

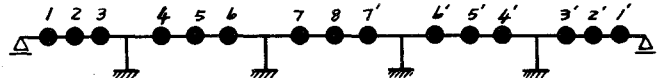
熊本大学 正員 ○吉村 虎蔵
熊本大学 正員 平井 一男

梁の途中にピンをもつ連続ラーメン橋は、デイビダーク方式PC橋としてよく用いられる。このようなラーメンでは通常梁は変断面で、その径間長150m程度のものが本邦でも計画架設されるようになった。筆者等はこのようなラーメン橋の走行荷重又は地震によるレスポンスを解析する目的を以て、まずその固有振動数と振動モードを解析し、これらの理論値を実験値と比較する機会を得たので報告する。

上記のような変断面材をもつラーメン橋の振動を厳密に解くことは非常に困難と思われるので、ここでは集中質量法によって解析した。解析した橋は建設省オス球磨川橋梁(夕葉橋)で、その径間割は43.2^m+3@55.0^m+43.2^mの5径間であり、第2, 3, 4径間の中央にせん断力のみを伝達できるゲレンク(このゲレンクは軸力を伝えない)をもち、端支点は共にローラー、橋脚4本は下部が固定端となっている。

1. 固有振動数と振動モードの解析

解析するにあたっては、各径間の4等分点に質量を集中せしめ、15の自由度の振動系におきかえた。(図-1)。



これらの集中質量が自由振動

をするとき、各集中質量の変位について次式が成立する。

$$\begin{cases} (W_1 y_{11} - g/\omega^2) a_1 + W_2 y_{12} a_2 + W_3 y_{13} a_3 + \dots + W_7 y_{1,1'} a_{1'} = 0 \\ W_1 y_{21} a_1 + (W_2 y_{22} - g/\omega^2) a_2 + W_3 y_{23} a_3 + \dots + W_7 y_{2,1'} a_{1'} = 0 \\ \dots \\ W_1 y_{81} a_1 + W_2 y_{82} a_2 + \dots + W_7 y_{8,1'} a_{1'} = 0 \\ \dots \\ W_1 y_{1,1} a_1 + W_2 y_{1,2} a_2 + \dots + (W_7 y_{1,1'} - g/\omega^2) a_{1'} = 0 \end{cases}$$

こゝに W_i は i 点を中心とする径間の4等部分の重量、 y_{ij} は j 点の単位荷重による i 点のためみの影響係数、 ω は円振動数、 g は重力の加速度、上式の a_i の係数行列を零とおけば振動数方程式が得られるが、そのまゝ固有値を計算することは手数も要するから、対称振動と逆対称振動との2つの種類に分けて行列をつくれば、夕葉橋について表-1, 2が得られた。

表-1 対称振動

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
349.0	314.9	149.2	-94.0	-109.0	-60.0	20.1	16.3
278.2	398.1	198.9	-130.4	-151.2	-55.4	27.9	22.6
116.6	176.0	139.4	-94.9	-110.0	-60.4	20.3	16.5
-69.4	-109.0	-89.6	281.4	406.4	150.7	-77.5	-63.1
-99.1	-155.7	-128.0	500.5	421.3	533.5	-272.0	-221.2
-29.5	-46.4	-38.2	150.7	433.1	314.5	-194.0	-157.8
14.8	23.3	19.1	-77.5	-220.8	-194.0	439.0	416.0
14.9	23.3	19.2	-77.7	-221.2	-194.4	512.4	441.9

$$\lambda = E/m, \omega^2 = E g / W, \omega^2 \quad (\text{単位 } m^{-1})$$

上式を解いて、低次の固有振動数に対応する振動モードを描けば図-2が得られる。

2. 実験結果および理論値との比較

本橋の振動試験は昭和39年1月23、24日に実施した。固有周期、モードの測定のために、自動車による衝撃試験と起振機による共振試験を行った。衝撃および起振機による加振点は、図-2における、点5と8の2点である。後者では対称振動を、前者では主に逆対称振動を把握せんとした。ビコフアッパは加速度計を用いた。

実験より得られた固有周期と理論値とを比較して表-3aが得られる。共振時においてモーターの回転を停止せしめたあとの減衰自由振動より、表-3bの対数減衰率が得られた。振動モードについては、図-2の $n=1, 2, 3$ に対応するモードはそのまゝ測定されたが、 $n=4$ と $n=5$ に対するモードはその固有振動数が一致しているために、加振点5, 8のいずれの場合にも、 $n=4$ と5のモードが重ね合さって測定された。すなわちこのときモードは対称にも逆対称にもならないで、両者を重ねた形となって現われた。

こゝではゲレンク閉合時の鉛直振動のみについて抄記したが、その他の事項については当日発表する。

この研究に御厚意を寄せられた建設省三木郎国道・住友建設KKの方々に謝意を表す。

表-3a. ゲレンク閉合鉛直振動

固有周期 (sec)	振動モード	対称振動			逆対称振動		備考
		1	3	5	2	4	
実験	起振機	0.515	0.384	0.297	0.463	0.293	表-4
理論	衝撃	0.49-0.51	0.40-0.41		0.46		
	理論値	0.542	0.434	0.311	0.493	0.312	図-9
	比(%)	95	89	96	96	96	

表-2 逆対称振動

Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7
348.7	314.4	149.8	-92.2	-103.9	-35.5	8.5
277.7	397.5	198.3	-127.9	-144.3	-69.4	11.7
116.3	175.5	137.1	-93.1	-105.0	-35.9	8.5
-68.0	-106.9	-87.9	274.6	392.5	133.7	-32.7
-94.5	-148.5	-122.1	483.4	1383.2	473.9	-115.0
-26.2	-41.3	-33.9	133.7	384.9	272.1	-82.0
6.3	9.8	8.1	-32.7	-93.4	-82.0	144.1

$\lambda = E / m \cdot \omega^2 = E g / W \cdot \omega^2$ (単位 m^{-1})

図-2

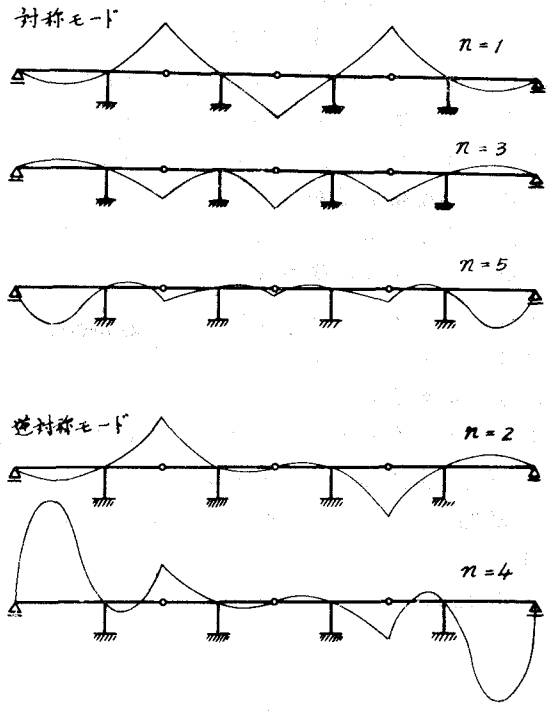


表-3b. 対数減衰率

振動モード	1	3	5	2	4	備考
対数減衰率	0.189	0.116	0.114	0.196	0.109	表-5