

直交異方性板の剛性マトリックスによる解析法

 北海道大学 正員 渡辺 昇
 北海道大学 学生員 ○松元 照幸

1. まえがき

図1-(A)のような2主桁鋼床版構造のものを、図1-(B)のように帯状板と横リブからなるものとし、剛性マトリックス法による解析を行ったので、ここに報告する。また Pelican u. Esslinger の解法との比較も行った。

2. 直交異方性板の剛性マトリックス

直交異方性板のたわみ w に対する微分方程式は次式で表わされる。

$$B_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = P(x, y) \quad (1)$$

ここで、 B_x , B_y は x , y 方向の曲げ剛性、 H は有効ねじり剛性である。これに対し、 y 方向の断面力 M_y 、境界反力 R_y は、 I_x , I_y と x , y 方向のポアソン比とし、図2-(A)の符号に従って、次式のように与えられる。

$$M_y = -B_y \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (2)$$

$$R_y = -B_y \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} - (2H - \nu_x B_x) \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \quad (3)$$

剛性マトリックス法では、要素内に荷重 $P(x, y)$ が作用しないので、(1)式は次の同次微分方程式になる。

$$B_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = 0 \quad (4)$$

(4)式の解と、両端単純支持の仮定より、Lamy型の解 $w = \sum_{n=1}^{\infty} Y_n(y) \sin \frac{n\pi}{a} x$ とすると、 B_x , B_y , H の関係により次の6通りの一般解が得られる。

[I] $H^2 > B_x B_y$ の場合

$$w_n = (C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 \sinh \beta y + C_4 \cosh \beta y) \sin \frac{n\pi}{a} x$$

$$\text{ここで、} \alpha^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{B_y} (H + \sqrt{H^2 - B_x B_y}), \quad \beta^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{B_y} (H - \sqrt{H^2 - B_x B_y})$$

[II] $H^2 = B_x B_y$ の場合

$$w_n = (C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 y \sinh \alpha y + C_4 y \cosh \alpha y) \sin \frac{n\pi}{a} x$$

$$\text{ここで、} \alpha^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{B_y} \sqrt{B_x B_y}$$

[III] $H^2 < B_x B_y$ の場合

$$w_n = (C_1 \sinh \alpha y \sin \beta y + C_2 \sinh \alpha y \cosh \beta y + C_3 \cosh \alpha y \sin \beta y + C_4 \cosh \alpha y \cosh \beta y) \sin \frac{n\pi}{a} x$$

$$\text{ここで、} \alpha^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{2B_y} (\sqrt{B_x B_y} + H), \quad \beta^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{2B_y} (\sqrt{B_x B_y} - H)$$

[IV] $H = 0$ の場合

$$w_n = (C_1 \sinh \alpha y \sin \alpha y + C_2 \sinh \alpha y \cosh \alpha y + C_3 \cosh \alpha y \sin \alpha y + C_4 \cosh \alpha y \cosh \alpha y) \sin \frac{n\pi}{a} x$$

$$\text{ここで、} \alpha^2 = \left(\frac{n\pi}{a} \right)^2 \frac{1}{2B_y} \sqrt{B_x B_y}$$

[V] $B_x = 0$ の場合

$$w_n = (C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 y + C_4) \sin \frac{n\pi}{a} x$$

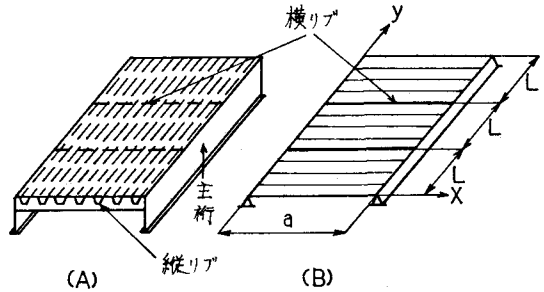


図-1

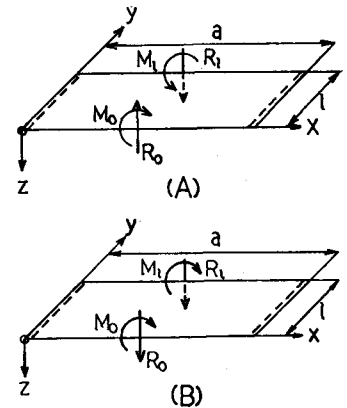


図-2

(5)

(6)

(7)

(8)

