





**熊本地震等にみる  
土木地質調査の重要性**

(国研)土木研究所  
地質チーム  
佐々木靖人



## 紹介内容

1. 熊本地震の道路斜面被害にみる  
地質・地盤の影響  
⇒土木地質調査の重要性  
⇒道路斜面の点検、調査の留意点  
(とどき土研の関連研究を紹介)



## 道路のり面斜面災害の概況

(留意)

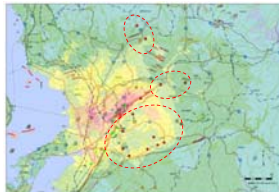
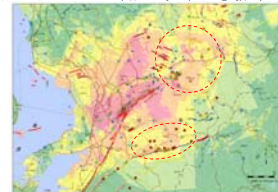
- ・本報告は道路の切土のり面・斜面を主体に整理
- ・本報告の道路被災箇所分布は暫定的なもの  
(国や自治体公表箇所と独自調査による)

**熊本地震前震 道路被害**

災害位置: 熊本県速報(道路災害44箇所)  
震度分布: J-RISQ 地震速報(4月14日21:26前震)の  
解析結果図を引用 <http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/>

**熊本地震本震 道路被害**

災害位置: 熊本県速報 九州地方整備局の速報に踏査データを追加(道路災害135箇所)  
震度分布: J-RISQ 地震速報(4月16日1:25本震)の  
解析結果図を引用 <http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/>

**震度5弱以下でも落石が多く発生。 震度6以上で崩壊が多発。**

・地質災害は「免疫性」がある。  
⇒定期点検の重要性  
(時間がたつと免疫が低下)

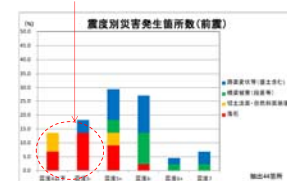
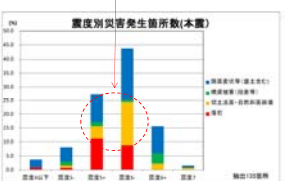
凡例
● 切土斜面・自然斜面崩壊
○ 崩壊(崖崩壊等)
● 落石
▲ 崩壊状況等(盛土含む)

注: 同一箇所でも前震・本震ともに被災している箇所は前震の被災箇所プロット

### 前震(4/14\_21:26)と本震(4/16\_1:25)の道路被害の比較

**・前震:**  
震度5弱以下で落石が多く発生。発生地域では近年震度5弱の地震がなかった。(2000年嘉島町で震度5弱)

**・本震:**  
震度5強・6弱以上が脆弱な地形地質域に及び崩壊が多発(南阿蘇・緑川周辺)。

**・ただし前震による崩壊箇所周辺で本震により崩壊も。  
⇒異常時点検の重要性**

### 熊本地震前震の被災箇所が本震で拡大した例



御船町445号の崩壊



写真による立体図

本震前の崩壊範囲は、東側半分(右側)の範囲。本震以降、西側に拡大。  
⇒(教訓)崩壊箇所の隣接斜面の崩壊に留意

本震前に発生した崩壊



地層図 熊本地震正射写真 4月15日撮影

本震で発生した崩壊



地層図 熊本地震正射写真 4月16日撮影

(こんな例もある)  
**岩手・宮城内陸地震の崩壊  
 箇所が東日本大  
 震災でまた崩壊**

岩手・宮城内陸地震後  
 (H21.6月)  
 → (教訓) 過去の崩壊  
 部に隣接する「ゆる  
 み」に留意

東日本大震災後 (H23.4月)

岩手県一関市厳美町下真坂(一般国道342号)のやや一関側  
 (岩手・宮城内陸地震で落ち残った古いモルタル箇所が崩壊)

