



基礎 104 話 No.2 外力と層せん断力の不釣合 仮想支持点

付 22 話参照  
ex104\_1:ex104\_2

4) 両端ピン支持の骨組+等分布荷重

ex104\_1

今回は図 4 の骨組を応力解析し、固定法の解法をさらに深く理解することにしよう。図中の柱の剛比が左右対称でない門型ラーメンの応力解析を、次の順序で固定法により実行し、曲げモーメント図、せん断力図、軸力図を描く。

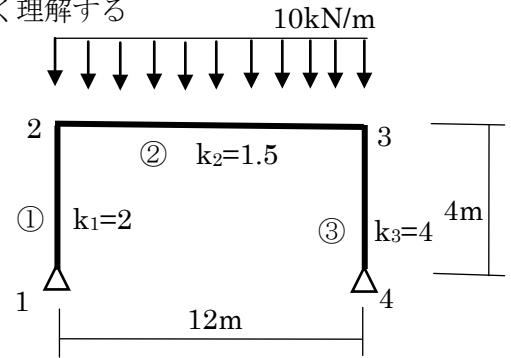


図 4 課題 2 のピン支持門型ラーメン

I : 基本応力の計算

$$C = \frac{Pl^2}{12} = \frac{10 \cdot 12 \cdot 12}{12} = 120kNm;$$

$$M_0 = \frac{Pl^2}{8} = 1.5C = 180kNm; \quad Q_0 = \frac{Pl}{2} = 60kN$$

II : ピン支持を有する部材①と③の有効剛比を求める

$$\bar{k}_1 = \frac{3}{4} \cdot 2 = 1.5; \quad \bar{k}_3 = \frac{3}{4} \cdot 4 = 3.0$$

III : 節点 2 と 3 における分割率を計算

節点 2 における分割率 :

$$DF_c = \frac{1.5}{1.5+1.5} = 0.5; \quad DF_b = \frac{1.5}{1.5+1.5} = 0.5$$

同様に、節点 3 での分割率 :

$$DF_c = \frac{3.0}{1.5+3.0} = 0.667; \quad DF_b = \frac{1.5}{1.5+3.0} = 0.333$$

IV : 表による反復計算

以上で、固定法を用いるための準備段階は終了である。次に、材端モーメントを求めるために反復計算を行う。まず、以下の表を作成し、材端モーメントを求めるための反復計算を行う。

V : 部材断面力の計算 表 2 課題 2 骨組の固定法の表

	下柱	右梁	外力		左梁	下柱	外力
DF	0.5	0.5			0.333	0.667	
FEM		-120	120		120		-120
D1	60	60			-40	-80	
C1		-20	20		30		-30
D2	10	10			-10	-20	
C2		-5	5		5		-5
D3	2.5	2.5			-1.7	-3.3	
C3		-0.9	0.9		1.3		-1.3
D4	0.5	0.5			-0.4	-0.9	
計	73	-72.9			104.2	-104.2	

梁中央の曲げモーメントは、図 5 を参考にすると、

$$M_c = M_0 - (M_{32} - M_{23}) / 2 = 180 - (104.2 + 72.9) / 2 = 91.4kNm$$

また、各部材のせん断力は次のように求められる。まず、両柱のせん断力は次式で与えられる。

$$Q_1 = -(M_{21} + M_{12}) / h = -73.0 / 4 = -18.23kN$$

$$Q_3 = 104.3 / 4 = 26.06kN$$

部材に中間荷重が加わっている梁は、右図のように基本応力と解析結果の曲げモーメントの和で表される。そのため、せん断力は、基本応力のせん断力に図中の曲げモーメントから得られるせん断力を加えれば良い。従って、梁のせん断力は、図 6 より、

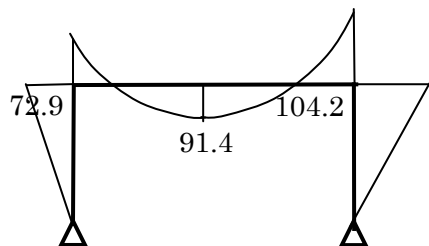
$$Q_{2L} = Q_0 - (\bar{M}_{32} + \bar{M}_{23}) / l = 60 - (-15.8 + 47.0) / 12 = 57.4kN$$

$$Q_{2R} = -60 - (-16.0 + 47.0) / 12 = -62.6kN$$

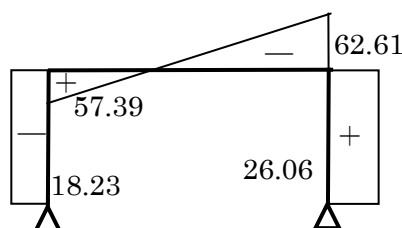
となる。また、柱の軸力は、せん断力との節点での力の釣合より求められる。なお、梁の軸力は後で検討する。

**VI：各断面力図を描く**

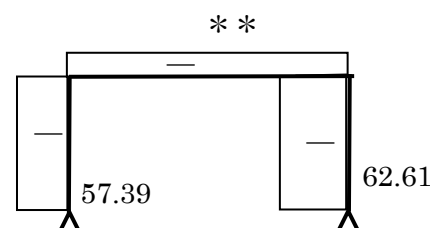
求めた各断面力より、下の断面力図を描く。



(a) 曲げモーメント図



(b) せん断力図



(c) 軸力図

図 7 課題 2 骨組の断面力図

**VII：解析結果の検証**

次に柱頭で切断し、柱のせん断力と水平外力との力の釣合について検討しよう。図 8 に見られるように、水平外力がゼロにもかかわらず、左右の柱におけるせん断力の和がゼロとはならず、応力解析で得た応力状態では、

水平方向の力の釣合がとれていない。これは如何なることか、図 9 を参考にしながら考えてほしい。この原因については、次回以降でお話する。

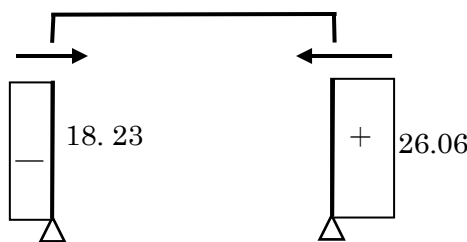
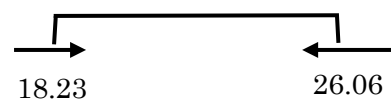
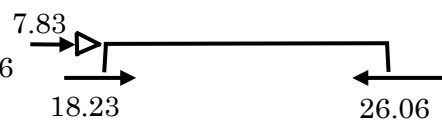


図 8 水平方向の力の釣合を考える



(a) 水平方向の力の釣合が得られていない



(b) 仮想支持点の反力で釣合

図 9 仮想支持点を考慮