

急傾斜地崩壊対策事業における風化土層厚の把握と対策検討例

神奈川県県土整備部 砂防海岸課
 神奈川県厚木土木事務所 河川砂防第二課
 ジオグリーンテック株式会社
 国土交通省 国土技術政策総合研究所

山下 勝
 ○吉岡 英幸
 漆崎 隆之 長谷川秀三
 内田 太郎

1. はじめに

土砂災害防止法の制定(平成13年度)を受け、急傾斜地崩壊危険箇所の指定や避難対策等、ソフト面からの土砂災害の予防に従来以上の力点が置かれるようになった。しかし一方で、対策工の実施等ハード面からの対応が必要な箇所も多く、そうした箇所ではこれからも、斜面規模や崩壊土層厚等を調査・把握し、個々の斜面状況に応じた対策が必要である。この対策検討のために、対象斜面について把握すべき内容は、①崩壊可能性のある風化土層の厚さ及び硬さ、②斜面形状(傾斜・地形)、③土質・地質の状況、湧水の状況等である。特に風化土層の厚さについては、同一斜面内においても地形や位置により異なるため、面的な把握が必要である。

これまでの急傾斜地崩壊対策事業における対策工法は、対象斜面において実施されたボーリング結果から、斜面の地層状況を推定したデータを基に検討・設計されることが多かった。こうしたボーリング結果からは、調査地点における地質状況や標準貫入試験によるN値が得られるが、ボーリング調査の費用が高いため調査点数が限られ、また急傾斜のため機械の設置が難しく、斜面の上端・下端部での調査データに偏りがちである。そのため斜面上の風化土層厚の分布を面的に把握できず、また貫入力が強すぎるため斜面崩壊の大部分が発生する表層1~2m程度の土層状況の把握には適さない面があった。一方、斜面の土層調査用機器として「斜面調査用簡易貫入試験機」¹⁾²⁾(通称、土研式簡易貫入試験機:以下、簡易貫入試験機と呼ぶ)が開発されているが、重錘が5kgと重いため斜面表層の軟らかい土層状況を詳細に捉えることは難しかった。

以上のことから、今回、従来の簡易貫入試験機を改良した「SH型簡易貫入試験機」を使用し、急傾斜地における土層厚分布調査を面的に実施し、その結果を基に対策工法の検討を行ったのでその概要を報告するものである。

2. SH型簡易貫入試験機の概要

SH型簡易貫入試験機は、簡易貫入試験機の改良型³⁾で、表層崩壊と関係の深い斜面表層の比較的軟らかい土層の硬さを調査し、風化の程度を的確に把握することを図った機器である。

従来の簡易貫入試験機は5kgの重錘を50cmの高さから落下させ、先端角60°でφ25mmの円錐コーンを地中に貫入させて土層の硬さ(貫入抵抗)を求めるもので、コーンが10cm貫入するのに要した重錘の打撃回数をNc値として表す。SH型簡易貫入試験機は重錘を3kg+2kgの着脱式としたことにより、3kg重錘では貫入力が約半分となり、軟らかい土層の構造を高分解能で把握可能とした。なお、3kg重錘使用時のNc値をNc'値と呼び、両者の関係は $Nc=0.5Nc'$ となる³⁾。ある程度硬い土層では、2kg重錘を付加し5kgとすることで従来型と同じ貫入力で調査が行える。また、SH型簡易貫入試験機は一打撃毎(Nc'(Nc)/drop)に測定するため、薄い軟弱層や礫の影響が半分の詳細なデータが得られる。またボーリングやスウェーデン式サウンディングと比較して本体が軽量であるため移動・設置が比較的容易で急斜面でも調査が可能であり、加えて試験時間が短いため短期間で多点の調査ができる。この試験機の弱点として、重錘が軽いため土中の大礫に当たると貫入不能となることがあり、この場合にはその箇所での調査続行は不可能なため、近くで再度試験を行う。

3. 調査地及び調査方法

本調査地は、厚木市山際地内で、水平距離約90m、高さ35m、斜面平均角度30°(斜面下部角度45°)で、斜面下に人家があり、平成15年5月に急傾斜地崩壊危険区域の指定を受けている。調査地である中津原台地は段丘群からなり、相模川と中津川による中~大礫を主とする砂礫層(緑色凝灰岩・頁岩・砂岩・チャート)を基盤とし、その上位をローム層が整合に覆っている。

ここでは平成14年度にボーリング調査を2箇所実施しており、このデータの補完と斜面状況の面的な把握のため、SH型簡易貫入試験を斜面4断面(各断面約10~15mピッチで3~4箇所ずつ)と既存ボーリング箇所直近(1m以内)の計16箇所で行った(図1)、ボーリング調査結果とSH型簡易貫入試験によるNc値との関係を合わせて風化土層厚の検討を行った。

