

噴砂地点(左岸13.2k)の 調査結果について

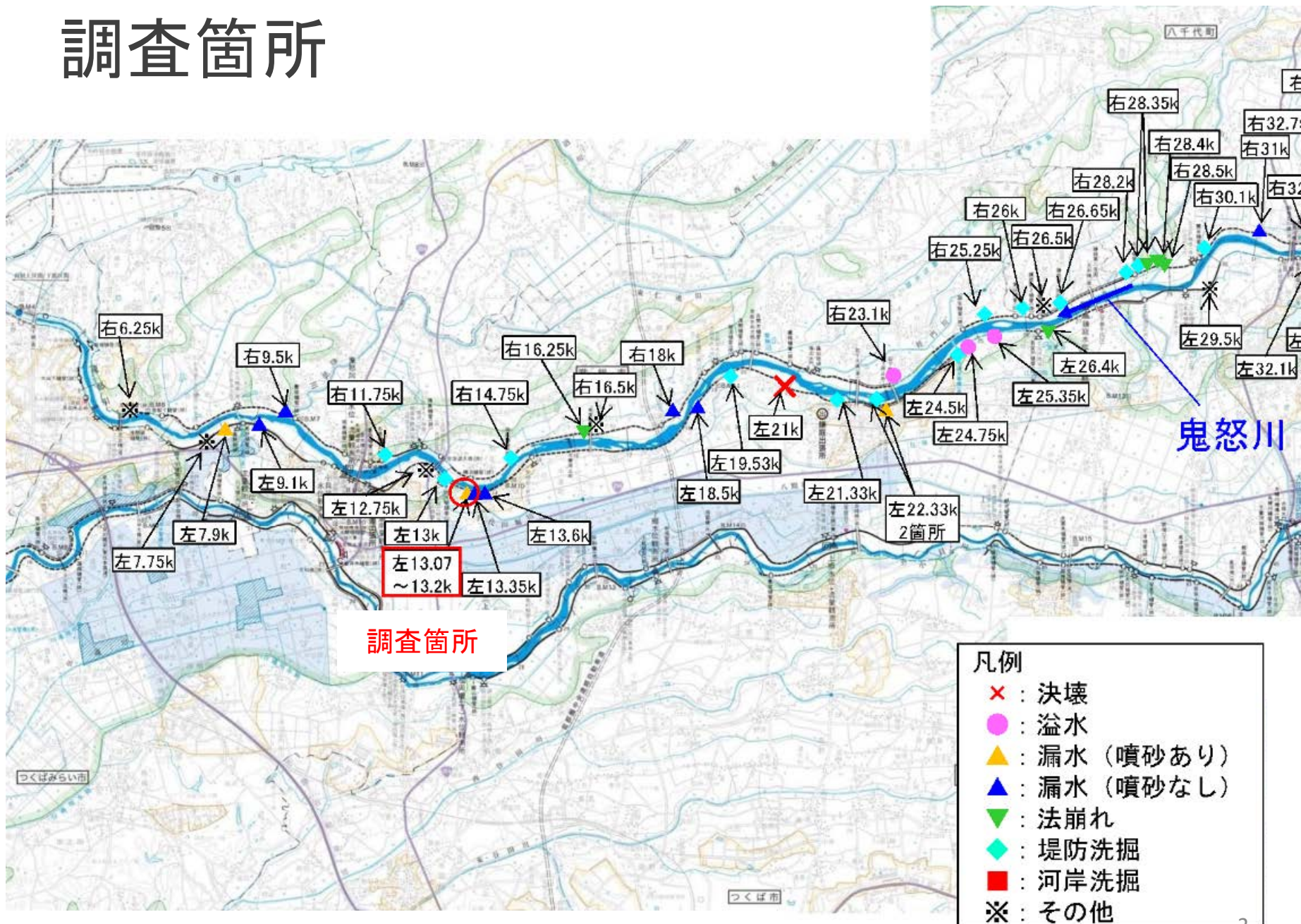
2015年関東・東北豪雨災害
土木学会・地盤工学会合同調査団
関東グループ 堤防班

