

徳島大学工学部 正員 ○児嶋弘行

名古屋大学工学部 正員 成岡昌夫

1 はしがき

鉛直荷重によって、主橋の橋点に橋軸方向の水平変位を生じる、トラスとか、アーチ系の橋梁における床組は、単に、格子構造として主橋の鉛直変位に抵抗する（以下、鉛直荷重配合作用とよぶ）だけでなく、橋軸方向の水平変位にも抵抗して（以下、水平荷重配合作用とよぶ）、載荷弦と協力的に働く。この鉛直荷重配合作用は、格子桁におけると同様の効果を示し、他の橋梁形式にも共通のものであるが、水平荷重配合作用は、上記の橋梁形式に特有のものであり、主橋の載荷弦の軸力を有効に減少させる効果がある。たとえば、トラス橋においては、水平荷重配合作用の結果、一般に10～20%、特別の場合には20～40%の弦材軸力の減少が認められたことが報告されており、筆者らの研究からも、ほぼ同様の結果が得られている。一方、鉛直吊弦をもった通常のアーチ系の橋梁においては、この効果はトラス橋におけるほど顕著ではなく、筆者らのランガー桁橋に関する研究からは、最大約10%の補剛桁の軸力の減少が認められた。このことは、鉛直吊弦をもつアーチ系の橋梁においては、鉛直荷重による主橋の橋点の水平変位の鉛直変位に対する割合が、トラス橋におけるほど大きくないことが、一つの原因と考えられる。そこで、筆者らは、トラス橋と通常のアーチ系の橋梁との中間的な力学的構成様式をもつトラスド・ランガー桁橋を対象として、上述の鉛直、および水平荷重配合作用効果について検討を行なってみたので、その結果をここに報告する。

2 対象としたトラスド・ランガー桁橋の諸元

解析の対象としたトラスド・ランガー桁橋の主橋、および、床組の骨組図は、図-1に示したとおりであり、各部材の断面の諸性質は表-1に示したように仮定する。表-1において、主橋に関する部材は、わが国最初のトラスド・ランガー桁橋である阿保橋の断面を参考にして定め

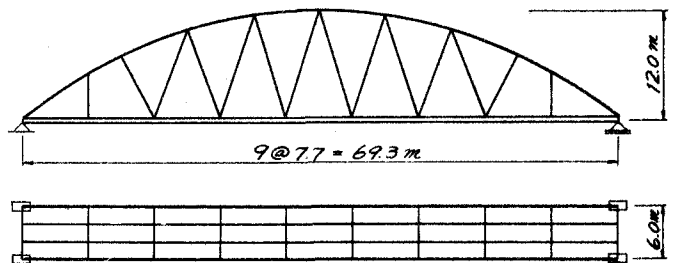


図-1 主橋と床組の骨組図

、床組に関するものは、簡単のため縦桁を2本とした場合について、通常の設計法によって定めたものである。

表-1 部材の諸性質

部材	諸性質	F (cm ²)	I (cm ⁴)
上弦材		80	—
吊 材		24	—
下弦材		240	900000
縦 桁		112	86694
横 桁		142.4	196122 2861

3 解法の概要

解析を容易にするため、以下の仮定を設ける。i) 上横構の影響は無視する。ii) 床組は、縦桁と横桁とからなる百桁を有しない格子桁とみなす。iii) 端横桁の鉛直方向の変位は無視する。iv) 横桁は水平方向の曲げにも抵抗できる。v) 横桁とトラスド・ランガー桁の橋点とはピン結合させているものとする。vi) 縦、横桁の捩り剛性は無視する。

