



基礎 8 4 話 No.1 2 層固定支持骨組+梁等分布荷重

付 19 話参照
ex84_1

今回から、整形の多層骨組の応力解析を行う。ここでは、層せん断力の釣合あるいは層モーメント釣合が層の数だけ必要となる。

1) 2 層固定支持骨組+鉛直方向等分布荷重 ex84_1

まず、2 層の骨組の梁に等分布荷重が加わっている場合について、応力解析を行い、曲げモーメント図、せん断力図、軸力图を描く。図 1 に示される 2 層の骨組は、対称構造に対称荷重が加わっていることから、変形・応力は対称となる。固定境界と対称条件を以下に示す。ここで、 ψ_I と ψ_{II} は第 1 層と 2 層の部材角を表し、各柱はその層の部材角を有する。ただし、対称変形であることから柱の部材角はゼロである。当然、梁にも部材角は生じない。

$$\varphi_1 = \varphi_4 = 0;$$

$$\varphi_2 = -\varphi_5; \varphi_3 = -\varphi_6; \psi_I = \psi_{II} = 0$$

解析は次の順序で行う。解析順序を良く覚えておこう。

I : 基本応力の計算

③部材

$$C = \frac{p_w l^2}{12} = \frac{40 \times 6^2}{12} = 120kNm; M_0 = \frac{p_w l}{8} = 180kNm; Q = \frac{p_w l}{2} = 120kN$$

④部材

$$C = \frac{20 \times 6^2}{12} = 60kNm; M_0 = \frac{20 \times 6^2}{8} = 90kNm; Q = \frac{20 \times 6}{2} = 60kN$$

II : 基本式 (境界条件と対称条件を考慮: $\varphi_1 = \varphi_4 = 0; \varphi_2 = -\varphi_5; \varphi_3 = -\varphi_6$)

①部材 (柱)

$$M_{12} = 2\varphi_2$$

$$M_{21} = 4\varphi_2$$

②部材 (柱)

$$M_{23} = 2\varphi_2 + \varphi_3$$

$$M_{32} = 2\varphi_3 + \varphi_2$$

③部材 (梁)

$$M_{25} = 3(2\varphi_2 + \varphi_3) - 120 = 3\varphi_2 - 120$$

$$M_{52} = 3(2\varphi_3 + \varphi_2) + 120 = -3\varphi_2 + 120$$

④部材 (梁)

$$M_{36} = 2(2\varphi_3 + \varphi_6) - 60 = 2\varphi_3 - 60$$

$$M_{63} = 2(2\varphi_6 + \varphi_3) + 60 = -2\varphi_3 + 60$$

III : 釣合式

節点 2 でのモーメントの釣合 :

$$M_{21} + M_{23} + M_{25} = 0 \rightarrow$$

$$4\varphi_2 + 2\varphi_2 + \varphi_3 + 3\varphi_2 - 120 = 0 \rightarrow 9\varphi_2 + \varphi_3 = 120$$

節点 3 でのモーメントの釣合 :

$$M_{32} + M_{36} = 0 \rightarrow$$

$$2\varphi_3 + \varphi_2 + 2\varphi_3 - 60 = 0 \rightarrow \varphi_2 + 4\varphi_3 = 60$$

釣合式をまとめ、行列表示すると、次の連立方程式が得られる。

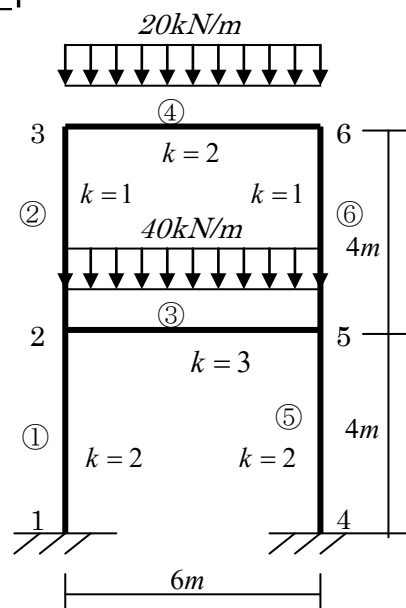
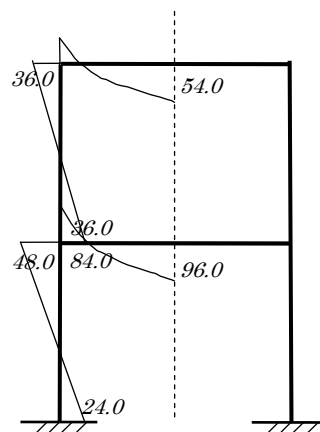


図 1 鉛直等分布荷重を受ける 2 層骨組



(a) 曲げモーメント図

IV : 釣合式を解く

$$\begin{bmatrix} 9 & 1 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varphi_2 \\ \varphi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 120 \\ 60 \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{Bmatrix} \varphi_2 \\ \varphi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 12 \\ 12 \end{Bmatrix}$$