メンバー構成

(公社)土木学会 地盤工学委員会 堤防研究小委員会

岡村未対	愛媛大学
小高猛司	名城大学
近藤勉	川崎地質(株)
坂本淳一	中央開発(株)
佐々木哲也	(独)土木研究所
新清晃	応用地質(株)
高橋章浩	東京工業大学
藤本弘之	(株)ダイヤコンサルタント
前田健一	名古屋工業大学

調査箇所



※『第1回鬼怒川堤防調査委員会資料』(関東地方整備局)より抜粋して加筆

調査箇所



調査箇所



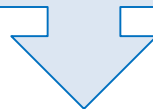
鬼怒川

調査内容

日時:平成27年11月27日(金)

場所:鬼怒川左岸13.2k

- 噴砂が発生した**法尻近傍の地盤状況**を把握
- 噴砂(漏水)箇所⇒繰返し発生? **緩み**や**空洞**がある?



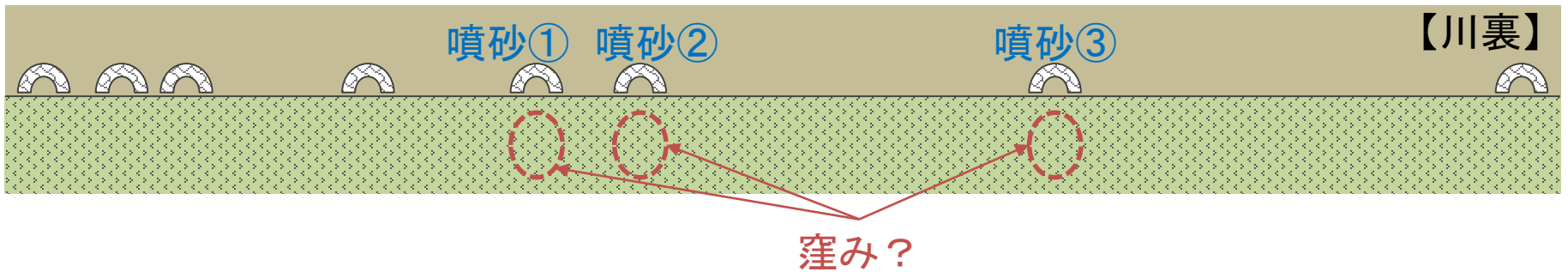
電気探査(比抵抗法)

