになる。よって、(3) が正しい。



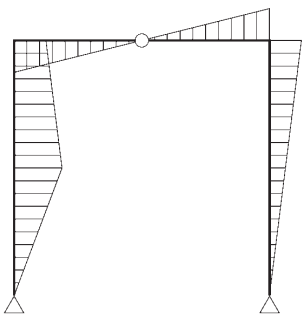
H28- 問題 10

図に示す３ヒンジラーメンに集中荷重Ｐが作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。

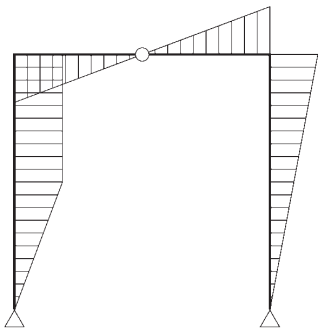
チェック □□



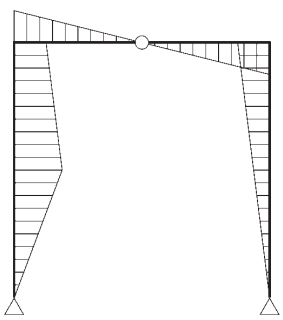
(1)



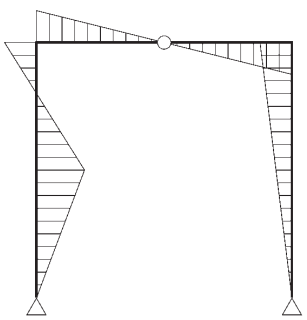
(2)



(3)



(4)



ポイント解説 建築技術　曲げモーメント図は、固定点・ヒンジに注意して描く。　正解(1)

(1) 正　ラーメンや梁の曲げモーメント図を描くときは、部材がどのように変形するかを考える必要がある。固定点・ヒンジの支持により、曲げモーメントがどのように変わるかを理解することが重要である。

①ヒンジでは、モーメントは０となる。固定点では、モーメントが生じる。

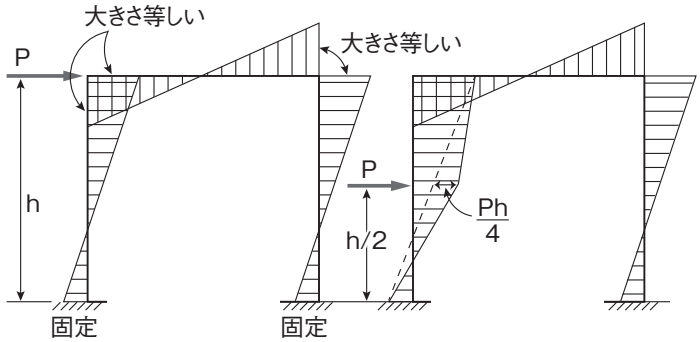
②長さｈの柱や梁の中央に荷重Ｐが作用すると、「P×h÷4」だけモーメントが増加する。

③ラーメンの交点である剛接点では、剛接点の左右において、モーメントの大きさが等しい。

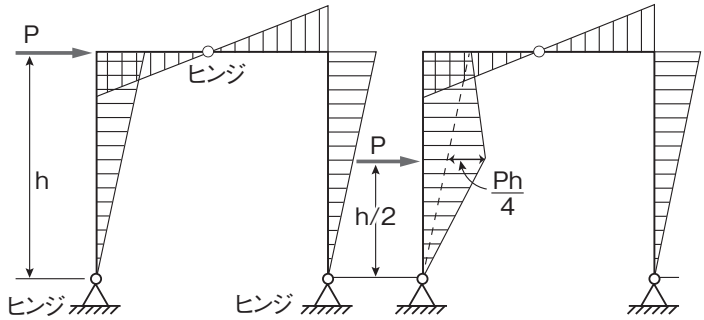
④右から力Ｐを受けると、ラーメンは右に変形し、曲げモーメントは引張り側に描かれる。

ラーメンの曲げモーメント図は、その構造により変化する。代表的なラーメンの曲げモーメント図は、次の通りである。よって、３ヒンジラーメンの曲げモーメント図は、(1)が正しい。

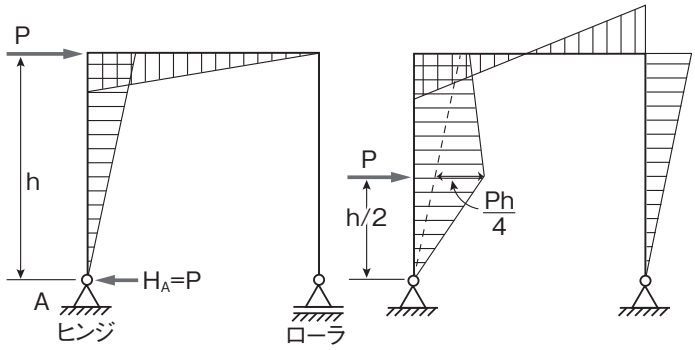
門型固定ラーメン



門型３ヒンジラーメン



門型２ヒンジラーメン



参考 このような問題を解くときに、ラーメンの各位置の曲げモーメントを計算する必要はないが、参考までに、各位置の曲げモーメントを計算により求める方法を示す。

①鉛直反力 V_A、V_B の計算

$\Sigma M_B = +V_A \times 2\ell + P \times h = 0$　　$V_A = -P \times h \div 2\ell$

