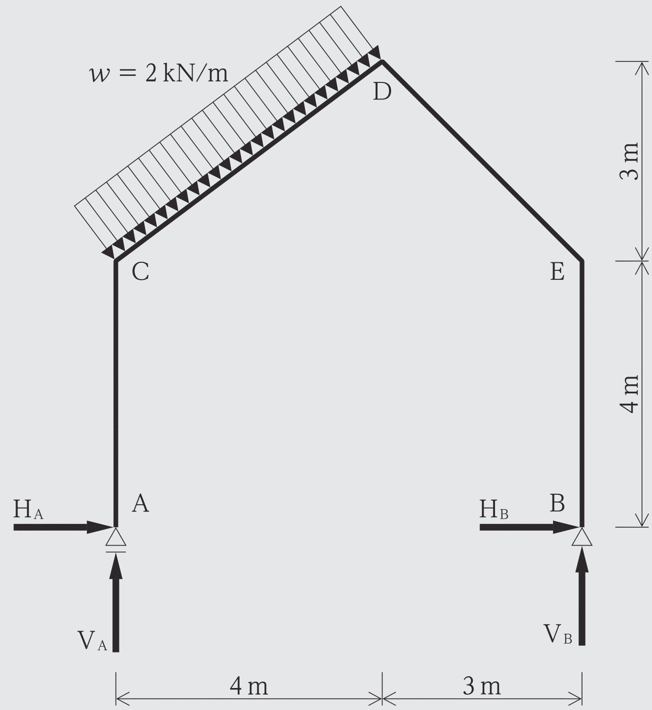
R7-問題 11

チェック

図に示す山形ラーメン架構のCD間に等分布荷重 w が作用したとき，支点Aに生じる鉛直反力 V_A 及び水平反力 H_A と，支点Bに生じる鉛直反力 V_B 及び水平反力 H_B の値として，**正しいもの**はどれか。

ただし，反力は右向き及び上向きを「＋」，左向き及び下向きを「－」とする。



1. $H_A = -6\,kN$
2. $H_B = -3\,kN$
3. $V_A = +1\,kN$
4. $V_B = +8\,kN$

ポイント解説 建築技術　曲げモーメントと力の釣り合い式から、各支点の反力を求める。　正解(3)

3. 正 ①等分布荷重 w を集中荷重 P に変換する。斜辺 CD の長さは、三角比(3:4:5)から 5m である。

集中荷重 P＝5m×2kN/m＝10kN

②集中荷重 P を、下図のように、水平荷重 H＝6kN と鉛直荷重 V＝8kN に分解する。

③ヒンジ支点 B の曲げモーメントの釣り合い式($\Sigma M_B=0$)から、鉛直反力 V_A を求める。

$\Sigma M_B = +V_A \times 7 + H \times 5.5 - V \times 5 = +V_A \times 7 + 6 \times 5.5 - 8 \times 5 = 0$ ➡ $V_A = +1kN$

④鉛直力の釣り合い式($\Sigma V=0$)から、鉛直反力 V_B を求める。

$\Sigma V = +V_A - V + V_B = +1 - 8 + V_B$ ➡ $V_B = +7kN$

⑤支点 A は、ローラ支点なので、水平反力 H_A は生じない。

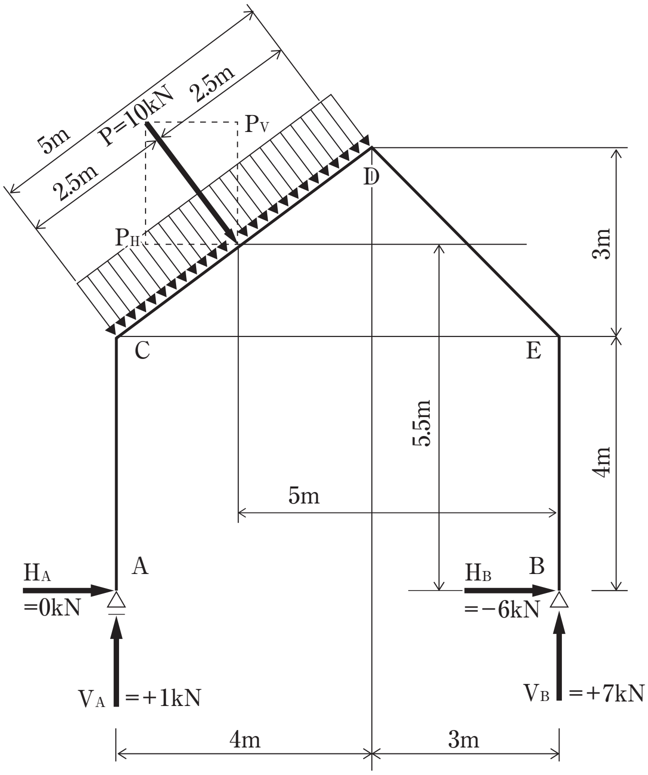
$H_A = 0kN$

⑥**水平力の釣り合い式（ΣH＝0）から、**
水平反力 H_B を求める。

$\Sigma H = +H_A + 6 + H_B$

$= +0 + 6 + H_B \Rightarrow H_B = -6\text{kN}$

よって、⑶が正しい。

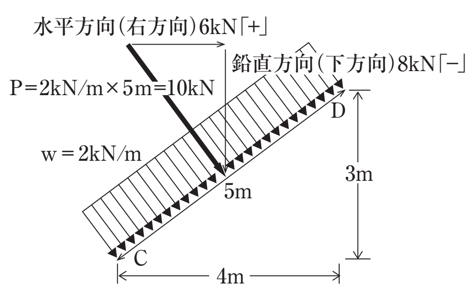


※「3.」以外が誤りであることは、釣り合い式を計算しなくても、下記のように簡易的にも推察できる。

1. **誤** この山形ラーメン機構の「A」の支点（△の下に線が引かれた記号）は、ローラ支点（水平方向の移動を拘束しない支点）であるため、鉛直反力 V_A のみが生じ、水平反力 H_A は生じない（鉛直反力 H_A ＝0kN になる）。したがって、水平反力 H_A ＝ −6kN であることはあり得ない。

2.. **誤** この山形ラーメン機構の「B」の支点（△の下に線が引かれていない記号）は、ヒンジ支点（水平方向の移動を拘束する支点）であるため、鉛直反力 V_B と水平反力 H_B が両方とも生じる。

①この山形ラーメン機構には、等分布荷重 w＝2kN/m が、5m に渡って載荷されているので、部材 CD 間の中央に、集中荷重 P＝2kN/m × 5 m＝10kN が作用すると考える。この集中荷重は、斜め方向から掛かっているので、右図のように三角比として計算する。



②上図の水平方向（右方向）に作用する＋6kN の力は、上記「1.」より「H_A ＝0kN」なので、すべてを「B」の支点で受けることになる（水平反力 H_B ＝ −6kN になる）。したがって、水平反力 H_B ＝ −3kN であることはあり得ない。

4. **誤** 鉛直方向（下方向）に作用する力は、上記「2.」より「8kN」である。上記「1.」と上記「2.」より「支点 A と支点 B には共に鉛直反力が生じる」ので、この「8kN」は、簡易的に考えるなら、支点 A と支点 B で分け合って受けることになる。したがって、鉛直反力 V_B ＝ ＋8kN であることはあり得ない。

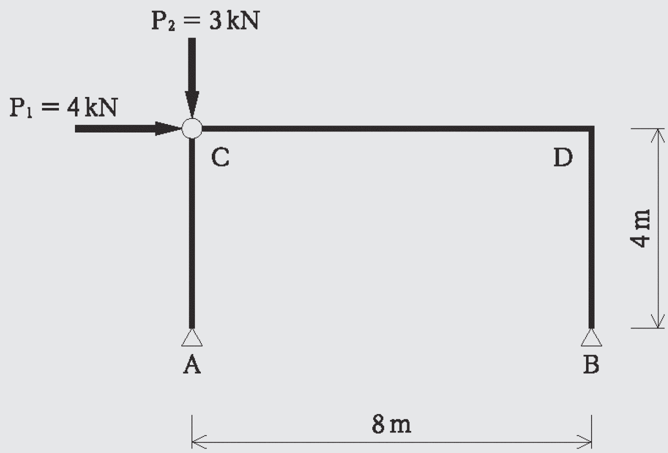
※「V_B ＝ ＋8kN」であると仮定した場合、「V_A ＝0kN」となるため、「支点 A には鉛直反力が生じない（支点 B にだけ鉛直反力が生じる）」ことになってしまう。

R6- 問題 5

※この問題は、必須問題(建築学基礎知識に関する問題)として出題されました。

チェック

図に示す3ヒンジラーメン架構の点Cに集中荷重 P_1 及び P_2 が作用したとき，支点Bに生じる水平反力 H_B の値の大きさとして，**正しいもの**はどれか。



1. $H_B = 0\,kN$
2. $H_B = 2\,kN$
3. $H_B = 4\,kN$
4. $H_B = 6\,kN$

ポイント解説 建築技術　3ヒンジラーメンの反力は、曲げモーメントの釣り合いで求める。　正解(3)

3. 正 ①支点の反力を計算するときは、正(プラスの符号)と負(マイナスの符号)を仮定する。
上向きの力は正(プラスの符号)と仮定する。下向きの力は負(マイナスの符号)と仮定する。
右向きの力は正(プラスの符号)と仮定する。左向きの力は負(マイナスの符号)と仮定する。
※左から右に向かって計算するときは上記のように仮定し、右から左に向かって計算するときは符号を反転させて計算するということである。

②支点Aにおける曲げモーメントの釣り合いの式($\Sigma M_A=0$)から、支点Bに生じる鉛直反力 V_B と、点Cに作用する集中荷重 $P_1=4kN$(右向きの4kNの力)と、点Cに作用する集中荷重 $P_2=3kN$(下向きの3kNの力)との関係を求める。
●$\Sigma M_A=+P_1\times4m+P_2\times0m-V_B\times8m=+4kN\times4m-V_B\times8m=0$ ➡ $V_B=+2kN$
したがって、支点Bに生じる鉛直反力 V_B は、上向きの2kNの力である。

③支点Bにおける曲げモーメントの釣り合いの式($\Sigma M_B=0$)から、支点Aに生じる鉛直反力 V_A と、点Cに作用する集中荷重 $P_1=4kN$(右向きの4kNの力)と、点Cに作用する集中荷重 $P_2=3kN$(下向きの3kNの力)との関係を求める。
●$\Sigma M_B=+P_1\times4m+V_A\times8m-P_2\times8m=+4kN\times4m+V_A\times8m-3kN\times8m=0$ ➡ $V_A=+1kN$
したがって、支点Aに生じる鉛直反力 V_A は、上向きの1kNの力である。

④点C(ヒンジ支点)の左側における曲げモーメントの釣り合いの式($\Sigma M_{C左}=0$)から、支点Aに生じる水平反力 H_A を、右向きの力(プラスの符号)と仮定して求める。
●$\Sigma M_{C左}=+V_A\times0m-H_A\times4m=0$ ➡ $H_A=0kN$
したがって、支点Aに生じる水平反力 H_A は、0kNである。(支点Aに水平反力は生じない)

⑤点 C（ヒンジ支点）の右側における曲げモーメントの釣り合いの式（$\Sigma M_{C右}=0$）から、支点 B に生じる水平反力 H_Bを、右向きの力（プラスの符号）と仮定して求める。なお、右側から計算するときは、符号を反転させて、$V_B=-2kN$ とし、B の水平反力は$-H_B$と考える。

●$\Sigma M_{C右}=-V_B\times 8m-H_B\times 4m=-2kN\times 8m-H_B\times 4m=0$ ➡ $H_B=-4kN$

