

SH 型貫入試験による崩壊土砂量算出マニュアルの作成

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○村田郁央、長谷川陽一、野呂智之
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 依田直樹、船山 淳、松澤 真

1. はじめに

急傾斜地崩壊防止工事の設計に当たっては、多くの都道府県においてボーリング等の各種地盤調査を行っている。しかし、調査結果を施設設計に活かしている事例は少なく、過去の統計値¹⁾を使用していることが多い。

本研究では、都道府県の急傾斜地対策事業担当者が地盤調査を設計に活用しやすくなるよう、1打撃毎の貫入深(Nd/drop 値)を計測することで表層の土層を詳細に調査可能な SH 型貫入試験を用いた崩壊位置や崩壊土砂量を推定するマニュアル案を作成した。

(「Nd/drop 値」の詳細については~を参照されたい。) また、実際の急傾斜地対策事業実施箇所で使用し、留意点を整理した。

2. 調査手法

過去の論文等で呼称がバラバラであった簡易貫入試験や試験結果の単位を「SH 型貫入試験」および

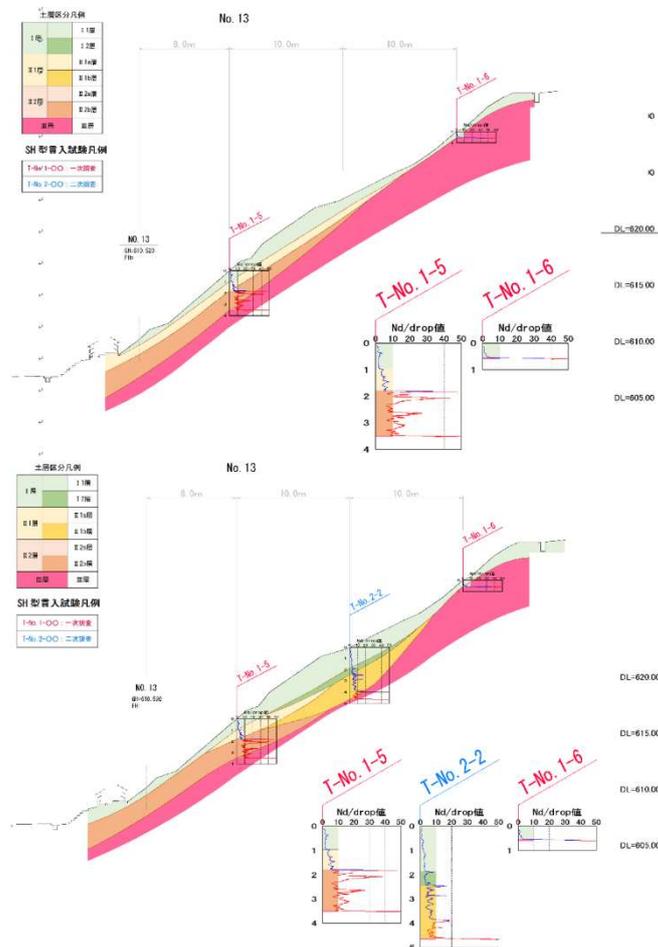


図-2 谷地形の比較事例

「Nd/drop 値」に統一し、崩壊土砂量算出マニュアルを作成した。

長野県内の花崗岩地質の急傾斜事業実施箇所において、SH 型貫入試験を実施した。土層区分指標²⁾を用いて、得られた Nd/drop 値の下限値と波形から土層区分を行った。検証のための調査地点としては、SH 型貫入試験の妥当性が評価できるようにボーリングを実施している現場を選定した。

調査地点間隔の違いによる土層断面図の違いを検証するために、調査地点間隔が広い場合と狭い場合でそれぞれ土層断面図を作成した。調査地点間隔は広い場合が約 20m、狭い場合が約 10m と設定した。

