

新都市社会技術融合創造研究会

研究テーマ3：

道路盛土における排水施設点検・ 管理手法に関する研究

プロジェクトリーダー 神戸大学大学院 澁谷 啓

2014年10月2日

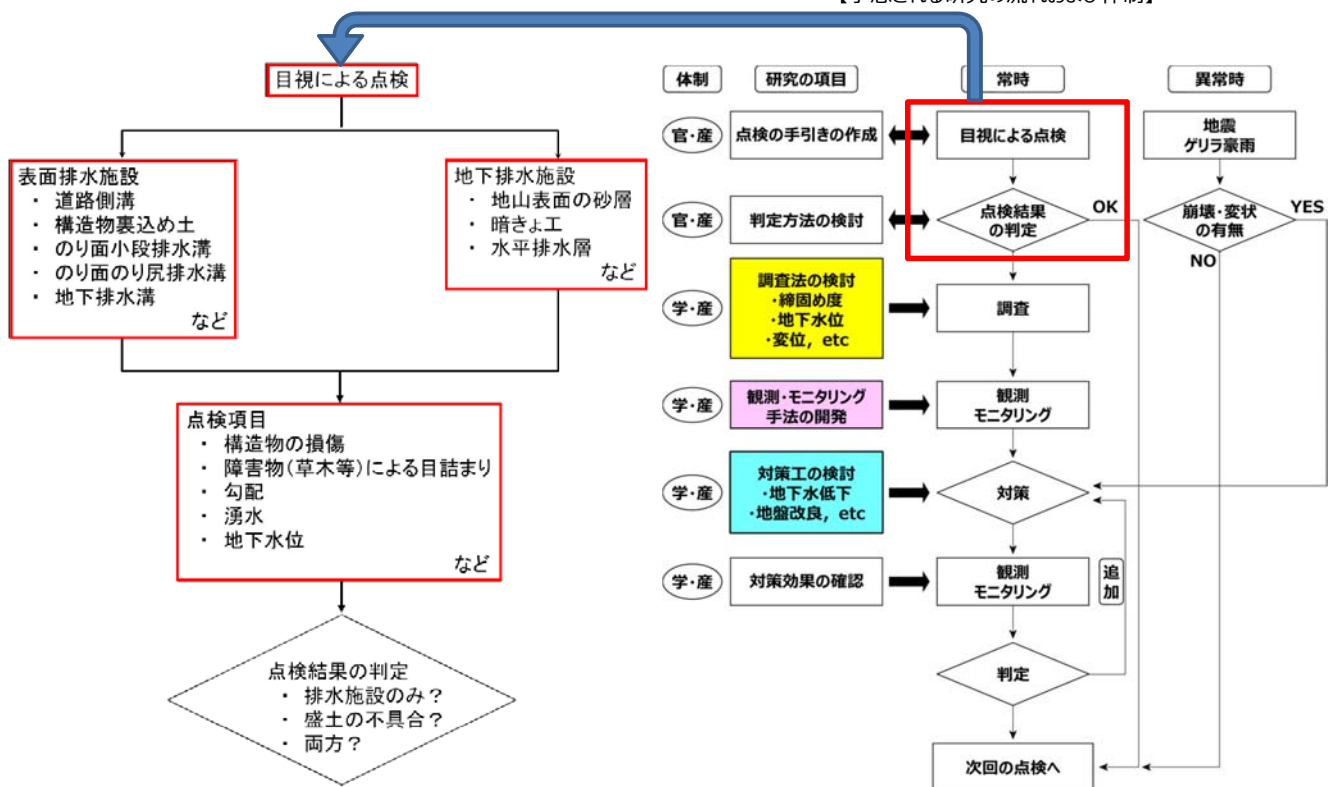
■ 研究の目的・背景

盛土の変状・崩壊のリスク低減⇒盛土内に水を入れないこと(表面排水処理, 等), 盛土内に侵入した水を速やかに排水すること(暗渠排水, 等)が重要. そのために, 管内の既存盛土を対象とした,

