

# 直交異方性平行四辺形板の斜交座標による 階差方程式について (2)

—斜桁橋の解析への寄与—

正員 成 岡 昌 夫\*  
 正員 大 村 裕\*\*  
 正員 深 田 彰 一\*\*\*

## THE SKEW NETWORK DIFFERENCE EQUATION FOR THE ORTHOTROPIC PARALLELOGRAM PLATE—A CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF THE SKEW SLAB AND GIRDER BRIDGE

By Dr. Eng., Masao Naruoka, C.E. Member, Hiroshi Ōmura, C.E. Member and Shōichi Fukada, C.E. Member

**Synopsis :** The skew network difference equations for the differential equation of the deflection surface of the orthotropic parallelogram plate ( $\kappa=H/(B_x \cdot B_y)^{1/2} < 1$ ) supported simply at the opposite two skew sides and supported by flexible girders at the other two sides were induced for the general interior point, interior point near simple support, interior point near top edge, general edge point, interior point and edge point near sharp and blunt corner. As an example of the use of the above difference equations, the influence coefficients of the deflection and bending moment of the orthotropic parallelogram plate ( $B_x/B_y=36, a/b=1, \kappa=1$  and 0) with various angle of skew were calculated and the influence of the angle of skew on the deflection and bending moment was researched.

### 1. は し が き

著者らは、さきに、斜桁橋を直交異方性平行四辺形板とみなし、この平行四辺形板の斜交座標階差方程式による解析法を、 $\kappa=H/(B_x \cdot B_y)^{1/2}=1$  の特別の場合について示したが、つづいて、 $\kappa < 1$  の場合に対する階差方程式を得たので、ここに報告する。実際の桁橋構造では  $0 < \kappa < 1$  であるので、 $\kappa=1$  の特殊な場合のみならず、 $\kappa < 1$  の場合に対する解析も必要となるからである。

$\kappa < 1$  の場合に対する解析は、 $\kappa=1$  の場合とほぼ同様である。ただ、 $\kappa=1$  の場合には、単純支持辺上で  $U$  (後述) は 0 となるが、 $\kappa < 1$  の場合には 0 とならないので、単純支持辺外の点を消すためには、別個の条件が必要である。これに対しては、単純支持辺上において  $\partial w / \partial v = 0$  の条件を用いる。また、隅角部に近い縁桁上の点における階差方程式を求める場合に、隅角部における  $U$  (後述) の展開式を用いることは不適當であり、また、 $\kappa=1$  の場合に用いたような条件式を適用することも妥当でない。従つて、この場合には、相反作用の法則によつて、それまでに得られた結果から、これを定めることにした。

なお、解析の複雑をさけるために、ポアソン比は  $\nu_x = \nu_y = 0$  とおいてある。

### 2. 階差方程式の誘導

解析の対象とするのは、図-1 のような、直交異方性平行四辺形板である。

a) 一般の内点 直交異方性板のタワミ曲面の微分方程式は、 $\kappa=H/(B_x \cdot B_y)^{1/2}$  として、次のように表わされる。

$$B_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\kappa(B_x \cdot B_y)^{1/2} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p \quad \dots \dots \dots (1)$$

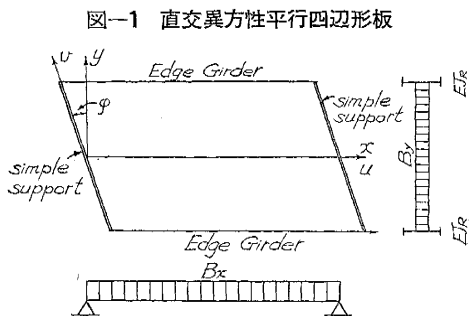


図-1 直交異方性平行四辺形板

\* 工学博士，京都大学教授，工学部土木工学教室

\*\* 神戸大学助教授，工学部土木工学教室

\*\*\* 日本国有鉄道新潟鉄道管理局

式(1)を次のようにおく。

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + m \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + n \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) = \frac{p}{B_x} \dots\dots\dots(2)$$

ただし、 $m = (\kappa + i\sqrt{1-\kappa^2})\alpha$ ,  $n = (\kappa - i\sqrt{1-\kappa^2})\alpha$ ,  
 $\alpha = (B_y/B_x)^{1/2} \dots\dots\dots(2)_2$

である。 $U = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + n \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \dots\dots\dots(3)$

とすると、式(2)<sub>1</sub>は

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + m \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{p}{B_x} \dots\dots\dots(4)$$

となる。図-2の表示に従い、

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 w}{\partial u^2} \frac{\partial^2 w}{\partial v^2} = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial u^2} \sin^2 \varphi + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial u \partial v} \sin \varphi + \frac{\partial^2 w}{\partial v^2} \right)$$

の関係を用いて、斜座標に変換し、さらに、 $K = \lambda_y/\lambda_x$ として、次の階差式

$$\begin{aligned} (\partial^2 w / \partial u^2)_0 &= (K^2 / \lambda_y^2) (w_1' - 2w_0 + w_1), \\ (\partial^2 w / \partial u \partial v)_0 &= (K \cos \varphi / 4 \lambda_y^2) (-w_{1'2} + w_{12} + w_{1'2'} - w_{12'}), \\ (\partial^2 w / \partial v^2)_0 &= (\cos^2 \varphi / \lambda_y^2) (w_2' - 2w_0 + w_2) \end{aligned}$$

を用いると、式(3)より、

$$\lambda_y^2 U_0 = A_1 (w_1' + w_1) - 2(A_1 + n)w_0 + (B_1/2) (-w_{1'2} + w_{12} + w_{1'2'} - w_{12'}) + n(w_2' + w_2) \dots\dots(5)_1$$

$$A_1 = K^2(1 + n \tan^2 \varphi), B_1 = nK \tan \varphi \dots\dots\dots(5)_2$$

を得る。全く同様に、式(4)より、

$$\lambda_y^2 (p_0/B_x) = A_2 (U_1' + U_1) - 2(A_2 + m)U_0 + (B_2/2) (-U_{1'2} + U_{12} + U_{1'2'} - U_{12'}) + m(U_2' + U_2) \dots\dots(6)_1$$

$$A_2 = K^2(1 + m \tan^2 \varphi), B_2 = mK \tan \varphi \dots\dots\dots(6)_2$$

となる。 $B = K \tan \varphi$ とおき、 $m + n = 2\kappa\alpha$ ,  $mn = \alpha^2$ なることを考慮して、式(5), (6)より、一般の内点に対する公式(7)を得る。

