

I-45 マトリックス法による曲線立体トラス橋の構造特性について

北海道大学

正員 工博

渡辺 昇

"

正員

金子 孝吉

"

学生員

○高野 護国

1. まえがき

近年道路の急速な発展に伴い、橋梁の架設位置が道路の一部として路線の形状によって定まり、曲線橋の建設が多くなってきている。しかしその多くは桁橋、または、箱桁でありトラスの曲線橋は余り見かけない。東名高速道路の酒田川橋はトラスではあるが、単径間あるいは数径間単位で折り曲げた型である。

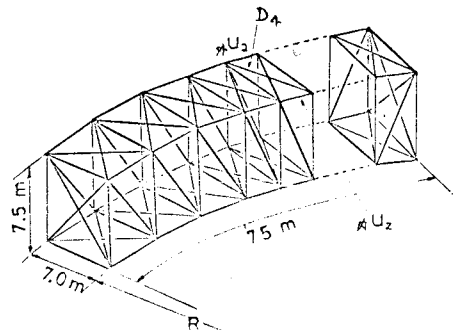


図-1 中間対傾構のない場合

本研究においては、曲線単径間立体トラス橋について、主構トラスの弦材を各パネルごとに折り曲げたものを対象としてマトリックス法で解析し、半径の変化及び中間対傾構の有無によって、なわみ及び軸力がどのように変わるかを調べたものである。

なお橋の平面形は何れも扇形である。

2. 対象としたトラス

本研究で対象としたトラスは図-1及び図-2に示すところのプラット型立体曲線扇形トラス橋である。上下横構はガアルワーレン型である。

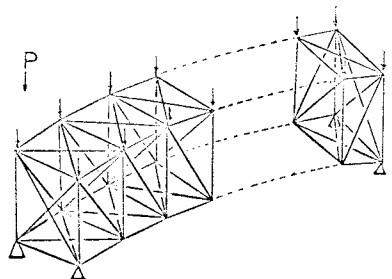


図-2 中間対傾構のある場合及び荷重状態

また、内側円弧長は何れも $l = 75 \text{ m}$ の主構間隔は $b = 7.0 \text{ m}$ に固定し半径を変化させた。対傾構について次のA), B) 2ケースを考えた。

A) 対傾構が両端にのみ置かれた場合(図-1)

B) 対傾構が各パネルごとに置かれた場合(図-2)

内側格間長 $\lambda = 7.5 \text{ (m)}$

半径方向主構間隔 $b = 7.0 \text{ (m)}$

構高 $H = 7.5 \text{ (m)}$

内側橋長 $l = 75 \text{ (m)}$

内側主構半径 $R = 50, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 175 \text{ (m)}$

断面積
上、下弦材、端垂直材、端対傾構とも $150 \text{ (cm}^2\text{)}$
斜材、上、下横構、中間対傾構とも $75 \text{ (cm}^2\text{)}$

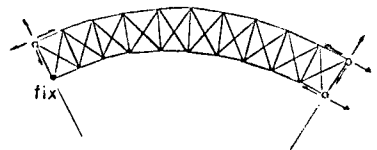


図-3 支え状態

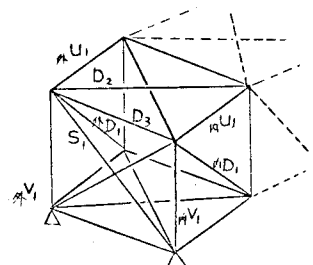


図-4 部材名

こゝでは、一般の傾向の把握を目的とするので断面積は 150 cm^2 と 75 cm^2 に統一した。
 また、円筒主構造の半径は(A),(B)両方とも上記の 50 m から 175 m 迄の11種類について計算した。支承条件は図-3に示す通りで矢印の向きに可動する。

3. 計算方法の概要

計算は直接剛性法による。周知の通り図-5にあるような部材の剛性マトリックスは、 $x-y-z$ 座標で $\bar{x}$ 軸を部材軸とすれば

$$K = \frac{AE}{L} \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ 0 & 0 & & & & \\ 0 & 0 & 0 & & & \\ -1 & 0 & 0 & 1 & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{SYM.} \quad (1)$$