被災により地質は変化し安定性に影響する。

- 崩壊で不安定部が全て除去されたか？
- 崩壊箇所周辺が不安定化していないか？

等に留意して点検・調査する必要

(土研開発)ゆるみを調べるエアートレーサー試験

トレーサーの流出

緩みゾーン

エアートレーサー試験装置

トレーサーの流入

トレーサーの流出

ボーリング孔の開口亀裂にトレーサーを送入

表面の開口亀裂にトレーサーを送入

試験方法

1. 煙を岩の中に押し込む。
2. 煙が、どこからどのように出てくるか観察する。
3. どの割れ目が開いてつながっているか、分析する。

\* 本試験法は大谷、佐々木が特許取得

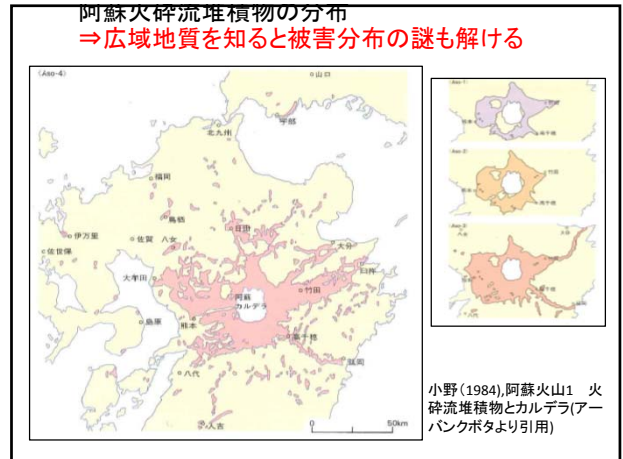
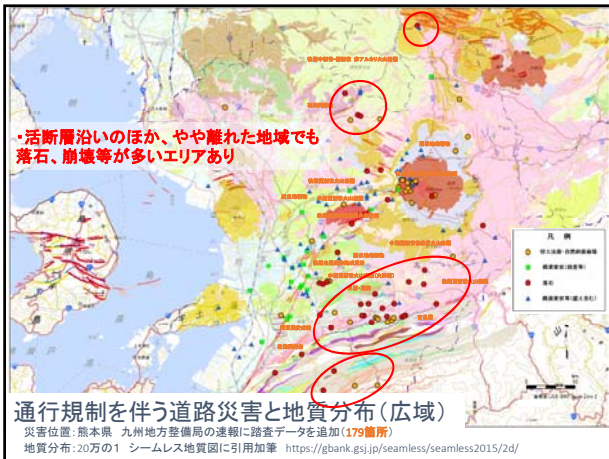
ゆるんで開いた岩の割れ目がどうつながっているか確認すると、くずれやすい場所がよくわかる！

ボーリング孔を用いたエアートレーサー試験

注入ポイント

煙は緩んだ岩盤を取り囲むように流出

広域地質の影響



広域地質に留意

広域地質により被災しやすさ、災害形態が大きく違う。  
⇒広域地質と過去の災害履歴等を対比し、リスク・災害形態を推定する。

・「活断層近傍かどうか」も、広域地質の一種(仮に1万年に1回動くB級活断層でも、100年利用する土木施設なら、1/100の確率で被災する。)  
⇒活断層近傍の土木施設は、防災・減災上の特別な配慮の必要性を検討する?

- 活断層に対する土木施設の対応例
- 活断層直上の重要施設を避ける(ダム等で実施)
  - 活断層による地震動・地盤変位・崩壊に強い設計
  - 活断層近傍での優先耐震・耐変位・耐崩壊対策
  - 活断層近傍のリダンダンシーの強化(道路網強化等)
  - 活断層近傍地域での地震時早期復旧体制



## 微細地形地質の影響

## 熊本地震での特徴的な災害形態

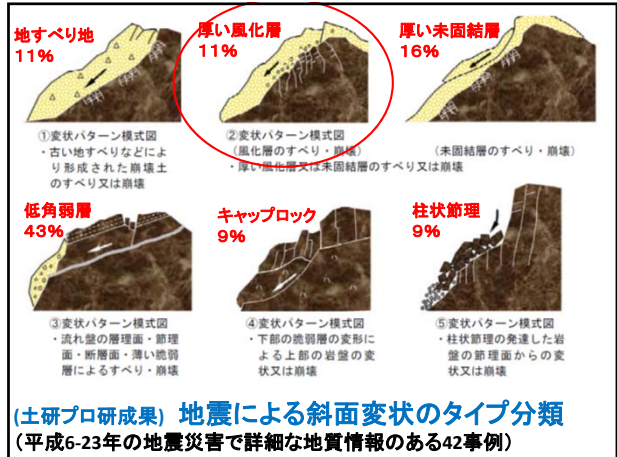
- ①長大な自然斜面(カルデラ壁等)の遠方からの大規模崩壊  
⇒(国道57号等)
- ②火山灰質未固結層での側方流動的な災害(カルデラ周辺)  
⇒橋梁基礎なども(南阿蘇橋等)
- ③複雑な火山性地質構造に規制された崩壊  
⇒埋没谷(長陽大橋西側の道路斜面等)  
⇒層状構造(戸下大橋沿いの道路斜面等)
- ④亀裂性岩盤の急崖での岩盤崩壊、落石  
(亀裂、緩みの分布や方向により様々な形態)  
⇒離れた地域でも発生(大分、緑川方面等)

### ①長大な自然斜面の大規模崩壊



国道57号、及び325号(阿蘇大橋)

⇒(教訓)遠方の大規模斜面について、崩壊跡地形、地質状況、風化状況などを点検する必要(航空レーザ測量、簡易地質調査技術)



