

縦横リブを有する板の応力解析について

正員 能 町 純 雄*

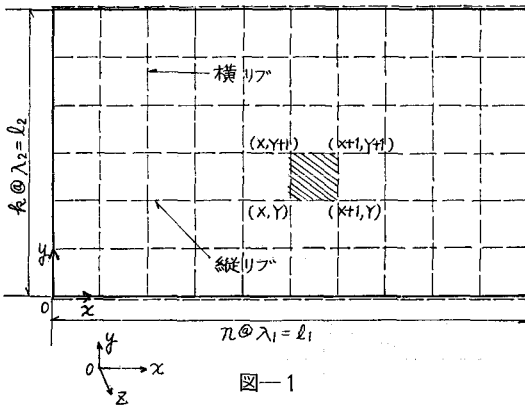
正員 松 岡 健 一**

学生員 ○大 島 俊 之***

1. ま え が き

リブを有する板の解析法には大別して、曲げについては Guyon-Massonnet 等¹⁾の直交異方性板として解く方法と、Homberg²⁾等の格子構造板として解く方法があり、平面応力については Ebner³⁾等の平板場理論がある。

ここでは要素法の考え方から出発して、構造を平面要素に分割し、それらの要素間の釣合い関係により全体の応力を解析しようとするもので、板の要素は平面応力状態にあると仮定し、基本差分方程式を誘導し、フーリエ定和変換と逆変換を用いて解析したものである。



図—1

2. 記号と公式

a 記号

E: ヤング係数 (kg/cm²)G: 剪断弾性係数 (kg/cm²)

t: 板の厚さ (cm)

to x: 縦リブの厚さ (cm)

to y: 横リブの厚さ (cm)

 λ_1 : 横リブの間隔 (cm) λ_2 : 縦リブの間隔 (cm)

ho x: 縦リブの高さ (cm)

ho y: 横リブの高さ (cm)

n: 横リブの間隔数

k: 縦リブの間隔数

 u^0 : 板の面内変位 (x方向) (cm) v^0 : 板の面内変位 (y方向) (cm) u^z : 縦リブの下側の変位 (x方向) (cm) v^z : 横リブの下側の変位 (y方向) (cm) w : 垂直変位 (z方向) (cm)

b 公式

1. 逆変換公式

$$S_m S_i [f(x, y)] = \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} f(x, y)$$

$$\sin m \frac{\pi x}{n} \sin i \frac{\pi y}{k} \quad (1)$$

$$R_m S_i [f(x, y)] = \frac{(-1)^m}{2} \sum_{y=1}^{k-1} f(n, y) \sin i \frac{\pi y}{k} + \frac{1}{2} \sum_{y=1}^{k-1} f(0, y) \sin i \frac{\pi y}{k} + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} f(x, y) \cos m \frac{\pi x}{n} \sin i \frac{\pi y}{k} \quad (2)$$

$$S_m R_i [f(x, y)] = \frac{(-1)^i}{2} \sum_{x=1}^{n-1} f(x, k) \sin m \frac{\pi x}{n} + \frac{1}{2} \sum_{x=1}^{n-1} f(x, 0) \sin m \frac{\pi x}{n} + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} f(x, y) \cos m \frac{\pi x}{n} \sin i \frac{\pi y}{k} \quad (3)$$

$$f(x, y) = \frac{4}{n k} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} S_m S_i [f(x, y)] \sin m \frac{\pi x}{n} \sin i \frac{\pi y}{k} \quad (4)$$

* 室蘭工業大学 教授 工博

** 同 助教授 工修

*** 同 大学院

$$f(x, y) = \frac{2}{n} \sum_{k=1}^{k-1} \frac{R_o S_i}{k} [f(x, y)] \sin i \frac{\pi y}{k} + \frac{2}{n} \sum_{k=1}^{k-1} \frac{R_n S_i}{k} [f(x, y)] \sin \frac{i \pi y}{k} \\ + \frac{4}{n} \sum_{k=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} \frac{R_m S_i}{k} [f(x, y)] \cos m \frac{\pi x}{n} \sin i \frac{\pi y}{k} \quad (5)$$

$$f(x, y) = \frac{2}{n} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{S_m R_o}{k} [f(x, y)] \sin m \frac{\pi x}{n} + \frac{2}{n} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{S_m R_k}{k} [f(x, y)] \sin m \frac{\pi x}{n} \\ + \frac{4}{n} \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} \frac{S_m R_i}{k} [f(x, y)] \sin m \frac{\pi x}{n} \cos i \frac{\pi y}{k} \quad (6)$$

