

洗掘被害を受けた鉄道橋の復旧対策工について

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○上村 寿志 非会員 用正 直樹

1. はじめに

平成24年7月に発生した九州北部豪雨では、最大時雨量78.5mm、最大連続雨量336.0mmの雨を記録した(図1)。この一連の雨により、久大本線うきは・筑後大石間の隈上川橋りょうにおいて、河川増水により橋脚が洗掘されて沈下する災害が発生した。

当初は沈下した橋脚を撤去し改築するため、復旧までに相当の時間がかかることが想定されたが、詳細な調査及び試験により沈下等の収束を確認したため、橋脚を再利用して復旧する計画とした。本稿では、本災害に対する復旧対策工について報告するものである。

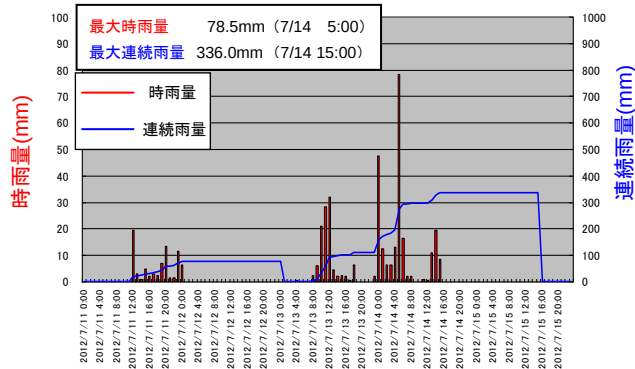


図1 時雨量と連続雨量(英彦山観測所)

2. 復旧対策の検討および実施

2.1 被災概要

被災した隈上川橋りょうは1931年(昭和6年)に建設された上部工:7径間上路式鉄桁、下部工:P1~P6小判形橋脚、基礎はN値19~50超の玉石混り砂礫層で支持している直接基礎形式の橋りょうである。当該橋りょうは過去にも洗掘による影響を受けており、九州北部豪雨にて筑後川水系の隈上川が増水し、P2橋脚基礎部の洗掘及び基礎地盤の吸出しが生じた結果、橋脚の沈下(約30cm)及び傾斜(上流方に約2.8度、終点方に約1.2度)が発生したと考えられる(図2・3)。また、P1橋脚付近の護岸も一部で崩壊が確認された。

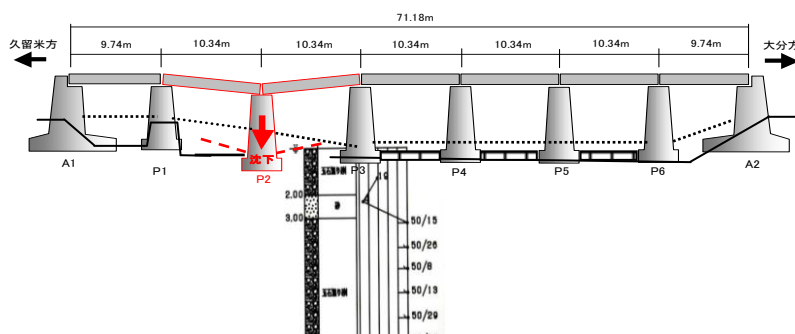


図2 被災概略図



図3 被災状況(上流方より)

2.2 復旧対策工および計測管理

(1) 復旧対策工

当該橋りょうでは、応急対策を実施した後、約一ヵ月半後に徐行による列車運行を再開していた¹⁾が、早期の本復旧が望まれた。対策工の検討にあたっては、今後の出水時における橋脚への洗掘作用に対し安定する基礎形式とすること、現況でも河川断面が小さいため、可能な限り河川断面を阻害しない基礎構造とすることを条件として検討を行った。その結果、P2橋脚について現行の直接基礎から鋼管矢板基礎形式に変更することが最適と判断した。

鋼管矢板基礎形式は、砂礫層を支持地盤とした根入長が短い直接基礎形式と比較して、出水時期の橋脚への洗掘作用に対する安定性が高い。当該橋りょうは、空頭制限の制約から、省スペースでの施工が可能な鋼管杭(φ600, L=4.0m, 37本)を橋脚の周囲に回転圧入し、鋼管頭部と橋脚を鉄筋コンクリートフーチングで結合する構造とした