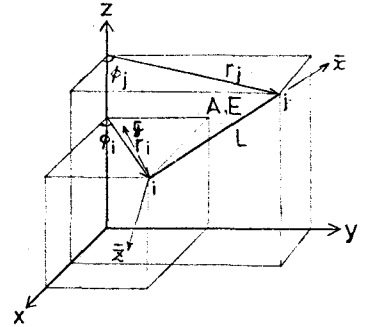


図-5

構造物の基準座標である $x-y-z$ 軸に変換するとき、 x 軸、 y 軸、 z 軸の $\bar{x}$ 軸に対する方向余弦をそれぞれ λ , μ , ν とすると、

$$K = \frac{AE}{L} \begin{bmatrix} \lambda^2 & \lambda\mu & \lambda\nu & -\lambda^2 & -\lambda\mu & -\lambda\nu \\ \lambda\mu & \mu^2 & \mu\nu & -\lambda\mu & -\mu^2 & -\mu\nu \\ \lambda\nu & \mu\nu & \nu^2 & -\lambda\nu & -\mu\nu & -\nu^2 \\ -\lambda^2 & -\lambda\mu & -\lambda\nu & \lambda^2 & \lambda\mu & \lambda\nu \\ -\lambda\mu & -\mu^2 & -\mu\nu & \lambda\mu & \mu^2 & \mu\nu \\ -\lambda\nu & -\mu\nu & -\nu^2 & \lambda\nu & \mu\nu & \nu^2 \end{bmatrix} \quad \text{SYM.} \quad (2)$$

単一部材の剛性マトリックス(2)を各部材について重ね合せて構造物全体の剛性マトリックスを作りこれを K とし、節点荷重ベクトルを X 、これに対応する節点変位ベクトルを u とすれば剛性方程式は $X = Ku$ (3)

また節点 $i-j$ からなる部材軸力は

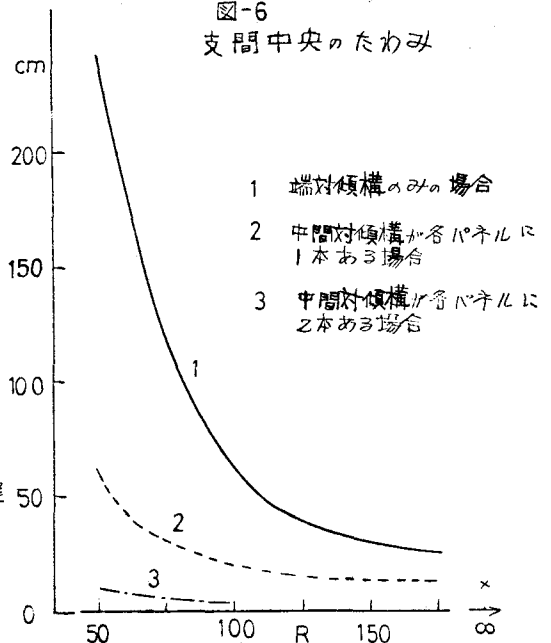
$$S_{ij} = \left(\frac{AE}{L} \right)_{ij} [\lambda \ \mu \ \nu]_{ij} \begin{bmatrix} u_j - u_i \\ v_j - v_i \\ w_j - w_i \end{bmatrix} \quad (4)$$

式(3),(4)又はその変化した式から未知変位及び軸力が求まる。

一方、円筒座標系で図-5に示す任意部材 $i-j$ の $\bar{x}$ 方向のベクトルの i 点の半径、接線及び z 軸方向に対する方向余弦は次の値をとる。

$$\lambda_{ij} = \{ r_j \cos(\varphi_j - \varphi_i) - r_i \} / l_{ij}$$

図-6
支間中央のたわみ



接線方向 $\mu_{ij} = r_j \sin(\varphi_j - \varphi_i) / l_{ij}$

半径方向 $\nu_{ij} = (z_j - z_i) / l_{ij}$

同じく, ij 方向ベクトルのお互いにおけるそれぞれの方向余弦は

半径方向 $\lambda_{ji} = -\{r_j - r_i \cos(\varphi_j - \varphi_i)\} / l_{ij}$

接線方向 $\mu_{ji} = -r_i \sin(\varphi_j - \varphi_i) / l_{ij}$

半径方向 $\nu_{ji} = -(z_j - z_i) / l_{ij}$

故に, $i-j$ 部材の150

i 点での軸力は

$$S_{ij} = \frac{EA_{ij}}{l_{ij}} (-u_j \lambda_{ji} - \nu_j \mu_{ji} - \nu_j \mu_{ji} - w_j \nu_{ji} - w_i \nu_{ji})$$

