

I-23 長軸方向に連続支持された閉リブ鋼床版の 折板理論による応力解析

○北見工業大学 正員 三上 修一
同 同 大島 俊之
北大工学部 同 能町 純雄

1. まえがき

本研究では閉リブ鋼床版を対象として、長軸方向の面外曲げ剛性を無視した折板理論式を用いて、長軸方向に横桁で連続支持された構造について解析した。

解析にあたっては、橋軸直角方向には定積分変換を用い、橋軸方向には有限フーリエ変換と逆変換を用いて、閉じた関数形を数値的に決定する方法を用いた。

数値計算では横桁剛性の変化、リブ断面の変化が変形、応力に与える影響などについて、三径間連続鋼床版について検討した。

2. 閉リブ鋼床版の基礎微分方程式

図1のような構造についての基礎式を組み立てるため、図2のような節点でのつりあいを考え、節点の断面力には、前述の折板要素の関係式を代入する。

また、変形に対する仮定として、折板の深さ方向、厚さ方向の変位分布は一定とし、リブ下側の変位成分をデッキスレート上の変位であらわし、整理すると、8元の連立微分差分方程式が得られ、これを基礎式と呼ぶ。

これは、文献¹⁾の式(38)である。くわしくは文献を参照されたい。

基礎式をさらに変形して、 $\nabla \theta_r$, $\Delta \theta_r$, ∇u_r , Δu_r を消去し、 X に注目して整理すると、次のような4元連立微分差分方程式となる。

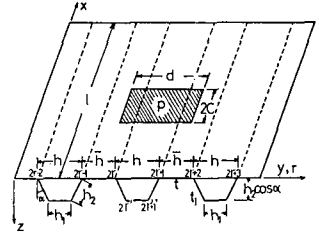


図1 閉リブ鋼床版

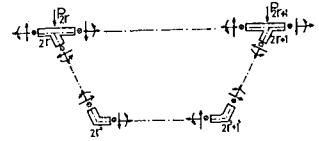


図2 節点のつりあい

$$\begin{bmatrix} b_{11} D_x^4 + b_{12} D_x^2 + b_{13} & b_{14} D_x^4 + b_{15} D_x^2 + b_{16} & b_{17} D_x^4 + b_{18} D_x^2 + b_{19} & b_{1,10} D_x^4 + b_{1,11} D_x^2 + b_{1,12} \\ b_{21} D_x^4 + b_{22} D_x^2 + b_{23} & b_{24} D_x^4 + b_{25} D_x^2 + b_{26} & b_{27} D_x^4 + b_{28} D_x^2 + b_{29} & b_{2,10} D_x^4 + b_{2,11} D_x^2 + b_{2,12} \\ b_{31} D_x^4 + b_{32} D_x^2 + b_{33} & b_{34} D_x^4 + b_{35} D_x^2 + b_{36} & b_{37} D_x^4 + b_{38} D_x^2 + b_{39} & b_{3,10} D_x^4 + b_{3,11} D_x^2 + b_{3,12} \\ b_{41} D_x^4 + b_{42} D_x^2 + b_{43} & b_{44} D_x^4 + b_{45} D_x^2 + b_{46} & b_{47} D_x^4 + b_{48} D_x^2 + b_{49} & b_{4,10} D_x^4 + b_{4,11} D_x^2 + b_{4,12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \nabla v_r \\ \nabla w_r \\ \Delta w_r \\ R_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、

