

令和6年7月に決壊した子吉川支川石沢川堤防の粘性堤体土の土質特性

土木研究所 国際会員 青柳悠大
土木研究所 正会員 中西智哉, 佐々木洋人, 多田篤史, 三津井勇佑
名城大学 国際会員 小高猛司
日本工営/名城大学 国際会員 李 圭太
ジオラボ中部 ○国際会員 久保裕一
名城大学 正会員 (学生) 加藤凌英

1. はじめに

令和6年7月の出水により、子吉川本川を含む子吉川水系において直轄区間で2箇所、県管理区間で5箇所の堤防が決壊した¹⁾。本報では、子吉川支川石沢川左岸1.0k付近において、令和7年10月に東北地方整備局による開削調査に併せて実施した乱れの少ない試料採取の状況を報告するとともに、その際に採取した乱した試料も含めた各種土質試験の結果を報告する。

2. 開削調査と試料採取の概要

図1は石沢川堤防の決壊箇所であり、子吉川堤防調査委員会報告書(以下、報告書¹⁾)の写真的一部を引用して示す。上段は決壊前の様子であるが、手前の鮎瀬橋から堤防高が相対的に低くなっていることがわかり、写真奥行き方向の広い範囲で越水が発生していた。下段は決壊後の様子である。決壊の主因は越水と考えられているが、決壊箇所の下流で裏法崩れが発生していたことから、浸透による法すべりが決壊を助長した可能性も考えられている¹⁾。

図2は東北地方整備局が令和7年10月2日に実施した堤防開削調査の位置を、決壊時の空中写真に緑の線で示したものである。当日に独自に実施した調査項目も示している。

図3は上流側の開削断面の様子である。土層構成は、下部から、基礎地盤の粘性土層(Ac)、旧堤と想定される砂混じり粘土質シルト(土層は想定、Bc層)、嵩上げ盛土と想定される礫を混入する粘性土層(Bcg)が確認された。Bc・Bcgの粘性土部分は、練ると粘性を感じるが、ねじり鎌で試験面を整地するときにつかず、砂のような感覚で削ることができた。図4は下流側の開削断面の様子である。土層構成は、下部から、基礎地盤の粘性土層(Ac)、旧堤と想定される粘性土(Bc層)、拡幅・嵩上げ盛土と想定される礫を混入する粘性土層(Bcg)・礫層(Bg)が確認された。Bc層は練ると粘性があるが、表面はぼろぼろと崩れる性状であった。Bcg層は、層内でも礫分が層状に多く分布している箇所と、粘性土分が比較的多い箇所がある。

土木研究所チームでは、上流側開削断面の小段を活用してBc層における簡易現場透水試験を実施し、 $10^{-6} \sim 10^{-4} \text{m/s}$ 程度と、シルト・粘性土としては高い値(透水性:「低い」～「中位」)であることを確認した。詳細は別の機会に報告し、本報では特に、上下流の開削断面のBc層で実施した試料採取状況とそれらの試料の土質特性について報告する。



図1 石沢川左岸1.0kの決壊箇所(報告書¹⁾より引用加工)

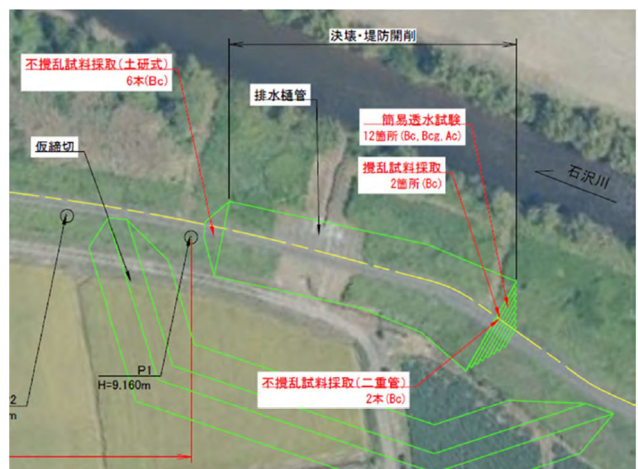


図2 堤防開削調査の位置図(被災後空中写真に作画)

