

アーチ系鋼橋の固有周期

岩手大学工学部 正員 ○宮本 裕
 岩手県土木部 正員 北橋啓輔
 福島県土木部 正員 熊田優吉

1. まえがき

著者は、これまで平面骨組構造解析ならびに平面骨組構造物の固有周期を1回で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寸かみする式を求めてきた。²⁾

構造物を設計する際、地震等による共鳴を避けるのが望ましく、そのため考えている構造物の固有周期を知る事が重要である。参考文献1には図-1のような、支向に対する道路橋の上下動の固有周期 T_0 の関係が示されている。この図においては鋼トラス・アーチ橋が1本の直線で表わされているが、鋼トラスと鋼アーチでは性質が多少異なると思われる。

本研究による図を用いると、設計者はアーチ橋の大きさが与えられたなら、複雑な計算をすることなしに直ちに固有周期を知ることができる。また固有周期が設計に使われる例として、たとえば道路橋耐震設計指針によると、修正震度法における設計水平震度は次式により求められる。

$$k_{km} = \beta \cdot k_k = \beta \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot k_0, \quad \dots (1)$$

この式において β は構造物の固有周期による設計震度の補正係数で、構造物固有周期 T_0 と補正係数 β の関係を表わすグラフが同指針に与えられている。

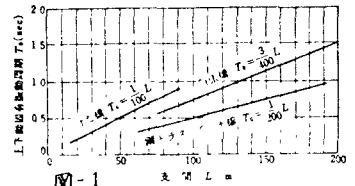


図-1

2. 解析の方法

解析の対象になったのはすでに発表した研究²⁾において13橋、その後7橋、合計20橋のアーチ橋であり最近計算した7橋を図-2に示す。これらの橋に変形法を用いてたわみを計算し、多質点系構造物として数十個の質点に分割してその部分の質量を与え、固有周期と固有ベクトルを計算した。計算には以上の過程を1回で計算するプログラムを作りこれを用いた。

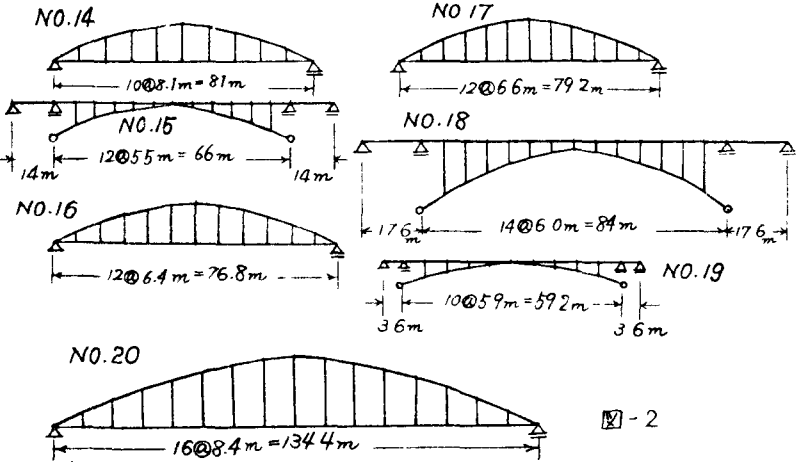


図-2

平面ラーメンの剛性マトリックスは式(2)のようになる。

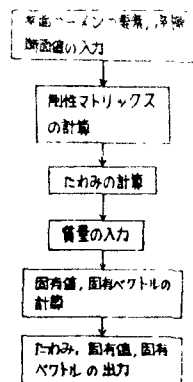
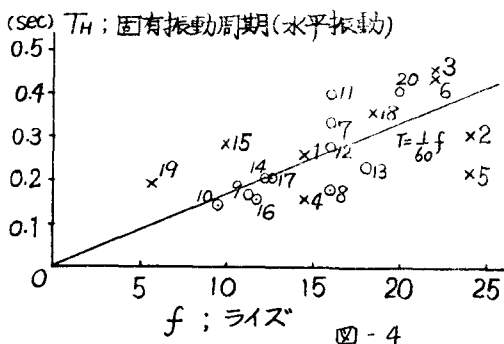
$$\begin{Bmatrix} X_i \\ Y_i \\ M_i \\ X_j \\ Y_j \\ M_j \end{Bmatrix} = \frac{E}{L} \begin{bmatrix} K_1 & K_2 & -K_4 & -K_1 & -K_2 & -K_4 \\ & K_3 & K_5 & -K_2 & -K_3 & K_5 \\ & & 4I & K_4 & -K_5 & 2I \\ & & & K_1 & K_2 & K_4 \\ & & & & K_3 & -K_5 \\ & & & & & 4I \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_i \\ V_i \\ \theta_i \\ U_j \\ V_j \\ \theta_j \end{Bmatrix} \quad \dots (2)$$

ここで、 $K_1 = A\lambda^2 + \frac{12I}{L^2}\mu^2$, $K_2 = (A - \frac{12I}{L^2})\lambda\mu$,
 $K_3 = A\mu^2 + \frac{12I}{L^2}\lambda^2$, $K_4 = -\frac{6I}{L}\mu$,
 $K_5 = \frac{6I}{L}\lambda$
 かつ $\lambda = \omega\alpha$, $\mu = \sin\alpha$ で α は部材の撓みである
 A (断面積), I (断面2次モーメント), L (部材長),
 U (水平変位), V (垂直変位), θ (回転変位),

$$\begin{Bmatrix} u \\ v \\ \theta \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} & & \\ & K & \\ & & \end{bmatrix}^{-1} \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ M \end{Bmatrix}$$
$$\begin{vmatrix} \alpha_{11} m_1 - \frac{1}{\lambda^2} & \alpha_{12} m_2 & \dots & \alpha_{1n} m_n \\ \alpha_{21} m_1 & \alpha_{22} m_2 - \frac{1}{\lambda^2} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ \alpha_{n1} m_1 & \dots & \dots & \alpha_{nn} m_n - \frac{1}{\lambda^2} \end{vmatrix} = 0 \quad (4)$$

3. 結論

なお計算には、北大、東北大、東大の大型計算機センターを利用した。本研究のほう大なデータの作成と整理にあたった構造研究室の大学院生島津君をはじめとする卒業論文研究生諸君に感謝する。



☒-5

- 3 -