$$\begin{aligned} b_{11} &= a_{11}^* \bar{a}_{11} + a_{13}^* \bar{a}_{21}, & b_{12} &= a_{15}^* + a_{11}^* \bar{a}_{12} + a_{12}^* \bar{a}_{11} + a_{14}^* \bar{a}_{21}, & b_{13} &= a_{12}^* \bar{a}_{12}, & b_{14} &= a_{16}^*, & b_{15} &= a_{11}^* \bar{a}_{14} + a_{13}^* \bar{a}_{24} \\ b_{16} &= a_{17}^* + a_{12}^* \bar{a}_{14} + a_{14}^* \bar{a}_{24}, & b_{17} &= a_{11}^* \bar{a}_{15} + a_{13}^* \bar{a}_{25}, & b_{18} &= a_{11}^* \bar{a}_{16} + a_{13}^* \bar{a}_{26} + a_{12}^* \bar{a}_{15} + a_{14}^* \bar{a}_{25}, \\ b_{19} &= a_{18}^* + a_{12}^* \bar{a}_{16} + a_{14}^* \bar{a}_{26}, & b_{1,10} &= a_{11}^* \bar{a}_{17} + a_{13}^* \bar{a}_{27}, & b_{1,11} &= a_{11}^* \bar{a}_{18} + a_{12}^* \bar{a}_{17} + a_{13}^* \bar{a}_{28} + a_{14}^* \bar{a}_{27}, \\ b_{1,12} &= a_{19}^* + a_{12}^* \bar{a}_{18} + a_{14}^* \bar{a}_{28}, & P_1 &= P_1^* - a_{12}^* \bar{P}_1 - a_{14}^* \bar{P}_2 - a_{11}^* \bar{P}_1 - a_{13}^* \bar{P}_2 \\ b_{21} &= a_{25}^* + a_{21}^* \bar{a}_{11} + a_{23}^* \bar{a}_{21}, & b_{22} &= a_{26}^* + a_{21}^* \bar{a}_{12} + a_{22}^* \bar{a}_{11} + a_{24}^* \bar{a}_{21}, & b_{23} &= a_{22}^* \bar{a}_{12}, & b_{25} &= a_{21}^* \bar{a}_{14} + a_{23}^* \bar{a}_{24}, \\ b_{26} &= a_{27}^* + a_{22}^* \bar{a}_{14} + a_{24}^* \bar{a}_{24}, & b_{27} &= a_{28}^* + a_{21}^* \bar{a}_{15} + a_{23}^* \bar{a}_{25}, & b_{28} &= a_{21}^* \bar{a}_{16} + a_{23}^* \bar{a}_{26} + a_{22}^* \bar{a}_{15} + a_{24}^* \bar{a}_{25}, \\ b_{29} &= a_{29}^* + a_{22}^* \bar{a}_{16} + a_{24}^* \bar{a}_{26}, & b_{2,10} &= a_{21}^* \bar{a}_{17} + a_{23}^* \bar{a}_{27}, & b_{2,11} &= a_{21}^* \bar{a}_{18} + a_{23}^* \bar{a}_{28} + a_{22}^* \bar{a}_{17} + a_{24}^* \bar{a}_{27}, \\ b_{2,12} &= a_{22}^* \bar{a}_{18} + a_{24}^* \bar{a}_{28}, & P_2 &= P_2^* - a_{22}^* \bar{P}_1 - a_{24}^* \bar{P}_2 - a_{21}^* \bar{P}_1 - a_{23}^* \bar{P}_2 \\ b_{31} &= a_{31}^* \bar{a}_{11} + a_{33}^* \bar{a}_{21}, & b_{32} &= a_{35}^* + a_{31}^* \bar{a}_{12} + a_{32}^* \bar{a}_{11} + a_{34}^* \bar{a}_{21}, & b_{33} &= a_{32}^* \bar{a}_{12}, & b_{34} &= a_{36}^*, \\ b_{35} &= a_{31}^* \bar{a}_{14} + a_{33}^* \bar{a}_{24}, & b_{36} &= a_{32}^* \bar{a}_{14} + a_{34}^* \bar{a}_{24}, & b_{37} &= a_{31}^* \bar{a}_{15} + a_{33}^* \bar{a}_{25}, & b_{38} &= a_{31}^* \bar{a}_{16} + a_{33}^* \bar{a}_{26} + a_{32}^* \bar{a}_{15} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + a_{34}^* \bar{a}_{25}, b_{39} = a_{32}^* \bar{a}_{16} + a_{34}^* \bar{a}_{26}, b_{3,10} = a_{31}^* \bar{a}_{17} + a_{33}^* \bar{a}_{27}, b_{3,11} = a_{31}^* \bar{a}_{18} + a_{33}^* \bar{a}_{28} + a_{32}^* \bar{a}_{17} + a_{34}^* \bar{a}_{27}, \\