※正しい選択肢が「$H_B=-4kN$」ではなく「$H_B=4kN$」となっているのは、この問題では「水平反力の向き」が問われていないからである。

したがって、支点 B に生じる水平反力 H_B は、左向きの 4kN の力である。

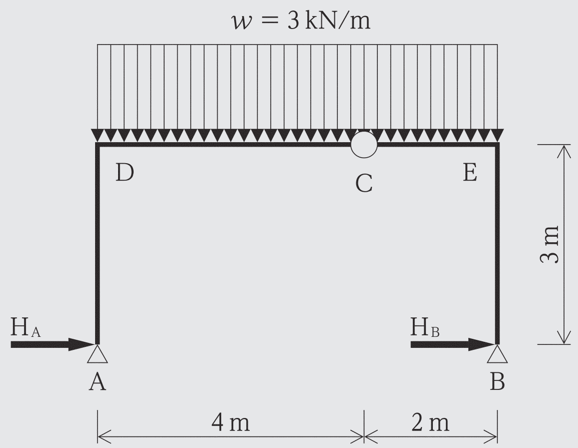
よって、⑶が正しい。

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

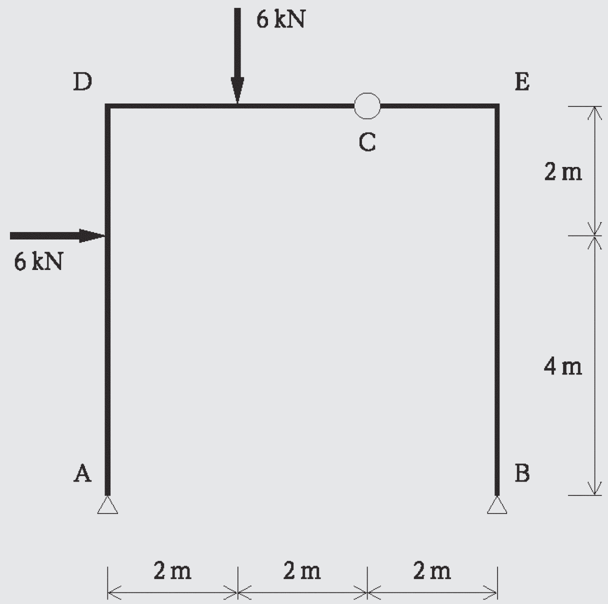
⑥支点Bの水平反力 H_B は、水平反力の釣り合い式（$\Sigma H=0$）と水平反力 H_A から求める。
- $\Sigma H = +H_A + H_B = +4\text{kN} + H_B = 0$ ➡ $H_B = -4\text{kN}$

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

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. $\boxed{正}$ 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（ΣV=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）

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

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

④水平反力のつり合い式（$\Sigma H=0$）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）

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

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。

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

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

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。

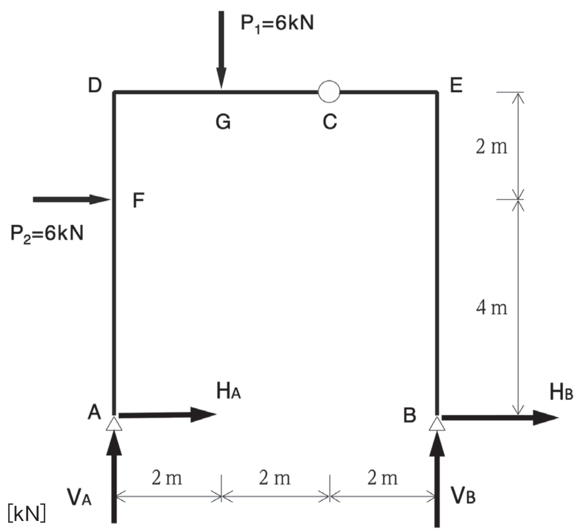
また、支点 B に生じる水平反力 H_B は、左向きに働く 2kN の力である。

よって、⑴が正しい。

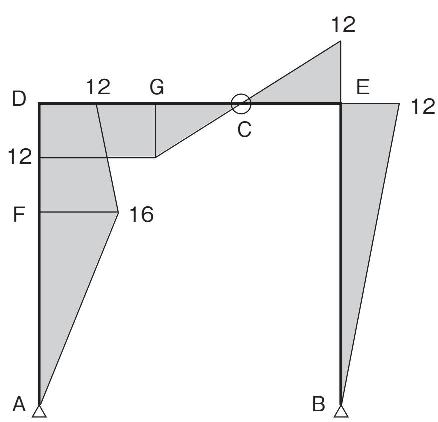
鉛直反力は上向き・水平反力は
右向きと仮定して矢印を描く。

3ヒンジラーメンの各点における反力

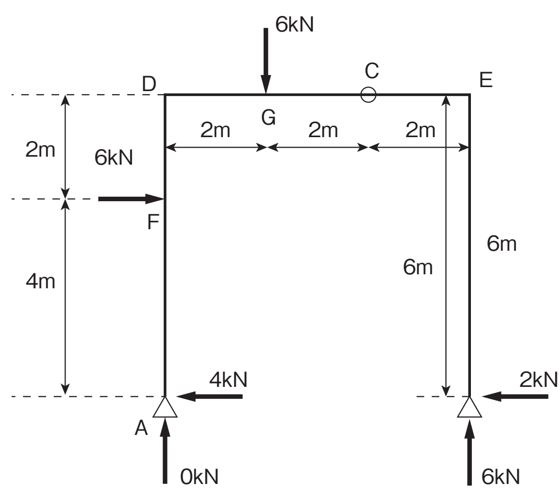
$H_A=-4\text{ kN}$
$V_A=\ \ 0\text{ kN}$
$H_B=-2\text{ kN}$
$V_B=+6\text{ kN}$



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$\times 4$ m$= 16$ kN・m

$M_D = +4$ kN$\times 6$ m$- 6$ kN$\times 2$ m$= 12$ kN・m

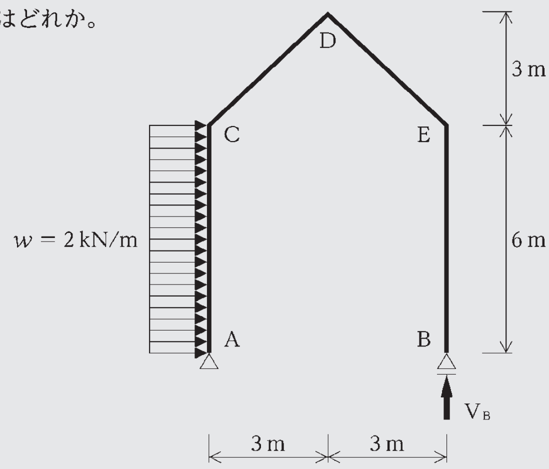
$M_G = +4$ kN$\times 6$ m$- 6$ kN$\times 2$ m$= 12$ kN・m

$M_E = +4$ kN$\times 6$ m$- 6$ kN$\times 2$ m$- 6$ kN$\times 4$ m$= -12$ kN・m

R 3- 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 $V_B = P\times3\div6 = 12\times3\div6 = 6kN$

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 $V_A = -V_B = -6kN$

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 $H_A = -P = -12kN$

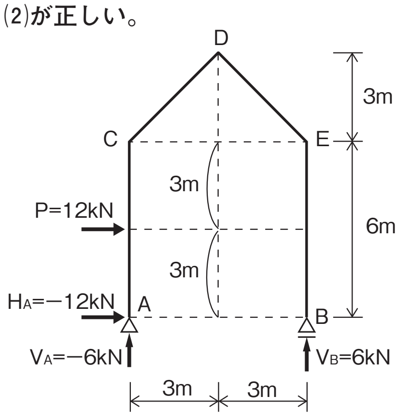
⑧曲げモーメント M_D は、V_A・H_A・P の回転力から求める。（時計回りの曲げモーメントを正⊕とする）

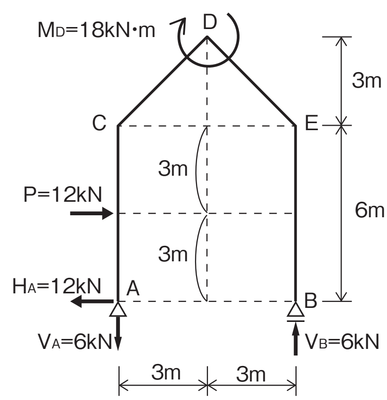
●$M_D = +V_A\times3 - H_A\times9 - P\times(3+\frac{6}{2})$

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

$= -18 + 108 - 72 = 18kN\cdot m$

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 $V_B=6kN$ 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。

$M_B = 0$

$M_E = V_B \times 0 = 0$

$M_D = V_B \times 3\ \mathrm{m} = 6\mathrm{kN} \times 3\ \mathrm{m} = 18\mathrm{kN \cdot m}$

$M_C = V_B \times 6\ \mathrm{m} = 6\mathrm{kN} \times 6\ \mathrm{m} = 36\mathrm{kN \cdot m}$

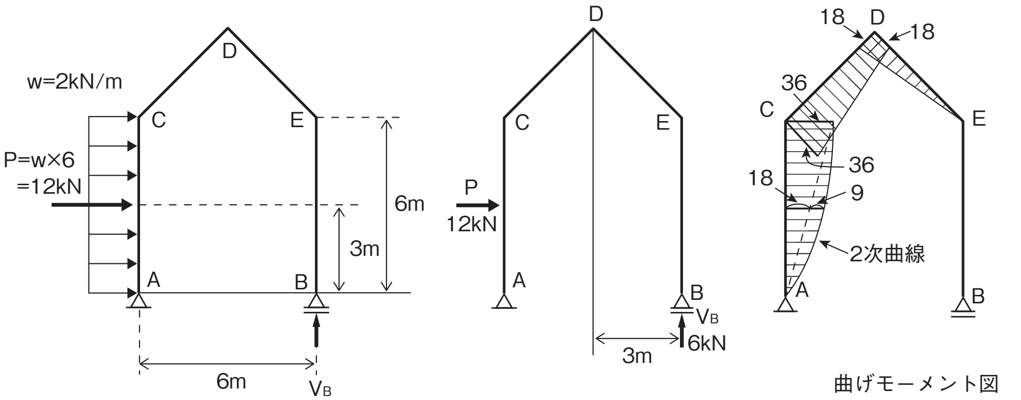
M_A（ヒンジ支点）$= 0$

AC 間の中央点の曲げモーメント $M_F = M_C \div 2 + w \times 6^2 \div 8$

$= 36 \div 2 + 2 \times 36 \div 8 = 18 + 9 = 27\mathrm{kN \cdot m}$

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 $V_B = 6\mathrm{kN}$、$M_D = 18\mathrm{kN \cdot m}$ である。よって、(2)が正しい。

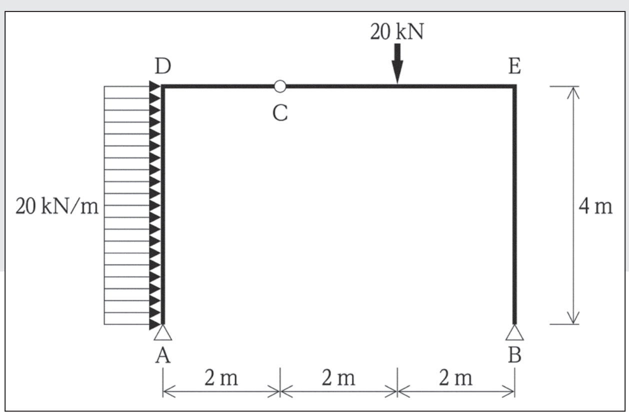


曲げモーメント図

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) $H_A = -40\,\mathrm{kN}$
(2) $H_B = +40\,\mathrm{kN}$
(3) $V_A = -20\,\mathrm{kN}$
(4) $V_B = +20\,\mathrm{kN}$

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(3)

(3) $\boxed{正}$ 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。

$P=20\,kN/m\times4\,m=80\,kN$

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（$P_1=20\,kN$）との関係を求める。（上向きの力を正⊕とする）

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

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）

$\Sigma M_{C左}=+2\,m\times V_A-4\,m\times H_A-2\,m\times20\,kN/m^2\times4\,m=0 \Rightarrow H_A=0.5V_A-40$

$\Sigma M_{C右}=-4\,m\times V_B-4\,m\times H_B+2\,m\times20\,kN=0 \Rightarrow H_B=-V_B+10=V_A-10$

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）

$\Sigma H=+20\,kN/m^2\times4\,m+H_A+H_B=0 \Rightarrow H_A+H_B=-80$

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。

$H_A+H_B=-80 \Rightarrow (0.5V_A-40)+(V_A-10)=-80 \Rightarrow V_A=-20\,kN$

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

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。

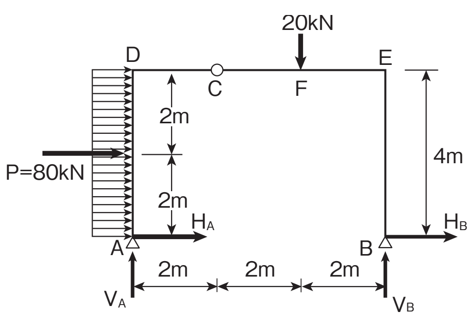
$V_B=20-V_A=20-(-20) \Rightarrow V_B=+40\,kN$

