

令和2年9月30日

土研新技術ショーケースin東京

表層崩壊の危険箇所を絞り込む・土層分布を把握する調査機器

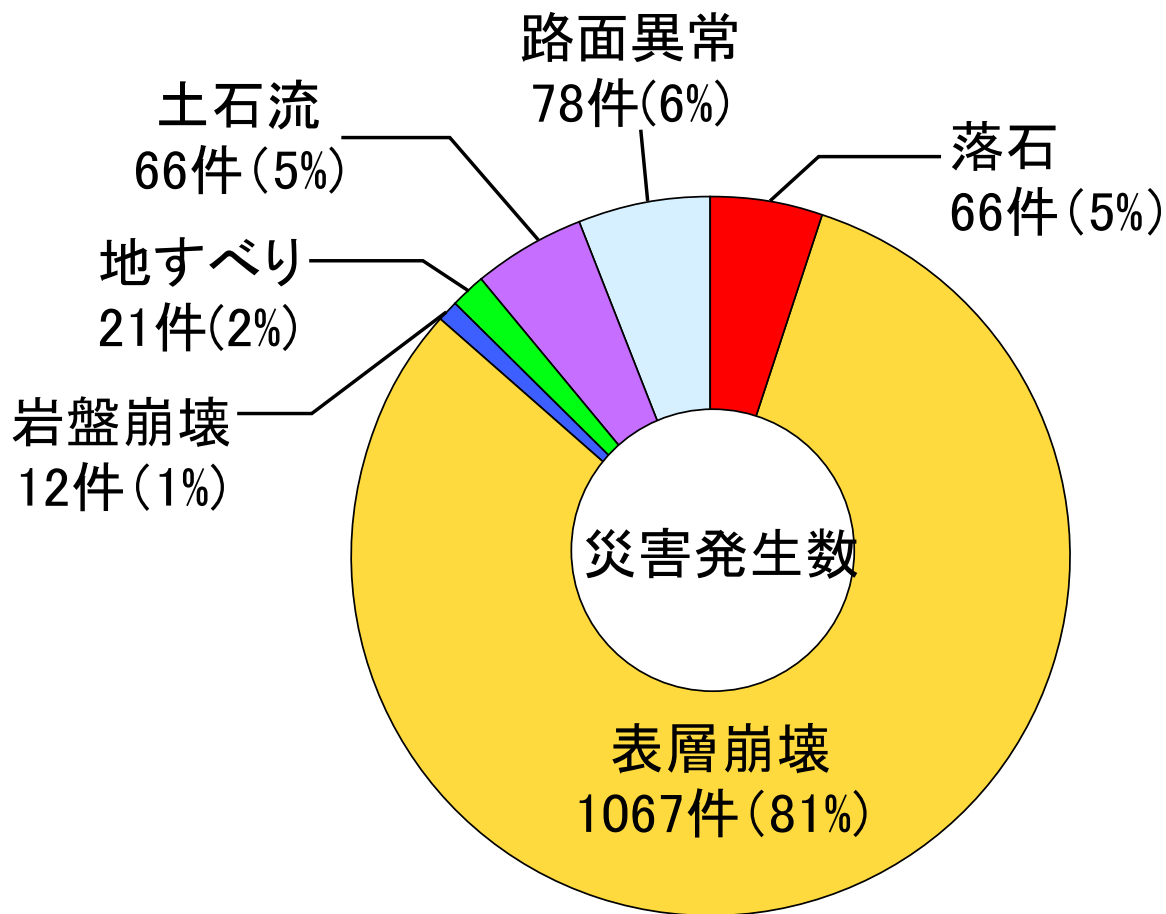
土層強度検査棒（どけん棒）

地質・地盤研究グループ

地質チーム 矢島 良紀

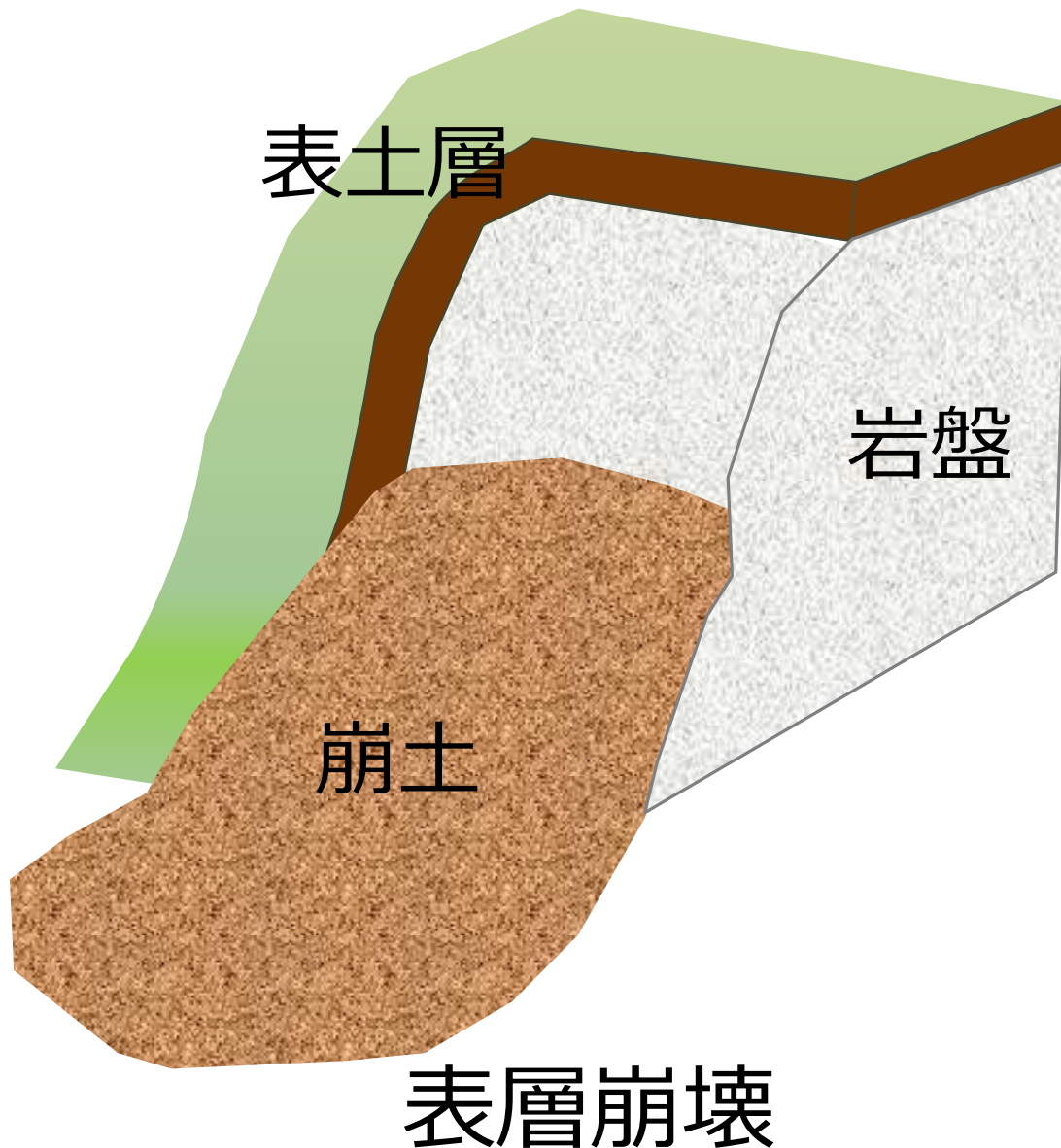
1. 技術開発の背景
2. 土層強度検査棒の概要
3. 土層強度検査棒の使用法
4. 調査事例の紹介

- 地震や台風、融雪、ゲリラ豪雨などにより各地で斜面災害が多発
- 効果的な防災対策の実施にあたっては地質調査により危険箇所を的確に把握することが重要



