

サウンディングと物理探査の合成によるまさ土斜面表層強度分布の評価 Evaluation of strength distribution at slope surface of decomposed granite with use of sounding and geophysical exploration method

○植田起也*, 西村伸一*, 今出和成*, 柴田俊文*, 珠玖隆行*

UETA Tatsuya, NISHIMURA Shinichi, IMAIDE Kazunari, SHIBATA Toshihumi, SYUKU Takayuki

1. はじめに 豪雨や地震により自然斜面や切土は頻繁に崩壊し、大規模や災害を引き起こす。特に表層部分は崩壊の危険性が高く、表層の強度分布を詳細に評価することは防災において有益な情報となる。そのため的手法として、サウンディングと物理探査が挙げられる。

そこで、本研究はサウンディング試験と物理探査の結果を地質統計学手法の一つであるインディケータシミュレーション(IS)によって合成し、より詳細な表層部のN値分布を求めようとするものである。表層のN値分布を詳細に同定することで、表層部の強度分布から表層崩壊の危険性を評価することを目的とする。本研究では簡易動的コーン貫入試験(DCP)と表面波探査(SWM)の結果をもとに IS を行った。今回は IS に用いる補助データを作成する際に、SWM 結果の S 波速度(V_s)から N 値への換算誤差を考慮している点が特色であり、それに加えて DCP の換算誤差も考慮している。

2. 現地調査 本研究ではまさ土切土斜面を対象に、DCPとSWMを行った。DCPはNo.1から5m間隔で行い、貫入しなくなった時点で試験を終了した。その後、受信器の間隔を2m、測線長は34mとしてSWM試験を行った。本研究においては、図-1、2のように切土軸方向をx軸、深度方向をz軸としている。また、今回の調査地点では $x=18\sim 22$ m付近に斜面が存在しているため、後述する結果の図も斜面に準拠した形状としている。

まず、図-3がSWM結果をN値に換算して空間分布図を作成した結果である。また、 V_s からN値への換算については、図-4に示しているN値50以下の比較的弱い地盤を対象として作成した式(1)を用いている。なお、N値、 V_s ともに対数を取っている。

$$N = V_s^{1.4034} \times 10^{-2.5366} \quad (1)$$

次に DCP の結果であるが、紙面の制約上、本要旨には掲載していない。DCP 試験の結果、

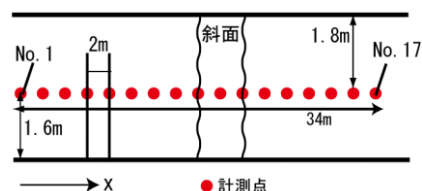


図-1 調査地点鳥瞰図

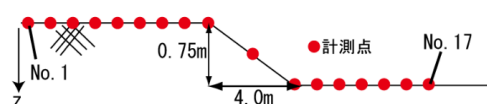


図-2 調査地点断面図

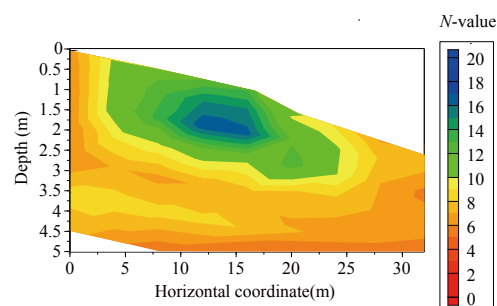


図-3 換算 N 値空間分布図

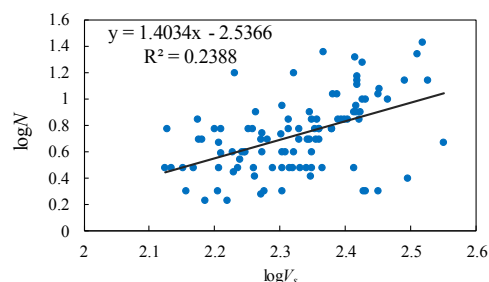


図-4 N - V_s 相関図

$x=18\sim 22\text{m}$, 深度 1m のあたりで硬い層が存在しており, 深く貫入しなかった. この結果から DCP 結果と SWM 結果は符合していると考えられる.

