



基礎 3 9 話 No.6 3 ヒンジ山形ラーメン+各種荷重

付 9 話参照
ex38_4; ex39_1

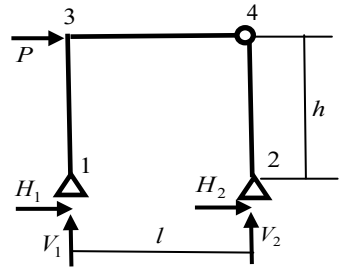
今回は前回に続いて、基本構造である単純梁の拡張型として 3 ヒンジ門型ラーメンの残りとして 3 ヒンジ山形ラーメンの応力解析を行う。まず、図 25 (d) に示される構造の断面力図を求める。

4) 図 25 (d) の柱頭水平荷重+3 ヒンジ門型ラーメン ex38_4

図 25 (d) の構造の反力： $H_1 = -P$; $H_2 = 0$; $V_1 = -\frac{Ph}{l}$; $V_2 = \frac{Ph}{l}$

梁の右端と柱がピン接合であると、この門型ラーメンは節点2がローラー支持の基本構造門型ラーメンと同一の断面力分布となる。この骨組の断面力図は既に求めているのでそれらと比較すると良い。節点1-2間の曲げモーメントはピン支持点1の水平反力より簡単に求められる。節点3における曲げモーメントは $M_3 = Ph$ となり、節点におけるモーメントの釣合より、梁端部の曲げモーメントも同じである。節点4がピン接合で曲げモーメントはゼロとなるため、梁両端の曲げモーメントが決定し、後は直線で結べば良い。せん断力は、曲げモーメント分布に傾きがある部材に生じるため、節点1-3間と3-4間に、その値は支持点反力との釣合あるいは曲げモーメントの傾きから得られる。

梁の軸力は、節点4における水平方向の力の釣合より、柱にせん断力がないことからゼロであり、柱の軸力は支持点反力との釣合より求められる。特に注目すべきは、門形ラーメンでは水平荷重が加わると、右側の柱は圧縮となり、左側の柱は引張となることである。覚えておこう。



(d) 柱頭水平集中荷重

図 25 3 ヒンジ門型ラーメン

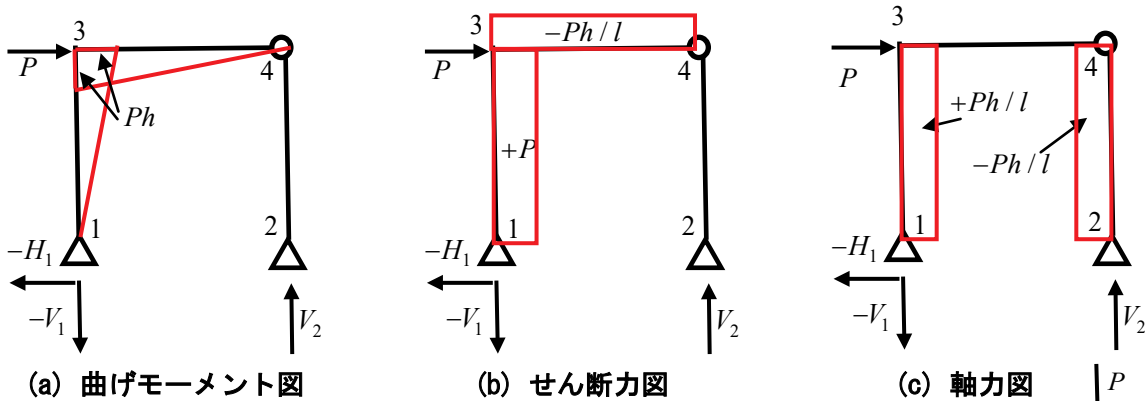
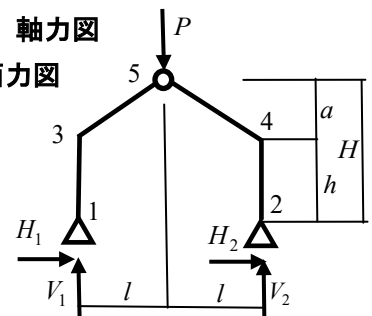


図 29 柱頭水平集中荷重を受ける 3 ヒンジ門型ラーメンの断面力図

V) 3 ヒンジ山形ラーメン

続いて、図 30 に示す 3 ヒンジ山形ラーメンの断面力を求めてみよう。ここでも、既に反力は求められている。以前にお話しした反力の求め方を復習しておこう。3つの外力と反力の釣合は次式となる。



