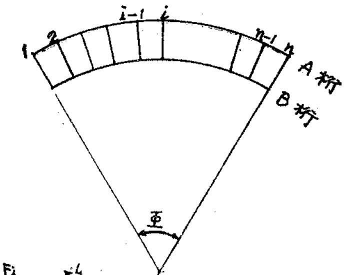
I－140　　弾性捩れ拘束に於ける曲線格子桁の解析

東京大学工学部　正員　工博　奥村 敏恵
日本橋梁　正員　中村米太郎

曲線桁には種々の理論があるが それらは単純支持との仮定を設けているが、最近道路公団、首都高速道路公団等に左図のようなI－Boxに対してL支点支持のような構造が採用されてきた。この場合単純支持条件に於ける「完全捩れ拘束」の条件に対して弾性捩れ拘束の条件が入って来る。この条件下に於ける曲線格子桁をtransfer matrixを用いて解析する。



解析方法

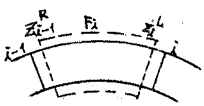
図のような曲線格子2並列箱桁について解析を行う。

Field transfer matrix F_i の計算

曲線桁の弾性方程式よりLaplace変換を用いて求める。

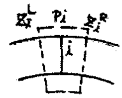
（注：深沢泰晴氏の「並列主桁曲線橋の解析」を参照の事）

$$Z_i^L = F_i \cdot Z_i^R$$



但し Z_i；i点に於けるstate matrixで i点に於けるA、B桁の撓み、捩れ角、撓み角、曲げモーメント、捩れモーメントを含む。（但しこの場合箱桁を扱う故、反りモーメントは無視する）

2. Point transfer matrix P_i の計算

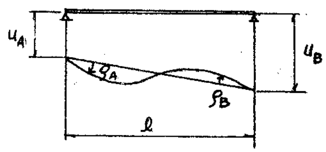


左図のように横桁を主桁と切断して、そこに不静定曲げモーメント M_Q、不静定剪断力 Q_Q を作用させ、横桁の釣合より求める。

$$M_Q^A = \frac{2EI_Q}{l}\left(2\varphi_A + \varphi_B - \frac{3}{l}u_B + \frac{3}{l}u_A\right)$$

$$M_Q^B = \frac{2EI_Q}{l}\left(\varphi_A + 2\varphi_B - \frac{3}{l}u_B + \frac{3}{l}u_A\right)$$

$$Q_Q^A = Q_Q^B = \frac{6EI_Q}{l^2}\left(\varphi_A + \varphi_B - \frac{2}{l}u_B + \frac{2}{l}u_A\right)$$



$$\therefore Z_i^R = P_i \cdot Z_i^L$$

3. 境界条件の挿入及び支点に於ける断面力、変形量の計算

$$Z_n^R = P_n \cdot F_n \cdots P_i \cdot F_i \cdots P_2 \cdot F_2 \cdot P_1 \cdot Z_1^L$$
$$= G \cdot Z_1^L$$

Z_n^R、Z_1^L に境界条件を入れて Z_n^R、Z_n^L に於ける断面力 変形量を計算する。

但し単純支持の場合

$Z_1^L,\ Z_n^R$ に於て

$u = \varphi = M = 0$

弾性捩れ拘束の場合

$Z_1^L,\ Z_n^R$ に於て

$u = M = T = 0$

4. 中間点の断面力、変形量の計算

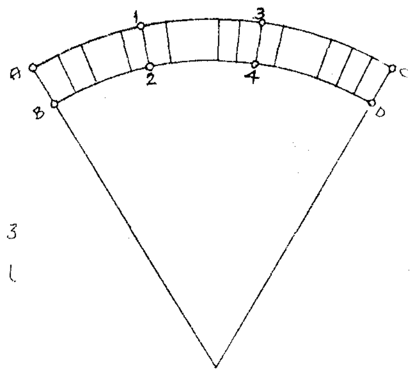
$Z_1^R = P_1 \cdot Z_1^L,\ Z_2^L = F_2 \cdot Z_1^R \qquad Z_i^R = P_i \cdot Z_i^L,\ Z_{i+1}^L = F_{i+1} \cdot Z_i^R,\ \cdots,\ Z_n^L = F_n \cdot Z_{n-1}^R$

によって $Z_1^R,\ Z_2^L,\quad,\ Z_i^R,\ Z_{i+1}^L,\ \cdots,\ Z_n^L$ を計算する。

5 横桁の断面力の計算

A桁 $M_A^Q = T_z^L - T_z^R,\quad Q_Q^A = Q^R - Q^L + P_A$

B桁 $M_B^Q = T_z^R - T_z^L,\quad Q_Q^B = Q^L - Q^R - P_B$



A, B, C, D ・・・端支点

1, 2, 3, 4 ・・・中間支点

連続曲線格子桁への応用

図のような3径間連続曲線格子桁を考える。
中間支点1、2、3、4を除去して、そのかわり不静定反力 X_1, X_2, X_3, X_4 を作用させる。
A〜C、B〜Dなる単純梁とみなした場合の支点1、2、3、4に於ける実際荷重による撓みを夫々 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ とし単位荷重を夫々点1、2、3、4に作用させた場合の

点1の撓みを夫々 $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}, \delta_{14}$

点2 〃 $\delta_{21}, \delta_{22}, \delta_{23}, \delta_{24}$

点3 〃 $\delta_{31}, \delta_{32}, \delta_{33}, \delta_{34}$

点4 〃 $\delta_{41}, \delta_{42}, \delta_{43}, \delta_{44}$

とすると

$$\begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_{11}, & \delta_{12}, & \delta_{13}, & \delta_{14} \\ \delta_{21}, & \delta_{22}, & \delta_{23}, & \delta_{24} \\ \delta_{31}, & \delta_{32}, & \delta_{33}, & \delta_{34} \\ \delta_{41}, & \delta_{42}, & \delta_{43}, & \delta_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix}$$

上記のmatrixを解く事により不静定力 X_1, X_2, X_3, X_4 が求まる。