

大阪大学 正員 小松定夫
大阪大学 正員 西村宜男
大阪大学 学生 西井良一

1. まえがき

筆者等は吊橋補剛トラスを対象として、吊橋のねじり解析が簡単に行えるよう、トラスの骨組構造を連続体に換算する方法を追求してきたが、今回、トラス弦材の軸方向変位によるねじり角変化と、せん断力による斜材、横構の伸縮によるねじり角変化を併せて考えることにより、箱型トラスのより拘束を受けるねじりに関する基礎方程式の誘導を行った。

2. 斜材の伸縮とwarpingによるトラスの変位

Fig. 1aに示すような箱型トラスの両端にねじりモーメント T_0 が作用したとき、1パネルを取り出して考えると、1面のトラスはFig. 1bに示すような斜材の伸びによる変位 δ_s とFig. 1cに示すwarping w による変位 δ_w とからなる。主構の変位を η 、横構のそれを ξ と表わすと、

$$\eta_s = \Delta h / \sin \delta = \alpha S_A, \quad \xi_s = \beta S_h \quad (1)$$

$$\text{ここに } \alpha = h / EA_h \sin^3 \delta, \quad \beta = b / 2EA_h \sin^3 \delta$$

$$\eta_w = zw\lambda / h, \quad \xi_w = -zw\lambda / b, \quad (2)$$

兩者を合せて、

$$\eta = \eta_s + \eta_w = \alpha S_A + zw\lambda / h \quad (3)$$

$$\xi = \xi_s + \xi_w = \beta S_h - zw\lambda / b$$

ところで $\eta h = \xi b$, $T_0 = S_A b + S_h h$ は関係があるから

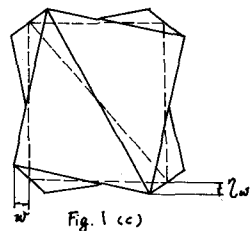
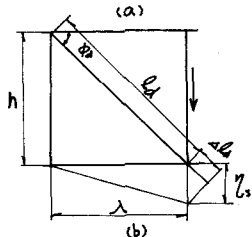
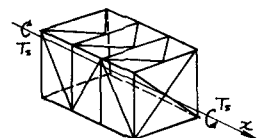
$$S_A = T_0 / 2b, \quad S_h = T_0 / 2h \quad (4)$$

トラスのねじり剛性 GJ は

$$GJ = T_0 \lambda b / 2\delta = T_0 \lambda h / 2\xi = \frac{z\lambda b^2 h^2}{h^2 \alpha + b^2 \beta} \quad (5)$$

ゆえにBleichの別法による値と一致する。しかし先に筆者等が発表していた厳密式⁽¹⁾は、斜材の伸縮を考慮していないから

$$GJ' = \frac{z\lambda b^2 h^2}{h^2(\alpha + \alpha_c) + b^2 \beta}, \quad \alpha_c = \frac{1}{EA_c} \frac{\lambda}{\tan^2 \delta} \quad (6)$$



(5)式、(6)式の差はFig. 2に示す程度である。吊橋補剛トラスで用いられるように腹材が弦材に比し、かなり小さいトラスではこの差は小さく(5)式を用いてもよい。

3. 曲げねじり

文献(1)より曲げねじり状態ではトラスのパネル間に働く力は前節のせん断力 S_A , S_h の他に軸方向力 N が存在する。このとき斜材及び横構に生ずる軸力のトラス断面方向成分は

$$S_A = \frac{N}{2} \left(\frac{T}{bh} - \frac{dN}{dx} \right), \quad S_h = \frac{b}{2} \left(\frac{T}{bh} + \frac{dN}{dx} \right) \quad (7)$$

トラスの変位 η , ξ に対して式(1)の考え方を進めると

$$\frac{d^2 \eta_s}{dx^2} = \alpha' \left(\frac{1}{bh} \frac{dT}{dx} - \frac{d^2 N}{dx^2} \right), \quad \frac{d^2 \xi_s}{dx^2} = \beta' \left(\frac{1}{bh} \frac{dT}{dx} + \frac{d^2 N}{dx^2} \right) \quad (8)$$