2. Fowier 定和分変換公式

$$C_i [A^2 f(x-1)] = A f(n-1) (-1)^i - A f(o) \\ + D_i \left\{ -\frac{1}{2} f(n) (-1)^i + \frac{1}{2} f(o) + C_i [f(x)] \right\} \quad (7)$$

$$S_i [A^2 f(x-1)] = -\sin \frac{i \pi}{n} \{ (-1)^i f(n) - f(o) \} - D_i S_i [f(x)] \quad (8)$$

$$C_i [\Delta f(x-1)] = -\{ A f(n-1) (-1)^i + A f(o) \} 2 \sin \frac{i \pi}{n} S_i [f(x)] \\ + \left(1 + \cos \frac{i \pi}{n} \right) \{ f(n) (-1)^i - f(o) \} \quad (9)$$

$$S_i [\Delta f(x-1)] = -2 \sin \frac{i \pi}{n} \left\{ -\frac{1}{2} f(n) (-1)^i + \frac{1}{2} f(o) + C_i [f(x)] \right\} \quad (10)$$

$$D_i = 2 (1 - \cos i \pi / n)$$

$$A^2 f(x-1) = f(x+1) - 2f(x) + f(x-1)$$

$$\Delta f(x-1) = f(x+1) - f(x-1)$$

くわしくは文献5)を参照されたい。

3. 変位剪断方程式

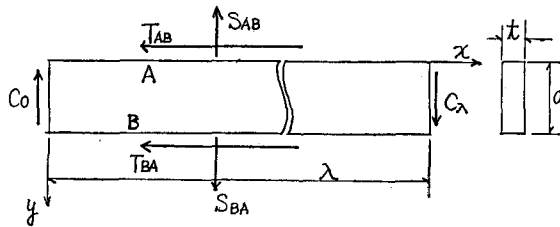
図—2のような折板要素に対し、次のような関係がある。なお、詳細は文献6)を参照されたい。

$$\dot{T}_{AB} = -\frac{E a t}{6} (2 \ddot{u}_A + \ddot{u}_B) + \frac{1}{a} (S_{AB} - S_{BA}) \quad (11)$$

$$\dot{T}_{BA} = -\frac{E a t}{6} (2 \ddot{u}_B + \ddot{u}_A) + \frac{1}{a} (S_{BA} - S_{AB}) \quad (12)$$

$$-\frac{1}{2} G a t (\dot{v} + \dot{v}) = G t (u_A - u_B) + (\bar{S}_{AB} - \bar{S}_{BA}) \quad (13)$$

$$u = \frac{du}{dx}, \quad \bar{S} = \int S dx$$



図—2

3. つりあい式の誘導

a 板の面内での剪断力のつりあい。

板の面内荷重はないものとし、各節点での剪断力のつりあいより、公式(11), (12), (13)を適用して、次式が得られる。

$$\left[\frac{N_x}{3} + \frac{N_{ox}}{6} \right] 2 \ddot{u}_Y + \frac{N_x}{6} \ddot{u}_{Y+1} + \frac{N_x}{6} \ddot{u}_{Y-1} + \frac{N_{ox}}{6} \ddot{u}_Y^2 \\ - \left(2 \frac{G t}{\lambda^2} + \frac{G t_{ox}}{h_{ox}} \right) u_Y + \frac{G t}{\lambda^2} (u_{Y+1} + u_{Y-1}) + \frac{G t_{ox}}{h_{ox}} u_Y^2$$

$$-\frac{Gt}{2}(\dot{v}_{Y+1}-\dot{v}_{Y-1})+t_{ox}\dot{w}_Y=0 \quad (14)$$

$$N_x \rightleftharpoons Et \lambda_2 \quad N_{ox} \rightleftharpoons Et_{ox} h_{ox}$$

