

斜面表層の簡便な土層強度調査と対策工の提案 —平成 22 年 9 月神奈川県北部豪雨災害の調査事例—

Proposition of simple cone-penetration test measurement and slope conservation countermeasures
— A case study of debris disaster caused by heavy rain in North Kanagawa, September 2010 —

下河敏彦*¹ 稲垣秀輝*² 小坂英輝*² 鵜沢貴文*²
Toshihiko SHIMOGAWA Hideki INAGAKI Hideki KOSAKA Takafumi UZAWA

Abstract

About 90% or more of the slope disasters occur as surface collapses. As a case study, we report debris disaster caused by heavy rain in Northern Kanagawa, September 2010. This report proposes Handy type method of Soil slide survey and countermeasure without removing vegetations.

Key words : surface collapse, Fuji 1707 Scoria, soil depth, cone-penetration test measurement
simple slope conservation countermeasure (TEKKON)

1. はじめに

近年、山地だけでなく、開発の進んだ中山間地や都市近郊においても斜面災害が増えている。我が国に発生する斜面災害は、約 90% が表層崩壊である (稲垣, 2002)。したがって、斜面災害を防止・軽減するためには、土層厚やその強度分布を明らかにすることが重要である。本報告では、簡便かつ経済的で、環境負荷も少ない表土層の調査方法および安定工法について新たな提言を行う。

2. 表層崩壊斜面における土層深および強度の計測

2.1 対象地域概要

2010 年 (平成 22 年) 9 月 8 日に、台風 9 号およびその北東方に位置する停滞前線の活動により神奈川県、静岡県境付近を中心に豪雨が発生した。雨量はアメダス丹沢湖観測所で日雨量 495 mm, 最大時間雨量 70.5 mm に達した。特に丹沢湖西部の山北町世附地区周辺で、多くの表層崩壊や土砂の流出が認められた (稲垣, 2002; 下河・稲垣, 2011)。

このうち、長さ 80 m, 比高 55 m, 傾斜 30~35° で深さ 0.5~2.0 m のガリー状の崩壊斜面 (写真-1, 2) で、土層深および強度を計測した

2.2 土層深さおよび強度の調査結果

崩壊が発生した斜面は、宝永スコリアの降下堆積物が約 150 cm 堆積しており、その下部に旧表土 (礫混じり褐色土) が堆積している。崩壊は、宝永スコリアの降下堆積物と礫混じり褐色土との境界で発生している。崩壊地の地質平面図を図-2 に示す (鵜沢・稲垣, 2011)。

筆者らは、この崩壊地について、土層強度検査棒によ



図-1 対象地域の位置
Fig.1 Study Area

り土層深を 24 地点、土層強度は宝永スコリア層及び崩積土を代表する C 地点 (宝永スコリア層)、D 地点 (崩積土) で調査を行った。また、土層強度検査棒による測定値と Nd 値との関係を確認するために、C、D 地点で簡易貫入試験を合わせて行った (図-3)。

崩壊地の右岸側で、崩壊斜面全体にわたる土層深を調査した。その結果を図-4 に示す。簡易貫入試験の結果によれば、深度 0.5~2.5 m から風化岩盤が分布し、Nd 値が 10 を超える。土層強度検査棒の貫入深度は、この風化岩盤の分布域までであり、崩壊面の深さ、Nd 値 > 10 とよく一致する。ここに分布する崩積土、スコリアおよび旧表土の C・φ を土層強度検査棒で求めると表-1 のとおりになり、スコリア層直下の旧表土の土層強度が最も小さく、ここですべりが発生した事実を裏付ける結果となった。

*1 正会員 株式会社環境地質 Member, Kankyo Chishitsu. Co.,Ltd (shimogawa@kankyo-c.com) *2 株式会社環境地質 Kankyo Chishitsu. Co.,Ltd