直轄国道斜面災害の災害種別内訳（平成2～16年、計1,310件）

- 国道（国土交通省の管理区間のみ）における**斜面災害の約8割**は**表層崩壊**により発生している



降雨や**地震**等により
斜面の表層部（厚さ
数m程度）が薄く崩
壊する現象

比較的小規模なもの
が多いが、**発生数は
多い**



表層崩壊

H29の九州北部豪雨により日田市で発生した表層崩壊



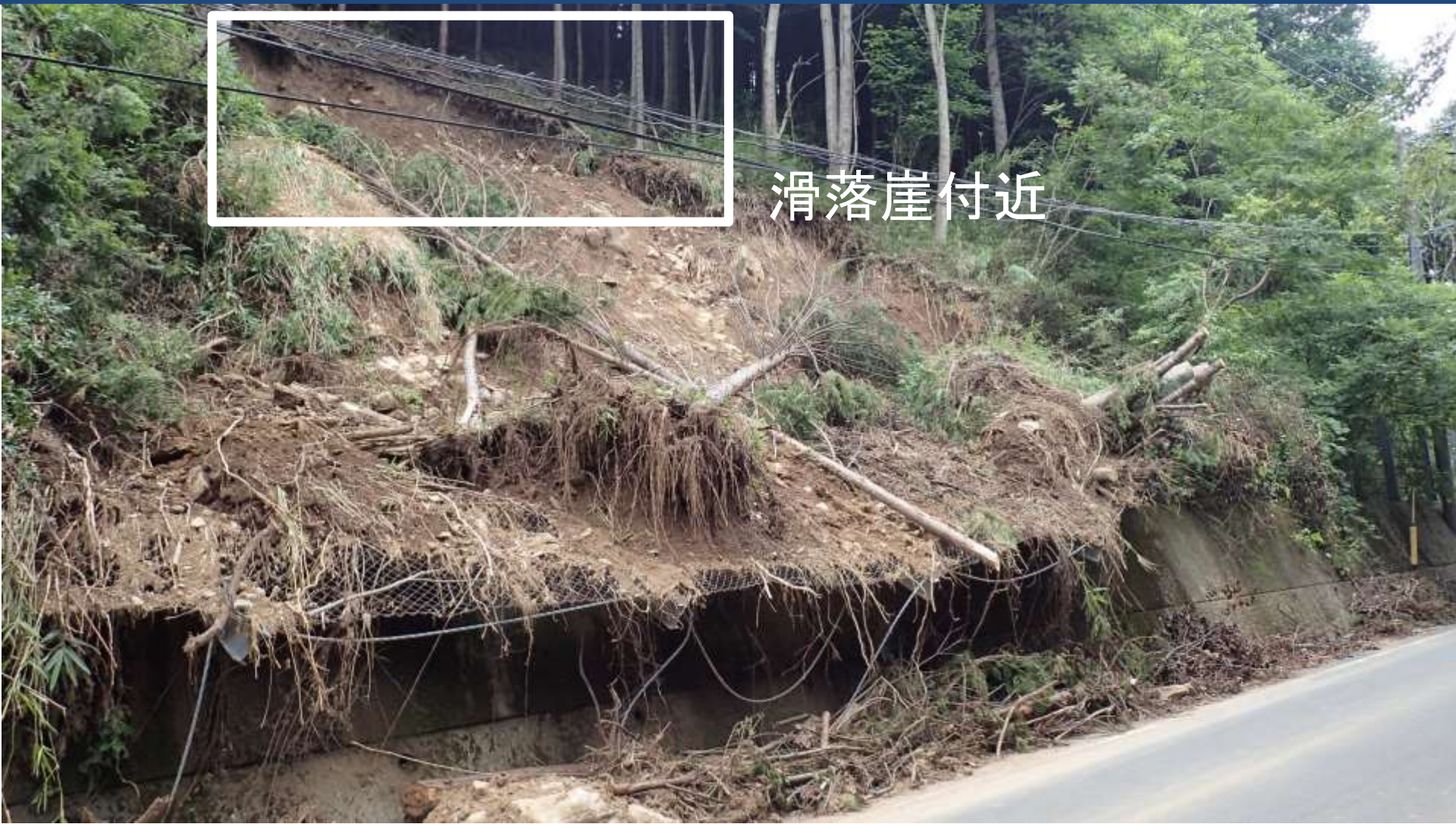
H30の胆振東部地震でも非常に多くの表層崩壊が発生
(写真は安平町)