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha^2 B^2/4}{-2\alpha^2 \kappa \alpha K^2} \quad \frac{-\alpha^2 B}{+2\kappa \alpha K^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 \alpha^2 B^2/2}{-4\kappa \alpha K^2} \quad \frac{\alpha^2 B}{+2\kappa \alpha K^2 (1-B)} \quad \frac{\alpha^2 B^2/4}{\alpha^2 B^2 + \kappa \alpha K^2 B} \\ & \frac{\kappa^4 \alpha^2 B^2 + \alpha^2 B^2/2}{+2\kappa \alpha K^2 B^2} \quad \frac{-4\kappa^4 \alpha^2 B^2 (1+B^2)}{-4\kappa \alpha K^2 (1+2B^2)} \quad \frac{6\kappa^4 \alpha^2 B^2 (3+2B^2)}{+6\alpha^2 \alpha^2 \kappa \alpha K^2 (2+3B^2)} \quad \frac{-4\kappa^4 \alpha^2 B^2 (1+B^2)}{-4\kappa \alpha K^2 (1+2B^2)} \quad \frac{\kappa^4 \alpha^2 B^2 + \alpha^2 B^2/2}{+2\kappa \alpha K^2 B^2} = \frac{B \lambda_y^4}{B_x} \dots\dots(7) \end{aligned}$$

b) 単純支持辺近傍の一般点

$$H = 2C + (\nu_x B_y + \nu_y B_x)/2 = \kappa (B_x \cdot B_y)^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

において、 $\nu_x = \nu_y = 0$ すると

$$2C = \kappa (B_x \cdot B_y)^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

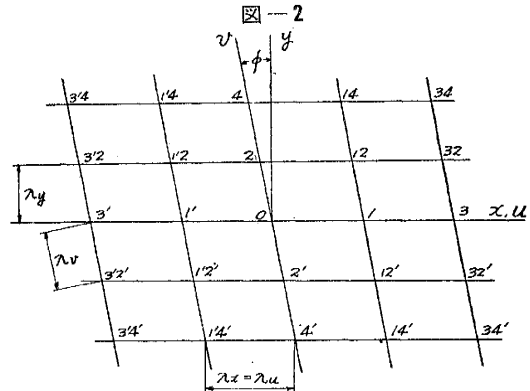
となる。これを用いて、単純支持辺において、 $(\partial^2 w / \partial v^2) = 0$ なることを考慮すると、単純支持辺に直角な方向の曲げモーメント  $M_n = 0$ となる条件式は、

$$\begin{aligned} M_n = M_n \cos \varphi = & - (B_x / \cos^2 \varphi) [ (\partial^2 w / \partial u^2) (\cos^4 \varphi + \alpha^2 \sin^2 \varphi + 2\kappa \alpha \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi) \\ & + 2(\partial^2 w / \partial u \partial v) (\alpha^2 \sin^3 \varphi + \kappa \alpha \sin \varphi \cos^2 \varphi) ] = 0 \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

である。また一方、

$$\begin{aligned} U = (\partial^2 w / \partial x^2) + n(\partial^2 w / \partial y^2) = & (1/\cos^2 \varphi) [ (\partial^2 w / \partial u^2) (\cos^2 \varphi + n \sin^2 \varphi) \\ & + 2n \sin \varphi (\partial^2 w / \partial u \partial v) ] \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

である。式(10), (11)より



$$U_{\text{support}} = \frac{(n-m)\sin\varphi}{\cos^2\varphi + m\sin^2\varphi} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial u \partial v} \dots\dots\dots(12)$$

となる。ここで

$$\left(\frac{\partial w}{\partial v}\right)_{1'} = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial w}{\partial v}\right)_3 + \left(\frac{\partial w}{\partial v}\right)_0 \right\} = 0 \quad \therefore \quad w_{3'2'} - w_{3'2} = w_2 - w_{2'} \dots\dots\dots(13)$$

の条件を用いると、式 (12) より、次のようになる。

$$\lambda_y^2 U_{1'} = F(w_2 - w_{2'}), \quad F = \left\{ (n-m)K \tan\varphi \right\} / 2(1+m \tan^2\varphi) \dots\dots\dots(14)$$

$U_{\text{support}}$  は、また、 $(\partial^2 w / \partial u^2)$  の関数として、次のように表わされる。

$$U_{\text{support}} = \frac{(m-n)(1+n \tan^2\varphi)}{2\alpha(\kappa + \alpha \tan^2\varphi)} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial u^2} \dots\dots\dots(15)$$

従つて、

$$G = K^2(m-n)(1+n \tan^2\varphi) / 2\alpha(\kappa + \alpha \tan^2\varphi) \dots\dots\dots(16)$$

とおくと、 $w_{2'2} = w_{1'2'} = 0$  であるから、

$$\lambda_y^2 U_{1'2} = G(w_{3'2} + w_2), \quad \lambda_y^2 U_{1'2'} = G(w_{3'2'} + w_{2'})$$

となる。これに、式 (13) の条件を用いると、次のようになる。

$$(B_2/2)(-U_{1'2} + U_{1'2'}) = 0 \dots\dots\dots(17)$$

式 (14)、(17) を式 (5)、(6) と組みあわせて、左側の単純支持辺近傍の一般点に対する公式 (18) を得る。全く同様にして、右側の単純支持辺近傍の一般点に対する公式 (19) を求めることができる。

c) 縁桁近傍の一般点

$$(M_y)_{\text{edge}} = -B_y \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) = -B_y \left[ \frac{1}{n} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + n \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \div \left( \nu_x - \frac{1}{n} \right) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] = 0 \dots\dots\dots(20)$$

の条件式より、

$$U_{\text{edge}} = (1-n\nu_x)(\partial^2 w / \partial x^2) \dots\dots\dots(21)$$

として表わされるから、 $\nu_x = 0$  とすると、

$$\left. \begin{aligned} \lambda_y^2 U_{1'2} &= K^2(w_{3'2} - 2w_{1'2} + w_2), \quad \lambda_y^2 U_2 = K^2(w_{1'2} - 2w_2 + w_{12}) \\ \lambda_y^2 U_{12} &= K^2(w_{32} - 2w_{12} + w_2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(22)$$