(9)

ここで, $\alpha = (\frac{\pi E}{a}) \sqrt{2H/B_y}$

(VI) $H = 0, B_x = 0$ の場合

$$u_0 = (C_1 y^3 + C_2 y^2 + C_3 y + C_4) \sin \frac{\pi}{a} x \quad (10)$$

(5)~(10)式に現れる $C_j (j=1\sim 4)$ は, 境界条件から決定される任意定数である。

$H^2 > B_x B_y$ の場合, 変位 w , $\theta = \frac{\partial w}{\partial y}$, および力 M_y , R_y は, (2), (3), (5)式より次式のように表わされる。

$$w = [C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 \sinh \beta y + C_4 \cosh \beta y] \sin \frac{\pi}{a} x \quad (11)$$

$$\theta = [C_1 \alpha \cosh \alpha y + C_2 \alpha \sinh \alpha y + C_3 \beta \cosh \beta y + C_4 \beta \sinh \beta y] \sin \frac{\pi}{a} x \quad (12)$$

$$M_y = -[C_1 \{\alpha^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\} \sinh \alpha y + C_2 \{\alpha^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\} \cosh \alpha y + C_3 \{\beta^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\} \sinh \beta y + C_4 \{\beta^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\} \cosh \beta y] \sin \frac{\pi}{a} x \quad (13)$$

$$R_y = -[C_1 \alpha \{B_y \alpha^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2\} \cosh \alpha y + C_2 \alpha \{B_y \alpha^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2\} \sinh \alpha y + C_3 \beta \{B_y \beta^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2\} \cosh \beta y + C_4 \beta \{B_y \beta^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2\} \sinh \beta y] \sin \frac{\pi}{a} x \quad (14)$$

(11)~(13)式において, $y = 0$ とすると, 初期断面の物理量(変位および力) w_0, θ_0, M_0, R_0 が得られる。剛性マトリックスにおける符号(図2-(B))を考慮し, 任意定数 $C_j (j=1\sim 4)$ をこの初期断面の物理量で表わすと, 次式のようになる。

$$C_1 = \left[-\frac{B_y \beta^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2}{B_y \alpha (\alpha^2 - \beta^2)} \right] \theta_0 + \frac{1}{B_y \alpha (\alpha^2 - \beta^2)} R_0 \sin \frac{\pi}{a} x \quad (15)$$

$$C_2 = \left[-\frac{\{\beta^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\}}{\alpha^2 - \beta^2} \right] w_0 - \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} M_0 \sin \frac{\pi}{a} x \quad (16)$$

$$C_3 = \left[\frac{B_y \alpha^2 - (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2}{B_y \alpha (\alpha^2 - \beta^2)} \right] \theta_0 - \frac{1}{B_y \alpha (\alpha^2 - \beta^2)} R_0 \sin \frac{\pi}{a} x \quad (17)$$

$$C_4 = \left[\frac{\{\beta^2 - \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2\}}{\alpha^2 - \beta^2} \right] w_0 + \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} M_0 \sin \frac{\pi}{a} x \quad (18)$$

(11)~(13)式において, $y = l$ とし, 図2-(B)の符号を考慮して(15)~(18)式を代入すると, 任意断面($y=l$)における物理量 w_l, θ_l, M_l, R_l が初期断面の物理量 w_0, θ_0, M_0, R_0 で次式のように表わされる。

$$\begin{bmatrix} w_l \\ \theta_l \\ R_l \\ M_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ \theta_0 \\ R_0 \\ M_0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$(19)式は, \delta = \begin{bmatrix} w \\ \theta \\ R \\ M \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} R \\ M \end{bmatrix} とおく$$

$$\begin{bmatrix} \delta_l \\ X_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_0 \\ X_0 \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$\text{となる。すなわち} \begin{cases} \delta_l = A_{11} \delta_0 + A_{12} X_0 \\ X_l = A_{21} \delta_0 + A_{22} X_0 \end{cases} \quad (21)$$

$$\text{従って, } \begin{cases} X_0 = -A_{22}^{-1} A_{21} \delta_0 + A_{22}^{-1} \delta_l \\ X_l = (A_{22} - A_{21} A_{22}^{-1} A_{21}) \delta_0 + A_{22} A_{22}^{-1} \delta_l \end{cases} \quad (22)$$

$$\therefore \begin{bmatrix} X_0 \\ X_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -A_{22}^{-1} A_{21} & A_{22}^{-1} \\ A_{22} - A_{21} A_{22}^{-1} A_{21} & A_{22} A_{22}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_0 \\ \delta_l \end{bmatrix} \quad (23)$$

