

立体トラス橋の解法とその計算方法について

正 員 中 村 作太郎*

1. 緒 言

立体トラス橋の解法については、諸外国および我国において、数多くの人達により各種の研究が行われて来ている。これは、トラス橋そのものが立体形を成しているもので、従来から用いられている平面トラスの解法により計算するだけでは、不充分であり、時と場合によっては不合理な結果が得られることもあるので、この点に関心を持つ研究者が増加して来ていることを意味するものと思う。

最近における立体トラス橋の解法に関する発達傾向は、電子計算機の利用に便利な方向に進んでいることは確かであり、マトリックス法、^{1)~3)}漸化変形法、⁴⁾Kani 拡張法⁵⁾などがその主体をなしているようである。

これらの解法は、計算結果を迅速・正確に得る手法として、きわめて有力な武器になると思うが、このほかに、構造および現象面の厳密性をも取り入れた基礎理論の適用も当然必要になって来るものと思う。

この方面に関する解法の研究は、割合に少ないようであるが、部材回転角の利用解法、⁶⁾有限変形解法⁷⁾などはその一部に属するものと思う。

著者は、以上の点に留意し、立体トラス橋の節点剛性と変形の影響をも考慮に入れた迅速近似計算法を、立体トラスの格点変位解式・厳密たわみ解式の併用組合せ、平面トラスの二次応力解法の拡張など、電子計算機の利用により、順序よく迅速に計算出来るものとして提案する。

なお、上述の解法と計算方法は、著者によりすでに発表された平面トラス橋の節点剛性と変形の影響を考慮した解法とその計算方法^{8),9)}の立体トラス橋への拡張であることを付記する。

2. 立体トラスの厳密節点変位の表示式

立体トラスの厳密計算方法は、節点剛性と変形の影響を考慮した平面トラスの解法と同様に、節点剛性と変形の影響を考慮する立体トラスの基礎方程式を解き、得ら

れた各節点変位を用いて、部材回転角、節点回転角、部材端モーメント、部材一次応力度、部材二次応力度、合成応力度を厳密に求めるにある。

しかるに、上述の計算中特に重要なのは各節点変位を厳密に求めることで、こゝに生ずる誤差が最終の合成応力度に大きく影響するのである。

そこで、一般立体トラスの任意の節点 i における微小変形をも考慮した厳密垂直変位 (y 方向の変位)・トラス軸方向の厳密水平変位 (x 方向の変位)・トラス軸に直角方向の厳密水平変位 (z 方向の変位) をそれぞれ $\delta_i(y)$, $\delta_i(x)$, $\delta_i(z)$ とすれば、図-1 を参照し次の通り表示出来る。

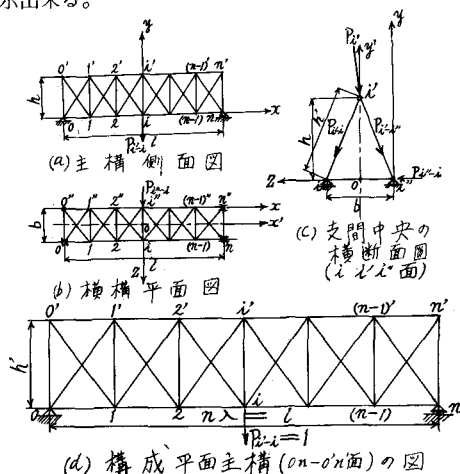


図-1 立体トラス橋の基本一般図

$$\begin{aligned}\delta_i(y) &= v_i + \Delta v_{i(1)} + \Delta v_{i(2)} + \cdots + \Delta v_{i(r)} + \cdots \\ \delta_i(x) &= v_i + \Delta u_{i(1)} + \Delta u_{i(2)} + \cdots + \Delta u_{i(r)} + \cdots \\ \delta_i(z) &= w_i + \Delta w_{i(1)} + \Delta w_{i(2)} + \cdots + \Delta w_{i(r)} + \cdots\end{aligned}$$