となる。式 (22) と式 (5)、(6) を組みあわせて、縁桁近傍の一般点に対する公式 (23) を得る。

$$\begin{array}{c}
 \frac{-\alpha^2 B^2/2 - \kappa \alpha^2 \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 B (1+B+B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{-2\alpha^2 (1+B^2) - 4 \kappa \alpha \kappa^2}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 B (-1+B-B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 B^2/2 + \kappa \alpha \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \\
 \hline
 \frac{\kappa^2 \alpha^2 B^4}{-\alpha^2 B^2/4 + 2 \kappa \alpha \kappa^2 B^2} \quad \frac{-4 \kappa^2 \alpha^2 B^2 (1+B^2)}{-4 \kappa \alpha \kappa^2 (1+2B^2)} \quad \frac{6 \kappa^2 + 6 \alpha \kappa B^4}{+ 17 \alpha^2 B^2/2 + 5 \alpha^2} \quad \frac{-4 \kappa^2 \alpha^2 B^2 (1+B^2)}{-4 \kappa \alpha \kappa^2 (1+2B^2)} \quad \frac{\kappa^2 \alpha^2 B^2 - \alpha^2 B^2/4}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 B^2} \\
 \hline
 \frac{\alpha^2 B^2 + \kappa \alpha \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{2 \alpha^2 B (-1+B-B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{-\alpha^2 (1+B^2) - 4 \kappa \alpha \kappa^2}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{2 \alpha^2 B (1+B+B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{-\alpha^2 B^2 - \kappa \alpha \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \\
 \hline
 \alpha^2 B^2/4 \quad \alpha^2 B \quad \alpha^2 \alpha^2 B^2/2 \quad -\alpha^2 B \quad \alpha^2 B^2/4
 \end{array} = \frac{\bar{P}_x \lambda_y^4}{B_x} \dots (23)$$

d) 縁桁上的一般点

$$(R_y)_{edge} = -B_y \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial y^3} + \left( \frac{4C}{B_y} + \nu_x \right) \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial x^2} \right] = -EJ_R \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} \dots (24)$$

において、 $\nu_x = \nu_y = 0$  とすると、 $4C = 2H = 2\kappa(B_x \cdot B_y)^{1/2}$  であるから、式(24)を変形して、次の条件式を得る。

$$n \frac{EJ_R}{B_y} \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} \right) - \frac{\partial U}{y \partial} + \left( 1 - \frac{2n\kappa}{\alpha} \right) \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = 0 \dots (25)$$

$$\begin{aligned}
 \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right)_0 &= \frac{1}{2\lambda_y} \left[ \left\{ U_2 + \frac{B}{2} (U_{12} - U_{1'2}) \right\} - \left\{ U_{2'} - \frac{B}{2} (U_{12'} - U_{1'2'}) \right\} \right] \\
 \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)_0 &= \frac{K^2}{2\lambda_y^3} \left[ \left\{ w_{1'2} + \frac{B}{2} (w_2 - w_{3'2}) \right\} - \left\{ w_{1'2'} - \frac{B}{2} (w_{2'} - w_{3'2'}) \right\} - 2 \left\{ w_2 + \frac{B}{2} (w_{12} - w_{1'2}) \right\} \right. \\
 &\quad \left. + 2 \left\{ w_{2'} - \frac{B}{2} (w_{12'} - w_{1'2'}) \right\} + \left\{ w_{12} + \frac{B}{2} (w_{32} - w_2) \right\} - \left\{ w_{12'} - \frac{B}{2} (w_{32'} - w_{2'}) \right\} \right]
 \end{aligned}$$

の関係を用いて、 $\kappa=1$  の場合と同様の操作を行い、

$$J = EJ_R K^4 / B_x \lambda_y, \quad D = K^2 (1 - 2n\kappa/\alpha) \dots (26)$$

とおくと、縁桁上的一般点に対する階差方程式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 \frac{\bar{P}_0 \lambda_y^4}{2 B_x} &= J (w_3 - 4 w_1 + 6 w_0 - 4 w_{1'} + w_{3'}) + \frac{A_2}{2} (U_{1'} + U_1) \lambda_y^2 - (A_2 + m) U_0 \lambda_y^2 \\
 &+ \frac{B_2}{2} (U_{1'2'} - U_{12'}) \lambda_y^2 + m U_{2'} \lambda_y^2 + \frac{D}{2} \left\{ m w_{1'2} + \frac{B_2}{2} (w_2 - w_{3'2}) \right\} - \frac{D}{2} \left\{ m w_{1'2'} - \frac{B_2}{2} (w_{2'} - w_{3'2'}) \right\} \\
 &- D \left\{ m w_2 + \frac{B_2}{2} (w_{12} - w_{1'2}) \right\} + D \left\{ m w_{2'} - \frac{B_2}{2} (w_{12'} - w_{1'2'}) \right\} + \frac{D}{2} \left\{ m w_{12} + \frac{B_2}{2} (w_{32} - w_2) \right\} \\
 &- \frac{D}{2} \left\{ m w_{12'} - \frac{B_2}{2} (w_{32'} - w_{2'}) \right\} \dots (27)_1
 \end{aligned}$$

$$\lambda_y^2 U_{1'} = K^2 (w_0 - 2 w_{1'} + w_{3'}), \quad \lambda_y^2 U_0 = K^2 (w_1 - 2 w_0 + w_{1'}), \quad \lambda_y^2 U_1 = K^2 (w_3 - 2 w_1 + w_0) \dots (27)_2$$

$$\left. \begin{aligned}
 m w_{1'2} + (B_2/2) (w_2 - w_{3'2}) &= -(m/n) A_1 (w_0 + w_{3'}) + 2(m/n) (A_1 + n) w_{1'} \\
 &- (B_2/2) (w_{3'2'} - w_{2'}) - m w_{1'2'} + (m/n) K^2 (w_0 - 2 w_{1'} + w_{3'}), \\
 m w_2 + (B_2/2) (w_{12} - w_{1'2}) &= -(m/n) A_1 (w_{1'} + w_1) + 2(m/n) (A_1 + n) w_0 \\
 &- (B_2/2) (w_{1'2'} - w_{12'}) - m w_{2'} + (m/n) K^2 (w_1 - 2 w_0 + w_{1'}), \\
 m w_{12} + (B_2/2) (w_{32} - w_2) &= -(m/n) A_1 (w_0 + w_3) + 2(m/n) (A_1 + n) w_1 \\
 &- (B_2/2) (w_{2'} - w_{32'}) - m w_{12'} + (m/n) K^2 (w_3 - 2 w_1 + w_0),
 \end{aligned} \right\} \dots (27)_3$$

