

花崗岩地域における潜在崩土層厚調査事例 —簡易動的コーン貫入試験と土壤検査棒を用いて—

株式会社ダイヤコンサルタント ○岡崎 敬祐
 兵庫県森林林業技術センター 藤堂 千景
 株式会社ダイヤコンサルタント 鏡原 聖史・根本 信行
 高橋 良輔・伊東 陽希
 日比野共希

1. はじめに

我が国は、斜面崩壊が発生しやすい地形・地質条件下にあり、豪雨や地震等の外的要因も伴い、土砂災害が多い状況にある。このような背景から、表層崩壊発生箇所の予測や斜面对策工の配置を適切に行うため、動的コーン貫入試験器を用いた広域斜面における土層調査が多く実施されてきた。

本稿では、表層崩壊の発生が想定される広域斜面に対して、従来型の簡易動的コーン貫入試験と可搬性に特化した土壤検査棒を併用した土層調査を行い、両試験の調査結果の整合性や調査時間について検討した。検討結果から、広域斜面における土層調査を効率的に実施するために必要な簡易動的コーン貫入試験の調査箇所割合を提案する。

2. 調査地の概要

図1に調査地の概要図を示す。調査地は、兵庫県神戸市有野町の茶園谷上流部に位置する2.4ha程度の山腹斜面である。地質は全域に六甲花崗岩が分布しており、調査地内では深さ1.0m程度の表層崩壊が発生している。谷部には、古い土石流堆積物を含む谷埋堆積物が厚く堆積しており、山腹斜面には風化残積土が1.0m程度堆積する状況である。また、調査地の北側に北東-南西方向の湯谷川断層が分布しており、それに直行する方向でリニアメントがいくつか認められる。表層崩壊が発生している箇所はリニアメント沿いに多く確認される。



図1 調査地の現地概要図

3. 現地調査方法

土層調査は、南側斜面の図2に示す範囲で10m×10mの格子を組み、各格子点で実施した。簡易動的コーン貫入試験¹⁾は、全格子点で10mピッチ毎の実施が望ましいが、作業性を考慮して20mピッチ毎に

68箇所実施した。土壤検査棒²⁾は、簡易動的コーン貫入試験箇所の間を補完する形で10mピッチ毎に188箇所、簡易動的コーン貫入試験と同箇所¹⁾で68箇所の合計256箇所実施した。ここでは、両試験の調査結果や調査時間の違いを把握するために、同箇所¹⁾で実施した68箇所分のデータについて分析した。

簡易動的コーン貫入試験は、図3に示す器具を用いて、重さ5kgのドライブハンマーを自由落下させた時の打撃により先端コーンを地盤へ貫入させて地盤硬度(Nd値)を得る試験である。本調査地ではNd ≤ 30となる深度または調査深度5m³⁾4)まで調べた。

土壤検査棒は、図4に示す器具を用いて、人力で貫入可能な深度まで調べた。場所によっては、礫あたりによるばらつきがあったため、試験地点の周辺で3~5回試験を行い、最大貫入深度を記録した。

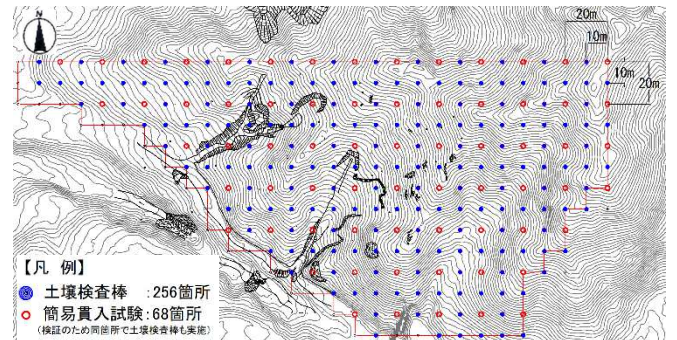


図2 試験位置図

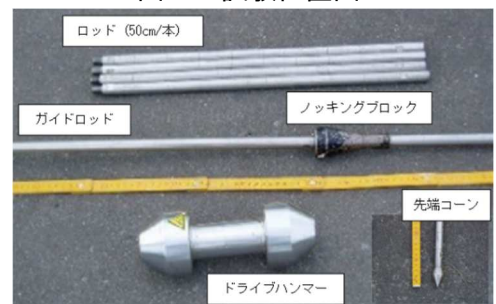


図3 簡易動的コーン貫入試験器¹⁾



図4 土壤検査棒試験器²⁾

4. 現地調査結果

図5に簡易動的コーン貫入試験と土壤検査棒の試験結果を示す。グラフの黒線が簡易動的コーン貫入試験時の貫入深度とNd値(10cm貫入したときの打撃回数)の関係を示しており、Nd値が12以下の土層を潜在崩土層(表層崩壊が発生する可能性のある土層)とした。調査地の斜面は、図5の左側のようにNd値が低い層が連続し、ある深度で急激に硬度が変化する挙動が最も多い傾向にあった。また、調査地の中でも尾根に近い箇所は露頭が認められ、その周辺斜面では、図5の右側のように局所的にNd値が高くなり、その後Nd値が低下する挙動を繰り返す結果が見られた。これは、地盤内に礫分が多く、礫当たりによる影響と考えられる。

