

V-85

衝撃振動試験による高架橋の健全度評価

J R 東海 正会員 鈴木 繁

J R 東海 正会員 堤 要二

鉄道総研 正会員 西村 昭彦

1. はじめに

J R 東海ではラーメン高架橋の健全度の調査方法として、衝撃振動試験¹⁾を行っている。その手順としては、調査を合理的に進めるために、まず高架橋中央部天端の打撃による構造物全体の固有振動数（全体系1次モード）での評価を行う。全体系1次モードは、高架橋全体が同位相で振動するモードであるが、試験では両端が逆位相で振動するモード（全体系2次モード）も発生する場合がある。この全体系2次モードが現れた場合、それは各柱の剛性の不均衡、地耐力の差異に起因するものであると考えられるため、改めて詳細調査として各柱全部の中間部打撃を行うこと²⁾としている。今回、全体系2次モードが確認された高架橋について、中間部打撃により全ての柱の固有振動数を測定し、それらの剛性、地盤のバネ定数等の解析を行うことで、高架橋の健全度を構造物全体から個々の柱・基礎へと、より詳細に評価するための検討を行った。

2. 調査の概要

(1)調査対象：2径間標準ラーメン高架橋（図1；スパン6m，張出部3m，基礎RC杭 $\phi=0.35\text{m}$ ， $L=13.0\text{m}$ ，1脚あたりの杭本数10本）で、地中梁補強等は施工されていないブロックについて実施した。過去の衝撃振動試験の結果は図2のようであり、全体系2次モードが確認されている高架橋である。

(2)打撃、測定位置および測定項目：図1に示す高架橋の柱中間部を橋軸直角方向に掛矢で打撃し、水平方向の振動変位を測定した。

(3)波形解析：振動波形のフーリエスペクトルおよび位相差スペクトルから固有振動数を算出した。

(4)シミュレーション解析：測定結果を基に振動モデルを用いたシミュレーション解析を行い、柱の剛性を算出した。

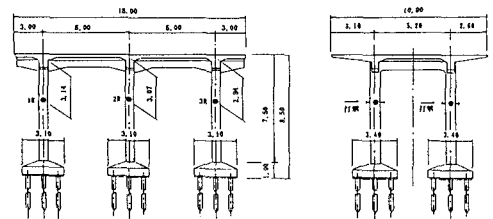


図1 高架橋一般図及び測定位置

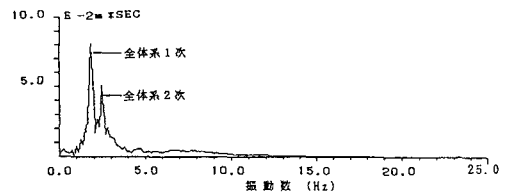


図2 全体系測定時のフーリエスペクトル図

3. 測定結果

柱中間部打撃による応答波形を図3に示す。波形は正弦波に近い波形が得られており、全体系の測定結果と併せて考えれば前回²⁾確認した様に柱の固有振動が卓越していることがわかる。周波数解析を行った結果の1例を図4に、各測点の固有振動数と柱の地上高さとの比較を図5にそれぞれ示す。

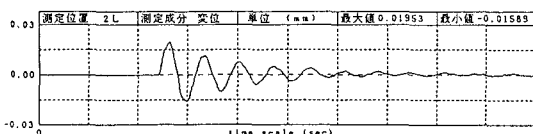


図3 柱中間部打撃による応答波形

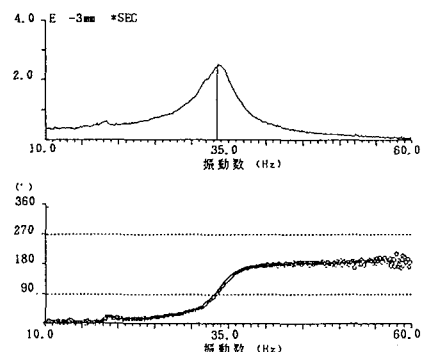


図4 周波数解析結果

各測点(R1~R3、L1~L3)で概ね同じ周波数帯に明瞭なピークが現れており、これから固有振動数を決定した。固有振動数の差異は地上高さとの関連性は薄く、また柱に添加物等はないので、この振動数の差は柱の剛性の差異に起因していると考えられる。