式(27),(5)より、縁桁上的一般点に対する公式(28)を得る。

$$\begin{array}{c}
 \frac{J + \kappa^2/2 - \alpha^2 B^2/4}{+ \kappa \alpha \kappa^2 B^2} \quad \frac{-4\kappa^2}{-2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+2B^2)} \quad \frac{6J + 3\kappa^4 + \alpha^2 B^2/2}{+ \alpha^2 + 2 \kappa \alpha \kappa^2 (2+3B^2)} \quad \frac{-4J - 2\kappa^4}{-2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+2B^2)} \quad \frac{J + \kappa^2/2 - \alpha^2 B^2/4}{+ \kappa \alpha \kappa^2 B^2} \\
 \hline
 \frac{\alpha^2 B^2/2 + \kappa \alpha \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 B (-1+B-B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{-2\alpha^2 (1+B^2) - 4 \kappa \alpha \kappa^2}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{\alpha^2 B (1+B+B^2)}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \quad \frac{-\alpha^2 B^2/2 - \kappa \alpha \kappa^2 B}{+ 2 \kappa \alpha \kappa^2 (1+B)} \\
 \hline
 \alpha^2 B^2/4 \quad \alpha^2 B \quad \alpha^2 \alpha^2 B^2/2 \quad -\alpha^2 B \quad \alpha^2 B^2/4
 \end{array} = \frac{\bar{P}_x \lambda_y^4}{2 B_x} \dots (28)$$

e) 単純支持辺および縁桁近傍の内点 式 (14), (17), (22) と式 (5), (6) を組みあわせて, 単純支持辺および縁桁近傍の点 に対する公式 (29), (30) を得る。

Diagram for formula (29) showing a parallelogram with internal lines. The expressions are as follows:

- Top-left:  $-2\alpha^2 \cdot 2\alpha^2 B^2 \cdot \alpha^2 B^2 / 2 - 4\alpha\alpha K^2$
- Top-middle:  $\alpha^2 B(-1+B-B^2) + 2\alpha\alpha K^2(1-B)$
- Top-right:  $\alpha^2 B^2 / 2 + \alpha\alpha K^2 B$
- Middle-left:  $5K^4 \cdot 5\alpha^2 B^4 + 33\alpha^2 B^2 / 4 + 5\alpha^2 + 2\alpha\alpha K^2(4+5B^2)$
- Middle-middle:  $-4K^4 \cdot 4\alpha^2 B^2(1+B^2) - 4\alpha\alpha K^2(1+2B^2)$
- Middle-right:  $K^4 + \alpha^2 B^2 + \alpha^2 B^2 / 4 + 2\alpha\alpha K^2 B^2$
- Bottom-left:  $-4\alpha^2(1+B^2) - 4\alpha\alpha K^2$
- Bottom-middle:  $2\alpha^2 B(1+B+B^2) + 2\alpha\alpha K^2(1+B)$
- Bottom-right:  $-\alpha^2 B^2 \cdot \alpha\alpha K^2 B$
- Bottom-most:  $\alpha^2 \alpha^2 B^2 / 4$ ,  $-\alpha^2 B$ ,  $\alpha^2 B^2 / 4$

=  $\frac{\bar{R}\lambda_1^4}{B_x}$  ..... (29)

Diagram for formula (30) showing a parallelogram with internal lines. The expressions are as follows:

- Top-left:  $-\alpha^2 B^2 / 2 - \alpha\alpha K^2 B$
- Top-middle:  $\alpha^2 B(1+B+B^2) + 2\alpha\alpha K^2(1+B)$
- Top-right:  $-2\alpha^2 \cdot 2\alpha^2 B^2 + \alpha^2 B^2 / 2 - 4\alpha\alpha K^2$
- Middle-left:  $K^4 + \alpha^2 B^2 + \alpha^2 B^2 / 4 + 2\alpha\alpha K^2 B^2$
- Middle-middle:  $-4K^4 \cdot 4\alpha^2 B^2(1+B^2) - 4\alpha\alpha K^2(1+2B^2)$
- Middle-right:  $5K^4 \cdot 5\alpha^2 B^4 + 33\alpha^2 B^2 / 4 + 5\alpha^2 + 2\alpha\alpha K^2(4+5B^2)$
- Bottom-left:  $\alpha^2 B^2 + \alpha\alpha K^2 B$
- Bottom-middle:  $2\alpha^2 B(-1+B-B^2) + 2\alpha\alpha K^2(1-B)$
- Bottom-right:  $-4\alpha^2(1+B^2) - 4\alpha\alpha K^2$
- Bottom-most:  $\alpha^2 B^2 / 4$ ,  $\alpha^2 B$ ,  $\alpha^2 \alpha^2 B^2 / 4$

=  $\frac{\bar{R}\lambda_2^4}{B_x}$  ..... (30)

f) 単純支持辺近傍の縁桁上の点 この場合には, はしがきで述べたように, 隅角部の点において,  $U$  の展開式を用いることは妥当でない。また,  $\kappa=1$  の場合に用いた,

$$(\partial w / \partial u)_{1'} = \{(\partial w / \partial u)_{1'2} + (\partial w / \partial u)_{1'4}\} / 2$$

なる条件も適合しがたいので, この場合の適切な条件は見出し難い。しかしながら, 公式 (7), (18), (19), (23), (28), (29), (30) のおのおの場合の係数がすでに求められていると, 相反作用の法則を利用して, この場合の公式を得ることができる。すなわち, 左側支承側について考えると,  $w_1$  の係数は公式 (28) の  $w_{1'}$  の係数に等しいはずであり,  $w_2$  の係数は公式 (28) の  $w_{3'}$  の係数に等しく,  $w_{2'}$  の係数は, 公式 (29) の  $w_2$  の係数に等しく,  $w_{12'}$  の係数は公式 (23) の  $w_{1'2}$  の係数に等しく,  $w_{32'}$  の係数は公式 (23) の  $w_{3'2}$  係数に等しく,  $w_{4'}$  の係数は公式 (18) の  $w_4$  の係数に等しく,  $w_{14'}$  の係数は公式 (7) の  $w_{1'4}$  の係数に等しく,  $w_{34'}$  の係数は公式 (7) の  $w_{3'4}$  の係数に等しいはずである。一方, この場合の係数の総和は, 公式 (28) において,  $w_{1'}$ ,  $w_{1'2}$ ,  $w_{1'4}$  の係数を 0 とし,  $w_{3'}$ ,  $w_{3'2}$ ,  $w_{3'4}$  の係数の符号をかえて加えることによつて得られるから, これより  $w_0$  の係数も決定することができる。このようにして, 単純支持辺近傍の縁桁上の点 に対する公式 (31), (32) が得られる。

