

統合物理探査による斜面部での降雨浸透水のモニタリング Monitoring of rainfall penetration at slope areas using plural geophysical explorations

鈴木 浩一
Suzuki Koichi

1. はじめに

将来、大規模な地すべりが発生する可能性のある斜面においては、集中豪雨時の斜面全体の地下水挙動を評価する必要があり、長期間雨水の浸透状況をモニタリングできる手法を確立することが重要である。これまで、電気探査法測定装置を現場に長期間常設した遠隔操作による連続測定により、比抵抗構造の変化から降雨の浸透域を定性的に評価する試みがなされてきた。しかし、電気探査法による測定データだけでは、降雨浸透に伴い斜面部の含水率（これ以降は飽和度とする）がどの程度変化したのか定量的に評価することは困難である。そこで、ロックフィジックス分野で示されている未固結砂モデル (Avseth et al., 2005) を用いて、同一測線において電気探査法と表面波探査法を行うことにより、降雨に伴う不飽和領域の飽和度をモニタリングした結果を報告する。

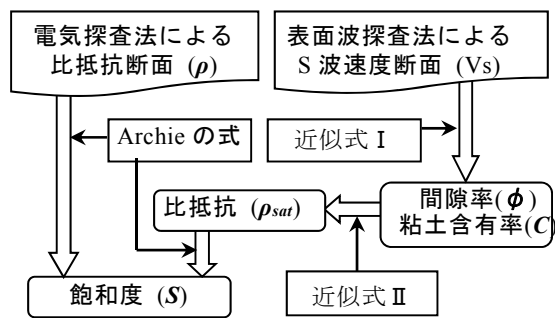


図1 物理モデルを用いた複数の物理探査データによる含水率の推定フロー (鈴木ほか, 2018)

2. 飽和度の推定法

鈴木ほか(2018)は、未固結砂モデル (Avseth et al., 2005) に基づき、飽和度が大きくなるに

したがって S 波速度は緩やかに低下するが、粘土含有率によらず乾燥時に対する飽和時の S 波速度の比率はほぼ 0.894 となることを示している。これに対し、比抵抗は Archie の式に基づくと、飽和時の比抵抗を ρ_{sat} とし、不飽和時の比抵抗を ρ とすると、比抵抗比 ρ/ρ_{sat} は $10^2 \sim 10^3$ オーダーで著しく変化する。飽和度による S 波速度の変化は比抵抗の変化と比較すると無視できると考えられる。

3. 間隙率および飽和度分布の算出

図 1 に示すフロー図に基づき、比抵抗と S 波速度を組み合わせて、飽和度および間隙率を推定した。近似式 I, II など計算方法の詳細は鈴木ほか (2018) に示す通りである。図 2(a)に表面波探査法による S 波速度断面、図 2(b)に電気探査法による比抵抗断面を示す。いずれも 2018 年 2 月初旬の測定データである。これらの解析断面から求めた間隙率断面を図 2(c)に、飽和度断面を図 2(d)に示す。表層から深度約 5m までは S 波速度で 60~140m/s, 比抵抗で 200~700 Ω m, 間隙率で 50% 以上、飽和度で 10% 以下となっており、No.6 孔で得られた N 値が 1~5 の軟弱で飽和度の低い地盤に対応していると考えられる。

4. 連続測定中の飽和度のモニタリング

測定は 2018 年 5 月中に 3 時間おきに連続して行った。各測定日ごとに得られた見掛比抵抗データから逆解析により得られた比抵抗断面と図 2(a)の S 波速度断面を組み合わせると飽和度断面を求めた。さらに、5/7 12 時の飽和度断面を基準値として、5/8 から 5/30 の飽和度の変化率断面を算出した (図 3 ①~⑥)。降雨直後の飽和度変化率断面 (図 3 ①, ②,

④) を見ると、降雨が速やかに浸透する表層部 1~2m の飽和度が顕著に増大する領域 (領域 A), その下部の 2~6m に飽和度が低下する領域 (領域 B), さらにその下部に飽和度が増大する領域 (領域 C) が、地表面に平行して交互に分布する傾向が認められる。

参考文献

Avseth, P., Mukerji, T. and Mavko, G. (2005): Quantitative seismic interpretation, Cambridge University Press.

