

統合物理探査による高水前後の河川堤防調査の有用性に関する研究

金沢大学 正会員 高原利幸

NPO 法人地盤防災ネットワーク 正会員 村田芳信

1. はじめに

地震や豪雨災害で堤防は多くの被害を受けるが、長大土構造物であるため、調査データは 1km 毎の標準貫入試験などではなく、被災箇所強度や状態について十分な情報がないのが現状である。一方で、物理探査は、短時間で長距離を連続的に測定できるものの、調査結果の定量的な判断が難しいという問題がある。このため、複数の物理探査を組み合わせ、より正確な判断を試みる「統合物理探査」が提唱されている¹⁾。

本研究では、国土交通省金沢河川国道事務所の協力を得て、河川改修が進められている石川県の梯川において、危険氾濫水位を超える高水の前後で表面波探査及び電気的比抵抗試験を行い、統合物理探査の有効性を調べたものである。

2. 調査位置の特徴と被災履歴

調査位置は図 1 に示す、黄色の実線で示された 3 箇所である。北西の調査地点 1 は川辺町樋管付近で旧河道上にある。2012 年に改修が完了し、2013 年 7 月 29 日～30 日にかけての大雨で埴田観測所において計画高水位 5.24m に対し、5.23m まで達し、調査地点の堤防の川表側に緩みが生じる被害が出ている。小松市内での 24 時間雨量は 199.5mm とされている²⁾。

調査地点 2 は、800m 上流の左岸側の現堤で、高水の際にも顕著な被害がなかった箇所である。調査地点 3 は新設の石灰改良土の引堤で、まだ供用されておらず、河川水位の影響は直接は受けていない。

2017 年 9 月 14 日～15 日に高水前のデータとしてこの 3 箇所で統合物理探査を実施し、同年 10 月 22 日～23 日にかけて台風 21 号による大雨(流域累加雨量で 163.0mm³⁾)によって氾濫危険水位 4.20m を越え、4.29m に達し、図 1 調査地点位置図(背景 GoogleMap) ため、10 月 24 日～25 日にかけて高水後として再度調査した。



3. 物理探査における出水前後の比較

2 次元表面波探査は 4.5Hz ジオフォンを 24ch 用いた弾性波探査で、受信点ピッチ 2m、起振点間隔 4m を標準とした。牽引式電気探査は、送信機 max8mA を 1 機、受信機 5 機でダイポール配置による 2 回/秒の連続計測を行った。調査地点 1 では 166m の測線長で、調査地点 2 および 3 ではいずれも 118m である。

紙面の関係で全ての結果を示すことはできないが、調査地点 1 の比抵抗結果を図 2 に、高水前の S 波速度構造を図 3 に、高水後を図 4 に示し、高水前後の差分を図 5 に示している。調査地点にかかわらず、地表から約 5m の深さが盛土と基礎地盤の境界である。比抵抗は深さ 10m 程度まで、S 波速度は 20m 程度までの測定となっている。

図 2 をみると距離程 0m 付近の堤体部分で相対的に抵抗値が大きい部分があるものの、全体としては飽和した粘性土相当であり、距離程 50m 付近で樋管の存在を確認できる。図 3 と図 4 の差分である図 5 をみると、堤体部分では距離程 0m 付近の抵抗の高かった部分で速度が落ちており、図示していないが比抵抗も小さくなっており、水分を含んだと考えられる。

図 6 と図 7 に調査地点 2 の現堤および調査地点 3 の新堤の高水前後の速度差分を示す。両者は正反対の挙動を示しており、現堤が堤体のみの速度が落ちているのに対し、新堤では河川水の影響を受けていないにもかかわらず、堤体と基礎地盤の境界付近の速度が著しく低下している。これは、石灰改良土であるために境界付近に水を集めた可能性が考えられる。

