

I-77 補剛弦のあすトラス橋

東京大学工学部 正員 工博 平井 敦
武蔵工業大学 正員 ○ 西脇 威夫

橋梁主構造に対して橋床構造は通常独立に設計されている。合成桁橋を除けば、主構造も亦橋床構造とは独立に設計されている。実在のトラス橋においては、載荷弦側の弦材応力は、非載荷弦の弦材応力と比べて、計算値と実測値との差異がかなり大であることは既によく知られていることであるが、この一因としては、主構造に対し橋床構造がある程度協力して外力と釣合うことが考えられる。トラス橋において、主構造に対する橋床構造の寄與を調べることを目的として、まず単純トラスに、載荷弦にもう一つの弦材を考え、その弦材は軸力と曲げモーメントに抵抗出来るものとして計算を行い、写真に示すような模型の応力測定を行い、前記の計算値とそれとの比較とした。本論は、模型としては補剛弦として板状構造物を採用しているが、理論としては、之を弦材のように取扱っているもので、板としての二次的な現象の理論的な説明は将来の課題であり、実験も一点集中荷重についてもまだ実施していない。

補剛弦に作用する軸力及び曲げモーメントと不静定力とを考えると、単純な以下の計算によってトラスの部材応力を求めることが出来る。

不静定力としての軸力を要素とするベクトルを $\bar{S}$ 、同じく曲げモーメントを要素とするベクトルを M_x とし、それらを基本系としての単純トラスの部材応力に変換するマトリックスと $[C^S]$ 、 $[C^M]$ 、単純梁としての曲げモーメントのベクトル m をトラスの部材応力に変換するマトリックスを $[C]$ とすると、補剛弦のあすトラスの部材応力を要素とするベクトル S は

$$S = [C]m + [C^M]M_x + [C^S]\bar{S}.$$

部材応力の影響係数のマトリックスは

$$[S] = [C][m] + [C^M][M_x] + [C^S][\bar{S}].$$

弾性方程式は Castigliano の定理より求ま

$$[L]X = N$$

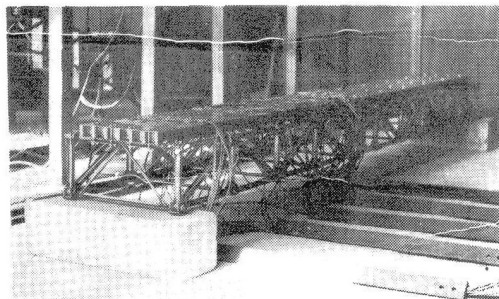


写真-1 模型 ($l=250\text{ cm}$)

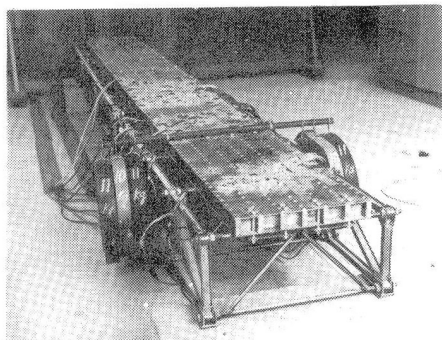


写真-2 載荷した場合
($W=64\text{ kg}$)

弾性方程式中の係数マトリックスは

$$[L] = \begin{bmatrix} [C^M]^* [R_T] [C^M] + [R_S^M], & [C^M]^* [R_T] [C^S] \\ [C^S]^* [R_T] [C^M], & [C^S]^* [R_T] [C^S] + [R_S^S] \end{bmatrix} \quad K = \begin{bmatrix} M_1 \\ \bar{S} \end{bmatrix}$$

$$N = - \begin{bmatrix} [C^M]^* \\ [C^S]^* \end{bmatrix} [R_T] [C] nL$$

上式中の $[R_T]$, $[R_S^M]$, $[R_S^S]$ は、トラス部、補剛弦部のスチフネスマトリックスと称せられてゐる類のものである。

上記弾性方程式を解くには $[L]^{-1}$ と求めねばならないが、例えば、トラスが10格間の場合には $[L]$ は 19×19 のマトリックスとなる。而し、 $[L]$ は極めて特殊な構成となつてゐるが、 19×19 の逆マトリックスを筆算で行つても大した労力とはならない。

実験に使用した模型は、トラス主構及び補剛弦は真鍮製であつて、支間長は 2500 mm 、格間長 250 mm 、トラス高さ 150 mm 、部材は、全部等断面で断面積は 39 mm^2 。

補剛弦は $30 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ の角材を5本、上下面に 1.5 mm 厚の板をつけて連結した。補剛弦の中心方向に剛性が等分布することを目標として設計をしたが、実験結果は、大体その目的と達したと思はれるように得られた。

荷重としては 64 kg と橋の中心方向に等分布する線荷重となるように載荷し、各載荷状態に対し、静的歪計歪を測定し、真鍮の弾性係数を $E = 1.18 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ として応力度に換算した。

実験結果の一例を右図に示す。図-1は補剛弦に作用する軸力、図-2は同じく曲げモーメント、図-3、図-4はトラス部弦材の応力の影響線である。図より載荷弦に於ては、単純トラス橋の応力と比べて約70%、非載荷弦に於ては約30%の応力の減少が期待される。

実際の橋梁に対しては、床版構造の有効中が果してどの程度になるか現在のことろ不明であるが、従来報告されてゐる実測値と理論値とを比較して、それはかなり大ではなからうかと看者は考へる。鉄筋コンクリート床版を用いる上路型式に於ては、この影響を考慮することは、目地を考へなければ、かなりの鋼重の軽減ともなるものではないと思はれる。

本実験及びその整理には、武蔵工業大学学生山口允朗、宮沢祐二両君及び、同大学橋梁実験室の諸君の労をわすれはれない。ここに記して感謝の意を表したい。



図-1 第3格間 $\bar{S}$



図-2 第3格点 M_x

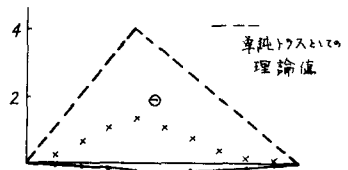


図-3 第5上弦材

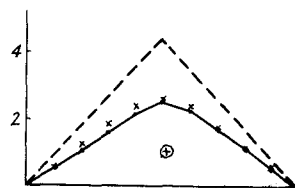


図-4 第5下弦材