

京都大学工学部 正員 小西一郎
 同上 正員 橋本孝士
 建設省中部地建 正員 ○志水茂明

1. 緒言

鋼橋に鋼床板を採用することは、死荷重の軽減に役立つのみならず、桁の一部として薄肉立体構造を形成するために、橋梁構造上非常に有利となる。しかしながら、このような構造において桁の曲げにともなう鋼床板のせん断歪の影響、ならびに垂直荷重による局部応力などに關しては、まだ問題点が多い。したがって本研究においては、これらの問題点を解決することをその目的とし、まず π 型断面桁橋において、せん断歪を考慮に入れた橋軸方向応力の分布状態を理論的、実験的に解明し、一方、近似解法について述べ、さらに主桁ならびにリブの有効幅の決定に対して考察をおこなった。また鋼床板の局部応力の算定に關しては、連続直交異方性板理論を用いて、床板応力の解析をおこなった。

2. 鋼橋鋼床板の応力分布

(1) 厳密解¹⁾

桁橋に荷重が作用した場合、鋼床板桁橋を床板部と桁部とに分けて考えよと Fig-1 a, b に示すように、床板と腹板上縁間にせん断応力 τ_w 、ならびに床板および桁が受持つ垂直力 q , $p-q$ が生ずる。したがって、せん断応力 τ_w は、

$$\tau_w = -EF \left(\frac{\partial u}{\partial x^2} - k \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \quad (1)$$

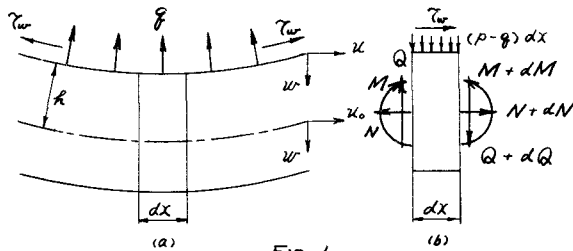


Fig. 1

τ_w, u, w を Fourier 級数に展開することにより $\tau_{wn} = EF \left(\frac{n\pi}{2L} \right)^2 (u_n + k \frac{n\pi}{2L} w_n)$ (2)

次に床板については、Fig-2 において、釣合条件ならびに応力関数 Φ を導入することにより次式を得る。

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + 2K_5 S_5 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2 \partial y^2} + S_5^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = 0 \quad (3)$$

ただし $t_y/t_x = D_y$ $t_x/t_y = D_x$ $E/G - \nu(D_x + D_y) = 2H_s$ $D_x/D_y = S_5^2$
 $K_5 = H_s / \sqrt{D_x D_y}$ t_x, t_y : x, y 方向の板厚

したがって式(2)(3)より床板の応力分布を求めることができる。

(2) 近似解法²⁾

主桁ならびにリブを適當な有効幅を考慮することにより、等価な断面を持つ1本の棒に置換し、仮想的なせん断応力 τ を考えることにより、主桁ならびにリブ応力として、次の σ を得る。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_F &= \frac{S_w}{k(A_F + A_L)} \left\{ x + \frac{A_L \sinh Kx}{A_F K \cosh KL} \right\} \\ \sigma_L &= \frac{S_w}{k(A_F + A_L)} \left\{ x - \frac{\sinh Kx}{K \cosh KL} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

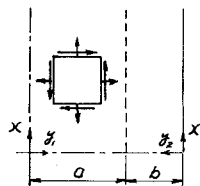


Fig. 2

ただし

$$K^2 = \frac{Gt}{Eb} \left\{ \frac{1}{A_F} + \frac{1}{A_L} \right\} \quad A_F: \text{主桁断面面積}$$

$2A_L$: 中央リブの断面面積 S_R : 腹板より生ずるせん断力

h : 腹板の高さ b : 主桁とリブの間隔

Fig-4 に実測値と計算値(厳密計算値)の一例を示す。

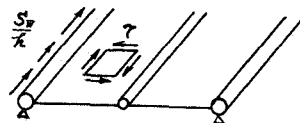


Fig. 3

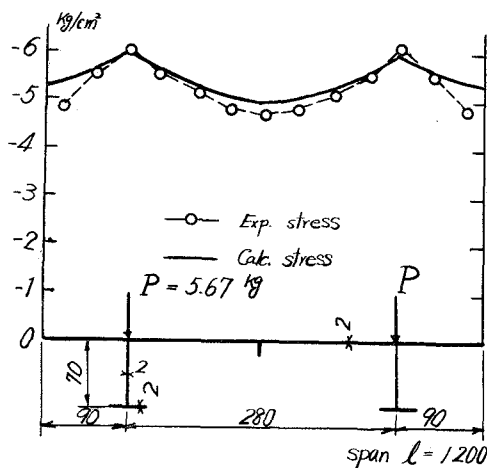


Fig. 4.

3. 鋼床板の局部応力

従来の設計法においては、局部応力に関して不十分な点や非常なものが多い。そこで本研究では、G. Fischer の板応力の算定に、横リブ上の連続性を無視したのに対して、この連続性を考慮に入れるべく、連続道交角方形板理論を用いて、横リブ上に生ずる変曲モーメントを算出する方法を説明した。

有効板厚 $2H$ 、 x 方向、 y 方向の各曲がり剛

度を B_x , B_y とすると $K = H/\sqrt{B_x B_y} = 1$ における

板の 5 連モーメント式は、式(5)で示される。

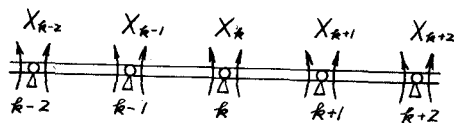


Fig. 5

$$\begin{aligned} & -2\alpha^3 \Phi X_{k-2} + \{S - \alpha C + 8\alpha^3 \Phi C\} X_{k-1} \\ & + 2\{\alpha - CS - 2\alpha^3 \Phi(2C^2 + 1)\} X_k \\ & + \{S - \alpha C + 8\alpha^3 \Phi C\} X_{k+1} - 2\alpha^3 \Phi X_{k+2} = Z_k \quad (5) \end{aligned}$$

ただし Z_k : 荷重項

$$S = \sinh \frac{\pi \pi \beta a}{b}$$

$$\Phi = \frac{a B_y}{E J_a} \left(\frac{b}{\pi \pi \beta a} \right)^2$$

$$C = \cosh \frac{\pi \pi \beta a}{b}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{B_y}{B_x}}$$

b : 板幅

$$\alpha = \frac{\pi \pi \beta a}{b}$$

a : 板の交角

本研究は、昭和 33 年度文部省科学研究費の援助を受けたことを附記する。

1) K. Marguerre: Der Stahlbau 21. Jahrgang Heft 8, S. 129 ~ 132 1952

2) P. Kuhn: Stress in Aircraft and Shell structures 1956