これより、求める基本差分方程式は、次のように求めることができる。

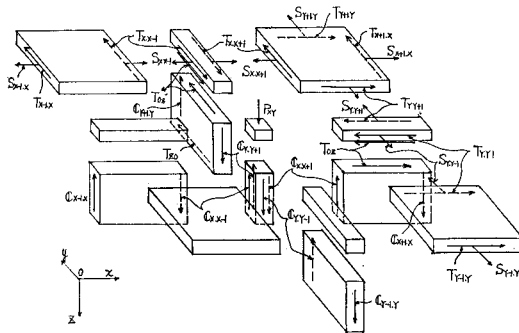
$$\begin{aligned} & \left[2\left(\frac{N_x}{3} + \frac{N_{ox}}{6}\right) - \frac{\lambda_1^2}{6} \left(2\frac{Gt}{\lambda_2} + \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} \right) \right] \Delta_X^2 U_{X-1,Y} - \lambda_1^2 \left(2\frac{Gt}{\lambda_2} + \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} \right) U_{X,Y} \\ & + \frac{1}{6} \left(N_x + \frac{\lambda_1^2 Gt}{\lambda_2} \right) \Delta_X^2 U_{X-1,Y+1} + \lambda_1^2 \frac{Gt}{\lambda_2} U_{X,Y+1} + \lambda_1^2 \frac{Gt}{\lambda_2} U_{X,Y-1} \\ & + \frac{1}{6} \left(N_x + \lambda_1^2 \frac{Gt}{\lambda_2} \right) \Delta_X^2 U_{X-1,Y-1} + \frac{1}{6} \left(N_{ox} + \lambda_1^2 \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} \right) \Delta_X^2 U_{X-1,Y}^z \\ & + \lambda_1^2 \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} U_{X,Y}^z + \frac{\lambda_1}{4} Gt \Delta_X \Delta_Y v_{X-1,Y-1} + \frac{\lambda_1}{2} Gt_{ox} \Delta_X w_{X-1,Y} = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

同様の手順によってY方向にも(14)に相当する基本差分方程式を導びくことができる。

$$\begin{aligned} & \left[2\left(\frac{N_y}{3} + \frac{N_{oy}}{6}\right) - \frac{\lambda_2^2}{6} \left(2\frac{Gt}{\lambda_1} + \frac{Gt_{oy}}{h_{oy}} \right) \right] \Delta_Y^2 v_{X,Y-1} - \lambda_2^2 \left(2\frac{Gt}{\lambda_1} + \frac{Gt_{oy}}{h_{oy}} \right) v_{X,Y} \\ & + \frac{1}{6} \left(N_y + \frac{\lambda_2^2 Gt}{\lambda_1} \right) \Delta_Y^2 v_{X+1,Y-1} + \lambda_2^2 \frac{Gt}{\lambda_1} v_{X+1,Y} + \frac{1}{6} \left(N_y + \frac{\lambda_2^2 Gt}{\lambda_1} \right) \Delta_Y^2 v_{X-1,Y-1} \\ & + \lambda_2^2 \frac{Gt}{\lambda_1} v_{X-1,Y} + \frac{1}{6} \left(N_{oy} + \frac{\lambda_2^2 Gt_{oy}}{h_{oy}} \right) \Delta_Y^2 v_{X,Y-1}^z + \lambda_2^2 \frac{Gt_{oy}}{h_{oy}} v_{X,Y}^z \\ & + \frac{\lambda_2}{4} Gt \Delta_X \Delta_Y v_{X-1,Y-1} + \frac{\lambda_2}{2} Gt_{oy} \Delta_Y w_{X,Y-1} = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

b 格点での剪断力のつりあい。

図一3のように、鉛直方向に対しては、格点に四方向から集まっているリブ内の剪断応力が鉛直荷重 P とつりあいを保っているとし、公式(16)を用いて基本差分方程式を導びくことができる。