写真-1 ガリー状崩壊地 (下流側を望む)
Photo 1 Surface collapse and galley-erosion



写真-2 流出した宝永スコリア
Photo 2 Debris-sediment of Fuji 1707 Scoria

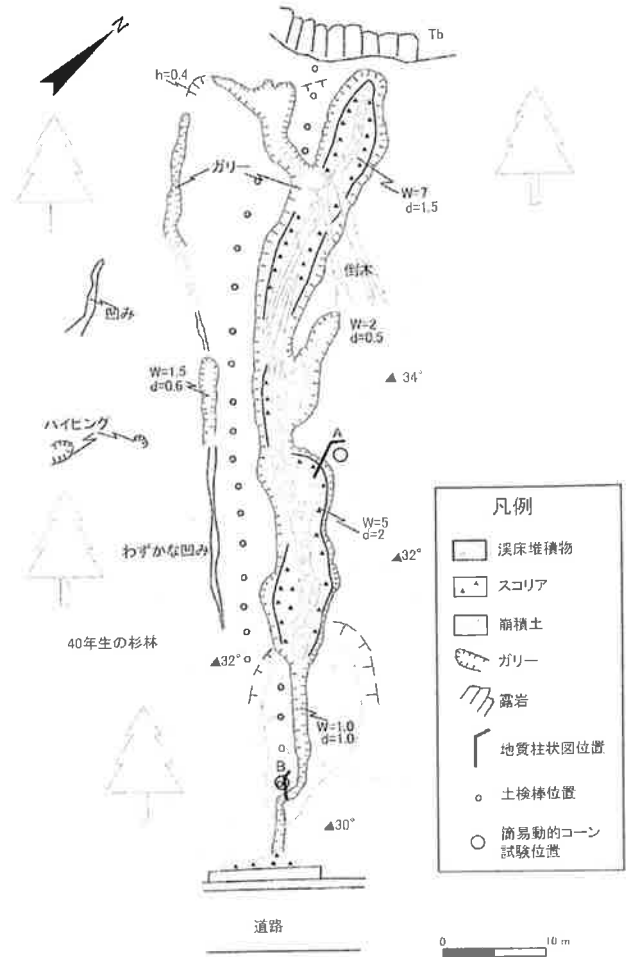


図-2 崩壊地の地質平面図
Fig.2 Detailed Map of Situation of surface collapse

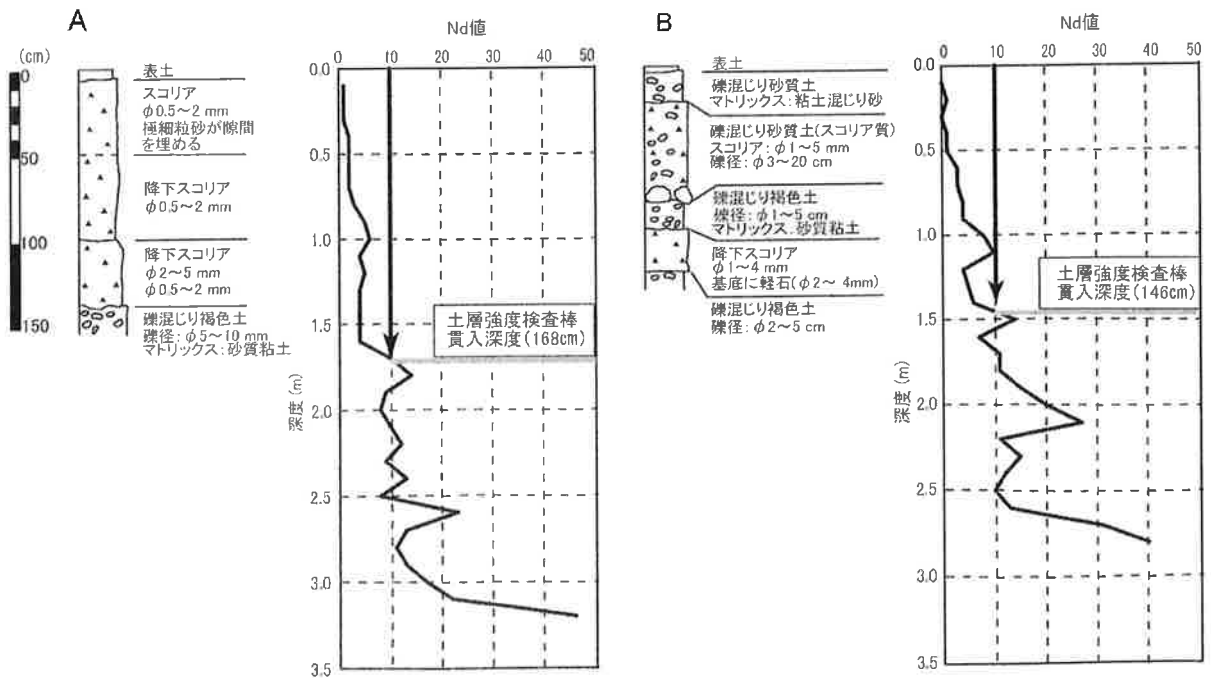


図-3 土層強度検査棒貫入深度と簡易貫入試験結果との関係 (山北町)

