

局部洗掘を受ける橋脚に関する現状評価と対策の検討について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○坂口雄大
東海旅客鉄道株式会社 正会員 加藤千博

1. はじめに

東海道新幹線では列車運行の安全を確保するため、水位上昇により健全性に影響を与える可能性がある橋梁は規制水位を設定し徐行等の運転規制を行っている。本研究で取り組む橋梁（以下A橋梁）についても過去に洗掘が確認されており、それ以来簡易な定点観測を実施している。しかし、洗掘に対する詳細調査は平成4年以降行われていなかった。そこで本研究では河床調査を実施し、現況河床の確認を行った。また、洗掘の進行が確認されたため、新設根固め工の検討を行うとともに、実施工までの期間の局部洗掘予測ならびに今後の検査・保守について定量的な管理指標の導入を提案したので、その内容について報告する。

2. A橋梁の変遷と洗掘影響評価の概要

A橋梁は曲線桁のトラス橋梁で、1987年に5P橋脚で洗掘が確認されて以来、簡易な検査による継続的な監視を行ってきた。また、A橋梁は規制がかかる橋梁のうち唯一の曲線桁であり直線桁とは異なった安定計算が実施されている。直線桁では線路横断方向に作用する荷重は流水力のみであるが、曲線桁では列車走行時に上流方向への遠心荷重が作用する。この荷重は流水力とは逆に作用することとなり遠心荷重に対して流水力は打ち消す側に作用することとなる

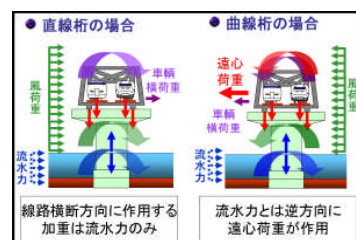


図-1

（図-1）。このとき流水力は遠心荷重よりも小さいため考慮しないものとした。この条件下で固有値解析を行い、洗掘量と橋脚の固有振動数の変化の関係を導き出した結果、A橋梁では固有振動数 3.9Hz 以下で運転規制を行うこととしている。

3. 河床調査と調査結果

現在の河床状況、特に洗掘の有無や洗掘の進行性の有無を確認するため、音響測深器を用いた測量を実施した。さらに、橋脚周辺の根固め工の状態に関しても潜水調査により現物確認を実施することとした。

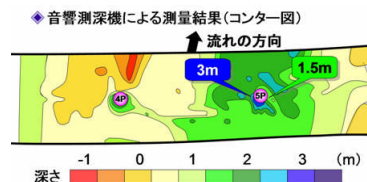


図-2

（1）河床状況

今回実施した測量結果を平成4年に実施された測量結果と比較したところ、4P及び5P周辺で局部洗掘が進行していることが確認できた。図-2に現況河床のコンター図を示す。最大洗掘量と過去の測量データを用い洗掘予測を行うと、最も危険側に評価した場合、運転規制に至るには25年の年月を要すると推察できる（図-3）。

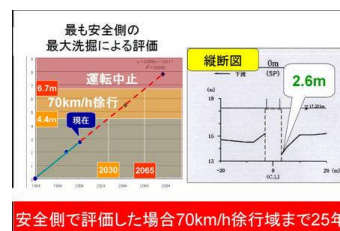


図-3

（2）根固め工設置状況

潜水調査の結果より、3t/基の根固め工（テトラポット）の存在が確認できた。このテトラポットについて移動限界流速を算出した結果、群体の根固め工とした場合でも、川の流速が移動限界流速を卓越している結果となった。実際、一部のテトラポットが流下していることを確認している。また、橋脚回りに残っているテトラポットについても沈下が確認されている。（図-4）

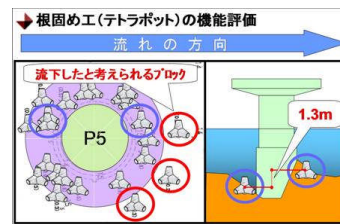


図-4

キーワード：洗掘、曲線桁、袋詰め玉石工、固有振動数、衝撃振動試験

4. 対策工の検討

現在設置されているテトラポットに根固め工としての機能が期待できないため、対策工の検討を実施した。

(1) 根固め工の施工範囲

最大洗掘深評価結果によれば、A橋梁付近の河床変動は10年間ほとんど生じておらず河床の長期変動としては安定傾向にあり、A橋梁の洗掘は局所洗掘であるといえる。つまり、河床低下ではないため、橋脚周辺のみ施工となる。