- 1) 設計・施工時の資料等による排水諸施設の実態調査
- 2) 現況における排水機能の点検調査
- 3) 点検により発覚した排水不良施設の維持管理・補修方法(修繕, 機能改善, 抜本的代替工法, 等)の検討

■ 研究の流れおよび体制

【予想される研究の流れおよび体制】



■ H27年度に向けての目標として・・・

4) 上記の事柄を踏まえて、大きな括りとして、以下の①～④の研究項目ごとにワーキンググループ（WG）を組織する。

①道路盛土における排水施設点検・管理手法に関する課題の抽出（WG 1）

②道路盛土に関する点検・管理手法の検討（WG 2）

③盛土の安定性・性能評価のための調査，実験，解析（WG 3）

④道路盛土に関する機能改善工法の検討（WG 4）

これら①～④の研究成果を網羅する形で、最終的には、
「道路盛土の排水施設の点検・管理に関するマニュアル（案）（仮称）」（WG 5 担当）を提示する

5) 本研究に求められている社会的な要請を深く認識し、産・官・学が協働して、それぞれのWGからの情報発信を絶えず共有しながら、研究を進める。

■ WGの構成

2014年5月12日現在（敬称略）

WG 番号	名称	○リーダー サブリーダー (敬称略)	ミッション	備考
WG1	既存資料の整理・分析	○鍋島（明石高専） 眞弓（国土防災）	一斉・緊急点検資料の整理分析 排水施設の現状調査 点検・管理手法の提言など	点検・管理マニュアル（案）のベース作成
WG2	観測	○芥川（神戸大学） 野並（応用地質）	排水施設，盛土の安定性・性能評価のためのモニタリング，サウンディング手法の開発と適用	試験サイトでの事例研究 マニュアルの解説に記載
WG3	盛土の性能評価	○肥後（京都大学） 甲斐（ダイヤコンサル） 片岡（神戸大学）	盛土の安定性・性能評価のための調査・試験・解析法の開発と適用	同上
WG4	排水施設の機能保持・回復	○齋藤（神戸大学） 中西（復建調査設計）	のり面排水工や地下排水工の機能保持・回復および代替対策工の検討，事例研究	同上
WG5	点検・管理マニュアルの作成	○澁谷（神戸大学） 各WGリーダー，サブリーダー	現行関連マニュアル等情報収集 → H25年度に実施 点検・管理マニュアルの作成	全てのWGの成果を集約

■ 試験サイトの選定

ランクD盛土

＜悪質な材料，締固め不良，不十分な排水機能＞

- ・築造後早い段階で盛土内の水位が上昇し、安全性が低下
- ・盛土材料の品質が低下
- ・**抜本的対策（地盤改良，排水・防水対策）**



盛土**品質低下**の大きな**要因**は、盛土内への**侵入水**



- ① 盛土内の地下水・排水施設のモニタリング手法の検討
- ② 盛土内への雨水や地下水の流入抑制手法の検討
- ③ 地下水滞水（宙水）が盛土の性能・安定に与える影響の評価