ここで

$$dr_j = u_j$$

$$dr_i = u_i$$

$$r_j d\varphi_j = \nu_j$$

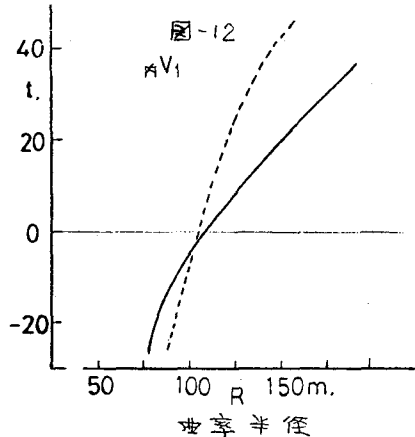
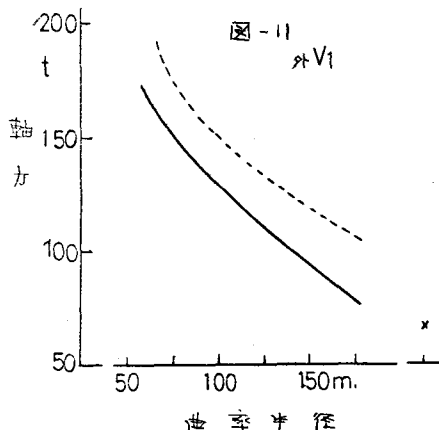
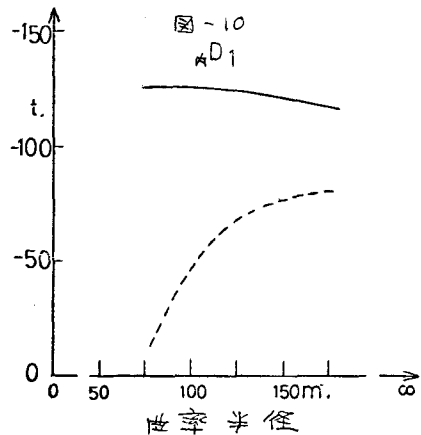
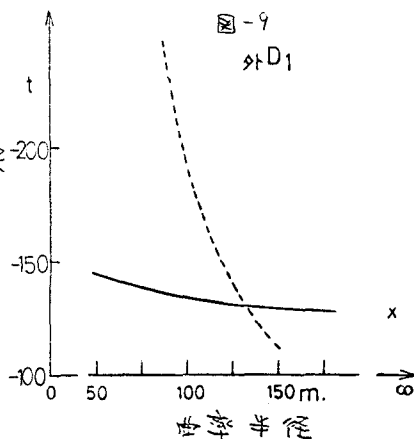
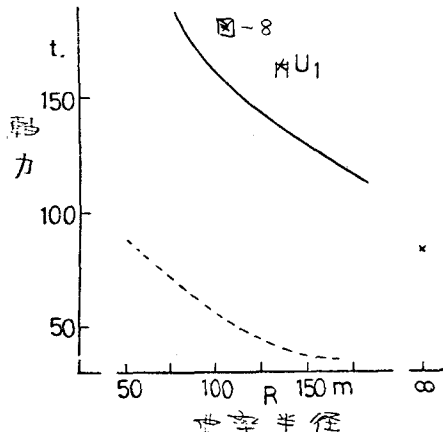
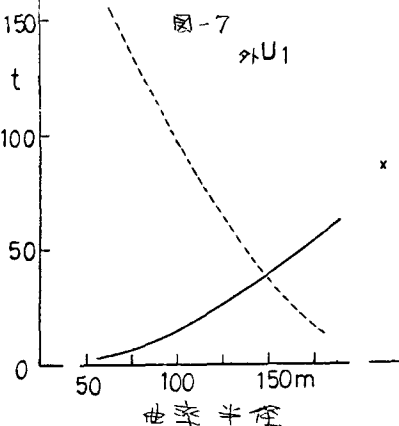
$$r_i d\varphi_i = \nu_i$$