最大洗掘深評価結果より、河床の全体的な変動量を考慮しないものとして最大洗掘深・洗掘範囲の推定を行った。「構造物保守管理の標準・同解説（基礎構造物）」より、最大洗掘深は9m、洗掘範囲は16mと算出される。これより、根固め工対策範囲は橋脚前面から16m外方の円形線を包括できる一辺38mの範囲とした（図-5）。

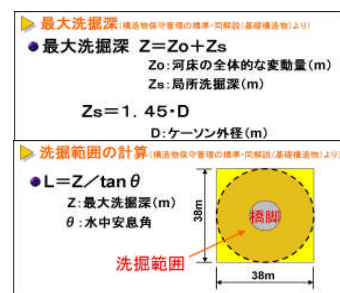


図 - 5

(2) 根固め工の選定

今回箇所へのホロースケヤー等の平面型ブロックの敷設は、河川の締め切りやテトラポットの撤去を行う必要があり困難である。そこで今回は捨石＋袋詰め玉石工を採用することとした。袋詰め玉石工は、再生ポリエステルで作られたネット状の袋に自然石を詰込み敷き並べる工法であり、橋脚の洗掘防止としても広く使用されている。コンクリート等と違い環境面に影響が少いことや、仮に吸出しや一部流出が起きた場合にも、くぼみに形を変えて落ち込んでいくため機能低下の可能性が小さいことが利点といえる。またクレーン等を用いて水上から落とし込んでいく施工が可能であるため、河川の締め切り等を行う必要がなく施工性にも優れている。しかし、橋脚付近までの栈橋の設置は不可欠となるため、河川阻害率の観点から4P・5Pの同時施工は不可能であり、施工には2年間を要する。また植生への配慮も必要となってくる等、実施工までには時間がかかると思われる。

5. 橋脚健全性の検討と新たな管理手法の提案

A橋梁は河川増水により洗掘が予想される場合、衝撃振動試験で得られる固有振動数により健全性を判定している。これは、固有振動数が地盤支持力と密接な関係にあるためであり、橋脚周りの局所洗掘が進行すると橋脚の固有振動数も低下する（図-6）。そこで今回は、この洗掘深さと固有振動数の関係に着目し洗掘による橋脚の健全性について以下の管理方法を提案する。

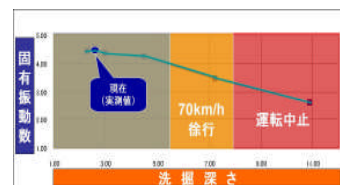


図 - 6

保守管理上、固有振動数が規制値3.9Hzに至る前に対策を施す必要がある。そこで対策工施工の目安時期となる4.1HzをAランクとして設定した。この値は対策工における河川管理者との協議、施工期間、実際の洗掘進行状況等の不確定要素を考慮し、規制値3.9Hzに至るまでの10年間の余裕相当値としている。また、



図 - 7

固有振動数と洗掘深さの関係から、勾配の変化点である4.2Hzを下回った場合、従来と比較して洗掘に対する固有振動数の低下割合が大きくなるためBランクとし、現状からBランクまでの範囲をCランクとした（図-7）。これにより、従来目視と定点観測による定性的な変状判定が、固有振動数と洗掘の関係を基本とした定量的な評価基準となり、継続的かつ再現性のある変状ランク判定とすることができる。

6. まとめ

河床状況を詳細に調査した結果、洗掘が確認されるものの、橋脚の健全性には問題が無いことを確認できた。しかしながら、緩やかではあるが洗掘は進行しているため、今後とも継続した管理が必要である。対策工の実施までの期間の管理手法として洗掘深さと固有振動数の関係から健全度判定ランクを設定し、衝撃振動試験による定量的な管理指標を提案した。