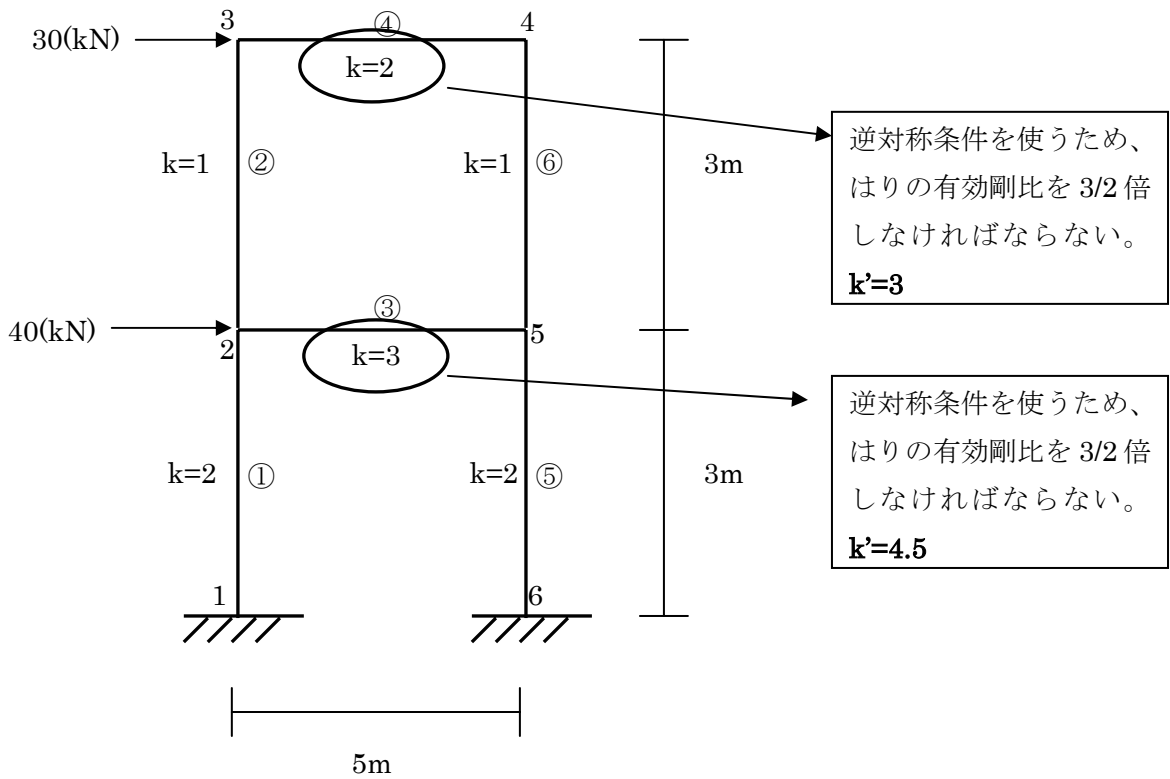


学科	学年・組	学籍番号	氏名	評価

問1 次に示す構造物を固定法で解き、モーメント(M)図、せん断力(Q)図を求めなさい。



節点 3 における分割率は各々以下のようである。

$$DF_{34} = \frac{3}{4} = 0.75, \quad DF_{32} = \frac{1}{4} = 0.25$$

同じく節点 2 における分割率は、

$$DF_{23} = \frac{1}{7.5} = 0.133, \quad DF_{25} = \frac{4.5}{7.5} = 0.6, \quad DF_{21} = \frac{2}{7.5} = 0.267$$

部材角の強制変位を

$$\psi_1 = -50X_1, \quad \psi_2 = -100X_2$$

として与えると、部材 1、2 及び 5、6 には次に示す基本応力が発生する。

部材 1、5 について

$$\begin{aligned} M_{12} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100 \\ M_{21} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100 \\ M_{56} &= -50 \cdot k_5 \cdot X_1 = -100 \\ M_{65} &= -50 \cdot k_5 \cdot X_1 = -100 \end{aligned}$$

部材 2、6 について

$$\begin{aligned} M_{23} &= -100 \cdot k_2 \cdot X_2 = -100 \\ M_{32} &= -100 \cdot k_2 \cdot X_2 = -100 \\ M_{45} &= -100 \cdot k_6 \cdot X_2 = -100 \\ M_{54} &= -100 \cdot k_6 \cdot X_2 = -100 \end{aligned}$$

逆対称であることを考慮して表を作成する。左表には1層目に部材角 ψ_1 を与えた場合であり、右表は2層目に部材角 ψ_2 を与えた場合である。

	下柱		右はり	外力
DF	0.25		0.75	
FEM				
D1				
C1	6.65			-6.65
D2	-1.66		-4.99	
C2				
D3				
C3	0			0
D4				
合計	4.99		-4.99	