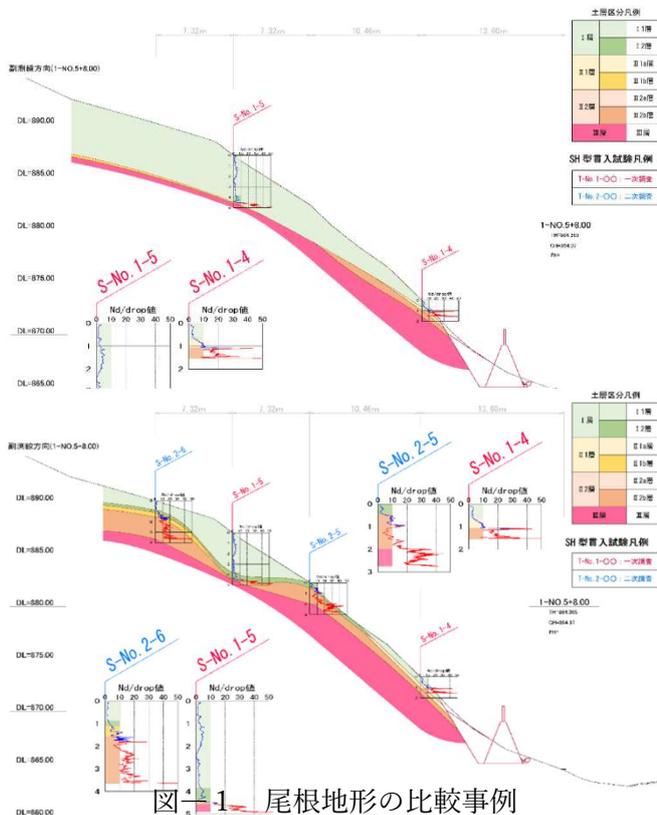


図-1 尾根地形の比較事例

表一 土層区分指標と現場試験結果

| 土層区分 | | | | 室内土槽実験結果 | | | | | | | | 現場試験結果 | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------------------|-------------------------|--|---------------------|--|------------------|---------|---------------------|--|----------------|-----------|---------------------|--|-------------|---------------|--|-------------|-------------------|---------|--|
| 層区分 | 記号 | Nd/drop 値 下限範囲 目安 | Nd/drop 値 のばらつき | 実験材料: 購入真砂土 | | 実験材料: 購入真砂土+購入砂利 | | | | 実験材料: 風化花崗岩(礫状真砂土)(土取り場採取) | | | | 風化花崗岩地山斜面 | | | 堆積岩地山斜面 | | | | |
| | | | | 供試体条件 | | 実験結果 | | 供試体条件 | | 実験結果 | | 供試体条件 | | 実験結果 | | 採取試料による土質試験結果 | | | 採取試料による土質試験結果 | | |
| | | | | 乾燥密度 ρ _d (g/cm ³) | Nd/drop 値 の範囲 (平均値) | 乾燥密度 ρ _d (g/cm ³) | 湿入率 | 礫混入割合 | Nd/drop 値 の範囲 (平均値) | 乾燥密度 ρ _d (g/cm ³) | 湿入率 | 礫混入割合 | Nd/drop 値 の範囲 (平均値) | 乾燥密度 ρ _d (g/cm ³) | 土質分類 | Nd/drop 値 の範囲 | 乾燥密度 ρ _d (g/cm ³) | 土質分類 | Nd/drop 値 の範囲 | | |
| I 層 | I | 5以下 | I 1 I 2 | 実動無し 実動有り | 1.644 | 1.7~5.5 (3.3) | | | | | 1.544 | 9.5mm以下 | | 0.6~3.9 (2.3) | 1.155~1.312 | SF-G SG-F | 0.9~2.4 | 0.831~1.183 | VS VS-G VSG | 1.9~2.9 | |
| | | | | | | | 1.836 | 8~12mm | 30% | 3.3~7.2 (5.5) | 1.624 | 9.5mm以上混入 | 30% | 1.4~5.2 (3.2) | 1.042~1.267 | SF-G SG-F | 1.4~4.7 | 0.760~1.175 | VG | 1.5~3.5 | |
| | 1.849 | 20~40mm | 30% | 3.9~6.6 (4.9) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II 層 | II 1 | 5~10 | II 1a II 1b | 実動小さい 確当たり様の 実動あり | 1.770 | 4.8~10.2 (7.6) | 1.896 | 20~40mm | 30% | 3.5~13.9 (8.5) | 1.700 | 9.5mm以下 | | 6.0~10.4 (8) | | | | | | | |
| | | | | | | | 1.873 | 20~40mm | 15% | 5.1~12.5 (8.7) | | | | | | | | | | | |
| | 1.932 | 20~40mm | 45% | 4.5~17.2 (10.6) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II 2 | 10~20 | II 2a II 2b | 実動小さい 確当たり様の 実動あり | 1.874 | 6.9~13.2 (8.9) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2.000 | 20~40mm | 30% | 10.0~38.5 (22.2) | 1.807 | 9.5mm以上混入 | 30% | 12.0~25.6 (14) | | | | | | | | | | |
| III 層 | III | 10~50 | | 確当たり様の 実動あり | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV 層 | IV | 50以上 | | SH型貫入試験 では調査できない | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. 結果および考察