(23)式は, 直交異方性板の剛性関係式を表わす。行列の各要素を計算し, $k_j (j=1\sim 10)$ を剛性マトリックスの各要素とすれば, (23)式は次式のように表わされる。

$$\begin{bmatrix} R_0 \\ M_0 \\ R_l \\ M_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 & k_3 & k_4 \\ & k_5 & k_6 & k_7 \\ & & k_8 & k_9 \\ \text{Sym.} & & & k_{10} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_0 \\ \theta_0 \\ w_l \\ \theta_l \end{bmatrix} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \text{ここで, } A_{11} &= \frac{1}{(\alpha^2 - \beta^2)} \{ (A - \beta^2) \cosh \alpha l - (A - \alpha^2) \cosh \beta l \} \\ A_{12} &= \frac{1}{B_y \alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \beta (C - B_y \beta^2) \sinh \alpha l - \alpha (C - B_y \alpha^2) \sinh \beta l \} \\ A_{13} &= \frac{-1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \cosh \alpha l - \cosh \beta l \} \\ A_{14} &= \frac{1}{B_y \alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \beta \sinh \alpha l - \alpha \sinh \beta l \} \\ A_{21} &= \frac{1}{(\alpha^2 - \beta^2)} \{ \alpha (A - \beta^2) \sinh \alpha l - \beta (A - \alpha^2) \sinh \beta l \} \\ A_{22} &= \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ (C - B_y \beta^2) \cosh \alpha l - (C - B_y \alpha^2) \cosh \beta l \} \\ A_{23} &= \frac{-1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \alpha \sinh \alpha l - \beta \sinh \beta l \} \\ A_{24} &= \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \cosh \alpha l - \cosh \beta l \} \\ A_{31} &= \frac{1}{(\alpha^2 - \beta^2)} \{ \alpha (A - \beta^2) (C - B_y \alpha^2) \sinh \alpha l - \beta (A - \alpha^2) (C - B_y \beta^2) \sinh \beta l \} \\ A_{32} &= \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ (C - B_y \alpha^2) (C - B_y \beta^2) (\cosh \alpha l - \cosh \beta l) \} \\ A_{33} &= \frac{1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ (C - B_y \alpha^2) \cosh \alpha l - (C - B_y \beta^2) \cosh \beta l \} \\ A_{34} &= \frac{-1}{B_y (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \alpha (C - B_y \alpha^2) \sinh \alpha l - \beta (C - B_y \beta^2) \sinh \beta l \} \\ A_{41} &= \frac{-1}{\alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2)} \{ (A - \alpha^2) (A - \beta^2) (\cosh \alpha l - \cosh \beta l) \} \\ A_{42} &= \frac{1}{\alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \beta (A - \alpha^2) (C - B_y \beta^2) \sinh \alpha l - \alpha (A - \beta^2) (C - B_y \alpha^2) \sinh \beta l \} \\ A_{43} &= \frac{-1}{\alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2)} \{ \beta (A - B_y \alpha^2) \sinh \alpha l - \alpha (A - B_y \beta^2) \sinh \beta l \} \\ A_{44} &= \frac{1}{(\alpha^2 - \beta^2)} \{ (A - \alpha^2) \cosh \alpha l - (A - \beta^2) \cosh \beta l \} \end{aligned}$$

ただし, $A = \mu_2 (\frac{\pi E}{a})^2$
 $C = (2H - \mu_2 B_x) (\frac{\pi E}{a})^2$

$$\text{ここで, } k_1 = B_y \alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2) \{ \alpha \sinh \alpha l \cosh \beta l - \beta \sinh \beta l \cosh \alpha l \} \times K \quad (25.1)$$

$$k_2 = \{ \{ B_y \alpha \beta (\alpha^2 + \beta^2) - 2\alpha \beta C \} (1 - \cosh \alpha l \cosh \beta l) + \{ B_y (\alpha^4 + \beta^4) - (\alpha^2 + \beta^2) C \} \sinh \alpha l \sinh \beta l \} \times K \quad (25.2)$$

$$k_3 = -B_y \alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2) \{ \alpha \sinh \alpha l - \beta \sinh \beta l \} \times K \quad (25.3)$$