	下柱		右はり	外力
DF	0.25		0.75	
FEM	-100			100
D1	25		75	
C1	6.65			-6.65
D2	-1.66		-4.99	
C2	-0.83			0.83
D3	0.21		0.62	
C3	0.06			-0.06
D4	-0.01		-0.04	
合計	-70.58		70.59	

	下柱	上柱	右はり	外力
DF	0.27	0.13	0.6	
FEM	-100			100
D1	26.7	13.3	60	
C1				
D2				
C2		-0.83		0.83
D3	0.22	0.11	0.5	
C3				
D4				
合計	-73.08	12.58	60.5	

	下柱	上柱	右はり	外力
DF	0.27	0.13	0.6	
FEM		-100		100
D1	26.7	13.3	60	
C1		12.5		-12.5
D2	-3.34	-1.66	-7.5	
C2		-0.83		0.83
D3	0.22	0.11	0.5	
C3		0.1		-0.1
D4	-0.03	-0.01	-0.06	
合計	23.55	-76.49	52.94	

		上柱		外力
DF				
FEM		-100		
D1				
C1		13.35		-13.35
D2				
C2				
D3				
C3		0.11		-0.11
合計		-86.54		

		上柱		外力
DF				
FEM				
D1				
C1		13.4		-13.4
D2				
C2		-1.67		1.67
D3				
C3		0.11		
合計		11.84		

ここで、第1層目の柱における層モーメントの釣合は、

$$M_{12} + M_{21} + M_{56} + M_{65} = -(30 + 40) \cdot 3$$

で与えられ、固定法の表より、上式は以下の式となる。

$$-(86.54 + 73.08) \cdot X_1 + (11.84 + 23.55) \cdot X_2 = -(30 + 40) \cdot 3 / 2$$

$$159.62X_1 - 35.35X_2 = 105$$

同様に、第2層目の柱における層モーメントの釣合は、

$$M_{23} + M_{32} + M_{45} + M_{54} = -(40) \cdot 3$$

上式は以下の式となる。

$$(12.58+4.99) \cdot X_1 - (76.49+70.59) \cdot X_2 = -(30) \cdot 3/2$$

$$-17.57X_1 + 147.09X_2 = 45$$

2つの層モーメントに関する釣合式を整理すると、

$$159.62X_1 - 35.35X_2 = 105$$

$$-17.57X_1 + 147.09X_2 = 45$$

となる。上式を解くと、各層の未定定数は、

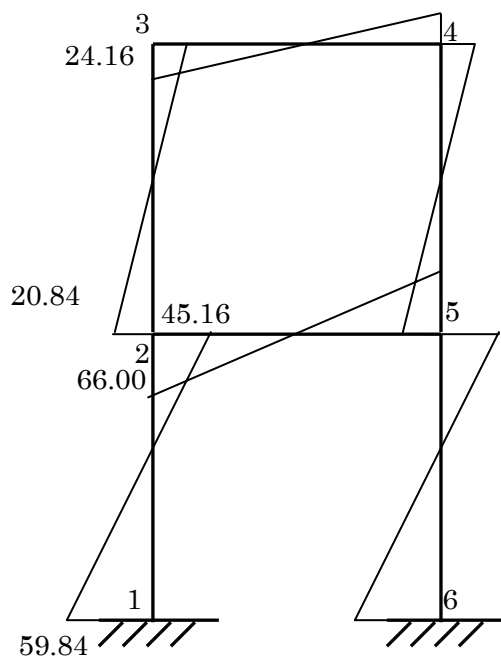
$$X_1 = 0.7453$$

$$X_2 = 0.3950$$

となる。得られた部材角の未定定数を用いると、各部材の材端モーメントは以下のように得られる。

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= -86.54 \cdot 0.7453 + 11.84 \cdot 0.3950 = -59.82 \\ M_{21} &= -73.08 \cdot 0.7453 + 23.56 \cdot 0.3950 = -45.16 \\ M_{23} &= 12.58 \cdot 0.7453 - 76.49 \cdot 0.3950 = -20.84 \\ M_{32} &= 4.99 \cdot 0.7453 - 70.59 \cdot 0.3950 = -24.16 \\ M_{25} &= 60.50 \cdot 0.7453 + 52.94 \cdot 0.3950 = 66.00 \\ M_{54} &= -4.99 \cdot 0.7453 + 70.60 \cdot 0.3950 = 24.17 \end{aligned} \right\}$$