ここに、

* 室蘭工業大学教授

$$\left. \begin{aligned} v_i, u_i, w_i : & \text{微小変形の影響を無視せる場合の節点変位方程式より求めた } i \text{ 節点の } y \text{ 方向の垂直変位, } x \text{ 方向の水平変位, } z \text{ 方向の水平変位} \\ \Delta v_{i(r)}, \Delta u_{i(r)}, \Delta w_{i(r)} : & \text{微小変形の影響を考慮した場合の節点変位方程式より求めた } i \text{ 節点における第 } r \text{ 回目の } y \text{ 方向の垂直追加変位, } x \text{ 方向の水平追加変位, } z \text{ 方向の水平追加変位} \end{aligned} \right\} (1)$$

(1)式における第1項 v_i, u_i, w_i の値に比べ、第2項 $\Delta v_{i(1)}, \Delta u_{i(1)}, \Delta w_{i(1)}$ 、第3項 $\Delta v_{i(2)}, \Delta u_{i(2)}, \Delta w_{i(2)}$ などの値は加速度的に減少して行くことが計算結果より明らかなところである。すなわち、 $\Delta v_{i(r)}, \Delta u_{i(r)}, \Delta w_{i(r)}$ の値は r の増加にともない、0に接近して行き、 $\delta_i(y), \delta_i(x), \delta_i(z)$ の計算値は段々と収束することが明かである。

3. 構成平面トラスの節点剛性と変形の影響を考慮せる厳密たわみ解式

図一1を参照し、構成平面主トラス($x-y$ 平面のトラス)の任意の節点 i における厳密たわみ解式を、可能変形法則の仮想荷重 $P_i(y)=1$ ($x-y$ 平面における y 方向の荷重)および実際変位状態より誘導すれば、次の通りになる。

$$\left. \begin{aligned} 1\delta_i &= \Sigma \bar{S} S \mu s / \alpha E A + \Sigma \bar{M} M \nu s / \beta E_b I + \kappa \Sigma \bar{Q} Q \lambda s / \gamma G A + \Sigma \bar{S} \epsilon t \mu s + \Sigma \bar{M} \epsilon \Delta t \nu s / h \\ \text{ここに, } t : & \text{温度変化 } (^{\circ}\text{C}), \Delta t : \text{断面上・下端の温度差 } (^{\circ}\text{C}), \epsilon : \text{伸縮係数 } (0.000012/^{\circ}\text{C}) \\ h : & \text{断面高さ (cm), そのほかの記号は(4)式参照。} \end{aligned} \right\} (2)$$

(2)式にて温度変化の影響を考えに入れなければ次式が得られる。

$$1\delta_i = \Sigma \bar{S} S \mu s / \alpha E A + \Sigma \bar{M} M \nu s / \beta E_b I + \kappa \Sigma \bar{Q} Q \lambda s / \gamma G A \dots\dots\dots (3)$$