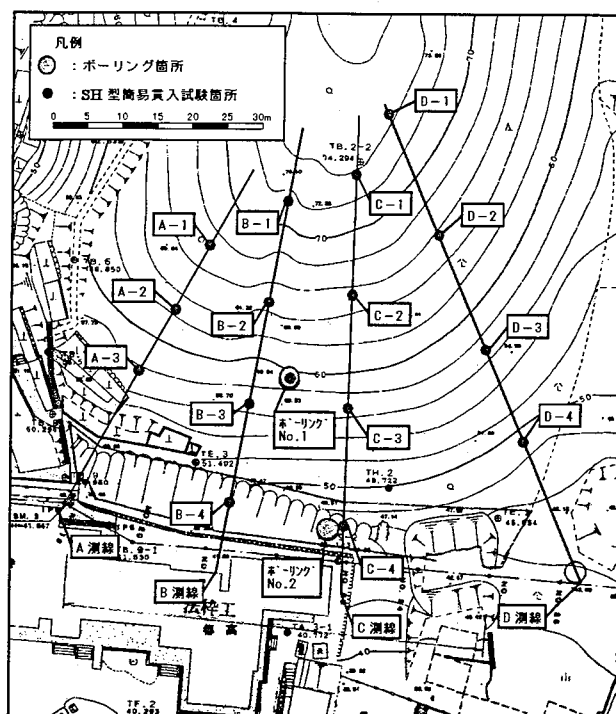


図1 調査地及び貫入試験位置図

4. 調査結果と土層状況の把握

SH型簡易貫入試験結果とボーリング調査結果の対比を図2に示した(ボーリングNo.2 地点: 斜面下部)。

- ボーリング結果では、地表から1.3mまでは風化した礫混じり粘土でN値2となった。1.3mから4.5mまでは、粘土混じり砂礫で、2.3m付近でN値6、3.3m付近ではN値18、4.3m付近でN値19となった。
- SH型簡易貫入試験結果では、地表から1.9mまでは膨軟な土層でNc値1~3、深度1.9m~2.3mまでは転石等の影響が見られNc値5~10となった。2.3m以深では礫の影響でNc/dropの振幅が激しくNc値11~41となったが、礫の間のマトリックスはNc値10~15である。
- 対比結果及び過去の簡易貫入試験による調査事例⁴⁾より、Nc値0~5が表土層、Nc値5~10がローム層または崩積土層、Nc値10~20が深部ローム層または砂礫層風化部と考えられた。また、軟らかい土層ではほぼNc=Nに近い関係が得られた。
- 結果を基に、推定土層厚断面図を作成した(図3)。Nc値<10相当の土層厚を見ると、斜面上部~中部でおよそ2.5m、中部~下部で1.9~3.6m程度となり、緩い土層が斜面全体を厚く覆っている(Nc値と表層崩壊及びその抑止に寄与すると考えられる樹木根系との調査事例を挙げると、崩壊可能性のある表層土の硬さをNc値10とした事例⁵⁾を始め、Nc値10前後で崩壊の可能性が高いとする報告が多い。またコナラの根系はNc'値20(=Nc値10)以上の土層にはほとんど侵入しないことが報告されている⁶⁾。斜面上~中部は傾斜が緩いのにに対し、斜面下端部の急傾斜部では、斜面傾斜の大きさと土層厚の大きさを持っているため、何らかの対策を講じる必要が考えられた。