計算した材端モーメントから、骨組の曲げモーメント図を以下のように描く。



曲げモーメント図より、各部材のせん断力を求める。

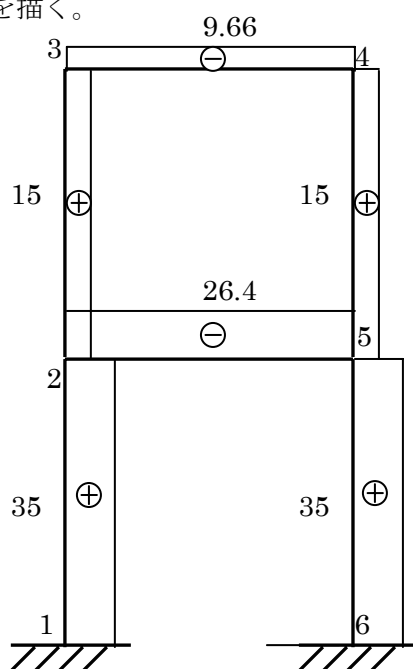
$$Q_1 = -\frac{1}{3}(-59.84 - 45.16) = 35$$

$$Q_2 = -\frac{1}{3}(-20.84 - 24.17) = 15$$

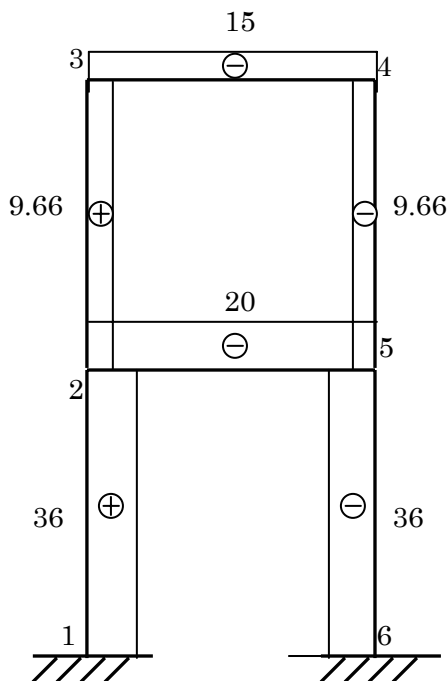
$$Q_3 = \frac{1}{5}(66.00 + 66.00) = 26.4$$

$$Q_4 = \frac{1}{5}(24.16 + 24.16) = 9.66$$

以上よりせん断力図を描く。



また軸力図は以下のように描ける



＜軸力の求め方＞

1層目の梁部分は

15 (kN)より

$35 - 15 = 20$ (kN)となる!

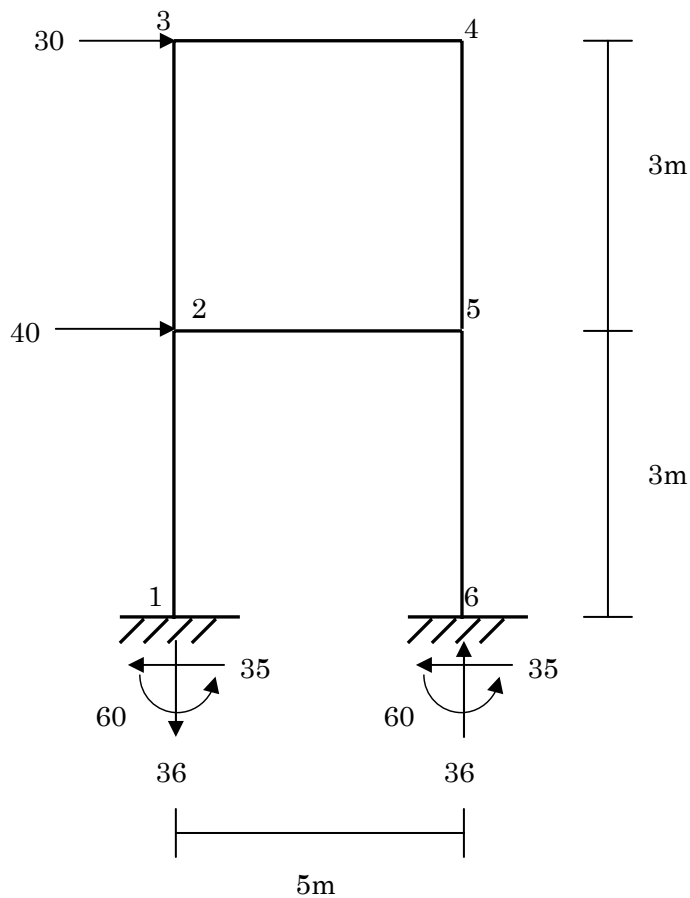
1層目の柱部分は

9.66 (kN)より

26.4 (kN)より

$26.4 + 9.66 = 36$ (kN)となる!

ここで外力と反力が釣り合っているかを確認する。



鉛直方向の釣合は、

$$36 - 36 = 0$$

水平方向の釣合は、

$$30 + 40 - 35 - 35 = 0$$

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。

$$M_1 = 30 \cdot 6 + 40 \cdot 3 - 60 - 60 - 36 \cdot 5 = 0$$

以上より釣り合いは取れているといってよい。