

上路橋床版の強制振動に及ぼす端部構造の影響について

大阪工業大学 正員 岡村 宏一
建設省土木研究所 正員 〇足立 義雄
東洋技研コンサルタント 正員 島田 功

1、まえがき：近年車輛によって、励起される橋梁のジョイント部の振動公害が問題になっている。特に上路橋の端部を車輛が通過する際には、荷重は床版端部横桁を通じて、端対傾構に伝達され、端対傾構はバネ支承のような構造となって、移動荷重による衝撃をともなう振動を励起する。本報告は、強制振動に及ぼす端部構造の影響を評価するため上路橋を、図-1のように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、一定荷重が一定速度で走行するとき生じる振動の大きさが、端部構造の剛度（バネ定数、端横桁剛度）によってどのように変化するかを数値計算により調べたものである。ここで用いた応答解析は、振動モードの直交性を利用し別報に示した振動モードを合成する方法によった。

2. 解法の概要：桁組と床版との合成構造のたわみ応答の運動方程式は、次式で表わされる。

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + 2C \frac{\partial w}{\partial x} + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \rho u + \frac{h}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = p \quad \text{---- (1)}$$

ただし、 D ：板剛度、 C ：減衰率、 ρ ：板密度、 ρu , S_u ：図-2に示す桁との接合面に分布する不静定力、 P ：移動荷重

別報で求めた合成構造の n 次の固有振動数およびモードを、それぞれ ω_n , φ_n とすると、固有モードには次式で示す直交関係がある。

$$\rho h \int_A \varphi_m \varphi_n dA + \sum_j \rho_s A_s \int_0^a \varphi_m \varphi_n dx + \sum_j \rho_g A_g \int_0^b \bar{\varphi}_m \bar{\varphi}_n dy = 0 \quad (m \neq n) \quad (2)$$

$$1 \quad (m = n)$$

ここで、 A ：床版面積、 x, y ：それぞれ主桁および横桁の指標、 φ , $\bar{\varphi}$ ：それぞれ床版および横桁の固有モード

式(2)の直交条件を利用し、たわみを $w = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n(x, y) \xi_n(t)$ と展開し(1)式に代入すると $\xi_n(t)$ に関する次式を得る。

$$\frac{d^2 \xi_n(t)}{dt^2} + 2C \frac{d \xi_n(t)}{dt} + \omega_n^2 \xi_n(t) = \int_A P(x, y, t) \varphi_n dA \quad \text{---- (3)}$$

この2階の微分方程式を解き、応答は Δt の時間間隔で初期値接続しながら追跡することができる。ところで、固有モード φ_n は立体解析することにより各点で数値的に述べられ式(3)の積分は、移動荷重(P)の作用点近傍の φ_n の値から補間し、数値積分して与える。

3. 数値解析結果；解析モデルは、図-3に示す鋼単純上路トラス橋でその諸元は表-1に示すとおりである。図-4, 5は、対数減衰率($\delta = 2\pi C / \omega_n$)を0.1とし、重量25t

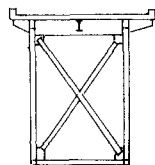


図-1

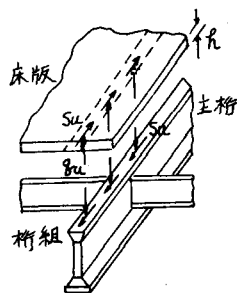


図-2

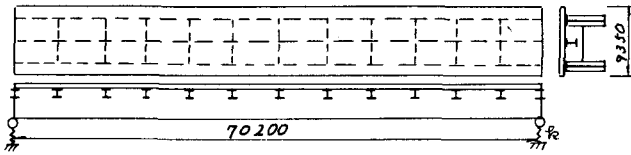


図-3 上路橋の数値解析モデル

表-1 構造諸元

	断面積 (m ²)	重量 (kN/m)	二次モーメント (m ⁴)
主 構	0.0658	1.124	0.7785
縦 桁	0.0141	0.1107	0.001248
横 桁	0.0159	0.1248	0.002172

