

河床洗掘を受けた橋脚の健全度判定事例と対策工に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 阿部 嘉貴*
東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 清田 玲央*

1. はじめに

近年ゲリラ豪雨など降雨に起因する災害が散見される。当社においても、健全性を脅かす事象が多数発生している。このうち、洗掘により河床低下した橋脚の安全性評価について、当社においては、衝撃振動試験により健全性を判定している。今回、複数回の異常出水により洗掘を受けた橋脚について、数度の衝撃振動試験¹⁾を通じた健全度判定及び対策工の選定を行ったのでここに報告する。

2. 橋りょう及び変状概要

2-1 橋りょう概要

当該橋りょうは、上下線が独立している複線橋りょうであり、下線は明治23年に建設され経年123年、下線は昭和29年に建設され経年59年となっている。橋脚は、コンクリート構造の橋脚であり、今回被災にあった上線1Pについてはケーソン基礎となっている。



写真-1 橋りょう全景

表-1 橋りょう諸元

橋台面間長	160.88m
上部工形式	上路プレートガーダー 8連
基礎形式	上線 ケーソン基礎、鋼管杭基礎
	下線 杭基礎

平面図

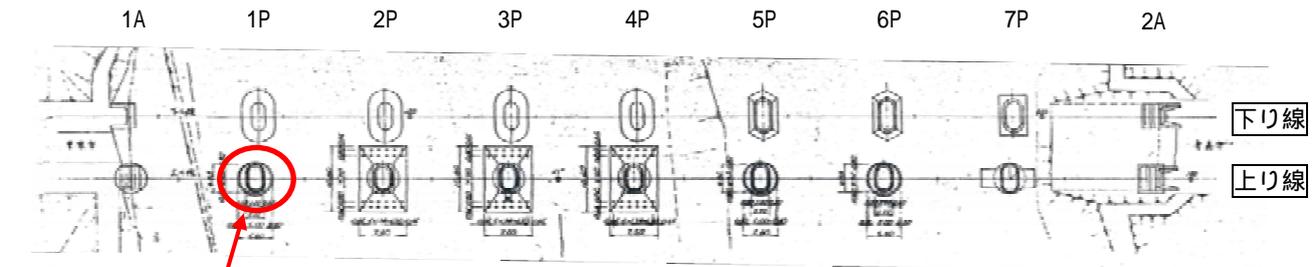


図-1 橋りょう全景

2-2 変状概要

平成23年9月22日未明の豪雨により、1m程度河床が洗掘され、かつ上り線1P護岸部においても洗掘により一部橋脚が露呈した。(写真-2)後述する衝撃振動試験により、橋脚の健全度判定を行い、緊急性がないことを確認し継続的な監視を行っていた。しかし、平成24年5月3日の豪雨により、再び河川が増水し洗掘が進行した。その為、早急な対応が必要であると判断し、詳細な検査を再度実施し対策工事の検討を行うこととした。



写真-2 洗掘橋脚接写

3. 健全度判定

3-1 衝撃振動試験概要

衝撃振動試験は、重錘を用いて橋脚などの頭部に衝撃を与え、その際の応答波形を収録、スペクトル解析を実施することにより、その構造物の固有振動数を把握し、健全度を調査する現地試験法である。一般的な試験方法としては、図-2に示すように、対象とする橋脚の天端、中間、下端に速度計を取付け、天端を重錘により橋軸直角方向に衝撃を与え、各速度計にて速度波形を収録する。この得られた速度波形に対してフーリエ解析を行い、各橋脚の固有振動数を決定する。

