



基礎 117 話 No.2 両端固定支持門型ラーメン + 柱頭水平荷重

付 25 話参照
ex117_1

今回は、前回のカーニー法の解析手法の説明の続きと、表1を参照し、カーニー法の反復処理をより深く理解する。

カーニー法では、全節点について不釣合モーメントの解放を行った後、不釣合層モーメントの解除を行う。まず基本応力時では、層せん断力と外力は釣合っており、そのため、不釣合層モーメントは反復時の分割と到達操作で発生する。不釣合層モーメントは、当該反復時、各層で柱頭・柱脚の「分割モーメント」と「到達モーメント」の和を取り、その値を外力項に記入する。この項は、本来層せん断力が釣合えばゼロとなるため、反復処理が進むと次第に小さくなる。節点での不釣合モーメントは、到達モーメントに加えて、この層せん断力の分割モーメントも含まれる。不釣合層モーメントは、括弧内の層モーメントの分割率を利用して、各層毎に層モーメントを分割して、各柱の層モーメント分割欄に記入する。

節点不釣合モーメントの解放と、各層の不釣合層モーメント解除を順次行い、1回の反復処理とする。この反復処理を数回繰り返すことによって、節点の不釣合モーメントと各層の不釣合層モーメントが閾値より小さくなると、解は収束したとして、通常の固定法と同様に、FEMの欄から最後の欄まで和を取り、合計欄に記入する。この値が材端モーメントとなり、この値を用いて曲げモーメント図を描くことになる。

以上のようにカーニー法の反復処理を説明したが、理解し難い部分があると思う。そこで、例題を用いて、具体的に反復処理を実施し、カーニー法を理解しよう。

1) 両端固定支持の門型ラーメン+柱頭水平荷重

ここでは、基礎 105 話で既にお話した節点移動のある場合の「例題 1」を用いて、以下の手順に従い、カーニー法の反復処理を実施する。例題 1 の骨組は図 2 に示されており、1 層 1 スパンの門型ラーメンで、柱頭に 100kN の水平外力が加わっている。

I : 逆対称条件による部材②の有効剛比を求める

部材の剛比は、図 2 に示されているが、例題 1 では、対称骨組で逆対称荷重、従って逆対称変形・逆対称断面力となる。対称条件より梁である部材 2 の有効剛比は次式となる。

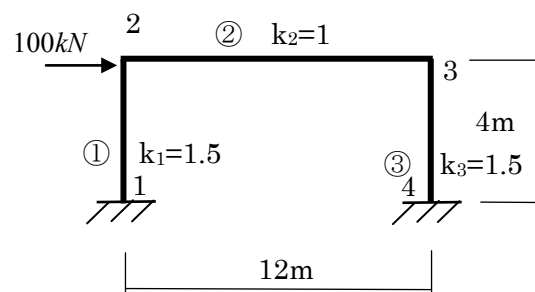
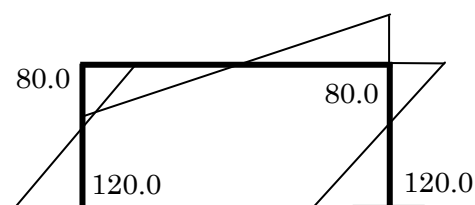
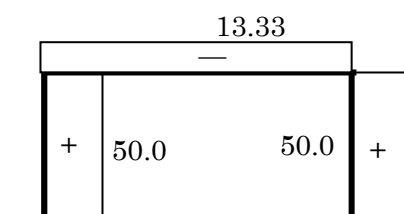


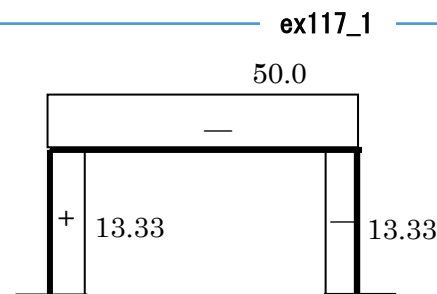
図 2 例題 1 の門型ラーメン



(a) 曲げモーメント図



(b) せん断力図



(c) 軸力図

図 3 例題 1 の断面力図

$$\bar{k}_2 = 1.5 \cdot k_2 = 1.5 \quad \dots\dots(7)$$

II：節点 2 における分割率を計算

節点 2 における分割率は次式で与えられる。

$$DF_c = \frac{1.5}{1.5+1.5} = 0.5; \quad DF_b = \frac{1.5}{1.5+1.5} = 0.5 \quad \dots(8)$$

III：柱①の層分割率を計算

層の分割率は式(6)より、以下のようである。

$$DFS_1 = \frac{k_k}{2(\sum_{j=1}^n k_j)} = \frac{1.5}{2(1.5)} = 0.5 \quad \dots\dots(9)$$

上式では、逆対称条件を用いているため、柱は 1 本しかなく、このような単純な計算となっている。

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。

$$M_1 = \frac{100 \cdot 4}{2} = 200kNm \quad \dots\dots(10)$$

上記の層モーメントも逆対称であることから、層せん断力は 1/2 となっており、層モーメントも同様に 1/2 の値となっている。

次に、この層モーメントに釣合う柱の固定端モーメントを、式(5)と(9)より求める。

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= -0.5 \cdot 200 = -100kNm \\ M_{21} &= -0.5 \cdot 200 = -100kNm \end{aligned} \right\} \dots\dots(11)$$

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整った。次に表を用いて反復計算を行う。カーニー法では、通常の固定法と少し表が異なっており、表 1 のように、層モーメントの分割欄 DS*が加わっている。なお、*は反復回数を示す。

以下に、表形式でカーニー法を適用する。四捨五入の関係で、多少の誤差があるが、右の表のようにカーニー法によって材端モーメントが得られる。収束はやはり遅く 7 回の反復を要している。得られた材端モーメントを元に、曲げモーメント図、せん断力図、軸力図を図 3 に示す。基礎 105 話例題 1 の図 7 と同じ結果が得られている。

表 1 例題 1 のカーニー法の表

	下柱	右梁	外力
DF	0.5(0.5)		0.5
FEM	-100		100
D1	50	50	
C1	0		-75
DS1	-37.5		37.5
D2	18.8	18.8	
C2	0		-28.2
DS2	-14.1		14.1
D3	7.1	7.1	
C3	0		-10.2
DS3	-5.1		5.1
D4	2.6	2.6	
C4	0		-3.9
DS4	-2		2
D5	1	1	
C5	0		-1.5
DS5	-0.8		0.8
D6	0.4	0.4	
C6	0		-0.6
DS6	-0.3		0.3
D7	0.2	0.2	
C7	0		0.3
DS7	-0.2		0.2
D8	0.1	0.1	
計	-79.8	80.2	
	上柱		
DF		(0.5)	
FEM		-100	
C1		25	
DS1		-37.5	
C2		9.4	
DS2		-14.1	
C3		3.5	
DS3		-5.1	
C4		1.3	
DS4		-2	
C5		0.5	
DS5		-0.8	
C6		0.2	
DS6		-0.3	
C7		0.1	
DS7		-0.2	
C8			
計		-120	