(a) 頂点鉛直集中荷重

$$x: H_1 + H_2 = 0; \quad y: P - V_1 - V_2 = 0$$

$$M_1: Pl - 2V_2l = 0 \rightarrow V_2 = \frac{P}{2} \rightarrow V_1 = \frac{P}{2}$$

節点 5 を切断し、節点 2 を含む閉曲線内で、節点 5 に関するモーメントの釣合は、節点 5 がピン接合であることを考慮すると、

$$M_5: V_1l - H_1H = 0 \rightarrow H_1 = \frac{l}{H}V_1 = \frac{l}{2H}P; \quad H_2 = -\frac{l}{2H}P$$

となり、最終的に次のようになる。

1) 図 30(a) の鉛直荷重+3 ヒンジ山形ラーメン ex39_1

図 30(a) の反力： $H_1 = \frac{l}{2H}P; \quad H_2 = -\frac{l}{2H}P; \quad V_1 = \frac{P}{2}; \quad V_2 = \frac{P}{2}$

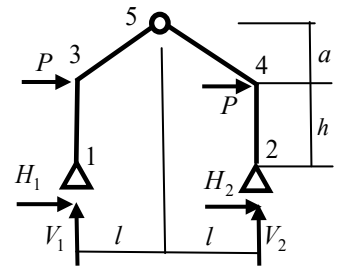
屋根の勾配は $\tan \theta = a/l$ から θ を求めておく。反力の値より、反力の適切な方向を図 32(a) に示す。この骨組は対称構造で対称荷重であるため、断面力図は対称となる。節点 1-3 間及び 2-4 間の曲げモーメント分布は切断法の簡易型により求められる。節点 3 と 4 の曲げモーメント M_3 と M_4 は $H_1h = Plh/2H$ となる。節点 3 におけるモーメントの釣合より、梁側の節点 3 の曲げモーメントも同じとなる。節点 3-5 間の曲げモーメント分布は、節点 5 がピン接合であることから、曲げモーメントはゼロであり、後は直線で結べば良い。節点 4-5 間も同様である。

次に柱のせん断力分布は、柱支持点の水平反力との釣合より、 $Q_c = H_1 = Pl/2H$ であり、軸力は支持点反力との釣合より、圧縮で $N_c = P/2$ となる。断面力は対称であるため、節点 2-4 間の柱も同様である。梁のせん断力は曲げモーメントの傾きより、 $Q_b = lhP/2HL$ となる。ただし L は梁の長さを表す。柱の軸力は、支持点との力の釣合より、求められる。また、梁の軸力は節点 3 における水平方向と軸方向の力の釣合より求められる。ただし、部材が斜めに接合している場合は、どちらかの座標系に断面力を回転し、同じ方向で力の釣合を取る必要がある。力の回転については次回お話しする。図 31(b) を参考にすると、

$$Q_b = -Q_c \cos \bar{\theta} + N_c \sin \bar{\theta} = -\frac{lP}{2HL} - \frac{Pl}{2L} = \frac{Pl(-a + (h+a))}{2HL} = \frac{lhP}{2HL}$$

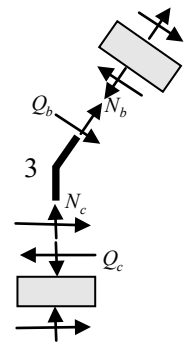
$$N_b = -Q_c \sin \bar{\theta} - N_c \cos \bar{\theta} = -\frac{lP}{2HL} - \frac{Pa}{2L} = -\frac{P(l^2 + aH)}{2HL} = -\frac{P(L^2 + ah)}{2HL}$$

上記のように求めたせん断力は先に求めたせん断力に一致する。ここで用いた回転角 $\bar{\theta}$ は $\cos \bar{\theta} = a/L; \sin \bar{\theta} = l/L$ である。

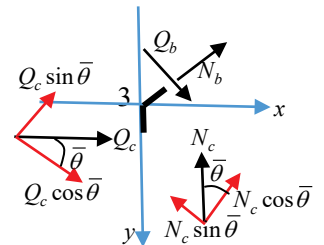


(b) 柱頭水平集中荷重

図 30 3 ヒンジ山形ラーメン



(a) 節点 3 における力の釣合



(b) 断面力の回転

図 31 節点 3 における力の釣合

図 32 梁鉛直集中荷重を受ける 3 ヒンジ山形ラーメンの断面力図

