

比大工学部 正員 能町純雄
北見工業大学 正員 大島俊之

1. まえがき

鋼条版の研究はこれまで W. Pelican u. M. Esslinger¹⁾ による直交異方性版として研究, Homborg²⁾ の仮説による格子構造として研究³⁾ to F.W. J. G. Boukamp and G. H. Powell⁴⁾ の論文にある格子構造として研究^{5), 6)} など多くの研究がなされてきた。本論文は鋼条版のテイヤフォートと閉鎖型に格子構造解析^{6), 7)} を適用して、両者の断面変形を考慮した解析による、鋼条版の鋪装の破壊の問題、特に鋪装表面の引張歪の定量に、および鋼条版の断面特性などについての研究を目的としている。

昨年、橋軸方向に単純支持された構造についてその理論を發表し、テイヤフォートによる断面方向の力の伝達などに付いて調査した。今回はいくつかの横桁について支持されている場合についての理論式を誘導し、上記諸数値に及ぼす横桁の配下の影響などに付いて考察しようとするものである。

2. 理論概要^{4), 5)}

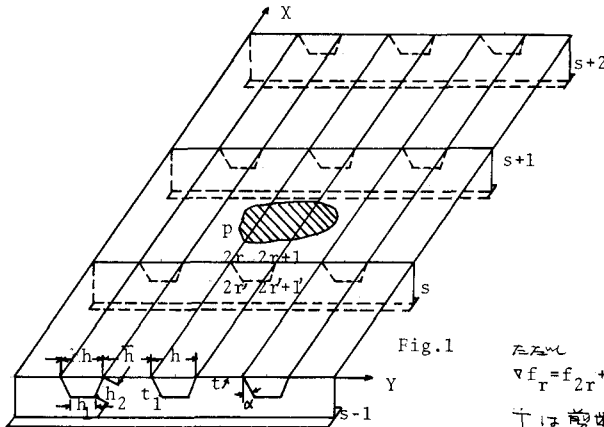


Fig. 1

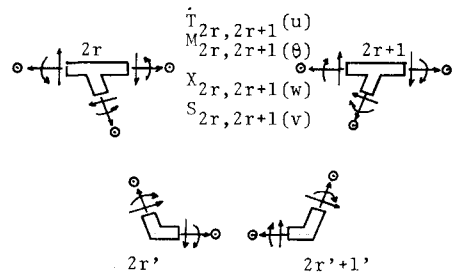


Fig. 2

ただし

$$\nabla f_r = f_{2r} + f_{2r+1}, \quad 4f_r = f_{2r+1} - f_{2r}$$

T は剪断力, M は断面方向曲げモーメント

X は断面方向剪断力, S は軸力 (垂直応力)

図1のような構造の任意の部分に対して、図2のような力と変形曲げモーメントと変形の関係を文献^{6), 7)} を参照して格子理論によって求める。^{4), 5)} 次に節点に於いてつりあいをとり、 X 方向に連続、 Y 方向に離散型の関数で表現された変位に対する連立微分差分方程式が得られる。これを対し、 X 方向に有限フーリエ変換⁸⁾ Y 方向に有限フーリエ変分変換 (Finite Fourier Integration Transform)⁹⁾ を行なうと、 Y 方向の境界条件を両辺単純支持とし、 X 方向の境界条件が自然と次式A形となる。(文献4, 5参照)

$$\begin{bmatrix} b_{12} - b_{11}M^2 & b_{15} - b_{14}M^2 + b_{13}M^4 & b_{19} - b_{17}M^2 + b_{16}M^4 & b_{10} - b_{18}M^2 \\ b_{22} - b_{21}M^2 & b_{25} - b_{24}M^2 + b_{23}M^4 & b_{29} - b_{27}M^2 & b_{2,10} - b_{28}M^2 + b_{26}M^4 \\ b_{32} - b_{31}M^2 & b_{35} - b_{34}M^2 + b_{33}M^4 & b_{39} - b_{37}M^2 + b_{36}M^4 & b_{3,10} - b_{38}M^2 \\ b_{42} - b_{41}M^2 & b_{45} - b_{44}M^2 + b_{43}M^4 & b_{49} - b_{47}M^2 & b_{4,10} - b_{48}M^2 + b_{46}M^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \nabla U \\ \nabla V \\ \nabla W \\ \Delta W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} IP_1 \\ IP_2 \\ IP_3 \\ IP_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ b_{31} \\ b_{41} \end{bmatrix} C_m M \cdot \nabla U_0$$