■ 現時点での研究状況（WG1）

● 安定度調査票評価項目の見直し

- ポテンシャル評価項目の見直し
- リスク管理項目の見直し
- 対策工評価項目の見直し

第1次スクリーニング項目
（目視による判定）

● 安定度評価表【改訂版】の検証

- 具体的な工事事務所管内の盛土について適用

● ランクD盛土の排水施設の実態調査及び長期観測

- 豊岡河川国道事務所 柴地区で長期観測の実施

■ 盛土の健全性評価

現地調査 - 紀南国道事務所管内にて実施（2014.6.27~29）

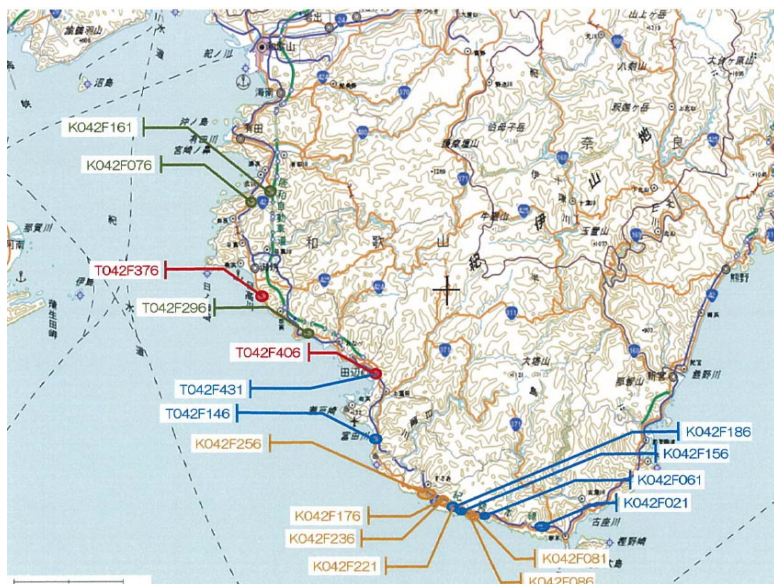
- ・ 対象地域にて過去に2回実施している安定度調査の評価内容と現地との照合を実施
- ・ 現地変状、湧出の種類や原因の判定、災害シナリオの想定や可能性を現地にて検証