$H_B=V_A-10=-20-10 \Rightarrow H_B=-30\,kN$

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］

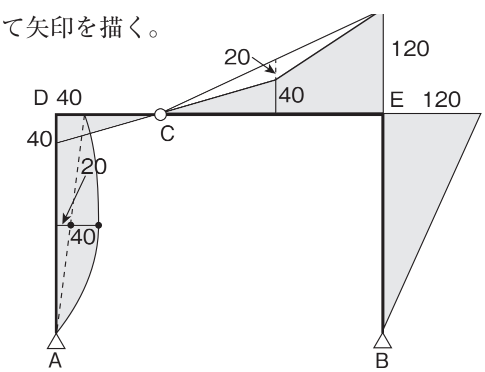
3ヒンジラーメンの各点における反力

$V_A=-20\,kN$

$H_A=-50\,kN$

$V_B=+40\,kN$

$H_B=-30\,kN$



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モーメント

$M_A=0\,kN\cdot m$

$M_B=0\,kN\cdot m$

$M_C=0\,kN\cdot m$

$M_D=+50\,kN\times4\,m-80\,kN\times2\,m=40\,kN\cdot m$

$M_E=+50\,kN\times4\,m-80\,kN\times2\,m-20\,kN\times6\,m-20\,kN\times2\,m=-120\,kN\cdot m$

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$\Sigma H=0$、$\Sigma V=0$、$\Sigma M=0$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、$P_1=20\,\mathrm{kN}$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。

$V_A'=P_1\times 2/6=20\times 2/6=40/6\,\mathrm{kN}$

$V_B'=P_2\times 4/6=20\times 4/6=80/6\,\mathrm{kN}$

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、$P=20\times 4=80\,\mathrm{kN}$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$80/2=40\,\mathrm{kN}$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。

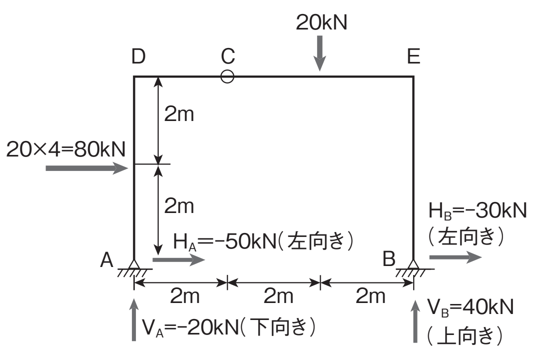
$\Sigma M_B=40\times 4+V_A''\times 6=0$ より $V_A''=-\dfrac{160}{6}\,\mathrm{kN}$

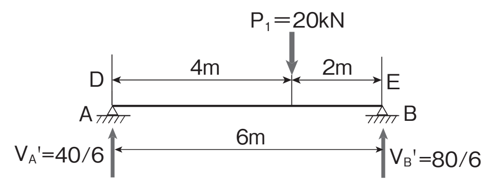
$\Sigma M_A=40\times 4-V_B''\times 6=0$ より $V_B''=\dfrac{160}{6}\,\mathrm{kN}$

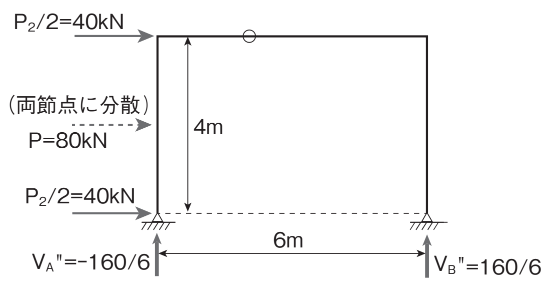
③建築構造物の重ね合わせの原則により、鉛直力P_1によるV_A'、V_B'、水平力PによるV_A''、V_B''、の和が求める反力V_A・V_Bとなる。

$V_A=V_A'+V_A''=\dfrac{40}{6}-\dfrac{160}{6}=-\dfrac{120}{6}=-20\,\mathrm{kN}$

$V_B=V_B'+V_B''=\dfrac{80}{6}+\dfrac{160}{6}=\dfrac{240}{6}=+40\,\mathrm{kN}$



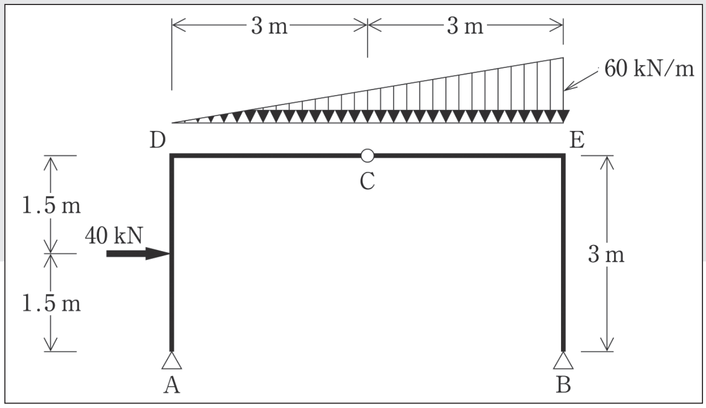




R元 - 問題 9

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) $H_A = +\ 15\,\mathrm{kN}$
(2) $H_B = -\ 60\,\mathrm{kN}$
(3) $V_A = +\ 60\,\mathrm{kN}$
(4) $V_B = +120\,\mathrm{kN}$

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。
- $\Sigma M_B = +V_A \times 6\mathrm{m} + 40\mathrm{kN} \times 1.5\mathrm{m} - 180\mathrm{kN} \times 2\mathrm{m} = 0$ (時計回りが正)
- $V_A = +50\mathrm{kN}$

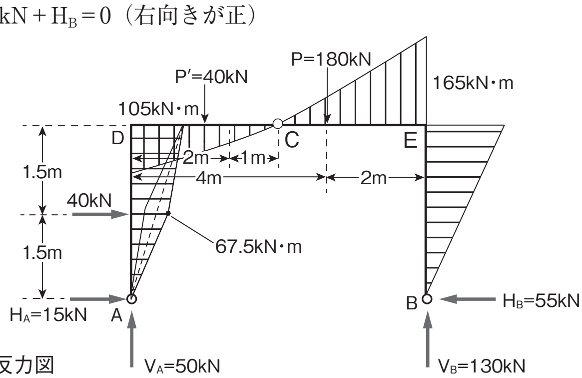
(4) **誤** 支点Bの鉛直反力V_Bは、鉛直反力のつり合い式($\Sigma V=0$)と鉛直反力V_Aから求める。
- $\Sigma V = +V_A - 180\mathrm{kN} + V_B = +50\mathrm{kN} - 180\mathrm{kN} + V_B = 0$ (上向きが正)
- $V_B = +130\mathrm{kN}$

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。**
- $\Sigma M_C = +V_A \times 3\mathrm{m} - H_A \times 3\mathrm{m} - 40\mathrm{kN} \times 1.5\mathrm{m} - P' \times 1\mathrm{m}$
  $= +50\mathrm{kN} \times 3\mathrm{m} - H_A \times 3\mathrm{m} - 40\mathrm{kN} \times 1.5\mathrm{m} - 45\mathrm{kN} \times 1\mathrm{m} = 0$
- $H_A = +15\mathrm{kN}$

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。
- $\Sigma H = +H_A + 40\mathrm{kN} + H_B = +15\mathrm{kN} + 40\mathrm{kN} + H_B = 0$ (右向きが正)
- $H_B = -55\mathrm{kN}$



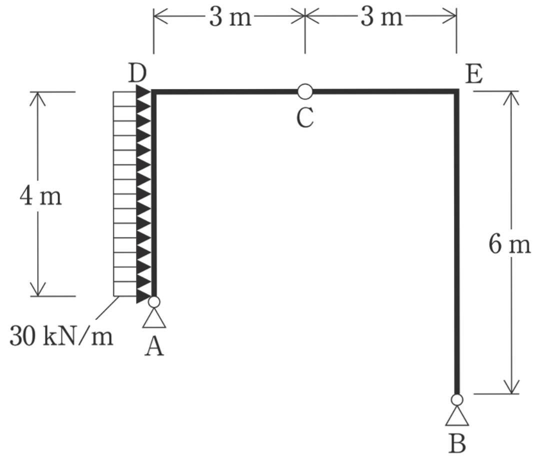
3ヒンジラーメン架構の反力図

H30- 問題 9

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。

チェック □□

(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。

$P = 30\text{kN/m} \times 4\text{ m} = 120\text{kN}$

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。

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

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

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。

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

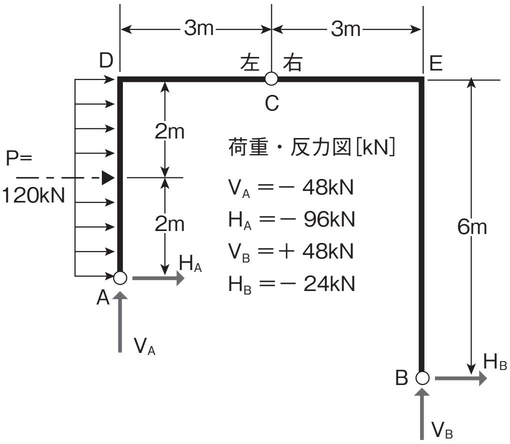
⑦支点 A に生じる鉛直反力 V_A 及び水平反力 H_A を求める。

$V_A = -0.4 \times P = -0.4 \times 120 = -48\text{kN}$

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

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。

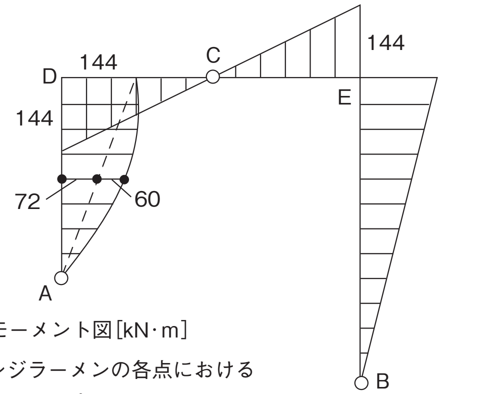
よって、(4)が正しい。



荷重・反力図[kN]

V_A =− 48kN
H_A =− 96kN
V_B =＋ 48kN
H_B =− 24kN

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。

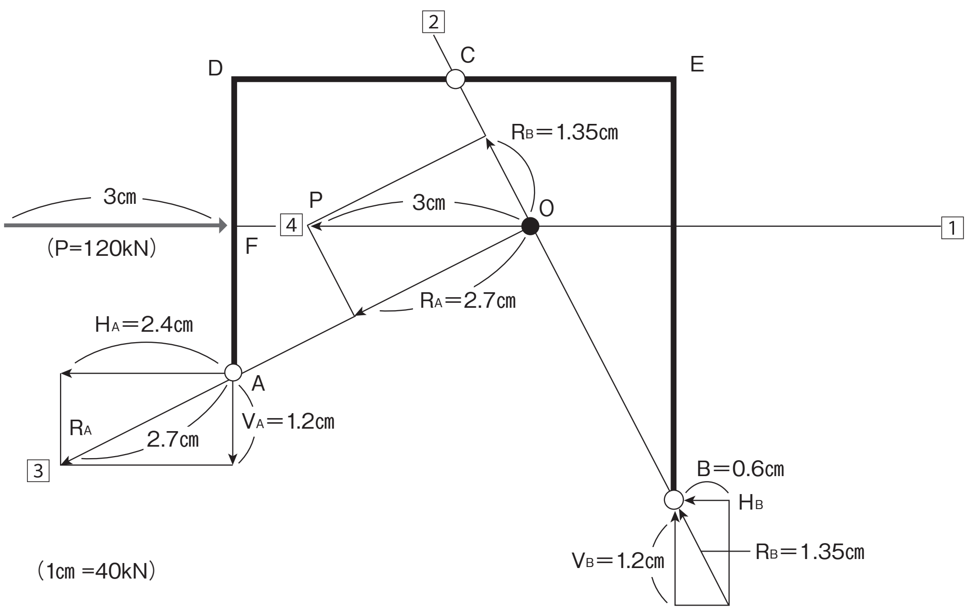


曲げモーメント図[kN·m]

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㎝ =40kN)