- 表層崩壊の危険箇所を抽出するには、崩壊の原因となる要素の把握が重要

崩壊の主な誘因：水（降雨・融雪）・地震動

崩壊の主な素因：

- 斜面の傾斜 ⇒ **傾斜が急**になると不安定
 - 表土の厚さ ⇒ **表土が厚い**と不安定
 - 表土の物性（強度） ⇒ **強度が低い**と不安定
- ただし、表土の厚さや強度を現地で迅速に求めることは**案外難しい**



滑落崖付近

道路斜面で発生した表層崩壊の頭部（滑落崖）の状況



この部分の厚さと性状を
事前に把握したい

表層部

岩盤部

表層崩壊は岩盤の上部、表層のみが崩壊している

➤ **実斜面では表土の厚さや強度は不均質**であり、危険箇所を**絞り込む**には**多点**での調査が必要

➤ **これまでの調査手法（例）**

• **ボーリング調査（+標準貫入試験）**

コアにより**確実な地質情報が得られる**

（ただし、標準貫入試験ではコアは乱れる）

費用がかかるため、調査数が限られる

• **簡易動的コーン貫入試験**

貫入強度が得られる、比較的安価で多点調査可能

20kg程度で案外重い、地質情報が得られない

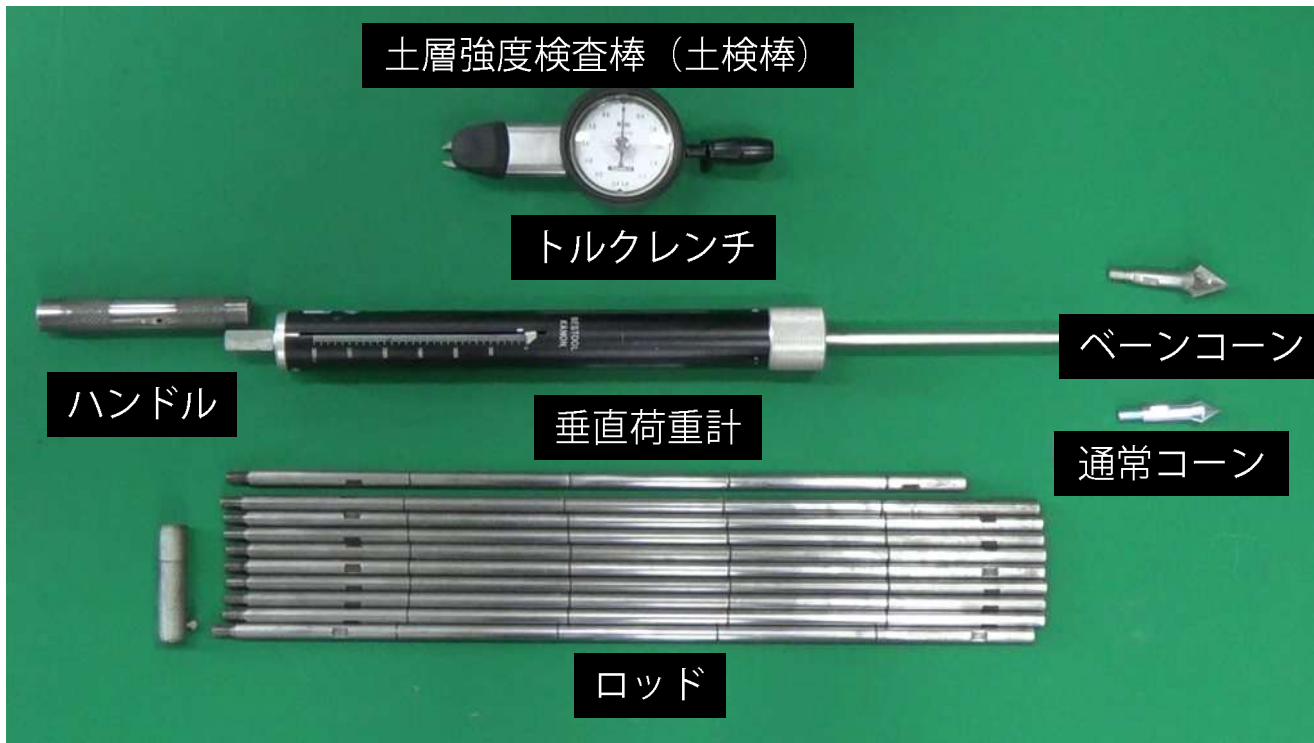
➤ **安価に多点の地質情報を取得**できる技術が必要

この課題の解決のため、土木研究所（土研）では

山地斜面における**表土の厚さや強度、地質区分**を**簡便・迅速**に調査できる

「土層強度検査棒」

【略称：土検棒（どけん棒）】を開発