以上のようにして得られた結果に対して,  $\kappa=1$  を代入すれば, さきに求めた  $\kappa=1$  の場合の公式で  $\nu_x = \nu_y = 0$  とおいたものと完全に一致する。このことは, 条件式 (14), (17) および隅角部における取扱の妥当なことを意味する。

なお, 右辺の  $\bar{p}$  についてはさきの論文を参照されたい。

Diagram for formula (31) showing a parallelogram with internal lines. The expressions are as follows:

- Top-left:  $5J \cdot 5K^2 / 2 + \alpha^2 B^2 / 4 + \alpha^2 + \alpha\alpha K^2(4-B+5B^2)$
- Top-middle:  $-4J \cdot 2K^2 \cdot 2\alpha\alpha K^2(1+2B^2)$
- Top-right:  $J \cdot K^2 / 2 - \alpha^2 B^2 / 4 + \alpha\alpha K^2 B^2$
- Middle-left:  $-2\alpha^2(1+B^2) - \alpha^2 B^2 / 2 - 4\alpha\alpha K^2$
- Middle-middle:  $\alpha^2 B(1+B+B^2) + 2\alpha\alpha K^2(1+B)$
- Middle-right:  $-\alpha^2 B^2 / 2 - \alpha\alpha K^2 B$
- Bottom-left:  $\alpha^2 \alpha^2 B^2 / 4$
- Bottom-middle:  $-\alpha^2 B$
- Bottom-right:  $\alpha^2 B^2 / 4$

=  $\frac{\bar{R}\lambda_1^4}{2B_x}$  ..... (31)

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 \frac{1}{2}(\kappa^2/2 - \alpha^2 B^2/4) + \kappa \alpha \kappa^2 B^2 & -\frac{1}{2}(\kappa^2 - 2\kappa \alpha \kappa^2(1+2B^2)) & \frac{1}{2}(\kappa^2 + 5\kappa^2/4 + \alpha^2 B^2/4 + \alpha^2 + \kappa \alpha \kappa^2(L+B+5B^2)) \\
 \alpha^2 B^2/2 + \kappa \alpha \kappa^2 B & \alpha^2 B(-1+B-B^2) + 2\kappa \alpha \kappa^2(1-B) & -2\kappa \alpha \kappa^2(1+B) + \alpha^2 B^2/2 - 4\kappa \alpha \kappa^2 \\
 \alpha^2 B^2/4 & \alpha^2 B & \alpha^2 \alpha^2 B^2/4
 \end{array} \\
 \hline
 = \frac{\bar{P}_2 \lambda_y^4}{2B_x} \dots \dots \dots (32)
 \end{array}$$

3. 計算例

図-3に示す直交異方性平行四辺形板は、 $a/b=1, B_x/B_y=36$ で、相対する二つの斜辺において単純支持せられ、他の相対する二辺において自由であるとする。この直交異方性平行四辺形板のたわみおよび曲げモーメントの影響係数を、 $\kappa=0$ および $\kappa=1$ の二つの場合について、斜角 $\varphi$ 、従つて $\tan \varphi$ の値を種々変えて求めてみよう。

skew networkの網目が細かいほどよいのは当然であるが、計算の手数を考えて適当にきめなければならない。ここでは、モンロー電動計算機 8N-212を用いて、 $a, b$ を4等分した場合の計算結果を示す。

この場合の未知数は $(4-1) \times (4+1)=15$ あるが、対称荷重と逆対称荷重の場合にわけて階差方程式をたてると、8元および7元の連立方程式を得る。この連立方程式の係数よりなるマトリックスの逆マトリックスを求めるわけであるが、簡略 Doolittle 法を用いると、8元の場合でも約3時間で計算できる。対称荷重および逆対称荷重の場合を加減することによつて、まず、たわみの影響係数が求められ、次いで曲げモーメントの影響係数が求められる。

表-1はたわみの影響係数の値を、表-2は $\nu_y=0$ として求めた $x$ 軸方向の曲げモーメント $M_x$ の影響係数の値を示す。ただし、表-2では、表-1のようにすべての値を示すことを、紙面の都合で省略し、スパンの中央点の値のスパン中央点の単位荷重によるもののみを示す。

この計算では、もとのマトリックスの元素が対角線に関して対称であるから、逆マトリックスの元素も対角線に関して対称でなければならない。このことから、計算結果がチェックできる。また、8N-212電動計算器は簡略 Doolittle 法を用いて計算する場合に極めて便利である。

a) 本計算における精度 この計算においては、網目の分割を縦横4等分としているので、かなり粗である。この意味から、 $\tan \varphi=0$ すなわち直交異方性矩形板に対する Guyon-Massonet の荷重分配係数 $K$ の値と、表-1のたわみ影響係数より計算したの値とを比較すると、表-3のようである。

この表より、たわみ曲面の曲率の変化が大きい点においては、階差方程式による値は微分方程式による値とくらべて、かなり大きな誤差を示すことがわかる。また、 $\kappa=0$ の場合の誤差は、 $\kappa=1$ の場合の誤差より大きい。従つて、 $\kappa=0$ の場合には、4等分程度の網目では若干無理であるようであるが、 $\kappa=1$ の場合には、 $P_2$ による格

