固有周期を極小化するトラス橋とランガー橋の設計に関する研究

○ 岐阜大学 学生員 森 下 恭 光
岐阜大学 学生員 パナヨット・サーバス
瀧上工業 正会員 高 木 録 郎
岐阜大学 正会員 中 川 健 治

1．剛性行列について

本研究は、振動が生じ易いと言われるランガー橋を対象にして固有周期を近似的に最少化する方法を示したものである。平面構造物の曲げと軸変形を考慮する場合の一般的な非減衰の自由振動方程式は次のようになる。

$$[W/g]\{\ddot{x}\}+[S]\{x\}=0 \qquad (1)$$

$$S=A^{T}DA \qquad (2)$$

解析における剛性行列Sは３つの行列の積によって表すことができ、ランガー橋の場合の概略は次のようになる。節点i，j（変位U_i，V_i，θ_i，U_j，V_j，θ_j）を連結する部材（I_{ij}，A_{ij}）が、節点i，jの力の釣合式へ貢献する要素を簡単に行列表示するなら

$$\begin{bmatrix} C^{T}(\beta_{ij}) \\ \hdashline C^{T}(\beta_{ji}) \end{bmatrix} [D_{ij}] [C(\beta_{ij}) \,\vdots\, C(\beta_{ji})] \qquad (3)$$

$$C(\beta_{ij})=\begin{bmatrix} \mathrm{COS}\beta & \mathrm{SIN}\beta & 0 \\ -\sqrt{2}\mathrm{SIN}\beta & \sqrt{2}\mathrm{COS}\beta & L/\sqrt{2} \\ 0 & 0 & L\mathrm{sign}\beta/\sqrt{2} \end{bmatrix} \qquad D_{ij}=\begin{bmatrix} AE/L & & \\ & 6EI/L^{3} & \\ & & 6EI/L^{3} \end{bmatrix}$$

β：全体座標軸に対する時針方向の傾斜角

signβ：部材の着目側の節点番号が反対側の節点番号より大きい場合・・・－1
　　　　部材の着目側の節点番号が反対側の節点番号より小さい場合・・・ 1

となり、このようなの要素行列を各部材について求めていき集約させると式（２）のような３つの行列の積で表される剛性行列が導かれる。すなわち、Aは式（３）のC（β_{ij}）を要素とする矩形行列となり、Dは式（３）のD_{ij}を対角要素とする対角大行列である。

2．計算結果について

現行示方書を基にして設計された橋を、主構の鋼材の総重量を一定にして固有周期を最少にする設計例４題を示す。図１、図３、図４は、ランガー橋の例。図２は、ローゼ橋の例（網掛けの部分は、現行の示方書を基にして設計された部材の断面積。白地の部分は、固有周期を最小にする部材の断面積。）である。ただし、補剛桁はボックスガーター、弦材は曲げが関与する場合ボックスガーターとして計算を行った。

全体的な傾向として補剛桁はより太く、弦材は細くする方が固有周期を小さくすることになる。図１、図２のランガー橋、ローゼ橋の場合は補剛桁を支点より１／４の部分を最大になるようにし、鉛直吊材は、極端に細くしてよいことを示しているが、鉛直吊材は示方書の細長比の条項に抵触するので実際は不都合になる。図３のトラスドランガー橋の場合のように腹材が斜めの場合は、腹材は部材として有効に働くので大きな相違は生じないが、支点付近の補剛桁は太くするほうがよいようである。

