

盛土内の水分量モニタリング手法に関する検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○大木 基裕

東海旅客鉄道株式会社 正会員 舟橋 秀磨

1. はじめに

土構造物の安全性は水位の上昇や間隙水圧の増加に大きく依存し、土構造物内部の水分量を如何に評価するかが課題である。これまで著者らは、実物大盛土実験体を用いて電気比抵抗および土壌水分計による観測手法を検討してきた。本検討では、降雨の影響を受け水位が上昇しやすい箇所の特定制法、およびモニタリング方法に関し、実盛土で実施した検討結果について報告する。

2. 実施内容

図-1 に実施フローを示す。盛土のり面に電極を設置し電気比抵抗を計測し、盛土の間隙の大小を判断した。次に弾性波探査を実施し、盛土の固さの違いを判断した。これらの結果をクロスプロットし、盛土内部の弱点箇所を抽出し、電気探査の測線、及び土壌水分計を設置し、降雨が盛土内部の水分量に及ぼす影響を評価した。

3. 弱点箇所抽出 (step1～step3)

調査はのり面が植生および格子砕工である砂質盛土（高さ5m，両切）で実施した。

電気比抵抗測定はのり肩に電極を1m間隔で設置し、図-2のように±50mAの電流を流した際の電位差を計測し抵抗値を求めた。

表面波探査は、1m間隔で地震計を設置し、カケヤで順次起振してS波速度を測定した。

図-3はのり面に正対した場合の調査結果である。縦軸は深さで0mが施工基面、横軸は距離程である。

図-3(a)は弾性波探査の結果を、図-3(b)は電気比抵抗の計測結果を、図-3(c)はクロスプロットにより抽出された弱点箇所を、図-3(d)はクロスプロットによる抽出方針を示す。図-3(d)に示すように比抵抗が高い箇所は間隙が多い箇所、表面波が遅い箇所は強度が低い箇所とし、計測結果を4事象に分割し図の赤いエリアの範囲を弱点箇所として抽出した²⁾。抽出したメッシュを図-3(c)に示しているが、5m付近、および60m付近に集中している。

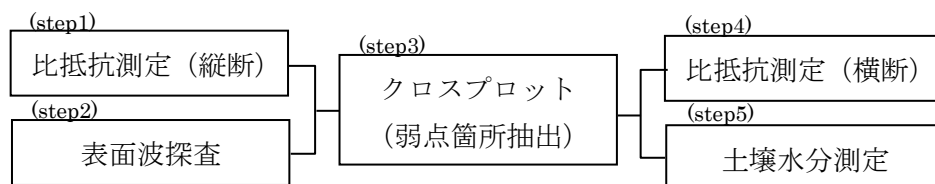


図-1 実施フロー

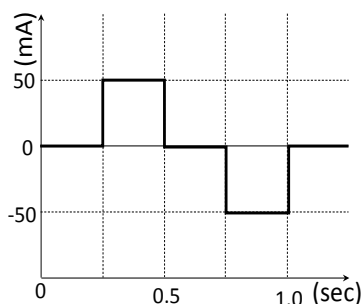


図-2 電気比抵抗測定電流モード図 図-4 抽出個所の現地状況

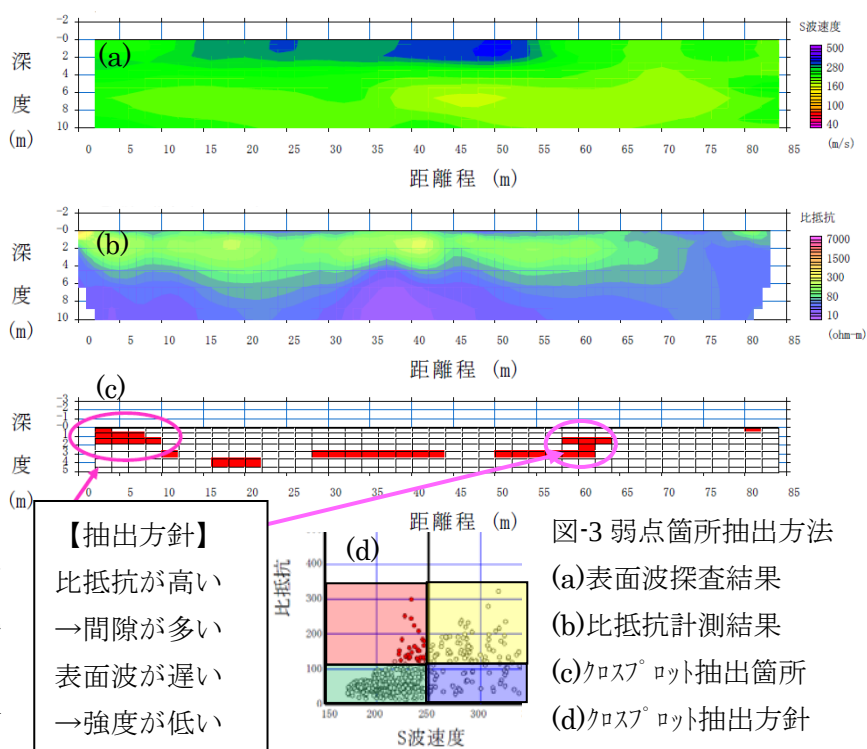


図-3 弱点箇所抽出方法

(a)表面波探査結果

(b)比抵抗計測結果

(c)クロスプロット抽出箇所

(d)クロスプロット抽出方針

キーワード
連絡先

盛土，電気比抵抗，表面波探査，体積含水率，土壌水分計

〒485-0801 愛知県小牧市大山1545番33 総合技術本部技術開発部 Tel.(0568)47-5375

なお、図-4は、キョリ程5mの現地状況であるが、縦下水が設置され腰土留めが常に湿潤しており、この盛土中の特異箇所といえる。

4. 抽出箇所の測定結果 (step4～step5)