赤：2回の評価を行い、2回目の評価が大幅に上がったことにより対策工を必要と判断した箇所（ランクD）

黄：2回の評価を行い、2回目の評価が大幅に下がっているにもかかわらず、対策工を行わないで防災カルテ対策とした箇所（ランクC or D）

青：2回の評価を行い、評点が0～10点である箇所（現状ではランクB以上）

緑：評点は0であるが、対策工が必要と判定されている箇所（ランクでの評価が困難）



調査対象箇所一覧図

現地調査-ランクA盛土の例



路面に変状無し



盛土基礎護岸工に変状無し



縦排水工に変状無し



盛土法面に変状無し

現地調査-ランクD盛土の例（1）



路面に円弧状の亀裂有り



盛土側部に崩壊が発生



縦排水工が途中までしか施工されていない



法面被覆工裏側の盛土材の吸い出し

現地調査-ランクD盛土の例（2）



路面に亀裂有り



盛土側部-法面被覆工に開口亀裂が発生



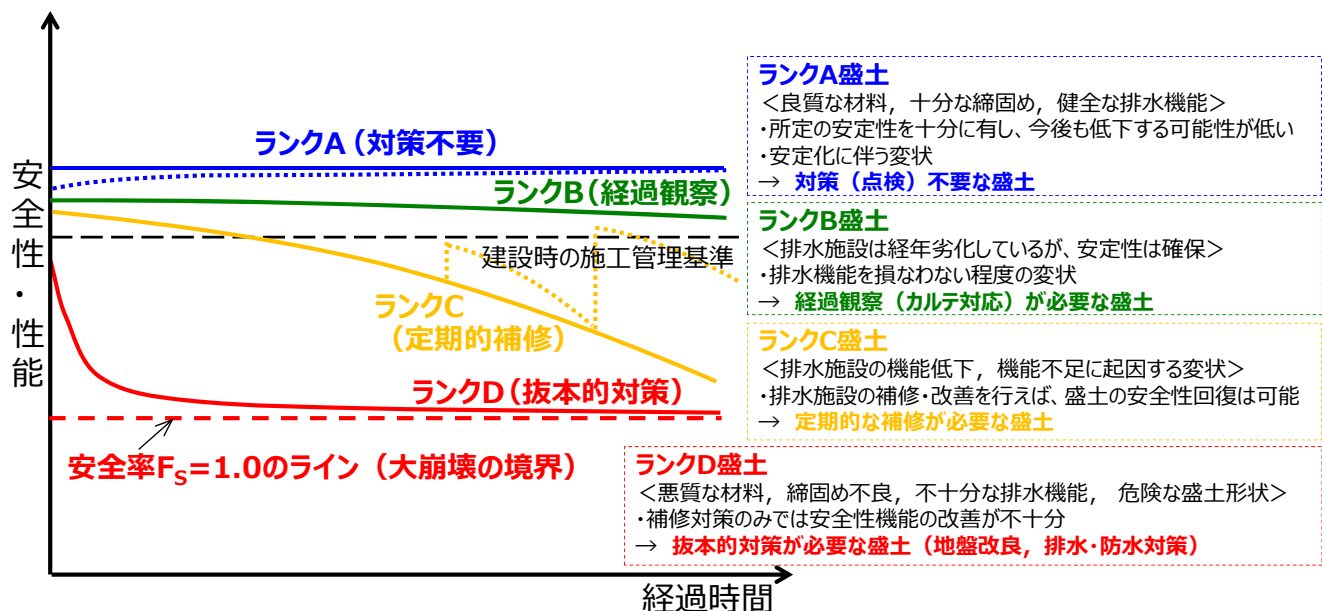
護岸工に押出発生



横断排水工が土砂で閉塞しかけている

■ 盛土の健全度評価ランク（案）

- ・良質な材料を良く締固め、排水が機能していれば、時間と共に安定化（ランクA）
 - ・バラツキの大きい自然材料を用いるため、品質管理がずさんになりがちで、立地の地形・地質も千差万別（ランクB, ランクC, ランクD）
- 盛土管理に関するライフサイクルコスト（LCC）の概念の導入



※紀南国道事務所管内での現地踏査をもとに作成

[illegible]

・現場の変状（リスク）から、盛土の持つ素因（ポテンシャル）を推測し、対策工優先順位をランク付けできるよう検討中。



朝来市山東町芝地区 定点カメラ 排水施設監視状況（速報）

平成26年6月13日 設置

平成26年6月26日 監視状況確認

現在も継続して監視中

※7月梅雨明けまで設置予定

6月20日の降雨（降雨量については確認中）による排水施設の状況について観測することができた。

その結果、枯れ葉等の移動・堆積により、排水機能が低下し、排水施設に問題が生じる可能性があることが確認できた。

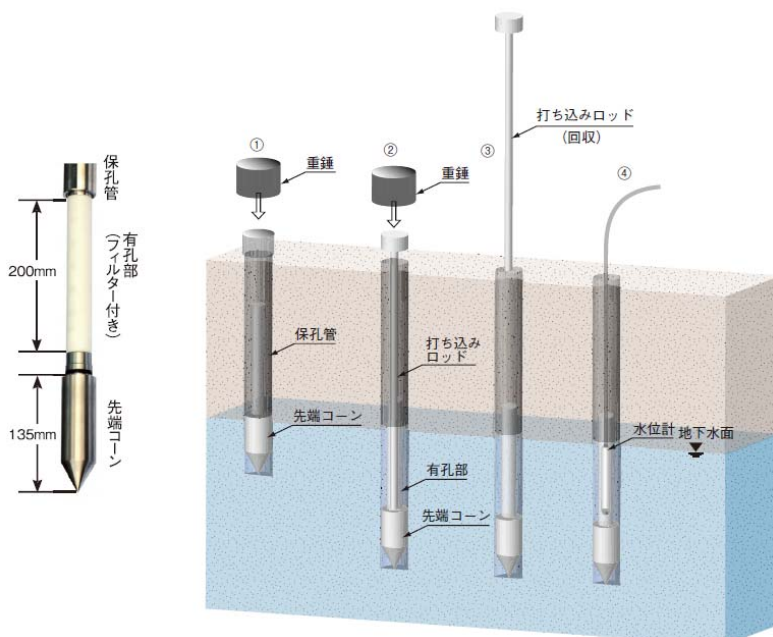
■ 現時点での研究状況 (WG2)

排水施設，盛土の安定性・性能評価のためのモニタリング，サウンディング手法の開発と適用

- ・従来より簡単、経済的に設置可能な間隙水圧計の適用性の検討
⇒国道483号柴地区で、人力で設置可能な小型間隙水圧計(深度～3m程度)を設置



- ・従来より簡単、経済的に設置可能な間隙水圧計の適用性の検討
⇒盛土防水工を検証するサイトで水位観測が必要となる場合は、小型間隙水圧計よりも深い深度で対応可能(～15m程度)な動的コーン貫入試験を用いた間隙水圧計の適用性を検証