表面波探査

地中レーダ探査

現地状況

噴砂箇所直上部(堤体)にわずかな窪み？
⇒踏んだ感触もやや緩い？



>>> 物理探査結果による確認

物理探査



牽引式電気探査



電極打設式電気探査



噴砂地点への注水状況



ランドストリーマー方式表面波探査

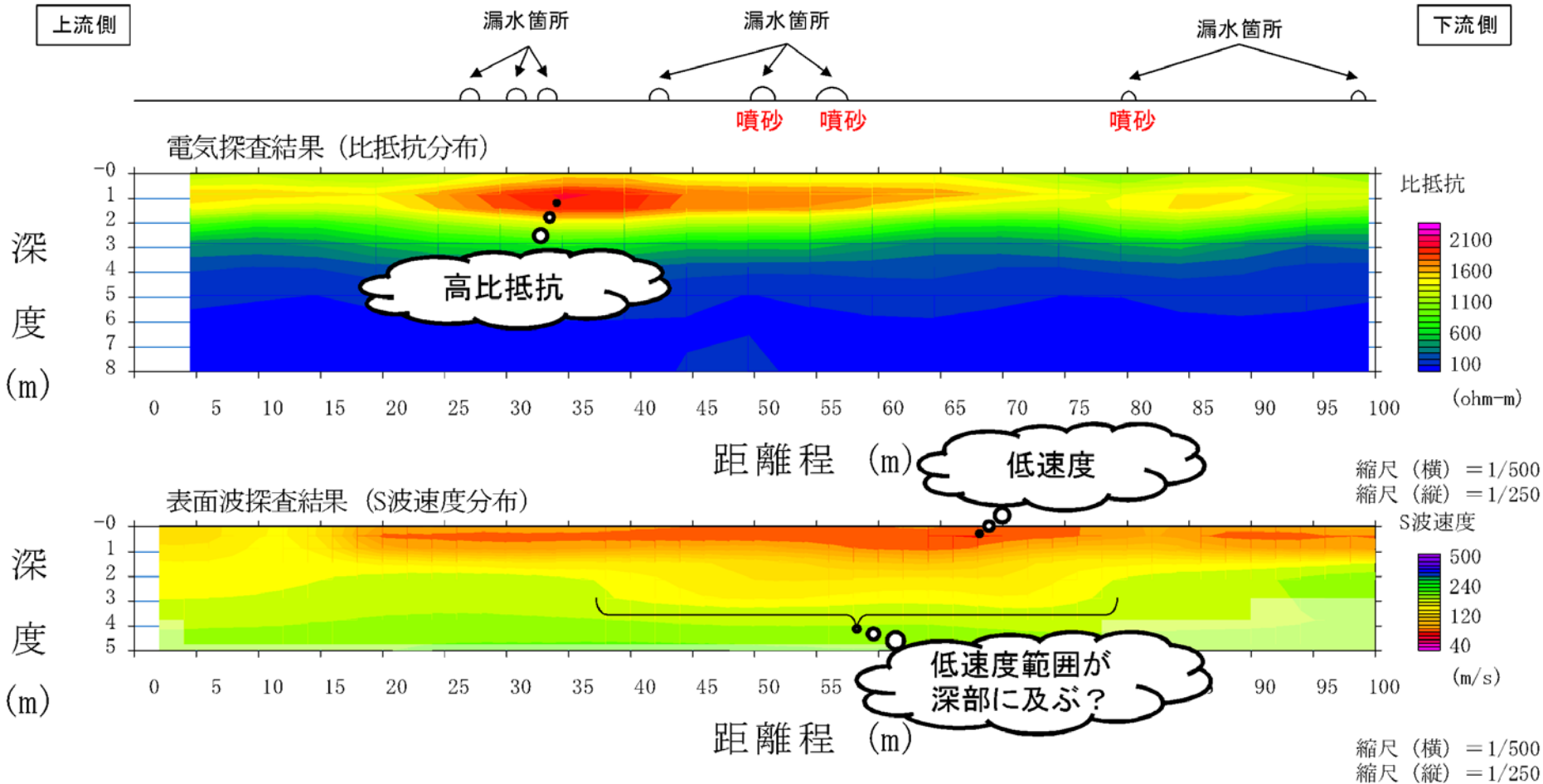


地中レーダ探査

【測定緒元】

