

局所洗掘の進展が橋脚の傾斜変状に与える実験的検討

香川大学大学院 学生会員 ○高橋良輔
阿南工業高等専門学校 正会員 角野拓真
香川大学 正会員 岡崎慎一郎

1. はじめに

近年激甚化する豪雨災害の一つとして、橋脚周りの局所洗掘による災害が日本各地で頻発している。局所洗掘による被害は、豪雨時の河川増水に伴う橋脚周辺の局所的な浸食により土砂が流出し、最終的に橋脚の傾斜や沈下、あるいは桁の流出に至るものである。局所洗掘の進展に伴い、橋脚の耐力が低下することは明らかである一方、局所洗掘深さが橋脚の傾斜変状に与える影響を解明するには至っておらず、局所洗掘現象をより正しく理解するには、その影響を定量的に把握することが求められる。局所洗掘による地盤反力の変化についての研究はなされているものの¹⁾、その進展による検討をした事例は少ない。そこで、本研究では局所洗掘深さに着目し、橋脚周りの土砂の流出が、橋脚底面に作用する地盤反力に与える影響を実験により検討した。

2. 実験概要

本実験の様子および概略図を図-1、図-2に示す。土層には幅 350mm×延長 550mm×深さ 150mm のプラスチック製の容器を使用し、土層の深さは 100mm とした。また、橋脚模型は、実構造物の 1/40 程度の縮尺を想定し、短辺 54mm×長辺 115mm×高さ 180mm（重量 2.27kg）の小判型の橋脚模型を作成し、土層中心部に設置した。橋脚模型周辺を、局所洗掘現象を模擬して掘削し、その際、底面に作用する地盤反力をロードセルによって測定した。橋脚模型の底面は図-3のように分割し、河川の上流側を CH-1 と想定して CH-5 までの値をそれぞれ測定した。

実験ケースを表-1に示す。なお、土層は珪砂 7 号を使用して構築した。Case1 の土層は含水比 30%で締固めを行い、橋脚模型の根入れ深さは 10mm とした。Case2 と Case3 の土層は Case1 と同様に締固めを行った後、水位が 10mm となるまで水を入れて飽和状態とした。橋脚模型の根入れ深さはそれぞれ 10mm、20mm とすることで、地盤状態および根入れ深さの違いによる比較を実施した。

掘削は目盛りのつけたスチール製の板を用いて、上流側、右岸側、左岸側の順でそれぞれの深さで 3 方位に対して行った。全てのケースについて、掘削深さが橋脚模型の底面に達するまでは 10mm 毎、底面に達してからは 5mm 毎に掘削を行っていき、橋脚模型が転倒した時点で計測を終了した。



図-1 実験の様子

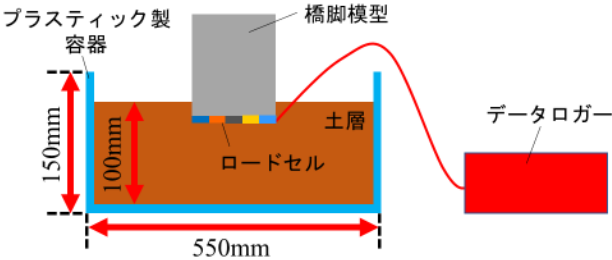


図-2 実験装置の概略図

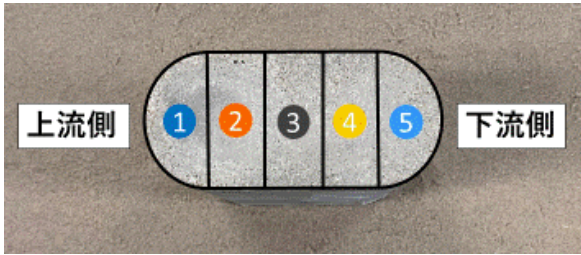


図-3 橋脚模型底面分割図

表-1 実験ケース

	地盤状態	水位(mm)	根入れ深さ(mm)
Case1	締固め	なし	10
Case2	飽和	10	10
Case3	飽和	10	20

キーワード 局所洗掘、橋脚の傾斜、地盤反力、水中安息角

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学創造工学部 TEL 087-864-2000

3. 実験結果

図-4, 図-5, 図-6 に, 実験時の地盤反力の割合を示す. 横軸に橋脚模型底面からの鉛直距離を示しており, 橋脚底面を基準に鉛直上方を正, 鉛直下方を負と表示した. また, 縦軸にはすべてのロードセルに作用する地盤反力を 100%としたときの各チャンネルの地盤反力の負担割合を示した. **Case1** は, 橋脚底面から下方に掘削を進展させたとしても, その掘削面は自立しており, 橋脚底面側に崩壊する状況は確認できなかった. 図-4 の地盤反力の負担割合に着目すると, **Case1** は掘削の進展に伴う地盤反力支持割合は大きく変わらないことが分かる. **Case2**, **Case3** は **Case1** と比較して, 掘削が進展するに伴い, 最上流である CH-1 と, 最下流である CH-5 の両端の支持割合が低下するとともに, CH-3 と CH-4 の地盤反力の負担割合が増加し, どちらについても橋脚模型底面から 20mm 掘削後に転倒が生じた. よって, 地盤が飽和状態であれば, 局所洗掘の進展が橋脚の傾斜変状に与える影響は大きく, 根入れ深さによる影響は小さいことが分かった.

