

1 序論 一般にトラス補剛桁をもった吊橋のねじれ解析はトラスをある連続な薄肉構造に置き換えて行われている。面内曲げ解析のように、比較的にせん断の影響が小さい場合は、連続体としても誤差は小さい¹⁾。しかしねじれ解析のように、せん断の影響が大きい場合は、ねじれによるせん断力による斜材応力は弦材応力に複雑な作用を与えるが、この影響を連続体によっては正確に計算する事ができない。トラス構造として吊橋補剛桁を正直に解析する事は吊橋の格間数の極めて多事を考えると、膨大な計算となり、実用上不可能であろう。そこで本論文は、トラスとしての性質を失わない範囲でモデル化を行い、その解析を行なったものである。本解析で行なっている主な仮定は次の通りである。

- (1) 断面は上下左右対称である。
- (2) 垂直材の伸びを無視する。
- (3) 主トラスはワーレン型とし、横構は図-1に示したようなKトラスとする。
- (4) 断面形は不変(断面形が変形する場合にも簡単に拡張できる。)



図-1

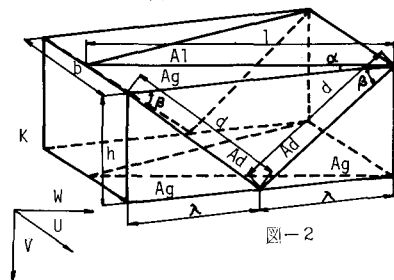


図-2

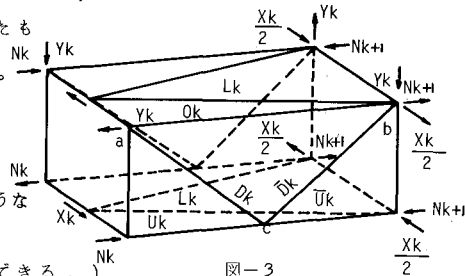


図-3

2 解析 トラス補剛桁各格間ごとに次の関係式が得られる。

$$\begin{aligned} \psi_{k+1} - \psi_k &= \frac{2\lambda}{EA_{gk}} (N_k - \frac{\lambda}{h} Y_k) & \psi_{k+1} - \psi_k &= \frac{2\lambda}{EA_{gk}} (N_{k+1} + \frac{\lambda}{h} Y_k) \\ -(\psi_{k+1} + \psi_k) + (\phi_{k+1} - \phi_k) \frac{b h}{4\lambda} &= \left(-\frac{\lambda^2}{h EA_{gk}} + \frac{d^3}{\lambda h EA_{dk}} \right) Y_k \\ \psi_{k+1} + (\phi_{k+1} - \phi_k) \frac{b h}{8\lambda} &= \frac{l^3}{2 b \lambda EA_{dk}} X_k & \psi_k + (\phi_{k+1} - \phi_k) \frac{b h}{8\lambda} &= \frac{l^3}{2 b \lambda EA_{dk}} X_k \end{aligned}$$

右側の欄に書いてある式はKトラスの向きが逆の場合である。上式より ϕ_k 、 Y_k 項を消去すると

$$\begin{aligned} (\phi_{k+1} - \phi_k) \frac{b h}{4\lambda} &= \left(-\frac{d^3}{4\lambda^2 EA_{dk}} + \frac{3\lambda}{4 EA_{gk}} \right) N_k + \left(\frac{\lambda}{4 EA_{gk}} - \frac{d^3}{4\lambda^2 EA_{dk}} \right) N_{k+1} + \left(\frac{d^3}{2 b \lambda EA_{dk}} + \frac{3\lambda^2}{2 b EA_{gk}} + \frac{l^3}{2 b \lambda EA_{dk}} \right) X_k \\ (\phi_{k-1} - 2\phi_k + \phi_{k+1}) \frac{b h}{4\lambda} &= \left(\frac{\lambda}{2 EA_{gk-1}} - \frac{d^3}{2\lambda^2 EA_{dk-1}} \right) N_{k-1} + \left(\frac{d^3}{2\lambda^2 EA_{dk}} + \frac{3\lambda}{2 EA_{gk}} + \frac{3\lambda}{2 EA_{gk-1}} + \frac{d^3}{2\lambda^2 EA_{dk-1}} \right) N_k + \left(\frac{\lambda}{2 EA_{gk}} - \frac{d^3}{2\lambda^2 EA_{dk}} \right) N_{k+1} \\ &\quad + \left(\frac{d^3}{2 b \lambda EA_{dk}} + \frac{3\lambda^2}{2 b EA_{gk}} \right) X_k + \left(\frac{\lambda^2}{b EA_{gk-1}} - \frac{d^3}{\lambda b EA_{dk-1}} \right) X_{k-1} \end{aligned}$$

