

北九州市内の斜面崩壊機構について -その2- 不均質な地下構造の面的把握

日本地研株式会社 正会員 ○甲木 善徳

九州大学 非会員 池田 達紀 大分大学 正会員 山本 健太郎

平成地研株式会社 非会員 佐藤 秀文 地盤防災研究所 非会員 藤白 隆司

1. 目的

土木学会西部支部調査研究委員会「斜面崩壊と雨の降り方との関係と警戒避難システムの実用化に関する調査研究委員会」では、斜面崩壊を予測する手法の開発を目指し北九州市内のフィールドで調査・観測を実施している。報告（その1）では北九州市の南東に位置する小倉南区にて実施した簡易動的コーン貫入試験、室内土質試験、土壌水分センサによる単点の調査・モニタリング結果に基づき、現地地盤の工学的特性及び降雨に伴う体積含水率の変化傾向について報告した。



写真-1 K-3 から上方の斜面状況

本稿は、報告（その1）と同じ花崗岩を基岩とする斜面（写真-1）において、斜面の地層・地下水状況を面的に把握し、斜面崩壊に至る機構の推定に関する情報の精度を向上させること目的として実施した表面波探査の成果と崩壊機構の推定、現状における課題について報告する。

2. 単点の調査結果での不確実性

斜面崩壊の予測には、地表面の明瞭な遷急線、段差地形、裸地や植生、地層の強度特性、地下水の浸透状況、誘因となる雨の降り方等の情報が必要となる。地表情報はレーザー測量、赤色立体図のデータから微地形判読の精度向上が認められる。一方で、報告（その1）で示した地中の情報は、簡易動的コーン貫入試験を7m～13m 間隔で実施した3地点（K-1～K-3）の N_d 値と斜面下方の露頭の情報を線で結び地層区分を想定したものであり（図-1）、不均質な風化部、クラック、小断層といった不連続面は考慮されていない。

斜面の地層・地下水モデル構築の精度向上には、斜面方向、深さ方向の面的連続性の確認が課題と考えられる。そこで図-1の測線で多チャンネル式表面波探査（図-2）を実施して、地盤の工学的性質（剛性率）を反映する S 波速度 (V_s : m/s) の分布構造を把握し、探査による不均質な地下構造把握の有効性について検討した。

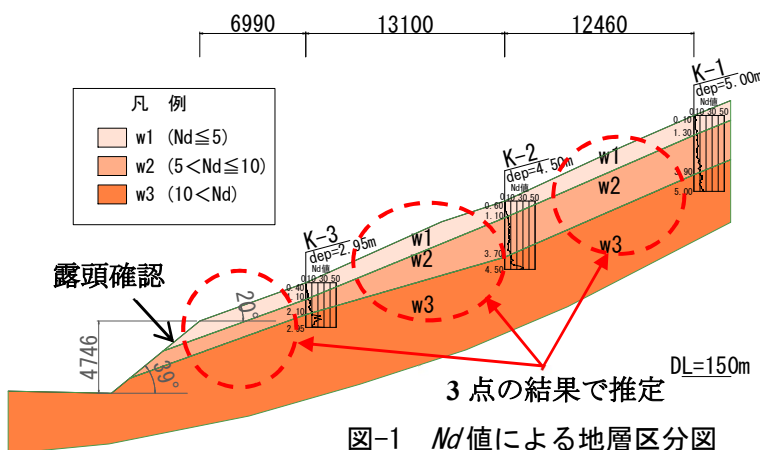


図-1 N_d 値による地層区分図

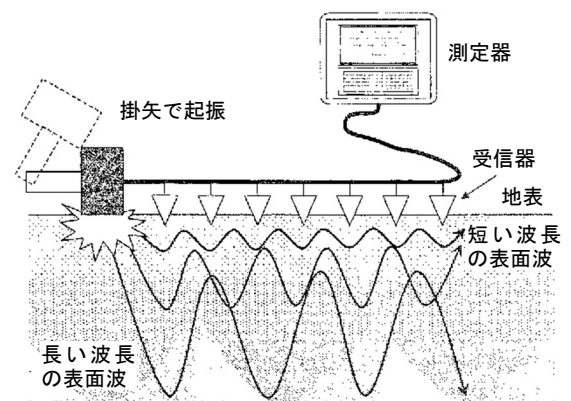


図-2 多チャンネル式表面波探査模式図¹⁾

3. 表面波探査結果

図-3に簡易動的コーン貫入試験結果の $N_d \leq 5$ を表層土、 $N_d \leq 10$ を下層土、 $N_d > 10$ を風化岩層として破線で示した²⁾。また、 S 波探査結果を速度10m/sピッチで色分けして示した。 $N = 2/3N_d$, $V_s = 100 \cdot N^{1/3}$ （道路橋

キーワード 斜面崩壊, 表面波探査, 簡易動的コーン貫入試験, 不均質

連絡先 〒812-0894 福岡市博多区諸岡 5-25-25

日本地研株式会社 TEL092-571-2764

の粘性土の式)を用いると $Nd=5$ が $V_s \approx 150\text{m/s}$ $Nd=10$ が $V_s \approx 190\text{m/s}$ となる. この図から, Nd 値による地層区分に比べ, S 波速度の分布構造の方がより詳細な状況を把握することができることがわかる.