Fig.3 Relation between penetration depth of portable dynamic cone penetrometer and new Cone-penetration test measurement

表-1 土層強度の測定結果
Table 1 Calculation results

地質	崩積土	宝永スコリア	表土
粘着力 (C: N/m ²)	9.0	4.5	18.1
内部摩擦角 (φ: °)	30.4	39.6	17.7



写真-3 箱根町の対象斜面
Photo 3 Survey slope at Hakone town

3. 斜面の表層崩壊防止工法（鉄根打設工法）

先に示した 2010 年 9 月神奈川県北部豪雨災害後、隣接する箱根町の植林斜面（幅 8 m, 比高 4 m, 勾配 40°）で、宝永スコリア層を主体とした表層崩壊を防止するために、土層強度を調査した（写真-3）。

土層強度の調査結果を図-4、表-2に示す。この調査でも、土層強度検査棒の貫入深度は簡易貫入試験の Nd 値が 10 以上となる地点とよく一致している。また、宝永スコリア層の土層強度は、先述した神奈川県北部の世附周辺地区のものに近い値を示し、崩壊しやすい条件化にあると考えられる（図-4）。

このような結果から、当該斜面は表層を安定させる必要が高いと判断された。ここで、植林を残したまま斜面の表層崩壊防止工法を施工した。この工法は、森林の根系がもつ国土保全機能を維持したまま斜面の表土層を補

表-2 箱根町の対象斜面における宝永スコリア層の土層強度
Table 2 Calculation results of Fuji 1707 Scoria layer
(at Hakone Town)

