

河川堤防同一地点の繰り返し測定による統合物理探査結果の検証

川崎地質(株) ○鈴木 敬一、金沢 淳、吉田 潔

国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 小林 勝也、清水 孝男

1. はじめに

長大かつ不均質な河川堤防の内部構造を効率的に把握し、堤防の安全性評価を行う技術として、土木研究所を中心に統合物理探査が開発された¹⁾。この統合物理探査は、牽引式の表面波探査・電気探査を用い、それぞれ S 波速度及び比抵抗の物性値を取得して、これらの2種類の物性値から図-1に示すクロスプロットと呼ばれるデータ整理を行い、土質性状等を相対的に推定する。この結果に、既往資料を参考にして総合的な知見を加え、浸透性や地盤変形に対する S 波速度及び比抵抗の閾値を設定し、安全性評価を行う技術である。

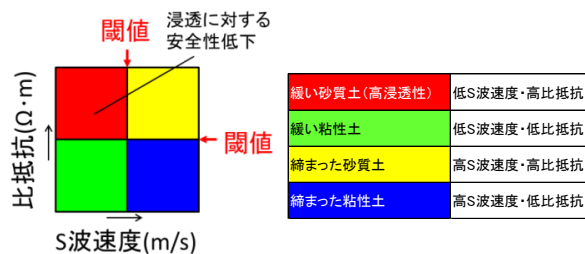


図-1 クロスプロット図による安全性評価の概念

2. 河川堤防における統合物理探査の課題

現行の統合物理探査には、いくつか課題が指摘されている。①解像度に限界がある、②S 波速度と N 値の関係にはバラツキが大きい、③S 波速度及び比抵抗の関係からの土質区分判定は、現段階ではバラツキが大きく、明瞭な関連付けができていない²⁾等である。

本研究では、渡良瀬川の堤防開削箇所を含む区間を、同一地点の繰り返し測定の調査対象として選定し、2014年及び2016年の異なる時期に探査を実施した。2回の探査結果から各時期の土質性状の把握と安全性評価を行い、統合物理探査結果の再現性と解像度の検証を試みた。

3. 探査方法

探査位置は渡良瀬川左岸2kp 付近の堤防天端であり、測線長は500m である (図-2)。測線の中央付近には、新設の樋管がある。

1回目の探査は2014年に実施され、新設樋管設置前の統合物理探査データが取得されている。その後、測線区間に樋管が新設され、旧樋管は撤去されることになり、2回目の探査は、2016年の旧樋管の撤去工事前に、新樋管設置箇所を含む同一区間において実施した。測線設定は、GPS を用いて20m ごとに測量を行い、2016年の測定では2014年の測線を復元した。

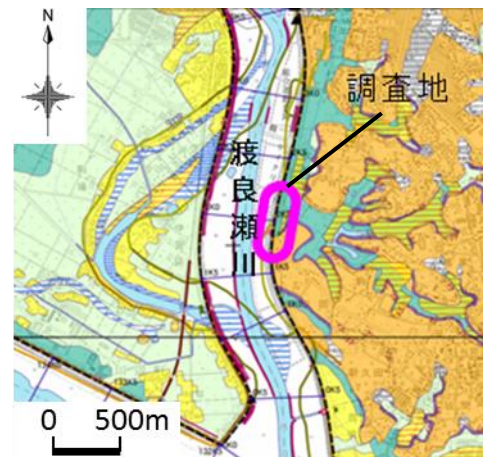


図-2 調査位置図

4. 探査結果

(1) 物性値の評価

統合物理探査で得られる探査結果のうち、比抵抗構造の断面図を図-3に示す。上段が2014年、下段が2016年の探査結果である。黒色の楕円の囲みで示した箇所が新設樋管の範囲であり、この範囲の比抵抗の変化が明瞭にあらわれている。

2016年の探査結果では、新設樋管の区間において比抵抗値が2014年より減少しており、埋戻し土は粘性土であると推定した。また、比抵抗値が減少した部分は、一般的な値であることから、同一材料で均質に締め固められたものと推定される。

S 波速度構造について、S 波速度の平均値には大きな変化は認められなかったが、新設樋管の区間では S 波速度の増加が認められた。これは、締め固めが十分に行われたものと推定される。

(2) 閾値設定

図-4に安全性評価断面を示す。この図の凡例は図-1に示した。安全性評価にあたっての閾値の設定には、一般的な N 値と S 波速度との関係¹⁾を使用した。比抵抗の閾値についても、堤体及び基礎地盤それぞれの土質定数の透水係数¹⁾から計算した。その結果、S 波速度と比抵抗の閾値は、それぞれ145m/s、157 $\Omega \cdot m$ であり、2014年と2016年の比較を行うため、同じ値を採用した。