桁板厚 (h) = 21cm, 換算バネ定数 (k) = 29630kN/m

(前輪3.5t, 後輪9.0t) の車輛が 60 km/h の速度で移動した場合の応答結果である。ただし追跡の時間間隔 (Δt) は 0.01 秒である。この結果より、車輛が橋の端部を通過した時、たわみ速度および加速度は、スパン中央でも大きな応答を示すことがわかる。

図-6 は、端部構造の剛度を大きく (表-1 のバネ定数を 2 倍, 3 倍に、端横桁剛度を 5 倍, 10 倍) した場合の端部応答結果を示したものである。端部構造の剛度を大きくすることによってそれぞれ応答値を低下させることができるが、バネ定数を上げるほうが、端横桁の剛度を増加する場合より効果的に応答値を減少させるようである。

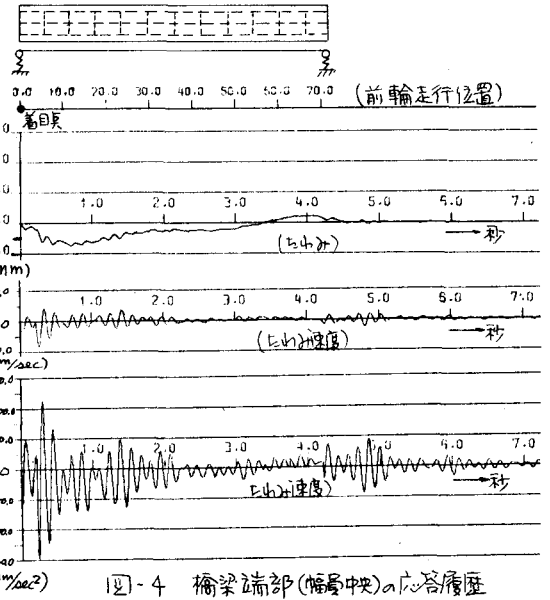


図-4 橋梁端部 (幅員中央) の応答履歴

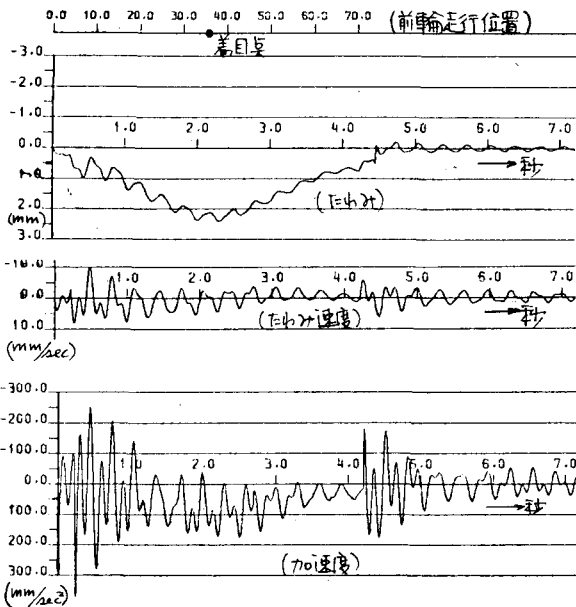
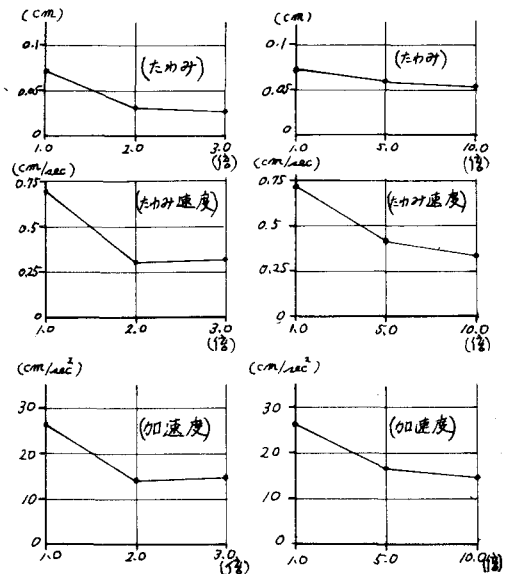


図-5 スパン中央 (幅員中央) の応答履歴



(a) バネ定数の変化

(b) 端横桁の剛度変化

図-6 端部構造の剛度変化による端部の応答変化