(3)式における各記号は次の通りとする。

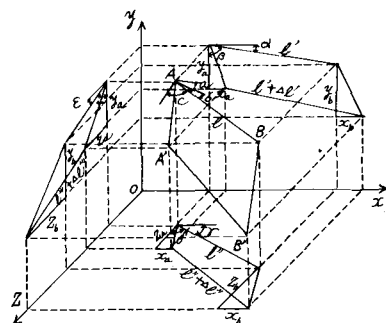
$$\left. \begin{aligned} \delta_i : & \text{構成の平面主トラスの任意点 } i \text{ における同平面内のトラス軸 (} x \text{ 軸) に直角方向の変位 (cm), } \\ s : & \text{部材長 (節点間距離) (cm), } E : \text{引張 (または圧縮) 弾性係数 (kg/cm}^2\text{), } E_b : \text{曲げ弾性係数 (kg/cm}^2\text{), } G : \text{せん断弾性係数 (kg/cm}^2\text{), } A : \text{部材の断面積 (cm}^2\text{), } I : \text{部材の断面二次モーメント (cm}^4\text{), } S : \text{部材の実軸力 (kg), } \bar{S} : i \text{ 点に } P_{i-i}=1\text{kg が作用するときの部材の仮想軸力 (kg); } \\ M_{mn}, M_{nm} : & \text{部材の左・右節点における面内材端実モーメント (kg-cm); } \bar{M}_{mn}, \bar{M}_{nm} : i \text{ 点に } P_{i-i}=1\text{kg が作用するときの部材における左・右の面内材端仮想モーメント (kg-cm), } M : \text{部材における左・右の面内材端実モーメントの平均値 } = (M_{mn} \pm M_{nm})/2 \text{ (kg-cm), } \bar{M} : i \text{ 点に } P_{i-i}=1\text{kg が作用するときの部材における左・右の材端仮想モーメントの平均値 } = (\bar{M}_{mn} \pm \bar{M}_{nm})/2 \text{ (kg-cm), } Q : \text{部材の面内実せん断力 (kg), } \bar{Q} : i \text{ 点に } P_{i-i}=1\text{kg が作用するときの部材の面内仮想せん断力 (kg), } \\ \kappa : & \text{せん断弾性補正係数の逆数; } \mu, \nu, \lambda : \text{節点剛性の影響による部材の軸力, 面内曲げモーメント, 面内せん断力に関する構成平面トラスとしての補正係数; } \alpha, \beta, \gamma : \text{節点剛性の影響による部材の変形度合を考慮した引張 (または圧縮) 弾性係数, 曲げ弾性係数, せん断弾性係数に関する構成平面トラスとしての補正係数} \end{aligned} \right\} (4)$$

4. 立体ヒンジトラスの変位解法

平面トラスにおける変形法による解法を立体トラスに拡張し、変位解式の誘導を行う。

図一2は、立体ヒンジトラスにおける任意部材の三次元投象図であり、任意の部材が載荷後変形し、 AB から $A'B'$ に移動したものと仮定する。

部材 AB が xy, xz, yz 平面となす角をそれぞれ、 a, b, c ; xy 平面に投射した部材 AB の x 軸および y 軸となす角を α, β ; xz 平面に投射した部材 AB の



図一2 立体トラスの任意部材の三次元投象図

x 軸および z 軸となす角を γ, δ ; y, z 平面に投射した部材 AB の y 軸および z 軸となす角を ϵ, ζ ; また xy, xz, yz 平面に投射した部材 AB の長さをそれぞれ l', l'', l''' とし、 A および B 点の x, y, z 方向の変位を x_a, y_a, z_a および x_b, y_b, z_b とすれば、 xy 平面における l' の伸び $\Delta l'$ は次式で表わされる。 $\Delta l' = \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l'$; 同様に xz 平面の部材 l'' の伸び $\Delta l'' = \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l''$, yz 平面の部材 l''' の伸び $\Delta l''' = \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l'''$ で表示される。

更に幾何学的関係により、 $\Delta l' = \Delta l \cos a, \Delta l'' = \Delta l \cos b, \Delta l''' = \Delta l \cos c$ なる故、 $\Delta l = \Delta l' / \cos a = \Delta l'' / \cos b = \Delta l''' / \cos c$ となる。そこで、

$$\Delta l = \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos a = \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l'' \cos b = \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l''' \cos c \quad \dots\dots (5)$$

幾何学的関係 $l' = l \cos a, l'' = l \cos b, l''' = l \cos c$ を (5) 式に代入し、

$$\Delta l = \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a = \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b = \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c \quad \dots\dots (6)$$

部材長の変化は、温度変化を考慮に入れなければ、

$$\Delta l = S / EF, \quad S: \text{軸力}, \quad E: \text{弾性係数}, \quad F: \text{断面積} \quad \dots\dots (7)$$

