

洗掘被害を受けた橋脚の固有振動数と健全性について

JR 西日本 正会員 ○笠松 大輔 JR 西日本 小寺 信行
 JR 西日本 正会員 坂本 寛章 JR 西日本 正会員 近藤 政弘

1. 目的

2011年9月に近畿地方を中心に甚大な被害をもたらした台風12号は多くの河川で増水を巻き起こし、当社所有の橋りょうにおいてもその健全性を脅かす事象が多数発生した。このうち、洗掘により河床低下した橋脚の安全性の評価について、現在当社では衝撃振動試験¹⁾により橋脚の固有振動数を求め標準値と比較することで判断を行っている。今回、顕著な被災を受けた橋りょうに対し復旧状況に応じて複数回の衝撃振動試験を行ったので、この結果から健全性評価手法および復旧手法の有効性を確認した。



写真-1 衝撃振動試験状況

2. 検査手法

被害を受けた和歌山県内に架かるA橋りょうは、支間長12.9m(13.306t)を3連有する全長39.28mの橋梁である。高さ8.08mの2本の橋脚はともに河川内にあり、門型ラーメン構造である。また2Pは増水に伴い流失している。衝撃振動試験状況を写真-1に示す。この門型橋脚の下流方側面に3点速度計を貼付し、橋脚天端を重さ約40kgの錘で打撃して得られる振動状態を計測した(図-1)。計測は、被災直後である9/14(A)、河床安定後である10/21(B)、根固め工施工完了後である11/30(C)の3回実施した。また、河床調査結果および復旧過程における上部工の状況を図-2に示す。