& b_{3,12} = a_{32}^* \bar{a}_{18} + a_{34}^* \bar{a}_{28}, P_3 = -a_{32}^* \bar{P}_1 - a_{34}^* \bar{P}_2 - a_{31}^* \bar{P}_1 - a_{33}^* \bar{P}_2 \\
& b_{41} = a_{45}^* + a_{41}^* \bar{a}_{11} + a_{43}^* \bar{a}_{21}, b_{43} = a_{42}^* \bar{a}_{12}, b_{42} = a_{46}^* + a_{41}^* \bar{a}_{12} + a_{43}^* \bar{a}_{11} + a_{44}^* \bar{a}_{12}, b_{45} = a_{41}^* \bar{a}_{14} + a_{43}^* \bar{a}_{24} \\
& b_{46} = a_{47}^* + a_{42}^* \bar{a}_{14} + a_{44}^* \bar{a}_{24}, b_{47} = a_{48}^* + a_{41}^* \bar{a}_{15} + a_{43}^* \bar{a}_{25}, b_{48} = a_{41}^* \bar{a}_{16} + a_{43}^* \bar{a}_{26} + a_{42}^* \bar{a}_{15} + a_{44}^* \bar{a}_{25}, \\
& b_{49} = a_{41}^* + a_{42}^* \bar{a}_{16} + a_{44}^* \bar{a}_{26}, b_{4,10} = a_{41}^* \bar{a}_{17} + a_{43}^* \bar{a}_{27}, b_{4,11} = a_{41}^* \bar{a}_{18} + a_{43}^* \bar{a}_{28} + a_{42}^* \bar{a}_{17} + a_{44}^* \bar{a}_{27}, \\
& b_{4,12} = a_{42}^* + a_{42}^* \bar{a}_{18} + a_{44}^* \bar{a}_{28}, P_4 = P_4^* - a_{42}^* \bar{P}_1 - a_{44}^* \bar{P}_2 - a_{41}^* \bar{P}_1 - a_{43}^* \bar{P}_2 \\
& a_{11}^* = \frac{h_2}{2} (N + N_2) + \frac{N h_2}{12} (\Delta_r^2 + 6), a_{12}^* = \frac{G t h_2}{2 h} \Delta_r^2, a_{13}^* = -\frac{N h_2}{12} \Delta_r, a_{14}^* = -\frac{G t h_2}{2 h} \Delta_r, \\
& a_{15}^* = \frac{G t h_2}{4} \Delta_r, a_{16}^* = -\frac{N_2 h_2}{6} \cos \alpha, a_{17}^* = -\frac{6 K}{h^2 \cos \alpha} \Delta_r^2 + a_{16} B_{11} + a_{17} B_{21}, \\
& a_{18}^* = \frac{6 K}{h^2 \cos \alpha} \Delta_r + a_{16} B_{12} + a_{17} B_{22}, a_{19}^* = a_{16} B_{13} + a_{17} B_{23}, P_1^* = P_1 - (a_{16} C_{11} + a_{17} C_{21}) \nabla C_r - (a_{16} C_{12} \\
& + a_{17} C_{22}) \Delta C_r, \\
& a_{21}^* = \frac{N h_2}{12} \Delta_r, a_{22}^* = \frac{G t h_2}{2 h} \Delta_r, a_{23}^* = \frac{N h_2}{12} (2 - \Delta_r^2) + (\frac{N}{6} + \frac{N_2}{2}) h_2, a_{24}^* = -2 \frac{G t h_2}{h} - \frac{G t h_2}{2 h} (4 + \Delta_r^2), \\
& a_{25}^* = \frac{N_2 h_2}{6} \sin \alpha, a_{26}^* = \frac{G t h_2}{4} \Delta_r^2, a_{27}^* = -\frac{6 K}{h^2 \cos \alpha} \Delta_r + a_{26} B_{11} + a_{27} B_{21}, a_{28}^* = -\frac{N_2 h_2}{6} \cos \alpha, \\
& a_{29}^* = \frac{6 K}{h^2 \cos \alpha} (4 + \Delta_r^2) + \frac{24 K}{h^2 \cos \alpha} - \frac{12 K_1}{h_1 \cos \alpha} (g_1 - 2 e_1) + a_{26} B_{12} + a_{27} B_{22}, a_{2,10}^* = -\frac{12 K_1}{h_1 \cos \alpha} (g_3 - 2 e_2) + a_{26} B_{13} + a_{27} B_{23}, \\
