



基礎 103 話 No.1 2 層両端固定支持骨組+梁等分布荷重

付 22 話参照
ex84_1

これまで、節点移動のない場合について、固定法の解析手法の誘導と簡単なモデルを用いて演習を行ってきた。今回は、2 層 1 スパンのラーメン構造の解析を通して、固定法の解法を深く理解することにしよう。

3) 2 層両端固定支持の骨組+等分布荷重

ex84_1

図 1 に示す課題 1 の 2 層骨組に等分布荷重が加わっている場合について応力解析を実行し、曲げモーメント図、せん断力図、軸力図を描く。この構造物は、対称形状で対称荷重であることから、変形・応力状態は対称であり、部材角も生じず、節点移動がない。従って、骨組の半分を応力解析する。ここでは、固定法の解析順序をしっかり理解しながら演習しよう。特に、固定法の表を使って、反復計算を実施してみよう。

I : 基本応力の計算

最初に、部材③と④に加わる等分布荷重の基本応力を求める。

③部材

$$C = \frac{P_w l^2}{12} = \frac{40 \times 6^2}{12} = 120 \text{ kNm}; \quad M_0 = \frac{P_w l^2}{8} = 180 \text{ kNm};$$

$$Q = \frac{P_w l}{2} = 120 \text{ kN}$$

④部材

$$C = \frac{20 \times 6^2}{12} = 60 \text{ kNm}; \quad M_0 = \frac{20 \times 6^2}{8} = 90 \text{ kNm}$$

$$Q = \frac{20 \times 6}{2} = 60 \text{ kN}$$

II : 対称部材③と④の有効剛比を求める

$$\bar{k}_3 = 0.5 \cdot k_3 = 1.5; \quad \bar{k}_4 = 0.5 \cdot k_4 = 1.0$$

III : 節点 2 と 3 における分割率を計算

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{節点 2 での分割率} \\ DF_1 = \frac{2}{2+1+1.5} = 0.45 \\ DF_2 = \frac{1}{2+1+1.5} = 0.22 \\ DF_3 = \frac{1.5}{2+1+1.5} = 0.33 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{節点 3 での分割率} \\ DF_2 = \frac{1}{1+1} = 0.5 \\ DF_4 = \frac{1}{1+1} = 0.5 \end{array} \right.$$

IV : 表による反復計算

以上で、固定法を用いるための準備段階は終了である。次に、表を作成し、材端モーメントを求めるために反復計算を行う。節点移動のない場

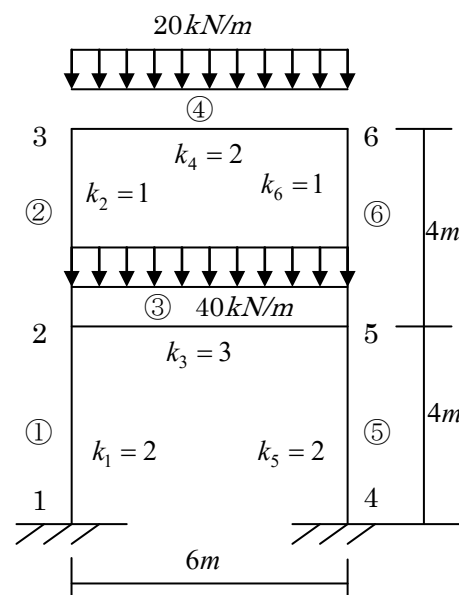
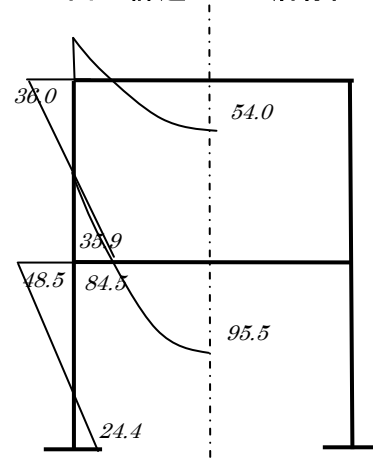