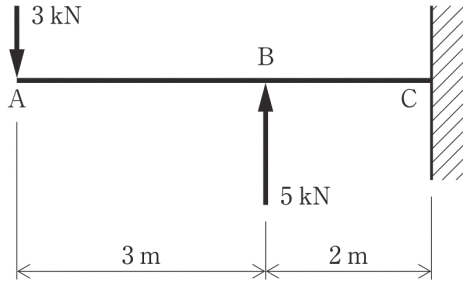
①集中荷重P(30kN/m× 4 = 120kN)が、AD間の中央の点Fに作用しているものとする。
②点FからDCEの梁と平行に線を引く。(図の1)
③点Bと点Cを結ぶ線を引く。(図の2)
④図の1の線と図の2の線の交点を点Oとする。
⑤点Aと点Oを結ぶ線を引く。(図の3)
⑥点Oから集中荷重P(120kN)と釣り合う方向に「長さ3㎝」の線を描く。(図の4)
⑦ 120kNを3㎝として描いたので、この図には「40kN」の力が「1㎝」で描かれている。
⑧釣り合いの力である集中荷重Pの支点反力 R_A と R_B を描き、点0を起点とする力を長方形で表す。
⑨支点Aおよび支点Bにおける支点反力 H_A・V_A・R_A・H_B・V_B・R_B 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。
⑪ 40kN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) $M_C = 1kN \cdot m$
(2) $M_C = 4kN \cdot m$
(3) $M_C = 5kN \cdot m$
(4) $M_C = 9kN \cdot m$



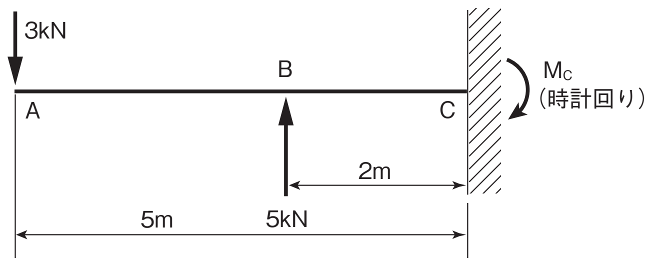
ポイント解説 **建築技術** **片持ち梁のモーメント反力は、$\Sigma M_C=0$ から求める。** **正解(3)**

(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。**

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

$$M_C = +3kN \times (5\,m) - 5kN \times (2\,m) = 5kN \cdot m$$

よって、(3)が正しい。



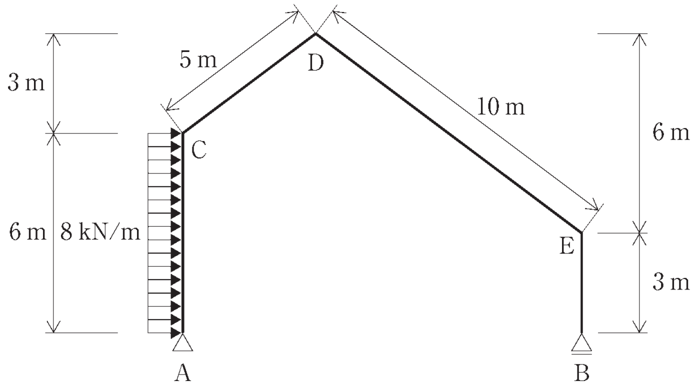
参考 片持ち梁の先端(この図のA点)は、回転ができるようになっているので、モーメント反力は常に0である。また、構造物のヒンジについても、同様の理由により、モーメント反力は常に0である。

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) $V_B = +48\,kN$



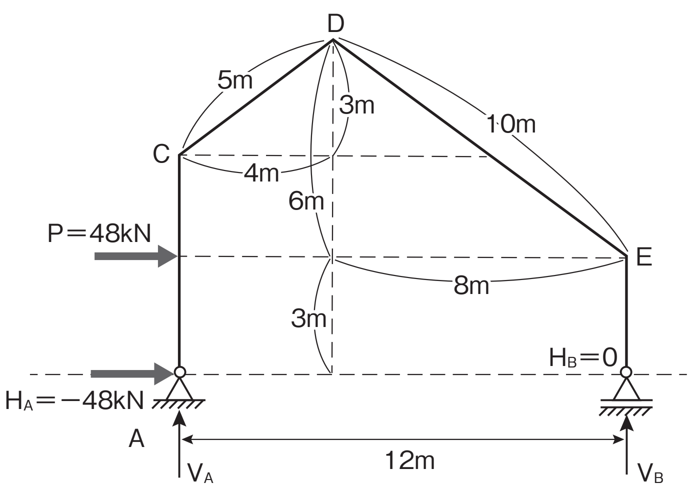
ポイント解説 建築技術 $\Sigma M_B=0$ から V_A を、$\Sigma V=0$ から V_B を、$\Sigma H=0$ から H_A を求める。 正解(3)

(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、$\Sigma M_B=0$ 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。

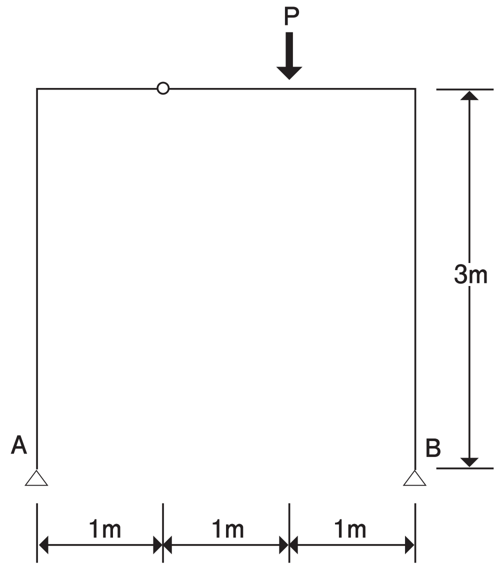


H27- 問題 9

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。

チェック

	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、
$\Sigma M_B=V_A\times3\text{m}-P\times1\text{m}=0$ 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。

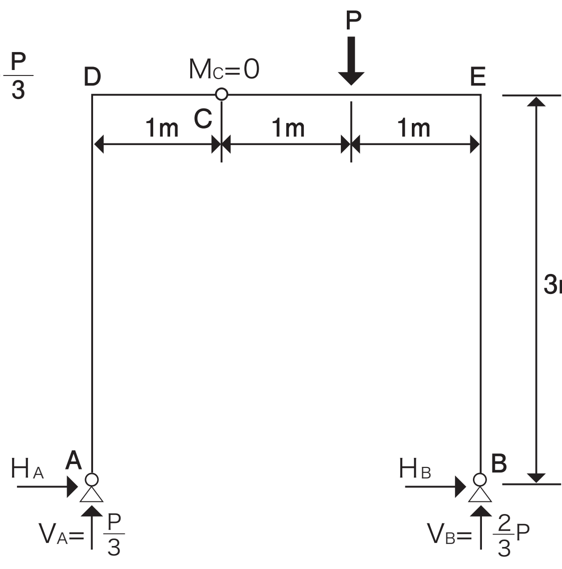
$$\Sigma M_C=+\frac{P}{3}\times1\text{m}-H_A\times3\text{m}=0,\quad 3H_A=+\frac{P}{3}$$

$$\text{より } H_A=+\frac{P}{9}\ (\text{右向き})$$

BC 間について、計算して H_B を求める。

$$\Sigma M_C=-\frac{2}{3}P\times2\text{m}+P\times1\text{m}-H_B\times3\text{m}=0,$$

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

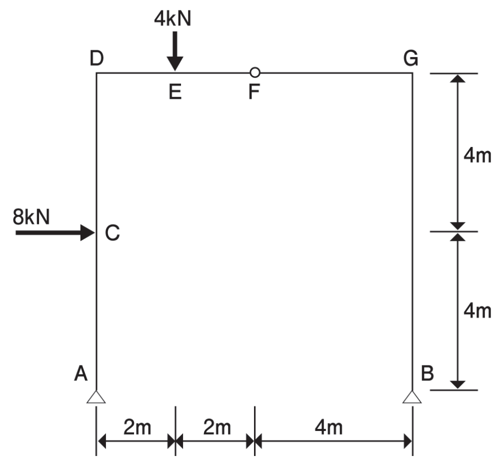


H26- 問題 9

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。

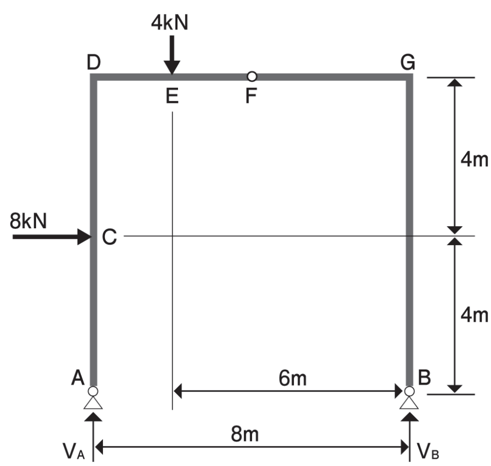
チェック

	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（$\Sigma M_B=0 \cdot \Sigma V=0$）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。

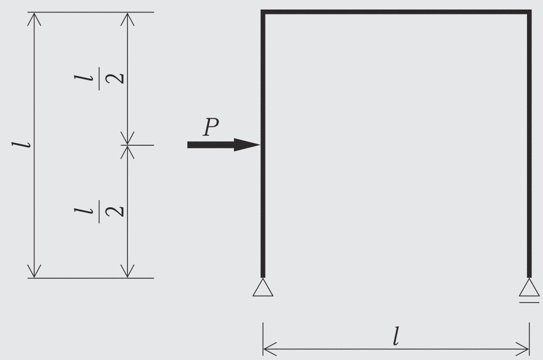
R7-問題5

※この問題は、必須問題(建築学基礎知識に関する問題)として出題されました。

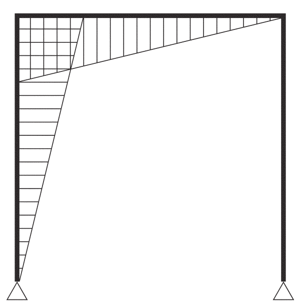
チェック

図に示す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。

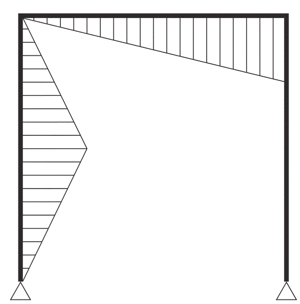
ただし，曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。



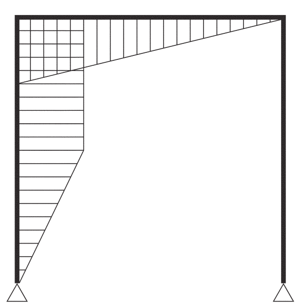
1.



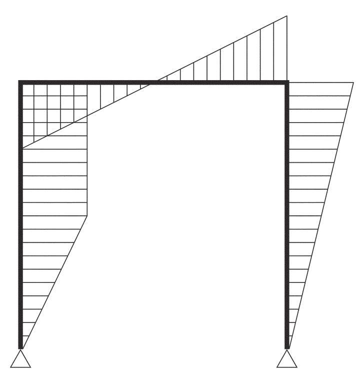
2.



3.



4.



