

上路橋床版の自由振動の立体解析

大阪工業大学 正員 岡村宏一 東洋技研コンサルタント 正員 島田 功
建設省土木研究所 正員 足立義雄 “ 正員 〇石川一美

1. まえがき：近年橋梁の振動を解析する場合に、床版を板理論によって評価する方法（直交異方性板へのモデル化，マトリックス法による3次元的な取扱等）が用いられるようになった。ところで，最近，上路橋の端部より発生すると見られる振動公害が問題になってきており，この種の構造の振動解析には，端部構造の影響を考慮する必要があるように思われる。本報告は，このような見地から，上路橋の端部傾構をバネ支承にモデル化することによって橋全体を主構端部でバネ支持された桁組と床版との合成構造として立体解析し，端部構造（バネ定数，端横桁の剛度）によって，床版の振動特性がどのように変わるかを数値計算により調べたものである。

2. 解法の概要：本解法は，橋の床版部分を1枚の板要素として扱い，格子構造としての桁組を主桁に沿って床版と合成させる形で解析するものである。図-1(a)に示すように主桁との合成面に分布する鉛直および水平方向の動的な不静定力をそれぞれ g_u , S_u とすれば，板の自由振動の基礎式は次式となる。（水平方向の慣性力は無視する）

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = \rho h \omega^2 w - g_u - \frac{h}{2} \frac{\partial S_u}{\partial x} \quad (1)$$

$$h \left(\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} \right) = \nu \frac{\partial S_u}{\partial x} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \int S_u dx \quad (2)$$

ただし， D ：板剛度， ϕ ：応力関数， ρ ：板の密度， ω ：円振動数，不静定力 g_u , S_u の分布は床版と桁組の接合面での合成条件によって決定されるが，解析を容易にするため，図-1(b)に示すように，不静定力の分布を有限な矩形小領域で一様分布する力の集合として近似し，床版と主桁との合成条件（変位の連続条件）はそれらの作用中心で成立させる。ところで，このようにして得られる板の解は，2辺単純支持の場合であり，支承部をバネ支持でモデル化する場合（上路橋），板の端部を曲げに対し自由な境界にしなければならない。よって板の曲げに対して，図-1(c)に示すように補助領域に調整力（線荷重と線モーメントを組み合わせたもの）を作用させ境界上の選点で曲げに対して自由（モーメント，換算せん断力が零）な条件を満足させる。自由振動の円振動数 ω の特性方程式は，上述の床版と桁組の合成条件および境界条件が時刻 t において成立する条件によって求められる。

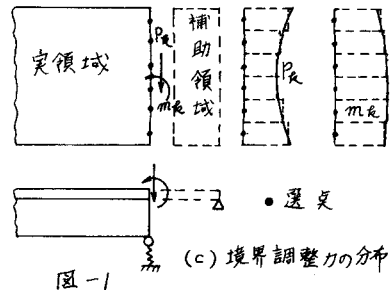
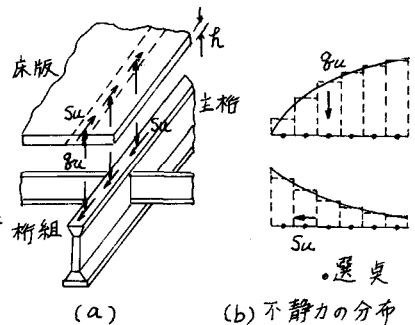


図-1

3. 解析データ：鋼単軌上路トラ
ス橋の、端横桁をバネ支承として
モデル化し、橋全体を主構端部でバ
ネ支持された桁組と床版との合成構
造として扱った。構造の諸元は、図
-2に示すとおりである。

図-3は、低次の振動モード（幅員
方向に正対称）と振動数を示したも
のである。次に、床版

端部の沈下変形を調べ
るため、端横桁の剛度
を大きく（図-2の端
横桁の剛度の5倍、10
倍）した場合、および
バネ定数を大きく（図
-2のバネ定数の2倍、
3倍）した場合の解析
をおこなった。図-4
は、図-3の固有モー
ドに対応する端部のモ
ード特性と端部の剛性
変化との関係を示した
ものである。各ケース