### ②火山灰質未固結層による影響

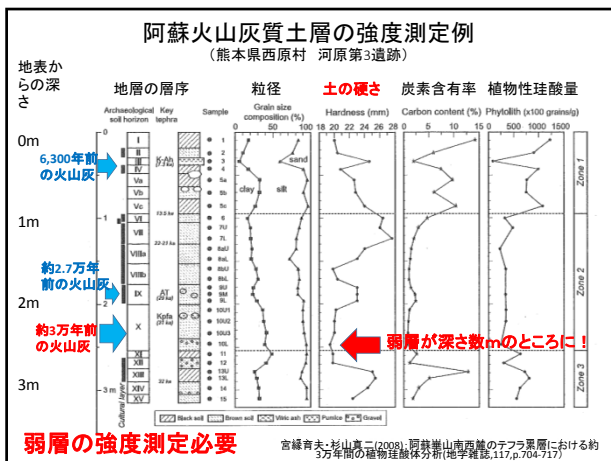
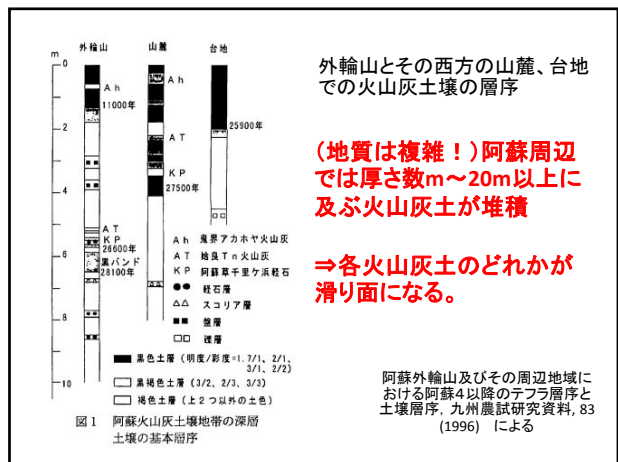
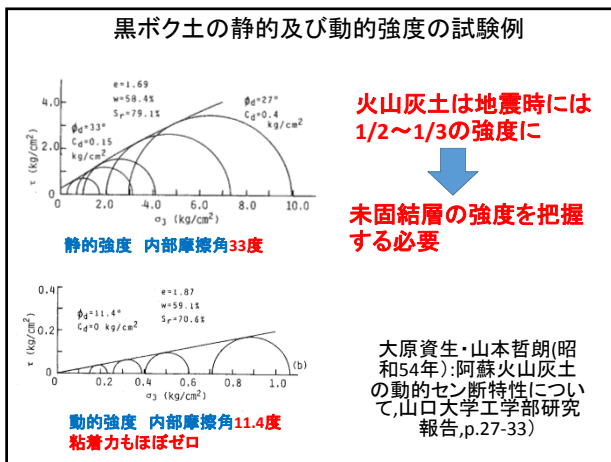
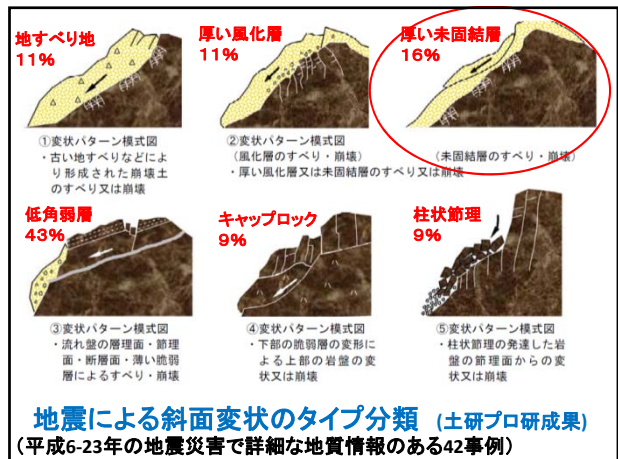
黒川に面した立野地区の道路

