

VI-66

橋梁下部工の洗掘に関する実験的研究

東海旅客鉄道株式会社 正員 山本 美博
鉄道総合技術研究所 正員 村石 尚

1. まえがき

河川橋梁基礎の洗掘量予測の研究は、下部工の合理的な設計のみならず既設構造物の保守管理においても重要なテーマであり、数多くの研究が行われている。しかし、実際の橋梁の基礎についての適用が困難な場合が多い。昭和57年8月の10号台風による出水で倒壊した東海道本線富士川橋梁の洗掘災害は主要幹線での災害であったこともあり、鉄道技術者に改めて洗掘災害に対する予知の難しさを印象づけた。

その後、倒壊原因究明の調査と富士川橋梁の水理特性に関する実験的研究が継続して行われた。この結果、橋梁の下部工の設置位置が洗掘と密接な関係にあることが明らかになった。本稿は富士川橋梁の洗掘調査実験の結果に基づき、下部工の洗掘について報告したものである。

2. 調査の概要

富士川橋りょう下り線の下部工は明治22年に建設され、橋脚は石・レンガ造り、基礎はレンガ造り井筒で、経年は100年である。昭和31年当時には平均河床はT P 16m程度であったが、その後頻りに洗掘を受けるようになり昭和49年にはT P 12.8mとなって約3.2m低下した。さらに河床低下に伴い、新たに新富士塔岩が露出したことにより、“みお”が3P～4P橋脚に集中することになった。このため、洗掘防止のためのコンクリートブロック工を設置し、河床の安定を図ってきたが、昭和57年8月の10号台風による出水で河道中央部に敷設された根固工が流失し、下り線および廃線の4Pが倒壊するという橋梁災害が発生した。倒壊原因の調査の結果、当該現場付近の富士川は昭和30年以降に“みお”が大幅に変化した箇所であり、また河床の低下につれて露出してきた溶岩が河床面上にあり、これが洪水流に大きな影響を及ぼすことが懸念されたため、橋梁付近の洗掘量推定のために1/70縮尺の部分河道模型（図1）を使用して調査を実施した。

3. 部分河道模型実験による洗掘実験

富士川模型実験に際して着目した点は、現在の“みお”中央およびその近くにあり主流の影響を確実に受けることが予想される3P～5Pにかけての河床変動に関するものである。河川断面形状として昭和63年度に実施された測量結果と現地で実測した溶岩の高さ、幅をもとに初期河床を設定した。

〔実験モデル〕

1/70縮尺のフルードの力学縮尺模型とな

るように、模型の通水条件を設定した。また現場の水理条件を使って算出した計画流量 $Q=16,600\text{ m}^3/\text{s}$ における無次元レイノルズ数 Re^* は表1の通りであり、河床材料の中央粒径 d_{65} も同様に縮尺されるが、形成される河床形態を合わせるために河床の土砂モデルとして粒径の下限値0.6mm、上限値0.85mmのほぼ均等粒径の実験砂を使用した。

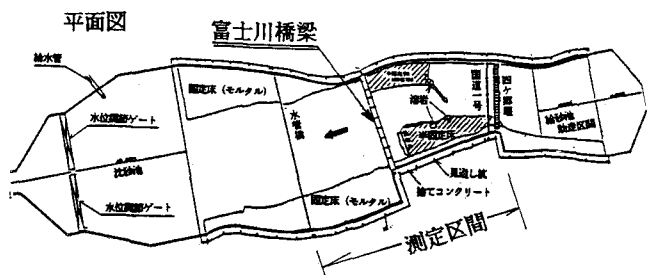


図1 1/70縮尺部分河道模型略図

表1

	Re^*	d_{65} (mm)	河床形態
現地	1.5×10^4	20~30	砂堆
模型	20	0.35	砂漣

〔実験ケース〕

河道の基本的特性を調べるための一定流試験（通水時間中に流量が変化しない流れの試験）、仮想流量ハイドロをもとに通水量を制御したハイドロ試験（出水時の非定常な流れの試験）及び河床下に存在する岩盤を想定したハイドロ試験（岩盤試験）を実施した。