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

3. 正 ①ヒンジ支点である左側の支点には、鉛直反力 V_A と水平反力 H_A が作用する。

②ローラ支点である右側の支点には、鉛直反力 V_B は作用するが、水平反力 H_B は作用しない。

③左側の支点の鉛直反力 V_A は、右側の支点の曲げモーメントのつり合い式（$\Sigma M_B=0$）（この式は右側の支点にかかる曲げモーメントの合計が常に 0 であることを表している）から、次のような式で求めることができる。（時計回りの力を正⊕・反時計回りの力を負⊖とする）

● $\Sigma M_B=(+P\times \ell/2)+(V_A\times \ell)=0$ ➡ 鉛直反力 $V_A=-P/2$[kN]

④右側の支点の鉛直反力 V_B は、架構全体の鉛直力のつり合い式（$\Sigma V=0$）から求める。

● $\Sigma V=V_A+V_B=(-P/2)+(V_B)=0$ ➡ 鉛直反力 $V_B=+P/2$[kN]

⑤鉛直力と水平力との関係を、架構全体の水平力のつり合い式（$\Sigma H=0$）から求める。右側のローラ支点には水平反力 H_B が生じないが、左側のヒンジ支点には水平反力 H_A が生じる。

● $\Sigma H=+P+H_A=0$ ➡ $H_A=-P$

⑥左側の支点を支点 A とし、左側の支点の曲げモーメント M_A を求める。

● $M_A=0$[kN·m]（ヒンジ支点の曲げモーメントは常に 0 である）

⑦右側の支点を支点 B とし、右側の支点の曲げモーメント M_B を求める。

● $M_B=0$[kN·m]（ローラ支点の曲げモーメントは常に 0 である）

⑧架構の左上端を点 C とし、架構の左上端の曲げモーメント M_C を求める。

● $M_C=-(H_A\times \ell)-(P\times \ell/2)=-(-P\times \ell)-(P\times \ell/2)=+P\times \ell/2$[kN·m]

⑨架構の右上端を点 D とし、架構の右上端の曲げモーメント M_D を求める。

● $M_D=-(H_A\times\ell)-(P\times\ell/2)+(V_A\times\ell)=-(-P\times\ell)-(P\times\ell/2)+(-P/2\times\ell)=0$[kN·m]

⑩集中荷重の作用点を、点 E として、その点の曲げモーメント M_E を求める。

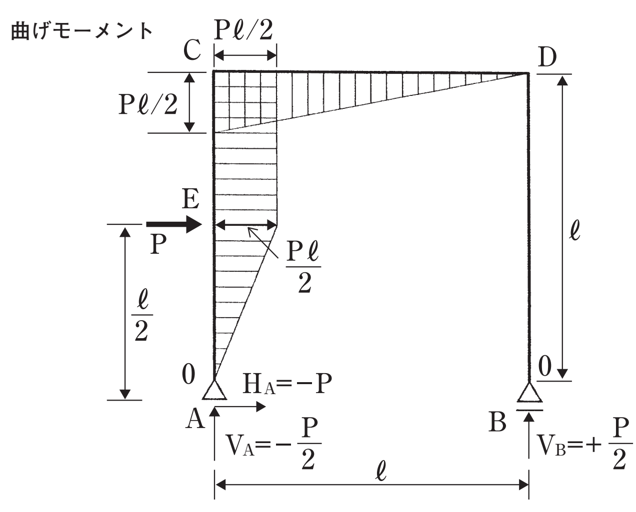
● $M_E=-H_A\times \ell/2=+P\times \ell/2$[kN·m]

⑪上記の⑥・⑦・⑨より、図の「左側の支点」・「右側の支点」・「架構の右上端」には、曲げモーメントを示す線は描かれない。また、上記の⑧・⑩より、図の「架構の左上端」・「集中荷重の作用点」には、どちらも同じ大きさ（$+P\times \ell/2$）の曲げモーメントが作用しているので、曲げモーメントを示す線の長さは同じになる。

⑫問題文中の選択肢に示された 4 つの曲げモーメント図において、上記⑪の条件を満たしている曲げモーメント図は、「3.」の図だけである。よって、(3)が正しい。

誤「1.」と「2.」の図は、「架構の左上端」と「集中荷重の作用点」の曲げモーメントが異なる。

誤「4.」の図は、「架構の右上端」に曲げモーメントを示す線が描かれている。

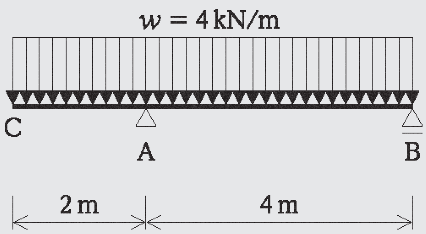


R6- 問題 12

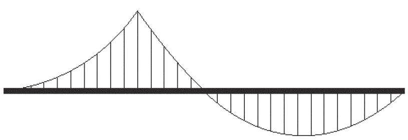
チェック

図に示す梁の AB 間及び AC 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。

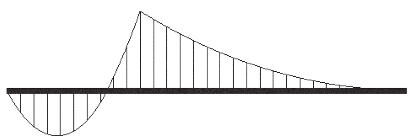
ただし，曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。



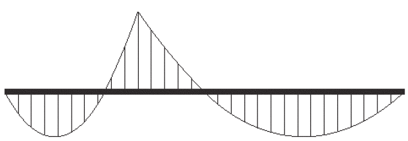
1.



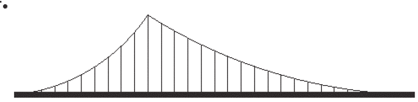
2.



3.



4.



ポイント解説 建築技術 釣り合いの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(1)

1. 正 ① 張出し梁CB 間にかかっている等分布荷重 w は、集中荷重 P に変換する。

●集中荷重 P＝等分布荷重 w×CB 間の長さ＝4kN/m×6m＝24kN

この集中荷重 P は、点 C から 3mの位置（点 Bから 3mの位置）に作用すると考える。

②支点の反力を計算するときは、正（プラスの符号）と負（マイナスの符号）を仮定する。
上向きの力は正（プラスの符号）と仮定する。下向きの力は負（マイナスの符号）と仮定する。
右向きの力は正（プラスの符号）と仮定する。左向きの力は負（マイナスの符号）と仮定する。

③支点 B における曲げモーメントの釣り合いの式（$\Sigma M_B=0$）から、支点 A に生じる鉛直反力 V_Aと、上記①の集中荷重 P＝24kN（下向きの 24kN の力）との関係を求める。

●$\Sigma M_B=+V_A\times 4\text{m}-P\times 3\text{m}=V_A\times 4\text{m}-24\text{kN}\times 3\text{m}=0$ ➡ $V_A=+18\text{kN}$

したがって、支点 A に生じる鉛直反力 V_A は、上向きの 18kN の力である。

④支点 A における鉛直反力の釣り合いの式（$\Sigma V=0$）（梁全体における上向きの力の合計と下向きの力の合計は常に 0 になること）から、支点 B に生じる鉛直反力 V_B と、支点 A に生じる鉛直反力 V_A と、上記①の集中荷重 P ＝ 24kN（下向きの 24kN の力）との関係を求める。

●$\Sigma V=+V_A-P+V_B=+18\text{kN}-24\text{kN}+V_B=0$ ➡ $V_B=+6\text{kN}$

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

⑤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。

⑥支点 B の曲げモーメント M_B は、点 B がヒンジ支点なので、0kN·m である。

⑦支点 A の曲げモーメント M_A は、次のように左側から計算するので、−8kN·m である。

● M_A ＝−等分布荷重 w×CA 間の長さ×CA 間の長さ÷2

＝−4kN/m×2m×2m÷2＝−8kN・m

⑧点 D（下図のようにせん断力がちょうど 0 になる点）における曲げモーメント M_D は、次のように計算できるので、＋4.5kN・m である。これは、AB 間の 4m について、せん断力を 10kN と 6kN に内分し、AD 間の長さ＝2.5m・DB 間の長さ＝1.5m として示したものである。

● M_D ＝−等分布荷重 w×CD 間の長さ×CD 間の長さ÷2＋V_A×2.5m

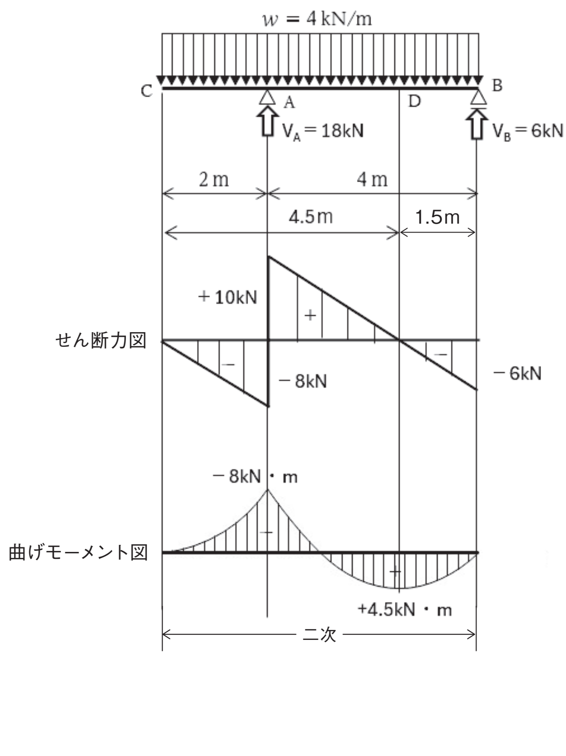
＝−4kN/m×4.5m×2.25m＋18kN×2.5m＝＋4.5kN・m

⑨曲げモーメントは、材の引張側（伸ばされる面）に描くので、少なくとも CA 間（上面が引張側となる部分）では、常に上向きに描かれる。また、AB 間では、その一部が下向きに描かれる。よって、⑴が正しい。

2. **誤** この図では、CA 間の曲げモーメントが下向きに描かれている。また、AB 間の曲げモーメントがすべて上向きに描かれている。これは、上記⑨の記述に反するので、誤りである。

3. **誤** この図では、CA 間の曲げモーメントが下向きに描かれている。しかし、AB 間の曲げモーメントは正しく表現されている。これは、上記⑨の記述に反するので、誤りである。

4. **誤** この図では、CA 間の曲げモーメントは正しく表現されている。しかし、AB 間の曲げモーメントがすべて上向きに描かれている。これは、上記⑨の記述に反するので、誤りである。



参考 **点Dの位置を特定する方法(上記の解答をより詳細化した解説)**

①張出し梁CB間にかかっている等分布荷重wは、集中荷重Pに変換する。

●集中荷重P＝等分布荷重w×CB間の長さ＝4kN/m×6m＝24kN

この集中荷重Pは、点Cから3mの位置(点Bから3mの位置)に作用すると考える。

②せん断力と曲げモーメントを計算するため、CB間・AB間に作用する集中荷重P_1・P_2を求める。

●P_1＝等分布荷重w×CA間の長さ＝4kN×2m＝8kN

●P_2＝等分布荷重w×AB間の長さ＝4kN×4m＝16kN

③支点の反力を計算するときは、正(プラスの符号)と負(マイナスの符号)を仮定する。

上向きの力は正(プラスの符号)と仮定する。下向きの力は負(マイナスの符号)と仮定する。

右向きの力は正(プラスの符号)と仮定する。左向きの力は負(マイナスの符号)と仮定する。

④支点Bにおける曲げモーメントの釣り合いの式($\Sigma M_B=0$)から、支点Aに生じる鉛直反力V_Aと、上記①の集中荷重P＝24kN(下向きの24kNの力)との関係を求める。

● $\Sigma M_B=+V_A\times 4\text{ m}-P\times 3\text{ m}=V_A\times 4\text{ m}-24\text{kN}\times 3\text{ m}=0$ ➡ $V_A=+18\text{kN}$

したがって、支点Aに生じる鉛直反力V_Aは、上向きの18kNの力である。

⑤支点Aにおける鉛直反力の釣り合いの式($\Sigma V=0$)(梁全体における上向きの力の合計と下向きの力の合計は常に0になること)から、支点Bに生じる鉛直反力V_Bと、支点Aに生じる鉛直反力V_Aと、上記①の集中荷重P＝24kN(下向きの24kNの力)との関係を求める。

● $\Sigma V=+V_A-P+V_B=+18\text{kN}-24\text{kN}+V_B=0$ ➡ $V_B=+6\text{kN}$

したがって、支点Bに生じる鉛直反力V_Bは、上向きの6kNの力である。

⑥各点のせん断力Q_C・$Q_{A左}$・$Q_{A右}$・Q_Bを、荷重を集積して求める。

●$Q_C=0\text{ m}$

●$Q_{A左}=-P_1=-8\text{kN}$

●$Q_{A右}=-P_1+V_A=-8+18=+10\text{kN}$

●$Q_B=-P_1+V_A-P_2=-8+18-16=-6\text{kN}$

したがって、せん断力図は、下図のようになる。

⑦AB間でせん断力が0となる点Dは、AB間の4mを10kNと6kNで内分する点である。

●AD間の長さ＝4m×10kN÷(10kN＋6kN)＝2.5m

したがって、点Dは支点Aから2.5mの距離に存在する。

⑧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。

⑨支点Bの曲げモーメントM_Bは、点Bがヒンジ支点なので、0kN·mである。

⑩支点Aの曲げモーメントM_Aは、次のように左側から計算するので、−8kN·mである。

●M_A＝−等分布荷重w×CA間の長さ×CA間の長さ÷2

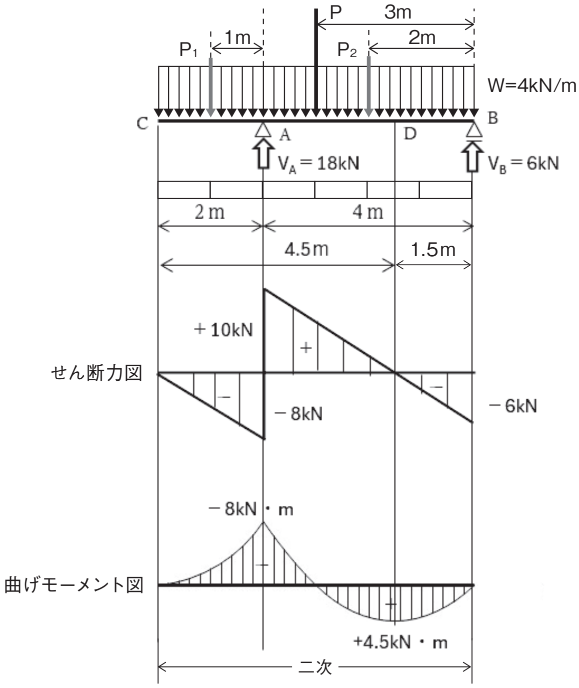
＝−4kN/m×2m×2m÷2＝−8kN· m

⑪点D(下図のようにせん断力がちょうど0になる点)における曲げモーメントM_Dは、次のように計算できるので、+4.5kN· mである。

●M_D＝−等分布荷重w×CD間の長さ×CD間の長さ÷2＋V_A×2.5m

＝−4kN/m×4.5m×2.25m＋18kN×2.5m＝＋4.5kN· m

⑫曲げモーメントは、材の引張側(伸ばされる面)に描くので、少なくともCA間(上面が引張側となる部分)では、常に上向きに描かれる。また、AB間では、その一部が下向きに描かれる。

