

電気比抵抗による盛土内部水分の把握

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○浅野 嘉文 正会員 大木 基裕
正会員 舟橋 秀磨 正会員 今井 賢一

1. はじめに

鉄道盛土の耐力（耐降雨性能）は、盛土内部の水分量に依存する。当社では、ハード対策としてのり面工による遮水対策¹⁾、排水パイプによる水位低下対策、排水設備による流入水対策などの設備の充実、常時の排水設備の維持管理、およびソフト対策として、降雨時の警備や点検を行い、鉄道の安全安定輸送を確保している。ここで、上述の維持管理や警備は目視が主体であり、経験に基づく定性的な評価に留まるのが現状である。

そこで本稿では、盛土内部の水分量の推移を測定することができる電気比抵抗²⁾の活用について、実盛土における実証検証を行ったので報告する。

2. 盛土の諸元と電気比抵抗の計測方法

(1) 盛土の諸元

表1に今回用いた盛土材料の特性値を示す。水分を含むと粘り気が高く、乾燥すると固結する地山掘削土である。図1に盛土および計測の概要図を示す。盛土は高さ3.2m、のり面勾配は1:1.5である。盛土左側12mは締め固め度85%と密に、盛土右側6mは締め固め度を80%と緩く施工した。盛土には横断工として、陶管(φ180mm)を1本、塩ビ管(φ300mm)を2本設置した。塩ビ管の上には擬似空洞(φ300mm, 長さ4.5m)を設け、ここに中水(雨水貯留水)を流入させた。

表1 盛土土質物性値

粒度	礫分	44.5%
	砂分	25.9%
	シルト分	17.9%
	粘土分	11.7%
土の分類	三角座標法	GFS
締め固め	最適含水比	8.50%
	最大乾燥密度	2.022g/cm ³

(2) 電気比抵抗の計測方法

電気比抵抗の計測は、盛土より遠方に設置した電流電極と図1に示す電位電極により構成されている。計測線は、左右のり肩に2計測線(1計測線41電極)、および中央塩ビ管口元からのり肩に線路直角方向に配置した1計測線(16電極)の計3計測線である。

図2に計測方法および、電極設置状況を示す。電極は0.5mピッチに設置し、1つの電極から10個先の電極までの電位差を連続して測定することを繰り返す。このため、深さ5mまでの電位差を計測することになり、盛土の下約2mの地盤を含む範囲を計測することになる。

