

簡易貫入試験結果に基づく表層土層厚設定手法の検討

株式会社オリエンタルコンサルタンツ ○矢渡岳・秋山怜子・井口慧・石田美津希

国土交通省局 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 山越隆雄・田中健貴・吉田拓海

1. はじめに

表層崩壊発生箇所予測手法のひとつとして、崩壊発生プロセスに基づく物理モデルを用いた手法が挙げられる。ここで、物理モデルの入力パラメータである土層厚や土壌の物理性は、空間的なばらつきが大きく、斜面における分布特性は明らかではない。そのため、簡易貫入試験によって空間分布を把握する手法が提案されてきた（内田ら、2009）。

パラメータの1つである土層厚の、計測に基づく設定手法として、崩壊実績や簡易貫入試験結果をもとに、一定のNd値（コーンが10cm沈下するのに必要な打撃回数、硬さの指標）の深さ～地表面を土層厚と仮定していた。しかし、簡易貫入試験結果からNd値が急変する層を明瞭に確認できない場合も多く、その深さも様々である。

そこで、本報告では、既往調査及び新たに実施した簡易貫入試験の計1048点の結果を精査し、打撃回数が急変するNd値とその深さについて整理した。また、2021年8月豪雨にて土石流が発生し、過去に簡易貫入試験が実施されていた斜面に対して、再度簡易貫入試験を実施し、土石流前後の簡易貫入試験結果および崩壊深を比較した。

2. 研究方法

(1) 対象データ

検討対象とした簡易貫入試験実施位置を図1に示す。既往の簡易貫入試験の精査は、2003年に以降に広島県内にて実施されていた各地区での簡易貫入試験結果（計1048箇所）を対象とした。

土石流前後の簡易貫入試験結果および崩壊深の比較は、2021年8月豪雨にて土石流が発生した1溪流（相田地区）の簡易貫入試験結果（土石流前後で計38箇所）を対象とした。なお、土石流発生前の簡易貫入試験は2003年に実施され、土石流発生後の簡易貫入試験は2023年に実施した。

(2) 検討方針及び手法

簡易貫入試験の精査は、簡易貫入試験結果のデータシートを基にNd値の推移の傾向を、①Nd10の境界が明瞭なもの、②Nd20の境界が明瞭なもの、③その他のNd値で明瞭な境界があるもの、④漸変して不明瞭なもの、の4つのグループ（図2）に分類し、Nd値が急変する深さを整理した。さらに、データシートから、目視により変曲点の深度とNd値を読み取り、整理した（図3）。

土石流前後の簡易貫入試験結果と崩壊深の比較は、崩壊発生後のデータシートを崩壊深分だけ鉛直方向にずらし、崩壊発生前のデータシートおよび崩壊深と比較した（図5）。

3. 結果と考察

(1) 簡易貫入試験結果の精査とその傾向

既往の簡易貫入試験結果の精査から、Nd値推移のグループは、「分類③：その他のNd値で明瞭な境界があるもの」が多く、明瞭な変曲点は必ずしもNd10、Nd20ではなかった。また、変曲点毎のNd値と深度の関係を（図4）に示す。変曲点①のNd値の平均値が8、深さの平均値99cmであった。変曲点②③は、バラつきが大きい結果となった。



図1 検討対象とした簡易貫入試験箇所

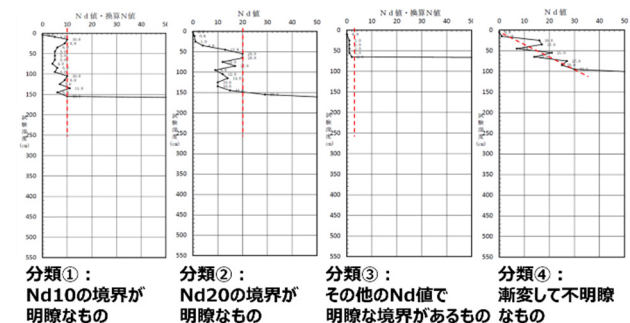


図2 Nd値の推移の分類イメージ

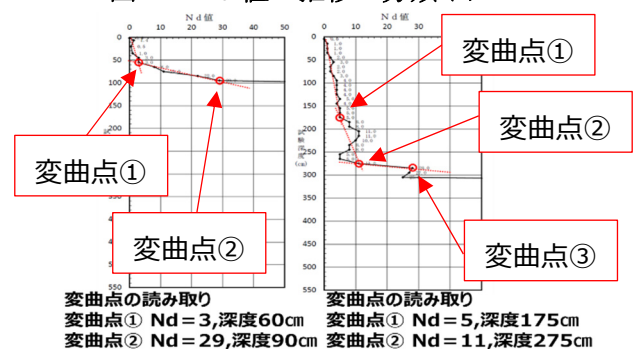


図3 Nd値推移の変曲点読み取りイメージ

精査の結果、Nd 値と変曲点の深度は必ずしも一定の関係を示さなかった。また、今回整理した結果については、これまで指標とされてきた Nd10、20 の深さが土層の硬さ境界とは合致していなかった。

(2) 崩壊深と崩壊前後の簡易貫入試験結果比較

相田地区において崩壊発生前後の簡易貫入試験結果と崩壊深を比較し、比較的良好に崩壊残土の厚さを確認することができた(図 5 黄色矢印)。なお、AID-10 は、土層内の礫・転石が今回の土石流により移動し、2.0m 以深に存在していた Nd 値が小さい土層が現れた可能性がある。