・火山灰質な厚い未固結層が多くの箇所では被害を発生させた。

⇒(教訓)火山灰質未固結層が厚く堆積する地域、また、それが急崖や構造物基礎地盤をなす箇所に留意が必要

テフラ層の地すべりについては釜井(2016)、地すべり学会初動調査団(2016)、砂防学会(2016)等、多数の報告あり





・未固結層の厚さ、強度を広域的に測定する必要。  
 ⇒従来技術では困難。迅速な地質計測技術

**⇒(土研式)土層強度検査棒**  
 (貫入強度、粘着力・内部摩擦角を同時に簡易に測定)

**土層の強度分布を現地で簡易に  
⇒(土研式)土層強度検査棒**  
(貫入強度、粘着力・内部摩擦角を同時に簡易に測定)

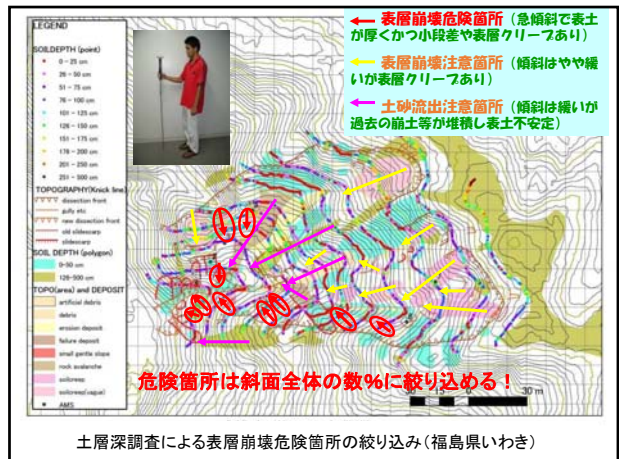
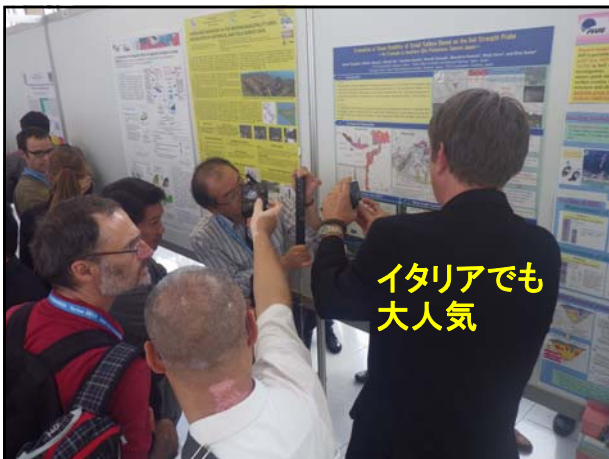
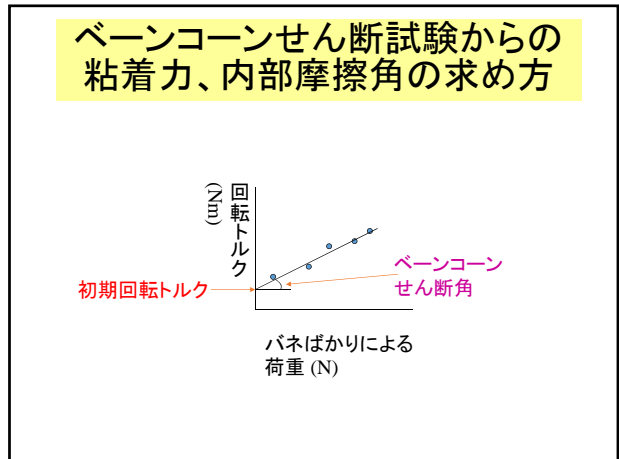


**土層強度検査棒による  
せん断強度(粘着力、内部摩擦角)測定**

・ベーンコーンを利用  
・バネばかりで所定の垂直荷重をかけたままロッドを回転させ、回転時のトルクを測定  
・複数の垂直荷重で上記試験を数回繰り返す

**粘着力と内部摩擦角が30度程度で測定可能**

Vane cone





・土層強度検査棒は複数社から販売中。

・近々、コンソーシアムも立ち上げる予定。

・問い合わせは土研地質チームないし販売会社へ  
(現在、応用地質、環境地質サービス、太田ジオリサーチの3社で販売)

③複雑な火山性地質構造によるもの

—埋没谷の影響—

村道筋の木立野線  
長陽大橋西側斜面

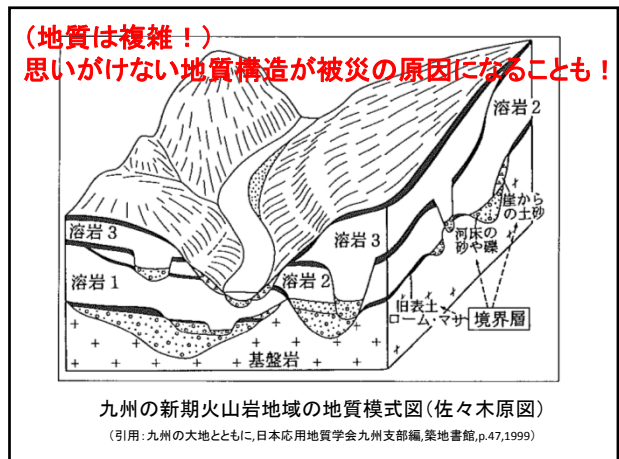
埋没谷を埋める自破砕溶岩と火山性未固結層の変動?

⇒変位の深さと地質構造の影響等を調査中

⇒(教訓)急崖ぎりぎりの道路はなるべく計画しない



古い谷を埋めた火山性堆積物の(古い)谷斜面に沿った斜面変動?  
⇒(教訓)地表の変動が火山地域特有の複雑な地質構造に規制されている可能性に留意



熊本地震以外での  
被災形態例

