

東北新幹線第2北上川橋梁の固有周期

岩手大学工学部 正員 宮本 裕
国鉄盛岡工務局 正員 〇石川 剛
岩手大学工学部 学生員 小池信彦

1. まえがき

著者等は、これまで平面骨組構造の固有周期を計算するプログラムを作り、それを用いてアーチ系鋼橋のスパンと1次固有周期の関係を工学的見地から大づかみする式を求めた。この研究はこれら一連の研究の一環として新幹線トラス橋について、スパンと1次固有周期の関係を明らかにするものである。同時にこの研究では単純支持条件の他に両端ヒンジ支成の場合についても計算し、支成条件の違いの影響を明らかにした。

なお、固有振動周期のもつ工学的意味は、地震などによつて地動が強制振動される場合、地動の振動周期が構造物の固有振動周期と一致すると、構造物が共鳴を起こして危険な状態になるということである。

2. 解析理論

解析の対象となつたトラス橋の一般図を図1に示す。これらの橋を多質点系構造物として、いくつかの部分に分割し、その断面積、重量を計算した。それらをデーターとして図2に示すような手順で計算を行つた。例として、一般的平面ラーメンについて述べる。ただしこの論文では平面トラスの剛性マトリックスの部分のみ用いた。

ラーメンの剛性マトリックス

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ M_i \\ X_j \\ Y_j \\ M_j \end{bmatrix} = \frac{E}{l} \begin{bmatrix} K_1 & K_2 & K_4 & K_1 & K_2 & K_4 \\ & K_3 & K_5 & K_2 & K_3 & K_5 \\ & & 4I & K_4 & K_5 & 2I \\ \text{Sym.} & & & K_1 & K_2 & K_4 \\ & & & & K_3 & K_5 \\ & & & & & 4I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_i \\ V_i \\ \theta_i \\ U_j \\ V_j \\ \theta_j \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K_1 = A\lambda^2 + \frac{12I}{l^2}\mu^2$$

$$K_2 = (A - \frac{12I}{l^2})\lambda\mu$$

$$K_3 = A\mu^2 + \frac{12I}{l^2}\lambda^2$$

$$K_4 = \frac{6I}{l}\mu$$

$$K_5 = \frac{6I}{l}\lambda$$

$$\lambda = \cos\alpha, \mu = \sin\alpha$$

A: 部材断面積

U: 水平変位

I: 部材断面2次モーメント

V: 垂直変位

l: 部材長

\theta: 回転変位

M: 曲げモーメント

X: 軸方向力およびせん断力の水平分力の和

Y: 軸方向力およびせん断力の垂直分力の和

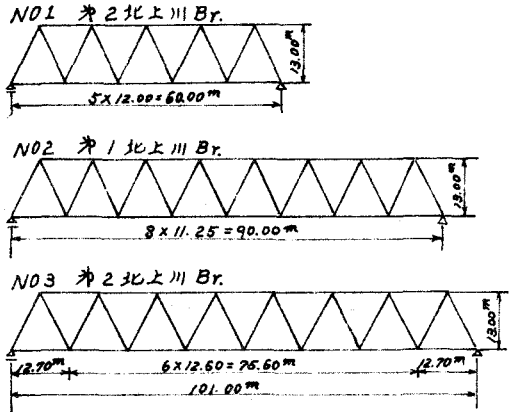
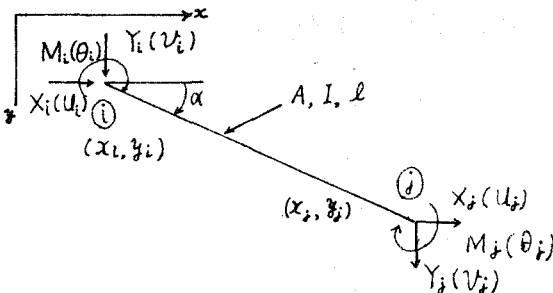


図-1 一般図



$$\begin{bmatrix} U \\ v \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ M \end{bmatrix} \quad \text{---(2)}$$

振動方程式

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} m_1 - \frac{1}{\lambda^2} & \alpha_{12} m_2 & \cdots & \alpha_{1n} m_n \\ \alpha_{21} m_1 & \alpha_{22} m_2 - \frac{1}{\lambda^2} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ \alpha_{n1} m_1 & \cdots & \cdots & \alpha_{nn} m_n - \frac{1}{\lambda^2} \end{bmatrix} = 0 \quad \text{---(3)}$$

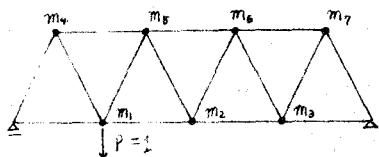


図-3 α_{ir}

早面ラーメンの要素, 座標, 断面値の入力

剛性マトリックス(1)式の計算

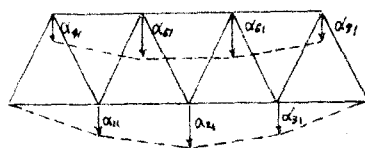
(2)式によりたわみの計算

質量の入力

(3)式を解くことにより固有値を計算

たわみ, 固有値の出力

図-2 計算順序



ただし α_{ir} は r に単位力が作用した時の i の変位
図-3は7質点の場合の1例である。

1.0 ↑ T : 固有周期 (sec)

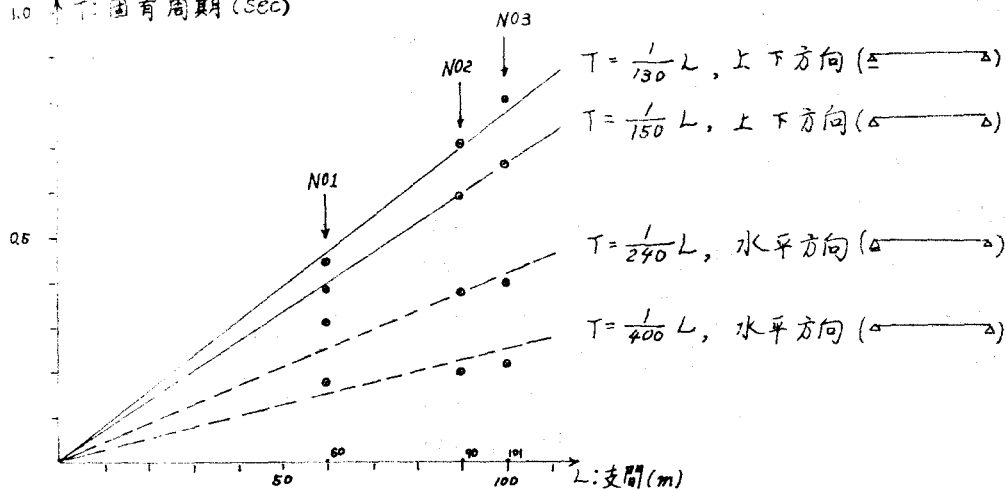


図-4 支間と固有周期の関係

3. 結論

図4は、スパンの長さ、固有周期との関係をまとめたものである。支承条件はグラフの右辺に図示した。計算はリポートバッチ方式により岩手大学データステーションから入力して、東北大学大型計算機センターを用いた。

参考文献

宮本裕, 渡辺昇, 島津雅洋: アーチ系鋼橋の垂直および水平の固有振動周期について, 第31回講演要集