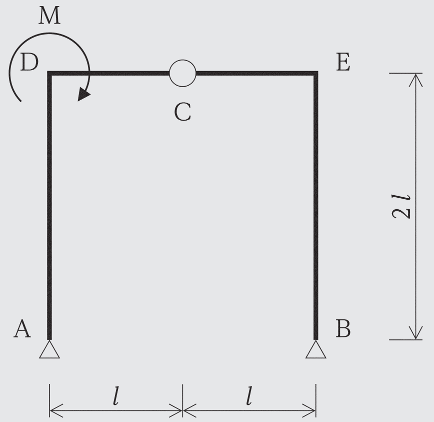

P
3m
P1
1m
P2
2m
W=4kN/m
C
A
D
B
VA＝18kN
VB＝6kN
2 m
4 m
4.5m
1.5m
＋10kN
－8kN
－6kN
せん断力図
－8kN・m
曲げモーメント図
+4.5kN・m
二次

R5- 問題 10

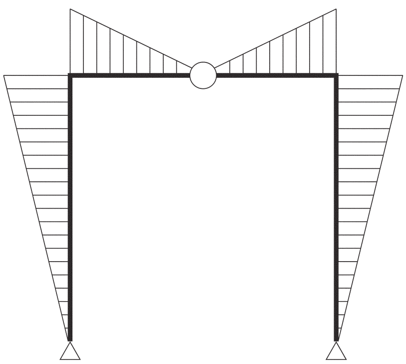
チェック

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。

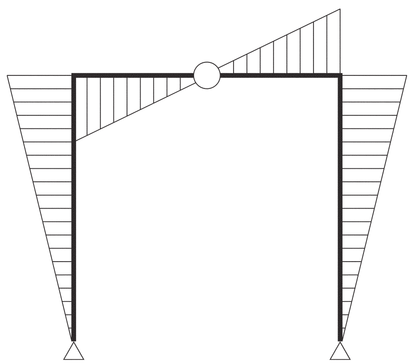
ただし，曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。



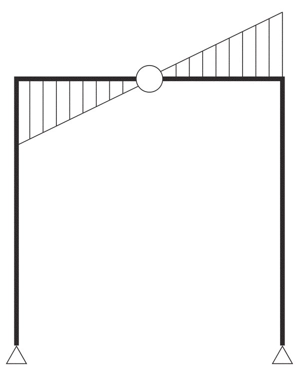
1.



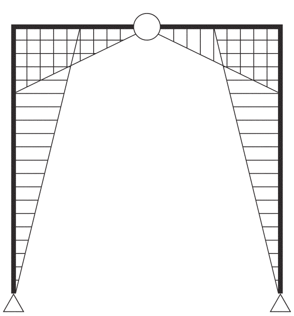
2.



3.



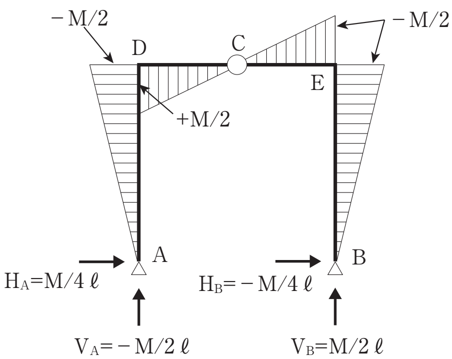
4.



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。**

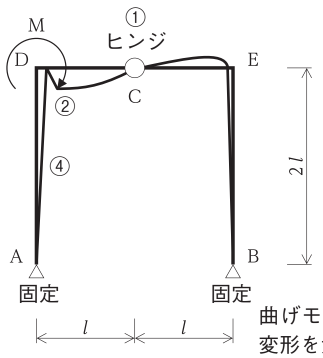
曲げモーメントを計算により求める方法



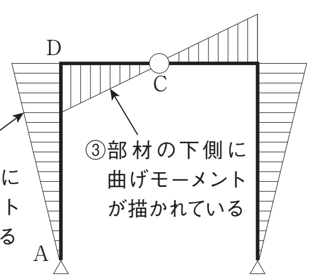
①鉛直反力 V_A、V_B の計算
$\Sigma M_B = +V_A \times 2\ell + M = 0 \quad V_A = -M/2\ell$
$\Sigma M_A = -V_B \times 2\ell + M = 0 \quad V_B = +M/2\ell$
②水平反力 H_A、H_B の計算
C点の左側の曲げモーメントを$\Sigma M_{C左} = 0$
C点の右側の曲げモーメントを$\Sigma M_{C右} = 0$
$\Sigma M_{C左} = V_A \times \ell - H_A \times 2\ell + M = 0$
$H_A = (-M/2 + M) \div 2\ell = M/4\ell$
$\Sigma M_{C右} = -V_B \times \ell - H_B \times 2\ell + M = 0$
$H_B = (-M/2) \div 2\ell = -M/4\ell$
③曲げモーメントの計算
$M_A = 0 \quad M_{D左} = -H_A \times 2\ell = -M/4\ell \times 2\ell = -M/2$
$M_B = 0 \quad M_{D右} = -M/2 + M = +M/2$
$M_C = 0 \quad M_E = H_B \times 2\ell = -M/4\ell \times 2\ell = -M/2$

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。
② DC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。
④ DC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



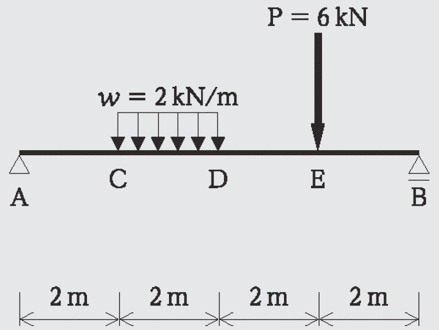
曲げモーメントを各部材の引張側に描いた図

R4- 問題 10

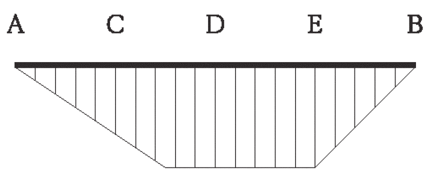
チェック

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。

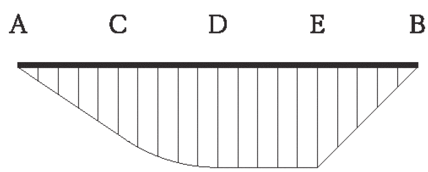
ただし，曲げモーメントは，材の引張側に描くものとする。



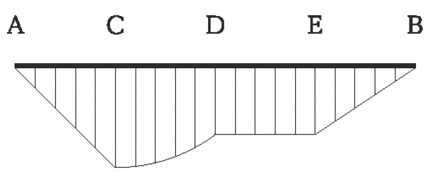
1.



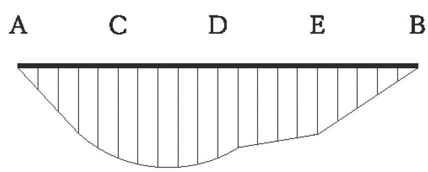
2.



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。

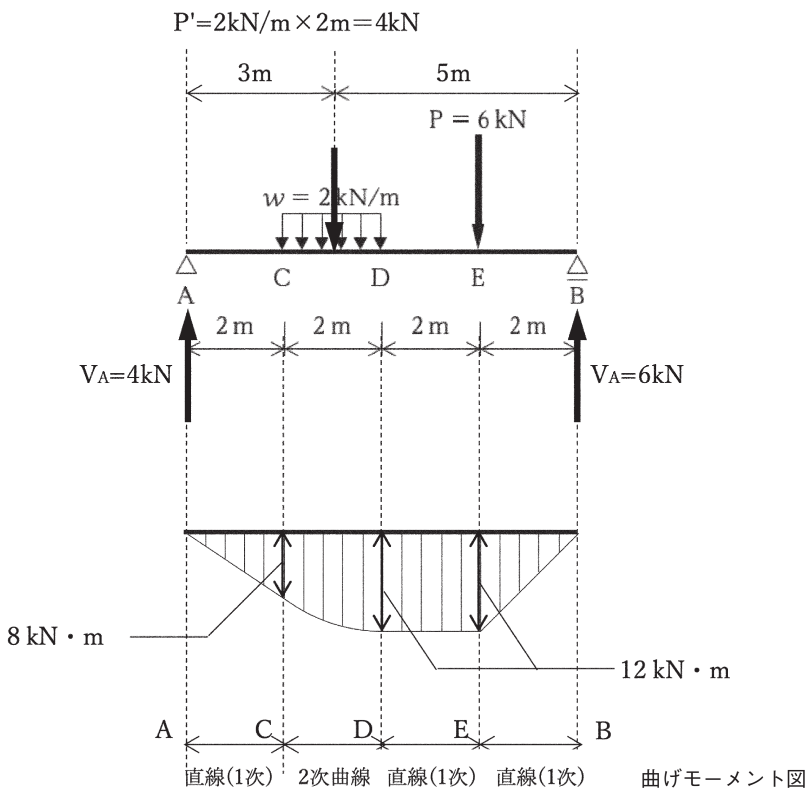
②点 A の反力 V_A は、点 B の曲げモーメントのつり合い式（$\Sigma M_B=0$）から求める。（時計回りの曲げモーメントを正⊕とする）

- $\Sigma M_B = +V_A \times 8\mathrm{m} - P' \times 5\mathrm{m} - P \times 2\mathrm{m} = V_A \times 8\mathrm{m} - 4\mathrm{kN} \times 5\mathrm{m} - 6\mathrm{kN} \times 2\mathrm{m} = 0$
- 反力 $V_A = 32\mathrm{kN \cdot m} \div 8\mathrm{m} = +4\mathrm{kN}$

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）

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

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。
●$M_C = +V_A \times 2m = +4kN \times 2m = +8kN \cdot m$
⑥点Dの曲げモーメントM_Dは、次式により、＋12kN·mである。
●$M_D = +V_A \times 4m - P' \times 1m = +4kN \times 4m - 4kN \times 1m = +12kN \cdot m$
⑦点Eの曲げモーメントM_Eは、次式により、＋12kN·mである。
●$M_E = +V_A \times 6m - P' \times 3m = +4kN \times 6m - 4kN \times 3m = +12kN \cdot m$
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。

