

比抵抗と盛土締固め品質の相関関係の評価方法

鹿島建設(株) 正会員 ○岡本遥河 小原隆志 松本聡碩
福島 陽 岡本道孝

1. はじめに

盛土の品質管理方法として、砂置換法（JIS A 1214）や突き砂法（JGS 1611）、RI 法（JGS 1614）などの現場密度試験によって盛土の密度または空気間隙率を計測することが一般的である。著者らはこれらの計測方法に代わる手法として、比抵抗を用いることで盛土品質の面的計測を可能とした全量品質管理技術¹⁾を開発中である。比抵抗法は電気探査の一種であり、一对の電流電極から電流を流し、別の一对の電位電極間の電位差を計測することで電極間隔に応じた一定範囲の比抵抗を計測するものである。比抵抗は地盤の密度や空気間隙率と相関関係（以下、検量線と呼ぶ）を有しており、この関係を事前に把握しておけば、比抵抗の計測結果から盛土品質の面的分布を求めることができる。これまではサンプルホルダー（以下、SH と呼ぶ）を用いた室内試験によって検量線を取得してきたが、転圧試験時に現場密度試験と比抵抗計測を同時に行うことで、SH による検量線取得を省略する方法について検討した。本報では、ここで得られた結果について報告する。

2. 検量線の取得

以下に、2 種類の検量線取得方法について説明する。

(1) SH を用いた室内試験

SH はモールド状の容器内側にポリアセタール樹脂を配置することで外部と絶縁し、内部をウェンナー法と呼ばれる電極配置とした比抵抗計測装置である（図-1）。SH 内に含水比を調整した試料を投入後、所定の密度となるよう 3 層に分けて締固めを行う。その後、蓋と底面に配置した電流電極から電流を流し、電位電極で電位差を測定することで比抵抗を計測する。ここで、複数の密度条件で比抵抗を計測することで、検量線を取得する。

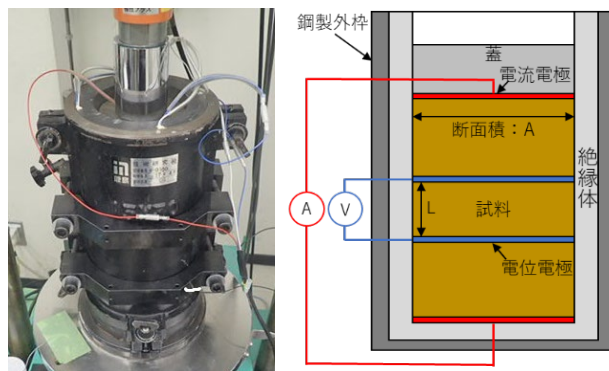


図-1 SH を用いた比抵抗計測の概要

(2) 転圧試験における現場密度試験および比抵抗計測

転圧試験では、本施工時の転圧機械および敷均し厚さ、転圧回数等の施工仕様を決めるため、転圧回数ごとに RI 計器による密度と空気間隙率を計測する。ここで、本報では比抵抗計測として直流電気探査を同時に実施した。図-2 に直流電気探査での電極配置を示す。これはダイポール・ダイポール法と呼ばれる電極配置で、盛土品質の面的計測装置と同様の配置である。ダイポール・ダイポール法は電極間隔を調整することで、計測深度を制御できる特長がある。以下に、ダイポール・ダイポール法による計測深度の算出式を示す。

$$H = \frac{a(N+1)}{2}$$

ここで、 H :計測深度、 a :電極間隔、 N :隔離係数であり、 $a=0.2\text{m}$ 、 $N=1$ とすることで、計測深度が透過型 RI 計器で使用する線源棒と同じ深さ（ 0.2m ）となる。こうすることで、転圧回数ごとの RI 計測結果と比抵抗計測結果を対応させることが可能となり、転圧試験時に検量線を取得することができる。

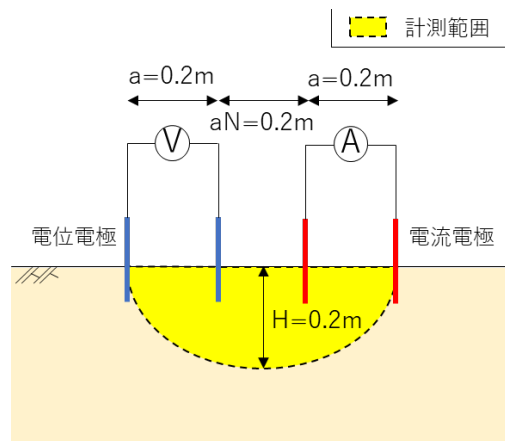


図-2 計測深度（ダイポール・ダイポール法）

キーワード 盛土, 品質管理, 比抵抗, 乾燥密度, 相関関係

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

3. 試験施工概要

本報では礫質土を対象とした転圧試験結果について述べる。数均し厚さ 0.3m に対して、数均し完了時（転圧前の状態）を含む転圧回数（ $N=0,2,4,6,8$ ）ごとに直流電気探査および透過型 RI 計器を用いた現場密度試験をそれぞれ 3~4 測点で実施した。