& P_2^* = P_2 - (a_{26} C_{11} + a_{27} C_{21}) \nabla C_r - (a_{26} C_{12} + a_{27} C_{22}) \Delta C_r, \\
& a_{31}^* = \frac{N}{12} (6 + \Delta_r^2) + \frac{1}{2} (N + N_1 + 2 N_2), a_{32}^* = \frac{G t}{2 h} \Delta_r^2, a_{33}^* = -\frac{N}{12} \Delta_r, a_{34}^* = -\frac{G t}{2 h} \Delta_r, a_{35}^* = \frac{G t}{4} \Delta_r, \\
& a_{36}^* = -\frac{h_2}{2} (N_1 + N_2) \cos \alpha, \\
& a_{41}^* = \frac{N}{12} \Delta_r, a_{42}^* = \frac{G t}{2 h} \Delta_r, a_{43}^* = \frac{N}{12} (2 - \Delta_r^2) + \frac{1}{6} (N + N_1 + 6 N_2), a_{44}^* = -2 \frac{G t}{h} - \frac{G t}{2 h} (4 + \Delta_r^2), \\
& a_{45}^* = h_2 \sin \alpha (\frac{N_2}{2} + \frac{N_1}{6}), a_{46}^* = \frac{G t}{4} \Delta_r^2, a_{47}^* = a_{56} B_{11}, a_{48}^* = -h_2 (\frac{N_2}{2} + \frac{N_1}{6}) \cos \alpha, \\
& a_{49}^* = \frac{24 K_1}{h_1 h_2} \tan \alpha (g_1 - 2 e_1) - \frac{12 K_2}{h_1 h_2} \sec \alpha \cdot g_1 + a_{56} B_{12}, \\
& a_{4,10}^* = \frac{24 K_1}{h_1 h_2} \tan \alpha (g_3 - 2 e_2) - \frac{12 K_2}{h_1 h_2} \sec \alpha (g_3 - 4) + a_{56} B_{13}, P_4^* = -a_{56} C_{11} \nabla C_r - a_{56} C_{12} \Delta C_r, \\
& \bar{P}_1 = (\bar{P}_3^* - \bar{a}_{32}^* / \bar{a}_{31}^* \bar{P}_3^*) / \bar{a}_{31}^*, \bar{P}_2 = \bar{P}_3^* / \bar{a}_{31}^*, \\
& \bar{a}_{11} = (\bar{a}_{32}^* \bar{a}_{22}^* / \bar{a}_{31}^* - \bar{a}_{33}^*) / \bar{a}_{31}^*, \bar{a}_{12} = -\bar{a}_{34}^* / \bar{a}_{31}^*, \bar{a}_{14} = (\bar{a}_{32}^* \bar{a}_{23}^* / \bar{a}_{31}^* - \bar{a}_{35}^*) / \bar{a}_{31}^*, \bar{a}_{15} = \bar{a}_{32}^* \bar{a}_{24}^* / (\bar{a}_{31}^* \bar{a}_{31}^*), \\
& \bar{a}_{16} = (\bar{a}_{32}^* \bar{a}_{25}^* / \bar{a}_{31}^* - \bar{a}_{36}^*) / \bar{a}_{31}^*, \bar{a}_{17} = \bar{a}_{32}^* \bar{a}_{26}^* / (\bar{a}_{31}^* \bar{a}_{31}^*), \bar{a}_{18} = (\bar{a}_{32}^* \bar{a}_{27}^* / \bar{a}_{31}^* - \bar{a}_{37}^*) / \bar{a}_{31}^*, \\
& B_{11} = (C_{12}^* C_{23}^* - C_{15}^* C_{22}^*) / \Delta, B_{12} = (C_{12}^* C_{24}^* - C_{22}^* C_{13}^*) / \Delta, B_{13} = -C_{23}^* C_{14}^* / \Delta, B_{21} = (C_{15}^* C_{21}^* - C_{16}^* C_{23}^*) / \Delta, \\
& B_{22} = (C_{21}^* C_{13}^* - C_{24}^* C_{11}^*) / \Delta, B_{23} = C_{21}^* C_{14}^* / \Delta, \Delta = C_{11}^* C_{22}^* - C_{21}^* C_{12}^*, C_{11} = C_{22}^* / \Delta, \\
& C_{12} = -C_{12}^* / \Delta, C_{21} = -C_{21}^* / \Delta, C_{22} = -C_{22}^* / \Delta \\
& \bar{a}_{31}^* = \frac{1}{4} (G t + \frac{V N}{h}) \Delta_r, \bar{a}_{32}^* = -\frac{1}{4} (G t + \frac{V N}{h}) \Delta_r^2, \bar{a}_{33}^* = \frac{G t h}{12} (6 + \Delta_r^2) + \frac{G t h}{2}, a_{34}^* = \frac{N}{2 h^2} \Delta_r^2, \\