図一3

$$\begin{aligned} & \frac{Gt_{ox} h_{ox}}{\lambda_1} \Delta_X^2 w_{X-1,Y} + \frac{Gt_{oy} h_{oy}}{\lambda_2} \Delta_Y^2 w_{X,Y-1} + \frac{Gt_{ox}}{2} (\Delta_X U_{X-1,Y}^0 - \Delta_X U_{X-1,Y}^z) \\ & + \frac{Gt_{oy}}{2} (\Delta_Y v_{X,Y-1}^0 - \Delta_Y v_{X,Y-1}^z) = P \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} P = & \frac{1}{\lambda_1} \left(\bar{p}_{X,X+1}^0 \Big|_0^{\lambda_1} - \bar{p}_{X,X+1}^z \Big|_0^{\lambda_1} + \bar{p}_{X,X-1}^0 \Big|_0^{\lambda_1} - \bar{p}_{X,X-1}^z \Big|_0^{\lambda_1} \right) + \frac{1}{\lambda_2} \left(\bar{p}_{Y,Y+1}^0 \Big|_0^{\lambda_2} - \bar{p}_{Y,Y+1}^z \Big|_0^{\lambda_2} \right. \\ & + \bar{p}_{Y,Y-1}^0 \Big|_0^{\lambda_2} - \bar{p}_{Y,Y-1}^z \Big|_0^{\lambda_2} \Big) - \left(\bar{p}_{X,X+1}^0 - \bar{p}_{X,X+1}^z \right) - \left(\bar{p}_{X,X-1}^0 - \bar{p}_{X,X-1}^z \right) - \left(\bar{p}_{Y,Y+1}^0 - \bar{p}_{Y,Y+1}^z \right) \\ & - \left(\bar{p}_{Y,Y-1}^0 - \bar{p}_{Y,Y-1}^z \right) - P_{XY} \end{aligned}$$

ここに $\bar{p}$ は分布荷重を積分したもの、 $\bar{p}$ は要素の端モーメントの意味を持つ。

c 境界条件

リブの下側で剪断力が零という条件は、公式(11)~(13)を用いて次のように差分方程式として表わされる。

$$\left(\frac{N_{ox}}{3} - \frac{\lambda_1^2}{6} \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} \right) \Delta_X^2 U_{X-1,Y}^z - \lambda_1^2 \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} U_{X,Y}^z + \left(\frac{N_{ox}}{6} + \frac{\lambda_1^2}{6} \frac{Gt_{ox}}{h_{ox}} \right) \Delta_X^2 U_{X-1,Y}$$

$$+ \lambda_1^2 \frac{G t_{ox}}{h_{ox}} U_{xy} - \frac{\lambda_1}{2} G t_{ox} \Delta x w_{x-1, y} = 0 \quad (18)$$

$$\left(\frac{N_{oy}}{3} - \frac{\lambda_2^2}{6} \frac{G t_{oy}}{h_{oy}} \right) \Delta_x^2 v_{x, y-1} - \lambda_2^2 \frac{G t_{oy}}{h_{oy}} v_{xy} + \left(-\frac{N_{oy}}{6} + \frac{\lambda_2^2}{6} \frac{G t_{oy}}{h_{oy}} \right) \Delta_y^2 v_{x, y-1} \\ + \lambda_2^2 \frac{G t_{oy}}{h_{oy}} v_{xy} - \frac{\lambda_2}{2} G t_{oy} \Delta y w_{x, y-1} = 0 \quad (19)$$

4. Fourier 定和分変換と逆変換

公式(7)~(10)によって上で求めた(13), (16), (17), (18), (19)に変換を行なう。

$$u_o^* = \mathbf{R}_m \mathbf{S}_i [U^o(x, y)] = \frac{(-1)^m}{2} \sum_{y=1}^{k-1} U^o(n, y) \sin \frac{i\pi y}{k} + \frac{1}{2} \sum_{y=1}^{k-1} U^o(o, k) \sin \frac{i\pi y}{k} \\ + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} U^o(x, y) \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (20)$$

$$u_z^* = \mathbf{R}_m \mathbf{S}_i [U^z(x, y)] = \frac{(-1)^m}{2} \sum_{y=1}^{k-1} U^z(n, y) \sin \frac{i\pi y}{k} + \frac{1}{2} \sum_{y=1}^{k-1} U^z(o, k) \sin \frac{i\pi y}{k} \\ + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} U^z(x, y) \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (21)$$

$$w^*(xy) = \mathbf{S}_m \mathbf{S}_i [w(xy)] = \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} w(xy) \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (22)$$

$$v_o^*(xy) = \mathbf{S}_m \mathbf{R}_i [v^o(xy)] = \frac{(-1)^i}{2} \sum_{x=1}^{n-1} v^o(x, k) \sin \frac{m\pi x}{n} + \frac{1}{2} \sum_{x=1}^{n-1} v^o(x, o) \sin \frac{m\pi x}{n} \\ + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} v^o(xy) \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (23)$$

$$v_z^*(xy) = \mathbf{S}_m \mathbf{R}_i [v^z(xy)] = \frac{(-1)^i}{2} \sum_{x=1}^{n-1} v^z(x, k) \sin \frac{m\pi x}{n} + \frac{1}{2} \sum_{x=1}^{n-1} v^z(x, o) \sin \frac{m\pi x}{n} \\ + \sum_{x=1}^{n-1} \sum_{y=1}^{k-1} v^z(xy) \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (24)$$