鈴木浩一・窪田健二・海江田秀志・福田欣也・山口

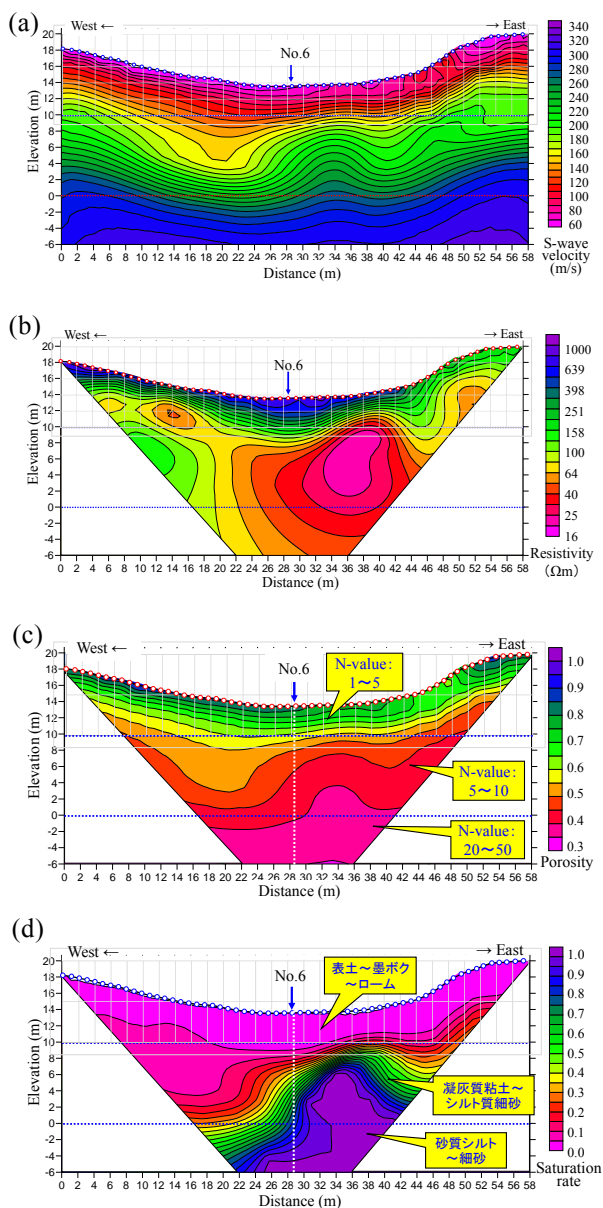


図2 物理探査法による解析結果, (a)S波速度断面, (b)比抵抗断面, (c)間隙率断面, (d)飽和度断面

伸治(2018): 物理探査法による地中送電線周辺土壌の固有熱抵抗の評価(その2), 物理探査, 71, 1-14.

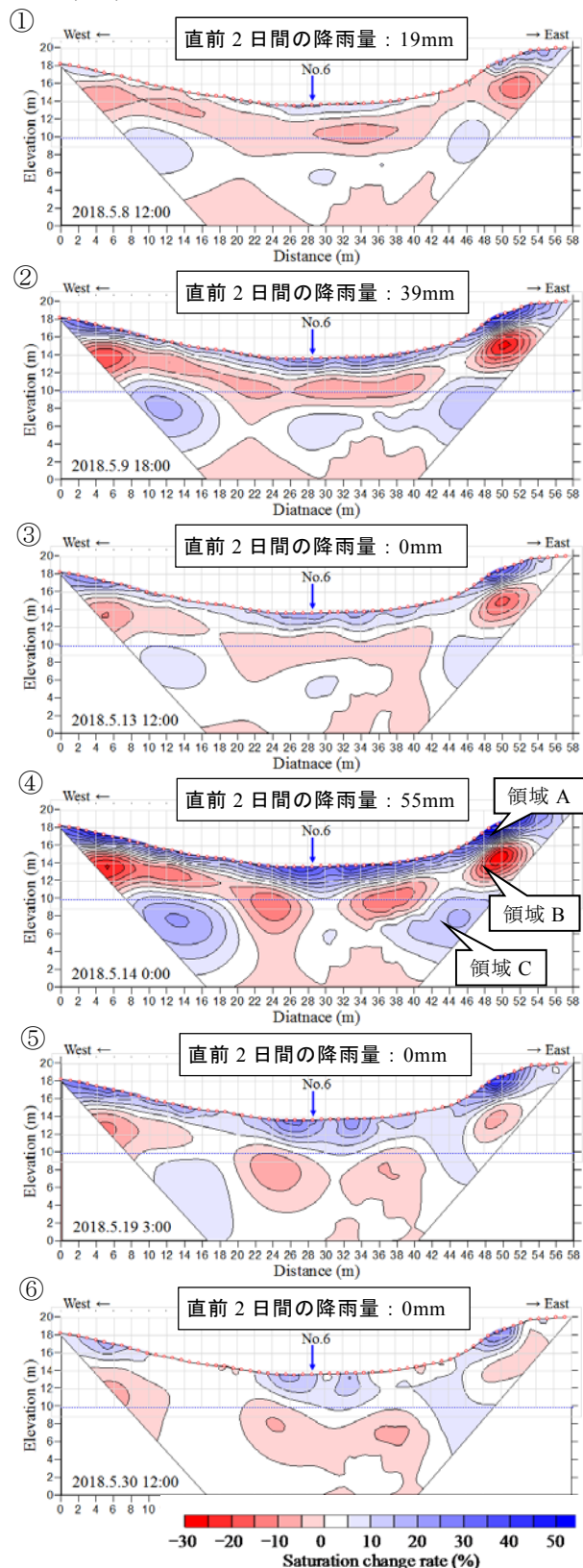


図3 飽和度の変化率断面 (測定日 2018.5.7 12 時の飽和度断面を基準)