図-3 計算の対象とした直交異方性平行四辺形板

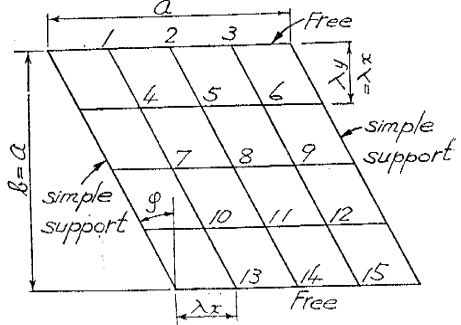


図-4 板の中心点のたわみと斜角との関係

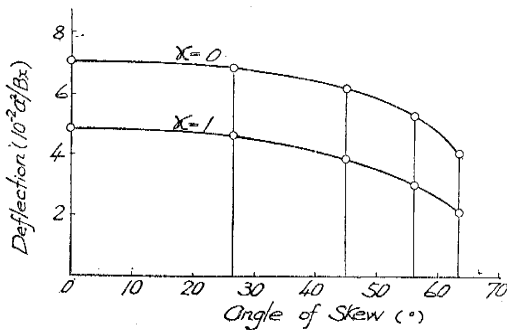


図-5 板の中央点の曲げモーメント斜角との関係

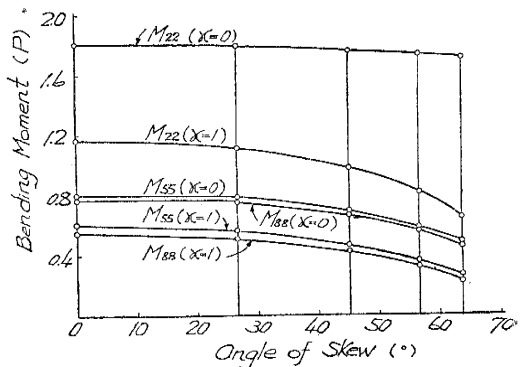


表-1 たわみの影響係数の表 (単位  $10^{-6} \cdot a^2/B_x$ )

格点	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$	$P_{15}$	
tan φ = 0 κ = 0	1	63 485	66 360	39 429	17 359	21 724	14 137	4 308	5 814	3 970	1 082	1 505	1 049	389	597	384
	2	66 360	102 914	66 360	21 724	31 496	21 724	5 814	8 277	5 814	1 505	2 133	1 505	597	773	597
	3	39 429	66 360	63 484	14 137	21 724	17 357	4 236	5 814	4 305	1 049	1 505	1 080	383	597	389
	4	17 359	21 724	14 132	32 659	34 426	20 570	10 030	12 685	8 311	2 781	3 781	2 592	1 080	1 505	1 049
	5	21 724	31 496	21 724	34 426	35 229	34 426	12 685	18 342	12 685	3 781	5 376	3 781	1 505	2 133	1 505
	6	14 137	21 724	17 357	20 570	34 426	32 661	8 314	12 685	10 033	2 594	3 781	2 781	1 049	1 505	1 082
	7	4 308	5 814	4 236	10 030	12 685	8 314	30 322	31 320	18 476	10 033	12 685	8 311	4 305	5 814	3 970
	8	5 814	8 277	5 814	12 685	18 342	12 685	31 320	48 796	31 320	12 685	18 342	12 685	5 814	8 277	5 814
tan φ = 0 κ = 1	1	99 301	111 081	68 466	9 009	12 413	8 599	-2 866	-3 896	-2 870	-1 140	-1 606	-1 132	70	97	67
	2	68 466	167 765	111 081	12 413	17 604	12 413	-3 896	-5 533	-3 896	-1 607	-2 270	-1 606	97	138	97
	3	68 466	111 081	99 300	8 599	12 413	9 009	-2 870	-3 896	-2 866	-1 132	-1 607	-1 140	68	97	70
	4	9 009	12 413	8 599	43 979	47 762	28 863	7 331	10 049	6 933	-560	-721	-468	-1 140	-1 606	-1 132
	5	12 413	17 604	12 413	47 762	72 845	47 762	10 049	14 265	10 049	-721	-1 032	-721	-1 607	-2 270	-1 606
	6	8 599	12 413	9 009	28 863	47 762	43 982	6 933	10 049	7 331	-471	-721	-560	-1 132	-1 607	-1 140
	7	-2 866	-3 896	-2 870	7 331	10 049	6 933	42 889	46 291	27 866	7 331	10 049	6 933	-2 866	-3 896	-2 670
	8	-3 896	-5 533	-3 896	10 049	14 265	10 049	46 291	70 748	46 291	10 049	14 265	10 049	-3 896	-5 533	-3 896
tan φ = 1/2 κ = 1	1	62 478	64 746	37 746	16 434	18 306	10 728	3 816	4 410	2 592	900	1 062	630	270	342	198
	2	64 746	98 298	62 262	22 086	28 692	17 568	5 778	7 074	4 266	1 404	1 692	1 026	414	522	342
	3	37 746	62 262	58 590	15 048	21 312	15 318	4 356	5 616	3 600	1 134	1 332	828	342	414	270
	4	16 434	22 086	15 048	30 852	32 418	19 206	9 234	10 548	6 318	2 430	2 862	1 764	828	1 026	630
	5	18 306	28 692	21 312	32 418	49 860	32 058	12 726	16 722	10 422	3 726	4 608	2 862	1 332	1 692	1 062
	6	10 728	17 568	15 318	19 206	32 058	30 294	9 072	12 600	9 072	2 862	3 726	2 430	1 134	1 404	900
	7	3 816	5 778	4 356	9 234	12 726	8 856	28 494	29 484	17 370	9 072	10 422	6 318	3 600	4 266	2 592
	8	4 410	3 896	5 616	10 548	16 722	12 600	29 484	45 882	29 484	12 600	16 722	10 548	5 616	7 074	4 410
tan φ = 1/2 κ = 0	1	98 604	110 250	68 058	9 648	12 528	8 208	-2 268	-2 682	-1 620	-972	-1 260	-828	-18	-54	-36
	2	110 250	166 680	110 538	13 608	18 324	12 204	-3 438	-4 320	-2 682	-1 476	-1 944	-1 260	-18	-36	-54
	3	68 058	110 538	99 036	9 648	13 338	9 216	-2 592	-3 420	-2 268	-1 116	-1 494	-972	0	-18	-18
	4	9 648	13 608	9 648	42 732	46 242	27 900	7 488	9 702	6 372	-216	-126	0	-972	-1 260	-828
	5	12 528	18 324	13 338	46 242	70 686	46 332	10 692	14 490	9 720	-360	-342	-126	-1 494	-1 944	-1 260
	6	8 208	12 204	9 216	27 900	46 332	42 858	7 614	10 674	7 470	-260	-360	-216	-1 116	-1 476	-972
	7	-2 268	-3 438	-2 592	7 488	10 692	7 614	41 706	44 784	26 910	7 470	9 720	6 372	-2 268	-2 682	-1 620
	8	-2 682	-4 320	-3 420	9 702	14 490	10 674	44 784	68 508	44 784	10 674	14 490	9 702	-3 420	-4 320	-2 682
tan φ = 1 κ = 1	1	56 102	58 244	33 449	13 230	13 019	6 548	2 538	2 403	1 134	455	419	189	104	95	32
	2	58 244	86 900	54 338	19 022	22 302	11 898	4 365	4 563	2 259	882	873	419	230	230	95
	3	33 449	54 338	49 977	13 352	17 663	11 372	3 600	4 122	2 250	815	860	436	226	230	104
	4	13 230	19 022	13 352	25 745	27 072	15 782	7 115	7 281	3 839	1 562	1 557	779	436	419	189
	5	13 019	22 302	17 663	27 072	41 540	26 541	10 638	12 852	7 155	2 772	3 011	1 557	860	873	419
	6	6 548	11 898	11 372	15 782	26 541	24 953	7 731	10 454	6 903	2 354	2 772	1 562	815	882	455
	7	2 538	4 365	3 600	7 115	10 638	7 731	23 778	24 759	14 481	6 903	7 155	3 839	2 250	2 259	1 134
	8	2 403	4 563	4 122	7 281	12 852	10 454	24 759	38 365	24 759	10 454	12 852	7 281	4 122	4 563	2 403
tan φ = 1 κ = 0	1	96 291	106 808	65 759	7 785	7 875	4 352	-945	-392	162	2 921	4 761	3 141	1 202	1 580	1 026
	2	106 808	161 519	107 019	10 890	11 988	6 822	-1 710	-1 184	-126	4 392	7 119	4 743	1 863	2 436	1 580
	3	65 759	107 019	96 602	7 601	8 951	5 630	-1 544	-1 445	-572	3 227	5 243	3 488	1 427	1 863	1 202
	4	7 785	10 890	7 601	29 043	26 195	14 864	6 966	8 946	6 021	10 778	16 574	16 935	3 488	4 743	3 141
	5	7 875	11 988	8 951	26 195	40 109	26 172	10 427	14 454	9 878	16 524	25 391	16 574	5 243	7 119	4 716
	6	4 352	6 822	5 630	14 864	26 172	28 931	7 799	11 336	8 177	10 832	16 524	10 778	3 227	4 392	2 921
	7	-945	-1 710	-1 544	6 966	10 427	7 799	38 052	40 397	24 138	8 177	9 878	6 021	-572	-1 202	-1 026
	8	-392	-1 184	-1 445	8 946	14 454	11 336	40 397	62 051	40 397	11 336	14 454	8 946	-1 445	-1 184	-392
tan φ = 3/2 κ = 1	1	49 896	49 716	28 458	9 954	8 676	3 582	1 530	1 134	378	342	396	270	198	216	-2 232
	2	49 716	73 062	45 468	14 994	15 984	7 344	2 898	2 520	990	684	756	486	342	288	342
	3	28 458	45 468	40 950	10 800	13 374	7 740	2 592	2 628	1 224	648	738	468	270	288	198
	4	9 954	14 994	10 800	20 232	21 366	12 348	5 058	4 698	2 178	1 188	1 278	792	468	486	270
	5	8 676	15 984	13 374	21 366	32 400	20 664	8 028	9 036	4 536	2 124	2 268	1 278	738	756	396
	6	3 582	7 344	7 740	12 348	20 664	19 188	6 066	7 866	4 842	1 872	2 124	1 188	648	684	342
	7	1 530	2 898	2 592	5 058	8 028	6 066	18 324	19 278	11 268	4 842	4 536	2 178	1 224	990	378
	8	1 134	2 520	2 628	6 066	9 036	7 866	19 278	29 916	19 278	7 866	9 036	4 536	4 698	2 228	2 520
tan φ = 3/2 κ = 0	1	96 318	106 902	66 168	13 050	13 320	6 624	900	1 602	1 152	216	396	306	36	126	90
	2	106 902	161 640	107 550	19 098	21 402	10 944	1 026	1 872	1 422	180	486	424	54	180	126
	3	66 168	107 550	97 236	13 831	16 668	9 414	414	738	558	-90	72	151	0	54	36
	4	13 050	19 098	13 831	33 534	37 224	20 952	7 074	7 362	3 906	1 008	3 060	774	151	424	306
	5	13 320	21 402	16 668	37 224	54 306	35 172	11 178	13 230	7 290	1 692	2 070	3 060	72	486	396
	6	6 624	10 944	9 414	20 952	35 172	33 178	8 604	11 214	7 056	1 422	1 692	1 008	-90	180	216
	7	900	1 026	414	7 074	11 178	8 604	32 220	33 822	19 980	7 056	7 290	3 906	558	1 422	1 152
	8	1 602	1 872	738	7 362	13 230	11 214	33 822	52 214	33 822	11 214	13 230	7 362	738	1 872	1 602
tan φ = 2 κ = 1	1	38 626	40 728	23 271	6 708	5 066	1 422	666	219	-97	18	-42	-39	-10	-14	-5