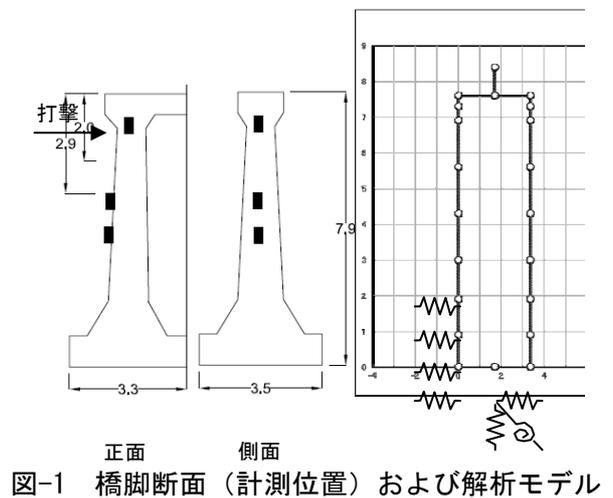


図-1 橋脚断面(計測位置)および解析モデル

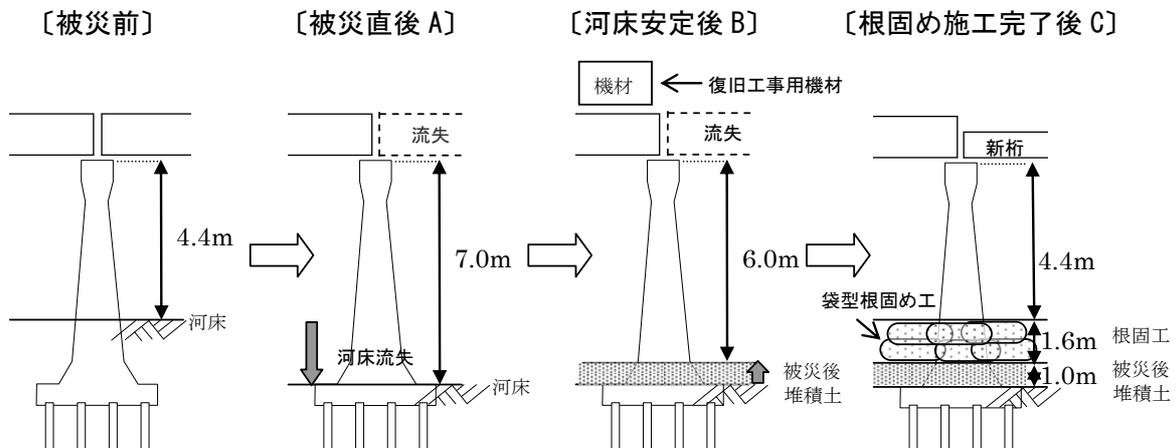


図-2 河床調査結果および復旧過程における上部工の状況

キーワード 橋脚, 衝撃振動試験, 水害, 根固め工

連絡先 〒640-8331 和歌山県和歌山市美園町5-22 JR西日本和歌山土木技術センター TEL:073-425-6118

3. 検討結果

表-1 各段階における計測結果および固有値解析結果

ケース		被災前	被災直後 (9月14日)A	河床安定後 (10月21日)B	根固め工 施工完了後 (11月30日)C	
固有 振動数	実測値	8.800	7.750	7.259	6.912	
	解析値	8.778	7.714	7.260	6.960	
	逆算値	-	7.000	7.260	7.149	
シミュレート 倍率	水平部材	1.0	1.0	1.0	1.0	
	鉛直部材	1.0	1.0	1.0	1.0	
	地盤ばね	水平ばね	4.0	2.0	2.9	2.9
		鉛直ばね	4.0	2.0	2.9	2.9
	回転ばね	4.0	2.0	2.9	2.9	

試験結果を表-1に示す。なお逆算値とは、被災前の固有振動数と比較を行うために、上部工荷重を被災前の荷重に合わせて解析した場合の固有振動数である。また目視調査の結果、水害に伴う橋脚外面への変状は発生していなかったため躯体剛性は健全時である平成5年測定の初期値から逆算したものを、地盤ばね定数のみを変化させて固有値解析を行った。

被災直後(A)の固有振動数をH5年測定データと比較すると、固有振動数が著しく低下していることがわかる。これは、河床を形成していた土砂が洗掘作用により約2.6m分流失したことが原因であると考えられる。また各地盤ばね定数が低下していることから、基礎部(河床より下部)の高さが低下しただけでなく、流水や流木等が構造物に衝撃することで河床との界面にゆるみが生じ、地盤剛性が低下したと考えられる。

河床安定後の状況(B)においては被災後に土砂が1m程度堆積していたものの、非常に緩い状態で堆積していると考えられたことから、この部分の地盤ばねを考慮せずに解析を行った結果、実測値に合致した。なお、地盤ばね定数は回復傾向を示したが、これは水害の収束に伴う土砂堆積による上載圧の効果で拘束圧が高まり、地盤剛性が徐々に回復したことが原因と考えられる。

根固め工施工(C)による固有振動数の回復は見られなかった。これは今回採用した根固め工が袋型根固め工(かご工)であるためと考えられる。袋型根固め工は今後の洗掘拡大を防止することが主目的であり、コンクリート打設のような支持地盤としての改良効果はない。そのため、固有振動数や地盤ばね定数の改善は生じなかったと考えられる。固有振動数による健全度指標 κ^1 、地盤ばねの健全度評価区分 β_r^2 ともに判定ランクはA2となるものの、今回のように長期的な供用を想定しない場合、効果的な施工であると考え、復旧状況を写真-2に示す。



写真-2 復旧状況

4. まとめ

今回の検討結果より得られた知見を以下に示す。

- (1) 衝撃振動試験による安全性評価手法は、被害状況を的確に把握でき非常に有用である。
- (2) 固有振動数が低下した原因は、洗掘による根入れ長の減少だけでなく、構造物が大きな荷重を受けることで河床との界面にゆるみが生じることなどによる地盤ばね定数の低下が原因と考えられる。
- (3) 地盤ばね定数は、被災後に一時的に低下したものの土砂堆積による拘束圧の増加で若干回復し、固有振動数の増加につながったと考えられる。
- (4) 洗掘防止を目的とした根固め工はコンクリート打設のように地盤ばね定数の回復にはほとんど寄与せず、固有振動数の増加には至らない。

今回のケースでは、堆積土砂の流失および地盤ばね定数の低下が固有振動数低下の主原因といえる。このようなケースでは、袋型根固め工などで今後の洗掘による河床低下を防止し、段階的な土砂堆積と経年による締め固めでもある程度の機能回復が図れるものと思われる。今後改めて衝撃振動試験を実施し、固有振動数および地盤ばね定数がどのように変化するか引き続き調査を行う。

【参考文献】

- 1) 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,(財)鉄道総研,2007.1.
- 2) 羽矢洋他:河床が低下した鉄道河川橋梁下部構造物の健全度診断,土木学会論文集A,Vol.65 No.2,2009