土層強度検査棒（どけん棒）の構成

試験実施状況



上：ベーンコーン（せん断強度測定用）

下：通常コーン（土層深・貫入強度測定用）

1. 小型・軽量

- ・ 重さは**約5kg**（従来の簡易動的貫入試験機の**約1/4**）
- ・ リュックに入れて山地を調査することも可能

2. 表土の厚さを迅速に測定

- ・ 人力で貫入することにより、迅速に**表土の厚さ**を測定

3. 貫入強度、せん断強度も測定可能

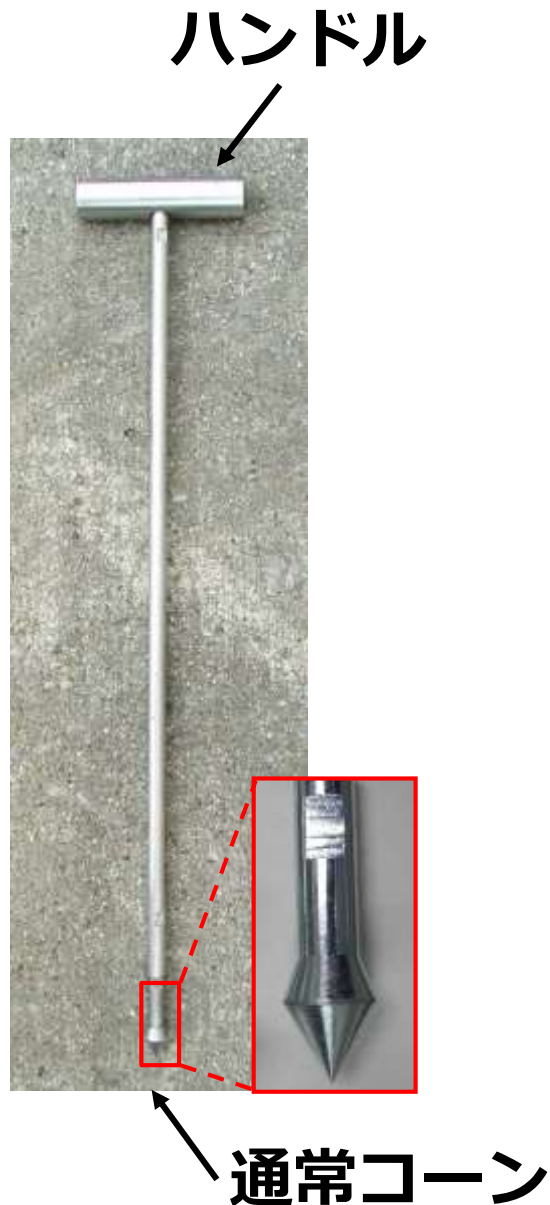
- ・ **静的貫入**なので細かな構造も把握しやすい
- ・ 概略的な**せん断強度**（ c 、 ϕ ）の推定が可能

4. 安全

- ・ 調査時のケガをする危険性が少ない**安全な機器**

土層強度検査棒（どけん棒）の 使用法

- **限界貫入深度試験**（表土の厚さを測定）
- **貫入強度試験**（連続的に貫入強度を測定）
- **ベーンコーンせん断試験**（せん断強度を測定）



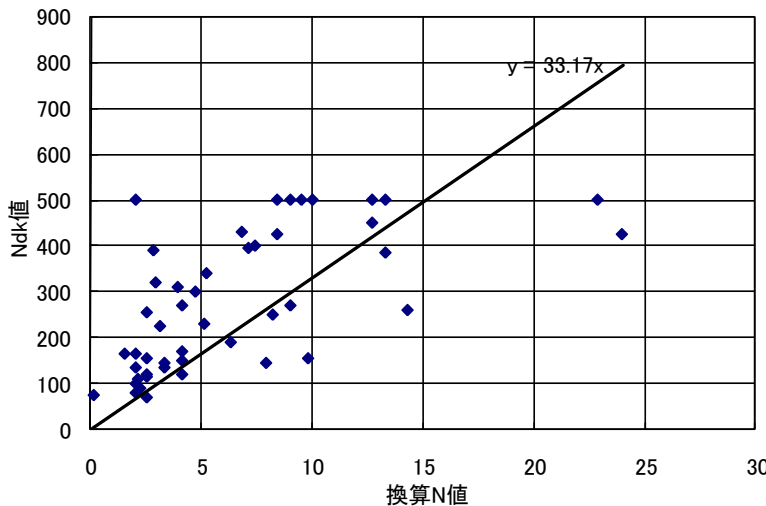
- ・ ハンドルを人力で押し込み、通常コーンで貫入できる限界の深度を測定する
- ・ 必要に応じて、ロッドを継ぎ足す（最大5mの深さまで測定可能）
- ・ 礫により貫入できないときは、やり直す。誤差を減らすため、1地点で3箇所ほど実施し平均をとる
- ・ 貫入時の音や手応えなどを参考に、概略の地質区分（砂・粘土など）も判定可能