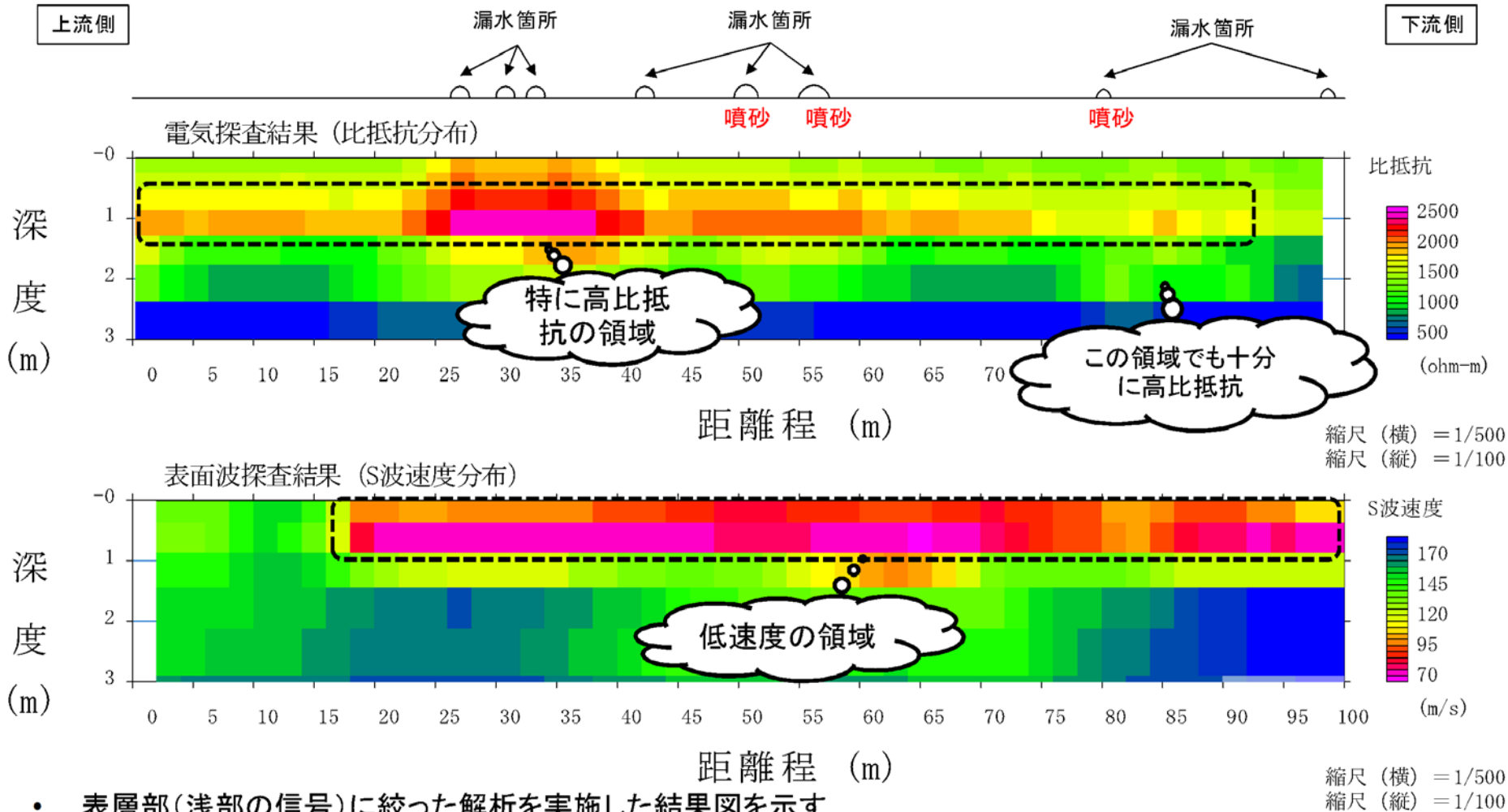
- 牽引式電気探査
受信器4台
ダイポール長 2.5m ロープ長 1.25m・6.25m
ダイポール長 5.0m ロープ長 2.5m・12.5m
ダイポール長 10.0m ロープ長 5.0m
- 表面波探査
受振器24ch 1m1ピッチ、起振2mピッチ

物理探査 (漏水区間の比抵抗及び表面波探査結果)



