

衝撃振動試験等による旧式橋脚の性能評価について

南海電気鉄道株式会社 正会員 ○梶谷 知志
 南海電気鉄道株式会社 非会員 西谷 興季
 南海電気鉄道株式会社 正会員 窪田 勇輝
 南海電気鉄道株式会社 非会員 福本 哲也

1. はじめに

南海本線紀ノ川橋梁は、和歌山県北部を流れる一級河川紀ノ川河口付近に架かる上下線別線橋梁で、上下線とも 22 スパン、21 橋脚の構成であり約 627m の橋長を有する長大橋梁である。橋梁写真を図-1 に示す。本橋梁は上り線が明治時代、下り線が大正時代に構築されたものであり、いずれも構築後長い年月が経過しているが、これまでなんら変状や被害を生じさせることなく旅客輸送に供用されている。しかしながら、近年はゲリラ豪雨や大型台風の襲来が頻発し、河川橋脚の健全度に対してより一層の注意を払う必要性が生じている。こうした状況を鑑み、本稿は旧式橋脚の保有する性能について再度評価し、今後の展望を述べるものである。



図-1 南海線紀ノ川橋梁全景 (写真手前が上流側である下り線)

2. 性能評価すべき橋脚の抽出

南海電気鉄道では平成 12 年から自社で衝撃振動試験を実施しており、当該橋梁についても平成 13 年に実施し、初期値としていた。その後、紀ノ川上流に紀ノ川大堰が整備され河川流域の環境に変化があったこと、また前回調査から 10 年が経過したこともあり、平成 23 年に再度衝撃振動試験を実施した。その結果本橋脚の固有振動数は 10 年前とほぼ変化がなかったが、平成 19 年に制定された鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）基礎構造物・抗土圧構造物に記載されている標準値算定式によって求められる標準振動数を用いて健全度指標値 (χ) を求めたところ、いくつかの橋脚で A1 と判定された。そこで、詳細な橋脚の健全度及び基礎の支持力性状の健全度を判定するため、上下線各 21 橋脚、計 42 橋脚を多自由度振動モデル化して固有値解析し、計算値を実測値に近似させる逆解析を実施した。使用したモデルの一例を図-2 に示す。実測値については、全橋脚の 3 点（天端付近、水面付近、それらの中間付近）に振動センサを設置して衝撃振動試験を実施している平成 13 年のデータを用いた。固有値解析の手順を図-3 に示す。部材剛性と地盤ばね剛性を相互に増減させ、固有振動数及び振動モードについて計算値と実測値が近似するまで固有値計算を繰り返し行うものであるが、部材剛性については大規模な補強をしている橋脚又は劣化が明らかな橋脚が存在しないため健全として変化させず、地盤ばね定数をパラメータとして固有値計算を実施した。基礎の健全度における評価指標¹⁾に基づき判定したところ、地盤ばね