垂直荷重計
(ばねばかり)

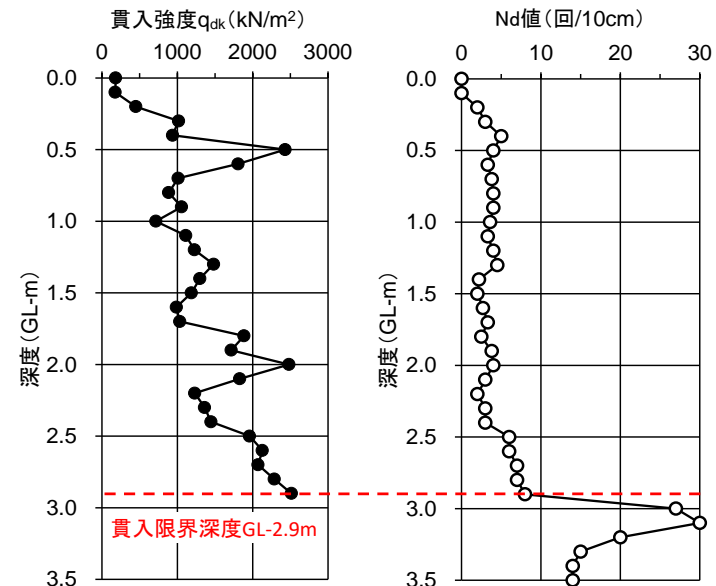
- 垂直荷重計を頭部に取り付け、所定の区間（たとえば10cm）ごとに人力で静かに押し込み、貫入強度を測定

- スウェーデン式サウンディング試験の換算N値や簡易動的貫入試験のNd値へ換算可能

通常コーン



スウェーデン式サウンディング試験による換算N値と土検棒貫入強度の関係



土検棒による貫入強度試験結果 (q_{dk} 値：左) と簡易貫入試験結果 (Nd値：右) の比較例

垂直荷重計

(ばねばかり)