V : 得られた解を材端モーメントに代入する

$$\left. \begin{aligned} M_{12} = 2\varphi_1 = 2 \times 12 = 24kNm \\ M_{21} = 2(2\varphi_2) = 4 \times 12 = 48kNm \end{aligned} \right\}; \left. \begin{aligned} M_{23} = 1(2\varphi_2 + \varphi_3) = 24 + 12 = 36kNm \\ M_{32} = 1(2\varphi_3 + \varphi_2) = 36kNm \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} M_{25} = 3\varphi_2 - 120 = 3 \times 12 - 120 = -84kNm \\ M_{52} = -3\varphi_2 + 120 = 84kNm \end{aligned} \right\}; \left. \begin{aligned} M_{36} = 2\varphi_3 - 60 = 24 - 60 = -36kNm \\ M_{63} = -2\varphi_3 + 60 = -36kNm \end{aligned} \right\}$$

VI : 基本応力を考慮して、部材荷重が加わっている梁中央の曲げモーメントを求める

部材 3 と 4 の部材中央の曲げモーメントは次式で与えられる。

$$M_{3C} = M_0 - \frac{1}{12}(-M_{25} + M_{52}) = 180 - \frac{1}{2}(84 + 84) = 96kNm$$

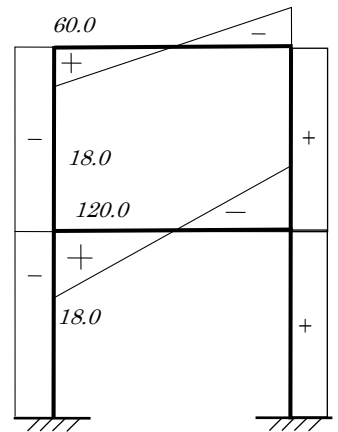
$$M_{4C} = 90 - \frac{1}{2}(36 + 36) = 54kNm$$

VII : 変形や断面力分布が対称であることを考慮し、曲げモーメント図、せん断力図、軸力図を図 2 に示す

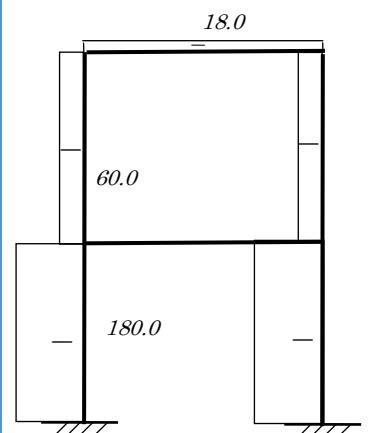
図 2 を利用して反力を求め、外力と反力を図 3 に示す。同図より、上下方向と水平方向の力の釣合がとれていることは容易に理解できる。また、節点 1 での外力と反力とのモーメントは次式で表される。

$$M_1 = 2 \times 6 \cdot \frac{6}{2} + 4 \times 6 \cdot \frac{6}{2} - 2.4 + 2.4 - 18 \times 6 = 36 + 72 - 108 \rightarrow 0$$

図 4 には、節点における断面力の釣合が表されている。節点 3 では、同図(a)のように梁と柱による曲げモーメントの釣合、また、梁のせん断力と柱の軸力による力の釣合、梁の軸力と柱のせん断力による力の釣合が認められる。同様に、節点 2 においても同図(b)よりモーメントの釣合、x 方向・y 方向の力の釣合が得られていることが分かる。



(b) せん断力図



(c) 軸力図

図 2 2層骨組の断面力図

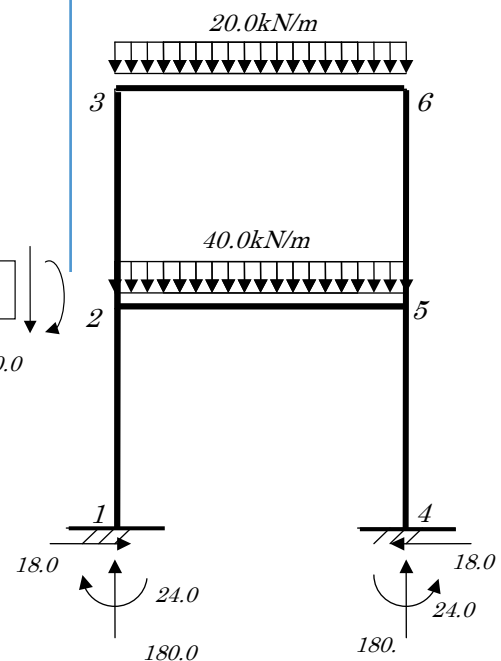
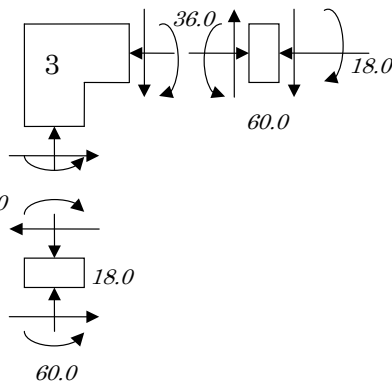
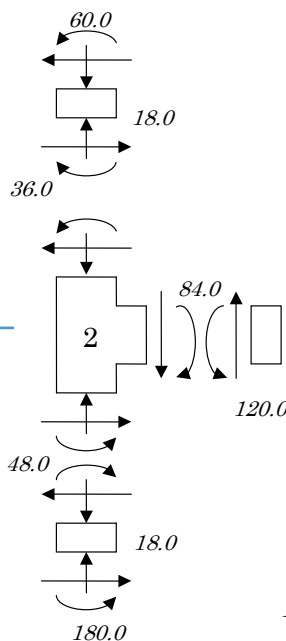


図 3 反力と外力



(a) 節点 3 での力の釣合



(b) 節点 2 での力の釣合

図 4 節点での力の釣合