$$+ \begin{bmatrix} b_{13} \\ b_{23} \\ b_{33} \\ b_{43} \end{bmatrix} C_m M \nabla \nabla U_0 + \begin{bmatrix} b_{14} - b_{13}M^2 \\ b_{24} - b_{23}M^2 \\ b_{34} - b_{33}M^2 \\ b_{44} - b_{43}M^2 \end{bmatrix} C_m M \nabla U_0 + \begin{bmatrix} b_{16} \\ 0 \\ b_{36} \\ 0 \end{bmatrix} C_m M \nabla \nabla W_0 + \begin{bmatrix} 0 \\ b_{26} \\ 0 \\ b_{46} \end{bmatrix} C_m M \Delta W_0 + \begin{bmatrix} b_{17} - b_{16}M^2 & b_{27} \\ b_{37} - b_{36}M^2 & b_{47} \end{bmatrix} C_m M \nabla W_0 + \begin{bmatrix} b_{18} \\ b_{28} - b_{26}M^2 \\ b_{38} \\ b_{48} - b_{46}M^2 \end{bmatrix} C_m M \Delta W_0 \quad (1)$$

$$E \approx L, \quad b_{11} = a_{11} - a_{12} \cdot a_{31} / a_{32}, \quad a_{11} = \frac{k_2}{2}(N_1 + N_2) + \frac{N_1 k_2}{2}(1 - \frac{D_1}{\alpha}),$$

$$a_{12} = \frac{N_1 k_2}{2} \sin \frac{\pi r}{u}, \quad a_{31} = \frac{1}{2} (Gt + \frac{vN}{u}) \sin \frac{\pi r}{u}, \quad a_{32} = \frac{D_1}{2} (Gt + \frac{vN}{u})$$

$$r_{2u}, \quad M_1 = \frac{M \pi}{2}, \quad \nabla \bar{U} = \sum_{r=1}^n \nabla \bar{U} \sin \frac{i \pi r}{u}, \quad r_{2u}, \quad c_m = 1 - (-1)^m,$$

$$|E_1| = \sum_{r=1}^n \nabla P_r \sin \frac{i \pi r}{u}, \quad r_{2u}, \quad \nabla \bar{U} \text{ は } \nabla \bar{U} \text{ の境界値。}$$

$$N_1 = Et h / (1 - \nu^2), \quad \bar{N} = Et \bar{h} / (1 - \nu^2), \quad D_1 = z(1 - \omega \frac{i \pi}{u}),$$

$$N_2 = Et_1 k_2 / (1 - \nu^2), \quad \nu = \text{Poisson's ratio.} \quad \bar{f} = \frac{d\bar{f}}{dx}.$$

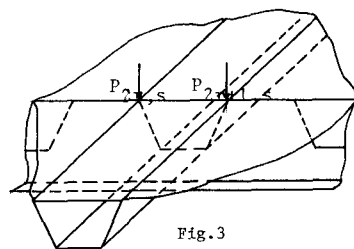


Fig. 3

3. 境界条件.

(1)式は橋桁位置の7箇の境界値を持つ2つの式, 図3のように, 橋桁と縦梁の交差点の, 次の境界条件を与えて境界値を決定する。(1)式の一般解は(1)式を解いて \$x\$ 方向に有限変換, \$y\$ 方向に有限変換, 定積分変換を行って求める。

$$1) \nabla \bar{U}_{A,A+1} = \nabla \bar{U}_{A,A-1}, \quad 2) \nabla \bar{W}_{A,A+1} = \nabla \bar{W}_{A,A-1} \quad 3) \Delta \bar{W}_{A,A+1} = \Delta \bar{W}_{A,A-1} \quad 4) \nabla \bar{V}_{A,A+1} = \nabla \bar{V}_{A,A-1}, \quad 5) \nabla \bar{V}_{A,A+1} = \nabla \bar{V}_{A,A-1}.$$

