

ラーメン高架橋における実測固有周期と解析固有周期に関する一考察

日本交通技術（株） 正会員 ○長谷川 淳史 水野 寿行
 （財）鉄道総合技術研究所 正会員 羽矢 洋 峯岸 邦行 水野 進正

1. はじめに 鉄道では橋梁下部工の健全度を精度よく判定するための手法として「衝撃振動試験¹⁾」が用いられている。この試験法は、JRだけでなく私鉄でも採用され、これまでに数多くのデータの蓄積がなされるとともに洗掘や地震による被災の可能性のある構造物の健全度を適切に診断してきている。本試験法は橋脚だけを対象としたものではなく、ラーメン高架橋についても適用実績は多く、兵庫県南部地震直後の健全性評価では、おおいにその威力を発揮することとなった。本報告では、連続するラーメン高架橋を対象に、衝撃振動試験による実測固有振動数と解析から求まる固有振動数の違いについて比較した結果を述べるものである。

2. 検討手法 本検討における対象構造物を図-1に示す。起点側からR1～R5ブロックについては1層ラーメン高架橋、R6～R9ブロックについては2層ラーメン高架橋となっている。目視調査を実施したところ、R1,R2ブロックについては耐震補強済みであった。その他の高架橋は目立った補修、補強はなく、ひび割れ、はく離等も確認されなかった。

図-2は衝撃振動試験の実施風景を示す。試験では、重さ30kgf程度の重錘を用い高架橋天端を打撃し、得られる振動波形に対しフーリエ解析を実施することで、高架橋の固有振動数（固有周期）を決定している。

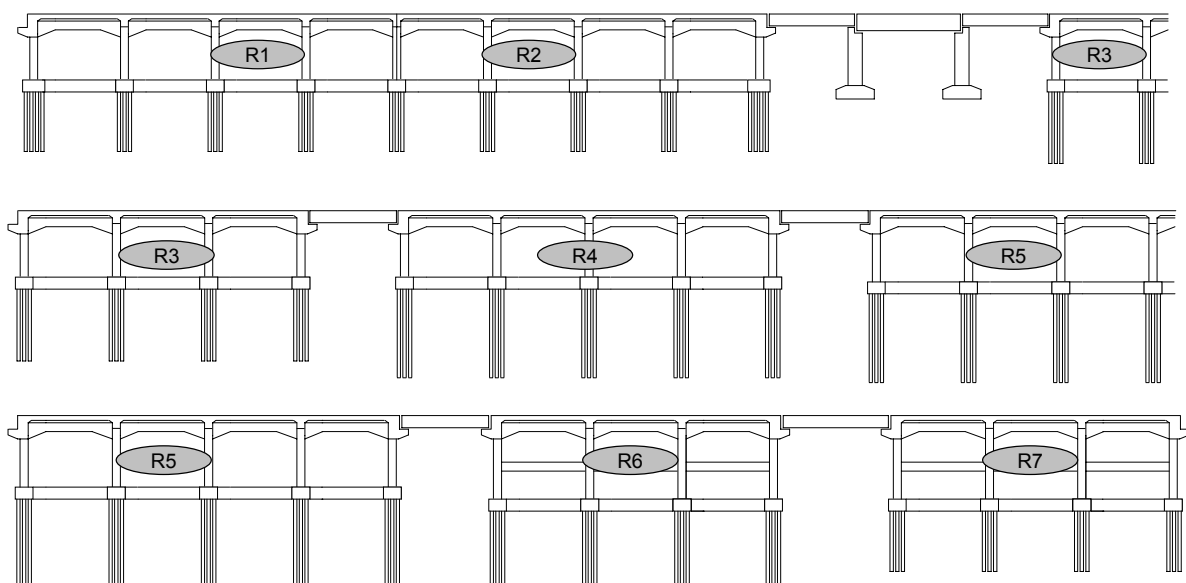


図-1 対象構造物



図-2 衝撃振動試験 実施状況図

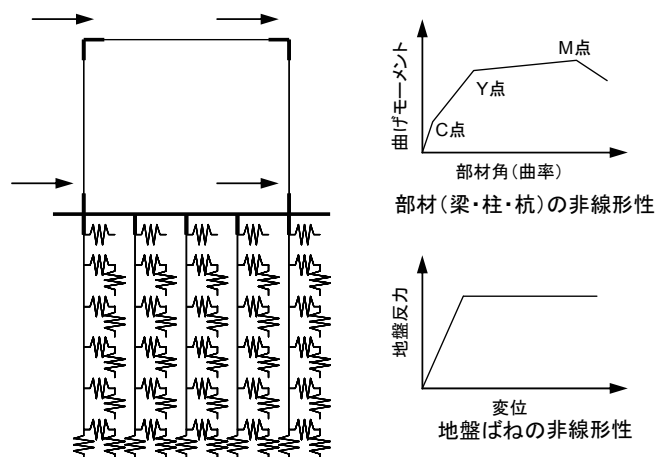


図-3 骨組解析モデル

キーワード：ラーメン高架橋、健全度判定、衝撃振動試験、静的解析、固有周期

連絡先：〒110-0005 東京都台東区上野 7-11-1 日本交通技術（株） TEL:03-3842-9179

図-3に「鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計²⁾」に基づく静的解析モデルを示す。静的解析は、平面骨組モデルとした。荷重は死荷重のみを考慮し、列車荷重の影響は考慮していない。ラーメン高架橋に作用する慣性力は、隣接するスパンの半分相当を考慮している。地盤バネおよびRC部材ともに非線形性を考慮してモデル化を行った。