4. 実験結果

橋脚付近の河床状況について次のようにまとめられる。

- ①岩盤を考慮した場合と考慮しない場合とで、橋梁付近の河床高は著しく異なる。図2に岩盤試験の結果、図3に流量 $Q=10,000\text{ m}^3/\text{s}$ ハイドロにおける4 P前面の河床高の時間変化を示した。図3の例では4 P前面の最低河床高は岩盤の有無により、それぞれTP7.0m、TP-2mとなり、その差は9.0mになった。岩盤がある場合には、一定時間が経過すると河床高がほぼ平衡状態に達してしまうことが分かる。これは溶岩に狭められた流れにより河床が低下するのを岩盤が抑止する状態が発生したと見てよいであろう。
- ②前出の岩盤実験（図2）では近接する橋脚の下流側基礎の局所洗掘孔が顕著に現われていない。先に実施した矩型水路での局所洗掘実験¹⁾は平均河床高を一定にする条件で実施したものであるが、この結果の例を図4に示した。この場合には図から明らかなように下流橋脚の局所洗掘のはっきり区別でき、 $Q=16,600\text{ m}^3/\text{s}$ の場合に上流橋脚より約1.0m大きくなっている。

- ③旧橋脚は躯体断面幅が6.6mであり、新設の鋼管ベント基礎の断面幅は2.0mであるため、新設橋脚では局所洗掘量が軽減されていると考えられる。しかし、最終河床形状のみを比較する限り、橋脚幅の効果は明確でない。これは当該部が溶岩によって洪水が縮流となるため、河床が全般的に一時低下すること、しかも、この影響が橋脚の局所洗掘量よりも大きいためと考えられる。

5. まとめ

昭和40年代の河川の砂利採取や急激な環境変化によって河床低下が促進し、基礎構造物の根入れが低下したのも多い。富士川橋梁のように水理的特殊条件下にあると考えられる場合には、基礎構造物の検討にあたり、通常考えられる局所洗掘に加えて全体的な河床変動を考えねばならないことが分かった。

（文献）1) 村上：鉄道橋の洪水時被災機構と安全管理に関する研究、鉄道技術研究所報告、NO.1307、1986

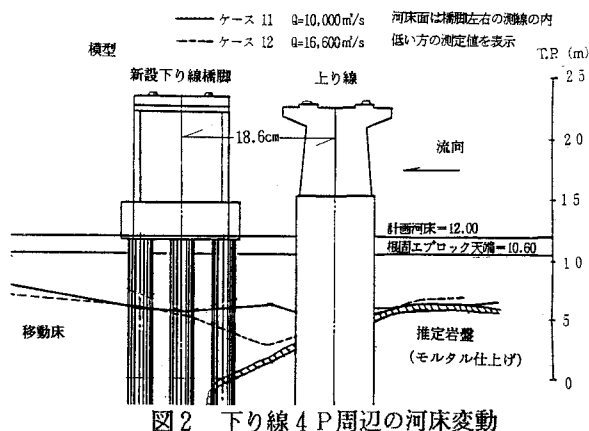


図2 下り線4 P周辺の河床変動

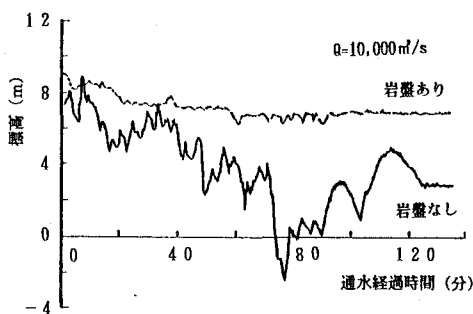


図3 洗掘深の時間変化（上り4 P）

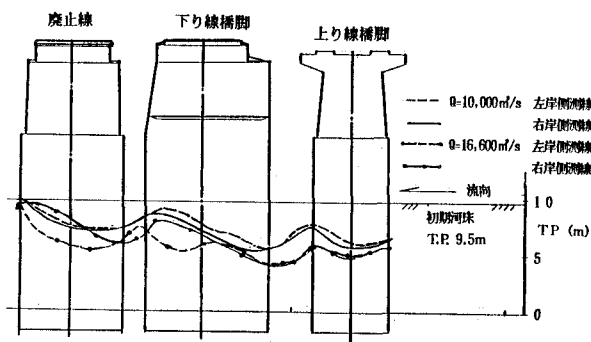


図4 旧橋脚周辺における局所洗掘