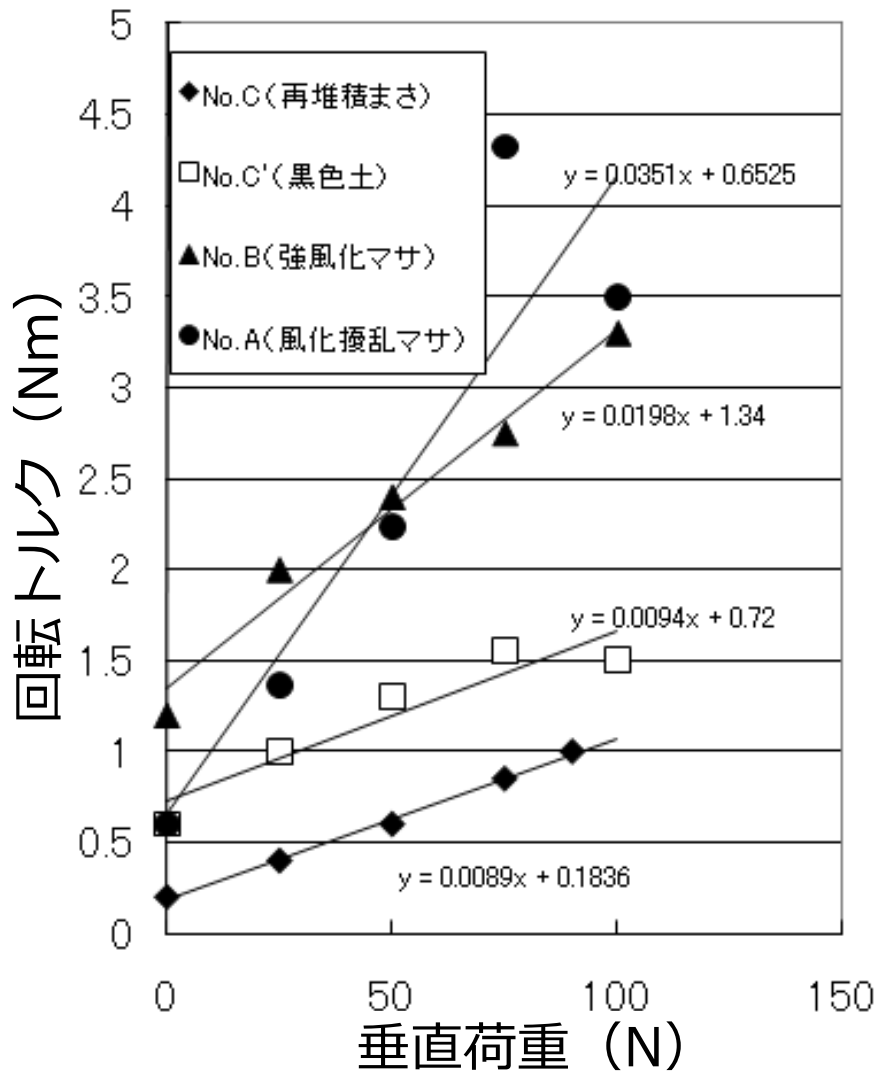
トルクレンチ



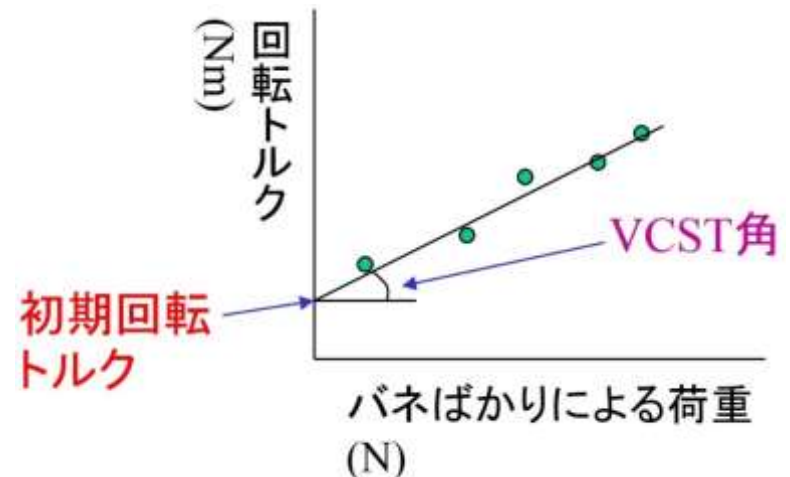
ベーンコーン



- 測定をしたい深度に**ベーンコーン**を取り付けたロッドを挿入する
- **垂直荷重計**を頭部に取り付け、一定の荷重をかけながらロッドを**トルクレンチ**で回転させ、**ベーンコーン**により土をせん断する
- **垂直荷重を変え**、同様にロッドをトルクレンチで回転させて土をせん断する



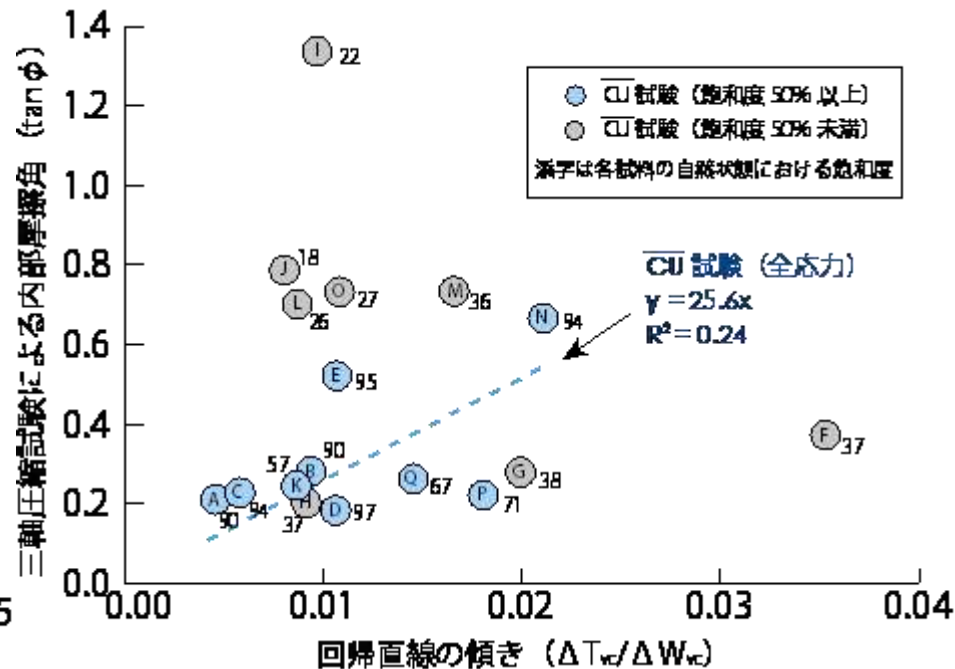
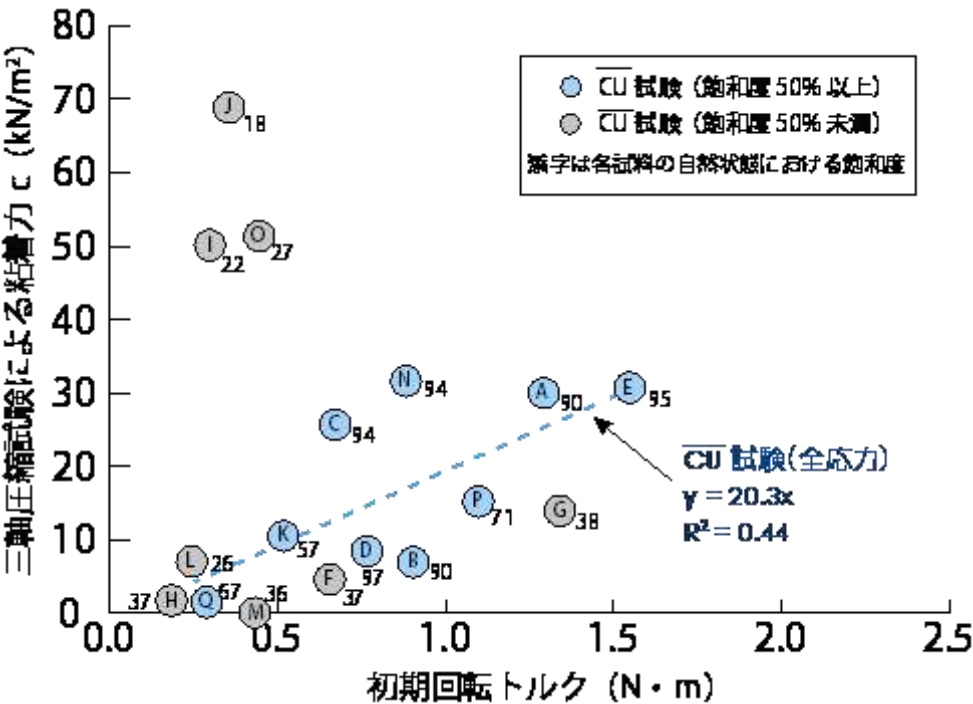
- 試験で得られた**垂直荷重ごとの回転トルク値**をグラフに**プロット**する
- 地点または地質ごとに**回帰式**を作成し、**傾き (tanθ)**と**切片 (初期回転トルク)**を求める