4. 試験結果

図-3 に 2 測点における転圧回数ごとの比抵抗および空気間隙率、乾燥密度の変化を示す。同図には、複数計測回の平均値（比抵抗を除く）をプロットしている。転圧回数の増加に伴う、地盤の比抵抗および空気間隙率の減少、乾燥密度の増加を確認できる。

図-4 に SH を用いた試験から取得した室内検量線と転圧試験結果から取得した現場検量線を示す。両者を比較すると、相関関係が僅かに異なる結果となった。この理由として、現場検量線を本施工時と同等の計測条件下で得たことによるものと考えている。以上より、転圧試験は SH を用いた試験に比べて、より本施工時に近い相関関係が得られ、より高い精度で品質を評価することが可能であると考えている。

検量線の精度に与える影響として、①比抵抗計測対象地盤における層境の有無、②締固め方向に対する比抵抗計測方向による異方性、③電気抵抗が異なる間隙水、が関係していると考えられる。具体的には、以下の 3 要因が影響している可能性がある。① SH では 3 層分の締固め地盤を対象とし、2 つの層境を介して比抵抗を計測しているが、転圧試験では 1 層分の地盤を対象としている。②比抵抗の異方性に関する知見は得られていないが、室内検量線の取得においては転圧面直交方向への電流を利用し、現場検量線では転圧面平行方向に流れる電流を利用している。③一般に水道水と雨水や地下水の電気抵抗は異なるとされている^{2),3)}。室内検量線を作成する際、試料土の含水比調整に水道水を用いるが、現場の盛土材に含まれる間隙水は、地下水や雨水で構成される。

5. おわりに

本報では、比抵抗と盛土品質（密度、空気間隙率）の相関関係（検量線）の評価方法について検討した。これまででは SH を用いて検量線を取得してきたが、本施工と同等の計測条件下である転圧試験時に検量線を取得することで、より高い精度で品質評価できる可能性を示した。今後は現場検量線を用いて、盛土締固め品質の面的評価を実施することを考えている。

参考文献

- 1) 松本ら：土工の工場化に向けた電気特性による盛土の全量品質管理 II:比抵抗の計測による盛土の乾燥密度の評価，土木学会第 76 回年次学術講演集，pp.113-114，2021.
- 2) (株)オーセンテック，「電気伝導率」：<http://www.authentec-at.jp/quality/electro.html>，（参照 2022-12-08）
- 3) 日本応用地質学会，「Q&A」：<https://www.jseg.or.jp/chushikoku/Q&A/3-04.pdf>，（参照 2022-12-08）

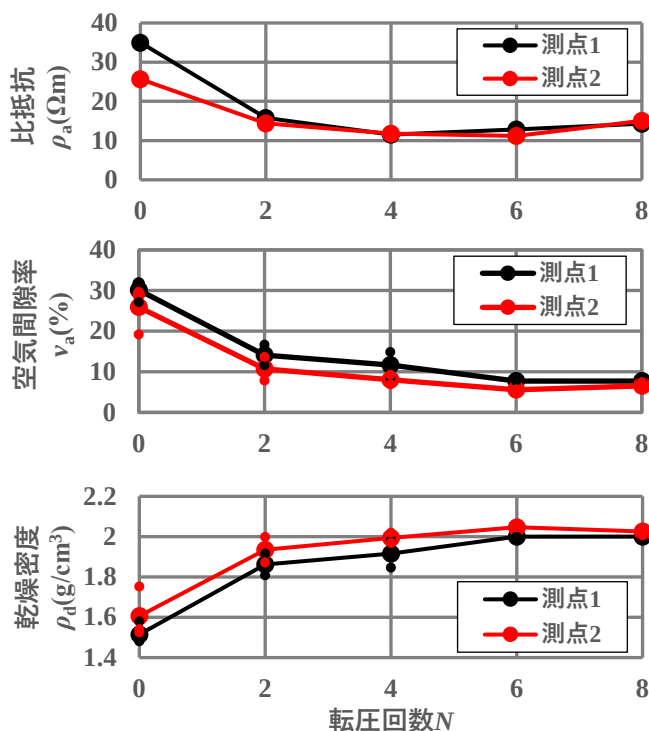


図-3 転圧試験結果

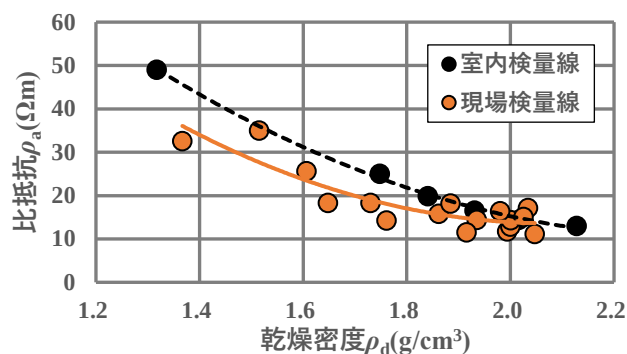


図-4 検量線