



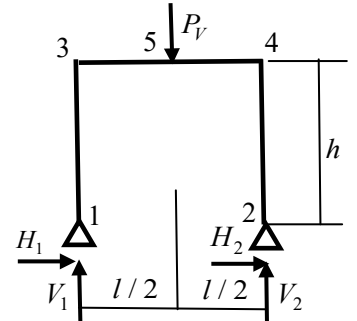
基礎 37 話 No.4 両端ピン支持門型ラーメン+逆対称荷重

付 8 話参照
ex37_1; ex37_2

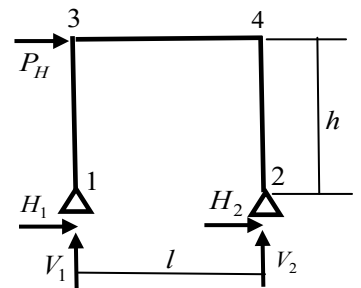
今後以降数回に渡って、基本構造である単純梁の拡張型として、3 ヒンジ型の門型ラーメンの応力解析についてお話する。まず、図 21 の両端ピン支持門型ラーメンについて考える。反力計算のお話をした際、この門型ラーメンは反力の自由度が 4 つあり、**不静定構造物**であると言った。不静定構造では、梁・柱の剛性、つまりヤング係数や断面二次モーメントなど、部材の特性によって反力は変化し、断面力分布も変わる。不静定構造の応力解析の話は後日、詳細にお話することにしよう。

図 21 の門型ラーメンは対称構造であり、同図(a)は対称荷重、同じく(b)と(c)は逆対称荷重である。そのため、反力も前者は対称、後者は逆対称となる。図(b)の逆対称は、梁の軸剛性が大きく、剛体と見做せる場合で、節点 3 と 4 に $P_H / 2$ が加わった時と同じとなる。

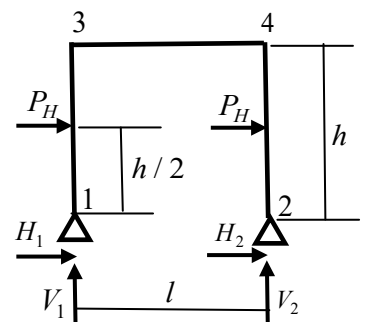
同図(a)の構造・荷重状態で、鉛直方向反力は求められるが、対称条件を用いても水平反力は決まらない。例えば、梁の曲げ剛性が柱のそれより圧倒的に大きい場合、梁端部の回転角は自由となり、水平反力はゼロに近づく。逆に、梁の曲げ剛性が柱のそれより圧倒的に小さい場合、梁端部は固定支持と近似し、支持点では水平反力が、柱には曲げモーメントが生じる。前者の曲げモーメント分布は図 22(a)となり、後者は同図(b)となる。実際の骨組ではこの中間の状態となる。このように不静定構造は、部材の特性を考慮しないと骨組全体の応力分布は決定しない。



(a) 梁中央鉛直集中荷重

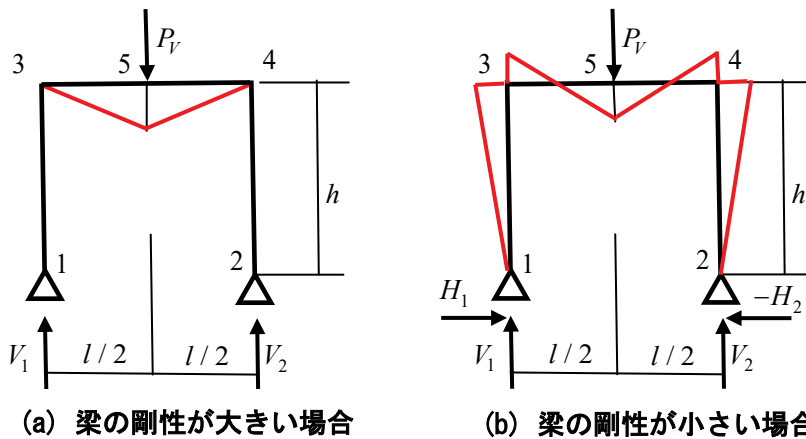


(b) 柱頭水平集中荷重



(c) 柱中間水平集中荷重

図 21 両端ピン支持門型ラーメン



(a) 梁の剛性が大きい場合 (b) 梁の剛性が小さい場合

図 22 対称荷重を受ける門型ラーメンの曲げモーメント図

一方、逆対称荷重では逆対称条件により反力が求められ、同図 21 (b) の骨組の反力は、 $H_1 = H_2 = -P_H / 2; V_2 = P_H h / l = -V_1$ となる。また、同図 (c) の骨組の反力は、同様の手法により、 $H_1 = H_2 = -P_H; V_2 = P_H h / l = -V_1$ となる。この場合の反力を読者が計算して確かめられたい。