図 1 課題 1 の 2 層骨組

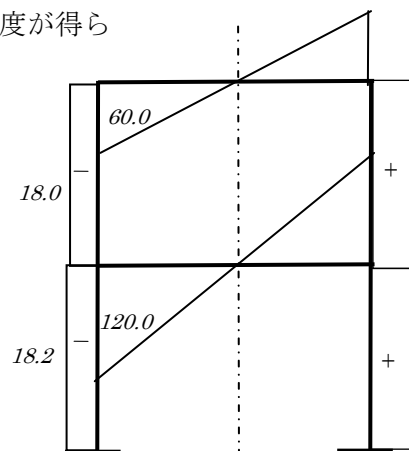


(a) 曲げモーメント図

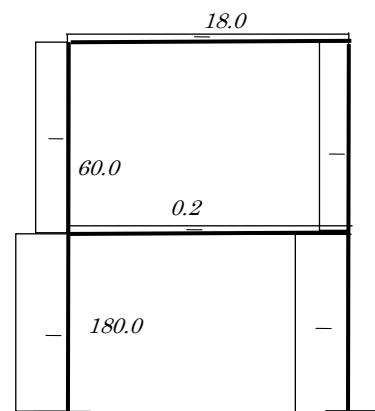
合、一般に反復回数は 4, 5 回で収束する。収束の判定は不釣合モーメントが固定端モーメントの 1/100 以下となれば、2 桁程度の精度が得られ、反復計算を終了しても良いであろう。

表 1 課題 1 骨組の固定法の表

	下柱		右梁	外力
DF	0.5		0.5	
FEM			-60	60
D1	30		30	
C1	13.2			-13.2
D2	-6.6		-6.6	
C2	-1.7			1.7
D3	0.9		0.9	
C3	0.4			-0.4
D4	-0.2		-0.2	
計	36		-35.9	
	下柱	上柱	右梁	外力
DF	0.45	0.22	0.33	
FEM			-120	120
D1	54	26.4	39.6	
C1		15		-15
D2	-6.8	-3.3	-5	
C2		-3.3		3.3
D3	1.5	0.7	1.1	
C3		0.5		-0.5
D4	-0.2	-0.1	-0.2	
計	48.5	35.9	-84.5	
	上柱			
FEM				
C1		27		
C2		-3.4		
C3		0.8		
計		24.4		



(b) せん断力図



(c) 軸力図

図 2 課題 1 骨組の断面力図

V : 部材断面力の計算

得られた材端モーメントから、部材荷重の加わっている部材③と④の梁中央の曲げモーメントを、以下のように求める。

$$M_{3C} = M_0 - \frac{1}{2}(M_{52} - M_{25}) = 180.0 - \frac{1}{2}(84.5 + 84.5) = 95.5kNm$$

$$M_{4C} = 90.0 - \frac{1}{2}(36.0 + 36.0) = 54.0kNm$$

以上をまとめて、曲げモーメント図を描くと図 2(a)となり、せん断力図、軸力図も同様に同図(b)と(c)のようになる。

図 2 を利用して反力を求め、図 3 に示す。同図より、上下方向と水平方向の力の釣合がとれていることは容易に理解できる。また節点 1 での外力と反力によるモーメントは

$$M_1 = 20 \cdot 6 \cdot \frac{6}{2} + 40 \cdot 6 \cdot \frac{6}{2} - 24.4 + 24.4 - 180 \times 6 = 360 + 720 - 1080 \rightarrow 0$$

となり、これも釣合が得られている。

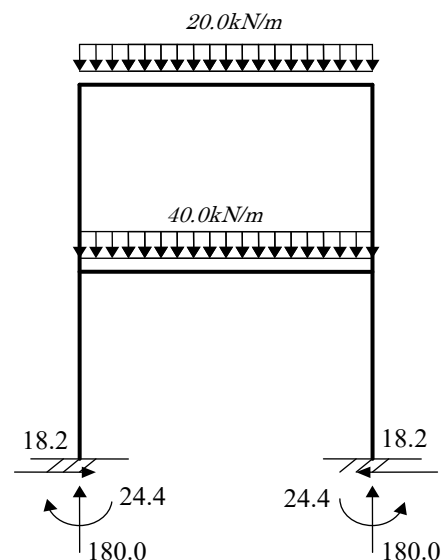


図 3 課題 1 の反力と外力の釣合