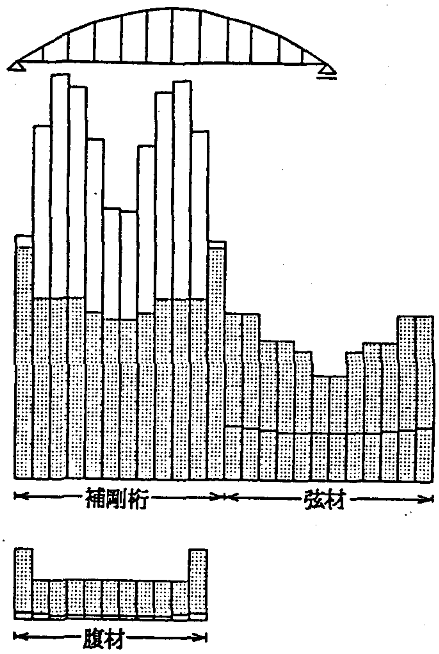

図１：ランガー橋

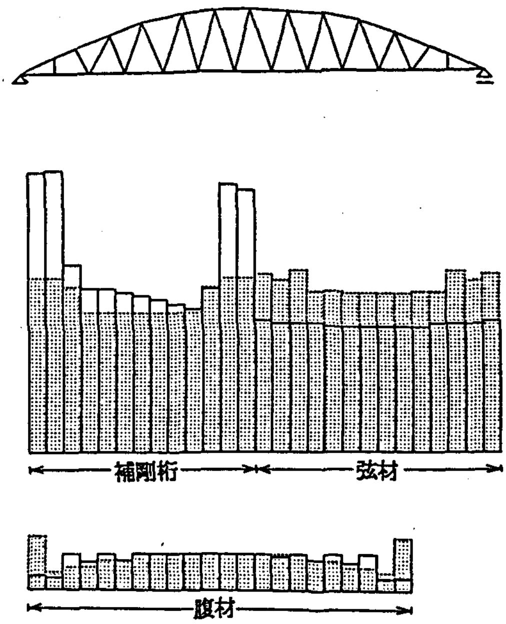

図３：トラスドランガー橋

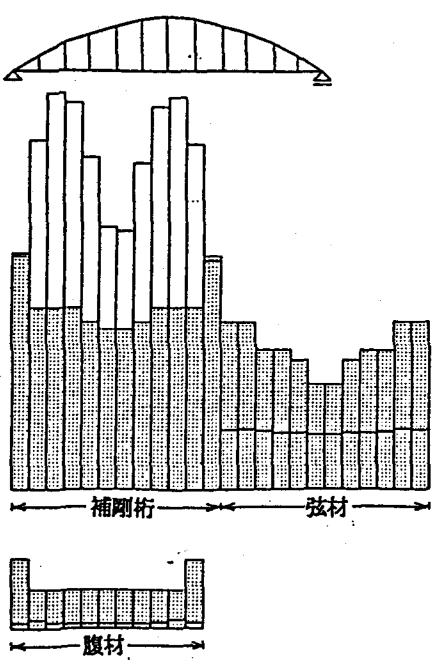

図２：ローゼ橋

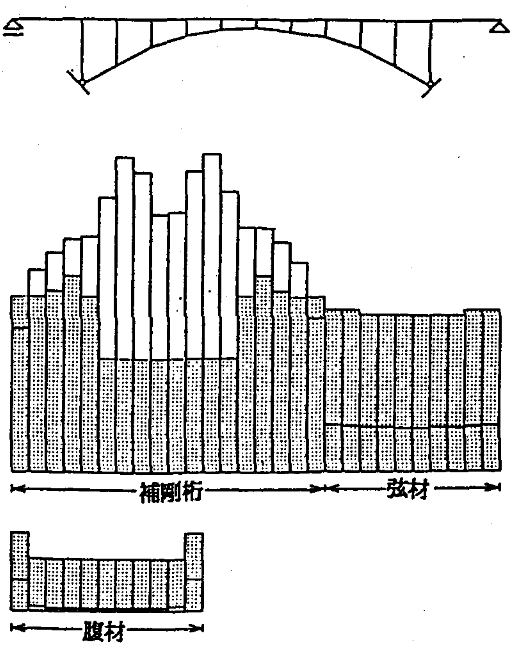

図４：逆ランガー橋