& \bar{a}_{35}^* = a_{34} + a_{36} B_{11} + a_{37} B_{21}, \bar{a}_{36}^* = a_{35} + a_{36} B_{12} + a_{37} B_{22}, \bar{a}_{37}^* = a_{38} + a_{36} B_{13} + a_{37} B_{23}, \\
& \bar{P}_3^* = P_3 - (a_{36} C_{11} + a_{37} C_{21}) \nabla C_r - (a_{36} C_{12} + a_{37} C_{22}) \Delta C_r, \\
& \bar{a}_{81}^* = a_{82}, \bar{a}_{82}^* = G t_1 (h_2 \sin \alpha + \frac{h_1}{2}), \bar{a}_{83}^* = a_{84} + a_{86} B_{11} + a_{87} B_{21}, \bar{a}_{84}^* = -G t_1 h_2 \cos \alpha, \\
& \bar{a}_{85}^* = \frac{12 K_1}{h_1} (\tan \alpha - \sec \alpha) (g_1 - 2 e_1) - \frac{6 K_2}{h_2} \sec \alpha g_1 + \frac{6 K}{h} \sec \alpha (4 + \Delta_r^2) + \frac{24 K}{h^2} \sec \alpha + a_{86} B_{12} + a_{87} B_{22}, \\
& \bar{a}_{86}^* = -G t_1 h_1 h_2 \sec \alpha, \bar{a}_{87}^* = \frac{12 K_1}{h_1} (\tan \alpha - \sec \alpha) (g_3 - 2 e_2) - \frac{6 K_2}{h_2} \sec \alpha (g_3 - 4) + a_{86} B_{13} + a_{87} B_{23}, \\
& \bar{P}_8^* = P_8 - (a_{86} C_{11} + a_{87} C_{21}) \nabla C_r - (a_{86} C_{12} + a_{87} C_{22}) \Delta C_r, \\
& a_{16} = \frac{3 K}{h \cos \alpha} \Delta_r, a_{17} = -\frac{3 K}{h \cos \alpha} \Delta_r^2, a_{26} = \frac{3 K}{h \cos \alpha} (4 + \Delta_r^2) - \frac{12 K}{h \cos \alpha} - \frac{12 K_1}{h_1 \cos \alpha} g_2, a_{27} = -\frac{3 K}{h \cos \alpha} \Delta_r, \\
& a_{36} = \frac{6 K_1}{h_2} (1 + g_2) \sec \alpha - \frac{3 K}{h} (4 + \Delta_r^2) \tan \alpha + \frac{12 K}{h} \tan \alpha, a_{37} = \frac{3 K}{h} \Delta_r \tan \alpha, \\
& a_{36} = \frac{12 K_1}{h_1} (\tan \alpha - \sec \alpha) g_2 - \frac{6 K_2}{h_2} \sec \alpha (1 + g_2) + \frac{3 K}{h} \sec \alpha (4 + \Delta_r^2) - \frac{12 K}{h} \sec \alpha, a_{37} = -\frac{3 K}{h} \sec \alpha \Delta_r, \\
& P_1 = \sec \alpha (\nabla P_r + \nabla \bar{C}_r), P_2 = \sec \alpha (\Delta P_r + \Delta \bar{C}_r), P_3 = -\tan \alpha (\Delta P_r + \Delta \bar{C}_r), P_8 = \sec \alpha (\Delta P_r + \Delta \bar{C}_r), \\
& g_1 = \frac{6 K_1 e_1}{3 K_1 + 2 K_2}, g_2 = -\frac{K_2}{3 K_1 + 2 K_2}, g_3 = \frac{6 (K_1 e_1 + K_2)}{3 K_1 + 2 K_2}, e_1 = \frac{1}{h_1}, e_2 = -\frac{2 h_2 \sin \alpha}{h_1}, \\
& \nabla \bar{C}_r = -\frac{1}{h} (C_{2r+1, 2r+2} - C_{2r+2, 2r+1} - C_{2r, 2r-1} - C_{2r-1, 2r}), \Delta \bar{C}_r = -\frac{1}{h} (C_{2r+1, 2r+2} + C_{2r+2, 2r+1} + C_{2r, 2r-1} + C_{2r-1, 2r}) + \frac{2}{h} (C_{2r, 2r+1} + C_{2r+1, 2r}), \\
& \nabla C_r = - (C_{2r, 2r+1} + C_{2r+1, 2r} + C_{2r, 2r-1} + C_{2r-1, 2r+2}), \Delta C_r = - (C_{2r+1, 2r} - C_{2r, 2r+1} + C_{2r+1, 2r+2} - C_{2r, 2r-1}).
\end{aligned}$$