4. 解析結果

図6の振動モデルにおける高架橋の全体系1次及び柱の固有振動数が卓越するモードを図7に示す。このモデルを用い、地盤条件一定の基で、各柱の剛性を変数として、それぞれの固有振動数が試験結果と一致するよう解析を行った。その結果を表1に示す。ケース1は、振動数の低下がヤング係数の低下によるものと仮定した場合で、ヤング係数が柱により大きく異なることとなり、現実の構造物では考えにくい。

ケース2はヤング係数を設計から求まる値とし、振動数の低下がひびわれ等による柱の断面2次モーメントの低下によるものと考えた場合である。最も剛性が低下した場合で70.0cm角の柱が63.2cm角の柱になったことに相当し、これは帯鉄筋の外側のコンクリートが剛性に寄与していないと考えた場合にあたる。

表1 シミュレーション結果

線別	柱No.	実測固有振動数(Hz)		解析固有振動数(Hz)		CASE 1		CASE 2	
		全体系1次	柱	全体系1次	柱	ヤング係数	柱形状(cm)	ヤング係数	柱形状(cm)
上り	R1	1.80	37.5	1.69	37.5	2.59×10^6	70.0×70.0	2.70×10^6	69.3×69.3
	R2	1.80	33.2	1.54	33.2	1.79×10^6	70.0×70.0	2.70×10^6	63.2×63.2
	R3	1.80	39.7	1.76	39.8	3.12×10^6	70.0×70.0	3.12×10^6	70.0×70.0
下り	L1	1.80	33.6	1.56	33.6	1.86×10^6	70.0×70.0	2.70×10^6	63.8×63.8
	L2	1.80	36.0	1.64	36.1	2.31×10^6	70.0×70.0	2.70×10^6	67.3×67.3
	L3	1.80	37.4	1.69	37.5	2.59×10^6	70.0×70.0	2.70×10^6	69.3×69.3

注) 柱形状は柱の断面2次モーメントより算出した。

5. 結論

以上の調査検討結果より、以下のことがいえる。

- (1)全体系2次モードの発生原因は、各柱の剛性の差異であることが確認できた。
- (2)中間打撃により、柱の健全度が評価できることが確認できた。

6. おわりに

各柱の剛性等の不均衡が予想されるラーメン高架橋において、各々の柱の固有振動数を測定して解析を行った結果、やはり柱の剛性に差異のあることが確認された。この結果は、基礎の調査では各杭に変状はないこと、柱には錆汁、ひびわれ等の変状が発生している現状とよく合致する。また、この高架橋の柱は鉛直荷重に対して耐荷力に問題はないものの、錆などが発生しており耐久性には影響があると考えられるため、対策を検討することとした。今後は他の高架橋データも検討し、健全度評価の研究の深度化を図りたい。

【参考文献】 1)西村昭彦；ラーメン高架橋の健全度評価法の研究 鉄道総研報告 Vol. 4, No. 9 '90.9
2)今井・西村；衝撃振動試験による高架橋基礎の詳細調査方法について 土木学会第48回年次学術講演会 V-238 1993

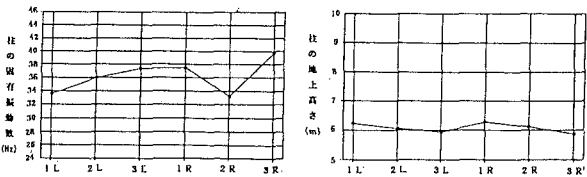


図5 柱の固有振動数と地上高さとの比較

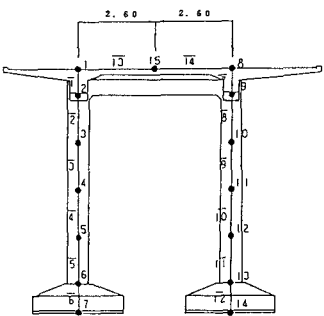


図6 振動モデル図

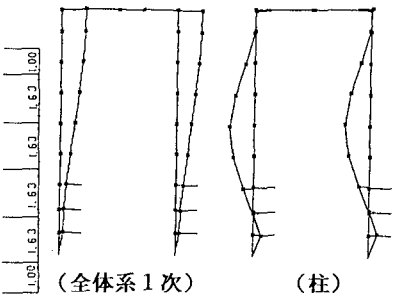


図7 解析モード形状図