(6), (7) 式より、

$$\begin{aligned} S &= EA \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a \\ &= EA \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b \\ &= EA \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c \end{aligned} \quad \dots\dots (8)$$

次に、各節点の平衡条件を示すと、

$$\begin{aligned} \Sigma S \cos a \cos \alpha + \Sigma P_x &= 0, \quad \Sigma S \cos a \sin \alpha + \Sigma P_y = 0 \quad (\text{または}) \\ \Sigma S \sin b + \Sigma P_y &= 0, \quad \Sigma S \cos c \cos \epsilon + \Sigma P_z = 0 \end{aligned} \quad \dots\dots (9)$$

いま、(9) 式の第 1 式に (8) の第 1 式、(9) 式の第 2 式に (8) の第 2 式、(9) 式の第 3 式に (8) の第 3 式をそれぞれ代入すれば、 $\Sigma EA \cos a \cos \alpha \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a + \Sigma P_x = 0, \Sigma EA \sin b \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b + \Sigma P_y = 0, \Sigma EA \cos c \cos \epsilon \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c + \Sigma P_z = 0$ の三式が得られる。

一節点において上述の三つの一次方程式を得るから、これを立体トラスの全節点に適用すれば、未知数と同数の方程式が得られる。従ってこれを連立方程式として、 $x_a, x_b, \dots, y_a, y_b, \dots, z_a, z_b, \dots$ などについて解けば、各節点の x, y および z 軸方向の変位が求まる。

ただし、この三つの方程式は上述の 3 式に限られたわけではなく、その 3 個の中に各節点の三軸方向の変位が含まれていればよい。すなわち、(9) 式に (8) の第一式、第二式、第三式を順次に代入して行くと、次の 3 組、9 個の方程式が得られるが、その各式の何れか一つずつを組み合わせればよい。

$$\left. \begin{aligned} \Sigma EA \cos a \cos \alpha \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a + \Sigma P_x &= 0 \\ \Sigma EA \sin b \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a + \Sigma P_y &= 0 \\ \Sigma EA \cos c \cos \epsilon \{(x_b - x_a) \cos \alpha + (y_b - y_a) \cos \beta\} / l \cos^2 a + \Sigma P_z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \Sigma EA \cos a \cos \alpha \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b + \Sigma P_x &= 0 \\ \Sigma EA \sin b \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b + \Sigma P_y &= 0 \\ \Sigma EA \cos c \cos \epsilon \{(x_b - x_a) \cos \gamma + (z_b - z_a) \cos \delta\} / l \cos^2 b + \Sigma P_z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \Sigma EA \cos a \cos \alpha \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c + \Sigma P_x &= 0 \\ \Sigma EA \sin b \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c + \Sigma P_y &= 0 \\ \Sigma EA \cos c \cos \epsilon \{(z_b - z_a) \cos \epsilon + (y_b - y_a) \cos \zeta\} / l \cos^2 c + \Sigma P_z &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots (12)$$

上述の解式を基本とし、任意の点 i についての一般式に書き代えてみる。

任意の点 i において、部材 n 本が集まり、それらを $i_1, i_2, \dots, i_k, \dots, i_n$ とする。任意の部材を ik とし、その両端の x, y, z 方向の変位をそれぞれ、 $x_i, y_i, z_i; x_k, y_k, z_k$, とする。また部材長を l_{ik} , 断面積を A_{ik} とし、各軸となす角にはすべて「 ik 」なる suffix をつけるものとする。いま軸力を S とすれば、

$$\left. \begin{aligned} S &= EA_{ik} \{ (x_k - x_i) \cos \alpha_{ik} + (y_k - y_i) \cos \beta_{ik} \} / l_{ik} \cos^2 \alpha_{ik} \\ &= EA_{ik} \{ (x_k - x_i) \cos \gamma_{ik} + (z_k - z_i) \cos \delta_{ik} \} / l_{ik} \cos^2 b_{ik} \\ &\left[= EA_{ik} \{ (z_k - z_i) \cos \epsilon_{ik} + (y_k - y_i) \cos \zeta_{ik} \} / l_{ik} \cos^2 c_{ik} \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