地質	宝永スコリア
粘着力 (C: N/m ²)	6.6
内部摩擦角 (φ: °)	36.4

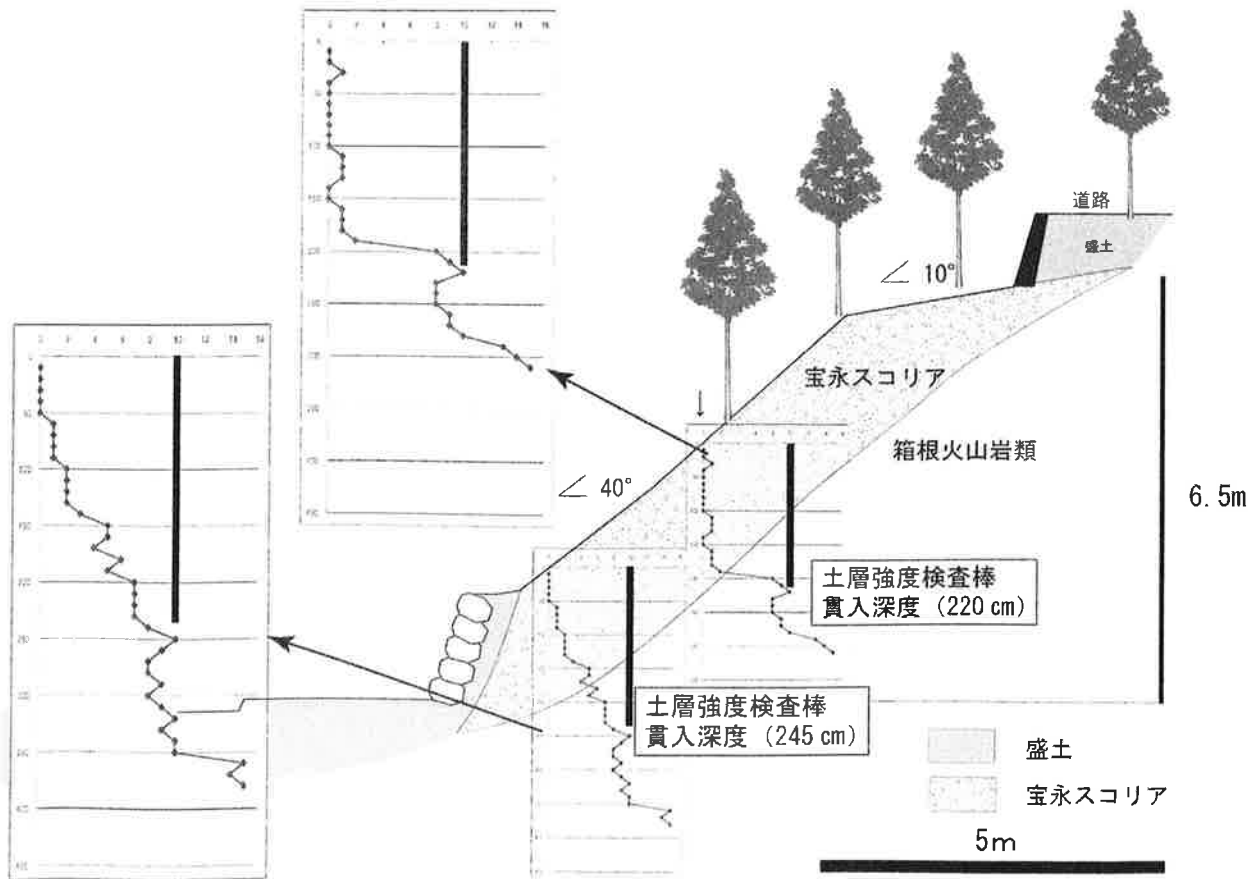


図-4 土層強度検査棒貫入深度と簡易貫入試験結果との関係（箱根町）

Fig. 4 Schematic geologic cross-section and result of New Cone-penetration test measurement and portable dynamic cone penetrometer

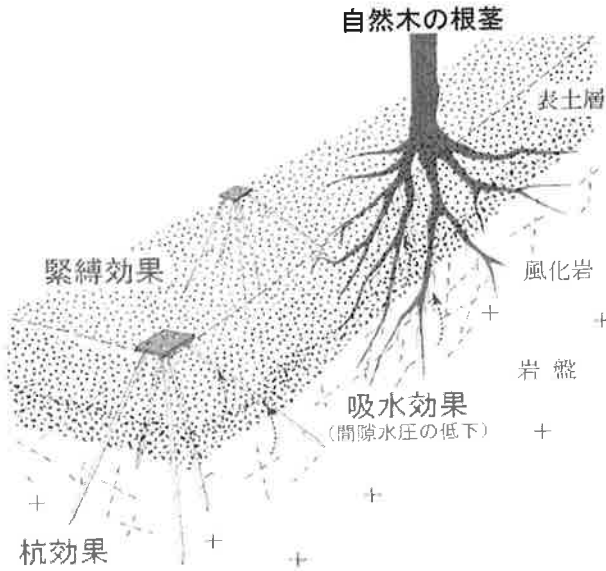


図-5 鉄根打設工法の概念図

Fig.5 Concept of New Simple slope conservation countermeasure



写真-4 鉄根打設工法の施工状況

Photo 4 Under Construction of New Simple slope conservation countermeasure and parts set

強する工法である。細長い鉄製の有孔管を木の根のように配置することで、表土層の杭効果、緊迫効果を期待し、有孔ストレナ加工をすることで吸水効果（間隙水圧の低減）を期待するもので、簡便で環境負荷も少ない。いわば、鉄製の擬似根系を作るともいべき工法で、「鉄根打設工法」と称する工法である（図-5、写真-4~6）。

鉄根打設工法施工後、台風8号など時間雨量50mm以上の豪雨があったが、今のところ表層崩壊はなく、効果を発揮している。

4. まとめ

今回使用した土層強度検査棒を用いた神奈川県山北町の崩壊地調査の所要時間は約2時間、箱根町の斜面では土層強度調査から鉄根打設工法の施工まで約4時間程度であった。



写真-5 鉄根打設工法の施工状況

Photo 5 New Simple slope conservation parts set



写真-6 鉄根打設工法の施工後の状況

Photo 6 After construction

このように大変短い時間で土層の深さや強度を計測することができ、土砂災害の大半を占める山地斜面表層の不安定な土層深や、その強度を簡易的に求める調査法として土層強度検査棒が効果的であることが検証された。そして、この土層強度検査棒を用いた斜面評価に基づき、植生の国土保全機能を補完する鉄根打設工法による対策を行うことは、経済的にも、環境負荷も少ない斜面安定対策工として普及が期待される。

引用文献

- 土木研究所資料 第4176号 (2010)：『土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル (案) (平成22年7月)』, 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ地質チーム
- 稲垣秀輝 (2002)：根系層崩壊、土と基礎, Vol. 50, No. 5, p. 5-7
- 下河敏彦・稲垣秀輝 (2011)：平成22年9月8日神奈川県北部豪雨災害と土砂移動, 平成23年度砂防学会研究発表講演集, p. 420-421
- 鶴沢貴文・稲垣秀輝 (2011)：土層強度検査棒を活用した斜面の表層土砂流出防止工法の提案, 平成23年度応用地質学会研究発表講演集, p. 57-58

(Received 12 September 2011; Accepted 26 September 2012)