



基礎 109 話 No.5 両端ピン支持門型ラーメン+柱部材荷重

付 23 話参照
ex106_2

今回は、節点移動のある場合で、しかも、柱に部材荷重が加わる場合について、どのように扱うか、図 17 の例題 2 を用いてお話しする。

3) 両端ピン支持の門型ラーメン+同水平方向柱部材荷重 — ex106_2

図 17 に示すピン支持で、両柱に同方向の水平部材集中荷重が加わる門型ラーメンの応力解析を行う。この門型骨組は対称形状であり、また荷重は逆対称である。従って、変形や曲げモーメントは逆対称となる。以下に、固定法の解析順序に従って、応力解析を行う。

I : 部材荷重のある部材の基本応力を求める

まず、荷重が加わっている部材①と③に関する基本応力を次のように求める。この部材は一端ピン支持であることに注意しよう。

$$\left. \begin{aligned} C_{12} = C_{43} = 0; \quad C_{21} = C_{34} = C + 0.5C = 1.5C \\ C = \frac{Ph}{8}; \quad M_0 = 2C \\ Q_{12} = \frac{P}{2} - \frac{1.5C}{h} = \frac{P}{2} - \frac{1.5}{h} \cdot \frac{Ph}{8} = \frac{5P}{16} = Q_{43} \\ Q_{21} = Q_{34} = -\left(\frac{P}{2} + \frac{1.5C}{h}\right) = -\frac{11}{16}P = -\frac{11C}{2h} \end{aligned} \right\} \dots\dots(23)$$

II : 部材の有効剛比を求める

部材①と③は一端ピン支持の有効剛比を、また変形と応力が逆対称となることから、部材②は逆対称部材としての有効剛比を求める。

$$\bar{k}_1 = \bar{k}_3 = 0.75k_1 = 0.75; \quad \bar{k}_2 = 1.5k_2 = 3.0 \quad \dots\dots(24)$$

III : 節点 2 での分割率を求める

上の有効剛比を用いると、節点 2 における分割率は次式となる

$$\left. \begin{aligned} DF_c = 0.75 / (0.75 + 3.0) = 0.2 \\ DF_b = 3.0 / (0.75 + 3.0) = 0.8 \end{aligned} \right\} \dots\dots(25)$$

IV : 柱の部材荷重に対する応力解析を固定法の表で行う

まず、柱の固定端モーメントに対する応力解析を、固定法の表を用いて行う。ただし、C を 100 として計算する。表 3 のように、未知変数が節点 2 の φ_2 一つであるため、反復計算を行う必要がなく、一回の解放で終了する。

V : 得られた材端モーメントから、部材の断面力を求める

得られた材端モーメントから、柱中央部の曲げモーメントは、

$$M_c = 2C - 0.5 \cdot 1.2C = 1.4C \quad \dots\dots(26)$$

VI : 各断面力図を描く

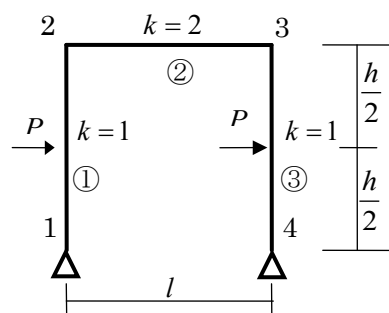


図 17 例題 2 柱に部材荷重が加わる骨組

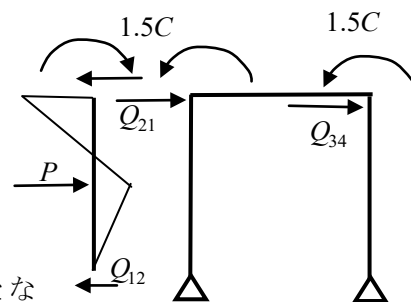


図 18 中間荷重による節点水平荷重

表 3 例題 2 骨組の固定法の表

	下柱	右梁	外力
DF	0.2	0.8	
FEM	150	0	-150
D1	-30	-120	
C1	0		0
D2			
C2			
D3			
C3			
D4			
計	120	-120	

以上の結果より、曲げモーメント図とせん断力図を以下に示す。

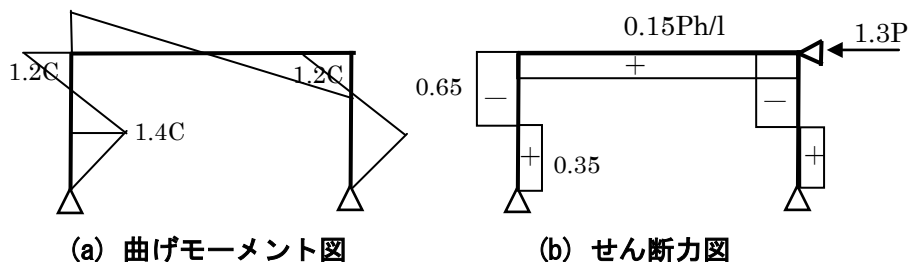


図 19 固定端モーメントによる応力

VII：層せん断力と外力との釣合

柱頭節点への水平外力はゼロにもかかわらず、柱には層せん断力が生じており、水平方向の力の釣合がとれていない。そのため、図のような仮想支持点に反力が生じる。以前にも述べたが、骨組がスウェイする場合、節点移動のない解析を行うと自動的に節点に仮想支持点が設けられ、反力が生じる。つまり、このような状態で解析を行ったことに相当する。そのため、この反力を解除しなければならない。

VIII：部材角による基本応力の計算

この反力を消去するために、強制変位である部材角

$$\psi = -100X_1 \quad \dots\dots(27)$$

を与え、その際の断面力分布を求める。強制変位を与えると部材①と③には、次に示す基本応力が発生する。ただし、ここでは X_1 は 1 とする。

$$\left. \begin{aligned} M_{12} &= 0; & M_{21} &= -50 \cdot k_1 \cdot X_1 = -50 \\ M_{43} &= 0; & M_{34} &= -50 \cdot k_3 \cdot X_1 = -50 \end{aligned} \right\} \dots\dots(28)$$

上の基本応力を用いて、固定法の表で応力解析を行う。

IX：有効剛比と分割率を計算

部材②の逆対称の有効剛比と部材①と③の一端ピン支持部材の有効剛比はⅡで求めた値と同じ、また、これらの有効剛比を用いて、節点 2 での分割率もⅢで求めた値である。ここでは省略する。

X：柱に強制変位、つまり部材角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する

表 4 のように、節点 2 での分割率、FEM(固定端モーメント)を記入する。節点に繋がる部材の固定端モーメントの総和が、モーメントの釣合が取れていればゼロとなるが、ここでは釣合が得られず、50 となっている。その不釣合モーメントを消去するために、符号を反転して外力とする。後は不釣合モーメントが閾値より小さくなるまで反復計算を繰り返す。ただし、ここでは未知変数が一つであるため、反復は一回で終了する。以後の解析は次回お話する。

表 4 例題 2 骨組の固定法の表その 2

	下柱	右梁	外力
DF	0.2	0.8	
FEM	-50	0	50
D1	10	40	
C1	0		0
D2			
C2			
D3			
C3			
D4			
計	-40	40	