

橋梁周辺の河道状況を考慮した橋脚洗掘対策の考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○加藤 祐一
 中央大学研究開発機構 正会員 後藤 岳久
 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 研究背景・目的

河川に架かる鉄道橋梁の橋脚周辺では、洪水により河床低下や局所的な洗掘が発生する箇所もある。適切な管理を怠ると橋脚が傾倒・倒壊するなど、列車の安全・安定輸送を脅かす場合がある。一方、河川管理の面では、橋梁や堰等の構造物の設置による流況変化により土砂移動の不均衡や、近年の河床の全体的な低下に伴い、河床高の二極化や樹木の繁茂等の問題が多く、河道で現れている。

これまで、鉄道構造物管理は鉄道施設を災害から守ることを目的に維持管理を行ってきた。鉄道構造物では、これまでの経験と技術で橋脚周辺を防護してきたが、洪水により繰り返し変状を受けている橋梁もある。このため、今後はこれまでの橋脚のみを守るという維持管理から、橋梁周辺の河道状態や橋梁が河道へ及ぼす影響も考慮した管理へと移行する必要がある。例えば、多摩川を管理する国土交通省京浜河川事務所では、河川管理者と許可工作物管理者の相互の技術共有を図るための連絡会が発足されている^{1),2)}。

鉄道構造物管理の在り方として、過去の変状事例から個々の河川における河道変化や河床低下などの河道特性を把握し、橋脚洗掘に対して有効な対策を検討して行かなければならない。

本研究では、変状を繰り返している多摩川に架かる橋梁を事例として、現地の状況調査と準三次元解析法を用いた流況の解析結果により、現在の問題点と原因について考察する。

2. 多摩川を事例とした橋脚洗掘の現状

(1) 土砂移動特性と橋梁付近における河道の現状

多摩川では、堰の上流等で土砂堆積が生じており、中流域にあたるB線、C線、D線、E線の多摩川橋梁付近では、S49～H19の間で土砂収支がマイナスであり河床が低下傾向にある(図-1)。これは多摩川では古くから治水・利水を目的とした堰が多く、これらの多くが固定堰であるため、土砂排出能力が低く下流に土砂が供給されにくい状態であるためと考えられる(現在は一部で可動堰に改築されている)。このため橋梁の上下流において縦断的に河床低下が起こっており、特に昭和水堰～日野橋の区間では、滞りが固定化され局所洗掘を引き起こしている²⁾(写真-1)。

前述の各鉄道橋梁付近では、砂州の冠水頻度の低下等により高水敷が樹林化し滞りが固定化している。また、滞り筋の一部では土丹が露出している(写真-2)。この土丹層は弱層に沿って一定方向に剥がれ易く、河床材料の移動に伴う衝突・摩擦により局所洗掘を引き起こしている。更に土丹層は表面が滑らかであり、上流から供給される粗い粒径集団の礫を留められない。このため低水路内では滞り筋の固定化・侵食による深掘れが進展し、橋梁の上下流で河床が低くなるなどの問題が起きている(写真-3)。

このように、橋脚付近において流路が滞り筋化しているため、変状を繰り返す要因となっている。

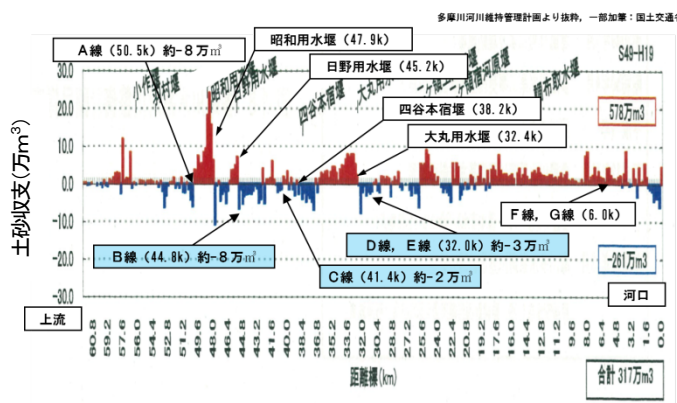


図-1 多摩川の区間別土砂変動量

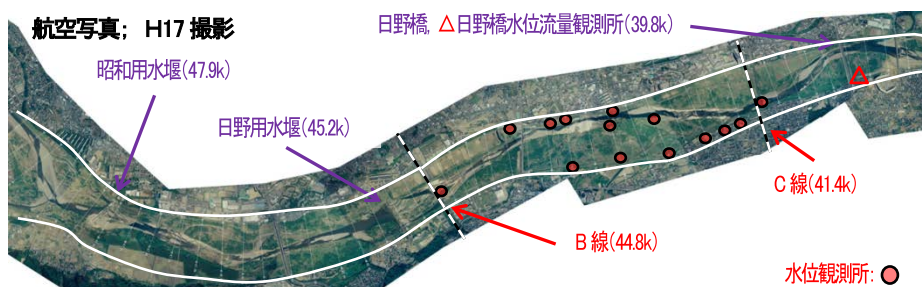


写真-1 河床低下傾向の顕著な範囲(昭和水堰～日野橋)



写真-2 河床に露出する土丹



写真-3 河床低下の状況

キーワード 橋脚洗掘, 河床低下, 河道変化, 維持管理, 護床工

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 設備部構造物管理G TEL03-5334-1244

(2) 橋梁の変状 —多摩川橋梁 (41.4k) —

C 線では、橋脚下流の一部で根固めブロックが沈下している (写真-4)。根固めブロックと下流の河床との落差は、建設当初は殆ど無かったが、現在では約 2m と大きくなっている (図-2)。

