

河川の水位履歴が橋脚周りの局所洗掘に及ぼす影響に関する検討

香川大学大学院 賛助会員 ○加藤聖 正会員 角野拓真
 香川大学創造工学部 賛助会員 宇井達郎 賛助会員 松井俊典
 正会員 岡崎慎一郎 正会員 梶谷義雄
 正会員 石塚正秀

1. はじめに

近年激甚化している豪雨災害の一つとして、洗掘による橋脚の損傷やそれに伴う落橋等が各地で頻発している。橋脚まわりの局所洗掘の進行は橋脚形状、河川の平均流速、河川流心および増水履歴等の河川の水理学的要因等が関係しているが(例えば¹⁾、橋脚の安定性や水位履歴に着目して、これらの影響を定量的に評価した研究は少ない。既存構造物の被災リスク評価や合理的な防災対策のためには、これらの影響を定量的に評価することが必要となる。

そこで本研究では、河川の水位履歴の繰り返しが橋脚まわりの局所洗掘の進行に与える影響を把握することを目的に、縮尺模型を用いた通水実験により検討を行った。

2. 河川の水位履歴が橋脚周りの局所洗掘に及ぼす影響に関する検討

2.1 実験概要

実験水路は幅 500mm の開水路中に延長 1,750mm の通水路を模擬した。高さ 150mm の H 形鋼と厚さ 30mm の押出法ポリスチレンフォームにより 180mm の嵩上げを行い、その通水路の中心に幅 500mm×延長 750mm×深さ 180mm の土層を構築した(図-1)。土層には 7 号珪砂を敷き均し、十分な締固めを行った。なお、開水路の勾配は 0.00125 とした。橋脚模型は、実構造物の 1/40 の縮尺を想定し、モルタルにより直径 65mm の円形供試体を作製した。作製した供試体は、土層の上流方から 250mm 地点に橋脚模型の中心が位置するように設置した。なお、本実験は水位履歴の繰り返しによる洗掘深さや洗掘範囲の変化に着目するため、橋脚模型は土層底部まで十分に埋設し、通水実験中に傾斜等の変状が発生しないよう配慮した。

表-1 に実験ケースを示す。通水位の繰り返しを伴わない基本ケースとして Case1 および Case2 を設定した。なお、通水継続時間が局所洗掘の影響に与える影響を把握するため、目標水位到達時の通水継続時間を変動させることとし、それぞれ 600 秒、1,800 秒に設定した。Case3、Case4 および Case5 は、通水位の上昇・下降を 10 回繰り返すこととした。なお、目標通水位は 0.075m に設定することとし、通水位の変動が局所洗掘に与える影響把握することを目的に、Case5 のみ通水回数 5 回目および 10 回目を 0.125m に設定した。実験時の計測項目は、橋脚模型周辺の挙動について動画撮影を行うとともに、通水終了後の土層表面の形状や地盤高さを、デジタルカメラにより撮影した画像から 3 次元データを作成し取得することとした。

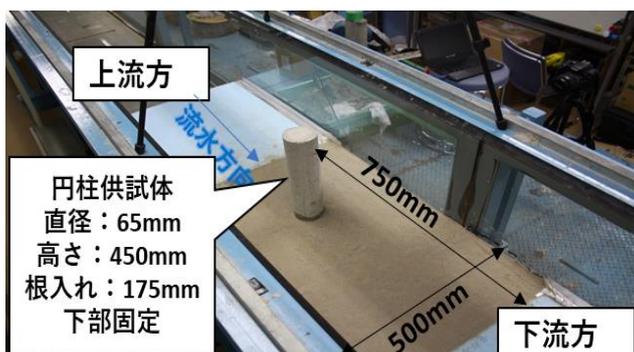


図-1 実験概要

表-1 実験ケース一覧

Case	H_1 (m)	H_2 (m)	N (回)	t (s)	T (s)	V_1 (m/s)	V_2 (m/s)	F_{r1}	F_{r2}
Case1	0.075	-	1	600	600	0.107		0.124	-
Case2	0.075	-	1	1800	1800	0.107		0.124	-
Case3	0.075	-	10	60	600	0.107		0.124	-
Case4	0.075	-	10	180	1800	0.107		0.124	-
Case5	0.075	0.125	10	180	1800	0.107	0.064	0.124	0.058

ここで、 H_1 : 目標通水位、 H_2 : 目標通水位 (Case5: 5 回目, 10 回目)、N: 繰り返し回数、t: 目標水位継続時間、T: 累積目標水位継続時間、 V_1 : H_1 時の流速、 V_2 : H_2 時の流速、 F_{r1} : H_1 時のフルード数、 F_{r2} : H_2 時のフルード数とする。

2.2 実験結果

代表して Case2, Case4 の地盤高のコンター図を図-2 および図-3 に示す。また、洗掘深と通水時間の関係を図-4 に、洗掘範囲と通水時間の関係を図-5 に示す。ここで、洗掘範囲とは橋脚模型の中心から上流方の範囲において、通水開始前の地盤高より 10mm 以上の洗掘を確認した範囲と定義した。Case2 と Case4 の 1 回目を比較すると目標水位での通水継続時間が 10 倍違うのにもかかわらず、概ね洗掘深の分布や洗掘範囲は同じであることが分かる。さらに、図-4 および図-5 に着目すると水位履歴を繰り返すことで、洗掘深と洗掘範囲は増加するものの、次第にその増加量は減少し、洗掘深は収束する傾向にあることが分かった。