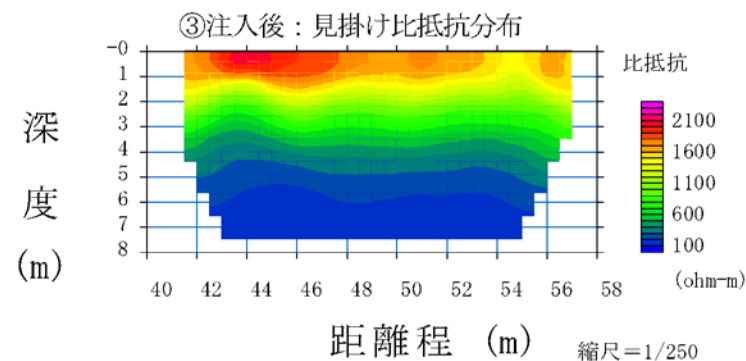
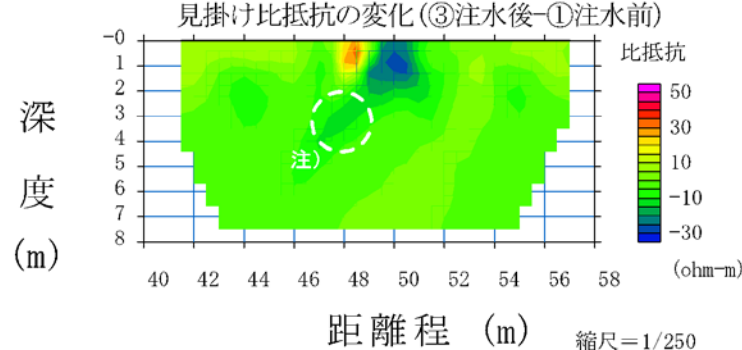
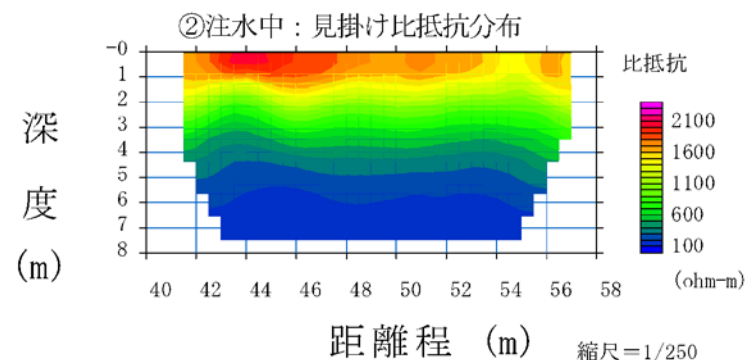
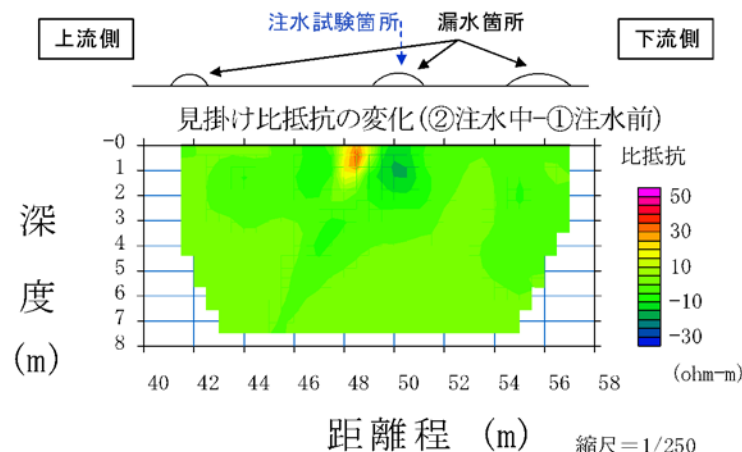
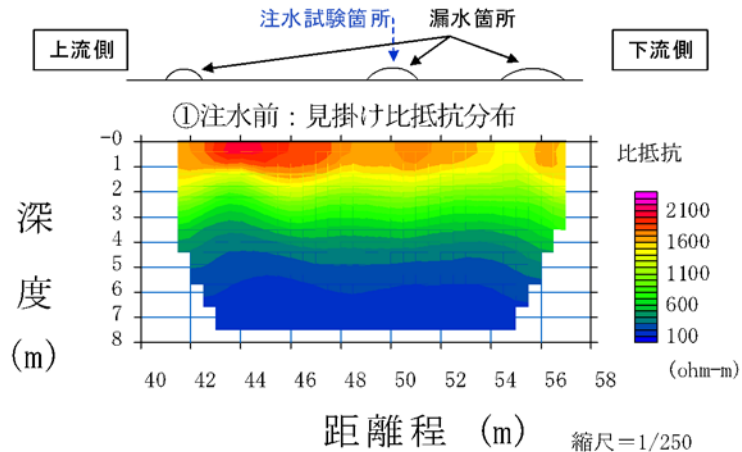
- 表層には極めて高い比抵抗 ($1,500 \sim 2,000 \Omega \cdot m$ 以上)を示す地層が分布する (→砂層の分布を示唆)
- 表層には相対的に低いS波速度 ($100 m/s$ 以下)を示す地層が分布する (→緩い層の分布を示唆)
- 以上から漏水区間の表層1~2m部には緩い砂層が分布すると推定され、これが漏水や噴砂を招く素因になった可能性がある。
- 事後の調査結果のみからは、元から緩かったのか漏水や噴砂現象に伴い緩んだのかまでは判別できない