比抵抗と S 波速度の関係を高水前後でクロスプロットしたものが図 8 および図 9 である。白抜きの四角が基礎地盤部分、実丸が堤体部分のデータで 3 地点をまとめて示している。黒で示した古い現堤防の調査地点 2 では、速度はやや落ちるものの、降雨でも比抵抗はあまり変化せず安定していることがわかる。一方で比較的新しい調査地点 1 および新堤の調査地点 3 では比抵抗の低下が大きく、水を含む間隙が大きいことがわかる。また新堤では速度低下も大きいことから、今後圧密の進行などによって安定化するか継続的に調査する必要があると考えられる。

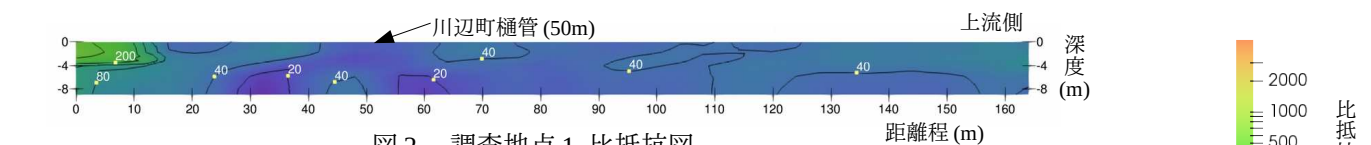


図2 調査地点1 比抵抗図

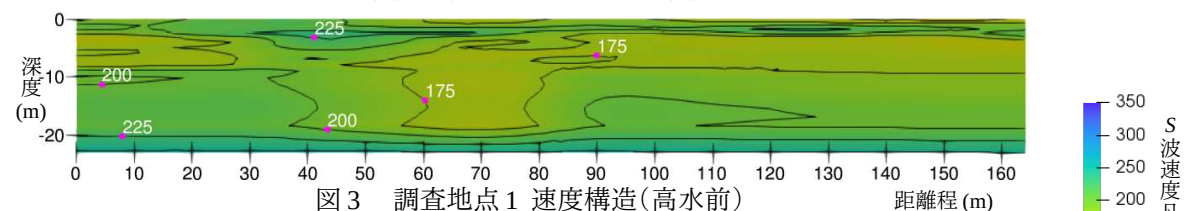


図3 調査地点1 速度構造(高水前)

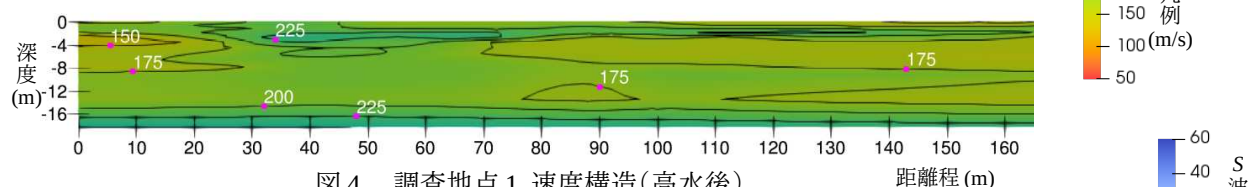


図4 調査地点1 速度構造(高水後)

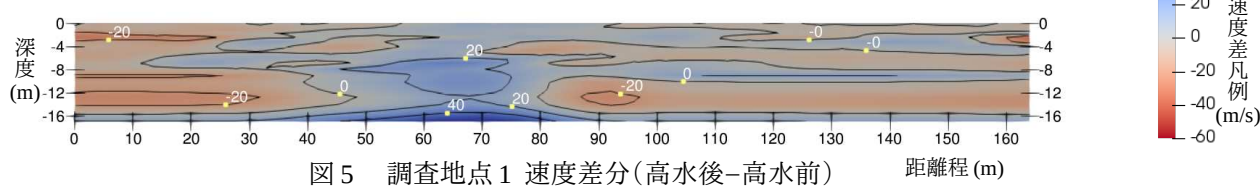


図5 調査地点1 速度差分(高水後-高水前)

