

## I-2 斜格子斜桁橋の計算

神戸大学工学部

正員 ○ 大村 裕

桜田機械工業株式会社

正員 藤尾 武明

斜格子斜桁橋の解析については、桁がねじり剛性をもつ場合がもんだいとなり、桁理論による解析は、桁数が多い場合には困難となる。さき、福知氏は李氏の斜交異方性板の理論にしたがい、階差方程式を提案したが、なお、方程式の作成、係数計算などに困難をとまらうので、ここでは、同じく、李氏の斜交格子の理論式にしたがつて階差方程式を誘導し、数値計算をおこなった結果について述べる。階差方程式はつぎのごとくである。

### (1) 一般の内点

$$\begin{array}{ccccccc}
 \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & \frac{1}{2}CKyr & (By^2+Kyc^2) & -\frac{1}{2}CKyr & \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & \\
 \frac{1}{2}CKxr^3 & -CKxr^3-CKyr & -4(By^2+Kyc^2) & & -\frac{1}{2}CKxr^3 \\
 & & CKxr^3+CKyr & & \\
 r^4(Bxs^2+Kxc^2) & -4r^4(Bxs^2+Kxc^2) & & -4r^4(Bxs^2+Kxc^2) & \\
 -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & 6r^4(Bxs^2+Kxc^2) & & r^4(Bxs^2+Kxc^2) \\
 & & +6(By^2+Kyc^2)+\frac{1}{4}r^2(Kx+Ky) & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 -\frac{1}{2}CKxr^3 & CKxr^3+CKyr & & -CKxr^3-CKyr & \frac{1}{2}CKxr^3 \\
 & & -4(By^2+Kyc^2) & & \\
 \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & -\frac{1}{2}CKyr & (By^2+Kyc^2) & \frac{1}{2}CKyr & \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & 
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{ccccccc} \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\ \frac{1}{2}CKxr^3 \\ r^4(Bxs^2+Kxc^2) \\ -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\ -\frac{1}{2}CKxr^3 \\ \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \end{array}} \right\} w = ps^2\lambda y^4$$

(以下には、方程式の左辺係数のみを記す。)

### (2) 左側単純支持辺に接する一般点

$$\begin{array}{ccc}
 (By^2+Kyc^2) & -\frac{1}{2}CKyr & \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & \\
 -4(By^2+Kyc^2) & CKxr^3+CKyr & -\frac{1}{2}CKxr^3 \\
 & & \\
 5r^4(Bxs^2+Kxc^2) & -4r^4(Bxs^2+Kxc^2) & r^4(Bxs^2+Kxc^2) \\
 +6(By^2+Kyc^2)+\frac{1}{4}r^2(Kx+Ky) & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 -4(By^2+Kyc^2) & -CKxr^3+CKyr & \frac{1}{2}CKxr^3 \\
 & & \\
 (By^2+Kyc^2) & \frac{1}{2}CKyr & \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & 
 \end{array}$$

### (3) 右側単純支持辺に接する一般点

$$\begin{array}{ccc}
 \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & \frac{1}{2}CKyr & (By^2+Kyc^2) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) \\
 \frac{1}{2}CKxr^3 & -CKxr^3-CKyr & -4(By^2+Kyc^2) \\
 & & \\
 r^4(Bxs^2+Kxc^2) & -4r^4(Bxs^2+Kxc^2) & \\
 -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & & 5r^4(Bxs^2+Kxc^2) \\
 & & +6(By^2+Kyc^2)+\frac{1}{4}r^2(Kx+Ky) \\
 -\frac{1}{2}CKxr^3 & CKxr^3+CKyr & -4(By^2+Kyc^2) \\
 & & \\
 \frac{1}{8}r^2(Kx+Ky) & -\frac{1}{2}CKyr & (By^2+Kyc^2) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(Kx+Ky)
 \end{array}$$

(4) 縁桁に接する一般桌

$$\begin{array}{ccccc}
 \frac{1}{2}CK_xr^3 & -CK_xr^3 - \frac{1}{2}CK_yr & -2(B_yS^2 + K_yC^2) & CK_xr^3 + \frac{1}{2}CK_yr & -\frac{1}{2}CK_xr^3 \\
 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & & -\frac{1}{4}r^2(K_x + K_y) & & + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -4r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & & -4r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & r^4(B_xS^2 + K_xC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & 6r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 + 5(B_yS^2 + K_yC^2) + \frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & & & \\
 \hline
 -\frac{1}{2}CK_xr^3 & CK_xr^3 + CK_yr & -4(B_yS^2 + K_yC^2) & -CK_xr^3 - CK_yr & \frac{1}{2}CK_xr^3 \\
 \hline
 \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) & -\frac{1}{2}CK_yr & (B_yS^2 + K_yC^2) & \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