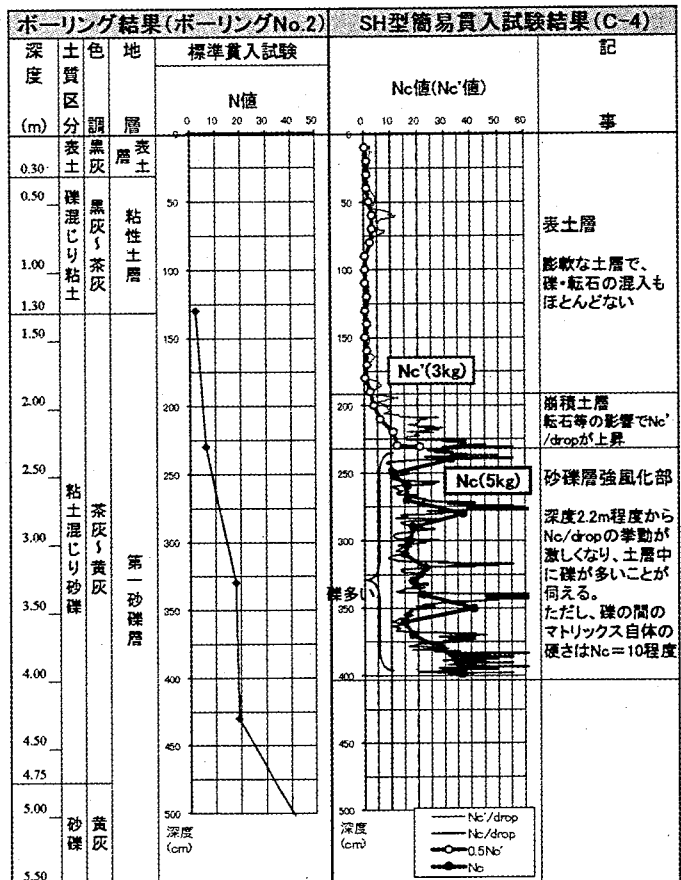


図2 ボーリング結果との対比

5. 対策工の検討

調査結果から、斜面上部~中部は傾斜角度30°程度以下でほぼ安定しているため、現況樹林を残したままとし、斜面下端部(傾斜角度45°)の法長10mを現場打ち法枠工で対策することとした。

6. おわりに

急傾斜地崩壊対策工事箇所の斜面において、ボーリング調査の補完としてSH型簡易貫入試験を実施したが、斜面土層状況・厚さ・硬さ等を把握できた。

今後もこの調査を行いデータを蓄積し、これからの設計に役立てていくと共に、施工時の安全管理上からも斜面土層状況を十分に把握しておく必要がある。また今後の課題として、土層状況把握に必要な十分な測定地点間隔の検討等が挙げられる。

参考文献

- 大久保駿・上坂利幸(1971): 簡易貫入試験機による地盤調査, 土木技術資料, 13(2), 83-87
- 大久保駿・上坂利幸・船崎昌継(1971): 簡易貫入試験機による地盤調査(2)―試験機の性能―, 土木技術資料, 13(8), 403-409
- 吉松弘行・川満一史・瀬尾克美ら(2002): 斜面の表層構造調査用の簡易貫入試験機について, 平成14年度砂防学会研究発表会概要集, 392-393
- 逢坂興宏(1996): 斜面土層構造の測定, 恩田裕一・奥西一夫・飯田智之・辻村真貴編『水文地形学』, 古今書院, 16-23
- 日浦啓全・大手桂二・日置象一郎・村上公久(1978): 山地における土砂生産に関する研究(I), 京都府立大学農学部演習林報告, No.22
- 福永健司・石塚望・富樫勇介・榎島朋子・漆崎隆之・長谷川秀三(2003): コナラの根系分布と土壌硬度の関係, 日本緑化学会誌, 29(1), 261-264

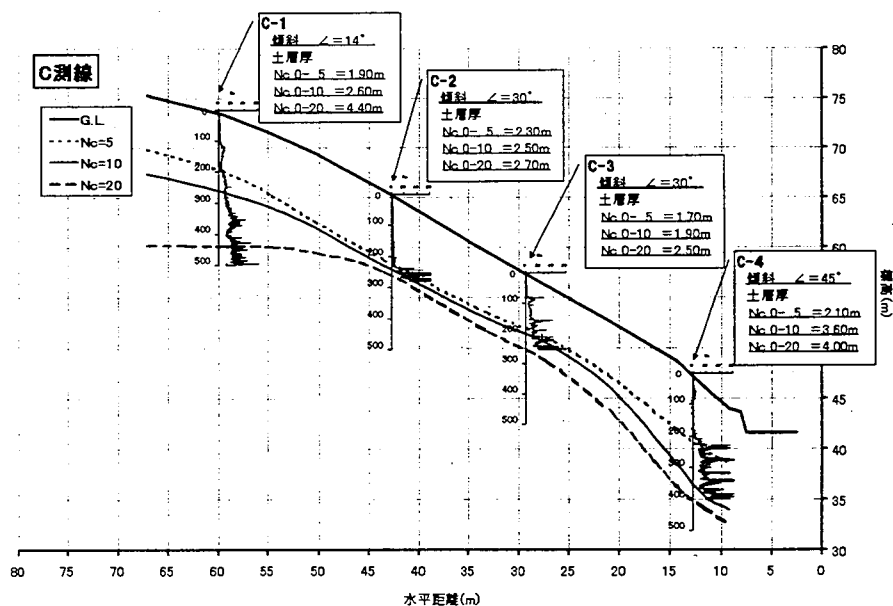


図3 推定土層厚断面図(C測線)

※土層厚のスケールは標高の3倍