ベーンコーンせん断試験結果例

- 初期回転トルク値、回帰式の傾きと室内土質試験による粘着力、内部摩擦角の関係から、測定箇所における c 、 ϕ を推定する

⇒ 表土厚や勾配と組合せ、危険箇所の絞り込みが可能



土層強度検査棒試験結果と三軸圧縮試験結果との関係

- 測定可能深度：**5 m**まで
- 対象地盤：**砂質土、粘性土**ともに**使用可**
(N値 = 10 程度までの地盤を対象)
- **礫混じり土**では貫入できず、**使用困難な場合**がある
- 根系が発達している土層では、強度測定値に影響がでる場合がある

使用方法の**説明動画**を土研地質チームのHPより配信中

https://www.pwri.go.jp/team/tishitsu/topics_dokenbo.htm

土層強度検査棒（土検棒）

土層強度検査棒の概要

1. 土層強度検査棒とは

2. 土検棒貫入試験

2-1. 限界貫入深度試験

2-2. 貫入強度試験

3. ベーンコーンせん断試験



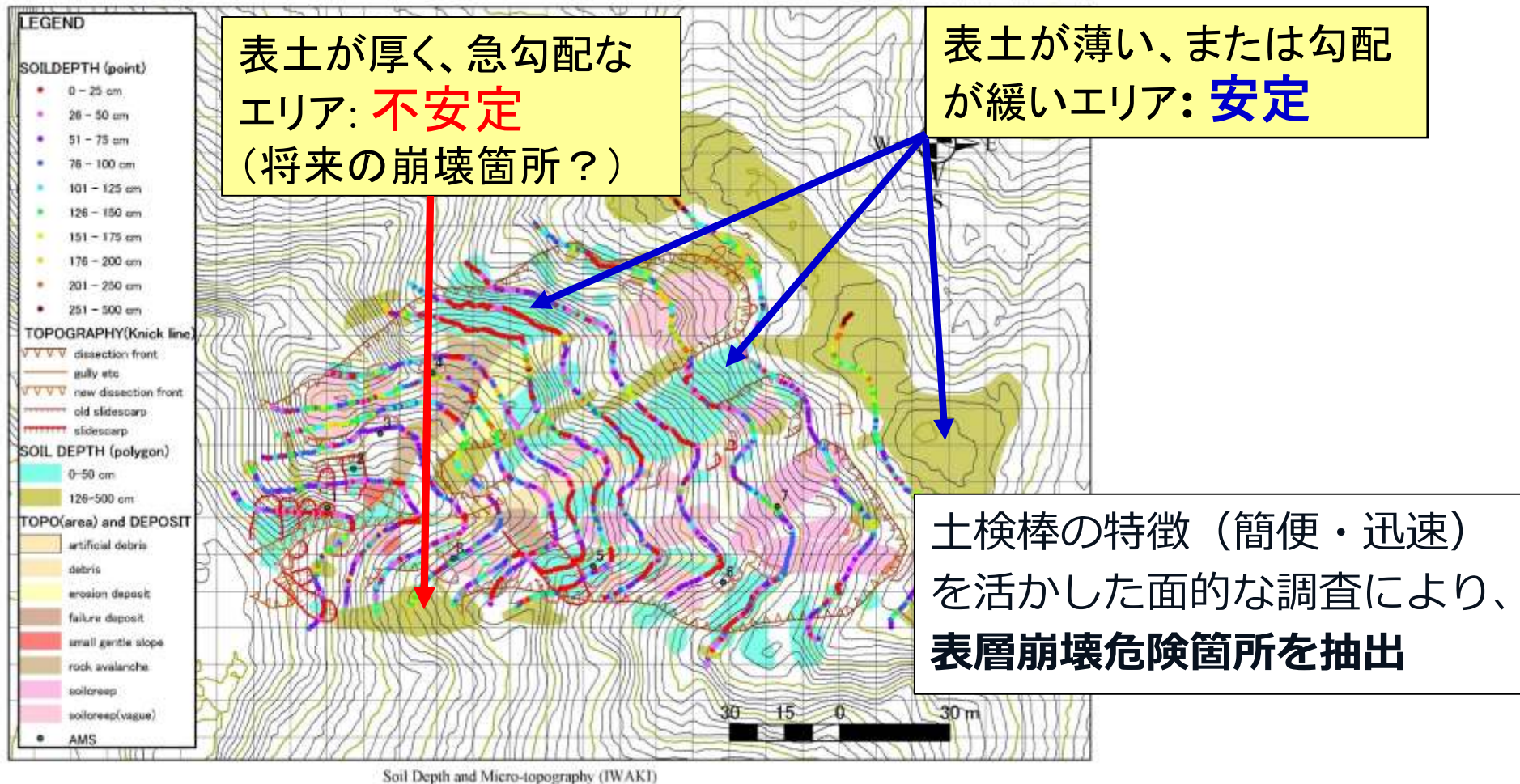
本日は動画は流れません

土層強度検査棒（どけん棒）の

調査事例の紹介

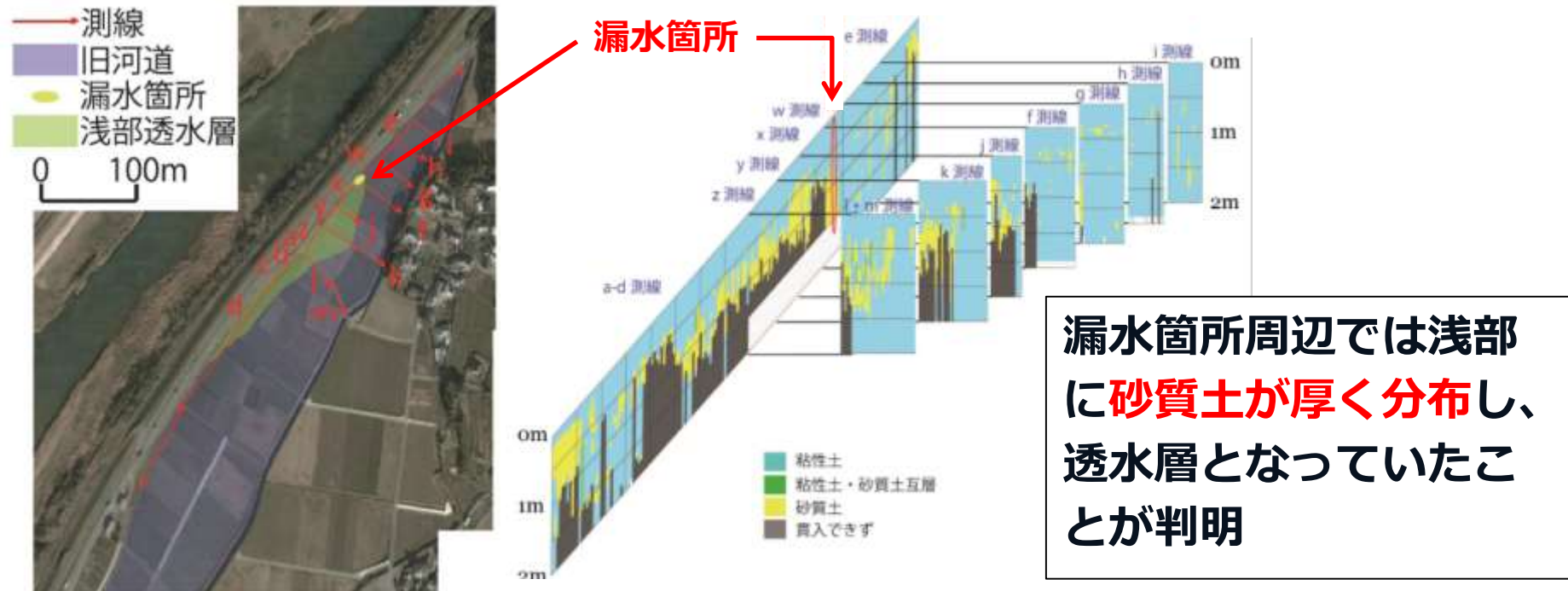
- ・ **表層崩壊危険箇所の絞り込み**
（斜面における土層深の面的調査）
- ・ **河川堤防の漏水原因調査**
（土検棒による堤防基礎地盤の地質構造把握）

- 踏査により地形や斜面を区分（尾根・谷、崩壊地等）し、測線ごとに1～2m間隔で土層深および斜面勾配を測定
⇒「表土の厚いエリア」「表土の薄いエリア」がパッチワーク状に分布



Soil Depth and Micro-topography (IWAKI)

