

熊本大学 正員 吉村虎蔵 熊本大学 正員 田久英明

同 同 平井一男 同 同 増見豊彦

天草連絡道路中号橋は図-1(a)のような2ヒンジハイパーキ橋である。本橋の起振機による振動試験の結果と固有周期・固有振動モードの解析および一定走行力による動的にわめの理論的研究などについて報告する。

1. 固有周期と固有振動モード.

A. 鉛直振動. 本橋の鉛直振動解析のために次の各種の方法で解析して比較検討した。すなわち。

- (i). アーチリブと路面の両方に質量を分けて集中させて多質点系におさかえ、鉛直水平慣性力を考慮して解析。(5-VH-26, 図-1(a)).
- (ii). アーチリブのみに質量を集中させて鉛直慣性力のみを考慮して解析。(5-V-13, 図-1(b)).
- (iii). 多質点系に置換せずに文献(1)の2ヒンジアーキの解析法による。この方法では路面に質量が等分布すると考える。(5-V, 図-1(c)).

これらのものをまとめて表-1に示す。また同表には起振機によって得た固有周期の実測値ならびに対数減衰率を併記した。振動モードの理論値(5-VH-26)を図-2に描いた。

B. 橋軸と直角方向の水平振動. この振動解析のためのモデルとしては、Decking Systemが、グラウレンでアーキのばねで水平に支えられかつ側径間のヒンジ点で端対傾構のばねで水平に支えられるとし、Decking System を7ヶの質量におさかえて解析した(図-3)。固有周期の解析値と実験値および対数減衰率を表-2にまとめた。理論振動モードは図-4の通り。

2. 一定走行力による動的にわめの解析.

本橋について走行荷重による動的にわめの測定を行なっていないが、ここでは一定の大きさの力が一定速度で走行するときの本橋のレスポンスの解析を図-5に示す。理論式は筆者の「けりの中間にヒンジをもつ連続ラーメン橋の動的解析」⁽²⁾に示す式と同様で、Modal Analysis によっている。ここでは正規化モード重み m の値として(5-VH-26)の結果を用いた。これらは集中質量の点でのみ数値が出ているので重みを折線で近似し、Runge-Kutta-Grill法で解いた。 $m=1, 2, 3$ までを入れ、固有円振動数 ω_m および減衰係数には実測値を使用した。

結び

(1). 鉛直振動の固有周期・振動モードについて実測値と解析値を比べると、周期の比は逆対称振動では55%, 対称振動では約90%となった。解析値はいずれも2ヒンジアーキとして取扱っているが、Decking Systemの曲げ剛性が相当に影響のあることが知られる。また筆者が文献(1)に提案した振動解析法は主梁ランガー橋の解析のためのものであって、これを吊橋・種々のアーキ橋などを共通的に解析できるようにその適用を拡張したものである。ここで2ヒンジアーキ橋に適用されたが、筆者等の方法が他の理論に比べて相当の精度のあることが知られた。振動モードはよく一致する。鉛直振動の対数減衰率は0.025~0.069であった。

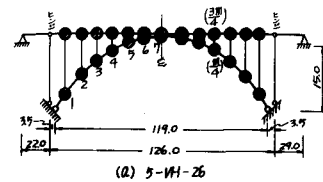
(2). 橋軸と直交方向の水平振動について実験値と理論値とを比較すると、固有周期の比は約90%である。振動モードもかなりよく一致する。

(3). 一定力を走行させるときの点の動的応答を計算した。動的応答 (W) = 静的応答 (W_s) + 動的増加応答 (ΔW_d) 。 ΔW_d を各振動次数に分けてみると図-5 のようであり、本橋の場合、逆対称の一次あるいは $n=2$ 次のものが動的増加応答に大きく影響することが知られる。減衰項を入れるときと入れないとき、図-5 の場合ではほとんど変化がない。

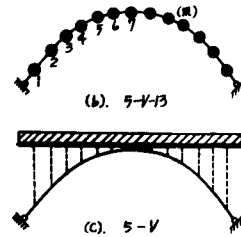
表-1. 鉛直振動周期 (1/113は周期比%)

振動次数	実験値		理論周期			
	周期 sec	対数減衰率	sec			
対称振動	1	0.676	5-111-26	5-V-13	5-V	
	3	0.363	0.812 (83)	0.836 (86)	0.782 (86)	
	5	0.227	0.376 (97)	0.376 (97)	0.384 (95)	
			0.262 (87)	0.283 (80)	0.283 (80)	
逆対称振動	2	0.967	1.763 (97)	1.623 (80)	1.640 (97)	
	4	—	0.417	0.440	0.410	
	6	—	0.189	0.210	0.182	

図-1. 鉛直振動解析モデル



(a) 5-111-26



(c) 5-V

表-2. 橋軸と直交方向の振動周期

振動次数	実験値		理論値	
	周期 sec	対数減衰率	5-111-26	5-V
1	1.05	0.012~0.015	1.17 (90)	1.17 (90)
2	0.646	0.13	0.523 (80)	0.523 (80)
3	0.330	0.16~0.19	0.367 (90)	0.367 (90)
4	0.287	0.071~0.097	0.304 (96)	0.304 (96)

図-2. 鉛直振動モード (5-V-11-26)

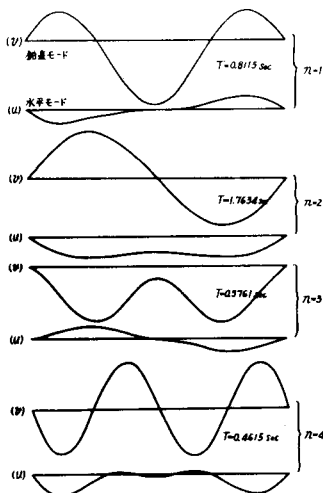


図-3. 橋軸と直交方向の水平振動 振動モード (n=1, 2, 3)

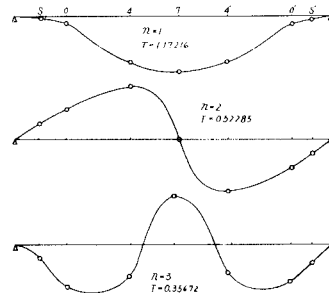


図-5. 走行力による動的応答

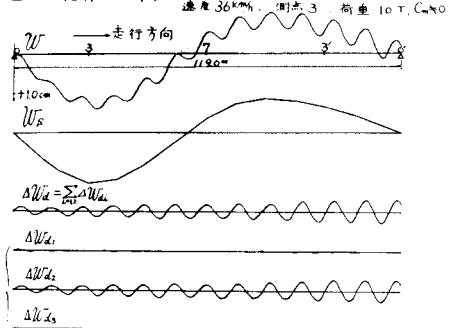
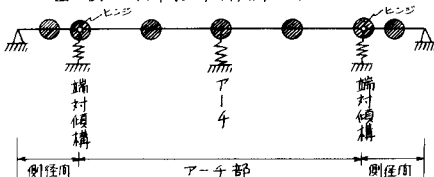


図-3. 水平振動解析モデル



(注) (1). 吉村・平井
(2). 吉村 他

補剛アーチ橋および吊橋の動的挙動解析 土橋論文集 第11号 S.40.3
本講演会に発表