$\Sigma M_A = -V_B \times 2\ell + P \times h = 0$　　$V_B = +P \times h \div 2\ell$

②水平反力 H_A、H_B の計算

C 点の左側の曲げモーメントを $\Sigma M_{C左} = 0$

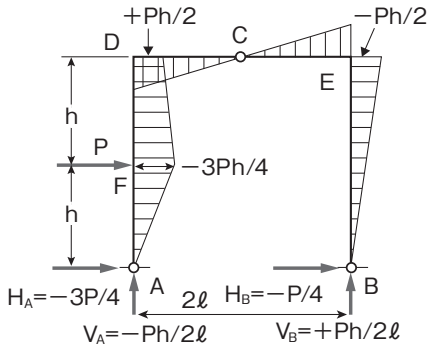
C 点の右側の曲げモーメントを $\Sigma M_{C右} = 0$ とする。

$\Sigma M_{C左} = V_A \times \ell - P \times h - H_A \times 2h = 0$

$H_A = (-P \times h \div 2\ell \times \ell - P \times h) \div 2h = -3/4 \times P$

$\Sigma M_{C右} = V_B \times \ell - H_B \times 2h = 0$

$H_B = -(+P \times h \div 2\ell \times \ell) \div 2h = -1/4 \times P$



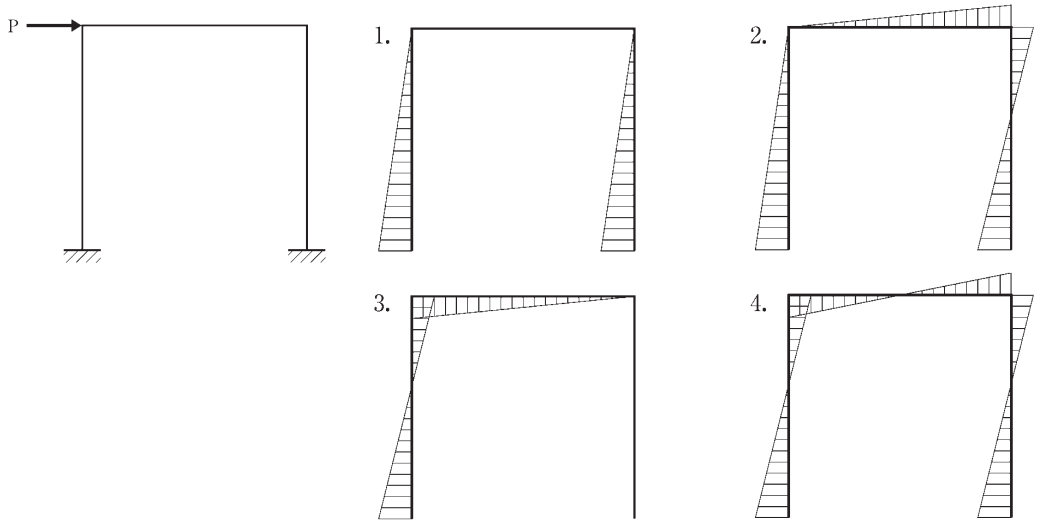
③曲げモーメントの計算

$M_A = 0$	$M_D = -H_A \times 2h - P \times h = +3/4 \times P \times 2h - P \times h = +1/2 \times P \times h$
$M_B = 0$	$M_E = +H_B \times 2h = -1/4 \times P \times 2h = -1/2 \times P \times h$
$M_C = 0$	$M_F = +H_A \times h = -3/4 \times P \times h$

H27- 問題 10

チェック □□

図に示す架構に集中荷重Ｐが作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。

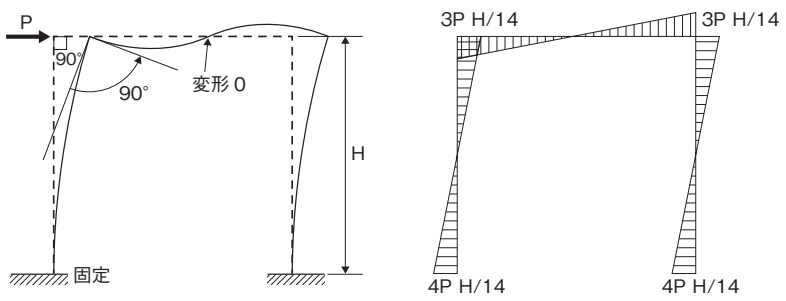


ポイント解説 建築技術 ラーメンの曲げモーメント図は、変形を考え、引張り側に描く。 正解(4)