- **堤防漏水箇所周辺の堤内側基礎地盤**において稠密（2m～4m 間隔）な**土検棒調査**を実施
- 貫入時の**手応えや音**から、**地盤構成材料（砂、粘土等）**を判定し、限界貫入深度とともに記録、**断面図**を作成
- 河川周辺の**地盤構造を安価に推定**でき、災害の原因調査のほか、合理的な対策工の施工範囲の決定など、利用が可能



- 土検棒は**軽量**で持ち運びが容易なため、山間部での調査を効率化
- 土検棒貫入試験により**2～3分で土層深を測定**できる。貫入強度の計測により換算N値等への変換も可能。
- 貫入時の音や手応えから、概略の地質区分も判定可能
- ベーンコーンせん断試験により**土のせん断強度を推定**できる。ただし、設計に用いる際には、室内試験の併用が望ましい。
- **斜面における危険箇所の抽出**のほか、**堤防基礎の漏水原因調査**など、**幅広い分野へ適応が期待**

- ・ **土木研究所地質チームHP**

土層強度検査棒の紹介ページ（動画あり）

(https://www.pwri.go.jp/team/tishitsu/topics_dokenbo.htm)

土木研究所資料第4176号「土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル（案）」

（上記HPより閲覧・ダウンロード可能）

- ・ **研究コンソーシアム「土層強度検査棒研究会」HP**

(<http://dokenbo.org>)

- ・ **ご不明な点は土研地質チームまでお問い合わせください**

TEL : 029-879-6769

E-mail: geology@pwri.go.jp