こゝに $\alpha' = h^2 \alpha / 2\lambda$, $\beta' = b^2 \beta / 2\lambda$ そりによる変位は

$$\frac{d^2 \eta}{dx^2} = \frac{2}{h} \frac{dw}{dx}, \quad \frac{d^2 \xi}{dx^2} = -\frac{2}{b} \frac{dw}{dx} \quad (9)$$

両者を合せて

$$\frac{d^2 \eta}{dx^2} = \alpha' \left(\frac{1}{bh} \frac{dT}{dx} - \frac{d^2 N}{dx^2} \right) + \frac{2}{h} \frac{dw}{dx}, \quad \frac{d^2 \xi}{dx^2} = \beta' \left(\frac{1}{bh} \frac{dT}{dx} + \frac{d^2 N}{dx^2} \right) - \frac{2}{b} \frac{dw}{dx} \quad (10)$$

こゝに $\varphi = 2\eta/b = 2\xi/h$ 及び $N = EA_c dw/dx$, $dT/dx = -m_t$ を考慮すると

$$-G_c J \varphi'' - \frac{GJ}{GJ^*} EA_c w''' = m_t \quad (11)$$

こゝに $G_c J^* = \frac{bh}{b\beta' - h\alpha'}$, 左辺第2項がトラスのそり拘束の影響を表わす。

$b\beta' = h\alpha'$ の場合には第2項は0となりトラスにそりは生じない。Fig. 3 に GJ^* の特性を示す。式(11)は又 w に関して次のように書換えることができる。

$$\frac{d^4 w}{dx^4} - K^2 w + \frac{T}{EI} = 0 \quad (12)$$

$$\text{こゝに } K^2 = \frac{4}{EA_c b h} GJ, \quad \Gamma = \frac{1}{Ac b h^2} \frac{GJ}{GJ^*}$$

両端単純支持されたトラスに分布ねじりモーメントが作用したときの φ , w , N を Fig. 4 に示す。

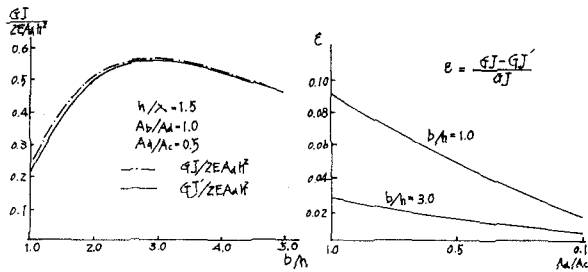


Fig. 2

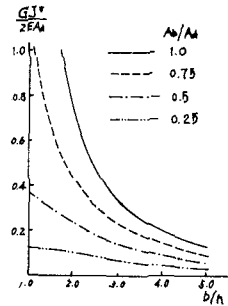
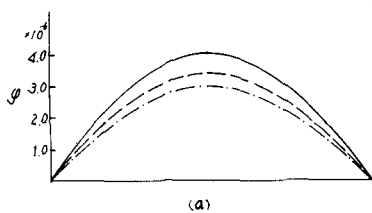


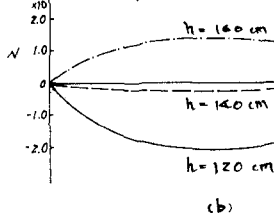
Fig. 3

両端単純支持、分布ねじりモーメント満載

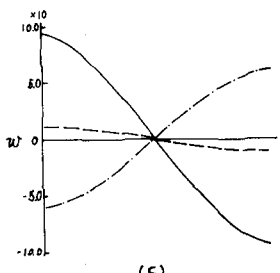
$Ac = 4.01 \text{ cm}^2$, $A_b = 1.32 \text{ cm}^2$, $A_c = 4.4 \text{ cm}^2$, $b = 100 \text{ cm}$



(a)



(b)



(c)

Fig. 4

4. おとびき

以上の理論を更に進めて、補剛トラス全体横断面の変形を考慮した基礎方程式を導き、対傾構の変形がねじりに及ぼす影響について検討している。

文献1) 長大吊橋補剛トラスのねじりに関する基礎的研究 関西支部講演概要 昭和44年