簡易動的コーン貫入試験箇所の S 波速度を見ると, K-1 と K-3 は $Nd \leq 5$ の境界で $V_s=140 \sim 170\text{m/s}$, $5 < Nd \leq 10$ の境界は $V_s=180 \sim 190\text{m/s}$ を示し, 深度方向へ風化が進んでいることが認められた. K-2 の S 波速度は $V_s=140 \sim 170\text{m/s}$ 層が欠如している結果となっている. 写真-2 は K-1 と K-2 のテストピット (深さ 1m) の土層状況で, K-1 と K-2 の色調に明瞭な深度変化は認められなかった.

斜面方向の S 波速度の分布構造は, 表層の $V_s=140 \sim 170\text{m/s}$ の分布を見ると, K-1 から下方へ 10m, K-2 の下方へ 5m, K-3 の上方へ 3m の範囲に分かれ連続性に乏しく, Nd 値による地層区分のように風化状況が単純ではないことがわかる. 表層には写真-1 のように植生が多く, 起振箇所や受信器が樹木に近い箇所もあり, これらの影響で解析精度に影響が出ている点も懸念される.

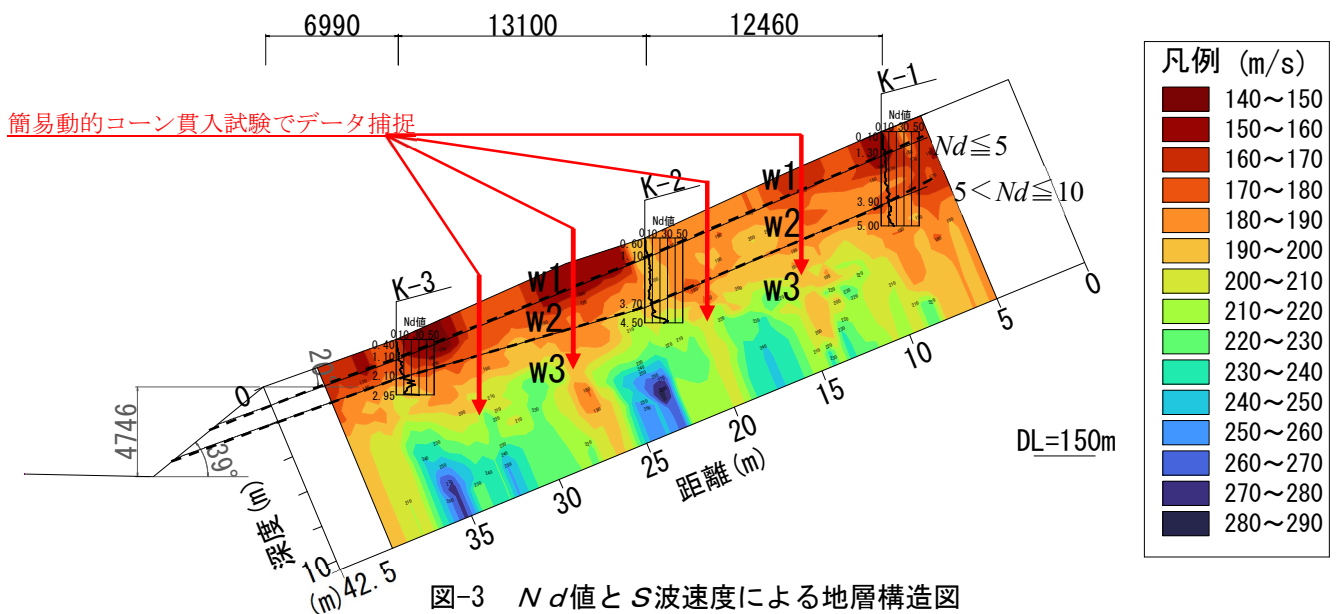


図-3 Nd 値と S 波速度による地層構造図

4. 斜面モデルの面的精度向上における課題

Nd 値と S 波速度による地層構造を対比したが, S 波速度の分布構造がより詳細に地下の風化状況を示しており, 深度方向と斜面方向の不均質な地下構造を読み取ることができた. したがって, 表面波探査を先行して実施し 2 次的に地下構造を把握したうえで, 適切なテストピットやモニタリング箇所を選定することで, 崩壊対象層の分布状況, 発生位置の特定に有効なデータ取得に繋がると考える. ただ, 今回調査した斜面は写真-1 にあるように大木の根の影響で探査データの品質に問題があることも考えている. 植生状態の再確認と簡易動的コーン貫入試験を追加 (図-3) し, Nd 値と S 波速度の関係から花崗岩の風化特性を踏まえて斜面の地層構造を詳細に見極めることが課題となる.



写真-2 K-1 と K-2 のテストピット (深さ 1m)

植生状態の再確認と簡易動的コーン貫入試験を追加 (図-3) し, Nd 値と S 波速度の関係から花崗岩の風化特性を踏まえて斜面の地層構造を詳細に見極めることが課題となる.

5. まとめ

表面波探査は現地作業の省力化と詳細な地層構造を捉えるのに有効と考える. 本調査研究委員会では北九州市の協力を得て, 複数の地質下で発生した斜面崩壊箇所でも現地調査を進めており, 同様に効果的な基礎データの収集に努め, 地層・地下水モデル及び斜面崩壊に至る機構の推定に関する精度向上を目指していく.

最後に, 表面波探査に使用した地震計は応用地質株式会社から借用した. ここに感謝いたします.

参考文献: 1) (公社) 地盤工学会編: 地盤調査の方法と解説, pp.147, 2013.3

2) 小山内信智,他 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,国総研資料第 26 号