



基礎 118 話 No.3 一端ピン・他端固定支持 門型ラーメン+柱頭水平荷重

付 25 話参照
ex118_1

今回は、図 4 に示す門型ラーメンをカーニー法により応力解析する。

2) 一端ピン・他端固定支持の門型ラーメン+柱頭水平荷重

ex118_1

この骨組は一方はピン支持、他方が固定支持であるため、前回の例題 1 のように逆対称とはならない。そのため全体骨組を扱う。次の順序に従って解析を進める。

I : 一端ピン支持部材①の有効剛比を求める

一端ピン支持の有効剛比を求める。

$$\bar{k}_1 = 3/4 \cdot k_1 = 1.125 \quad \dots\dots(12)$$

II : 節点 2 と 3 における分割率を計算

$$\text{節点 2: } DF_c = \frac{1.125}{1+1.125} = 0.53; \quad DF_b = \frac{1}{1+1.125} = 0.47 \quad \dots(13)$$

$$\text{節点 3: } DF_c = \frac{1.5}{1.0+1.5} = 0.6; \quad DF_b = \frac{1.0}{1.0+1.5} = 0.4 \quad \dots(14)$$

III : 柱①と③の層分割率を計算

一端ピン支持で他端が固定の柱に部材角が生じると、固定端の材端モーメントは以下ようになる。

$$M_{ij} = 0; \quad M_{ji} = 0.5k_k \psi \quad \dots\dots(15)$$

上の結果から、当該柱の負担せん断力は両端固定梁の 1/4 となる。従って、解析モデルの層モーメントの分割率は次式で得られる

$$DFS_1 = \frac{0.5 \cdot 1.5}{0.5 \cdot 1.5 + 2 \cdot 1.5} = 0.2; \quad DFS_3 = \frac{1.5}{0.5 \cdot 1.5 + 2 \cdot 1.5} = 0.4 \quad \dots\dots(16)$$

一端ピン支持の柱では、柱の上端部のモーメント分割率となる

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

外力と釣合う層モーメントを求める。

$$M_1 = 100 \cdot 4 = 400kNm \quad \dots\dots(17)$$

次に、この層モーメントによって生じる柱の固定端モーメントを、式 (5) と (15) より求める。

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= 0; \quad M_{21} = -0.2 \cdot 400 = -80kNm \\ M_{34} &= -0.4 \cdot 400 = -160kNm; \quad M_{43} = -0.4 \cdot 400 = -160kNm \end{aligned} \right\} \dots(18)$$

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

これで、カーニー法を適用するための準備は全て終了である。表 2 に、

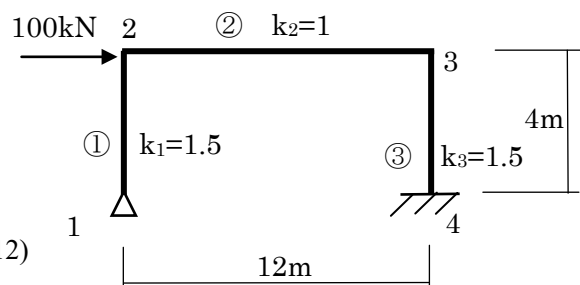


図 4 例題 2 支持条件が異なる
門型ラーメン

表形式でカーニー法を適用する。

VI：表形式で求めた材端モーメントからせん断力を計算し、各断面力図を描く

表形式で求めた材端モーメントを用いて、骨組の層せん断力と外力の釣合を検証する。外力は 100kN であり、各柱のせん断力は、

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= (88.2) / 4 = 22.05kN \\ Q_3 &= (118.5 + 192.6) / 4 = 77.83kN \\ Q &= Q_1 + Q_3 = 99.91kN \end{aligned} \right\} (19)$$

となり、外力との釣合はほぼ得られている。少しの違いは、各種の誤差によるものである。材端モーメントより、骨組の曲げモーメント図、せん断力図、及び軸力図を図 6 に示す。

VII：外力と反力との力の釣合

次に、外力と反力との力の釣合をチェックする。図 5 より上下、及び水平方向の力の釣合がとれていることが分かる。左の支持点でのモーメントを計算すると、多少の誤差があるが、以下のように釣合はほぼとれているといえる。

$$M = 100 \cdot 4 - 17.23 \cdot 12 - 192.6 = -0.64 \dots\dots (20)$$

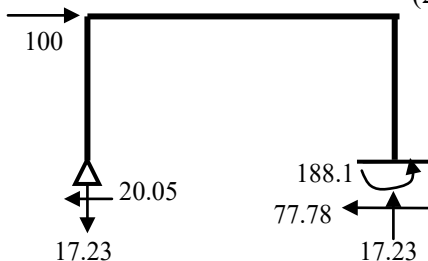


図 5 外力と反力の釣合

表 2 カーニー法による例題 2 の反復解放

	下柱	右梁	外力	左梁	下柱	外力
DF	0.53(0.2)	0.47		0.4	0.6(0.4)	
FEM	-80		80		-160	160
D1	42.4	37.6		64	96	
C1	0	32		18.8	0	
DS1	-37.3		5.3		-74.6	-186.4
D2	2.8	2.5		22.3	33.5	
C2	0	11.2		1.3	0	
DS2	-10.6		-0.6		-21.2	55.8
D3	-0.3	-0.3		8.0	11.9	
C3	0	4.0		-0.2	0	
DS3	-3.5		-0.5		-7.0	-17.6
D4	-0.2	-0.2		2.7	4.1	
C4		1.4		-0.1	0	
DS4	-1.1		-0.2		-2.3	6.8
D5	-0.1	-0.2		0.8	1.2	
C5		0.4		-0.1	0	
DS5	-0.3		-0.1		-0.7	-1.7
D6	0	0		0.4	0.4	
計	-88.2	88.4		117.9	-118.7	0.8
	△上柱		外力		上柱	外力
DF					(0.4)	
FEM					-160	
C1					48	
DS1					-74.6	
C2					16.8	
DS2					-21.2	
C3					6.0	
DS3					-7.0	
C4					1.8	
DS4					-2.3	
C5					0.6	
DS5					-0.7	
計					-192.6	

表中の矢印は、柱両端による不釣合層モーメントと、その分割を示す

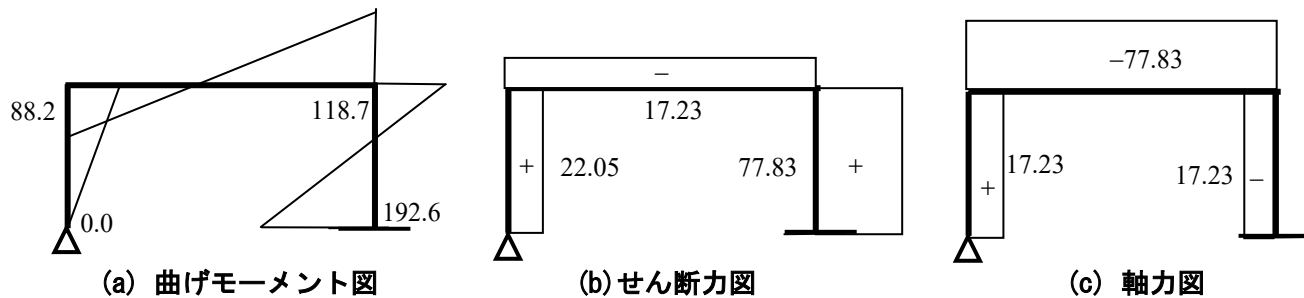


図 6 例題 2 の骨組の断面力図