以上の仮定のもとに、主橋と床組とを橋桁端において切断して得られる図-2のような基本系を考えると、切断点に作用させるべき不静定力は、図-2に示したように、鉛直不静定力 X が16個、水平不静定力 H が18個となり、切断点における変形量の連続条件から弾性方程式を立てると、式-(1)に示したような、34元連立方程式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} \delta_{1-1} X_1 + \cdots + \delta_{1-16} X_{16} + \delta_{1-17} H_1 + \cdots + \delta_{1-34} H_{18} &= \delta_{1-0} \\ \vdots & \\ \delta_{16-1} X_1 + \cdots + \delta_{16-16} X_{16} + \delta_{16-17} H_1 + \cdots + \delta_{16-34} H_{18} &= \delta_{16-0} \\ \delta_{17-1} X_1 + \cdots + \delta_{17-16} X_{16} + \delta_{17-17} H_1 + \cdots + \delta_{17-34} H_{18} &= \delta_{17-0} = 0 \\ \vdots & \\ \delta_{34-1} X_1 + \cdots + \delta_{34-16} X_{16} + \delta_{34-17} H_1 + \cdots + \delta_{34-34} H_{18} &= \delta_{34-0} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式-(1)の左辺の係数 δ_{ij} は、不静定力 $X=1$ 、 $H=1$ による基本系の切断点の変形量から計算され、右辺の荷重項 δ_{i0} は、外荷重による床組の切断点の鉛直方向の変形量であり、このような計算には、電子計算機を利用した。なお、式-(1)の右辺において、 $\delta_{17-0} \sim \delta_{34-0} = 0$ とあるのは、鉛直荷重による床組の水平変位が0となるためである。式-(1)を解けば、不静定力が求まり、この不静定力 X 、および H が、そのまま、鉛直、および、水平荷重配合効果を意味する。ただ、この34元連立方程式を直接解くことは、電子計算機を用いるとしてもかなりの時間を要するので、

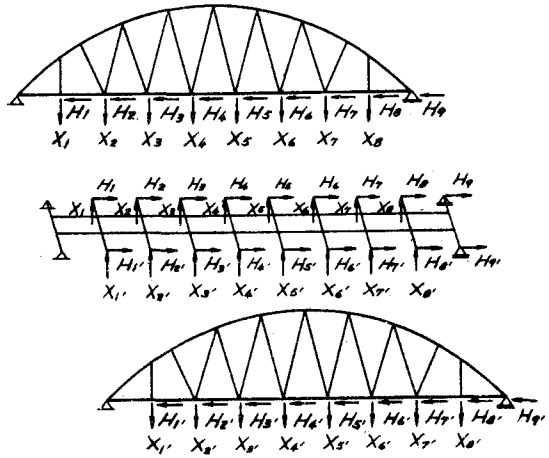


図-2 基本系と不静定力

筆者らは、トラス橋、および、ランガー桁橋について解析した際の経験を生かして、以下のようにした。

すなわち、式-(1)を直接解かないで、これを式-(2)

$$\left. \begin{aligned} \Delta_{1-1} X + \Delta_{1-2} H &= \Delta_{1-0} \\ \Delta_{2-1} X + \Delta_{2-2} H &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

の形であらわし、まず、 $\Delta_{1-2} = 0$ とにおいて16元連立方

程式を解いて X を求め、ついで、この X を主橋に作用させた場合の主橋の下弦格梁の水平変位を計算して、これを、 $\Delta_{2-1} = 0$ とした式(2)の荷重項と考えて、18元連立方程式を解いて H を求めるのである。この場合の解と、式-(1)の厳密解とはよい近似を示し、その差は高々1~2%である。

4. むすび

上述の解法にしたがって、2に示したトラス・ランガー桁について数値計算を行なった結果と、通常の設計々算法における同様の計算によって得られた結果とについて、主橋の各部材の断面力を比較した結果、本計算例においては、以下のようなことがわかった。すなわち、a) 鉛直荷重配合効果はほとんど認められなかった。b) 水平荷重配合作用の結果、支間中央付近で約15%の補剛桁の軸力の減少が認められた。c) 補剛桁の曲げモーメントに対する水平荷重配合効果は一般にさめめて小さい。以上についての補足説明は、講演会当日に行なう予定である。