各節点における平衡条件は次の通りとなる。

$$\sum S \cos \alpha_{ik} \cos \alpha_{ik} + \sum P_{xi} = 0, \quad \sum S \sin b_{ik} + \sum P_{yi} = 0, \quad \sum S \cos c_{ik} \cos \epsilon_{ik} + \sum P_{zi} = 0 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{従って, } EA_{ik} / l_{ik} \cos^2 \alpha_{ik} = K_{ik}(a), \quad EA_{ik} / l_{ik} \cos^2 b_{ik} = K_{ik}(b), \quad EA_{ik} / l_{ik} \cos^2 c_{ik} = K_{ik}(c) \quad \dots\dots\dots (15)$$

とおけば、求める解式は次の通りとなる。

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^n K_{ik}(a) \{ (x_k - x_i) \cos \alpha_{ik} + (y_k - y_i) \cos \beta_{ik} \} \cos \alpha_{ik} \cos \alpha_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{xi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(a) \{ (x_k - x_i) \cos \alpha_{ik} + (y_k - y_i) \cos \beta_{ik} \} \sin b_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{yi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(a) \{ (x_k - x_i) \cos \alpha_{ik} + (y_k - y_i) \cos \beta_{ik} \} \cos c_{ik} \cos \epsilon_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{zi} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^n K_{ik}(b) \{ (x_k - x_i) \cos \gamma_{ik} + (z_k - z_i) \cos \delta_{ik} \} \cos \alpha_{ik} \cos \alpha_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{xi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(b) \{ (x_k - x_i) \cos \gamma_{ik} + (z_k - z_i) \cos \delta_{ik} \} \sin b_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{yi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(b) \{ (x_k - x_i) \cos \gamma_{ik} + (z_k - z_i) \cos \delta_{ik} \} \cos c_{ik} \cos \epsilon_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{zi} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (17)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^n K_{ik}(c) \{ (z_k - z_i) \cos \epsilon_{ik} + (y_k - y_i) \cos \zeta_{ik} \} \cos \alpha_{ik} \cos \alpha_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{xi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(c) \{ (z_k - z_i) \cos \epsilon_{ik} + (y_k - y_i) \cos \zeta_{ik} \} \sin b_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{yi} &= 0 \\ \sum_{k=1}^n K_{ik}(c) \{ (z_k - z_i) \cos \epsilon_{ik} + (y_k - y_i) \cos \zeta_{ik} \} \cos c_{ik} \cos \epsilon_{ik} + \sum_{k=1}^n P_{zi} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (18)$$

5. 節点剛性と変形の影響を考慮せる立体トラス橋の近似計算方法

(1) 各節点変位の迅速近似計算法

立体トラス橋における各節点変位を厳密・迅速に求める近似計算方法とその手順を示せば、次の通りである。

- 1) (1)~(4)式を用いて、構成平面主トラスの支間中央点における厳密垂直変位を求める。
- 2) 立体ヒンジトラスとしての節点変位数値方程式を(16)~(18)式を用いて誘導し、電子計算機にかけて連立に解き、すべての節点変位を迅速に求める。
- 3) 1)と2)の二つの方法によって求めた構成平面主トラスの支間中央点における垂直変位の比率を求める。著者はこの比率のことを節点変位補正係数と名付ける。
- 4) 立体ヒンジトラスの節点変位数値方程式を連立に解いて求めた各節点変位に、上述の節点変位補正係数をかけ節点剛性と変形の影響を考慮せる各節点の変位を迅速に決定する。