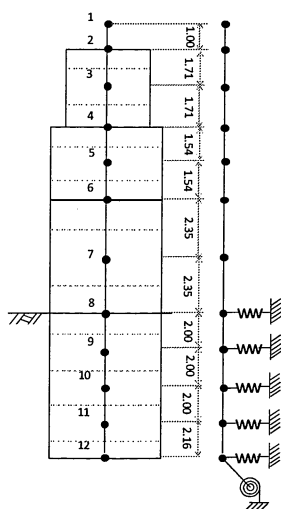


図-2 多自由度振動モデルの一例

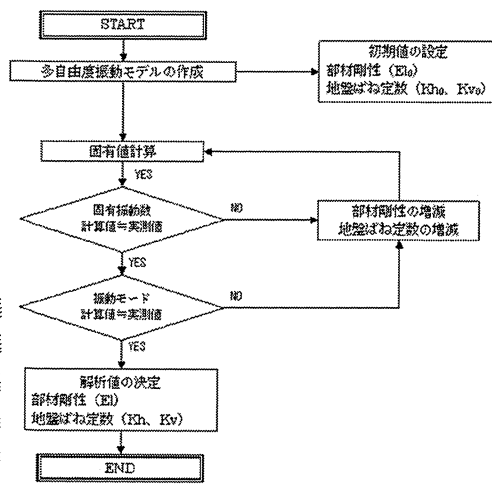


図-3 固有値解析の手順

衝撃振動試験、固有値解析、洗掘、性能評価

〒595-0025 大阪府泉大津市旭町 19-34 TEL:0725-31-2913

剛性については、全 42 橋脚中 2 橋脚で「A1：詳細な調査を行う」、12 橋脚で「A2：進行性の把握を行う」、残り 28 橋脚については「B 以上：現状では問題は少ない」となった。このうち、「A1：詳細な調査を行う」となった下り線 P12 及び P13 については、橋脚の固有振動数の値も他と比較して小さく、洗掘等の影響が考えられるため、個別検査として再度衝撃振動試験及び深淺測量を実施し、性能を定量的に評価することとした。

3. 実地踏査

前項で抽出した下り線 P12 及び P13 の 2 橋脚について衝撃振動試験を実施した。試験から得られた固有振動数を表-1 に示す。2 橋脚とも平成 13 年のデータと比較して固有振動数が大きくなり安全側に变化している。この実測値を基に再度固有値解析による逆解析を実施したところ、これら 2 橋脚の健全度は「A2：進行性の把握を行う」となった。また桁上端部からおもりを

表-1 衝撃振動試験結果(固有振動数: Hz)

橋脚番号	H13	H24 (本調査)
下りP12	2.563	2.869
下りP13	2.563	2.625

付けたメジャーを降下させ、河床からの高さを測定する方法で深淺測量を実施した。その結果を表-2 に示す。深淺測量については、下り線 P12 及び P13 における洗掘の程度を他の橋脚とも比較するため下り線 P10 (固有振動数 4.883Hz) についても実施し、増水期前である平成 24 年 3 月のデータと比較した。洗掘に大きな進行性は見受けられないが、P10 と比較すると洗掘の程度は大きいことが分かる。またこれまでデータを採取していなかった橋脚上流側についても測定を実施し、初期値として設定した。

表-2 深淺測量結果(河床から桁上端までの高さ: m)

橋脚番号	測定位置	H24.3	H24.12 (本調査)
下りP10	上流側	—	12.10
	起点側	12.30	12.20
	終点側	12.49	12.45
下りP12	上流側	—	14.95
	起点側	15.15	15.15
	終点側	15.30	15.20
下りP13	上流側	—	14.60
	起点側	15.48	15.05
	終点側	14.60	14.90

4. 性能評価

今回調査を実施した橋脚の要求性能として安全性を設定し、性能項目として安定を設定し性能評価を行った²⁾。橋脚における地盤ばねの健全度が A2 または B 以上という結果から安定性有りという結果となり、安全性を担保し得る結果となった。しかし A2 と判定された橋脚については、現段階の変状では安全性に問題はないが、今後変状が進行し安全性が低下する可能性は考慮しておくべきと考える。

また安全性に加え、要求性能として復旧性を設定し、照査項目として外力に対する耐力を設定した。増水に対する耐力については、洗掘を受け河床底面が低下している橋脚ほど復旧性が低いと考えられるため、今回実施した深淺測量から、河床から桁上端までの値が大きい P12 及び P13 については P10 と比較して復旧性が低下していると考えられる。

5. まとめ

本稿では従前からの衝撃振動試験の取り組みを深度化させて旧式橋脚の性能の再評価を行った。その結果と今後の展望を以下にまとめる。

- (1) 現段階では安全性は担保されているが、今後も継続的に進行性を把握し、地震発生後、台風襲来後等の異常時に実施する随時検査に加え、適宜個別検査を実施したいと考える。
- (2) 増水等の外力に対する復旧性が低下していることが懸念される橋脚においては、通常全般検査時に深淺測量を併せて実施する等、定期的に進行性を把握しておく必要がある。
- (3) 地盤ばねの健全度が「A2：進行性の把握を行う」と判定された橋脚が計 14 橋脚あることを勘案し、これらについても適宜個別検査として深淺測量等を実施したいと考える。

参考文献

- 1) 橋梁健全度調査研究会の指標による
- 2) 鉄道総合技術研究所，鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）基礎構造物・抗土圧構造物