図 6 に崩壊前後の簡易貫入試験結果と崩壊深の関係を示す。崩壊深(赤線)と変曲点①(青線)の深さの関係としては、変曲点①より深い崩壊深は確認されなかった。このことから、Nd 値の変曲点①の深さが、「土砂移動の可能性がある土層厚」に対応することが示唆される。

ただし、崩壊深は変曲点①の深さの範囲内にあるが、崩壊の深さに傾向や Nd 値との対応は見られず、崩壊深に対応する厚さと Nd 値に明瞭な特性は確認されなかった。

4. まとめと今後の課題

簡易貫入試験結果を精査し、今回整理した結果については、これまで指標とされてきた Nd10、20 の深さが土層の硬さ境界とは合致していなかった。しかし、今回確認した Nd 値の変曲点①の深さが、「土砂移動の可能性がある土層厚」=「表層土層厚」に対応する可能性が示唆された。

また、相田地区における土砂移動前後の簡易貫入試験と崩壊深の比較より、簡易貫入試験より得られる Nd 値の推移から「土砂移動時に動く可能性のある最大厚さ」=「表層土層厚」の把握は可能だが、「実際に移動する厚さ」=「崩壊深」に関しては、Nd 値との対応は得られず、簡易貫入試験での把握は難しいことが示された。

本検討の結果から、簡易貫入試験により、実施箇所ピンポイントの表層土層厚の把握は可能であるが、Nd 値の推移は位置によって異なるため、Nd 値を用いた周辺斜面の表層土層厚の推定には課題があることが確認された。ただし、本検討で用いた変曲点①の深さには上限値があり、これは、逢坂ら(1987)が示す山地斜面の表層土層厚の形成限界に対応するものと考えられる。

今後は、山地斜面における表層土層厚の形成限界により、崩壊深が表層土層厚の範囲内に収まることを前提に、地質ごとの表層土層厚の形成限界

の設定や、崩壊深の推定手法の検討をし、流域単位での土砂生産量の把握に繋げていきたい。

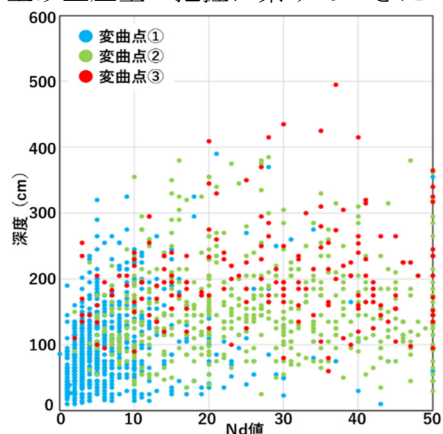


図 4 Nd 値と深度の関係

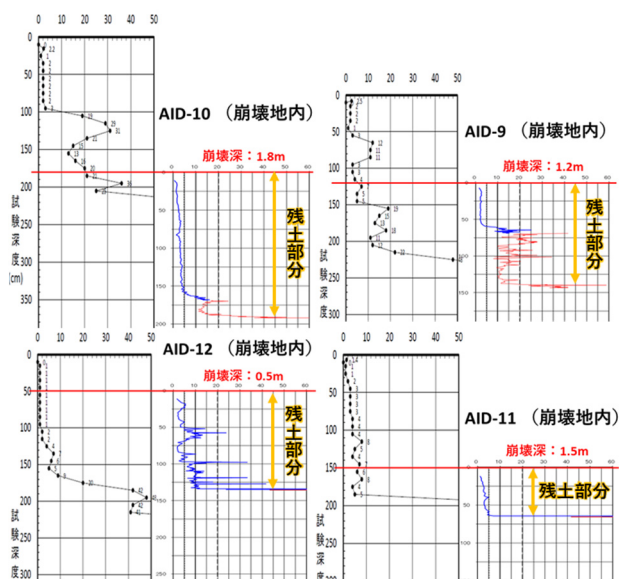


図 5 崩壊前後の簡易貫入試験結果と崩壊深
(左：2003 年実施、右：2023 年実施)

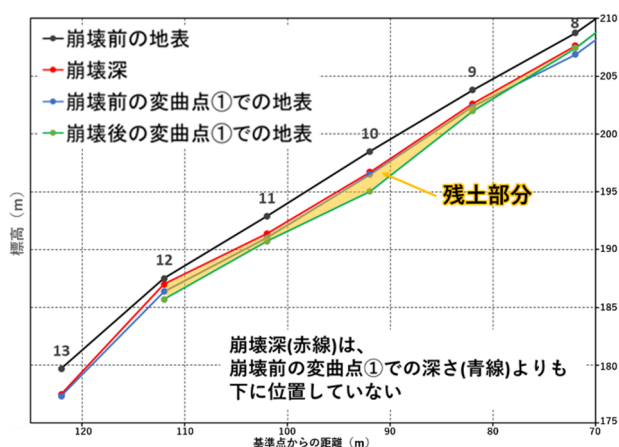


図 6 変曲点①の深さと斜面縦断方向の関係

引用文献

逢坂ら(1987): 緑化工技術, 第 12 巻

内田ら(2009): 砂防学会誌, Vol.62 No.1, p.23-31