表-2 橋軸方向( $\infty$ 方向)の曲げモーメントと影響係数の表(単位  $10^{-6}$ )

$\varphi$ 格点	$\kappa$	$\kappa=1$					$\kappa=0$				
		$P_2$	$P_5$	$P_8$	$P_{11}$	$P_{14}$	$P_2$	$P_5$	$P_8$	$P_{11}$	$P_{14}$
$\tan \varphi=0$	2	1 169 728	312 704	78 816	20 096	5 632	1 813 888	166 112	- 52 384	- 21 248	1 312
	5	312 704	601 696	181 024	51 049	20 096	166 112	302 656	134 912	- 9 952	- 21 248
	8	78 816	181 024	559 232	181 024	78 816	- 52 384	134 912	782 624	134 912	- 52 348
$\tan \varphi=1/2$	2	1 113 408	284 256	65 952	15 840	4 608	1 801 152	172 512	- 40 608	- 18 144	0
	5	283 680	563 904	164 736	42 048	15 264	173 876	780 768	137 664	- 3 168	- 18 432
	8	65 696	164 736	435 392	164 736	65 664	- 40 320	137 648	692 928	137 648	- 40 320
$\tan \varphi=1$	2	979 488	222 752	41 616	7 472	2 160	1 747 376	114 400	- 8 496	67 744	22 832
	5	218 944	471 472	127 504	27 088	7 120	100 224	445 616	138 016	281 024	81 648
	8	40 032	126 576	435 392	126 576	40 032	- 8 512	137 648	588 672	137 648	- 8 512
$\tan \varphi=3/2$	2	815 040	158 688	20 448	6 048	2 880	1 741 248	205 056	22 464	8 064	2 880
	5	154 080	364 320	88 192	18 144	5 472	204 192	579 456	126 144	- 9 792	5 888
	8	18 432	88 128	340 416	88 128	18 432	20 736	127 872	588 672	127 872	20 736
$\tan \varphi=2$	2	657 696	102 000	6 576	- 576	- 416	1 730 080	205 248	32 144	12 720	6 896
	5	257 648	260 512	54 848	4 672	- 896	350 640	477 680	101 360	16 624	12 208
	8	4 544	54 832	231 904	54 832	4 544	28 368	101 536	459 328	101 536	28 368