これにより、通水位を目標水位まで上昇させ目標水位から減少させる通水位の増減時間が、目標水位継続時間より洗掘深に対する関係性が深いことが考えられる。また実験を通して、通水位の上昇、あるいは下降途中の内、特に通水位が 0.030m 以下の時に土層に敷設した珪砂が激しく巻き上がり、局所洗掘が進展していることを確認できた。

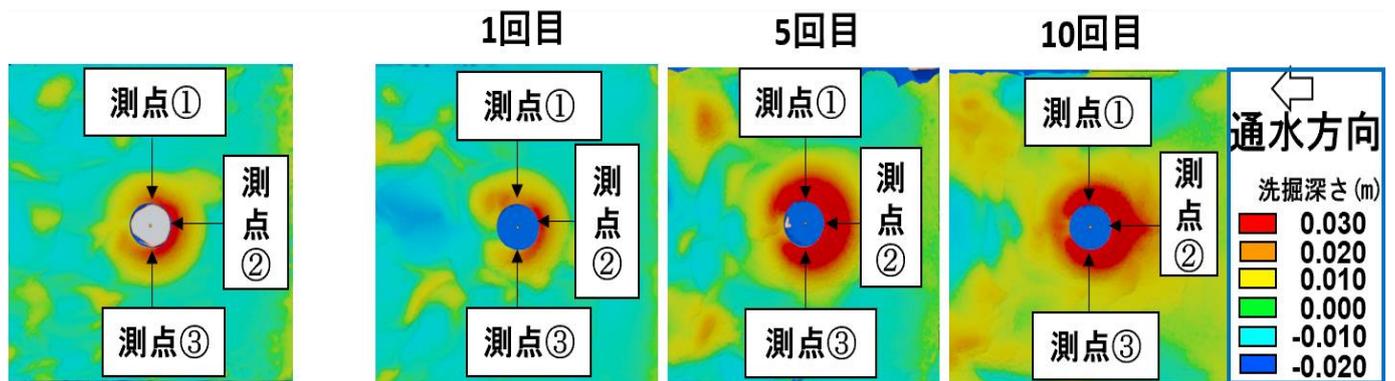
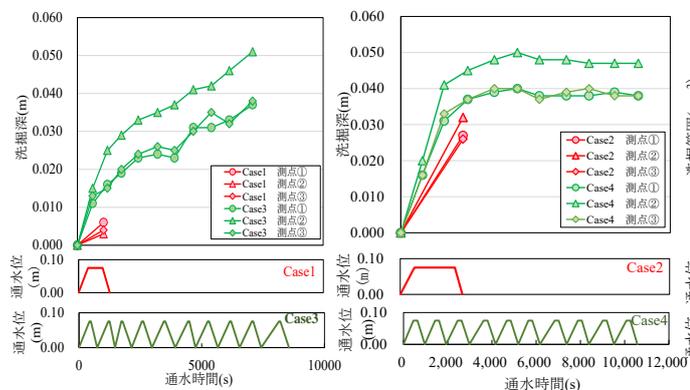


図-2 実験結果

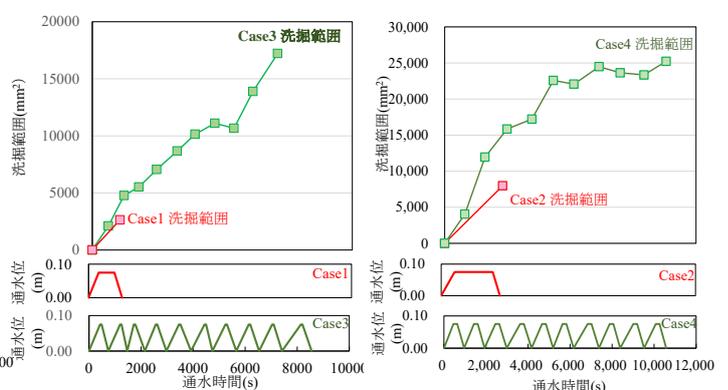


(a) T=600 秒

(b) T=1800 秒

図-4 洗掘深さと通水位の関係

図-3 実験結果 (Case4)



(a) T=600 秒

(b) T=1800 秒

図-5 洗掘範囲と通水位の関係

3. まとめ

本研究では円柱供試体を用いて、水位の増減による水位履歴が橋脚まわりの局所洗掘に与える影響を検討した。実験結果から、通水位を繰り返すことにより洗掘深さおよび洗掘範囲は増加するが、その増加量は回数を重ねるごとに減少し収束する傾向にあることが分かった。

謝辞

本研究は国土交通省建設技術研究開発助成制度（代表者：岡崎慎一郎）により実施された。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

1) 例えば, Emmett, M.L.; Toch, A. Scour Around Bridge Piers and Abutments; HR-30 and Iowa Highway Research Board, The Iowa State Highway Commission and the Bureau of Public Roads: Iowa, USA, 1956