5) 図 21 (b) の柱頭水平荷重+両端ピン支持門型ラーメン ex37_1

これまでの手法がそのまま使用でき、簡単に断面力図が得られる。まず、各断面力が逆対称となることを考慮して、曲げモーメント図を求める。水平反力から、節点 1-3 間及び 2-4 間の曲げモーメント分布が、切断法の簡易型で得られる。節点 3 と 4 の曲げモーメントは、各々 $P_H h / 2$ となり、節点 3-4 間では両端の曲げモーメントから得られる。逆対称であることから梁中央で曲げモーメントはゼロとなる。せん断力図は曲げモーメントの傾きから、また軸力は支持点反力との釣合から容易に求められる。特に、この骨組では、水平荷重の半分が、節点 3-4 間の軸力を経て右側の柱に伝わり、外力は両柱に均等にせん断力として伝達される。この基本構造の断面力分布を良く覚えておこう。

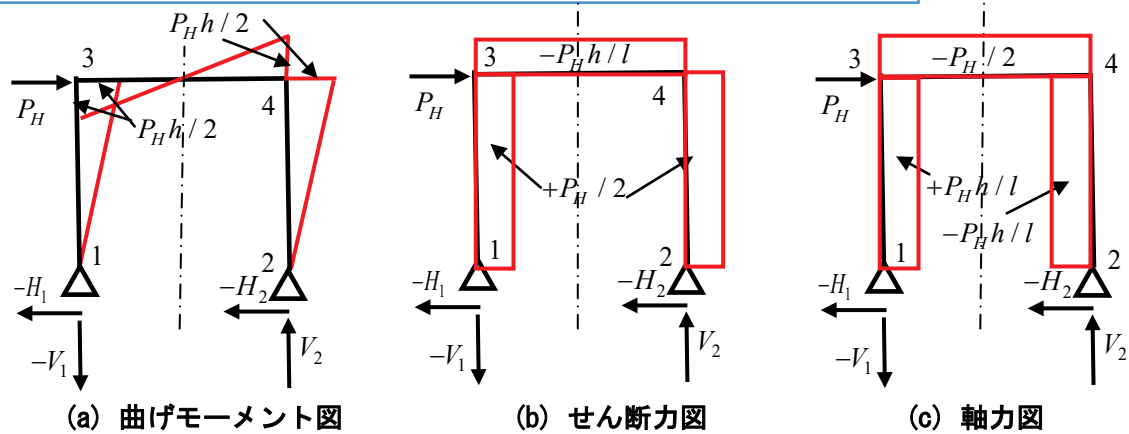


図 23 逆対称荷重を受ける門型ラーメンの断面力図

6) 図 21 (c) の柱中間荷重+両端ピン支持門型ラーメン ex37_2

門型ラーメンの応用として、柱の中間に水平荷重が加わった場合の応力解析がある。節点 5-3 間及び 6-4 間の曲げモーメントには勾配がなく、せん断力はゼロとなる。すなわち、節点 3 と 4 の曲げモーメントは、切断法の簡易法によると $M_3 = H_1 h - P_H h / 2$ より $P_H h / 2$ となり、荷重点の曲げモーメントと同じとなる。軸力も節点での力の釣合より求められる。

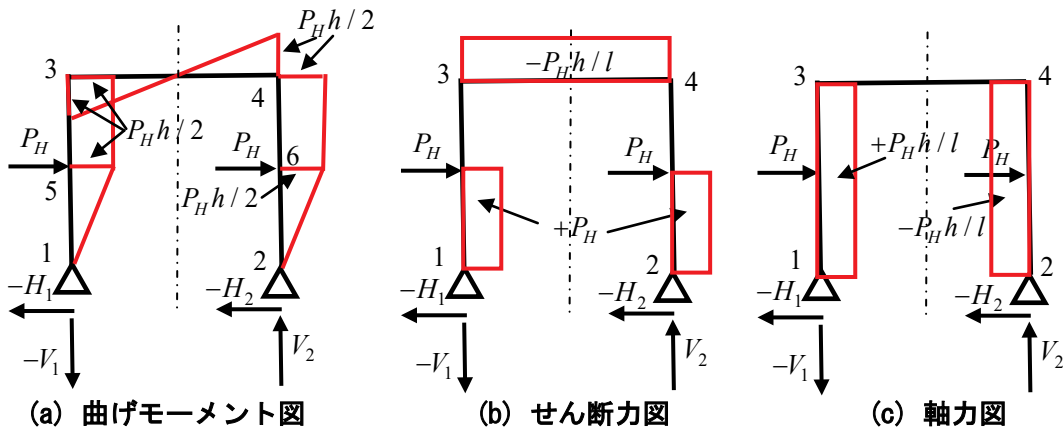


図 24 柱中間部に逆対称荷重を受ける門型ラーメンの断面力図