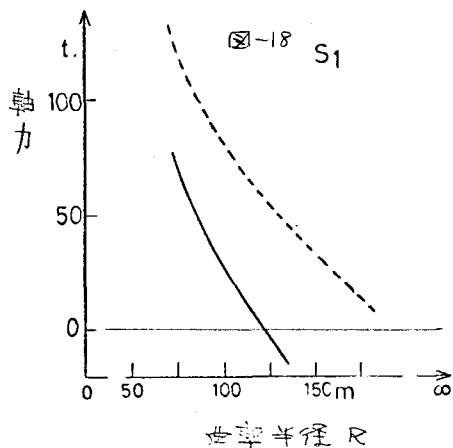
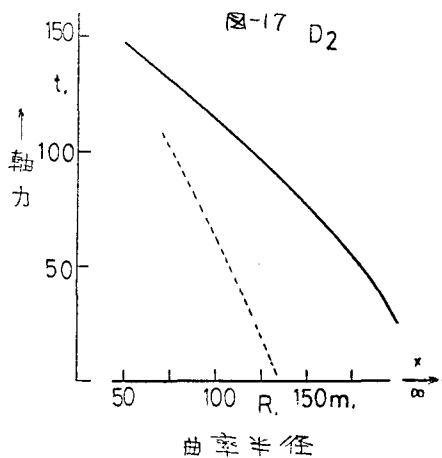
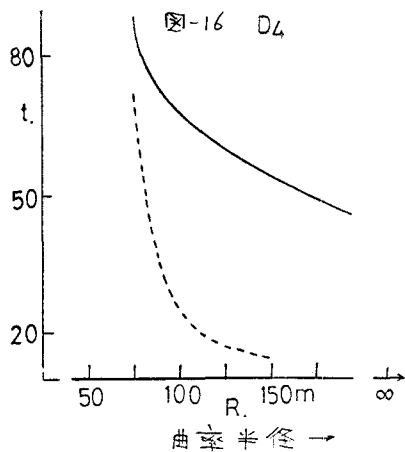
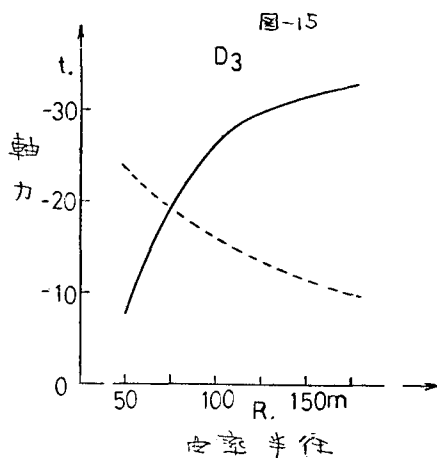
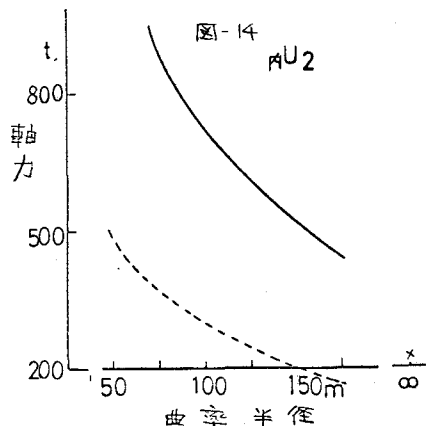
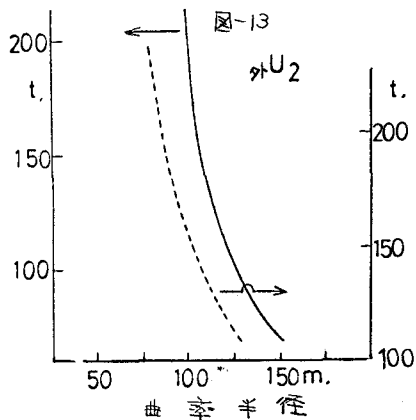
4. 計算結果

計算した結果

は図-7 から図

-18 である。





なお、この計算には日野英孝氏(石川飯橋重工業K.K.)の御協力を得、ここに謝意を表します。