キーワード：河床洗掘，衝撃振動試験

連絡先：*〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番町 31-2

Tel 022-266-2397 Fax 022-227-6605

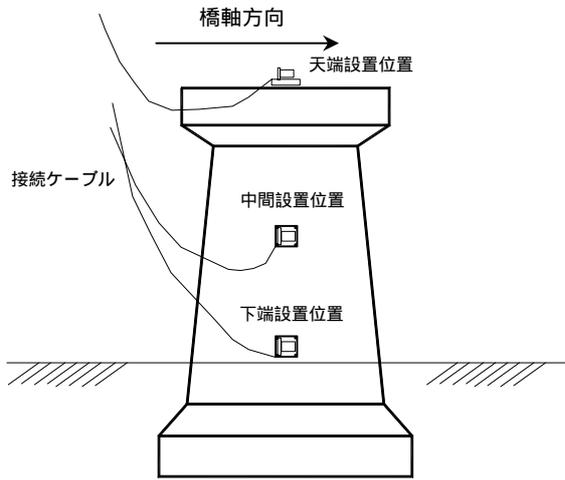


図-2 速度計設置位置概念図

3 - 2 標準値による健全度診断

当該橋りょうの橋脚の標準値 F は、下式によって算出した。当該橋脚は、ケーソン基礎形式であるため、以下の算定式¹⁾を適用した。

$$F = 11.83 \times \frac{N^{0.184}}{W_h^{0.285} \times H_k^{0.059}}$$

- N : 加重平均 N 値
- W_h : 上部工反力 (tf)
(起点側と終点側の桁重の平均値とする)
- H_k : 橋脚高さ - 天端張出部の高さ (m)

橋脚の健全度は、衝撃振動試験で得られた実測固有振動数を上式で算出した標準値 F で除した値、(健全度診断指標) に応じて表-2により判定することができる。

表-2 健全度判定区分¹⁾

健全度評価指標	判定ランク	処置
0.70	A	A 1 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、補強を考慮する。
0.70 < 0.85		A 2 固有振動数の低下など進行性の把握を行う。
0.85 < 1.00	B	現状では問題は少ない。
1.00 <	S	現状では健全と考えられる。

3 - 3 衝撃振動試験結果

上線 1P について行った衝撃振動試験結果およびこの結果に基づく健全度判定結果を表 - 3 に示す。

衝撃振動試験の結果、1 度目の豪雨後である平成 24 年 4 月 13 日の値が 0.88 となり、「B : 現状では問題は少ない」という結果となった。しかし、2 度目の豪雨後となる平成 24 年 5 月 15 日の値は、0.84 となり、「A 2 : 固有振動数の低下など進行性の把握を行う」となった。今回被災した頻度が平成 23 年 9 月、平成 24 年 5 月とそれほどの期間が経てない間で複数回被災していること、若干とはいえ衝撃振動試験の数値が減少したことなどを考慮し、応急対策の実施と恒久対策の計画の策定を行うこととした。

表 - 3 衝撃振動試験結果一覧

測定日	実測固有振動数(Hz)	標準値 F	健全度判定ランク
H24.4.13	5.39	6.11	0.88 B
H24.5.15	5.13		0.84 A2

4 . 応・復旧対策工事

4 - 1 応急工事

応急対策としては、応急工事の施工時期が 6 月～7 月以降と増水時期と重なることや該当する漁業組合との話し合いなどによって、河川の締め切りなど仮設が不要でかつスピーディーに施工ができる工法とし、露呈した 1P 橋脚部を直接砕石で埋め戻す工法とした。



写真 - 3 応急工事施工全景

4 - 2 復旧工事計画

復旧対策の施工概要としては、根固工を施工して現況河床高さまで布団かご工を施工し洗掘防止を図ることとした。また、河川護岸部のり面の侵食が進行し、一部に断面減少が認められることから、護岸工復旧も併せて行い、構造物の機能維持と列車の安全安定輸送を確保することとした。(図 - 3)

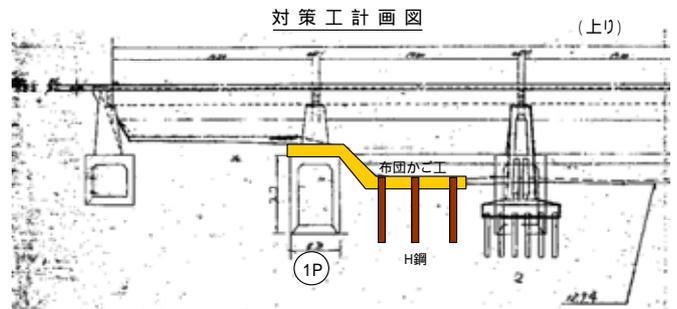


図-3 復旧工事計画図

5 . まとめ

異常出水に伴い橋脚が洗掘された場合には、すばやくかつ定量的な試験に伴う健全度判定が求められる。今回紹介した、衝撃振動試験は、当社管内においても多くの試験実績があり、かつ今回の事例からも試験の有意性を証明することができた。

今後は、施工完了後に再度衝撃振動試験を行うことで施工の妥当性の検証を行っていきたい。

参考文献)

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(基礎構造物・抗土圧構造物編)平成 19 年 1 月
- 2) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説(基礎構造物・抗土圧構造物編)平成 12 年 6 月