



基礎 78 話 たわみ角法の基本式まとめ

複雑な構造の応力解析を行う前に、境界条件や基本応力についてまとめる。また、たわみ角法の基本式を再度表示する。必ず覚えておこう。

R39 : たわみ角法の基本式

1 : 両端剛接合の場合

$$M_{ij} = \frac{2EI}{l}(2\theta_i + \theta_j - 3R) - C_{ij}$$

$$M_{ji} = \frac{2EI}{l}(2\theta_j + \theta_i - 3R) + C_{ji}$$

部材角と固定端モーメント

$$R = \frac{v_j - v_i}{l}; \quad C_{ij}, C_{ji}$$

2 : 一端ピン・他端剛接合の場合

$$M_{ij} = 0$$

$$M_{ji} = \frac{2EI}{l}(1.5\theta_j - 1.5R) + C_{ji} + \frac{1}{2}C_{ij}$$

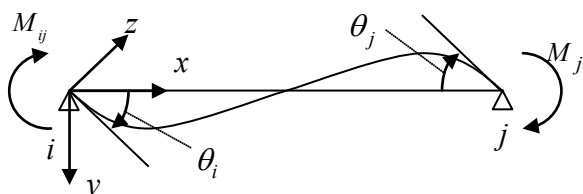


図 1 梁材端変位と材端モーメント

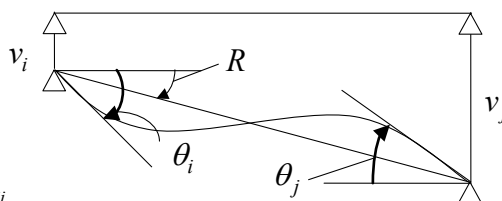


図 2 部材角と両端変位の関係

基本式でも単位系に気を付けよう

基本式の左辺はモーメントの単位を持つことから、右辺の各項も同様である。 θ, R は角度であり、無次元量である。従って、曲げ剛性を表す EI/l もモーメントの単位を持つ。例えば、 C_{ij} が kNm の単位であれば、曲げ剛性も同じ単位でなければならない。

基本式その 2 でも同様に、単位系には気を付ける。係数の剛比 k は無次元量であるため、 φ, ψ はモーメントの単位を持つ。固定端モーメントが kNm の単位であれば、解析結果の φ, ψ も kNm の単位を有する。これは特に注意が必要。

R40 : たわみ角法の基本式その 2

標準剛度 $K_0 = 2EI_0/l_0$ を用いて、たわみ角法の基本式を変換する。パラメータ k は剛比という。

パラメータ変換

$$k = \frac{K}{K_0}; \quad K = \frac{2EI}{l}$$

$$\varphi_i = \theta_i K_0; \quad \psi = -3RK_0$$

両端剛接合

$$M_{ij} = k(2\varphi_i + \varphi_j + \psi) - C_{ij}$$

$$M_{ji} = k(2\varphi_j + \varphi_i + \psi) + C_{ji}$$

一端ピン・他端剛接合

$$M_{ij} = 0$$

$$M_{ji} = k(1.5\varphi_j + 0.5\psi) + C_{ji} + C_{ij}/2$$

次に、基本応力についてまとめる。特に固定端モーメントで一端ピン支持となった場合は基本応力が次のように変化するので注意されたい。

R44 : 両端剛接合及び一端ピン+他端剛接合の梁の基本応力

両端剛接合

中央集中荷重 $C = \frac{Pl}{8}; \quad M_0 = \frac{Pl}{4} = 2C; \quad Q = \frac{P}{2}$

等分布荷重 $C = \frac{p_w l^2}{12}; \quad M_0 = \frac{p_w l^2}{8} = \frac{3}{2}C; \quad Q = \frac{p_w l}{2}$