光ファイバーを用いた土粒子、地下水の動きの観察

- 1本目の光ファイバーの先端で放射される光の反射を2本目の光ファイバーで観測し、土粒子や水の動きを定性的に探る方法。
- 想定される地下水面の上部、下部に測定装置を2014.3.18に設置。
- 初回の計測を2014.5.10に実施。状況確認が目的なので、測定時間は15分間のみ。
- 今後も断続的に計測を実施するとともに、連続計測の仕様を検討予定。



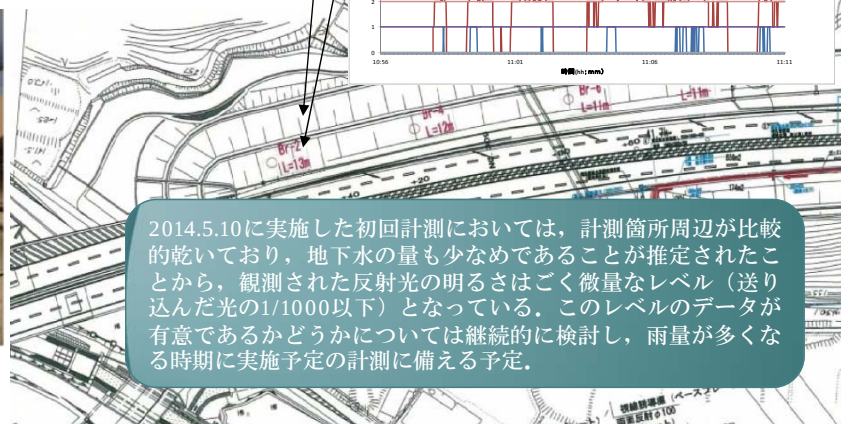
光ファイバーによる測定用に開発されたLS³/digital測定器。この機種では2本の光ファイバー（1=光を送る、2=光を計る）をセットで実施する計測ユニットを同時に8セット接続することが可能。



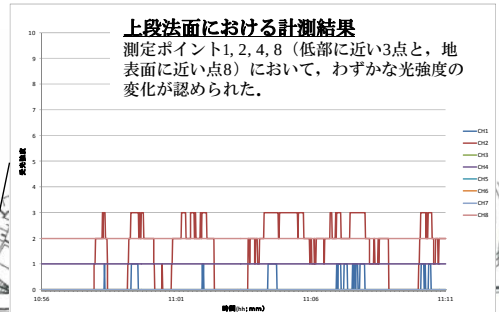
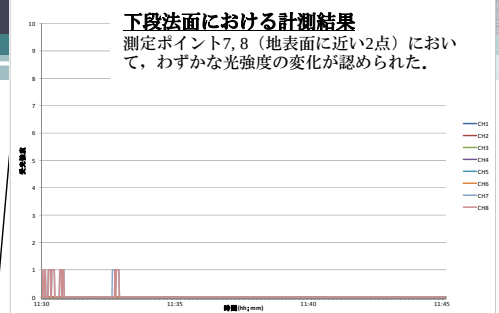
長さ2mの測定棒を地盤に埋設した様子。



長さ2mの測定棒を2本用意し、それぞれ上段法面、下段法面に設置。測定棒には20cm間隔で光ファイバーのセンサユニットが8箇所（一番下が1番で、上が8番）ずつ装着されている。

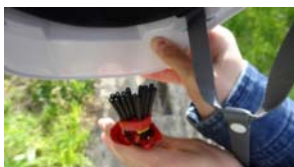


2014.5.10に実施した初回計測においては、計測箇所周辺が比較的乾いており、地下水の量も少なめであることが推定されたことから、観測された反射光の明るさはごく微量なレベル（送り込んだ光の1/1000以下）となっている。このレベルのデータが有意であるかどうかについては継続的に検討し、雨量が多くなる時期に実施予定の計測に備える予定。