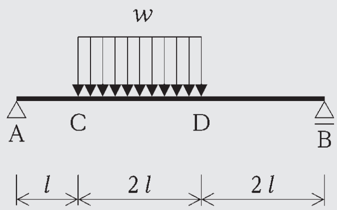


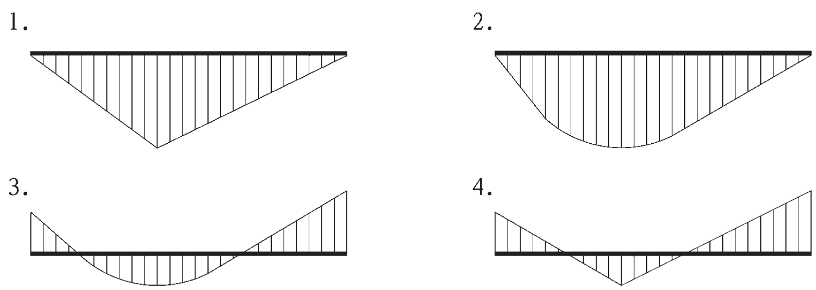
R3-問題 10

チェック

図(ず)に示(しめ)す単純梁(たんじゅんはり)ABにおいて，CD間(かん)に等分布荷重(とうぶんぷかじゅう) w が作用(さよう)したときの曲(ま)げモーメント図(ず)として，**正(ただ)しいもの**はどれか。

ただし，曲(ま)げモーメントは，材(ざい)の引張側(ひっぱりがわ)に描(えが)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(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）

- $M_B=+V_A\times5l-2wl\times3l=0$
- $V_A=2wl\times3l\div5l=\frac{6}{5}wl=+1.2wl$

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。

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

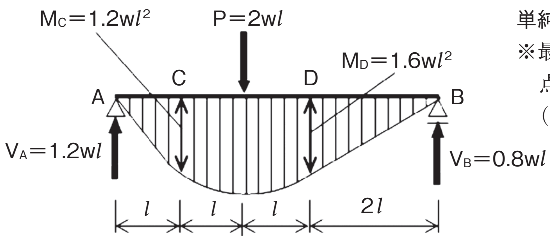
⑥ 点 D の曲げモーメント M_D は、次式により、$+1.6wl^2$ である。（B 点から計算する）

- $M_D=+V_B\times2l=+0.8wl\times2l=+1.6wl^2$

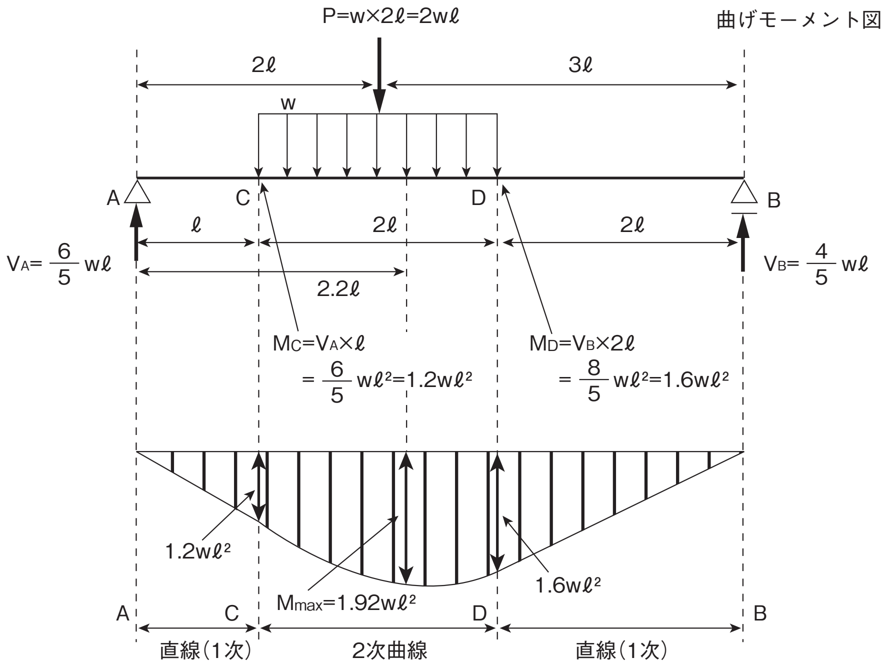
⑦ 点 B の曲げモーメント M_B は、点 B がローラ支点なので、0kN･m である。

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。

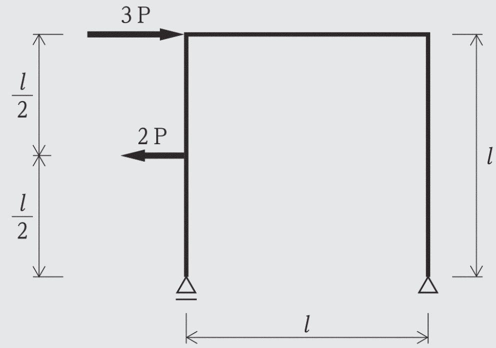
③以上の1〜4の原則を、この問題の各選択肢1.〜4.について検討する。

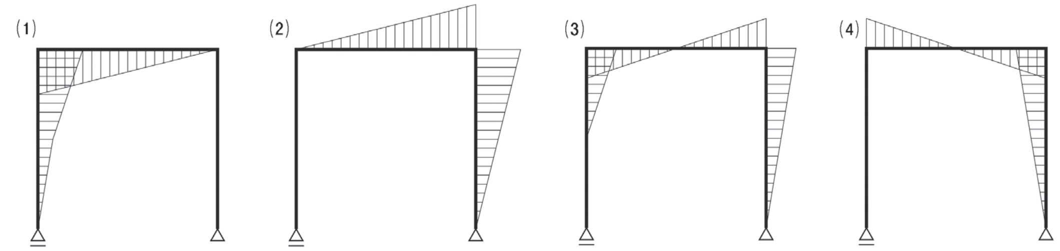
1. 等分布荷重wの作用区間（CD間）が直線なので、上記3を満たしていない。
2. 支点A・Bの曲げモーメントが0、かつ、等分布荷重wの作用区間（CD間）が二次曲線なので、上記1・3・4を満たしている。よって、(2)は正しい。
3. 支点A・Bの曲げモーメントが0でないので、上記1を満たしていない。
4. 支点A・Bの曲げモーメントが0でないので、上記1を満たしていない。

R 2- 問題 10

チェック

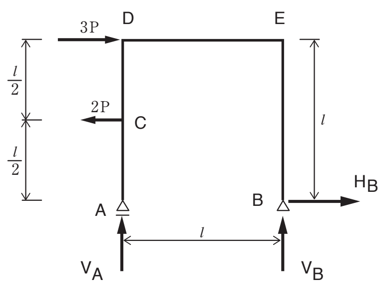
図に示すラーメン架構に集中荷重 3P 及び 2P が同時に作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。





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。

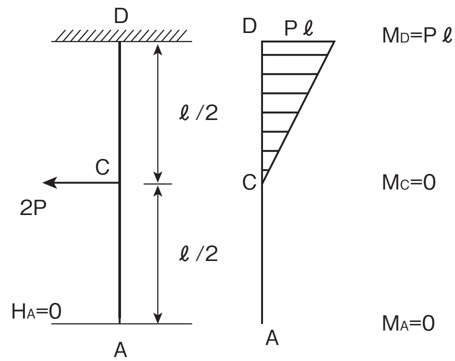
参考 ①単純梁形ラーメンの特徴として、ローラ支点には水平反力(H_A=0)が生じない点に着目する。単純梁形ラーメンの部材 AD は、剛節点 D で固定され，A 点は水平方向に自由となるため、片持梁として計算して曲げモーメントが求まる。このため、下図のようになる。

M_A=0（自由端）

M_C=0

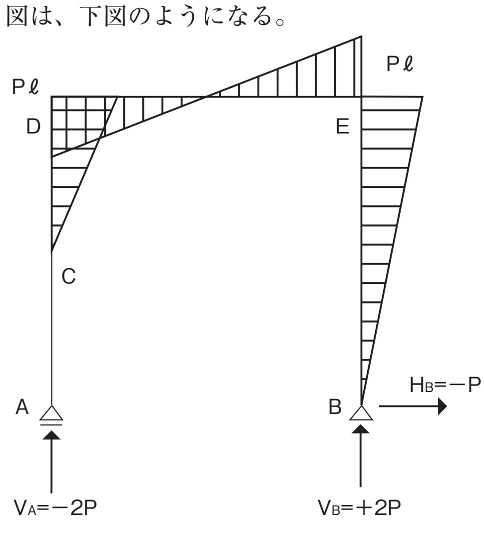
M_D=0＝2P×ℓ/2=Pℓ

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

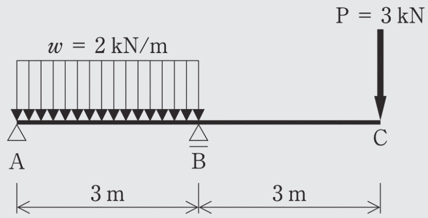
③全体の曲げモーメント図は、下図のようになる。

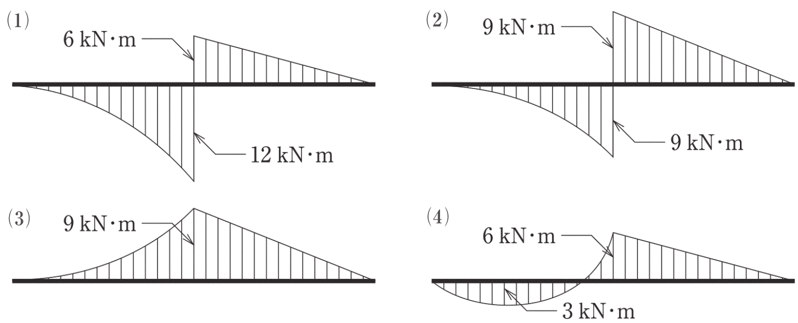


R元 - 問題 10

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)

- $\Sigma M_B = +V_A \times 3m - P' \times 1.5m + P \times 3m = V_A \times 3m - 6kN \times 1.5m + 3kN \times 3m = 0$
- 反力 $V_A = 0kN$

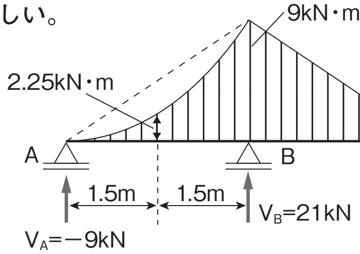
③点 B の反力 V_B は、反力のつり合い式($\Sigma V=0$) と反力 V_B から求める。(上向きが正)

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

- $M_B = +V_A \times 3\,m - P' \times 1.5m = 0kN \times 3m - 6kN \times 1.5m = -9kN\cdot m$

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。

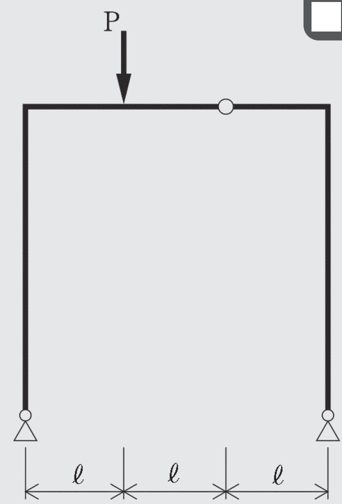


張出し梁の曲げモーメント図

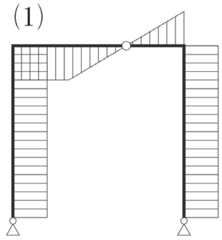
H30- 問題 10

チェック

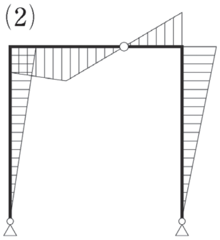
図に示す3ヒンジラーメン架構に集中荷重Pが作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする。



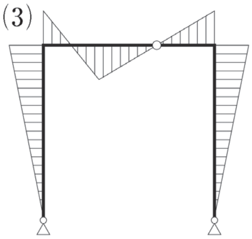
(1)



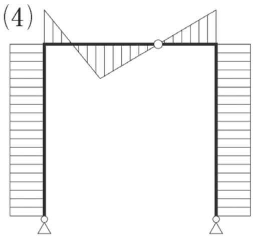
(2)



(3)



(4)



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。

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

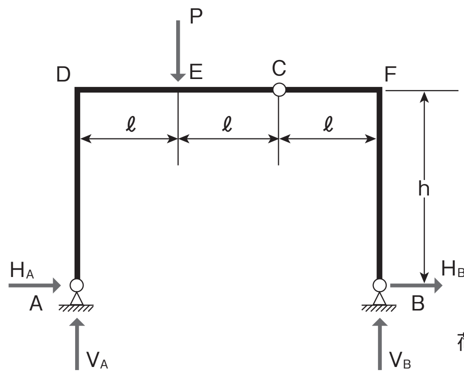
$V_B = P \times \frac{\ell}{3\ell} = \frac{P}{3}$