とおくと、基本差分方程式は次のマトリックスの形にまとめて表示することができる。

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{U} = \mathbf{P}^* \quad (25)$$

ここに

$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} u_o^* \\ u_z^* \\ w^* \\ v_z^* \\ v_o^* \end{pmatrix} \quad \mathbf{K} = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} & k_{35} \\ k_{41} & k_{42} & k_{43} & k_{44} & k_{45} \\ k_{51} & k_{52} & k_{53} & k_{54} & k_{55} \end{pmatrix} \quad \mathbf{P}^* = \begin{pmatrix} o \\ o \\ \mathbf{P} \\ o \\ o \end{pmatrix}$$

(25)よりマトリックス演算によって、求める変位は以下のようになえられる。

$$\mathbf{U} = \mathbf{K}^{-1} \mathbf{P}^* \quad (26)$$

さらに公式(4)~(6)により逆変換して

$$u_o(x, y) = \frac{2}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \mathbf{R}_o \mathbf{S}_i [u_o^*(x, y)] \sin \frac{i\pi y}{k} + \frac{2}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \mathbf{R}_n \mathbf{S}_i [u_o^*(x, y)] \sin \frac{i\pi y}{k} \\ + \frac{4}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} \mathbf{R}_m \mathbf{S}_i [u_o^*(x, y)] \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (27)$$

$$u_z(x, y) = \frac{2}{nk} \mathbf{R}_o \mathbf{S}_i [u_z^*(x, y)] \sin \frac{i\pi y}{k} + \frac{2}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \mathbf{R}_n \mathbf{S}_i [u_z^*(x, y)] \sin \frac{i\pi y}{k} \\ + \frac{4}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} \mathbf{R}_m \mathbf{S}_i [u_z^*(x, y)] \cos \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (28)$$

$$w(x, y) = \frac{4}{nk} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} \mathbf{S}_m \mathbf{S}_i [w^*(x, y)] \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (29)$$

$$v_o(x, y) = \frac{2}{nk} \sum_{m=1}^{n-1} \mathbf{S}_m \mathbf{R}_o [v_o^*(x, y)] \sin \frac{m\pi x}{n} + \frac{2}{nk} \sum_{m=1}^{n-1} \mathbf{S}_m \mathbf{R}_k [v_o^*(x, y)] \sin \frac{m\pi x}{n}$$

$$+ \frac{4}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_i [v^o(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \cos \frac{i\pi y}{k} \quad (30)$$

$$v^z(x, y) = \frac{2}{nk} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_o [v^z(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} + \frac{2}{nk} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_k [v^z(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \\ + \frac{4}{nk} \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_i [v^z(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \cos \frac{i\pi y}{k} \quad (31)$$

となる。これが求める変位である。これより、応力は、

$$\sigma_x^o = E u_x^o \\ = -\frac{4Em\pi}{n^2 k} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} R_m S_i [u^o(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (32)$$

$$\sigma_x^z = -\frac{4Em\pi}{n^2 k} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} R_m S_i [u^z(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (33)$$

$$\sigma_y^o = -\frac{4Ei\pi}{n k^2} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} S_m R_i [v^o(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (34)$$

$$\sigma_y^z = -\frac{4Ei\pi}{n k^2} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} S_m R_i [v^z(xy)] \sin \frac{m\pi x}{n} \sin \frac{i\pi y}{k} \quad (35)$$

$$\tau_{xy}^o = G \left(\frac{\partial u_x^o}{\partial y} + \frac{\partial v_y^o}{\partial x} \right) \\ = \frac{2Gi\pi}{nk^2} \sum_{i=1}^{k-1} R_o S_i [u^o(xy)] \cos \frac{i\pi y}{n} + \frac{2Gi\pi}{nk^2} \sum_{i=1}^{k-1} R_n S_i [u^o(xy)] \cos \frac{i\pi y}{k} \\ + \frac{4Gi\pi}{nk^2} \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{m=1}^{n-1} R_m S_i [u^o(xy)] \cos \frac{m\pi x}{n} \cos \frac{i\pi y}{k} \\ + \frac{2Gm\pi}{n^2 k} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_o [v^o(xy)] \cos \frac{m\pi x}{n} + \frac{2Gm\pi}{n^2 k} \sum_{m=1}^{n-1} S_m R_k [v^o(xy)] \cos \frac{m\pi x}{n} \\ + \frac{4Gm\pi}{n^2 k} \sum_{m=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k-1} S_m R_i [v^o(xy)] \cos \frac{m\pi x}{n} \cos \frac{i\pi y}{k} \quad (36)$$

