

大阪市立大学工学部 正員 小松定夫

橋梁設計事務所 K.K. 正員 〇大山 峰

主桁がねじり剛性をもつ格子桁は、主桁 N 本、横桁 P 本のとき、横桁の中点で切断して基本形を作ることににより、不静定量として横桁の中点において、せん断力およびモーメントが存在するから $2P(N-1)$ 次の不静定構造物となる。以下にとり扱う格子構造形式はつぎの仮定を満足するものとする。

1) 横桁のねじり剛性を無視する。 2) 横桁は直線材である。 3) 横桁はすべて主桁と剛結している。

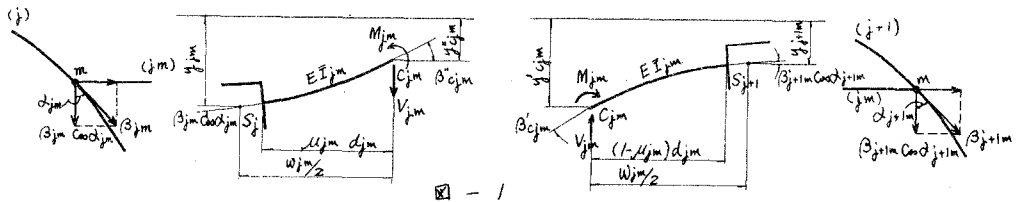


図 - 1

一般に、横桁 (jm) に対して主桁 j が偏角 α_{jm} 、主桁 $j+1$ が偏角 α_{j+1m} で剛結する場合、横桁の中点 C_{jm} で切断した場合、つぎの釣合式が成立立つ。(図-1)

$$\begin{cases} y'_{cjm} = y_{j+1m} + \frac{w_{jm}}{2} \beta_{j+1m} \cos \alpha_{j+1m} - \frac{V_{jm}(1-\mu_{jm}^3)d_{jm}^3}{3EI_{jm}} - \frac{M_{jm}(1-\mu_{jm}^2)d_{jm}^2}{2EI_{jm}} \\ \beta'_{cjm} = \beta_{j+1m} \cos \alpha_{j+1m} - \frac{V_{jm}(1-\mu_{jm}^2)d_{jm}^2}{2EI_{jm}} - \frac{M_{jm}(1-\mu_{jm})d_{jm}}{EI_{jm}} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} y''_{cjm} = y_{j+1m} - \frac{w_{jm}}{2} \beta_{j+1m} \cos \alpha_{j+1m} + \frac{V_{jm} \mu_{jm}^3 d_{jm}^3}{3EI_{jm}} - \frac{M_{jm} \mu_{jm}^2 d_{jm}^2}{2EI_{jm}} \\ \beta''_{cjm} = \beta_{j+1m} \cos \alpha_{j+1m} - \frac{V_{jm} \mu_{jm}^2 d_{jm}^2}{2EI_{jm}} + \frac{M_{jm} \mu_{jm} d_{jm}}{EI_{jm}} \end{cases} \quad (2)$$

断面 C_{jn} における連続条件は $y'_{cjn} = y'_{cjn}$, $\beta'_{cjn} = \beta'_{cjn}$ であるから (1), (2) より

$$\begin{cases} y_{j+1n} - y_{jn} + \frac{w_{jn}}{2} (\beta_{j+1n} \cos \alpha_{j+1n} + \beta_{jn} \cos \alpha_{jn}) = \frac{V_{jn} d_{jn}^3}{3EI_{jn}} \{ \mu_{jn}^3 + (1-\mu_{jn}^3) \} + \frac{M_{jn} d_{jn}^2}{2EI_{jn}} \{ (1-\mu_{jn}^2) - \mu_{jn}^2 \} \\ \beta_{j+1n} \cos \alpha_{j+1n} - \beta_{jn} \cos \alpha_{jn} = \frac{V_{jn} d_{jn}^2}{2EI_{jn}} \{ (1-\mu_{jn}^2) - \mu_{jn}^2 \} + \frac{M_{jn} d_{jn}}{EI_{jn}} \end{cases} \quad (3)$$