光ファイバーを用いた排水設備周辺の状態観察

- U字溝、排水マスなどの排水設備における落ち葉、土砂、植物などの状態を監視。
- 目詰まり、オーバーフローなどの原因となる堆積物の状態を光ファイバーで監視。
- 目視観察と、デジタル観察の両方が可能。



落ち葉の堆積状態を光ファイバーの端部で目視確認できる。これをパトロールの際にアクセスしやすい場所に設置すると作業が効率化



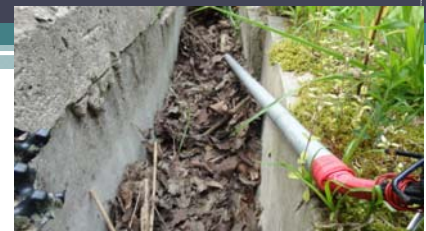
さらに下流につながる箇所にあるマスは掃除された状態。この状態が変化する様子を光ファイバーで観測可能。



1段目の小段にあるU字溝合流ポイントのマスには大量の落ち葉が堆積している。



最低部のU字溝合流ポイントのマスには大量の土砂が堆積している状態。土砂堆積深さは50cm程度。



観測ポイントを複数取り付けた装置（この場合は円柱）を落ち葉などが堆積すると予想される箇所に設置し、その状態を監視できる。棒に設置されている光ファイバーは上を向くように置き、そこに太陽光が入る状態にして用いる。電気を使わないエコな方法。

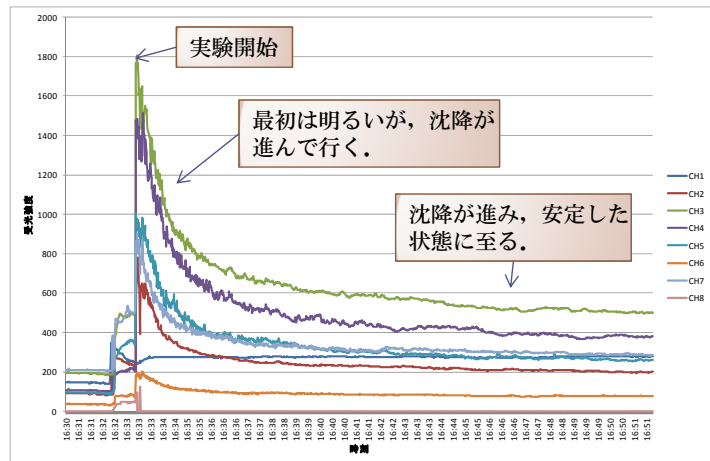
排水機能を低下させる要因（落ち葉、土砂、ゴミ、植物など）を監視する為に光ファイバーを効果的に適用することが可能。目視による観察（電気を使わないのでエコな手法）とデジタル方式の両方を目的に応じて適切に配置することができる。2014年度は土砂堆積などを重点的に監視する方向で装置の仕様などを絞り込んでゆく予定。



雨水が運搬する土砂でマスが次第に埋まってゆく。このような流出土の量や降雨時にマスに流れ込む排水の濁度が盛土の劣化過程についての有用な情報を与えるものとなっている。

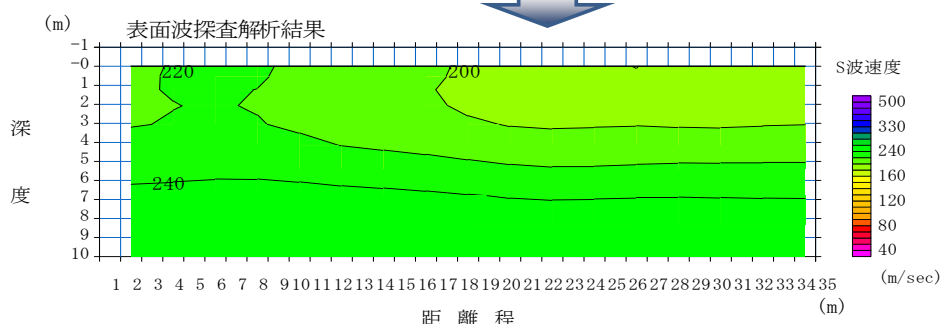
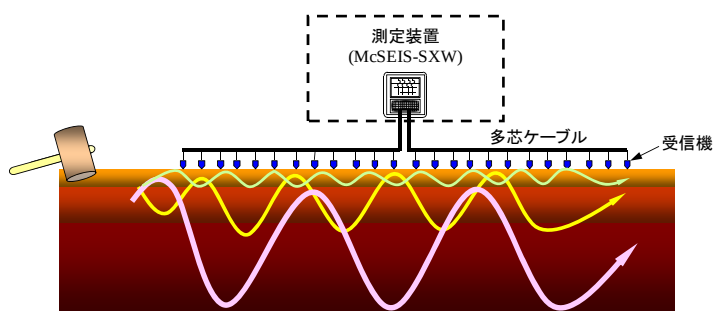