5. 数値計算例

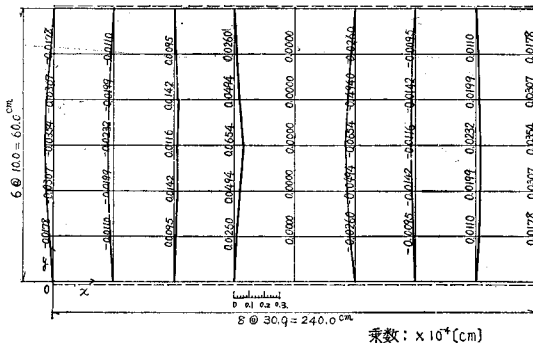
以上の計算を次の数値により、2対辺ピン支持、他の2辺自由のリブを有する板について計算した結果を次に示す。

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2, \quad G = 810,000 \text{ kg/cm}^2$$

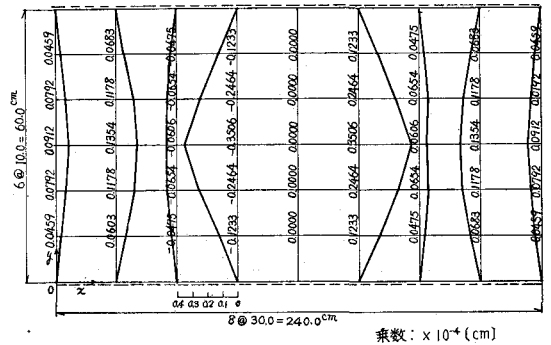
$$\lambda_1 = 30 \text{ cm}, \quad \lambda_2 = 10 \text{ cm}, \quad t = 0.9 \text{ cm}, \quad t_{ox} = 1.2 \text{ cm}$$

$$t_{oy} = 1.2 \text{ cm}, \quad h_{ox} = 10 \text{ cm}, \quad h_{oy} = 10 \text{ cm}, \quad P = 100 \text{ kg}$$

