



基礎 1 1 9 話 No.4 2 層両端固定支持骨組＋柱頭水平荷重

付 19 話参照
ex84_2

今回は、カーニー法の特徴を以下にまとめ、次に 2 層の骨組を応力解析し、カーニー法の解析手順をより深く理解する。

R51：カーニー法の解析手法の特徴

- 1：層方程式としての連立方程式を解く必要がない
- 2：一般の固定法では、節点移動がある場合には層数分の表計算が必要となるが、カーニー法では、部材荷重があっても一回の表計算で解が求められる
- 3：節点移動がある場合、カーニー法が断然有利である
- 4：欠点として収束が遅く、一般の固定法では 3, 4 回程度の反復で収束するが、カーニー法では、7, 8 回の反復が必要となる
- 5：結果は一般の固定法と同様、分割率の計算誤差、計算過程の丸目誤差、反復計算の打ち切り誤差を含む

3) 両端固定 2 層ラーメン＋柱頭水平荷重

ex84_2

この骨組は 2 層の対称構造物に水平力が加わっており、変形状態・応力状態共に逆対称となる(基礎 1 1 3 話の課題 1 と同一例題)。

I：逆対称部材③と④の有効剛比を求める

逆対称部材である部材 3 と 4 の有効剛比を以下に示す。

$$\bar{k}_3 = 1.5k_3 = 4.5; \quad \bar{k}_4 = 1.5k_4 = 3.0 \quad \dots\dots(21)$$

II：節点 2 と 3 における分割率を計算

節点 2:

$$\left. \begin{aligned} DF_1 &= \frac{2}{2+1+4.5} = 0.27; & DF_2 &= \frac{1}{2+1+4.5} = 0.13 \\ DF_3 &= \frac{4.5}{2+1+4.5} = 0.60 \end{aligned} \right\} \dots\dots(22)$$

節点 3:

$$DF_2 = \frac{1}{1+3} = 0.25; \quad DF_4 = \frac{3}{1+3} = 0.75 \quad \dots\dots(23)$$

III：第 1 層と第 2 層、各々の強制変位による層分割率を計算

層モーメントに対する分割率は逆対称であることから、解析に使用する柱は各層 1 本である。また、柱両端に分割されることから、以下のようになる。

$$DFS_1 = 0.5; \quad DFS_2 = 0.5 \quad \dots\dots(24)$$

IV：水平外力と釣合う層モーメントを求め、固定端モーメントを計算する

層せん断力と外力との釣合より、各層に生じる層せん断力、あるいは層モーメントは以下のようなものである。

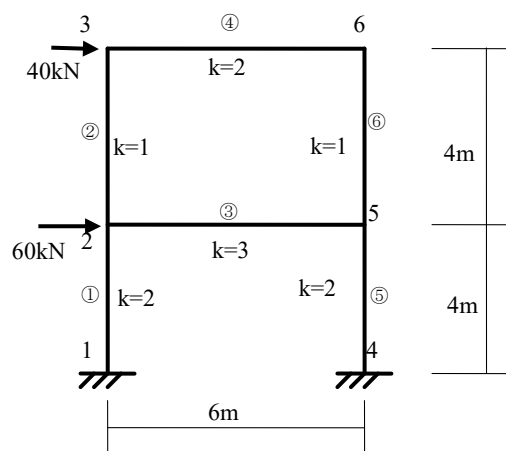


図 7 例題 3 水平力の加わる 2 層骨組

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= 40kN; \\ M_2 &= 40 \cdot 4 = 160kNm \\ Q_1 &= 40 + 60 = 100kN; \\ M_1 &= 100 \cdot 4 = 400kNm \end{aligned} \right\} \dots\dots(25)$$

逆対称条件を考慮すると、層モーメントに対する柱の基本応力は次のとおりである。

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= -100kNm; & M_{21} &= -100kNm \\ M_{23} &= -40kNm; & M_{32} &= -40kNm \end{aligned} \right\} \dots\dots(26)$$