(3) 安全性評価

2014年の探査結果では、新設樋管に相当する箇所 (図-4上段のピンク色の楕円の囲み) において浸透性が高い、すなわち安全性が低いとされていた。一方、新設樋管の

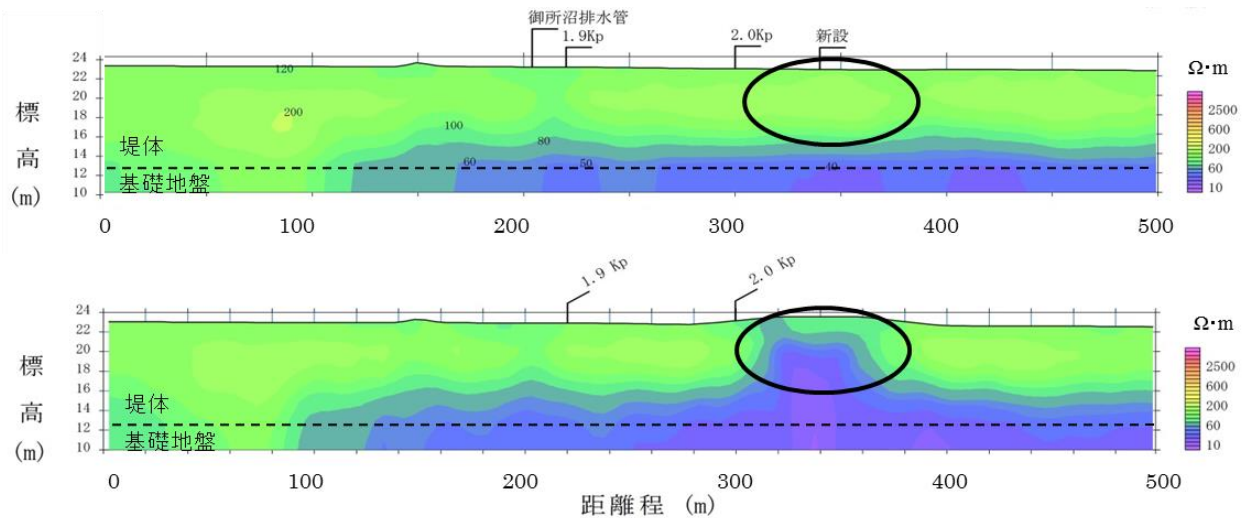


図-3 2014年(上段)と2016年(下段)の比抵抗断面

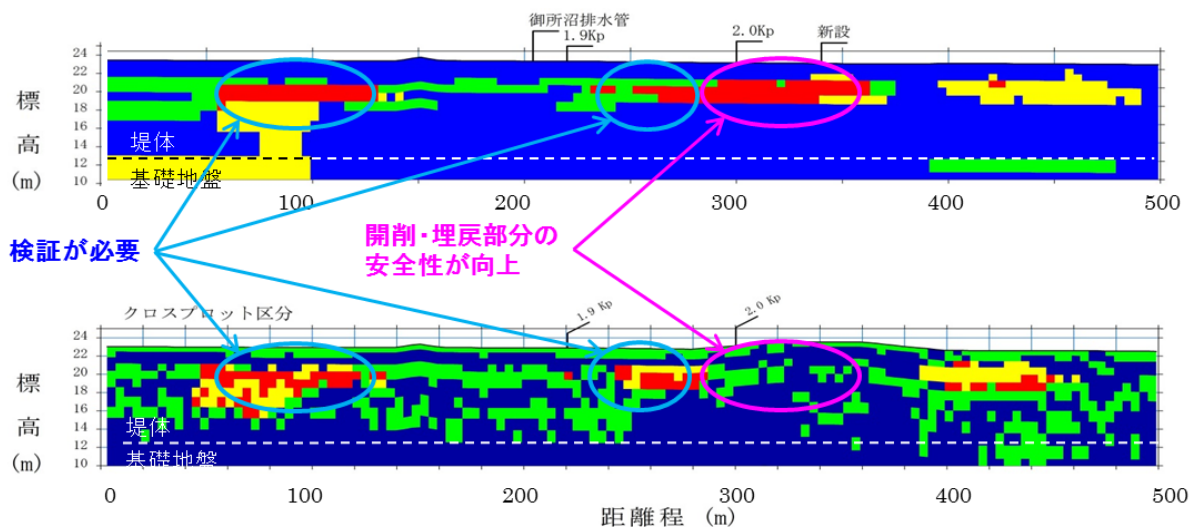


図-4 2014年(上段)と2016年(下段)の安全性評価断面

設置に伴う、埋戻し・締固めを経た後の2016年の探査結果(図-4下段)では、新設樋管設置による締固めが行われ、浸透性が高い範囲が解消されている。

他に、新設樋管の下流にある浸透性の高い区間(図-4下段の水色の楕円の囲み)では、2014年と2016年の断面作成時におけるスムージングなどの処理の違いにより、細部では異なるものの、大きな変化はなく、概略的には同じ土質性状であると推定した。

なお、最下流に浸透性が高い区間が残されているが、後日、旧樋管撤去工事により、再度築堤が施工されているため、本稿執筆時と現場状況は変化している。

5. おわりに

2回の統合物理探査結果を比較した結果、新樋管の設置区間以外では再現性が認められ、探査結果の妥当性の検証ができたとともに、新設樋管設置に伴う変化も明瞭に捉えられた。

その結果、比抵抗断面からは、ほぼ均質な材料で埋戻しが行われ、S波速度断面と安全性評価断面からは十分

に締固めが行われたものと推定できた。これにより、土質性状の相対的な変化を判断する手法として、統合物理探査が有効であることが確認でき、解像度の限界については、一部検証ができたものと考えている。

統合物理探査手法は、冒頭に述べたとおり、他にも解決すべき課題が残されているため、今後も引き続き検討を進めて行きたい。

《引用・参考文献》

- 1) 国立研究開発法人土木研究所・一般社団法人物理探査学会地盤工学会編:河川堤防の統合物理探査-安全性評価への適用の手引き-, p.120, 2013.3.
- 2) 国土交通省関東地方整備局:平成24年度関東地方河川堤防復旧技術等検討フォローアップ委員会及び統合物理探査検討会 合同委員会資料, 2012.7.
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000064801.pdf (確認日:2017.4.26.)