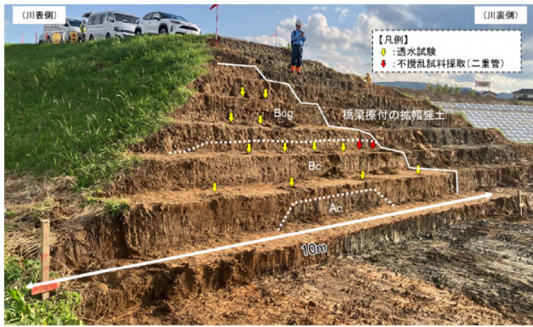


図3 上流側開削断面の様子

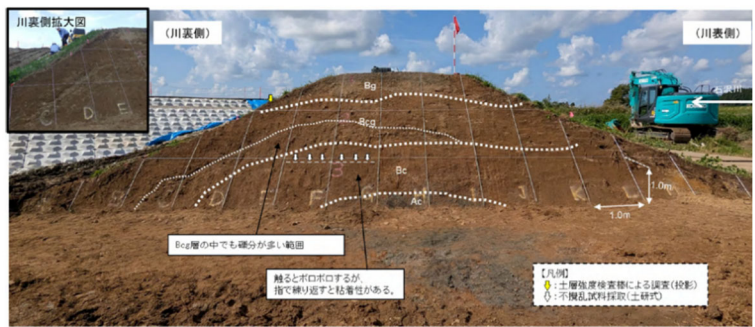


図4 下流側開削断面の様子

図5は上流側断面のBc層の小段上(図3参照)で実施した、特製の打込式の二重管サンプラーによる試料採取の状況である。薄肉鋼製の外管に、内径71mm、長さ500mmの薄肉塩ビ管(VU65)を内管としてセットし、内管先端部には脱落防止具を設置している。サンプリングの手順は、ハンマーで丁寧に打ち込み、その後引き抜いてからサンプラーを解体し、内管の試料を包装・養生する。この採取法は、小段のような平場が必要であるが、1本の内管から三軸試験用供試体を3~4本採取できるのが特長である。一方、図6は下流側開削断面で実施した乱れの少ない試料採取の状況である。下流側開削断面では、小段の設置がなかったことから、スコップによる手掘りによって小規模な平場を整地してサンプリングを実施した。内径100mmの塩ビ管(VP100)を長さ150mmに切断し、片側の端面をグラインダーで鋭利に削って刃先に加工している。我々が土研式サンプラーと呼ぶこの塩ビ管を、極力土を乱さないように丁寧に打ち込み、その後、手掘りで周囲の土を取り除いて取り出す。採取場所を選ばないという特長があるが、土研式サンプラー1本から、基本的には三軸試験の供試体は1本の採取となるため、図6で示すように、同一箇所から多数の試料採取を実施する必要がある。本報の調査で用いた二重管サンプラーならびに土研式サンプラーによる試料採取法の詳細は既報²⁾を参照されたい。



図5 上流側開削断面で実施した二重管サンプラーによる試料採取

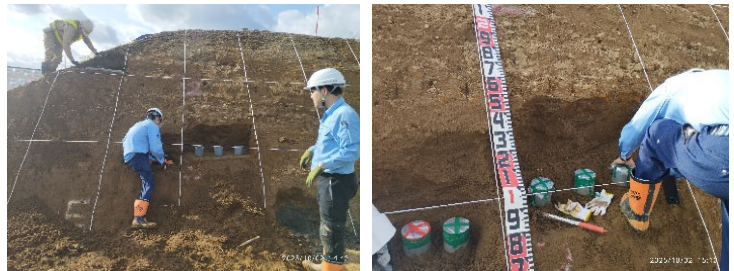


図6 下流側開削断面で実施した土研式サンプラーによる試料採取

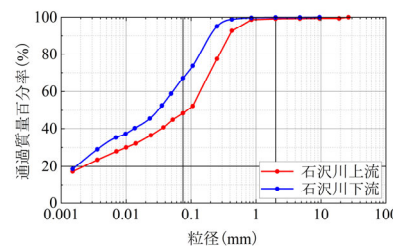


図6 Bc層の粒径分布

表1 Bc層の物理特性

	上流	下流
礫分(%)	0.8	0.1
砂分(%)	50.8	32.9
シルト分(%)	22.7	34.5
粘土分(%)	25.7	32.5
液性限界(%)	63.2	67.9
塑性限界(%)	30.3	33.1
塑性指数(%)	32.9	36.6
自然含水比(%)	43.4	57.3

現地の試料採取箇所近傍から土嚢袋で持ち帰った乱した試料を用いて各種土質試験を実施した。図7にBc層の粒径分布、表1に物理特性を示す。いずれも堤体土としては塑性指数が高く、同じBc層と考えられるが、Fcは上流側で48.4%、下流側で67.0%と開きがあり、自然含水比も下流側の方が高かった。下流側断面で採取した乱れの少ない試料の乾燥密度(1.1g/cm³程度)から算出すると、このBc層の自然状態の飽和度は100%近いことが判明した。

3. まとめ(謝辞)

令和6年7月に決壊した子吉川支川石沢川1.0k左岸堤防において、令和7年10月に実施された堤防開削調査の際に行った試料採取とそれによって得られたBc層の粘性堤体土の土質特性について報告した。本報で採取した試料の力学試験結果は別報で示す。最後に、本調査は、土木学会地盤工学委員会堤防研究小委員会石原WGの活動の一環で実施したものであり、調査にあたって、国土交通省の東北地方整備局秋田河川国道事務所子吉川出張所と水管理・国土保全局治水課の関係各位、並びにパシフィックコンサルタンツの薄井隆義氏に大変お世話になった。記して謝意を表す。

参考文献：1)子吉川堤防調査委員会：子吉川堤防調査委員会報告書，国土交通省東北地方整備局，2025。
https://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/k00360/saigai-info/240724_zensen/koyoshi_houkoku.pdf 2)小高・李・石原ら：砂質堤体土の簡易サンプリングとその強度特性の評価，第3回河川堤防技術シンポジウム論文集，2015。