尾根地形の事例(図一 1 上段)では、約 20m 間隔の調査のみでは斜面全体の風化が進んでいると判断することになる。しかし、中間点でも SH 型貫入試験を実施すると、風化が進んでいるのは一部であったことが判明した(図一 1 下段)。この事例では、SH 型貫入試験を併用することで過大設計を避けることができる。

谷地形の事例(図一 2 上段)では、調査地点間隔が 20m だと斜面中腹に堆積した表土を見逃してしまい過少設計となる恐れがある。10m 間隔にすることで地表の微地形だけでは判断できない土層構造を把握することが出来る(図一 2 下段)。

谷地形と比べると尾根地形の方が全体的には堆積した風化土層が薄い、やせ尾根などの場合には局部的に風化している場合がある。

室内土槽実験から作成した土層区分指標に現地試験の結果を加え、表一 1 とした。土層区分指標はマサ土および風化花崗岩を室内で締固めたものを用いて作成した。なお、実斜面においても花崗岩地質の斜面においては Nd/drop 値の範囲は同程度となった。一方、堆積岩地質の斜面においては全体的な傾向は指標と同様であったが、Nd/drop 値の目安は若干異なっていた。このため堆積岩地質の斜面の目安は別途定める必要がある。

4. 調査頻度

調査測線の設定については、明瞭な尾根や谷がある

場合には局所的な風化や崩積土の堆積が見られるなど、周囲と著しく異なる土層断面となることがあるため、尾根や谷に調査測線を設定する必要がある。斜面変化のない平衡斜面の場合には、20m 程度まで測線間隔を広げても設計上大きな誤りとはならないと考えられる。

ただし、平衡斜面であっても場所によって風化深度が異なることがあるため、あまり測線間隔を広げすぎると適切な土層構造の把握が難しくなる。現地踏査の段階から測線間隔を意識する必要がある。

測線内の調査地点間隔は、尾根や谷の場合は 10m 程度が望ましいが、平衡斜面の場合は 20m 程度まで広げても良い。

5. おわりに

Nd/drop 値は 10 以下であれば N 値とほぼ同程度だと言われており、SH 型貫入試験の結果を用いて土層断面図を適切に作成できれば、待受け式擁壁工と法枠工などの抑止工の設計を比較検討できる。

今後は、より使いやすくするために堆積岩地質の斜面での Nd/drop 値の目安を整理していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 全国地すべりがけ崩れ対策協議会：崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例、2010
- 2) 村田ら：SH 型簡易貫入試験による土層区分の堆積岩地質への適用、平成 30 年度砂防学会研究発表大会概要集、p.573-p.574、2018