

河川橋脚の洗掘検査に関する取り組み

南海電気鉄道株式会社 正会員 ○坂口佳隆 窪田勇輝 塩見拓也
株式会社シーエス・インスペクター 正会員 吉田育央 福本哲也

1. はじめに

当社は、大阪の難波を起点として和歌山市および関西空港、世界遺産の高野山などを結ぶ線路（延長約154.8km）を有しており、沿線には都市部および海岸部、山間部と多種多様な環境が存在する。近年、台風や豪雨が頻発しており、当社においては2017年の台風21号の影響により、図-1のように南海本線男里川橋梁にて下り線P5橋脚部が洗掘により傾斜し、それに伴い線路が陥没・曲損するという災害が発生した。2019年6月にすべての復旧工事を完了しているが、この災害を契機に、河川橋脚の洗掘検査方法について見直しを実施し、詳細検査として衝撃振動試験及び深淺測量を4年に1回の周期で実施することとなった。対象となるのは全18橋梁（106橋脚）であり、2019年度より実施し、2020年度末の時点で8橋梁（72橋脚）の検査が完了した。本論文では、河川橋脚の洗掘検査に関する検査方法および検査結果、今後の課題について報告する。



(a) 状況写真 (b) 橋脚断面図
図-1 被災の状況

2. 検査方法

(1) 衝撃振動試験

本試験法は、健全度を直接目で確かめることが難しい橋脚の基礎等に対して、支持力性能や部材の健全度が悪化すると対象構造物の固有振動数が低下することに着目し、この値を指標として定量的に健全度の判定を行う非破壊検査法である。具体的には、図-2のように重錘で橋脚を打撃してその応答波形から固有振動数を求め、式(1)、表-1により健全度を判定する。¹⁾



(a) 地上部 (b) 水中部
図-2 衝撃振動試験の状況

表-1 健全度判定の基準

健全度指標 κ	判定	処置
$\kappa \leq 0.70$	A1	異常時外力に対して危険な変状がある。他の調査結果を参照し、補修・補強を検討する。
$0.70 < \kappa \leq 0.85$	A2	固有振動数の低下など進行性の把握を行う。
$0.85 < \kappa \leq 1.00$	B	現状では問題は少ない。
$1.00 < \kappa$	S	現状では健全と考えられる。

$$\text{健全度指標 } \kappa = \frac{\text{実測固有振動数}}{\text{固有振動数の標準値}} \quad (1)$$

(2) 深淺測量

従来は潜水夫による目視や橋脚上から錘を垂らす方法により河床位置を測定していたが、結果にばらつきが見られることから、より正確に下部工の状態や洗掘の進行性を把握すべく3次元測量を実施することとした。また、3次元測量の技術は日々進歩しているため、その時代にあったものを導入することとしており、2019、2020年度は、図-3のように3Dレーザースキャナ（地上部）と3Dマルチビームスキャニングソナー（水中部）を用いた方法で実施した。



(a) 地上部 (b) 水中部
図-3 深淺測量の状況

キーワード 河川橋脚、洗掘検査、衝撃振動試験、深淺測量

連絡先 〒556-8503 大阪市浪速区敷津東 2-1-41 南海電気鉄道株式会社 工務課 TEL 06-6644-7175

3. 検査結果

(1) 衝撃振動試験

衝撃振動試験は周期的ではないものの過去にも（一部の橋梁では今回初めて）実施しており、今回の結果は、前述の方法で健全度を判定するとともに、前回のデータとも比較を行った。前回からの固有振動数の変化の割合を10%未満、10%以上20%未満、20%以上に分類した結果、69橋脚の内、10%未満：66橋脚、10%以上20%未満：3橋脚、20%以上：0橋脚となった。10%未満の橋脚については、測定誤差等によるもので健全度低下の可能性は低いものと考えている。また、10%以上20%未満の橋脚については、同時期に実施している深浅測量の結果も参照のうえ、詳細の把握が必要であると考えている。なお、今回初めて衝撃振動試験を実施した橋脚の固有振動数は、次回以降の検査時に初期データとして活用する予定である。

(2) 深浅測量

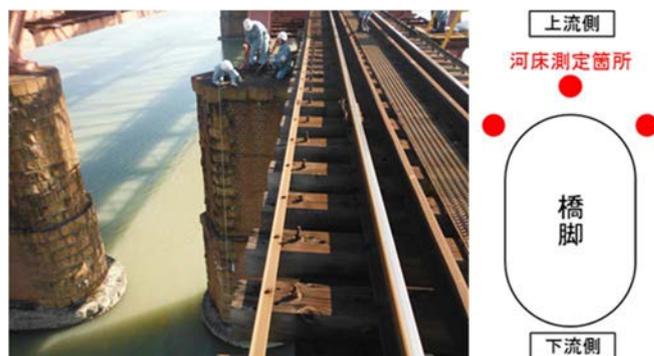
従来は、図-4のように橋脚上から錘を垂らす方法で橋脚付近の3箇所で河床から橋脚天端までの高さを測定していたが、今回は3次元測量により河床状況を広範囲で把握することが可能となり、結果は、図-5、図-6のようにコンター図および断面図、点群データ等で管理している。図-6の点群データからは、通常全般検査では把握することの難しい、橋脚基礎のコンクリート剥離の可能性についても把握することができた。また、得られたデータから根入比を算出して、洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表²⁾（以下「洗掘採点表」という）に反映することとしており、通常全般検査の結果とともに橋梁の維持管理に活用している。

4. まとめ

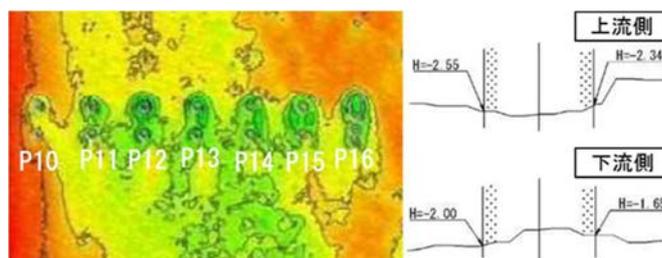
2019年度より河川橋脚の洗掘検査として、4年に1回の周期で衝撃振動試験及び深浅測量を実施している。衝撃振動試験は過去にも実施しており、今回の検査結果は健全度判定のほかに、過去のデータとの比較も行った。ほとんどの橋脚では健全度低下の可能性は低いと考えられる結果となったが、一部の橋脚については、今後詳細を把握する必要があると考えている。深浅測量は3次元測量により実施し、従来よりも広範囲で河床状況を把握することが可能となった。得られたデータを基に洗掘採点表に反映し、橋梁の維持管理に活用している。2022年度には全対象橋梁で1巡目の検査が完了する予定であり、結果を検証したうえで継続の要否および周期、方法等について再度検討し、より適切でより効率的な橋梁の維持管理に努めていきたい。

参考文献

- 1) 財団法人 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），pp.165-171，2007
- 2) 佐溝昌彦，村石尚，中村貴史：洗掘を受けやすい橋梁を抽出するための採点表（案），日本鉄道施設協会誌，第43巻，第11号，2005



(a) 従来の深浅測量の状況 (b) 測定箇所
図-4 従来の深浅測量



(a) コンター図 (b) 断面図
図-5 深浅測量の結果



図-6 深浅測量の結果（点群データ）