図-3、図-4の結果に基づき、図-5に示すように2つの計測線(横断面)を設定し、現地の土中水分量の観測を行った。この地点の横断面の計測を行うこととした。

図-6に比抵抗測定結果を示す。比抵抗の絶対値は土質、間隙、初期含水量などに依存する。このため、計測開始時点の分布に対する差分で評価している。したがって、この変化の推移は、降雨による浸透水の挙動を示している。

図は盛土の横断面を示しており、斜めの線はのり面である。緑から青への変化は比抵抗が減少している、すなわち水分量が増加することを示している。桃色の枠線はのり面から深さ1mほど下の領域であるが、降り始めから降りやみ後の挙動としては上昇から降下を辿る。

他方、力学的観点より、この領域は降雨時の円弧すべり面として想定される。粘着力は飽和度(≒水分量)に依存することから、降雨時の円弧すべり安全率の変化をとらえるのに適した領域といえる。

また、図-5のように、測線に沿って土壌水分計をのり面より1m程度の深さに設置した。図-7は10/28-10/30の体積含水率の時刻歴を時雨量とともに示している。電気比抵抗の整理方針と同様、10/28 0:00の体積含水率に対する変化量(差分)を示している。のり肩に設置したNo.1がまず応答し、次にのり中腹に設置したNo.2が応答した。のり尻のNo.3は大きな変化がない。

一方、測線2の中腹に設置したNo.4はわずかに水分量が増加し、その後しばらく保持している。同じ条件で設置しているNo.2の挙動より変化量は小さい。図6中央の降りやみ直後のコンターでは、のり肩や法尻に比べ中腹部分に他の領域よりやや比抵抗が高い水色の領域があるが、この動きと定性的に相関している。

但し、比較的軽微な降雨に対し、体積含水率が数十%変化している。また比較的短時間に上昇している。これは、土壌水分計設置後の埋め戻しが緩かった可能性がある。

6. まとめ

本検討では、降雨の影響を受け水位が上昇しやすい箇所の特定手法として、表面波探査と電気比抵抗によるクロスプロット方式を適用し、弱点箇所を抽出することができることを検証した。また、盛土内水分量のモニタリング方法として、力学安定に大きく影響するのり面から深さ1mの箇所に土壌水分計を設置し、その挙動について、電気比抵抗の観測と比較し妥当であった。今後は、より適切な土壌水分計の埋設方法、切土や集水地形の土構造物に対するモニタリング箇所の設定方法を検討し、土構造物多点観測手法を確立する。

謝辞：本検討に当たり、ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社久保木結氏、応用地質株式会社小林剛氏にご協力頂いた。紙面にて謝意を表します。

参考文献

- 1) 浅野嘉文,大木基裕,舟橋秀磨:電気比抵抗による盛土内部水分の把握,第72回土木学会年次学術講演会講演概要集VI-111,2017.9
- 2) 国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所:統合物理探査による河川堤防の健全性評価等検討,
http://www.krt.mlit.go.jp/ktr_content/content/000638394.pdf (平成30年3月19日確認)

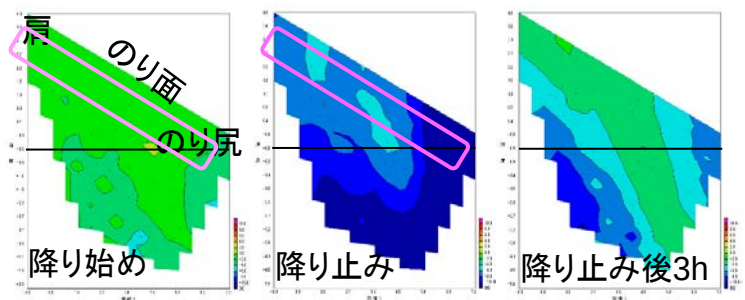


図-6 電気比抵抗の差分比較 (緑→青:比抵抗減少)

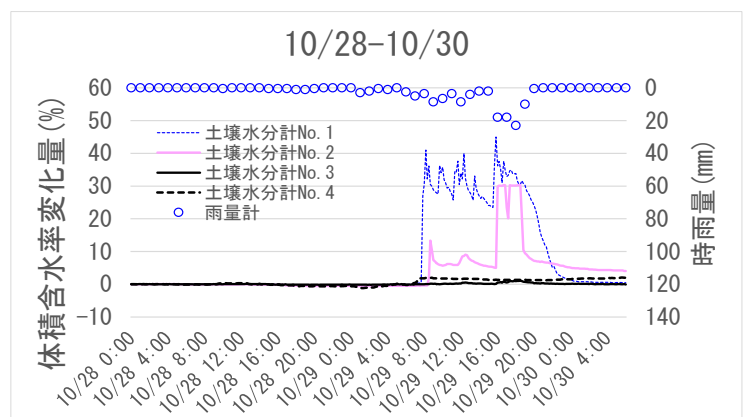


図-7 体積含水率変化量と時雨量の時刻歴