物理探査 (比抵抗及び表面波探査結果: 浅部対象)



- 表層部(浅部の信号)に絞った解析を実施した結果図を示す
- 漏水区間の表層1m付近には高比抵抗かつ低速度の地層が分布することが確認できた
- ただし、個々の噴砂地点に対応する局所的な緩み領域の存在は確認できなかった
- これは①把握する緩み領域の規模が今回の探査条件で把握可能なスケールを下回るか、あるいは②噴砂時には存在した緩み領域が、(噴出した砂が非常にさらさらとした砂であるがため)外水位の低下に伴い徐々に拡大し平均化した、などが理由として考えられる(断言はできない)

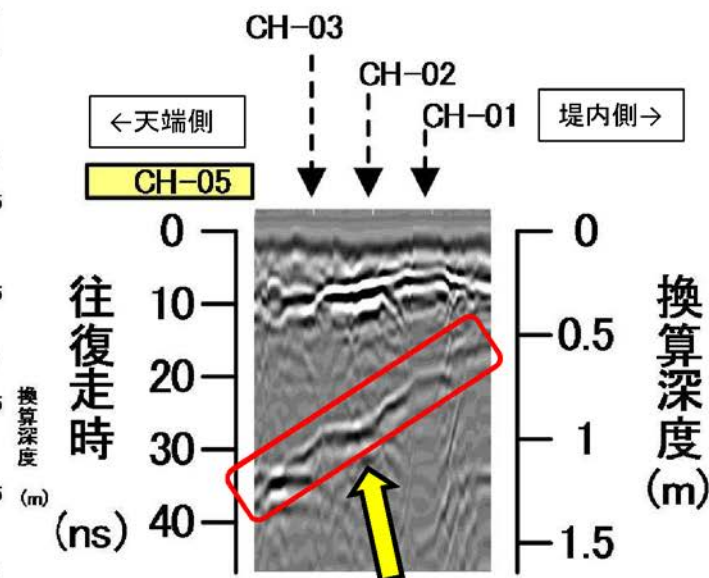
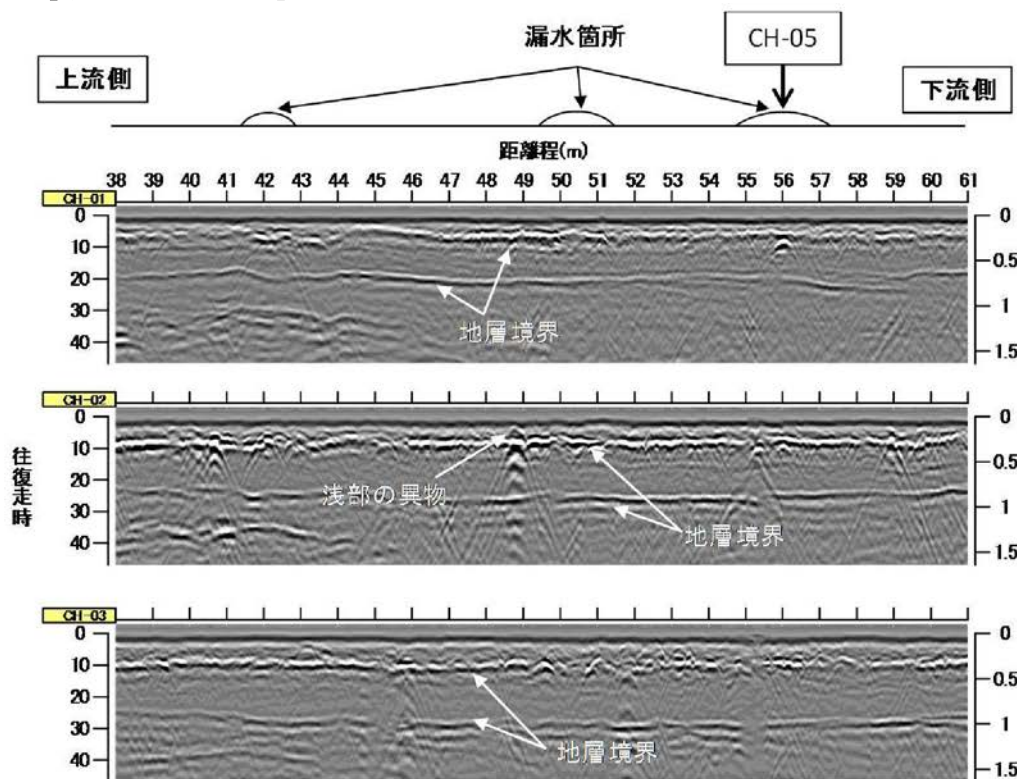
物理探査 (噴砂地点への注水による比抵抗変化)