3. 橋軸方向の閉じた関数形表示

式(1)に橋軸直角方向には定和分変換, 橋軸方向には有限フーリエ変換を行なう。本論文では橋軸方向連続鋼床版の両端では単純支持を想定して, 有限フーリエ変換による境界値は消失するものとする。故に式(1)は,

$$[ID]\{U\} = \{IP\} \quad - (2)$$

$[ID]$ は, 4行4列の行列式で, その要素は, $d_{ij} = (b_{i,3(j-1)+1}M^4 - b_{i,3(j-1)+2}M^2 + b_{i,3(j-1)+3})$ $i, j=1, 4$ となっているので, $[D_{ij}]$ を d_{ij} の全因数とすれば, 解の一つは, M について着目すれば, 次の形の係数となる。

$$(-1)^{i+j} \frac{|D_{ij}|}{|ID|} = \frac{S_1 M^{14} + S_2 M^{12} + \dots + S_7 M^2 + S_8}{r_1 M^{16} + r_2 M^{14} + \dots + r_6 M^2 + r_9} \quad - (3)$$

これは, 分母=0とする M^2 に関する8次方程式の根を求め, 部分分数に展開し, 未定係数法により, 各係数を決定すると次のように変形できる。

$$(-1)^{i+j} \frac{|D_{ij}|}{|ID|} = \frac{1}{r_1} \left\{ \sum_{s=1}^{\alpha^*} \frac{k_{2s-1} M^2 + k_{2s}}{(M^2 + \alpha_s)^2 + y_s^2} + \sum_{z=1}^{\beta^*} \frac{k_z^*}{M^2 + \alpha_z} \right\} \quad - (4)$$