マスの中に装着予定の装置模型を使った模擬実験。泥水をメスシリンダーに入れ、土粒子が沈降してゆくプロセスをLS³/digital方式で計測。縦にセンシングポイントが8か所（8番が一番下）設けられており、それぞれの個所において浮遊する土粒子が多ければ、それらが光を反射する要因となり、結果的に受光強度が高くなる。また、それらの沈降が進むと受光強度が落ちてゆくプロセスを捉えることに成功。この様式で現場のマスにサイズを合わせた装置を製作予定。



■ 現時点での研究状況（WG3）

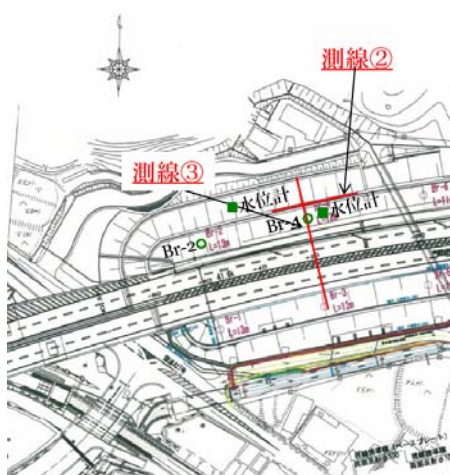
高精度表面波探査によるS波速度分布の測定（柴地区サイト）



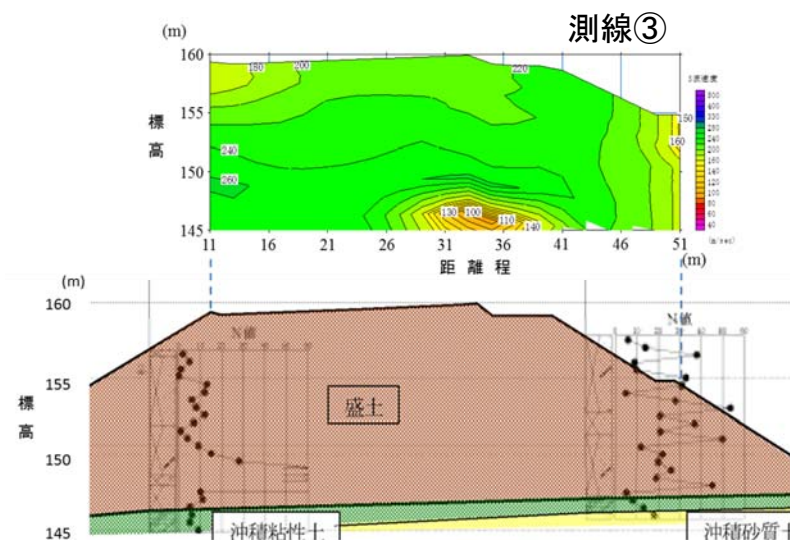
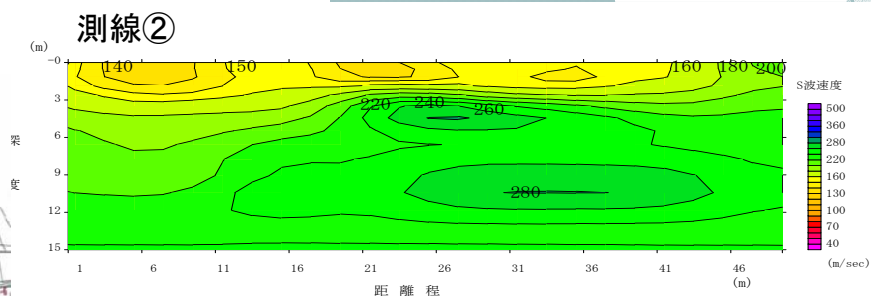
↑ 表面波探査より得られる地盤S波速度分布（奈良，釜窪で実施した結果の一例）