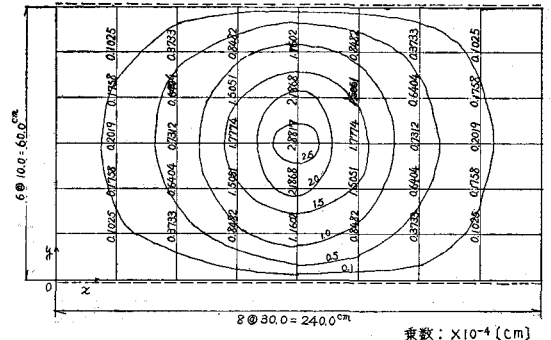
$$n = 8, \quad k = 6$$



図—4 u^o



図—5 u^z



図—6 w

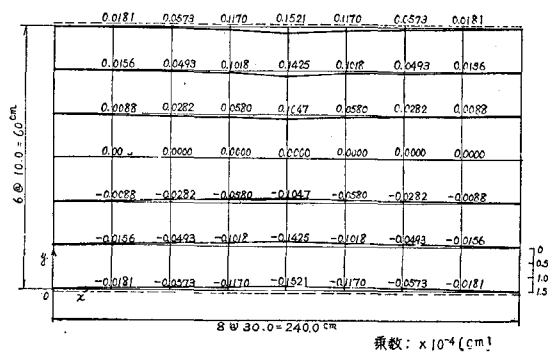


図-7 v^0

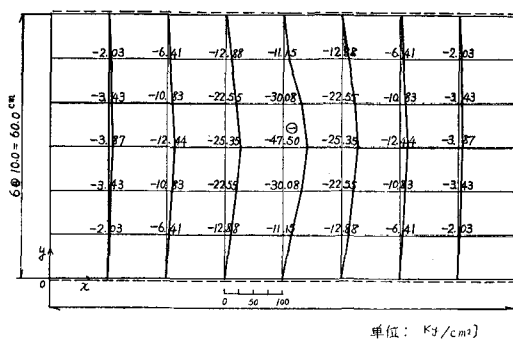


図-11 σ_y^0

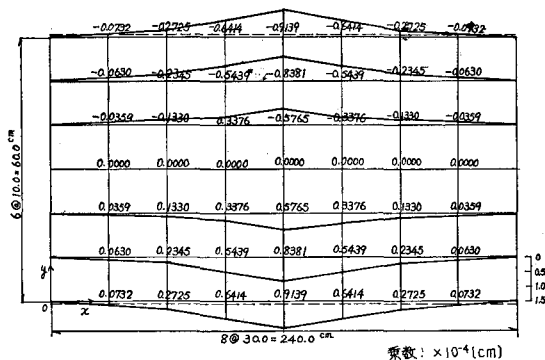


図-8 v^z

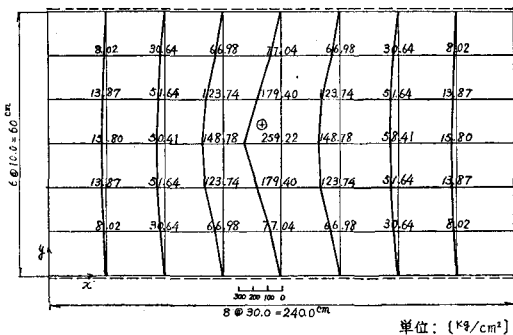


図-12 σ_y^z

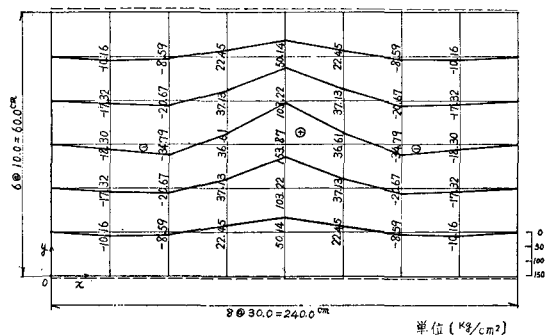


図-9 σ_x^0

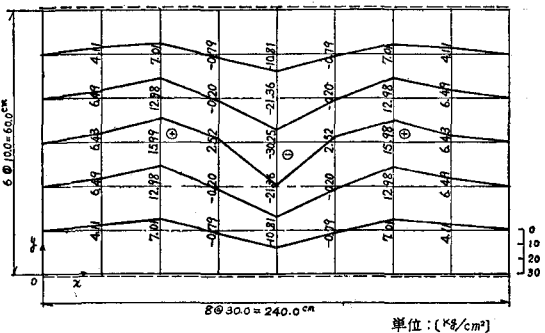


図-10 σ_x^z

6. あとがき

以上、改良型平板場理論によってリブを有する板の解法を試みた。この問題のほかに、面内荷重のある場合の応力解析も計算中であったが、発表に間に合わなかったので次の機会に発表する予定である。

なおフーリエ定分変換を用いているが、力学的近似によって、未知数の数を少なくすることができるので、この問題のような場合には有効である。

今後この理論を発展させて、種々の問題について検討を重ねていくつもりである。

7. 参考文献

- 1) Sattler, K: Betrachtungen zum Berechnungsverfahren von Guyon-Massonet für freiaufliegende Trägerroste und Erweiterung dieses Verfahrens auf beliebige Systeme. Bauingenieur Bd 30 (1955) S. 77.
- 2) Homberg u. J. Weinmeister: Einflußflächen für Kreuzwerke, Z. Aufb. Berlin/Götttingen/Heiderberg: Springer 1958.

- 3) Ebner, H., und H.Köller : Über den Kvaftverlauf in längs-und querversteifen Scheiben, Luftf.-Forsch. 15 (1938), S. 527/42.
- 4) K.Roik/G.Sedlacek : Statische Untersuchungen für die Dachkonstvkution der Neuen Natiohalgalerie in Berlin, Der Stahlbau 4/1968 S. 115/20.
- 5) 能町純雄 : 差分方程式で表わされる不静定構造物の和分変換による解法例, 土木学会北海道支部, 技術資料第23号 (1967).
- 6) 能町純雄 : 剛なダイヤフラムで等区画に分けられる薄肉長方形箱桁の曲げ振りについて, 土木学会論文集第 146 号 (1967).