① ラーメンのヒンジおよびヒンジ支点の曲げモーメントは常に０である。
② 剛接点の曲げモーメントのつり合いから、柱と梁の２部材に作用する、曲げモーメントは大きさが等しく符号が反対である、剛接点の交角 90° は変形後も保たれる。
③ ラーメンの固定支点の曲げ反力は、固定部材に生じる曲げモーメントと大きさ等しく符号が反対である。

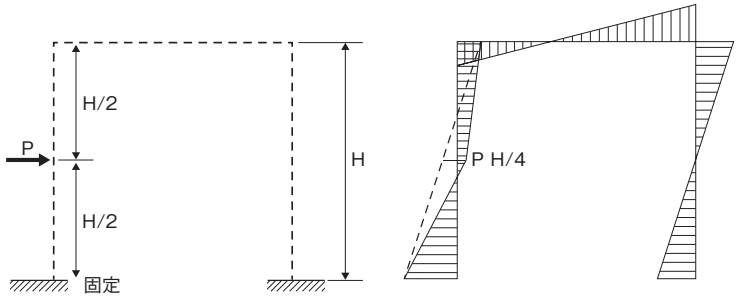
門型固定ラーメンが水平荷重Ｐを受けたとき、(4) の変形は図のようである。変形する引張り側の方向に曲げモーメントを描画することに注意する。

図は、(4)が正しい。



参考例

柱の途中に水平力Ｐが作用した例を示す。



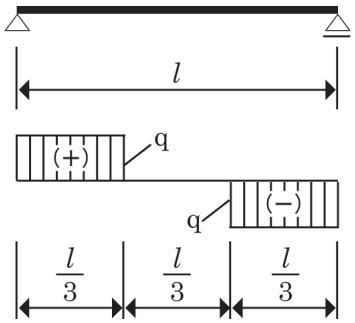
曲げモーメントの一例

H26- 問題 10

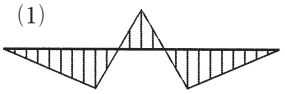
単純梁に荷重が作用したときの梁のせん断力図が下図となるとき、その曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。

チェック □□

せん断力図

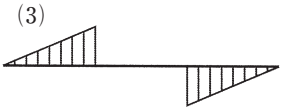


(1)

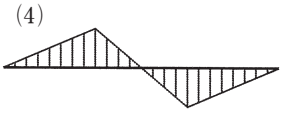


(2)

(3)



(4)



ポイント解説 建築技術　曲げモーメントは、せん断力図の面積から求める。　正解(2)

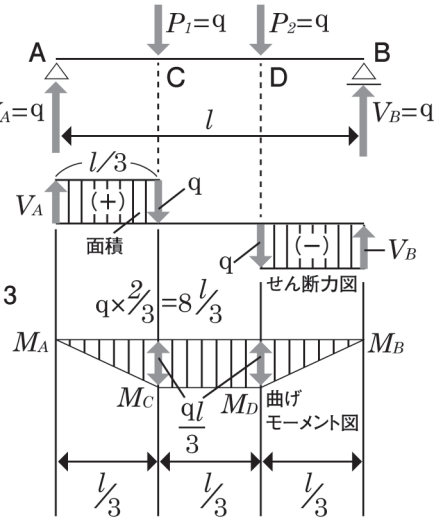
(2) 正 単純梁に関する計算問題は、通常、$\Sigma M_B=0$・$\Sigma V=0$ のつり合い式により、支点反力 V_A・V_B を求め、せん断力図と曲げモーメント図を描くものである。しかし、本問のようにせん断力図や曲げモーメント図が与えられ、そこから反力や荷重を求める問題もある。このときは、「せん断力図は、反力や荷重を集積したものである」・「曲げモーメントは、せん断力図を集積したものである」の２つの法則を用いて、次のように考える。

① 反力と荷重を求める。せん断力図から、下記のことがわかる。

反力 $V_A=+q$（上向き）
反力 $V_B=+q$（上向き）
荷重 $P_1=-q$（下向き）
荷重 $P_2=-q$（下向き）

② 曲げモーメント図を描く。それぞれの点における曲げモーメントは、下記のように計算できる。

$M_A=0$（A 点のヒンジ）
$M_C=V_A\times l/3=q\times l/3$
$M_D=V_A\times 2l/3-P_1\times l/3=q\times 2l/3-q\times l/3=q\times l/3$
$M_B=0$（B 点のヒンジ）

③ 以上の計算により、曲げモーメント図は、はり AB の変形する引張側を描くことができる。

よって、(2)が正しい。