$$k_4 = B_y \alpha \beta (\alpha^2 - \beta^2) \{ \cosh \alpha l - \cosh \beta l \} \times K \quad (25.4)$$

$$k_5 = -B_y (\alpha^2 - \beta^2) \{ \beta \sinh \alpha l \cosh \beta l - \alpha \sinh \beta l \cosh \alpha l \} \times K \quad (25.5)$$

$$k_7 = B_y (\alpha^2 - \beta^2) \{ \beta \sinh \alpha l - \alpha \sinh \beta l \} \times K \quad (25.6)$$

$$k_6 = -k_4, k_8 = k_1, k_9 = -k_2, k_{10} = k_5 \quad (25.7)$$

$$\text{ただし, } K = \frac{1}{2\alpha\beta(1 - \cosh \alpha l \cosh \beta l) + (\alpha^2 + \beta^2) \sinh \alpha l \sinh \beta l}$$

他の場合(II)~(IV)も同様に17剛性マトリックスが誘導される。こゝろを列挙すれば次のようになる。

(II) $H^2 = B_x B_y$ の場合

$$k_1 = 2B_y \alpha^3 \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l + \alpha l \} \times K \quad (26.1)$$

$$k_2 = B_y \{ (\alpha^2 + A) \sinh^2 \alpha l + (\alpha^2 - A) \alpha l^2 \} \times K \quad (26.2)$$

$$k_3 = -2B_y \alpha^2 \{ \sinh \alpha l + \alpha l \cosh \alpha l \} \times K \quad (26.3)$$

$$k_4 = 2B_y \alpha^2 \{ \alpha l \sinh \alpha l \} \times K \quad (26.4)$$

$$k_5 = 2B_y \alpha \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l - \alpha l \} \times K \quad (26.5)$$

$$k_7 = -2B_y \alpha \{ \sinh \alpha l - \alpha l \cosh \alpha l \} \times K \quad (26.6)$$

$$k_6 = -k_4, k_8 = k_1, k_9 = -k_2, k_{10} = k_5 \quad (26.7)$$

$$\text{ただし, } K = \frac{1}{\sinh^2 \alpha l - \alpha l^2}$$

(III) $H^2 < B_x B_y$ の場合

$$k_1 = 2B_y \alpha \beta (\alpha^2 + \beta^2) \{ \beta \sinh \alpha l \cosh \alpha l + \alpha \sinh \beta l \cosh \beta l \} \times K \quad (27.1)$$

$$k_2 = \{ \beta^2 \{ B_y (3\alpha^2 - \beta^2) + C \} \sinh^2 \alpha l + \alpha^2 \{ B_y (3\beta^2 - \alpha^2) - C \} \sinh^2 \beta l \} \times K \quad (27.2)$$

$$k_3 = -2B_y \alpha \beta (\alpha^2 + \beta^2) \{ \beta \sinh \alpha l \cosh \beta l + \alpha \cosh \alpha l \sinh \beta l \} \times K \quad (27.3)$$

$$k_4 = 2B_y \alpha \beta (\alpha^2 + \beta^2) \{ \sinh \alpha l \sinh \beta l \} \times K \quad (27.4)$$

$$k_5 = 2B_y \alpha \beta \{ \beta \sinh \alpha l \cosh \alpha l - \alpha \sinh \beta l \cosh \beta l \} \times K \quad (27.5)$$

$$k_7 = -2B_y \alpha \beta \{ \beta \sinh \alpha l \cosh \beta l - \alpha \cosh \alpha l \sinh \beta l \} \times K \quad (27.6)$$

$$k_6 = -k_4, k_8 = k_1, k_9 = -k_2, k_{10} = k_5 \quad (27.7)$$

$$\text{ただし, } K = \frac{1}{\beta^2 \sinh^2 \alpha l - \alpha^2 \sinh^2 \beta l}$$