なお、上述の3計測線の測定に要した時間は約12分であった。また、電極は家電製品などで用いられる、接地電極(銅製)である。

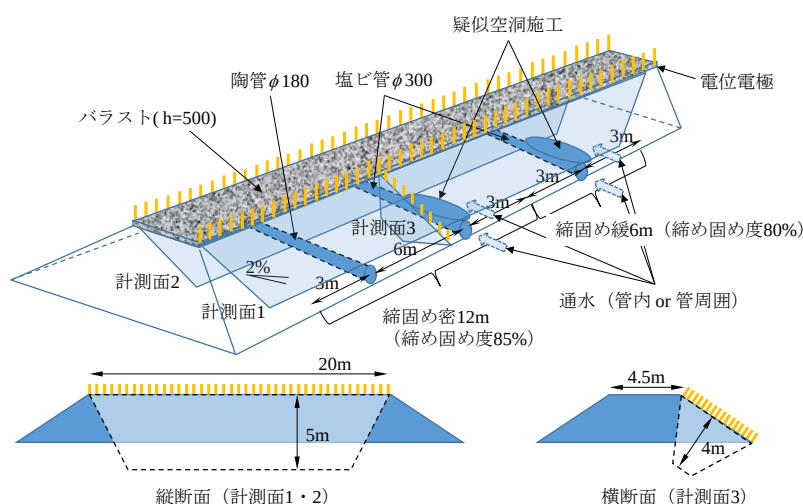


図1 盛土および計測概要図

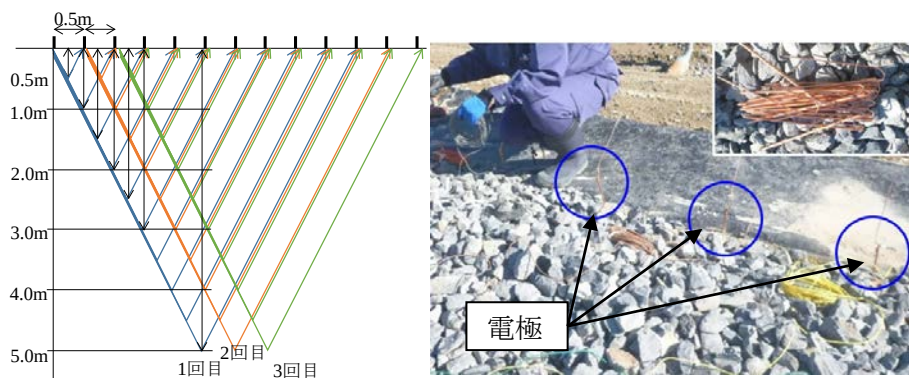


図2 電気比抵抗計測方法と設置状況

キーワード
連絡先

電気探査, 比抵抗法, 盛土, 鉄道
〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 Tel.(0568)47-5380

3. 電気比抵抗の計測結果と考察

図3に擬似空洞に通水(4m³/day)を開始してから、1時間毎の計測結果を示す。図は、上より計測面1、計測面2、(のり肩線路方向)及び計測面3(のり面線路直角方向)である。通水開始時点の土中水分の分布を初期値とし、時間計画に伴う比抵抗値の変化を示している。擬似空洞への注水を行った結果、盛土内部に水が浸透せず流入口より溢水し、のり尻に滞水した。このまま継続した結果、のり尻及び地盤における比抵抗値が低下(緑から青)に変化している。これより、のり尻より浸水が生じている状況がわかる。一方、盛土天端は一部の箇所で比抵抗が増加(黄色から橙色)している。これは、日光により天端の一部が乾燥したことによる。

図4に降雨時の3時間毎の計測結果を示す。この間は注水を行っていない。降雨は降り始めから9時間継続し、その後降り止んだ。降雨量は0.5~1mm/h、累積雨量6mmで、この間大きな変化はなかった。盛土天端及びのり面中腹及びのり尻で電気比抵抗値が低い領域が拡大し、この傾向は降りやみまでの9時間継続している。降り止み後、天端及びのり尻において比抵抗値が再び増加し、降雨前の状態に回復する傾向がわかる。

4. まとめ

電気比抵抗による計測により土中水分の時間的空間的推移を把握することができ、実現象と合致する傾向であった。比抵抗値は土中水分のほかに、水分に含有されるイオン、土粒子に含有される鉱物、地中温度などに影響を受ける³⁾。従って、土壤水分計他の計測機器と組み合わせ、信頼度を高めることが必要と考えられる。