(2) 部材軸力、部材端モーメント、部材応力度などの計算法

上述の迅速近似計算法によって求めた節点剛性と変形の影響を考慮せる各節点変位を用い、次に挙げる諸解式と撓角分配法などの併用によって、部材軸力・部材端モーメント・部材応力度などを計算すればよい。

すなわち、各構成平面トラスの各部材において、

$$\text{部材軸力 } S = EF \{ (u_b - u_a) \cos \alpha + (v_b - v_a) \sin \alpha \} / l' \pm EF \omega t \quad \dots\dots\dots (19)$$

(19)式にて、温度変化を考慮しない場合は、二項目 $\pm EF \omega t$ をとればよい。

部材端モーメント

圧縮材に対し、

$$\left. \begin{aligned} M_{ab} &= 6EF \{ \theta_{ab} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} (2\psi + 6EKZ_{ba}) + \{ \theta_{ba} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' \\ &\quad + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} \varphi / \{ (2\psi + 6EKZ_{ab}) (2\psi + 6EKZ_{ba}) - \varphi^2 \} \\ M_{ba} &= -6EK [\{ \theta_{ab} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} \varphi + \{ \theta_{ba} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' \\ &\quad + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} (2\psi + 6EKZ_{ab})] / \{ (2\psi + 6EKZ_{ab}) (2\psi + 6EKZ_{ba}) + \varphi^2 \} \end{aligned} \right\} \dots\dots (20)$$

引張材に対し、

$$\left. \begin{aligned} M_{ab} &= 6EK [\{ \theta_{ab} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} (2\Psi + 6EKZ_{ba}) + \{ \theta_{ba} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' \\ &\quad + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} \Phi / \{ (2\Psi + 6EKZ_{ab}) (2\Psi + 6EKZ_{ba}) - \Phi^2 \} \\ M_{ba} &= 6EK [\{ \theta_{ab} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} \Phi + \{ \theta_{ba} - (v_b - v_a) \cos \alpha / l' \\ &\quad + (u_b - u_a) \sin \alpha / l' \} (2\Psi + 6EKZ_{ab})] / \{ (2\Psi + 6EKZ_{ab}) (2\Psi + 6EKZ_{ba}) + \Phi^2 \} \end{aligned} \right\} \dots\dots (21)$$

上述の(19)～(21)式における各記号および関連解式については、節点剛性と変形の影響を考慮せる平面トラス橋の厳密解法とその計算方法に関する著者の研究論文(室蘭工業大学研究報告、4-1および5-2に掲載)を参照のこと。

また、(13)、(14)式を剛節トラス橋に用いる場合には、 $6EKZ_{ab}=0$ 、 $6EKZ_{ba}=0$ を代入し、式を簡易化すればよい。

次に、これらの軸力と材端モーメントから部材応力度を求める解式を挙げる。各構成平面トラスにおいて、

$$\text{部材の一次応力度 } \sigma_1 \text{ は、 } \sigma_1 = S/F \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{部材の二次応力度 } \sigma_2 \text{ は、 } \sigma_2 = M\eta/I \dots\dots\dots (23)$$

$$\text{部材の合成応力度 } \sigma \text{ は、 } \sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = S/F \pm M\eta/I \dots\dots\dots (24)$$

(22)～(24)式において、 S ：部材の軸力(kg)、 F ：断面積(cm^2)、 I ：断面二次モーメント(cm^4)、 M ：部材の材端モーメント(kg-cm)、 η ：断面の中心軸より縁維面までの垂直距離(cm)。

なお、立体トラス橋の部材で、二つ以上の異なった構成平面トラスの部材を兼ねている場合には、勿論異なった方向の二次応力の重複の影響について考慮を払わなければならない。