以上で、節点モーメントに対する分割率、層モーメントに対する分割率、また層モーメントに対する柱の基本応力は、全て求めたことになり、準備計算は終了である。

V：柱に固定端モーメントを加えた際の外力と釣合う材端モーメントを、固定法の表で求める

次に、これらの情報を元に、また逆対称条件を考慮して、カーニー法により、解を求めることになる。右の表を用いて計算を行う。

得られた結果は、材端モーメントとなり、材端モーメントから曲げモーメント図、せん断力図、軸力図が次のように得られる。

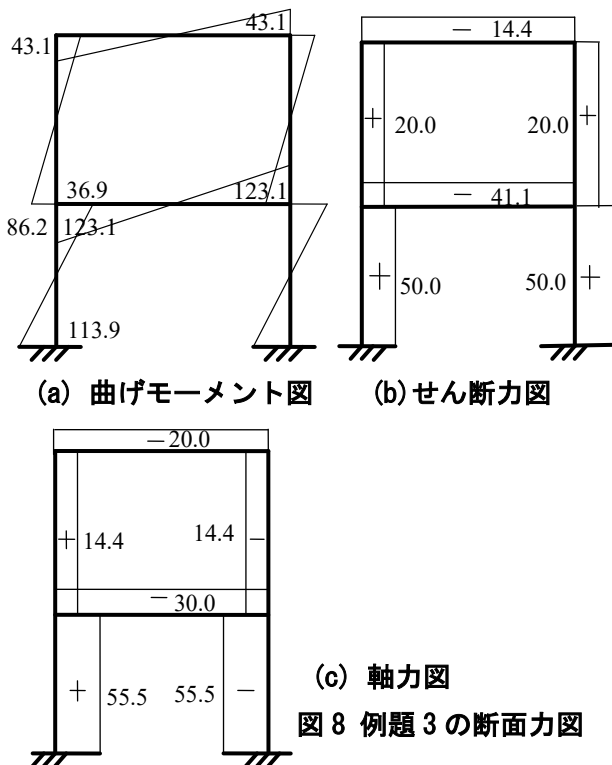


図 8 例題 3 の断面力図

表 3 カーニー法による例題 3 の表

	下柱		右梁	外力
DF	0.25(0.5)		0.75	
FEM	-40			40
D1	10		30	
C1	9.1			-42.3
DS1	-21.2			12.1
D2	3		9.1	
C2	2.9			-13.2
DS2	-6.6			3.7
D3	0.9		2.8	
C3	0.9			-3.9
DS3	-2			1.1
D4	0.3		0.8	
C4	0.3			-1.4
DS4	-0.7			0.4
D5	0.1		0.3	
C5	0.1			-0.3
DS5	-0.2			0.1
D6			0.1	
計	-43.1		43.1	
	下柱	上柱	右梁	外力
DF	0.27(0.5)	0.13(0.5)	0.6	
FEM	-100	-40		140
D1	37.8	18.2	84	
C1	0	5		-56.7
DS1	-28.4	-21.2		44.6
D2	12	5.8	26.8	
C2	0	1.5		-18
DS2	-9	-6.6		14.1
D3	3.8	1.8	8.5	
C3	0	0.5		-5.7
DS3	-2.9	-2		4.4
D4	1.2	0.6	2.6	
C4	0	0.2		-1.8
DS4	-0.9	-0.7		1.4
D5	0.4	0.2	0.8	
C5		0		-0.6
DS5	-0.3	-0.2		0.5
D6	0.1	0	0.4	
計	-86.2	-36.9	123.1	
	上柱			
DF		(0.5)		
FEM		-100		
C1		18.9		
DS1		-28.4		
C2		6		
DS2		-9		
C3		1.9		
DS3		-2.9		
C4		0.6		
DS4		-0.9		
C5		0.2		
DS5		-0.3		
計		-113.9		

表中の青矢印は、柱両端による不釣合層モーメントの集合、赤矢印は、節点不釣合モーメントの集合を表す