

ハイブリッド表面波探査技術 — 盛土・不整形地盤の内部物性構造探査技術 —

(国研) 土木研究所 つくば中央研究所
地質・地盤研究グループ
物理探査技術担当
特任研究員 稲崎 富士

発表内容

0. 道路盛土・堤防の被災実態・不均質性

- 道路盛土・堤防の老朽化と被災事例
- 不均質性とそのオーダーに適合した計測評価法の選択の重要性

1. ハイブリッド表面波探査技術とは？

- どのような技術か(特徴), 何をやる技術か(対象と方法)

2. ハイブリッド表面波探査の適用事例

- 縦断方向(2次元)の不均質構造把握の重要性と適用例

3. 「ハイブリッド表面波探査」の展開

- 計測・解析作業の省力化・効率化に向けて



2017/10/12

土研新技術ショーケースin仙台

0.1 背景: 頻発する道路盛土・河川堤防等の崩壊被害-1

東名牧之原高盛土地震時崩壊(2009/8月)



(NEXCO中日本地震災害検討委員会報告より引用)

- 「水が集まりやすい地形・地質条件」: 合致箇所をどのように抽出するか?
- 「(スレーキング)しやすい材料使用可能性盛土」: 「可能性」をどのように把握するか?
- 「高盛土(H>10m)」: 原地形面, 切盛り施工実態をどのように把握するか?

由利本荘市切土斜面崩壊(2013/11月)



(由利本荘市 土砂崩落技術調査委員会報告書より引用)

- 「原切盛り境界面不明」: 調査設計施工データ参照不能時に合致箇所をどのように抽出するか?
- 「代表断面と空間的不連続」: 限定2次元情報から実3次元空間情報をどのように構築するか?
- 「盛土・地山の不均質・高地下水位」: 言うは易し調べるは難し, どのように把握するか?



2017/10/12

土研新技術ショーケースin仙台

0.1 背景: 頻発する道路盛土・河川堤防等の崩壊被害-2

九州自動車道熊本地震時盛土崩壊(2016/4月)



(物理探査技術作成資料)

- 「旧河道付替え部」: 基礎地盤内不均質構造をどのように把握するか? 古い地形の把握方法
- 「橋台背面盛土の締固め不均質」: 活線現道での盛土不均質性をどのように把握するか?
- 「予防保全」: 予兆の把握と評価」: 付替え河川護岸の変状と発生箇所

宅地造成盛土崩壊(1995/1月)



(国土交通省WEB公開資料より引用)

- 宅地造成等規制法(2006)改正の契機に
- 「水が集まりやすい地形・地質条件」は人為的に形成される
- 横断形状を底面・側面に分けた2次元すべり安定計算手法が提案
- 厚い盛土層下部の状態をどのように把握するか?



2017/10/12

土研新技術ショーケースin仙台

0.1 背景: 頻発する道路盛土・河川堤防等の崩壊被害-3

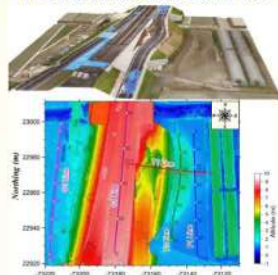
東日本大震災時堤防崩壊(2011/3月)



(国土交通省WEB公開資料より引用)

- 被災区間延長が長大(数100m~数km)
- 河川堤防本体盛土が集中的被害。周辺既存構造物被害軽微
- 盛土沈下と縦断亀裂群・側方膨み出しが同時複合発生。堤体下部・基礎地盤上部液状化を強く示唆
- 発生メカニズムの把握と好発区間の抽出法

自専道豪雨時盛土崩壊(2016/6月)



(物理探査技術作成資料)

- 熊本地震後の豪雨負荷によって自専道の盛土が部分的に崩落。周辺地盤もヒービング
- 詳細物理探査適用結果断面を含めた3D空間情報統合表示の効果検証
- 軟弱地盤, 低改良率地盤改良, 高盛土, 強震動, 豪雨負荷複合災害