が得られる。ただし(4)式および(5)式はKトラスの向き、および向きの変るタワ一部、支間中央で式の形が変ってくる。これとケーブル方程式に相当する次式と組合わせて各値を求める事ができる。

$$m_k^T - \frac{b h}{4\lambda} H(-\phi_{k-1} + 2\phi_k - \phi_{k+1}) - \frac{d H b}{2\lambda} S_k = 2h(X_{k-1} - X_k) - \frac{b h}{2\lambda} (N_{k-1} + 2N_k - N_{k+1})$$

$$k=2\sim n,$$

3 数値解析結果

表-1に示すような、一応本州四国連絡橋・南備瀬戸橋を対象とし、半載道路橋と鉄道荷重によるねじりモーメント荷重を次の通りとする。

半載道路荷重により生じるモーメント荷重

$$m^T=393.12\text{ ton}\cdot\text{m}$$

鉄道荷重により生じるモーメント荷重

$$m^T=1111.67\text{ ton}\cdot\text{m}$$

載荷状態は次の2ケースである。



図-4 載荷状態

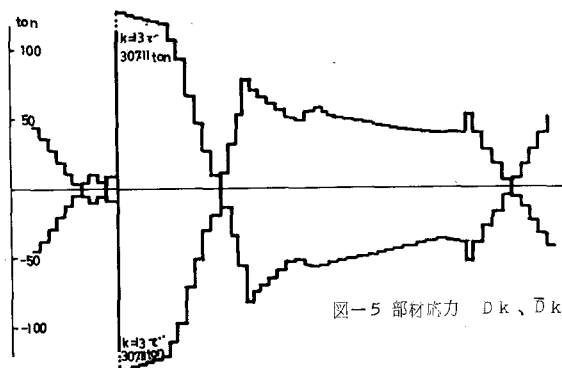


図-5 部材応力 D_k 、 $\bar{D}_k$

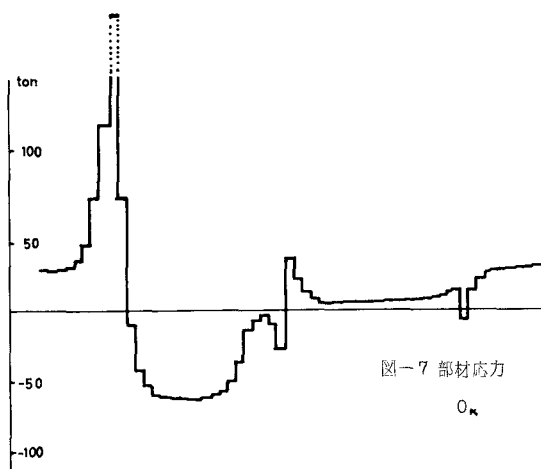


図-7 部材応力 O_k

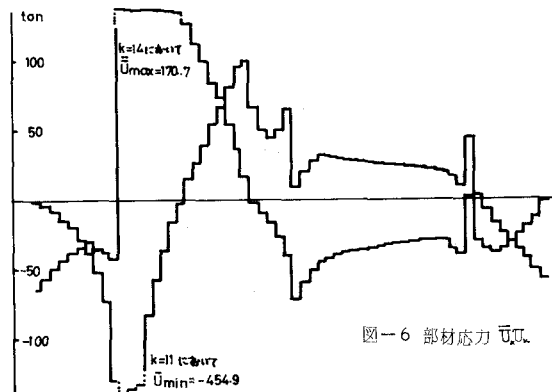


図-6 部材応力 $\bar{U}_u$

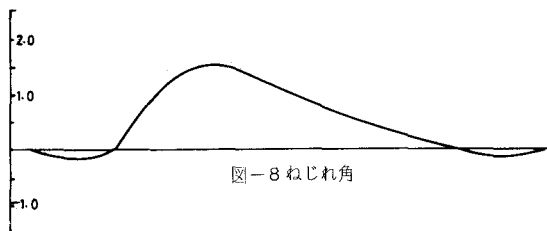


図-8 ねじれ角

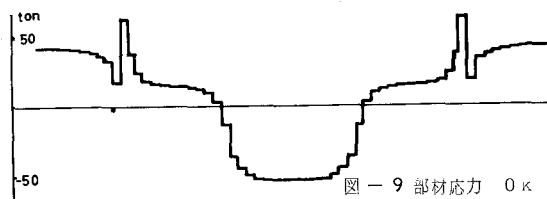


図-9 部材応力 O_k

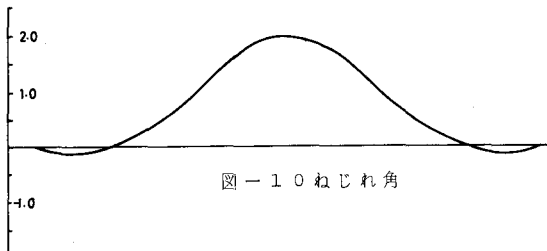


図-10 ねじれ角

	記号	諸元
スパン	l_s+l+l_s	$260^m+1,092+260^m$
ケーブルサグ	f	100^m
トラス高	h	13^m
トラス幅	b	32^m
ケーブル間隔	b_c	37^m
格間長	2λ	26^m
弦材断面積	A_g	0.122^{m^2}
斜材断面積	A_d	0.0668^{m^2}
横構斜材断面積	A_l	0.0373^{m^2}
ケーブル伸び剛性	$E_c A_c$	$1.541 \times 10^7 \text{ t/cable}$
吊構造重量	m_s	14.35 t/m/cable
ケーブル重量	m_c	6.62 t/m/cable