



基礎 1 1 4 話 No.4 2 層固定支持骨組＋柱頭・柱中央水平荷重

付 24 話参照
ex114_1

前回に続き、課題 2 の解析を行い、柱に部材荷重がある場合の解析手順について、さらに理解を深める。

II：部材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。

$$\bar{k}_3 = 1.5k_3 = 4.5; \quad \bar{k}_4 = 1.5k_4 = 3.0 \quad \dots\dots(23)$$

III：節点 2 と 3 での分割率を求める

次に、節点 2 と 3 における分割率を計算する。

$$\text{節点 : 2 } DF_1 = \frac{2}{2+1+4.5} = 0.27; \quad DF_2 = \frac{1}{2+1+4.5} = 0.13;$$

$$DF_3 = \frac{4.5}{2+1+4.5} = 0.60$$

$$\text{節点 : 3 } DF_2 = \frac{1}{1+3} = 0.25; \quad DF_4 = \frac{3}{1+3} = 0.75 \quad \dots\dots(24)$$

IV：節点移動のない場合の応力解析を、表を用いた反復計算で行う

最初に、柱の部材荷重によって生じる節点モーメントの釣合状態を、固定法の表 2 で求める。

V：材端モーメントから断面力を求める

柱中央の曲げモーメントは、右の表と式(21)と(22)の基本応力より、次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} {}_1M_c &= M_0 - 0.5(M_{ji} - M_{ij}) = 30 - 0.5(13.98 + 15.51) \\ &= 15.26; \quad {}_2M_c = 20 - 0.5(7.3 + 11.7) = 10.5 \end{aligned} \right\} (26)$$

求めた材端モーメント及び柱中央の曲げモーメントより、曲げモーメント図が図 11(a)に、また曲げモーメントからせん断力図が同図(b)に得られる。

このせん断力図より分かるように、層せん断力の釣合は当然満たされておらず、釣合を満たすために、仮想支持点に反力が生じることになる。

VI：柱に強制変位、つまり部材角を与えたとき、柱に生じる固定端モーメントを計算する

層せん断力の釣合を得るため、節点に加わる水平力と同時に、ここでは、この仮想支持点の反力とは逆の力を加える。

層せん断力の釣合を得るために、各層に強制変位

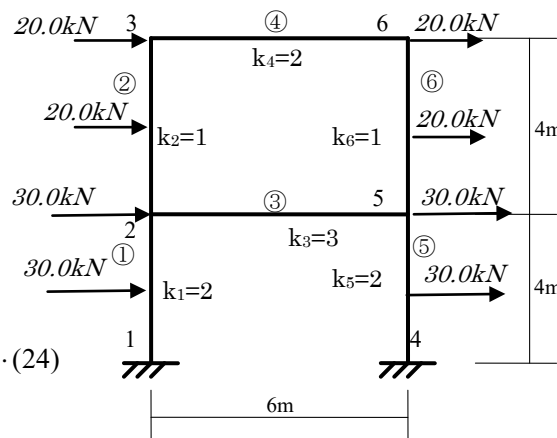


図 10 課題 2 水平方向部材荷重の加わる 2 層骨組

表 2 課題 2 の部材荷重による固定法の表

	下柱		右梁	外力
DF	0.25		0.75	
FEM	10		0	-10
D1	-2.5		-7.5	
C1	-0.33		0	0.33
D2	0.08		0.25	
C2	0.08		0	-0.08
D3	-0.02		-0.06	
C3	0			0
D4				
計	7.3		-7.3	
	下柱	上柱	右梁	外力
DF	0.27	0.13	0.6	
FEM	15	-10		-5
D1	-1.35	-0.65	-3	
C1	0	-1.25		1.25
D2	0.34	0.16	0.75	
C2	0	0.04		-0.05
D3	-0.01	0	-0.03	
C3		-0.01		0.01
D4	0	0	0.01	
計	13.98	-11.7	-2.27	
	上柱			
FEM		-15		
C1		-0.68		
C2		0.17		
C3		0		
計		-15.51		

を与えて、節点でのモーメントの釣合状態を求める。

$$\psi_1 = -50X_1 \quad \psi_2 = -100X_2 \quad \dots\dots(27)$$

2つの強制変位に対し、各々部材①と②及び⑤と⑥には、次に示す基本応力が発生する。ただし、 X_1 と X_2 は共に1とし、各々独立とする。

部材：1、5

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100; & M_{21} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100 \\ M_{45} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100; & M_{54} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -100 \end{aligned} \right\} \dots\dots(28)$$

部材：2、6

$$\left. \begin{aligned} M_{23} &= -100 \cdot k_2 \cdot X_2 = -100; & M_{32} &= -100 \cdot k_2 \cdot X_2 = -100 \\ M_{56} &= -100 \cdot k_6 \cdot X_2 = -100; & M_{65} &= -100 \cdot k_6 \cdot X_2 = -100 \end{aligned} \right\} \dots\dots(29)$$