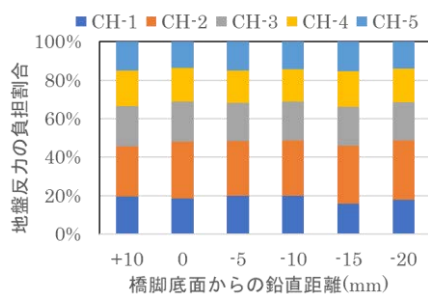


図-4 支持割合 (Case1)

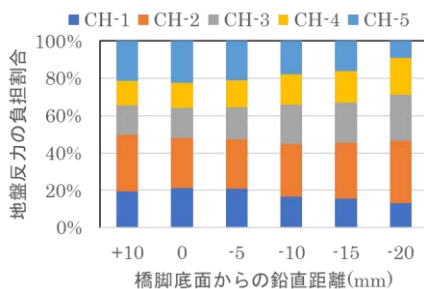


図-5 支持割合 (Case2)

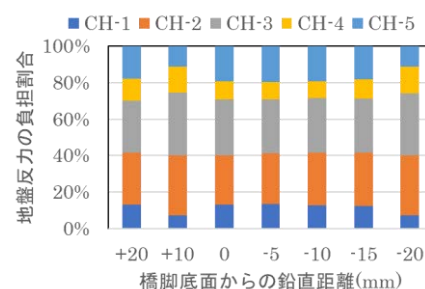


図-6 支持割合 (Case3)

4. 考察

実験結果より, 局所洗掘深さが橋脚底面より 20mm 鉛直下方に進展したときに, 橋脚の傾斜変状が発生する. 水位 10mm とし地盤を飽和状態にした際に, 橋脚の傾斜変状が発生したことから, 橋脚底面では, 地盤材料の水中安息角を成し浸食が進行する²⁾と仮定する (図-7). 橋脚底面が橋脚を十分に支持できると仮定すると, L が橋脚模型長辺の 1/2 である 57.5mm に達すれば転倒が生じる. 一方で, 本研究で用いた珪砂 7 号の水中安息角 ϕ は 26.1°であり, 橋脚底面からの局所洗掘深さ Z が 20mm となったとき, 橋脚長辺端からの距離 L は 40.8mm となる. これらの距離の差分 16.7mm

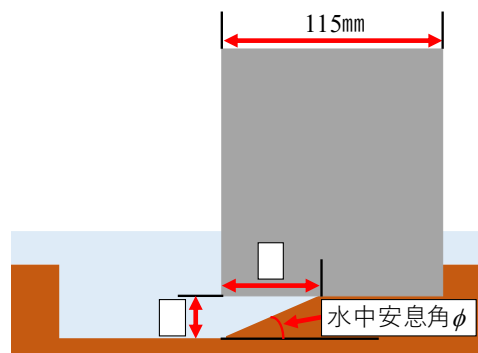


図-7 底面下洗掘時概略図

は, 浸食面の形状のバラツキや浸食面端部付近の地盤の軟弱化による影響が含まれているものと考えられる.

今後は, 地盤材料を変えて同様の実験を行うことで, 局所洗掘の進展が橋脚の傾斜変状に与える影響をより詳細に解明する必要があると考えている.

5. まとめ

本研究では, 局所洗掘の進展が橋脚の傾斜変状に与える影響を実験により検討した. 分割した橋脚底面の支持割合は, 地盤が締固め状態であれば変化はなかったが, 飽和状態になると局所洗掘深さの進展に伴って変化することが分かった. また, 水位 10mm を仮定し, 地盤を飽和状態としたケース時に, 局所洗掘が橋脚底面より進展に伴い地盤反力が変化し, 橋脚の転倒が発生したことから, 橋脚底面では局所洗掘の進展に伴い, 地盤材料の水中安息角を成して浸食面を形成しているものと考えられる.

参考文献

- 1) 渡邊健治: 豪雨時に鉄道河川橋脚基礎に発生する洗掘現象に及ぼす河床材料の影響に関する調査, Annual Review 2021.5 No.23, pp.28-30, 2021.
- 2) 黒木幹男, 岸力: 中規模河川形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集, 第 342 号, pp.87-96, 1984.