今回の解析に用いた材料諸元を表-1に示す。今回の検討では、コンクリートおよび鉄筋を採取し、強度試験を実施して、得られた値を用いて静的解析を実施した。

3. 静的非線形解析結果 図-4に代表的な高架橋の静的非線形解析により得られた構造物天端における荷重（震度）～変位関係を示す。等価固有周期（降伏周期）は構造物全体としての降伏点と原点を結んだ割線剛性により算定した。また構造物全体系の降伏点は、高架橋の柱など部材が最初に降伏した点、杭部材の過半数が降伏した点、杭頭反力が引抜き抵抗力の上限に達する点、鉛直支持力の上限に達する点のいずれかとしている。

R1ブロックでは、高架橋の柱が補強され、柱の剛性および耐力が増加しているため、基礎が先行して降伏（杭部材が過半数降伏）する結果となった。その他の高架橋については、1層および2層ラーメン高架橋とも柱部材が最初に降伏する結果となった。

4. 固有周期 図-5に各高架橋の解析（弾性解析・非線形解析）により得られた固有周期と実測（衝撃振動試験）により得られた固有周期を示す。実測の固有周期は、弾性解析で得られた固有周期と非常によく一致した。また、非線形解析により得られた等価固有周期は、弾性解析で得られた固有周期のほぼ2倍程度の長さとなった。また2層ラーメン高架橋の方が、周期は長くなっている。

5. まとめ 鉄道ラーメン高架橋を対象に衝撃振動試験および解析を実施し、得られる各々の固有振動数（固有周期）の違いを見た。

実強度を用い正確にモデル化を行い、これに対し弾性解析、非線形解析を実施した各々の結果から、

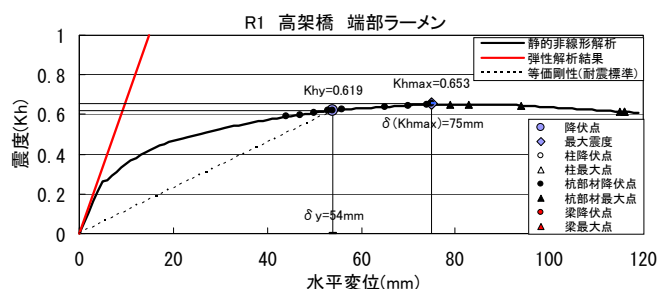
①設計標準ルールで得られる降伏周期（耐震設計標準では等価固有周期）と実測値は大きく乖離し、解析結果の方が、2倍程度周期が長い結果となった。

②同じモデルで弾性解析を行ったところ、実測固有周期と非常によく一致する結果となった。

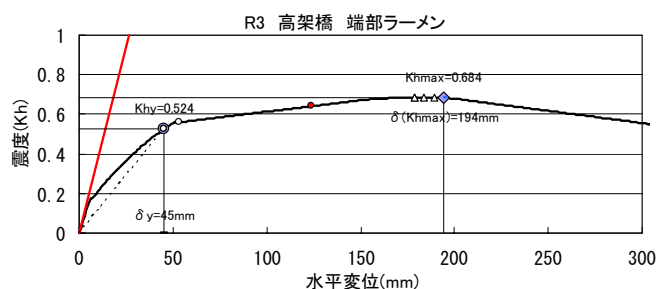
ここでの検討結果、知見に基づき、今後はより精度の高い損傷レベルの判定法として衝撃振動試験のレベルアップにつなげて行く所存である。

表-1 材料諸元

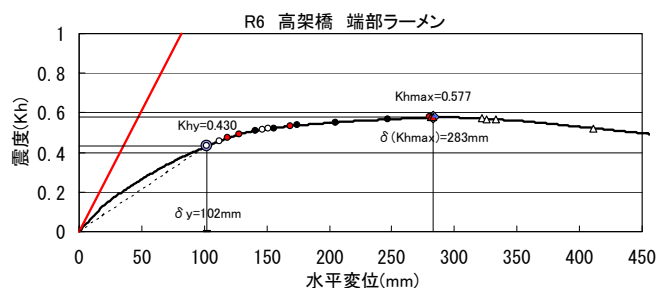
項目	強度	備考
コンクリート圧縮強度	33N/mm ²	実測値
鉄筋引張降伏強度	370N/mm ²	実測値



(a) R1 ブロック (1層ラーメン耐震補強あり)



(b) R3 ブロック (1層ラーメン)



(c) R3 ブロック (2層ラーメン)

図-4 荷重～変位関係

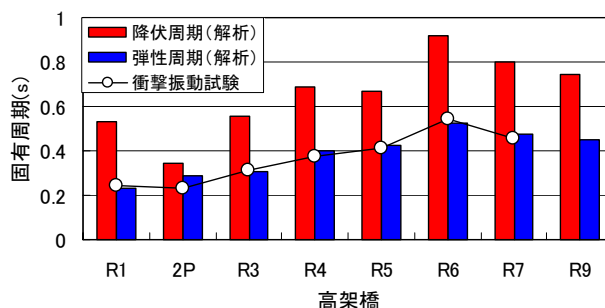


図-5 固有周期

参考文献 1) 羽矢洋,他: 衝撃振動試験による山陽新幹線構造物の健全度判定, 基礎工, 1996.09, vol.24 No.9

2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 平成11年10月