この落差は下流の水の流れ方に影響を与えているほか、潜り噴流や波状跳水で生じる洪水外力の変動のためブロックの被災も懸念される。根固めブロックの沈下は落差工を不安定化し、ブロックの流出は大きな被災を生じさせる危険がある。

平成 19 年 9 月の台風 9 号による洪水では、根固めブロックの一部が流出している。また、左岸側高水敷の侵食により、下り線 12 号橋脚が洗掘を受けている。



写真-4 ブロックの変状と落差

3. 洪水時の流況と変状要因の考察

変状を繰り返さないための検討として、C 線多摩川橋梁上下流における洪水時の流況の検証を行った。解析方法は内田・福岡による準三次元解析法を用い、対象洪水は平成 23 年 9 月の台風 15 号とし、検討区間は 46.0k~39.4k とした。

上昇期の水面形時系列を比較すると、観測結果に対し準三次元解析による結果は概ね合致していることが分かる。また、C 線多摩川橋梁付近 (41.4k) で、急な水面勾配となっていることが分かる (図-3)。

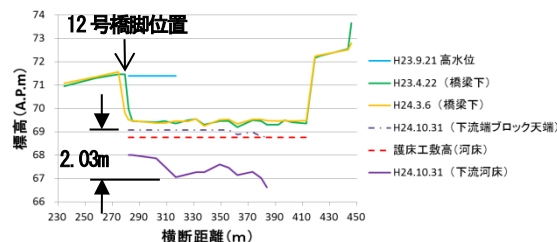


図-2 C 線多摩川橋梁河床高横断面図

図-4 では C 線多摩川橋梁付近におけるピーク時の流況 (単位幅流量ベクトル) を示す。41.4k の橋梁付近では固定化した砂州の影響を受け、約 300m 上流から右岸へ沿った流れが形成されている。また、橋梁の下流では落差が形成され、橋梁の直下流となる 41.2~41.3k では右岸際に流れが集中しているのが分かる。

このように C 線多摩川橋梁の変状の原因のひとつは、上下流の河道線形や河床形状の影響を受けているためと判断される。この流況による影響を含めた改善策の検討を河川管理者と共同で行うことによって、有効な橋脚洗掘対策等を実施することが必要である。

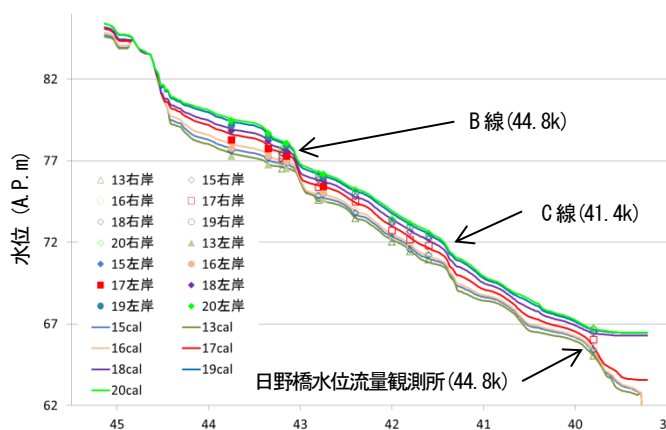


図-3 水面形時系列(上昇期)の観測・解析結果比較

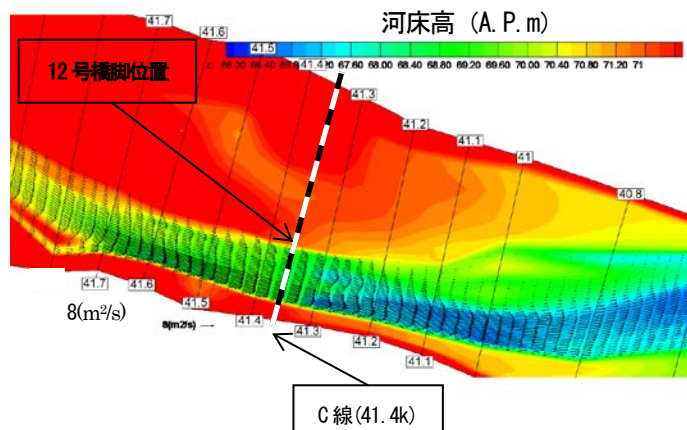


図-4 C 線多摩川橋梁付近におけるピーク時の流況

4. まとめ

多摩川中流域における鉄道橋梁の洗掘要因としては、河川の土砂移動不均衡や橋梁上流の河床低下・下流の落差等の河道の環境変化が挙げられる。洪水の流況は、上下流の河道線形や河床形状の影響を受けており、繰り返し変状を受けている原因と関係していることが分かった。橋梁上下流で起きている洪水現象を考慮し、効果的な洗掘対策とするためには、河川管理者との連携が必要不可欠であるとする。今後は京浜河川事務所で行われているような連絡会の場が増え、河川管理者と鉄道構造物管理者双方で抱える現状の問題点や技術的課題について情報を共有化することで、河道の流況改善と共に橋脚護床工の延命化など、有益な維持管理の在り方が図れるのではないかと考える。

謝辞: 本研究では国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所より、地盤及び洪水データをご提供頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 小沢太郎, 下條康之, 石川武彦, 福岡捷二: 多摩川における許可工作物の維持管理を含めた河道管理, 河川技術論文集, 第 18 巻, 2012.
- 2) 第 1 回 多摩川の河道管理に関する連絡会資料, 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所, 2012.
- 3) 多摩川河川維持管理計画, 国土交通省大臣管理区間編, 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所, 2012.