表-3 荷重分布係数  $K$  の比較 (括弧内の値は  $\varphi=0$  に対するものを示す)

$\kappa$ の値 格点	1					0				
	2	5	8	11	14	2	5	8	11	15
2	4.39 (-)	1.35 (1.46)	0.35 (0.33)	0.09 (0.07)	0.03 (0.01)	7.16 (11.00)	0.75 (0.50)	-0.23 (-0.72)	-0.10 (-0.18)	0.01 (0.20)
5	1.35 (1.46)	2.27 (2.13)	0.78 (0.87)	0.23 (0.22)	0.09 (0.07)	0.75 (0.50)	3.11 (2.80)	0.61 (0.88)	-0.04 (-0.10)	-0.10 (-0.11)
8	0.35 (0.33)	0.78 (0.87)	2.08 (1.94)	0.78 (0.87)	0.35 (0.33)	-0.23 (-0.72)	0.61 (0.88)	3.02 (2.70)	0.61 (0.88)	-0.23 (-0.72)

点2のたわみを除いては、誤差6~7%以内にとどまっているので、斜桁橋構造におけるたわみ及び曲げモーメントの概要を知るにはさしつかえないと思われる。

b) 斜角の影響 表-1 からわかるように、直交異方性平行四辺形板のたわみの影響係数は、直交異方性矩形板の場合にくらべて、極めて複雑な分布を示す。スパンの中央点のその点に作用する単位荷重によるたわみの値を斜角の変化に応じて図示すると、図-4 のようになる。また、スパンの中央点の橋軸方向の最大曲げモーメント(中央点に作用する単位荷重による)の値を斜角の変化に対して図示すると、図-5 のようになる。いずれも、斜角の増大とともに、その値が急激に小さくなる。ただ、 $\kappa=0$  の場合の  $M_x$  の値は、斜角にほとんど影響されないようである。

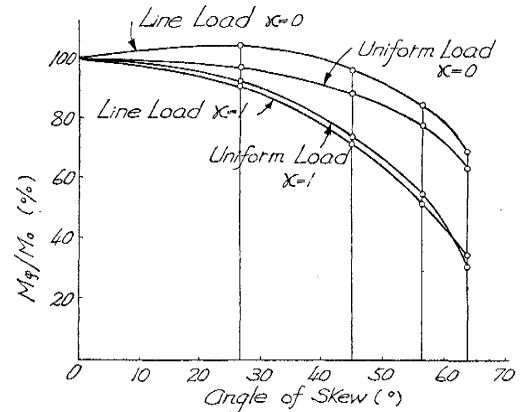
d) 鋼示(昭31)の設計荷重による曲げモーメント 鋼示(昭31)の設計荷重、すなわち、線荷重および等分布荷重載荷の場合の板の中心点の橋軸方向の曲げモーメントを求めよう。斜桁橋を直交異方性平行四辺形板とみなし、 $a=b=16\text{ m}$ 、 $a/b=1$ 、 $B_x/B_y=36$  の板を計算の対象とする。この場合、線荷重を自由辺に直角におくか、あるいは、単純支持辺に平行におくか、によつて、若干相違するが、計算の便宜上、スパン中央に単純支持辺に平行におくことにした。計算の結果、表-4 のような値を得た。

表-4 の値を、 $\tan \varphi=0$  すなわち直交異方性矩形板(直桁橋)の場合を100として、斜角に応ずる  $M_x$  の値を示すと、図-6 のようである。 $\kappa=0$  の場合は、 $\kappa=1$  の場合に比較して、減少の割合が幾分小さい。いずれにしても、斜角の増大とともに、曲げモーメントはいちじるしく減少し、 $\kappa=1$ 、 $\tan \varphi=2$  ( $\varphi=63^\circ 30'$ )

表-4 鋼示(昭31)の設計荷重による板の中心点の曲げモーメント(t)

$\varphi$ の値	0	$26^\circ 30'$	$45^\circ$	$56^\circ 20'$	$63^\circ 30'$	
$\tan \varphi$ の値	0	0.5	1	1.5	2	
$\kappa=1$	線荷重	15.80	14.52	11.52	8.46	5.46
	等分布荷重	8.77	8.16	6.48	4.77	2.79
$\kappa=0$	線荷重	15.95	16.75	15.35	13.67	10.88
	等分布荷重	9.66	9.37	8.54	7.61	6.11

図-6 板の中心点の橋軸方向曲げモーメント  $M_x$  と斜角との関係





の場合には、直の場合に対し、それぞれ、34.5% (線荷重に対し)、31.9% (等分布荷重に対し) にすぎなく、斜角の影響を無視してはいけないことを示している。

#### 4. む す び

著者らは、斜桁橋を直交異方性平行四辺形板として解析することに着目し、さきに、 $\kappa = H / (B_x \cdot B_y)^{1/2} = 1$  の場合に対する階差方程式を与えたが、さらに、 $\kappa < 1$  の場合について、本文において、その誘導の方法、および、階差方程式を示した。なお、 $a/b=1$ 、 $B_x/B_y=36$  の特殊の条件の場合に対して、たわみおよび曲げモーメントの影響係数を表にして与え、 $a=b=16$  m の場合について、鋼示 (昭 31) の設計活荷重を載荷して、斜角の影響をしらべ、斜角の大きくなるにつれて曲げモーメントが減少し、斜角の大きい場合には、斜角の影響を無視できないことを明らかにした。

本文がさきの論文とともに、斜桁橋の解析に寄与するところは少なくないと思う。

なお、斜合成格子桁橋の模型実験に対するこの種の解析の応用については、次回に論じたいと思う。

#### 参 考 文 献

- 1) 成岡, 大村, 西島: 土木学会論文集, 55号 (昭.33.5), p.29
- 2) T.Y. Chen, C.P. Siess and N.M. Newnark; Univ. of Illinois Bul. No. 439 (1957)
- 3) 森口, 高田: 数値計算法 I, 岩波講座, 現代応用数学第 12 卷, 岩波書店