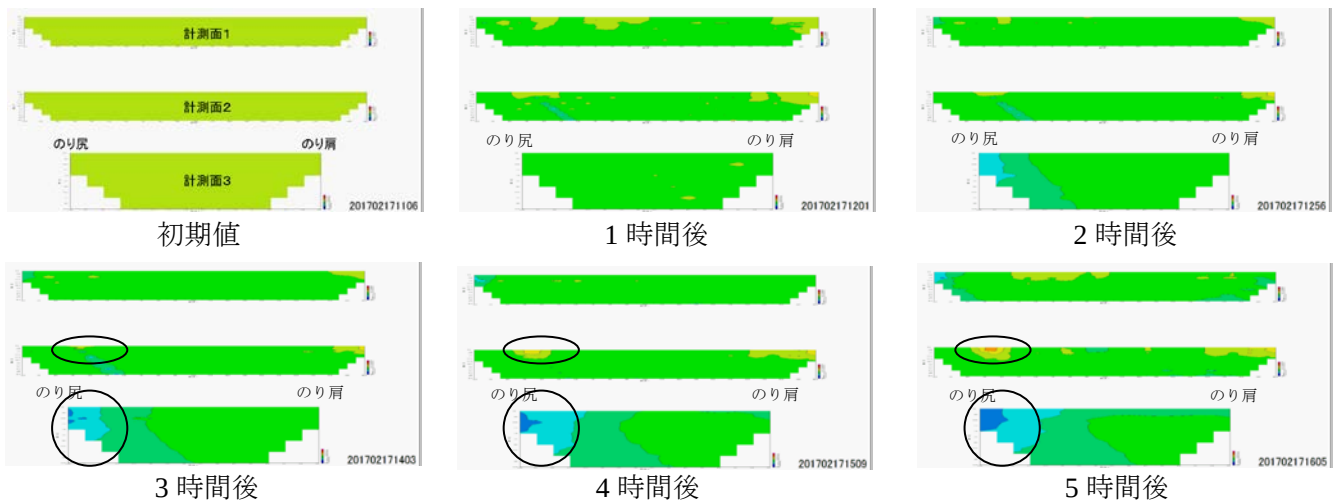


図3 電気比抵抗値の変化(擬似空洞注水時)

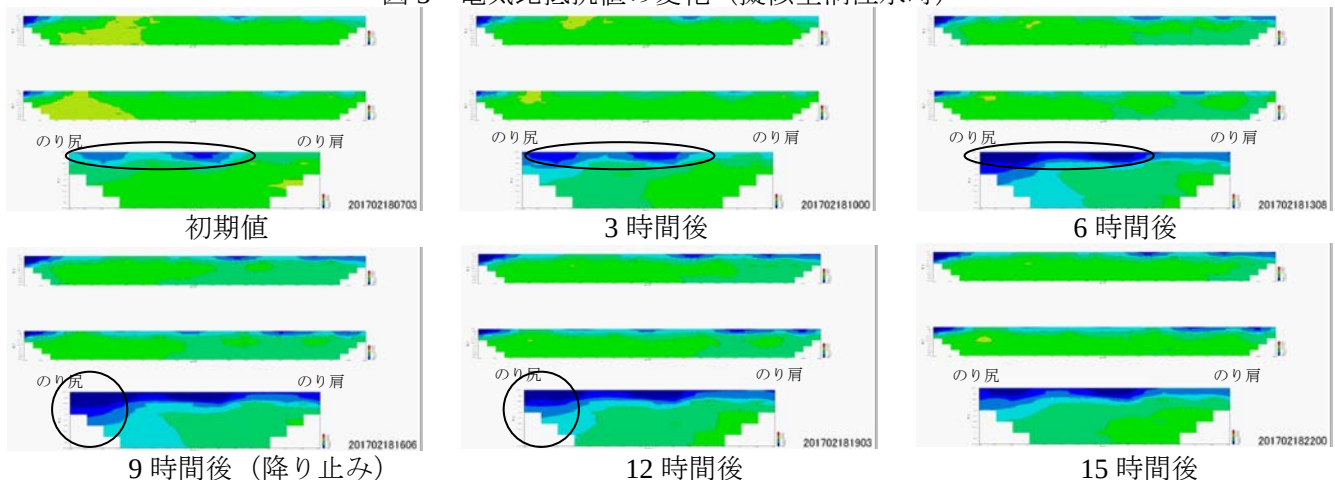


図4 電気比抵抗値の変化(降雨作用時)

謝辞：比抵抗計測については応用地質株式会社小林剛氏にご協力頂きました。紙面にて謝意を示します。

参考文献：

- 1) 岡田勝也, 杉山友康, 太田直之, 布川修, 柴田英明: 鉄道盛土の法面被覆が降雨崩壊に及ぼす影響, 土木学会論文集 No.778/III -69, pp.111-124, 2004
- 2) 小林剛: 地盤の水分変化モニタリング技術ー比抵抗モニタリングシステムの概要ー, 応用地質技術年報 No.32, pp.69-75, 2013.
- 3) 物理探査学会: 図解 物理探査, pp.53-58, http://www.segi.org/~kashima_admin/bookdata/04/_SWF_Window.html (2017.3.23 確認)