(IV) $H = 0$ の場合

$$k_1 = 4B_y \alpha^3 \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l + \sinh \alpha l \} \times K \quad (28.1)$$

$$k_2 = B_y \{ (2\alpha^2 + A) \sinh^2 \alpha l + (2\alpha^2 - A) \alpha l^2 \} \times K \quad (28.2)$$

$$k_3 = -4B_y \alpha^2 \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l + \cosh \alpha l \sinh \alpha l \} \times K \quad (28.3)$$

$$k_4 = 4B_y \alpha^2 \{ \sinh \alpha l \sinh \alpha l \} \times K \quad (28.4)$$

$$k_5 = 2B_y \alpha \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l - \sinh \alpha l \} \times K \quad (28.5)$$

$$k_7 = -2B_y \alpha \{ \sinh \alpha l \cosh \alpha l - \cosh \alpha l \sinh \alpha l \} \times K \quad (28.6)$$

$$k_6 = -k_4, k_8 = k_1, k_9 = -k_2, k_{10} = k_5 \quad (28.7)$$

$$\text{ただし, } K = \frac{1}{\sinh^2 \alpha l - \sinh \alpha l}$$

(V) $B_x = 0$ の場合

$$k_1 = B_y \alpha^3 \{ \sinh \alpha l \} \times K \quad (29.1)$$

$$k_2 = B_y \alpha^2 \{ \cosh \alpha l - 1 \} \times K \quad (29.2)$$

$$k_3 = B_y \alpha \{ \alpha l \cosh \alpha l - \sinh \alpha l \} \times K \quad (29.3)$$

$$k_7 = B_y \alpha \{ \sinh \alpha l - \alpha l \} \times K \quad (29.4)$$

$$k_5 = -k_3 = -k_1, \quad (29.5)$$

$$k_4 = -k_6 = -k_9 = k_2, k_{10} = k_5$$

$$\text{ただし, } K = \frac{1}{\alpha l \sinh \alpha l + 2(1 - \cosh \alpha l)}$$

(VI) $B_x = H = 0$ の場合

$$k_1 = \frac{12B_y}{l^3} \quad (30.1)$$

$$k_2 = \frac{6B_y}{l^2} \quad (30.2)$$

$$k_3 = \frac{4B_y}{l} \quad (30.3)$$

$$k_5 = -k_3 = -k_1, \quad (30.4)$$

$$k_4 = -k_6 = -k_9 = k_2, \quad (30.4)$$

$$k_{10} = k_5$$

3. 横リブの剛性マトリックス

横リブは曲げ、およびねじり剛性を有するものとする。横リブ上に載荷される正弦鉛直荷重の振幅を R_0 とし、対応する曲げ変形の振幅を ω_b 、せん断変形の振幅を ω_s とすると、次式のような関係がある。

$$\omega_b = \frac{1}{EI\alpha^4} R_0 \quad (31), \quad \omega_s = \frac{1}{AG\alpha^2} R_0 \quad (32)$$

従って、曲げ、およびせん断に与るたわみの振幅 $\omega_0 = \omega_b + \omega_s$ は次式のように表わされる。

$$\omega_0 = \left(\frac{1}{EI\alpha^4} + \frac{1}{AG\alpha^2} \right) R_0 \quad \therefore R_0 = \frac{EI\alpha^4 AG\alpha^2}{EI\alpha^4 + AG\alpha^2} \omega_0 \quad (33)$$

また、振幅 M_0 なるねじり荷重が載荷された時、ねじりの変位振幅を θ_0 とすれば、次式のような関係がある。

$$M_0 = GJ\alpha^2 \theta_0 \quad (34)$$

(33), (34)式より、横リブの剛性関係式は次式のように表わされる。

$$\begin{bmatrix} R_0 \\ M_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{EI\alpha^4 AG\alpha^2}{EI\alpha^4 + AG\alpha^2} & 0 \\ 0 & GJ\alpha^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_0 \\ \theta_0 \end{bmatrix} \quad (35) \quad \text{ここで, } m = \frac{\pi l}{\alpha}, \quad EI = \text{曲げ剛性, } G = \text{せん断弾性係数} \\ A = \text{有効せん断断面面積, } J = \text{ねじり定数}$$

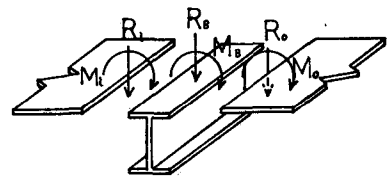


図-3

4. 数値計算例

図-4のような三径間連続直交異方性板を例にとり各径間を4分割して計算を行い、Pelican u. Esslingerの解法との比較を行った。用いた断面諸元は図-4の通りである。計算に際しては、Pelican u. Esslingerの解法と同様に $B_x = 0$ とし、 $\alpha_x = \alpha_y = 0$ とした。また、横リブに関しては、せん断によるたわみを無視した。なお $B_y = 8.4492 \times 10^6 \text{ kg/cm}$, $H = 1.65717 \times 10^5 \text{ kg/cm}$, $EI = 5.0751 \times 10^6 \text{ kg/cm}$, 荷重強度 $P_0 = 80 \text{ kg/cm}$ とした。級数項は $n = 98$ まで行った。