一系、主桁 j の横桁取付点 n における変形量はつぎのようになる。

$$\begin{cases} y_{jn} = y_{j0n} + \sum_{m=1}^P (V_{jm} - V_{j-1m}) \delta_{jnm} + \sum_{m=1}^P \left\{ M_{jm} - M_{j-1m} - \left(\frac{w_{jm}}{2} V_{jm} + \frac{w_{j-1m}}{2} V_{j-1m} \right) \right\} (\delta_{jnm} \cos \alpha_{jn} + \delta_{jnm}^0 \sin \alpha_{jn}) \\ \beta_{jn} = \beta_{j0n} + \sum_{m=1}^P (V_{jm} - V_{j-1m}) \phi_{jnm} + \sum_{m=1}^P \left\{ M_{jm} - M_{j-1m} - \left(\frac{w_{jm}}{2} V_{jm} + \frac{w_{j-1m}}{2} V_{j-1m} \right) \right\} (\phi_{jnm} \cos \alpha_{jn} + \phi_{jnm}^0 \sin \alpha_{jn}) \end{cases} \quad (4)$$

式(3), (4)より, 結局, つぎの行列が成り立つ。

$$\begin{bmatrix} AC \\ BD \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G \\ H \end{bmatrix}, \quad \therefore \begin{bmatrix} V \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} AC \\ BD \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} G \\ H \end{bmatrix} \quad (5)$$

ここで, A, B, C, D は係数行列, V, M は不静定量, G, H は荷重項を示す。

つぎに, 主桁の各格長における断面力および変形量はつぎようになる。

$$S_{kn} = S_{k0} + [R_k \quad i_k] \begin{bmatrix} V_{k+1} \\ M_{k+1} \end{bmatrix} + [R_k \quad j_k] \begin{bmatrix} V_k \\ M_k \end{bmatrix} \quad (6)$$

数値計算例として図-2に示すような主桁3本, 横桁7本の単純支持直角格子桁および5°, 10°偏角した台形格子桁と考へ, 載荷矢は, 同一平面内で共通であるとし, 格長における断面力および変形量の影響面を求めた。なお, 本解法は, かなりの計算量を要するため, 著者らはIBM7090型電子計算機を使用した。数値計算結果の一例を図-3に示す。以上の数値計算結果に対して, 偏角αの影響について考察すれば以下のようである。

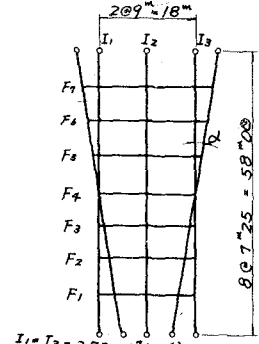


図-2

- 1) 主桁格長の曲げモーメントの影響面については, 偏角の影響は端主桁よりも中間主桁の方が著しく, F_1, F_2, F_3 では安全側に, F_5, F_6, F_7 では危険になり, この傾向は偏角αが大きくなるほど著しくなる。

- 2) せん断力の影響面については, 端断面では大差ないが, スパン中央に近づくにつれて偏角αの影響が著しい。

- 3) たわみ影響面については大きな差異が認められない。

結論として, 台形に南いた格子構造では, そのαが小さいときは, その影響を無視してもかなりの妥当性を保つ得るが, αが大きい場合には, 安全性および経済性に対する検討が必要であり, とくにαの影響は端主桁よりもむしろ中主桁において著しいことに注目して十分な考慮が必要である。

本解法は厳密解法であり, 台形に南いた単純支持格子桁のみならず, 広く, 桁間隔の異なる曲線格子桁, 斜交格子桁およびこれらの連続形式にまで適用されるものである。

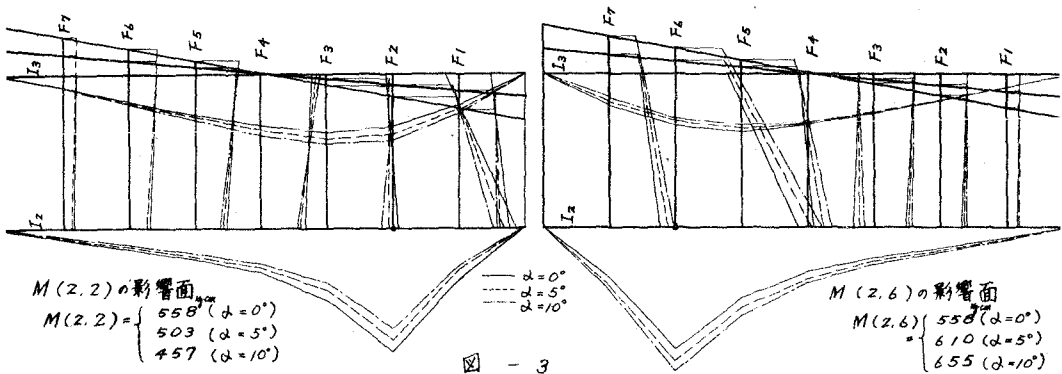


図-3