

洗掘被害を受けた橋脚の再劣化現象と抜本的対策の検討

南海電気鉄道株式会社 正会員 ○塩見拓也
南海電気鉄道株式会社 正会員 窪田勇輝

1. はじめに

当社は1885年（明治18年）創業の我が国初の純民間資本による鉄道会社であり、大阪・難波と和歌山県北部を結ぶ線路（延長約154.8km）を有している。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ことから、構造物においても橋りょう、トンネル、高架橋、土構造物、自然斜面と種々有している。そのなかでも、直接基礎タイプの河川橋りょうについては、河川増水時の流水による橋脚周辺地盤の洗掘や河床低下の影響により、これまでに橋脚の傾斜などの被害事例が報告されている。今回は過去に補修した橋脚が再劣化したことに伴い、抜本的対策の検討を行ったので、その内容について報告する。

2. 過去の洗掘被害と措置

2011年（平成23年）9月初旬に、台風での大雨による河川増水に伴う、橋脚基礎部の洗掘により橋脚が傾斜し、列車の運行支障が発生した。図-1に被災時の写真を示す。当時は復旧対策として、洗掘された橋脚基礎部周辺に水中コンクリートを打ち込んで対処した。併せて、橋脚上に傾斜計を設置することで、傾斜の進行を時系列で把握し、傾斜が収束したことを確認した。最終的には、衝撃振動試験により橋脚の安定性を確保した上で、運転再開を行った。そして、2012年（平成24年）1月には、洗掘防護対策として、周囲の橋脚においても、根巻コンクリートの上流側に舟形にさせるような根巻きコンクリートの打設を行った。

3. 橋脚の再劣化現象

他橋りょうの洗掘災害を受け、2017年（平成29年）に実施した緊急点検で、2011年に復旧工事を実施した根巻コンクリートの下部に空隙が確認された。これを受けて、洗掘による災害を防ぐべく、2019年5月に水中不分離モルタルを空隙箇所に充填した。図-2に空隙箇所の充填前及び後の写真を示す。また、橋脚下面全体の洗掘有無を確認すべく、図-3の位置において、ボーリング調査及び岩着調査を併せて実施し、これらの調査結果をもとに、次の補修計画を策定することとした。ボーリング調査では、浅所から基盤岩が分布しており、上部には河床堆積物が被覆分布していることがわかった。一方、岩着調査では、保護コンクリート箇所から基盤岩に変わる箇所において空洞は見られなかったことから、直接基礎は基盤岩に岩着していることが推察された。



(a) 軌道の変状

(b) 洗掘した橋脚

図-1 橋梁の写真



(a) 施工前

(b) 施工後

図-2 再劣化現象（2019年）

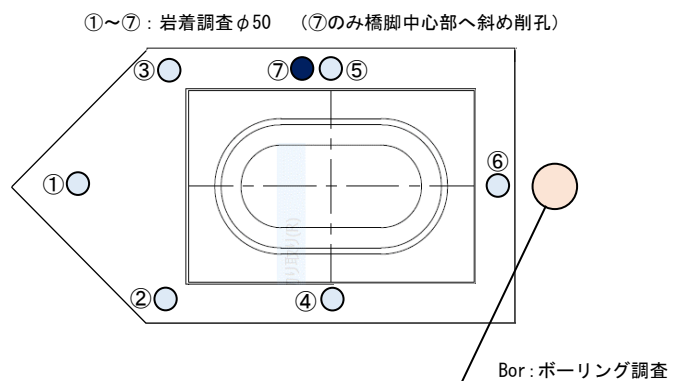


図-3 ボーリング・岩着調査の位置

キーワード 河川橋梁, 直接基礎, 傾斜計, 根固め, 再劣化, 被災, マイクロパイル工法

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 06-6644-7176

4. 抜本的対策の検討

抜本的対策には協議などの時間を要することから、安全確保のための措置として、傾斜感知器（傾斜計）を設置することとした。これにより、橋りょうに変状が発生した場合に、指令員や乗務員に警報表示灯で異常を知らせることで、列車脱線事故を未然に防ぐ体制を整備した。

