

河川橋脚基礎における洗掘現象の進行および橋脚の不安定化に関する検討



仁ノ平 直樹
(2019年度 卒業論文概要)
東京大学 工学部 社会基盤学科 土質・地盤研究室



令和元年台風19号による洗掘被害
(国道20号線 法雲寺橋)

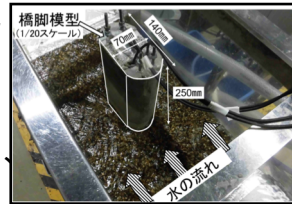
背景

近年、降雨状況の変化などに伴い、洗掘により昭和初期までに建てられた旧式橋梁の橋脚が倒壊する事例が増えている。そこで本研究では洗掘現象に及ぼす河床材料の影響を調べるため、河床材料を変えた模型実験を行った。

模型実験の概要

水路中に河床模型を構築し、その上に橋脚模型を設置して水を流し、地盤反力及び橋脚模型の水平変位を測定する実験を行った。流量は4つのポンプによって段階的な調整が可能である。礫材と珪砂の混合比が異なる6種類の材料を用いて実験を行った。なお、各ケースは根入れ深さ30mm、相対密度79%で統一されている。

小型水路

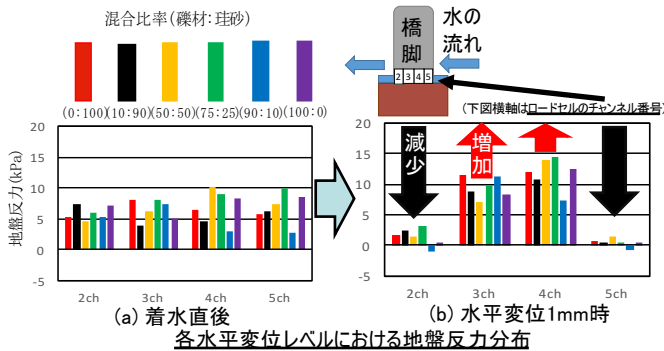


実験の様子

全実験ケース

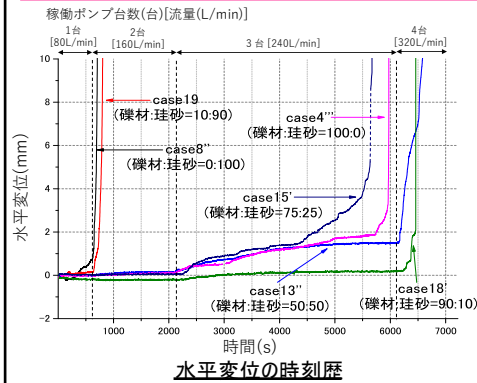
ケース番号	試料概要	最大密度 [g/cm ³]	最小密度 [g/cm ³]	最大間隙比	最小間隙比	乾燥密度 [g/cm ³ (Dr=79%)]	間隙比 (Dr=79%)
case8 ^{*)}	珪砂7号	1.524	1.178	1.235	0.728	1.435	0.834
case19	混合土 (礫材:珪砂=10:90)	1.599	1.298	1.029	0.647	1.525	0.727
case13 ^{*)}	混合土 (礫材:珪砂=50:50)	1.781	1.563	0.689	0.482	1.73	0.526
case15 ^{*)}	混合土 (礫材:珪砂=75:25)	1.929	1.566	0.688	0.370	1.839	0.437
case18 ^{*)}	混合土 (礫材:珪砂=90:10)	1.771	1.541	0.717	0.494	1.717	0.541
case4 ^{*)}	礫材	1.640	1.480	0.790	0.610	1.604	0.651

河床材料が地盤反力分布に与える影響



小変位で地盤反力は底面の中央部(3ch,4ch)に集中し、端部(2ch,5ch)の地盤反力は0kPaに収束することがわかった。また、洗掘により橋脚模型が不安定化する過程では地盤反力分布の変化の特徴は河床材料の種類にあまり依存しないことが示唆された。

河床材料が橋脚の安定性に与える影響



相対密度を一定とした条件下では、礫材単材料(case4^{*)})に比べ、礫材に少し珪砂を混合した混合土の方が洗掘抵抗性が大いことがわかった。これは、礫材単材料に比べ混合土の方が、粒

子同士のかみ合わせが良くなるためであると考えられる。また、粗粒土の混合割合も河床の洗掘抵抗性に大きな影響を与えることがわかった。

模型実験の概要

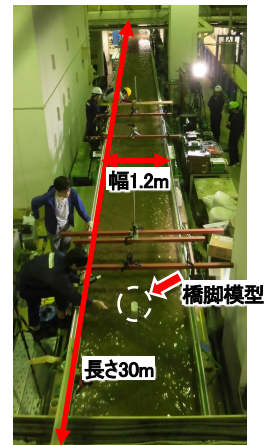
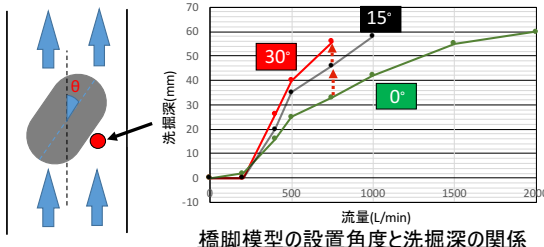
水路中に河床模型を構築し、その上に橋脚模型を設置して水を流し、洗掘深さ及び橋脚模型の水平変位を測定する実験を行った。流量は電磁弁の調整により調節可能であり各流量においてそれぞれ約20分経過後に次の流量にあげるといった操作を繰り返した。またこの実験を桁の有無や橋脚模型の設置角度等の条件を変化させて計7ケース行った。

大型水路

橋脚の角度が洗掘深さに与える影響

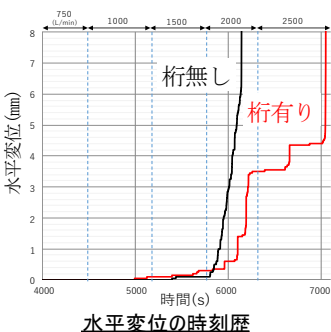
水の流れに対する橋脚の角度は橋脚の安定性や洗掘の進行程度に大きな影響を与えることがわかった。

0°	⇒0.53m/sで倒壊
15°	⇒0.45m/sで倒壊
30°	⇒0.43m/sで倒壊



実験の様子

桁拘束が橋脚の安定性に与える影響



桁拘束により橋脚模型の上流側への水平変位は小さくなることがわかった。これは、桁拘束の有無で洗掘深に変化は見られなかったことを考慮すると、桁拘束がある実橋梁の場合、水平変位が大きくない段階でも洗掘は十分に進行している可能性があることを示唆している。

まとめ

- 相対密度が一定の場合、地盤反力の変化の特徴は河床材料の種類にあまり依存しないが洗掘抵抗性は河床材料の種類に大きく依存することが示唆された。
- 橋脚の角度や桁の有無は洗掘の進行程度や橋脚の安定性に大きな影響を与えることがわかった。