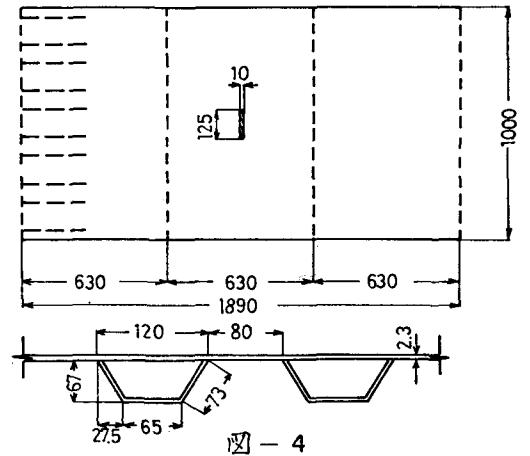


図-4

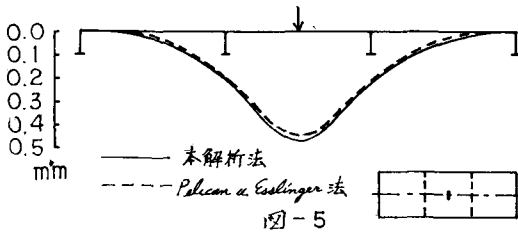


図-5

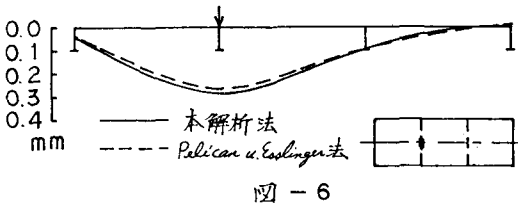


図-6

図-5は中央径間中央に載荷した時のたわみである。
図-6は横リブ中央に載荷した時のたわみである。
図-7は中央径間中央に載荷した時のひずみである。
図-8は横リブ中央に載荷した時のひずみである。

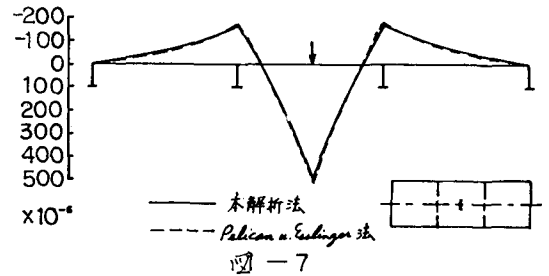


図-7

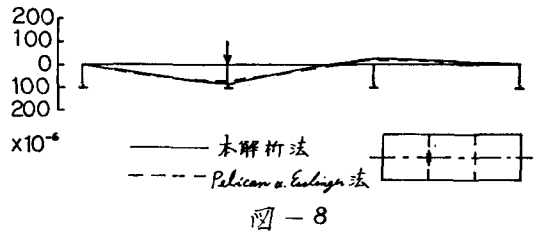


図-8

5. あくま

本報告では直交異方性板の剛性マトリックスを B_x , B_y , H の相互関係によって6通りに場合分けして、誘導し、本解析法の $B_x = 0$ の場合と Pelican u. Esslinger の解法と比較すると、両者はほぼ一致している。また弾性桁上の直交異方性板として、応力法によって求める方法と比較してもほぼ一致している。次に本解析法により、デッキプレートの横方向の曲げ剛性 B_x を無視した場合と考慮した場合とを比較すれば、荷重載荷点直下の曲げモーメントの差は2%程度である。

最後に、本報告における数値計算には、北海道大学計算機センターの Facom 230-75 を使用した。

参考文献

1. 渡辺, 佐藤, 松元; 弾性桁上の連続直交異方性板, 土木学会第29回年次学術講演会講演概要集
2. 多田和夫; 任意断面を有する鋼床版の有限要素法による実用的計算法
3. 国広哲男, 藤原徳; 直交異方性板理論による鋼床版実用設計法, 土木研究所報告130号, 690号(補遺)
4. W. Pelican u. M. Esslinger: Die Stahlfahrbahn Berechnung und Konstruktion, M.A.N. Forschungsheft Nr. 7, 1957