VII：各層の柱に各々強制変位を与えたときの材端モーメントを、固定法の表を用いて計算し、各断面力図を求める

上の基本応力を用いて、固定法で応力解析を行う。固定法による応力解析は、前課題で既に求めている。解析した結果より、未定係数 X_1 と X_2 に対する曲げモーメント図とせん断力図を、再度図12に示す。

VIII：柱のせん断力と外力との水平方向釣合より、未定定数 X_1 と X_2 の値を求める

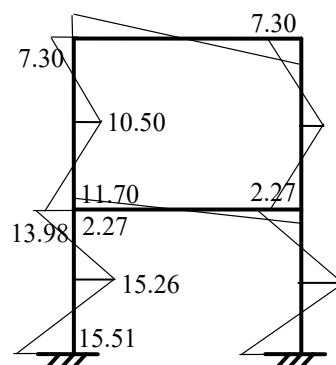
第1層目の柱頭における層モーメントの釣合は次式による。この釣合式には、仮想支持点の反力とは方向が逆の力が加えられている。また、逆対称であることを利用すると、下式となる。

$$\begin{aligned} ({}_1M_{12} + {}_1M_{21})X_1 + ({}_2M_{12} + {}_2M_{21})X_2 &= -(60 + 40) \cdot 4 - (17.8 + 51.44) \cdot 4 / 2 \rightarrow \\ -(86.4 + 72.8)X_1 + (11.9 + 23.8)X_2 &= -(60 + 40 + 17.8 + 51.44) \cdot 4 / 2 \\ 159.2X_1 - 35.7X_2 &= 338.48 \quad \dots\dots(30) \end{aligned}$$

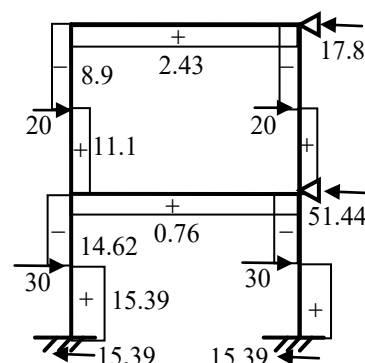
同様に、第2層目の柱頭における層モーメントの釣合は次式による。

$$\begin{aligned} ({}_1M_{23} + {}_1M_{32})X_1 + ({}_2M_{23} + {}_2M_{32})X_2 &= -(40) \cdot 4 - 17.88 \cdot 4 / 2 \rightarrow \\ (12.3 + 4.9)X_1 - (76.7 + 70.7)X_2 &= -(40 + 17.8) \cdot 4 / 2 \\ -17.2X_1 + 147.4X_2 &= 115.60 \quad \dots\dots(31) \end{aligned}$$

以降は、次回お話しする。

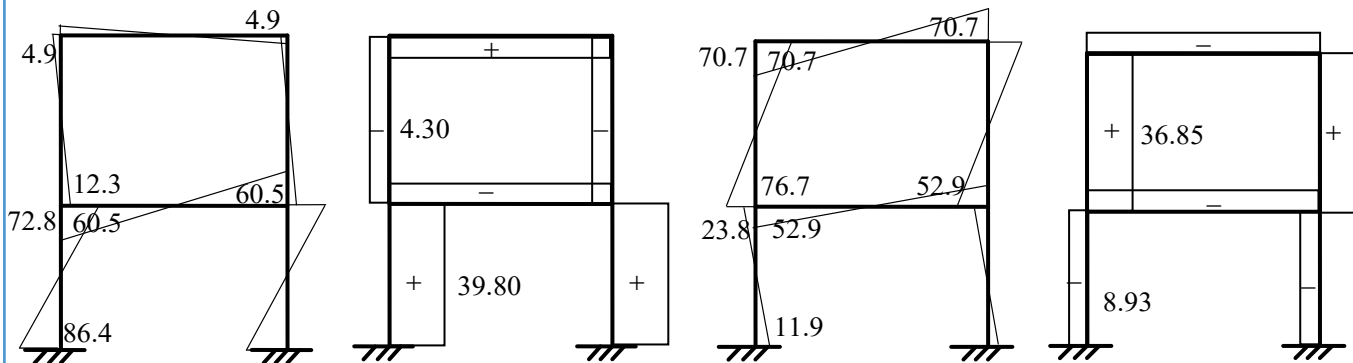


(a) 曲げモーメント図



(b) せん断力図と反力

図11 柱部材荷重による断面力図



(a) 第1層目に強制変位を与えた際の断面力図

(b) 第2層目に強制変位を与えた際の断面力図

図12 2つの強制変位による断面力図:左は曲げモーメント図、右はせん断力図