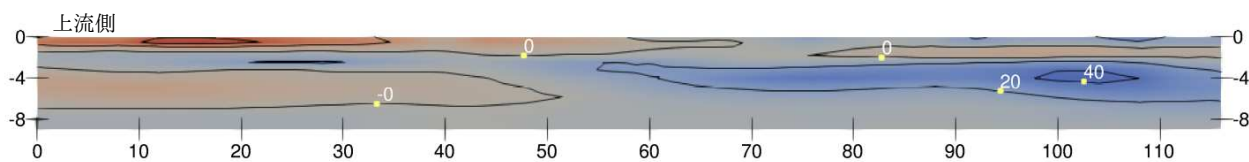


図6 調査地点2 (現堤)速度差分(高水後-高水前)

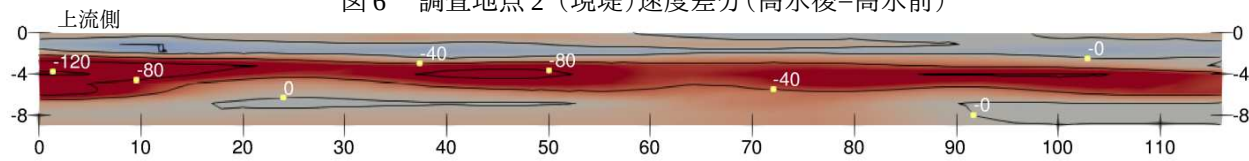


図7 調査地点3 (新堤)速度差分(高水後-高水前)

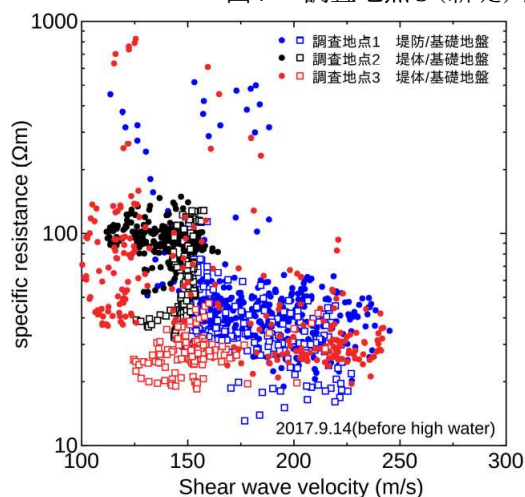


図8 堤体・基礎地盤別のクロスプロット(高水前)

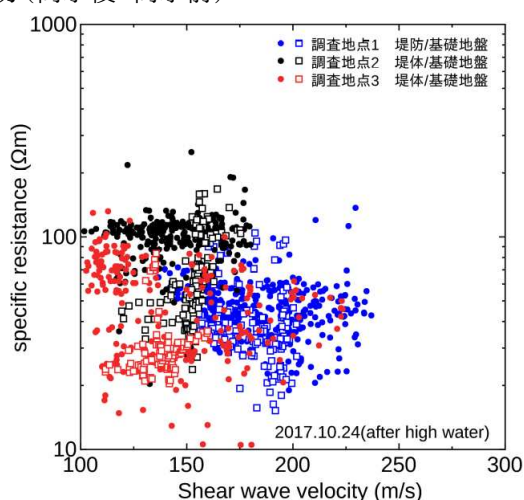


図9 堤体・基礎地盤別のクロスプロット(高水後)

4. おわりに 統合物理探査を大きな降雨の前後で実施することで堤体の状況をより詳細に把握できる可能性があることがわかった。本研究の一部は、金沢大学都市・河川防災寄附講座の調査事業として実施したものである。

5. 参考文献 (1)土木研究所・物理探査学会(編)(2013):河川堤防の統合物理探査-安全性評価への提供の手引き-,120p,愛智出版。(2)国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所,記者発表資料,「平成 25 年 7 月 29 日~30 日にかけての手取川・梯川の出水概要並びに金沢河川国道事務所の対応」,http://www.hrr.mlit.go.jp/kanazawa/mb5_kouhou/press/h25/p0805s_1.pdf (3)国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所,記者発表資料,台風 21 号への対応状況について(第 3 報)