次に、抜本的対策を実施すべく、周辺の橋脚と同様に、根巻きコンクリートを更新することを検討したが、前回の処置において打設した水中コンクリートを撤去すれば、更に橋脚の傾斜が進行する可能性も考えられることから、既存の根巻きコンクリートを残置した上で、直接基礎と基盤岩を接合する工法について検討を行った。ここで、基礎の支持力不足を増し杭で補強する場合、フーチングを増し打ちして既存フーチングと一体化を図ることが一般的である。しかし、河川管理者との協議の結果、河積阻害率の増加は困難であり、現状の基礎形状を極力変えないことが求められたことから、既設フーチングの増し打ちが不要な施工方法の検討が必要となった。今回は2案を比較検討することとし、マイクロパイル工法及び鋼棒挿入工法について、施工性の観点から検討した。

マイクロパイル工法は杭により既設のフーチングと基盤岩を接合するものである。一方、鋼棒挿入工法は、鋼棒挿入により橋脚躯体と基盤岩を接合するものである。

万が一フーチング下面が洗掘された場合でも橋脚が変位しないことを最低限の要求事項とし、下面が完全に洗掘された場合を想定すると、10本以上の杭または鋼棒を打設する必要があることから、既設フーチング上での施工が可能なマイクロパイル工法が現実的であると考え、採用することとした。また、既設フーチングが幅 600mm と狭いことから、自立式小型機械で施工可能であり小径で支持力が大きい高耐力マイクロパイル工法を選定した。

一方、既設の根固めコンクリートに深いひび割れが確認されていることから、今回の基礎補強工事に併せて、既設根固めコンクリートの撤去・復旧も実施する予定である。復旧にあたっては、土嚢を用いた仕切りでは完全な乾燥状態での施工が困難であることから、鋼矢板を用いた仮締切工（型枠兼用）を計画している。今後は、次期渇水期での施工に向けて、河川管理者と協議を進めていく予定である。

5. まとめ

（1）河川橋りょう橋脚直接基礎部の根巻きコンクリートが再劣化したため、抜本的な対策を実施すべく、直接基礎と基盤岩を接合する工法について検討を行った。（2）河川管理者との協議の結果、河積阻害率の増加が困難であったことから、現状の基礎形状を極力変えない施工方法を検討した。（3）万が一フーチング下面が洗掘された場合でも橋脚が変位しないことを要求事項とし、完全に洗掘された場合でも確実に橋脚を支持できる設計とした。（4）2種類の補強工法を比較検討し、高耐力マイクロパイル工法を採用した。

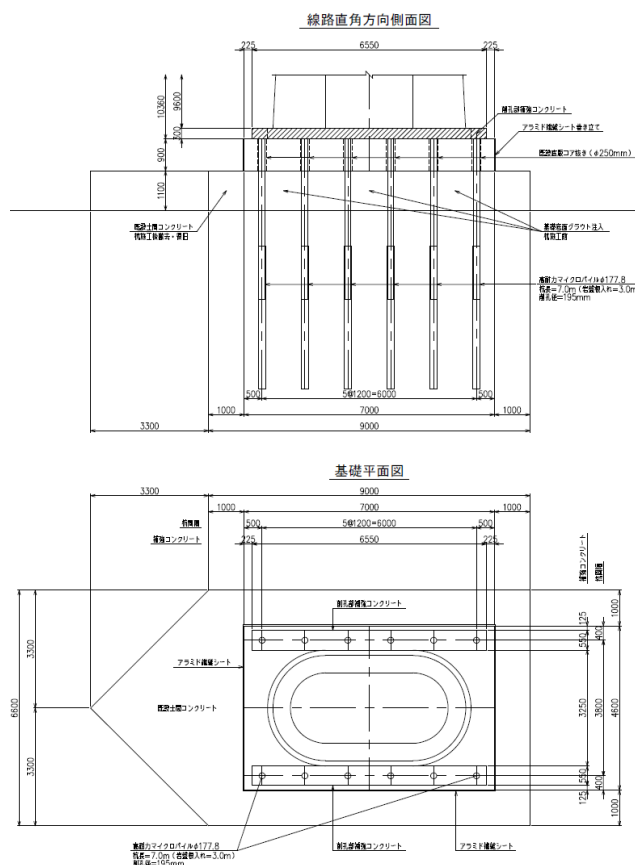
参考文献 1) 国土交通省鉄道局 監修、鉄道総合技術研究所 編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）基礎構造物・抗土圧構造物、丸善、2007



(a) 傾斜感知器

(b) 警報表示灯

図－4 橋梁異常検知システム



図－5 補強設計図（案）