とも、固有振動数に
はほとんど変化は見
られないが、端横桁
の剛度を上げること
により、4次モード
に顕著な改良が見ら
れる。一方バネ定数
を大きくすると、各
モードとも幅員方向
の特性が、平行移動
した形で主構端部の
沈下が減少する。な

お、図-2のモデル

における固有振動数の実測値は1次モードで2.52 Hzであった。

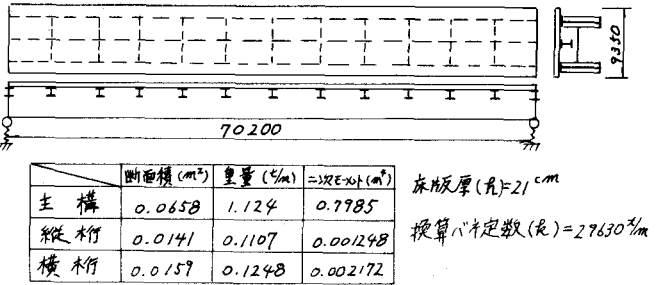


図-2 数値解析モデル

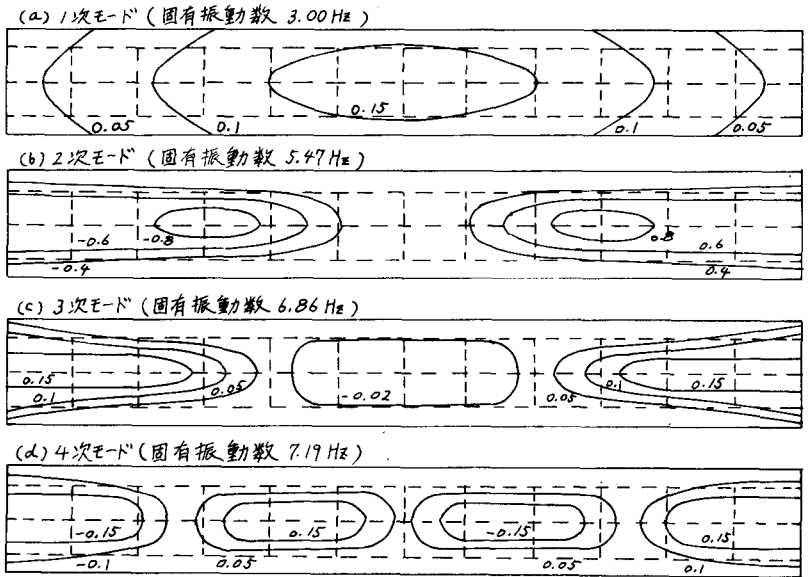


図-3 固有振動モード

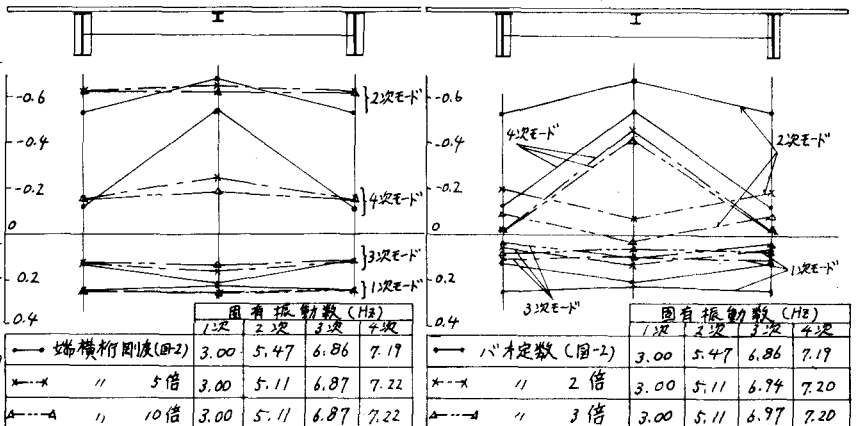


図-4 幅員方向の振動モードおよび固有振動数