$$6) a_{11}(\nabla \bar{U}_{A,A+1} - \nabla \bar{U}_{A,A-1}) + a_{17}(\nabla \bar{W}_{A,A+1} - \nabla \bar{W}_{A,A-1}) = \nabla P_A - \nabla Q_A, \quad E \approx L \quad a_{17} = -\frac{N_2 k_2}{2} \cos \alpha, \quad r_{2u}$$

$$7) a_{22}(\nabla \bar{U}_{A,A+1} - \nabla \bar{U}_{A,A-1}) + a_{28}(\Delta \bar{W}_{A,A+1} - \Delta \bar{W}_{A,A-1}) = \Delta P_A - \Delta Q_A, \quad \nabla P_A, \Delta P_A \text{ は橋桁上の荷重項, } \nabla Q_A, \Delta Q_A \text{ は橋桁の剛性のそれを表現したものである。}$$

4. 数値計算例.

鋼板敷設の破壊の問題。特に鋪設表面の引張歪を計算するため, 図4のような一つの構造および荷重状態に於いて得られた断面方向の \$y-x\$ を一例を示した。これらによって得られた最大たわみ角差および最大曲率 \$y-x\$ を用いて, 図5(a),(b)のように鋪設表面の引張歪を求めた。図5(a)はデッキプレートと一体となつて鋪設が弾性的に変形するものととして両側のたわみ角を延長して求めたものである。(ε_θ) (b)図は最大曲率 \$y-x\$ を用いてデッキプレートの曲率から幾何学的に求めたものである。(ε_K)

5. 結果と考察.

以上の計算の結果, ε_{θ,max} = 1 × 10⁻³, ε_{K,max} = 1 × 10⁻² 程度の値が通常鋼板敷断面に於いて得られるが, 一方アスファルトの極限破断歪は高温時 1 × 10⁻², 低温時 1 × 10⁻³ と比較される¹⁰⁾, この計算から非常に近い値を示すことが明かされた。

今後は種々の仮定の下でもさらに検討してこの種の問題の解決に努めていきたい。

また, この用いた理論は橋桁と縦梁の交差点部が取扱ひに不十分なものもあることをさらに検討を加えたいと思う。

参考文献

- 1) 国弘, 藤原: 土木研究所報告 137号 91 (1969)
- 2) 渡辺昇: 橋げたの理論と計算 (技報堂)
- 3) J. G. Bouwkamp and G. H. Powell: Structural Behavior of an Orthotropic Steel Deck Bridge (1967) コウケン技術社.
- 4) 能町, 大島: 土木学会年次学術講演会, 工部 (1975)
- 5) 能町, 大島: 土木学会北海道支部論文集 (1976)
- 6) 能町: 土木学会論文集 第146号. 尾崎: 土木学会論文集 第179号
- 7) I. N. Sneddon: The use of Integral Transform, Macgraw-Hill
- 8) 菅原他: 土木材料 (四) 共立出版 (1964)
- 9) Nomachi and Matsuoka: Proc. of the 20th Jap. Nat. Conf. for Appl. Mech. (1970).

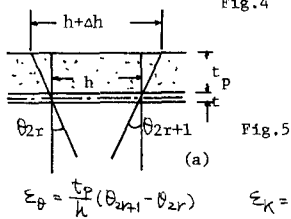
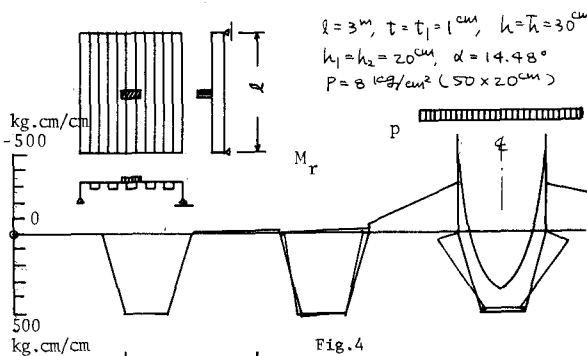


Fig. 4

Fig. 5