

VI-52

衝撃振動試験による被災構造物の安全確認について

西日本旅客鉄道	正会員	田中 俊作
同 上	正会員	寄田 悦夫
同 上		石井 勝美

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震は鉄道構造物においても大きな被害を及ぼした。J R 西日本は各方面からの協力を得て、地震発生後3 ヶ月足らずで全面復旧を果たすことができた。本報では、復旧後安全確認のために行った衝撃振動試験による橋梁および高架橋の健全度調査について報告する。

2. 被害および検査の概要

高架橋・橋梁の被害箇所は百数十カ所に及び、柱のせん断による破壊やびり割れが中心であった。検査は被災した構造物およびその周辺の構造物を対象に、衝撃振動試験および実車走行による構造物の変位応力測定試験により行った。¹⁾

3. 衝撃振動試験による判定

衝撃振動試験は、重さ約40kgの重錘により構造物を打撃し、構造物の固有振動数および振動モードにより健全度を評価する試験であり、J R では橋梁下部工の健全度判定に用いられている。²⁾ 橋梁の天端付近を橋軸直角方向に打撃する一次振動調査と、橋脚・柱の中間部を打撃する詳細調査に分けられる。

3-1 一次振動調査

今回被災した橋梁・高架橋およびその周辺の、約500箇所について一次振動調査を実施した。健全度の判定は鉄道施設耐震構造検討委員会により示されたフロー（図-1）に従った。³⁾

3-2 試験結果

試験の結果、健全度指標が0.7を下回る高架橋・橋梁は無かった。

3-3 詳細調査

詳細調査とは、高架橋、橋梁の柱の中間部を重錘、掛け矢等で打撃し振動数（および振動モード）を測定することにより、先の一次調査の結果とあわせてより正確に柱の剛性および地盤ばね定数を推定する調査である。また柱の振動数の低下により劣化度を判断することができるので、一度初期値として柱の振動数を測定しておくことは今後の保守管理上重要となってくる。そこで、当社では先の衝撃振動試験で健全度指標が0.8以下であったすべての高架橋、橋台の柱について詳細調査を行うこととした。測定は高架橋1ブロックにつき1本は感振器を柱の上・中・下計3箇所設置し、柱の振動数および振動モードを測定することとし、他の柱については中間部1箇所の設置とし、振動数のみの測定とした。また周囲の柱に比べ特に低い振動数である場合には振動モードの測定も行った。

3-4 詳細調査の結果

詳細調査の結果をもとに相関分析により標準値算定式を設定し、実測値と標準値との比を柱の健全度指標とした。この柱の健全度指標が低いと思われる高架橋については次に述べる固有値解析を実施し、柱剛性および地盤ばね定数を決定することにより健全性を確認した。以下に固有値解析により健全性を確認したA高架橋を例にとり固有値解析の概要を説明する。

3-5 固有値解析

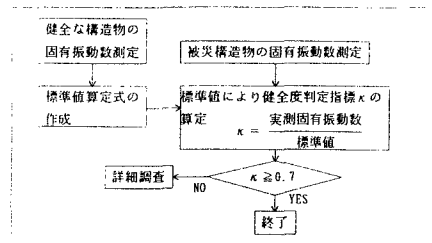


図-1 健全度判定フロー

A高架橋は図-2のように中間梁を持つ3径間のラーメン高架橋である。詳細調査の結果、柱番号2で図-3のようなフーリエスペクトルおよび位相差図が得られた。速度計による測定なので位相差が180度となるところが固有振動数と考えられ、図より19.0Hzが固有振動数であると判断した。柱の健全度指標は他と比べて低い値となったので固有値解析を実施した。なお図のようにピークが複数見られるのは今回詳細調査を行った高架橋の中でも中間梁を持つ高架橋にはほぼ限って見られる現象であった。図-4に解析モデルを示す。直接基礎の地盤ばね定数は水平方向の $N=30$ 、鉛直方向の $N=50$ とし、基礎標準⁴⁾の算定式により算出した。鋼板巻きた柱の剛性は、鋼板を巻く前の剛性を初期値とした。1次振動数と振動モード、柱の振動数と振動モードの両方が一致するようにシミュレートを繰り返した結果、1次振動では図-5、柱の振動では図-6のような一致が見られた。このときの地盤ばねのシミュレート倍率は1.0、柱剛性の倍率は1.27であった。また図-6を見ると今回の柱振動は3次の変位モードと一致している（2次モードは鉛直方向の変位モード）ことがわかる。中間梁をもつ高架橋に限って振動のピークが複数見られる現象については、柱が中間梁で4本拘束されていることによるねじれの振動モード等が影響していると考えられる。

