

1-37 斜め吊材を持つランガー桁橋と吊橋 の動的性狀(鉛直振動) - その1

— 主として吊橋について —

熊本大学 正員 ○吉村虎藏
熊本大学 正員 平井一男
熊本大学 瀬戸口 徹

まえがき

最近斜め吊材を持つ吊橋・ランガー桁橋が設計されるようになり現在架設中のものも若干あるようである。これにともないそれらの力学的性狀に関する研究もいくつか報告されているが、大部分は静力学的なものであり動的性狀に関するものの解析例は非常に少ないようである。筆者らは二三の橋について従来用いられている鉛直吊材形式のもの(タイプV)を斜め吊材構造のもの(タイプD)とした場合その動的性狀(固有振動数・振動モード・移動荷重が作用するときのレスポンスなど)がどのように変化するかについて若干の計算を行ったのでこの両者の比較を行ってみる。なお、この種の構造の動的解析は一般に困難なものであるが、ここでは筆者らがさきに報告した解析手法すなわち図-1に示すように桁系をトラス構造体(b系)と曲げ構造体(c系)とに分割して基礎式を誘導する方法によった。紙面の都合上ここでは振動数方程式を示すにとどめたが詳細については参考文献を参照されたい。なおタイプVのものについてはランガー桁橋・吊橋ともに共通の解析ができる。

理論

桁系(a系)をトラス(b系)と単純梁(c系)とに分割したときそれらの荷重点における挠みの影響係数を b_{ij} , C_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots$) とすると振動数方程式は式(1)にて与えられる。

$$\begin{vmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \dots & \gamma_{nn} \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

ここに $\gamma_{ij} = b_{ij} + C_{ij}$

$$C_{ij} = \frac{2}{Pl} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(\omega_{jn}^2 - \omega^2)} \sin \frac{n\pi x_i}{l} \sin \frac{n\pi x_j}{l}$$

ω_{jn} : 単純梁の固有振動数

$x_i(x_j)$: 測定点(荷重点)の座標

計算に使用した吊橋(= 軒橋)の諸元を表-1に示す。

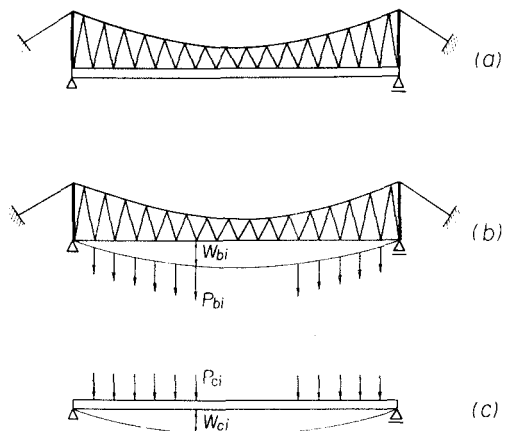


図 - 1

二軒橋の諸元		
スパン	l	158.4 (m)
断面2次モーメント	I	$6.9804 \times 10^6 \text{ (cm}^4\text{)}$
単位質量	ρ	$2.1271 \times 10^{-2} \text{ (kg} \cdot \text{sec}^2 \cdot \text{cm}^{-2}\text{)}$
ケーブル断面積	A_c	212.87 (cm ²)
斜材断面積	A_d	12.566 (cm ²)
補剛桁断面積	A_g	228.9 (cm ²)
垂距	f	15.84 (m)

表 - 1

式(1)より固有振動数 ω_m (m :振動次数)を決定し、これを表-2に示す。

タイプVのものの解析理論は文献1に報告した理論によった。

荷重が一定速度 V_0 で移動するときの $l/2$ 点、 $l/4$ 点の静的撓み W_s と動的増加撓み ΔW_d とを図-2、図-3に示した。

固有振動数 ω_m の比較 (rad/sec)

次数	種類	タイプD	タイプV	比(%)
1	対称	5.104	4.430	115
2	逆対称	5.962	4.028	148
3	対称	12.02	9.441	127
4	逆対称	19.50	14.10	138

表-2

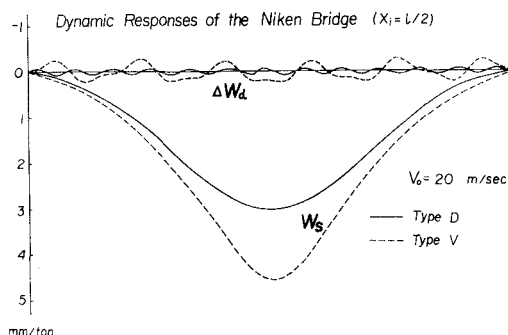


図-2

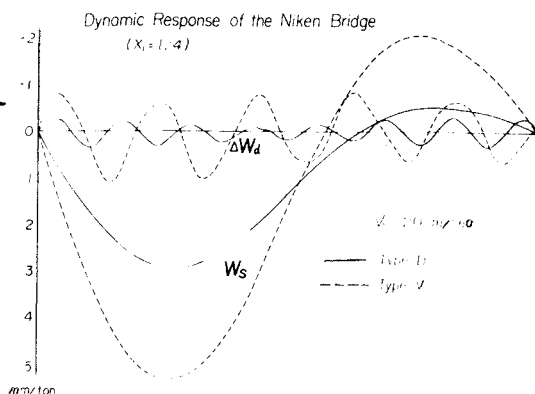


図-3

上図より $l/2$ 点、 $l/4$ 点の W_s 、 ΔW_d の大きさを比較すると表-3、表-4となる。

橋種	W_s (mm/ton)	ΔW_d (mm/ton)			備考
		$V_0 = 10$ (m/sec)	$V_0 = 20$ (m/sec)	$V_0 = 30$ (m/sec)	
タイプD	2.87	0.152	0.321	0.518	測定点 $x_i = l/4$
タイプV	5.25	0.460	1.06	1.85	
比(%)	54.7	33.1	30.2	28.0	

表-3

橋種	W_s (mm/ton)	ΔW_d (mm/ton)			備考
		$V_0 = 10$ (m/sec)	$V_0 = 20$ (m/sec)	$V_0 = 30$ (m/sec)	
タイプD	2.98	0.082	0.194	0.250	測定点 $x_i = l/2$
タイプV	4.50	0.140	0.300	0.450	
比(%)	66.3	58.7	64.7	55.6	

表-4

結論はその2)とまとめて記す