ただし α^*, β^* は前述の高次方程式のそれぞれ共役複素数の組数, 実根の数を意味する。また, 根の一组を複素根について $\lambda_1 \pm \lambda_2 i^*$, 実根について λ とすると, 前式においては,

$$\alpha_s = -\lambda_1, \quad y_s = -\lambda_2, \quad \alpha_z = -\lambda \quad (\text{ただし } i^* \text{ は虚数単位とする。})$$

このようにして, 数値的に部分分数の各係数が決定できれば, 無限級数形の公式を用いて, 橋軸方向には閉じた関数形で表示できる。

これらの計算は, 計算機の中で自動的に行なわれる。また有限フーリエ変換の境界値が残る問題の場合にも同様の手順で関数形が決定できるが, この中には係数の入れかえをして, 影響の大きな項のみ単純な逆変換形にとりだせるものも含まれている。

4. 横桁剛性の評価

横桁については, 図3のような構造であるが, 取扱いを簡単にするため, 図4のようにモデル化して考慮する。この場合, 換算板厚 t_1 は, $t_1^* = k^* t_0 h / h_0$

$$- (5)$$

となり, k^* は補正係数であるが, 実験等により決定する。本論文では, $k^* = 1$ としている。

図4の横桁のわじり剛性は無視できるものと仮定し, 横桁の上下に節点をもつ, 四角形有限要素系によりモデル化する。したがって, 横桁剛性は横桁の軸方向および鉛直方向の力により評価し, 横桁位置での変形の適合条件により, その大きさを決定する方法により計算する。

5. 数値計算

数値計算により, 変形, 応力に及ぼす, 横桁剛性, リーフ断面形状, スパン比などの影響について検討したが, 図には中央支間を支間長とする単純鋼床版の結果について一部比較のため示している。

計算に用いた断面等の数値は,

$t = 12 \text{ mm}$, $t_1 = t_2 = 8 \text{ mm}$, $b = 6 \text{ mm}$, $h = \bar{h} = 30 \text{ cm}$, $h_2 = h_1 = 20 \text{ cm}$, 側り支間 $l_1 = l_2 = 300 \text{ cm}$, 150 cm , 中央支間 300 cm , リーフ本数 7 本, 荷重は中央に, $50 \times 20 \text{ cm}^2$ の面積で 8 kg/cm^2 の強度の部分分布

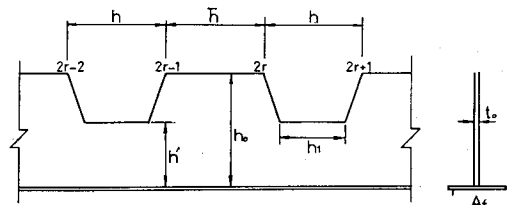


図3 Actual Structure

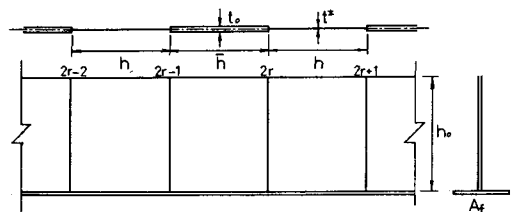


図4 Model

荷重をリス断面中央 (Case A) に載せている。

図5は、横桁剛性(高さ)の変化による垂直変位の橋軸方向変化を示している。これによると、剛性が大きくなるにつれて、横桁位置の沈下量が小さくなり、全体の変位が小さくなっている様子がわかる。

図6、図7はリス上側、およびリス下側の橋軸方向応力が、リス形状により、連続支持の場合どのように変化するかを調べたものである。

リス形状、断面が大きいほど、応力は当然小さくなるが、図6の横桁位置では、逆の関係になっている。

図8は、 $l_1 = l_3 = 150 \text{ cm}$ と l_2 の $1/2$ とした場合のたわみの比較を示したもので、横桁高さ h は 60 cm としている。支間を短かくすると、この場合、中央点のたわみが3割程度小さくなっている。