2017/10/12

土研新技術ショーケースin仙台

0.2 道路盛土・河川堤防の維持管理の技術的課題

②持続可能なインフラ管理の取組み インフラ管理の今後の課題

・今後、点検・診断・計画策定・予防保全といったサイクル全体を、必要な技術力を確保しつつ機能させることが課題。



サイクル全体が機能するための仕組みづくり

- (1) 技術開発
- (2) 技術基準
- (3) 技術視点 (技術者・技術力)
- (4) データベース
- (5) 財政措置

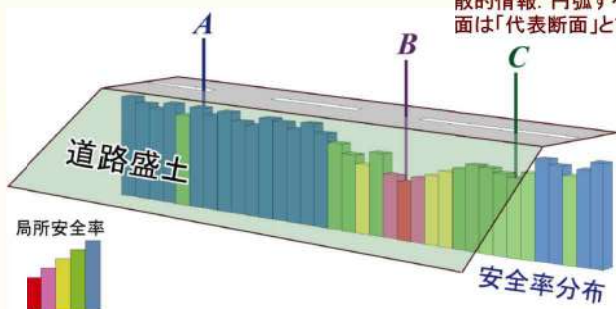


(国土省 社整審 道路分科会 41st基本政策部会資料)

0.3 空間的不均質構造とその影響評価の重要性

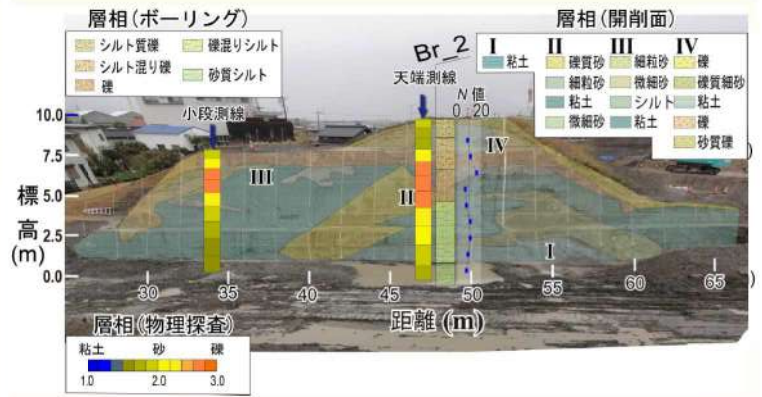
● 従来の盛土安全率計算は空間的一様性を前提

● 従来のボーリングは0.3次元離散的情報。円弧すべり計算断面は「代表断面」と言えるか？



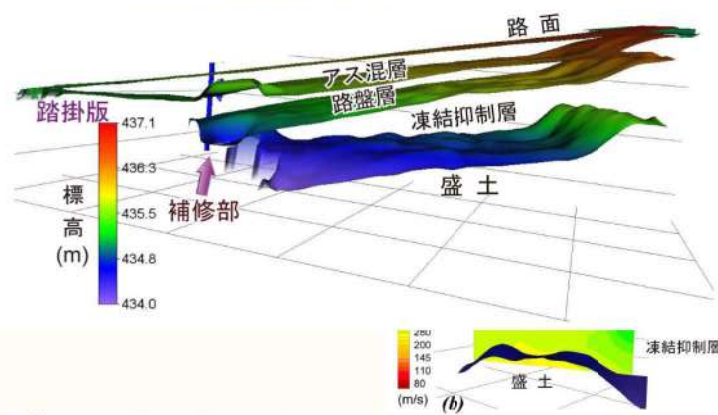
● 「平均律」、「代表値」ではなく「最小律」の視点で弱点箇所検出には2次元全域調査が不可欠！