(5) 縁桁上の一般桌

$$\begin{array}{ccccc}
 \frac{1}{2}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -2r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & 2r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -2r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & \frac{1}{2}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) + J & -4J & + (B_yS^2 + K_yC^2) + \frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & -4J & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) + J \\
 \hline
 -\frac{1}{2}CK_xr^3 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & CK_xr^3 + \frac{1}{2}CK_yr & -\frac{1}{4}r^2(K_x + K_y) & -CK_xr^3 - \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}CK_xr^3 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) & -\frac{1}{2}CK_yr & (B_yS^2 + K_yC^2) & \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) \\
 & & -\frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

(6) 左側単純支持辺および縁桁の近接桌

$$\begin{array}{ccc}
 -2(B_yS^2 + K_yC^2) & CK_xr^3 & -\frac{1}{2}CK_xr^3 \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & + \frac{1}{2}CK_yr & + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 5r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -4r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & r^4(B_xS^2 + K_xC^2) \\
 + 5(B_yS^2 + K_yC^2) + \frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 -4(B_yS^2 + K_yC^2) & -CK_xr^3 - CK_yr & \frac{1}{2}CK_xr^3 \\
 \hline
 (B_yS^2 + K_yC^2) & \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

(7) 右側単純支持辺および縁桁の近接桌

$$\begin{array}{ccc}
 \frac{1}{2}CK_xr^3 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & & -2(B_yS^2 + K_yC^2) \\
 -CK_xr^3 - \frac{1}{2}CK_yr & & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -4r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & r^4(B_xS^2 + K_xC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & + 5(B_yS^2 + K_yC^2) + \frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 -\frac{1}{2}CK_xr^3 & CK_xr^3 + CK_yr & -4(B_yS^2 + K_yC^2) \\
 \hline
 \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) & -\frac{1}{2}CK_yr & (B_yS^2 + K_yC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

(8) 左側単純支持辺に接する縁桁上の桌

$$\begin{array}{ccc}
 \frac{1}{2}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) + (B_yS^2 + K_yC^2) & \frac{1}{8}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & \\
 + \frac{1}{2}CK_xr^3 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) + J & -2r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) + J \\
 \hline
 -2(B_yS^2 + K_yC^2) & -CK_xr^3 - \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}CK_xr^3 \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 (B_yS^2 + K_yC^2) & \frac{1}{2}CK_yr & \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

(9) 右側単純支持辺に接する縁桁上の桌

$$\begin{array}{ccc}
 \frac{1}{2}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & -2r^4(B_xS^2 + K_xC^2) & \frac{1}{8}r^4(B_xS^2 + K_xC^2) + (B_yS^2 + K_yC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) + J & -4J & -\frac{1}{2}CK_xr^3 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) + J \\
 \hline
 -\frac{1}{2}CK_xr^3 & CK_xr^3 + \frac{1}{2}CK_yr & -2(B_yS^2 + K_yC^2) \\
 + \frac{1}{8}r^2(K_x + K_y) & & -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) \\
 \hline
 \frac{1}{2}r^2(K_x + K_y) & -\frac{1}{2}CK_yr & (B_yS^2 + K_yC^2) \\
 -\frac{3}{8}r^2(K_x + K_y) & & 
 \end{array}$$

ただし、右辺 =  $ps^2\lambda y^4$ ,  $r = \lambda y / \lambda x$ ,  $J = EI r^4 S^2 / \lambda y$ ,  $B_x = \bar{B}_x / \lambda^2$ ,  $B_y = \bar{B}_y / \lambda^2$ ,  $K_x = \bar{K}_x / \lambda^2$ ,  $K_y = \bar{K}_y / \lambda^2$ ,  $\bar{B}_x, \bar{B}_y$  は  $x, y$  方向の  $\lambda$  への曲げ剛度,  $\bar{K}_x, \bar{K}_y$  は  $\lambda$  へのねじり剛度である。