5. ま と め

閉リス鋼床版の基礎式を橋軸方向に閉じた関数で表示することにより、横桁を考慮した連続支持の鋼床版の解析を行なった。

ここでは橋軸直角方向の分布、断面方向曲げモーメント、橋軸方向変化などについて、触れられなかった。また、等価支間長に対する考察も行なえなかったのも別の機会に発表したい。

参考文献

- 1) 大島, 能町: 折板構造解析による閉リス鋼床版の弾性挙動の研究, 土木学会論文報告集, オ278号, 1978.10
- 2) Boukamp, J. G. and G. H. Powell: Structural Behavior of an Orthotropic Steel Deck Bridge, Structural Engineering Laboratory, Univ. of California, Berkeley, Calif., Report No. 67-27, Nov, 1967.
- 3) 井口産業造稿集, 室工大土木工学科, 1967.
- 4) 山村, 若林: 任意の支持条件をもつ閉断面リス鋼床版の実用計算法, 橋梁と基礎, 1971, 2月号
- 5) 能町, 大島: 閉リス鋼床版の弾性挙動について, 土木学会年次学術講演会, I-22, 1975.
- 6) 能町, 大島: 閉リス鋼床版の構造特性, 土木学会北海道支部研究発表会論文集, p107, 1976.
- 7) 能町, 大島: 閉リスで補剛された平板の曲げについて, 土木学会年次学術講演会, I-107, 1976.

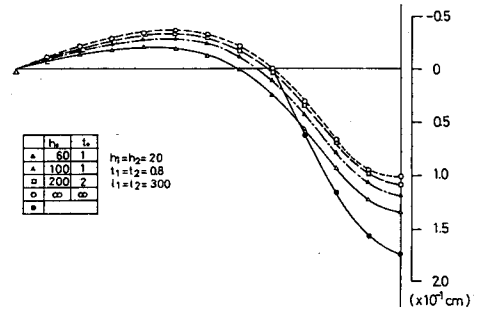


図5 たわみ w

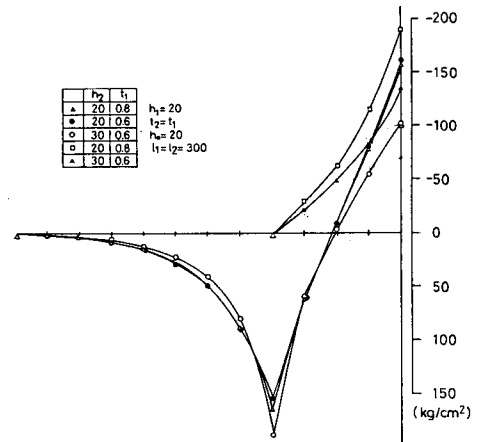


図6 リス上側応力 σ_x^u

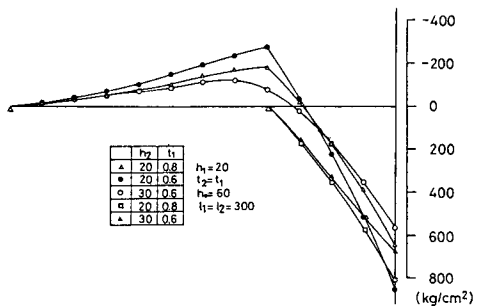


図7 リス下側応力 σ_x^l

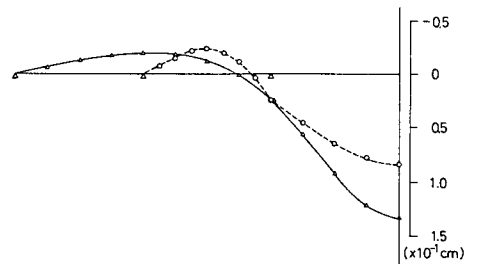


図8 支間長比の変化, たわみ w