0.4 空間的不均質構造の実態-1: 河川堤防



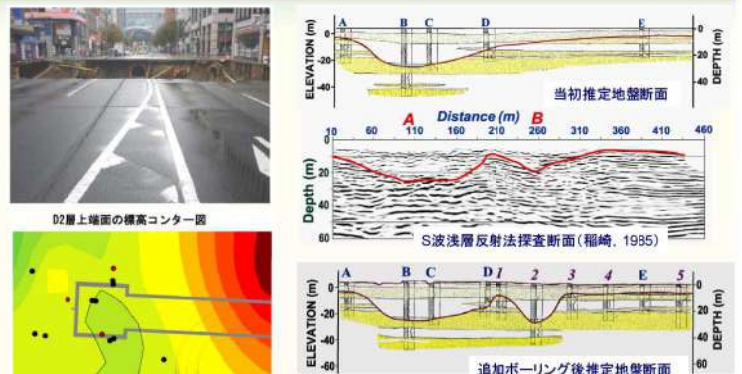
● 河川堤防は縦断方向にも横断方向にも不均質である

0.4 空間的不均質構造の実態-2: 道路盛土



● 材料・施工実態を反映して縦断方向にも横断方向にも不均質

0.4 空間的不均質構造の実態-3: 表層地盤



● 地盤の不均質構造起因地盤災害が多発
● 低コストの地盤探査で詳細2次元不均質構造把握可能

1. ハイブリッド表面波探査技術

1.1 ハイブリッド表面波探査技術の概要

由来

能動的(Active)表面波探査と受動的(Passive)表面波探査を両親とし、土研で新たに生み出された表面波探査技術。両親の特長を受け継ぎ、分布域をより拡大する能力を有するハイブリッド雑種であることから「ハイブリッド表面波探査」と命名。

特長

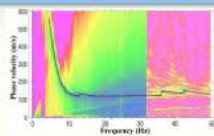
従来の探査技術は、車両通行振動ノイズの影響を受けやすく、道路盛土での適用が困難であった。当該技術は車両通行振動も信号として利用するため活線道路の盛土でも適用可能。さらに深さ30m程度までを解析できるため、従来技術では困難であった宅地盛土造成地でも適用が可能になった。

特徴的識別

二つの位相速度-周波数分散曲線を合体させ、低周波数(深い深度に対応)から高周波数(表層部に対応)帯域までの分散曲線から地盤のS波速度構造を推定する。

活動域

道路盛土、河川堤防、造成地盛土



分類

界: 自然科学
門: 地球科学
綱: 地球物理学
目: 観測・計測技術
亜目: 物理探査
科: 弾性波探査
属: 表面波探査
種: ハイブリッド表面波探査

学名

Passive Wave high-Resolution Interferometry measurements: PWRI 探査

登録

特開2016-079193

1.1 ハイブリッド表面波探査技術の概要(続)

能動的探査(Active Survey)

- 人工振源
- MASW(CMP-CC)
- フーリエ変換→位相シフト+スタック
- 分解能高いが、探査深度が浅い
- 交通振動に弱い
- 極表層の構造を把握

受動式探査(Passive Survey)

- 常時微動: 交通振動(+歩行ノイズ)
- LAMS(CMP-SPAC)
- フーリエ変換→空間自己相関
- 分解能劣るが、探査深度は深い。
- 交通振動に強い
- 稍深部の構造を把握

ハイブリッド表面波探査

同一測線・同一機器を用いてほぼ同時(連続的)に測定
分散曲線・解析結果の結合

- 広帯域の分散曲線取得
- 高分解能でかつ探査深度深い
- 交通量の多い活線道路(路肩)でも適用可能

適用期待分野

- 高速道路盛土・山岳道路高盛土・河川堤防などの人工土構造物調査
- 舗装上での浅部の地盤構造調査
- 都市域マイクロゾーニング

既適用分野

- 盛土・河川堤防調査、
- 盛土崩落部調査