注) 浅部の低比抵抗の影響による見掛け上の低下であり実際の比抵抗変化ではない。

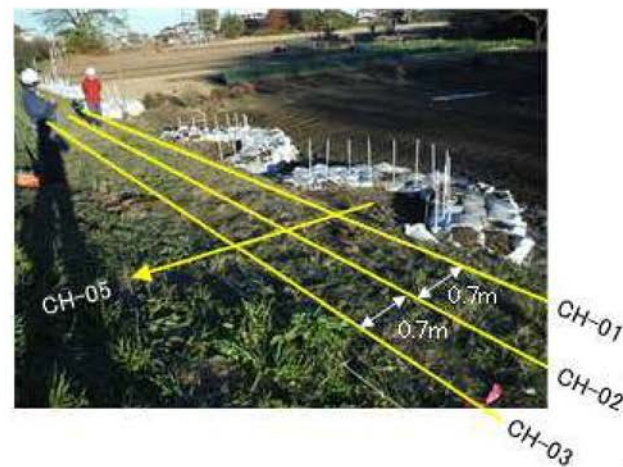
- 噴砂地点への注水により浸透した水の範囲は、比抵抗値そのものでは見えないが、差分図とすることでその範囲が把握できた(初期値取得の有効性の確認)
- 浸透範囲は深度1m付近に認められた(緩い砂層の分布深度と一致する結果)
- 今回は浸透時間を30分程度とした結果である

物理探査(地中レーダ探査結果)



反射面(地層境界)が堤内側に近づくほど浅くなる

- 地中レーダによる探査結果には、局所的な空洞や局所的な緩みと思われるアノマリー(異常箇所)は認められなかった
- 堤防横断方向(CH-05)の結果からは、堤内側に向かって浅くなる(深度1.3m→0.5m)連続した反射面が認められた



まとめ

- 電気探査・表面波探査より、漏水区間の法尻近傍で表層1m付近に緩い砂層を確認
- 注水前後の比抵抗値の差分をとると深度1m周辺で浸透（緩い砂層に浸透したと考えられる）
- 漏水区間全体にわたって緩い砂層を確認できたものの、地中レーダ探査等で局所的な緩みや空洞を把握するには至らなかった

今後の課題・提案

- 噴砂箇所と近傍の漏水箇所(噴砂無し)では、堤内地盤高が30～40cm異なる(噴砂有りの方が堤内地盤高が低い)
 - ⇒堤内地盤高の差が、堤体内の浸透流がどう影響するか(噴砂発生の有無に影響するか)
- 発生メカニズムの推定や危険度の評価に向けて、データと知見を集積することが重要

謝辞

本調査の実施にあたって、国土交通省関東地方整備局には貴重なフィールドをご提供いただきました。

また、応用地質(株)には、物理探査に関して多大なご協力をいただきました。

ここに感謝の意を表します。