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。

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

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

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

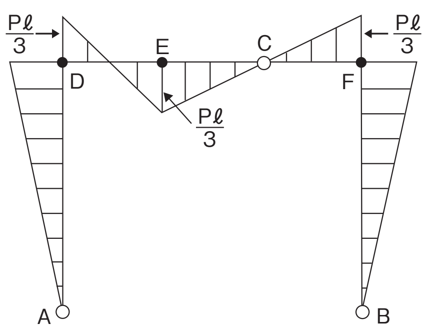
$M_A = 0$（支点に曲げモーメントは作用しない）
$M_B = 0$（支点に曲げモーメントは作用しない）
$M_C = 0$（ヒンジ点に曲げモーメントは作用しない）

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

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

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

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。



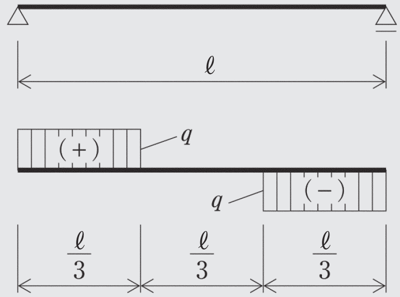
曲げモーメント図

よって、(3)が正しい。

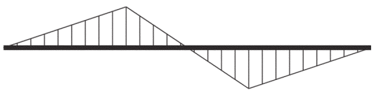
チェック

H29-問題10

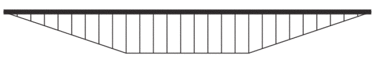
単純梁に荷重が作用したときの梁のせん断力図が右図のようであるとき、そのときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。
ただし、曲げモーメントは材の引張り側に描くものとする



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。

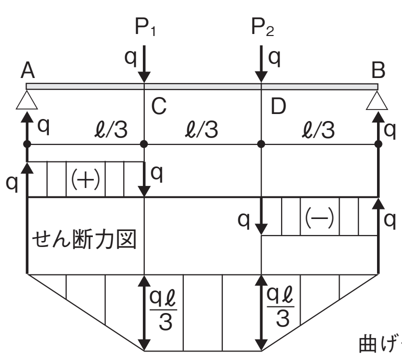
①反力や荷重が作用する点に、下図のようにA・B・C・Dの記号を割り振り、各点に作用する反力・荷重を計算する。

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。

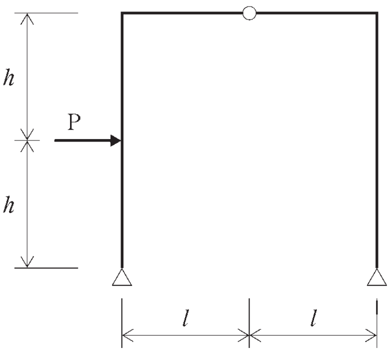


曲げモーメント図

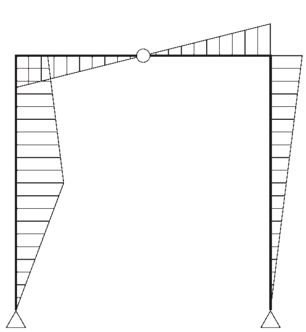
H28- 問題 10

チェック

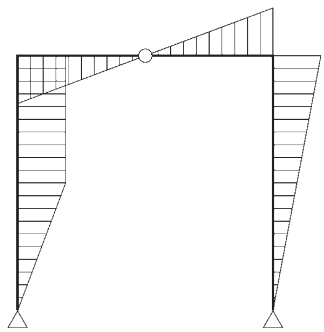
図に示す3ヒンジラーメンに集中荷重Pが作用したときの曲げモーメント図として、**正しいもの**はどれか。ただし、曲げモーメントは材の引張側に描くものとする。



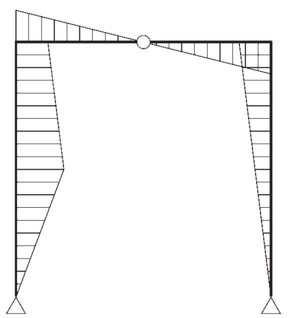
(1)



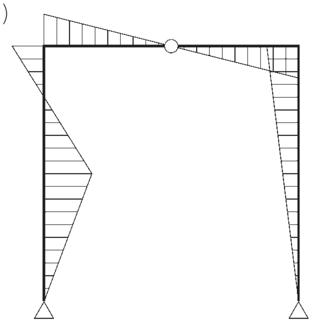
(2)



(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。

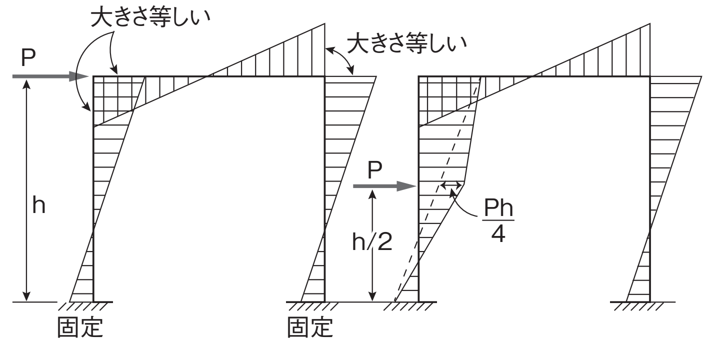
②長さhの柱や梁の中央に荷重Pが作用すると、「P×h÷4」だけモーメントが増加する。

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。

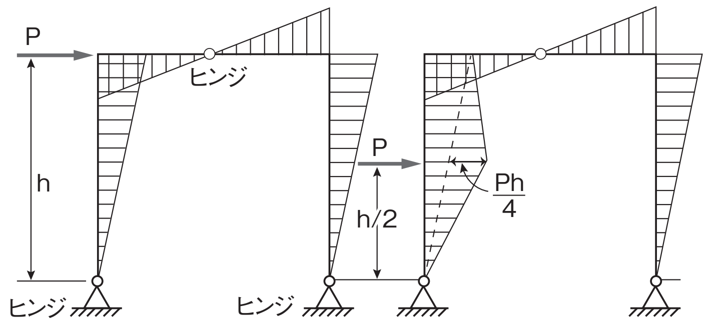
④右から力Pを受けると、ラーメンは右に変形し、曲げモーメントは引張り側に描かれる。

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。

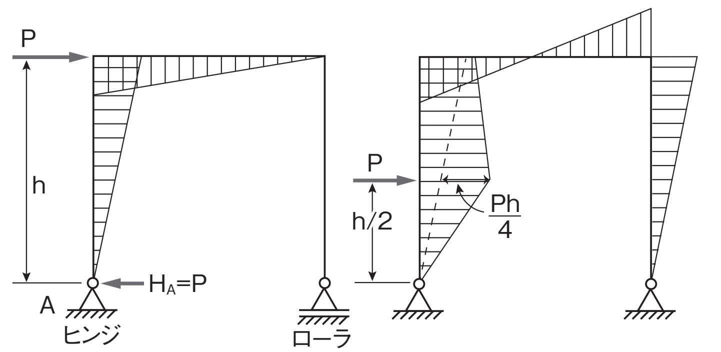
門型固定ラーメン



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 $\Sigma M_{C左} = 0$

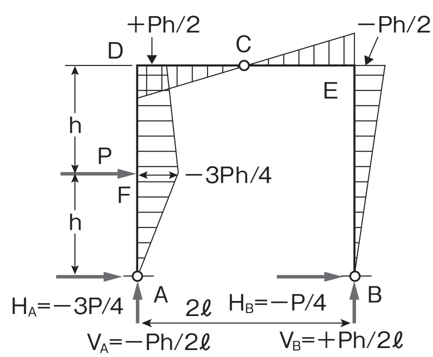
C 点の右側の曲げモーメントを $\Sigma M_{C右} = 0$ とする。

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

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

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

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



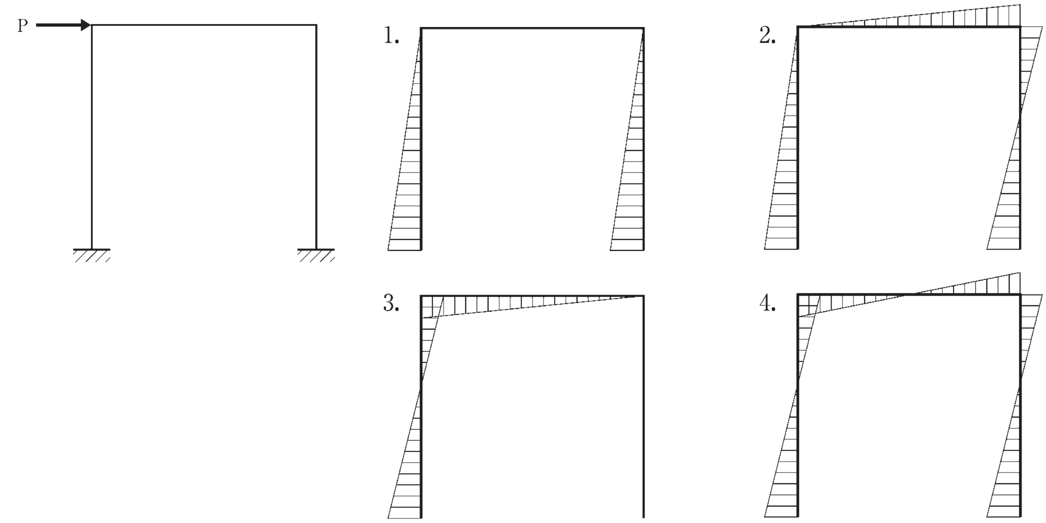
③曲げモーメントの計算

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

H27- 問題 10

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。

チェック

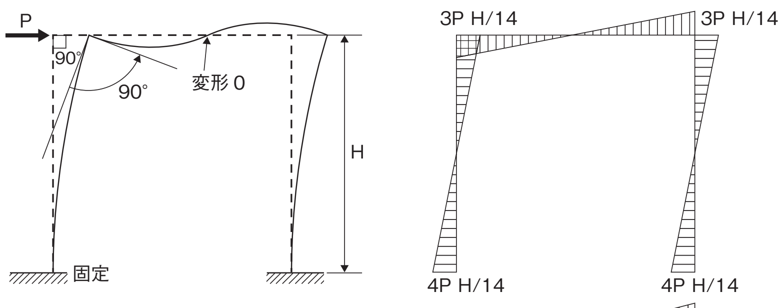


ポイント解説 **建築技術** ラーメンの曲げモーメント図は、変形を考え、引張り側に描く。 **正解(4)**

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。

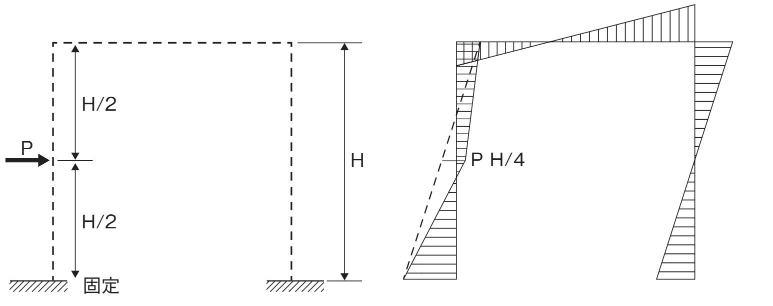
門型固定ラーメンが水平荷重Pを受けたとき、(4)の変形は図のようである。変形する引張り側の方向に曲げモーメントを描画することに注意する。

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。



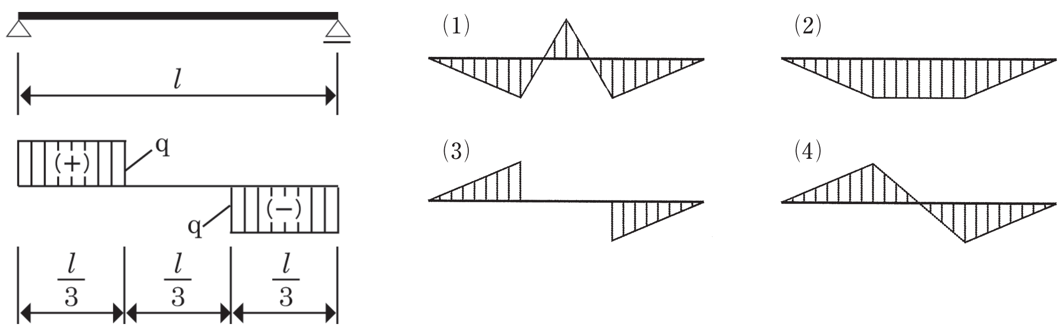
曲げモーメントの一例

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



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。