り、荷重分配もすっきりしている。

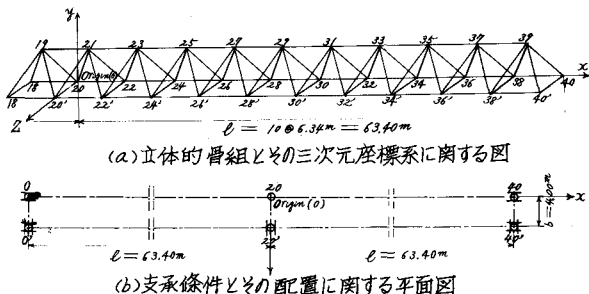


図-4 二径間連続三弦トラス橋の立体的骨組とその支承配置図

6 立体トラス橋の応力計算について

図-3、4に示すような二径間連続溶接三弦パイプトラス橋¹⁰⁾の応力計算を研究的に試みた。

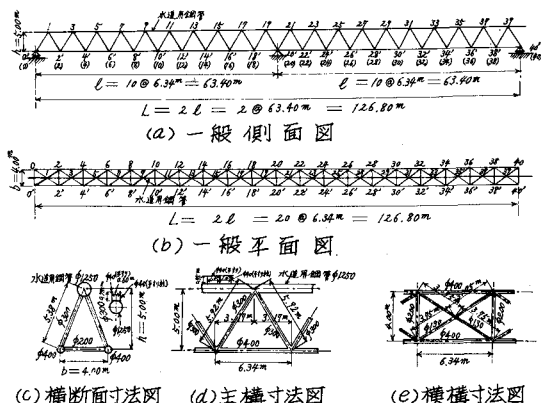


図-3 二径間連続溶接三弦パイプトラス橋の寸法図

三弦トラス橋は、立体トラスとしての典型的橋梁であ

設計条件を列記すれば、橋種：水路橋、形式：二径間連続溶接三弦パイプトラス橋、鋼管材料の種別：STK50
接合方法：溶接、格間数：20、全径間長：2 @ 63.40 m
= 126.80 m、一径間長：10 @ 6.34 m = 63.40、上・下弦材間の心々間隔(垂直高さ)：5.00 m、下弦材の心々間隔(水平距離)：4.00 m、歩廊の高さ：75 cm、歩廊の幅員：60 cm、活荷重：水の重量 = 1,225 kg/m、歩廊群集荷重 = 100 kg/m、衝撃係数 $i = 0.177$ ；風荷重： $p = 250 \text{ kg/m}^2$ ， $w = 0.555 \text{ t/m}$ ；死荷重：0.200 t/m。

各部材の最大合成応力度および最大たわみなどを計算し好結果を収めた。

節点剛性と変形の影響を考慮せる立体トラス橋の一般的な厳密解法により計算することは、非常に複雑な連立関数方程式を解くのがかなりの難事で、実用的でないばかりか計算誤差の入る可能性も多分に考えられる。

これに比べ、本計算法は解式が簡潔であり、平面トラ

スの拡張解式の併用組合せが可能であり、計算精度も割合高いので、充分実用性に富むものと思う。

なお、本研究の設計計算に関しては、室蘭工業大学土

木工学科卒業生佐藤武美君に、在学当時ご協力頂いたことを付記し、感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) Chu—Kia Wang: Proc. ASCE Vol 85
St 4 23 (1959)
- (2) 遠藤篤康, 大塚佐一郎: 土木技術24—4,
51 (1969)
- (3) 遠田良喜: 土木学会論文報告集第 181号,
15 (1970)
- (4) 的場典司他 3 名: 土木学会第25回年講集 I—46,
113 (1970)
- (5) 山崎徳也・太田俊昭: 土木学会論文集第 148号,
1 (1967)
- (6) 近藤繁人: 土木技術13—4, 4 (1958)
- (7) 後藤茂夫他 3 名: 土木学会第23回年講集 I—66
197 (1968)
- (8) 中村作太郎: 室蘭工大研報 4—1, 111 (1962)
- (9) 中村作太郎: 室蘭工大研報 5—2, 178 (1966)
- (10) 中村作太郎: 土木学会第22回年講集 I—80,
80 (1967)