土壤検査棒の試験結果は図5の青色の点で示す。左側の場合には、土壤検査棒の貫入深度は、Nd値が急激に変化する深度付近まで貫入しており、簡易動的コーン貫入試験の結果と整合していると言える。一方で、右側の場合には局所的なNd値の変化が多く、Nd \leq 12の深度がGL-1.5m付近であるのに対して浅層までしか貫入しない場合が認められた。ただし、このような箇所においても数回場所をずらして実施することでNd値=12程度の層まで貫入可能であることを確認した。

図6に両試験を実施した68箇所の試験結果の比較を示す。横軸が簡易動的コーン貫入試験で調べた潜在崩土層厚、縦軸が土壤検査棒の最大貫入深度を示し、黒い点線が両試験の試験結果が1:1を示す線となっている。この図より、1:1の線の周囲に両試験結果の比が分布していることがわかり、簡易動的コーン貫入試験で得られた潜在崩土層厚に対して、10~20cmの誤差を持ちながらも土壤検査棒の貫入深度は、概ね同深度まで貫入していることがわかる。ただし、数箇所は右下側に大きく寄った点が認められ、これは簡易動的コーン貫入試験結果よりも浅い深度で土壤検査棒の貫入深度がとどまっていることを示しており、深部になるほど摩擦が大きくなり、土壤検査棒では貫入しづらくなるためと思われる。

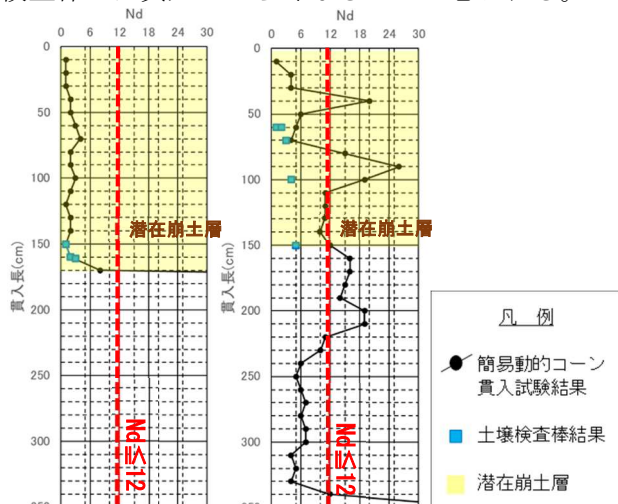


図5 試験結果の比較

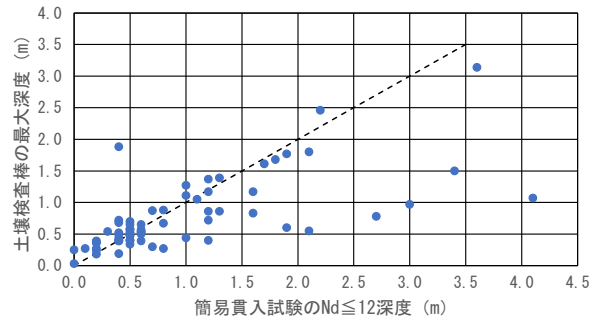


図6 試験結果の比較(全数)

5. 考察

簡易動的コーン貫入試験と土壤検査棒の試験結果を比較すると、潜在崩土層厚(Nd \leq 12)まで両試験とも同程度貫入する傾向が認められた。また、表1に示す通り、両試験の作業時間をいくつかの箇所で検証した結果、浅い深度の場合には作業時間は同等であるが、貫入深度が長くなる場合には土壤検査棒のほうが20分も早く試験値を得られた。この結果より、可搬性にも優れる土壤検査棒を併用する形で土層調査を実施すれば、より効率的に広範囲の斜面に対して土層調査が実施できることを示唆する。

ただし、礫が多い地盤に対しては、今回の結果のようにばらつきが大きくなる可能性が高く、簡易動的コーン貫入試験により20mピッチで地盤状況を確認してから実施することが望ましい。

表1 作業時間の比較

試験地	簡易動的コーン貫入試験		土壤検査棒		
	貫入深度(m)	潜在崩土層厚 Nd \leq 12(m)	作業時間	最大貫入深度(m)	作業時間
15-28	3.48	1.5	0:30	1.5(5回)	0:11
15-20	0.60	0.5	0:05	0.5(5回)	0:05

6. おわりに

従来、山腹斜面の土層調査は簡易動的コーン貫入試験による調査が主流であり、広域斜面では時間も労力もかかる状況であった。今回の検討から、まさ土地域においては、GL-2.0m程度までは土壤検査棒でも潜在崩土層厚を把握可能であり、簡易動的コーン貫入試験の実施箇所を従来の約25%に抑えて効率的に作業ができる可能性がある。今後は、他地域の地質においても同様に検討を行い、土壤検査棒を交えた広域斜面における土層調査法の確立を目指したい。

参考文献

- 1) 社団法人地盤工学会：新規制定地盤工学会基準・同解説 動的コーン貫入試験方法(JGS 1437-2014) 基準, 2014.
- 2) 独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ：土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル(案), ISSN0386 5878, 土木研究所資料, 第4176号, 2010.
- 3) 沖村ら：一試験地における風化花崗岩斜面の土層構造と崩壊発生深さに関する研究, 新砂防, 33-1, pp.7-16, 1980.
- 4) 小山内ら：簡易貫入試験を用いた崩壊の恐れのある層厚推定に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第261号, pp.1-29, 2005.