4. おわりに

被災構造物に対して行った衝撃振動試験および詳細調査による安全確認の概要について述べた。調査の結果特に問題となる高架橋、橋梁は見当たらなかった。また詳細調査とモード解析により地盤ばねおよび柱剛性がより詳細に推定できることがわかった。今後は今回測定した結果を初期値とし、保守管理の基礎データとして活用していくこととしている。

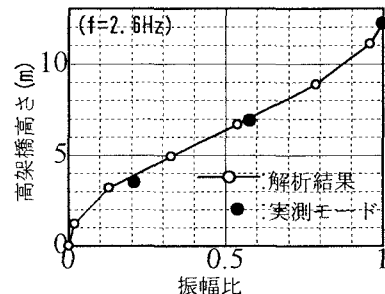


図-5 1次振動モード

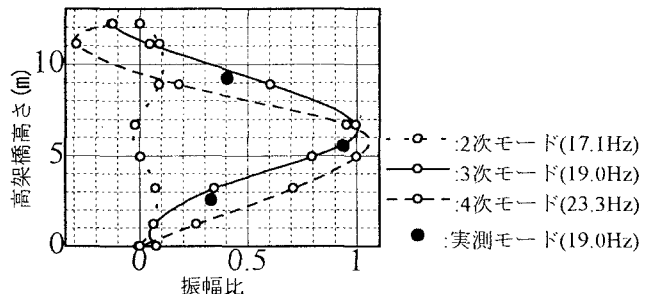


図-6 高次振動モード

参考文献

- 1) 三間谷将充他：阪神・淡路大震災における被災構造物の安全性確認検査，平成8年度関西支部年次学術講演会，1996.5
- 2) 西村昭彦：既設橋梁基礎の健全度判定法の開発に関する研究，博士論文，1992.3
- 3) 鉄道総合技術研究所：ラーメン高架橋の健全度判定（案） 山陽新幹線および東海道新幹線，1995.4
- 4) 土木学会：建造物設計標準解説・基礎構造物、抗土圧構造物，1986.3

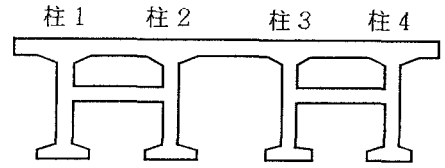


図-2 A高架橋正面図

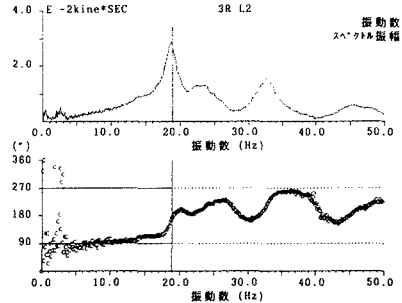


図-3 フーリエスペクトルおよび位相差図

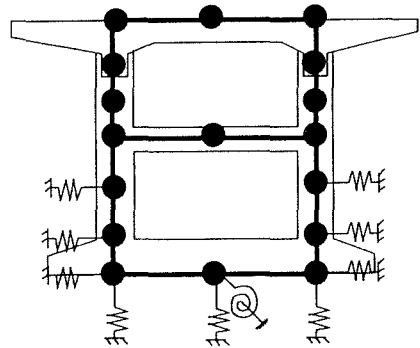


図-4 解析モデル