一端ピン・他端剛接合

$$\bar{C} = \frac{3Pl}{16}; \quad M_0 = \frac{Pl}{4}; \quad Q_L = \frac{5P}{16}; \quad Q_R = -\frac{11P}{16}$$

$$\bar{C} = \frac{p_w l^2}{8}; \quad M_0 = \frac{p_w l^2}{4}; \quad Q_L = \frac{3p_w l}{8}; \quad Q_R = -\frac{5p_w l}{8}$$

上記の一端がピン支持された部材に、中間荷重が加わる場合の基本応力について考えよう。この場合、図3で示される一端ピン支持の応力状態を基本応力にする。

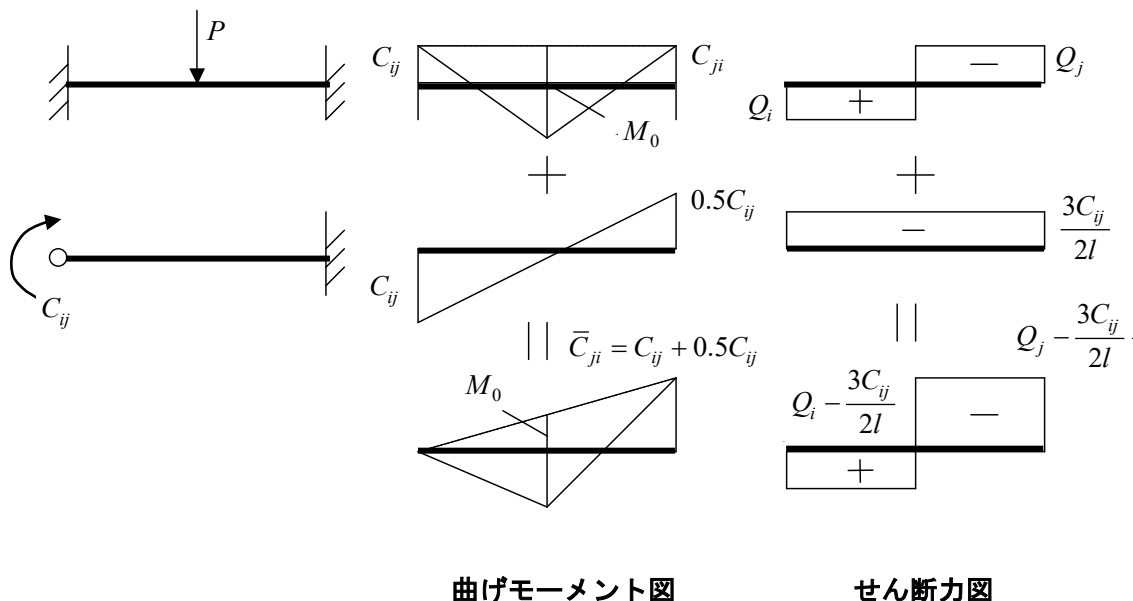


図3 両端固定から一端ピン支持への基本応力の変化

現在、実務でたわみ角法を用いることはまずない。しかし、同法を理解し、演習することで、重要な情報が多数得られる。コンピュータによる解析結果を分析する際、大いに役立つことになろう。

R45：対称構造＋対称荷重は対称応力、対称変形

- 1：梁の中央に対称軸がある場合、次の条件のもとに骨組の半分を解く
 - 1. 部材角はなし
 - 2. 対称軸に対し、対応する節点回転角には同じ値で逆符号となる
- 2：柱に対称軸がある場合
 - 1. 部材角はなし
 - 2. 対称軸上の柱と梁の接合部で、梁は固定境界とし、柱は消去する
該当する柱には応力は生じない

R46：対称構造＋逆対称荷重は逆対称応力、逆対称変形

- 1：梁の中央に対称軸がある場合、次の条件のもとに骨組の半分を解く
 - 1. 柱に部材角あり
 - 2. 対称軸に対し、対応する節点回転角は同符号で同じ値となる
- 2：柱に対称軸がある場合
 - 1. 柱に部材角あり、対称軸上の柱の曲げ剛性を半分にする
 - 2. 対称軸に対し、対応する節点回転角は同符号で同じ値となる