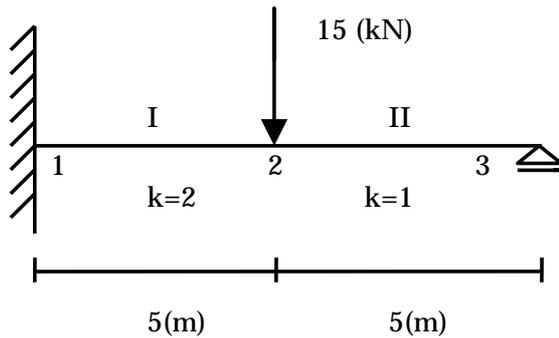


学 科	学年・組	学籍番号	氏 名	評 価

問 1 次に示す構造物をたわみ角法で解きなさい。  
 モーメント(M)図、せん断力(Q)図を求めなさい。  
 ただし、梁の剛比は図の中に示す k とする。



2 つの部材について、たわみ角法の方程式を書くと、次のようになる。

$$\begin{cases} M_{12} = 2(2\varphi_1 + \varphi_2 + \psi_I) \\ M_{21} = 2(2\varphi_2 + \varphi_1 + \psi_I) \end{cases} \quad \begin{cases} M_{23} = 1(1.5\varphi_2 + 0.5\psi_{II}) \\ M_{32} = 0 \end{cases}$$

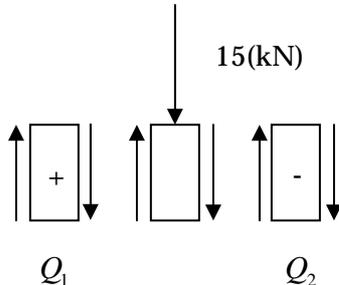
境界条件より  $\varphi_1 = 0$ 、 $\psi_I = -\psi_{II}$  が成り立つため基本式は以下のように変形できる。

$$\begin{cases} M_{12} = 2\varphi_2 + 2\psi_I \\ M_{21} = 4\varphi_2 + 2\psi_I \end{cases} \quad \begin{cases} M_{23} = 1.5\varphi_2 - 0.5\psi_I \\ M_{32} = 0 \end{cases}$$

節点 2 でのモーメントの釣合より

$$\begin{aligned} M_{21} + M_{23} &= 0 \\ 5.5\varphi_2 + 1.5\psi_I &= 0 \end{aligned} \quad \text{————— (1)}$$

節点 2 でのせん断力の釣合より



上図より

$$-Q_1 + Q_2 + 15 = 0 \quad \text{————— (2)}$$

<境界条件>  
 節点 3 はローラーなので、 $M_{32} = 0$   
 固定端では

材端は  
 回転角  
 が 0

図のように部材角が発生しないので  
 $\varphi_1 = 0$

同角度でたわむ

図のように  
 同角度になるので  $\psi_I = -\psi_{II}$

となり、部材 I、II のせん断力は、

$$Q_1 = -\frac{M_{12} + M_{21}}{l}, \quad Q_2 = \frac{M_{23} + M_{32}}{l} \quad \text{————— (3)}$$

で与えられる。(3)式を(2)式に代入すると、

$$\frac{M_{12} + M_{21}}{l} - \frac{M_{23} + M_{32}}{l} + 15 = 0 \quad \text{————— (4)}$$

(4)式にたわみ角法の基本式を代入すると、次の釣合式を得る。

$$\begin{aligned} \frac{6\varphi_2 + 4\psi_1}{5} - \frac{1.5\varphi_2 - 0.5\psi_1}{5} + 15 &= 0 \\ 0.9\varphi_2 + 0.9\psi_1 + 15 &= 0 \quad \text{————— (5)} \end{aligned}$$

(1)と(5)を連立させると、次のようになり、

$$\begin{aligned} 5.5\varphi_2 + 1.5\psi_1 &= 0 \\ 0.9\varphi_2 + 0.9\psi_1 &= -15 \end{aligned}$$

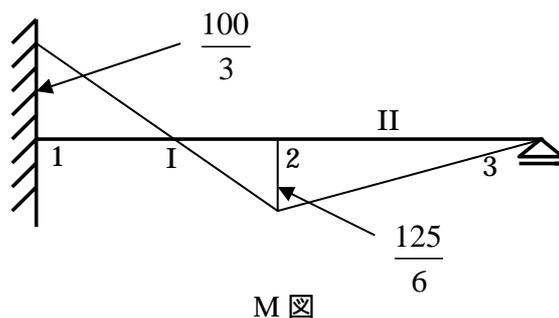
これを解くと、

$$\varphi_2 = \frac{25}{4}, \quad \psi_1 = -\frac{275}{12}$$

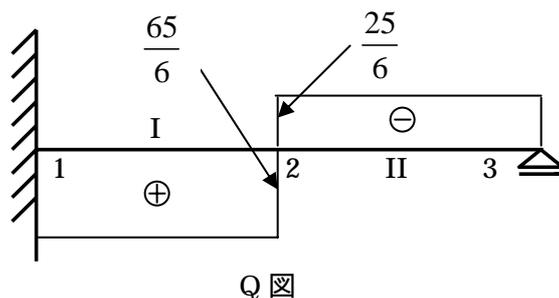
求めた解を基本式に代入すると、材端モーメントが次のように求まる。

$$\begin{cases} M_{12} = -\frac{100}{3} \\ M_{21} = -\frac{125}{6} \end{cases} \quad \begin{cases} M_{23} = \frac{125}{6} \\ M_{32} = 0 \end{cases}$$

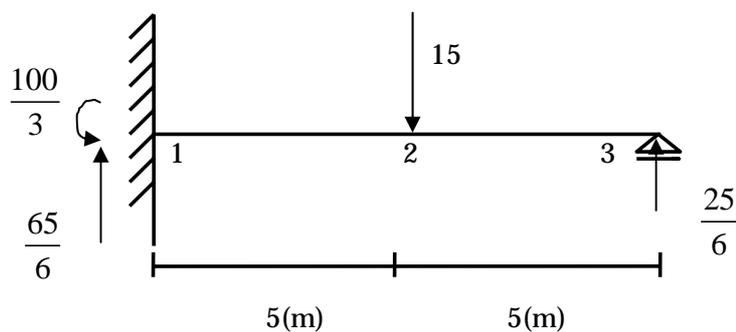
上記の材端モーメントより、曲げモーメント図を求める。



上記の曲げモーメント図より傾きを計算し、せん断力図を求める。



また荷重と反力は次のように与えられる。



鉛直方向の釣合は

$$\frac{65}{6} + \frac{25}{6} - 15 = 0$$

となり、節点 1 におけるモーメントの釣合は次のようになる。

$$\begin{aligned} M_1 &= -\frac{100}{3} + 15 \cdot 5 - \frac{25}{6} \cdot 10 \\ &= \frac{-200 + 450 - 250}{6} \\ &= 0 \end{aligned}$$