3. インディケータシミュレーション¹⁾ IS は補助データを用いて, 主データの分布を更新する地質統計学手法の一つである. 本研究では DCP 結果を主データ, SWM 結果を補助データとして使用している. 今回は補助データの作成に SWM 結果の V_S から N 値への換算誤差も考慮しており, 方法としては以下の式を用いている.

$$N = V_S^{1.4034} \times 10^{(\bar{\sigma} \cdot \varepsilon_2 - 2.5366)} \quad (\bar{\sigma}: 0.2437) \quad (2)$$

式(1)を元に誤差項として対数正規乱数(ε_2)と図-4 の式(1)の標準偏差($\bar{\sigma}$)を加えている. 式(2)を用いて, 換算 N 値を V_S の出力点 1 つにつき 1000 個作成し, 累積確率を求め, 補助データとして利用した. その補助データを含めて IS を行った結果が図-5 である. また, 図-6 は補助データを用いていないものである. とともに, IS において DCP 結果の N_d 値から N 値へと換算する際の誤差も考慮しており, 詳細については参考文献 2)を参照されたい. なお, 図の(a), (b), (c)はそれぞれ N 値期待値, 標準偏差, $N < 2$ となる確率を表している.

図-5, 6 を比べると, 標準偏差がわずかに変化していることがわかる. 補助データを使用しないものでは標準偏差の低い点がいくつか見られるのに対して, 換算誤差を考慮した補助データを使用したものはその点がなくなっている. これは補助データを用いたことに加え, V_S の換算誤差を考慮したことにより, ばらつきが大きくなったためと考えられる. 他の結果に関しては補助データの有無で大きな変化は無く, 補助データがあまり影響していないことが分かる. 補助データと主データのばらつきや試験結果の密度の差が大きいため, IS の際に補助データの影響が小さくなってしまったのではないかと思われる.

4. まとめ 本研究では地質統計学手法の IS をまさ土切土斜面に適用した. IS に用いる補助データの作成の際に V_S から N 値への換算誤差と, IS の際に N_d 値から N 値への換算誤差をともに考慮した詳細な N 値空間分布および $N < 2$ となる確率分布を求めることができた. しかし, 結果として補助データの影響は小さいという結果を得た. これは, 今回は DCP の試験密度が高かったことが要因と考えられるが, サウンディング密度が低い場合は, 補助データが有効に機能すると予想される.

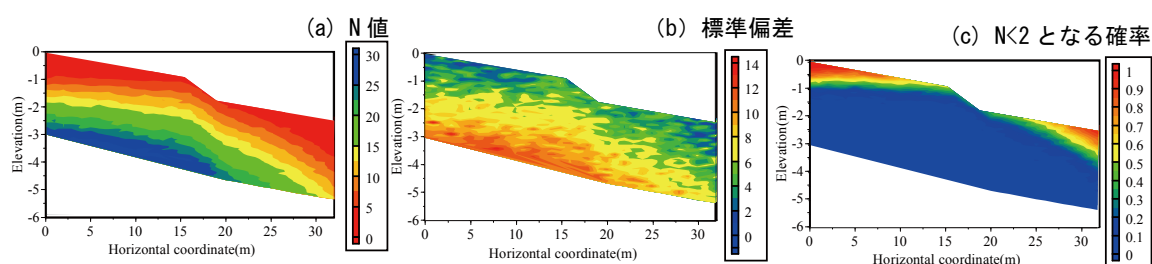


図-5 IS 結果 (補助データあり)

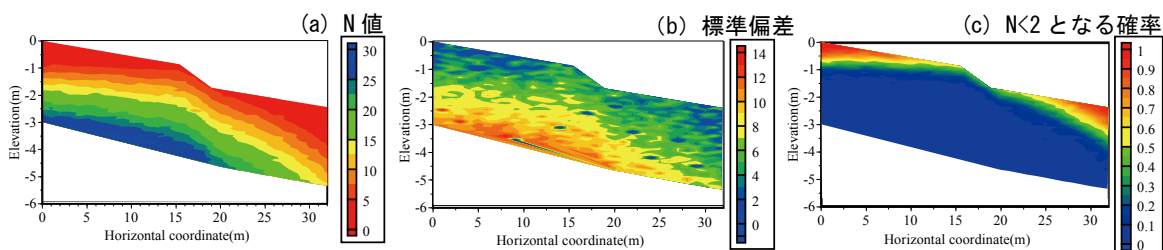


図-6 IS 結果 (補助データなし)

参考文献 1) Deutsch, C.V. and Journal, A.G. : *Geostatistical Software Library and User's Guide*, Oxford University Press, 1992.

2) 植田起也ら(2017) サウンディングと物理探査に基づくまさ土斜面の表層強度分布評価, 地盤工学会要旨集