キーワード 洗掘, 橋脚, 鋼管矢板基礎, 衝撃振動試験, 計測管理

連絡先 〒812-8566 福岡市博多区博多駅前3-25-21 九州旅客鉄道株式会社 施設部工事課 TEL 092-474-2452

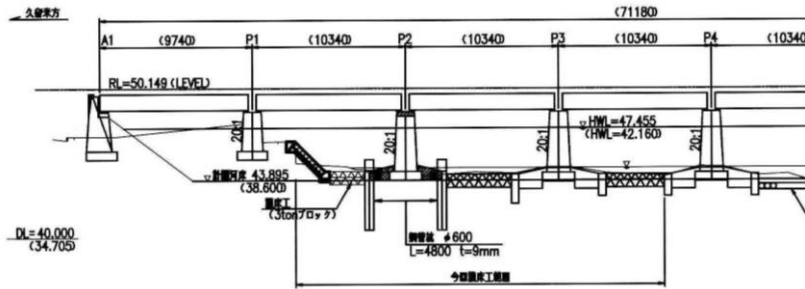


図 4 復旧対策一般図



図 5 根固工（完了状況）

(図 4・5)．なお、鋼管と既設フーチングとの一体化部分については、シートパイル補強工法の設計法²⁾を準用することとした．また、橋脚間の洗掘防止対策として当該河川の計画流速に対し安定する 3t 護床ブロックを採用した．

(2) 計測管理値の見直し

図 6 に復旧工事に着手するまでの傾斜量の変化を示す．列車運行再開当初は若干進行がみられたが、徐々に収束傾向にあった．しかし、復旧工事を着手するにあたり、鋼管杭を圧入する際に地盤を乱して傾斜が進行することが懸念された．そこで、運転規制値を再設定し、新たに工事中止値を定め 3 段階の管理値で管理することとした．

傾斜については、鋼管圧入時や圧入完了後の鋼管と躯体間の掘削時にやや進行（終点方、上流方に傾斜）がみられ、傾斜（線路方向）が警戒値に達した．掘削完了後、鋼管と躯体を鉄筋にて結合した後は計測値の進行は収束傾向にあった．これは鋼管と躯体が一体化することによる効果と推察される．なお、その後については復旧完了、徐行解除まで計測値にほぼ動きは確認されなかった．

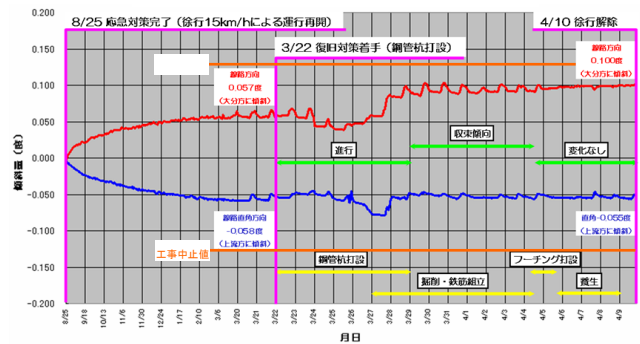


図 6 累積傾斜量の変化（徐行運転再開以降）

2.3 対策後の効果の確認

復旧対策の効果を確認するため、衝撃振動試験および沈下試験により P2 橋脚の健全度の判定を行った．結果を表 1 に示す．なお、健全度の判定については文献 3 に基づき実施している．結果として、健全度は S ランク (27.3Hz)、沈下量 0.1mm 以下となり、対策工の効果が十分発揮されていると考えられた．

表 1 衝撃振動試験、沈下試験の結果

2P橋脚	固有振動数 (Hz)	健全度指標値 X	判定	沈下量 (平均)
被災直後	16.11	0.90	B	約30cm
応急完了後	17.33	0.96	B	0.14mm
復旧完了後	27.30	1.52	S	0.1mm以下

3. まとめ

今回、記録的な豪雨の影響により、橋脚沈下という類い稀な災害が発生し、お客さまに多大なるご迷惑をおかけしてしまいましたが、被災直後の迅速な健全度診断および診断結果に応じた対策方針の策定と実施を速やかに行った事により、早期復旧に繋がったと考える．今後とも、今回経験した事象を生かして、安全とサービスを第一に考え迅速な対応で安定輸送を確保していく．

参考文献

- 1) 西岡英俊，篠田昌弘，角雄一郎，山手宏幸：洗掘により沈下した直接基礎橋脚に対する鉛直載荷試験および列車走行試験，第 48 回地盤工学研究発表会，2013.7.
- 2) 鉄道総合技術研究所，大林組：シートパイルを用いた既設鉄道構造物基礎の耐震補強設計マニュアル（案）（第 2 版），2011.10.
- 3) 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，2007.1