表面波探査は地盤の地表付近を伝わる表面波（レイリー波）を多チャンネルで測定・解析することにより、**深度20m程度までの地盤のS波速度を簡便に測定できる技術である。**

測定結果(測線②, ③)

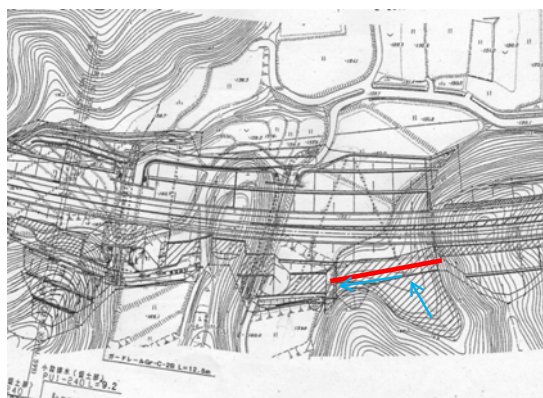


平均して $V_s = 200 \sim 280 \text{ m/s}$ 程度の値を示していることを確認

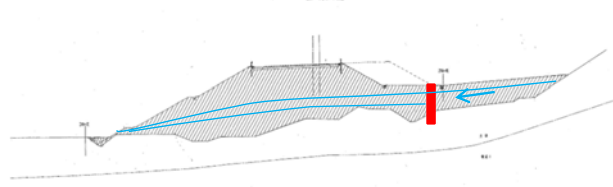


■ 現時点での研究計画 (WG4)

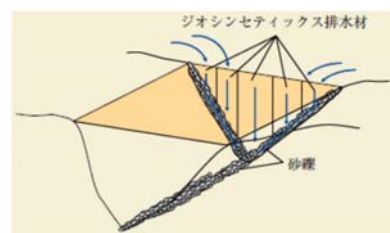
☆地下排水施設の機能保持・回復
盛土内地下水排除→盛土内に入れない



横断面【その10】



盛土防水工の既設盛土への適用



☆課題

- ・排水材の地山への設置方法
- ・鉛直排水材で集めた水の導水
- ・目詰まりによる排水機能の低下

☆研究

- ・施工法(排水材設置法、導水法)
- ・実サイトでの排水機能長期計測

☆のり面排水施設の機能保持・回復

①調査

- ・排水施設破損原因の調査
- ・閉塞原因の調査
- ・施設の排水機能の調査

②整理、解析、検討

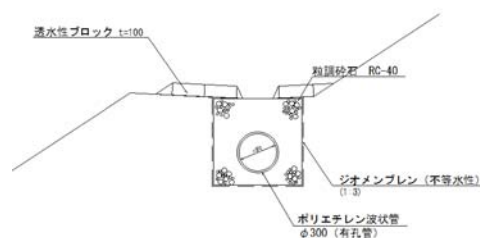
- ・盛土変形、盛土土質、構造、設置状況
- ・植生、形状、配置、接続方法、閉塞が起きやすい箇所
- ・流下能力と流入量の整合性

③対策検討

- ・柔構造への変更、構造、素材
- ・閉塞しにくい構造の検討
- ・維持管理頻度の検討
- ・流下能力向上手法

☆課題

- ・維持管理の容易な構造
- ・既存排水施設の機能保持はメンテを主体が良いか、構造改善が良いのか？
- ・容易なメンテナンス手法の提案
- ・重点監視箇所提案



柔構造排水施設案