

盛土の締固め管理に用いる見かけ比抵抗の測定におけるゴム電極の開発と適用性

大日本土木(株) 正会員 植野 修昌・新美 孝之介
片岡 昌裕・篠田 誠
大阪大学大学院 工学部 松井 保

1. はじめに

現在、盛土の締固め管理指標としては、密度比を用いることが多く、その測定方法としてRI法が多く用いられている。しかし、今後の盛土施工においては、厚層まき出し、岩塊材料による盛立てなど、RI法では適用が困難である場合が考えられる。そこで、筆者らは、現在主に地盤探査に用いられている比抵抗を締固め指標とした盛土の施工管理法¹⁾²⁾(盛土の見かけ比抵抗と空気間隙率の関係に着目した管理法：以後 Ra-va 管理法と記す)を提案している。Ra-va 管理法の測定に関する特徴としては、以下の2点が挙げられる。

従来法に比べ測定が簡便であり、測定時間が極く短いことから、多量のデータが迅速に入手できる。

岩塊盛土の場合、RI法では線源棒の地中削孔が困難であるが Ra-va 管理法では地表面接地による比抵抗測定が可能であり、多少の凹凸がある場合でも測定が可能である。

これらの特徴を満足するため、Ra-va 管理法で用いる比抵抗測定用電極は、従来用いられている鋼・ステンレス棒(φ10mm、ℓ=50cm)ではなく、新たに導電性ゴムを利用したゴム電極を考案・開発した。本文では、ゴム電極の特徴とともに鋼棒電極との比較結果を示し、ゴム電極の適用性を確認する。

2. 比抵抗測定用ゴム電極

2-1 ゴム電極の構造

ゴム電極部の構造は、図-1に示す通り、測定地盤面と接触する板状の導電性ゴム、その上にφ0.5mmのメッシュ状の導線網、地表面の不整形に対応する凹凸吸収スポンジおよび電極間を固定する剛部材を順に積層して構成される。地表面不陸に対しては、導電性ゴムの柔軟性および凹凸吸収スポンジにより変形を吸収することが可能である。測定に際しては、図-2に示すようなウェンナー配置を用い、地表面と導電性ゴムの接触を確保するため、電極固定部材に適当な荷重を載荷して測定を行う。

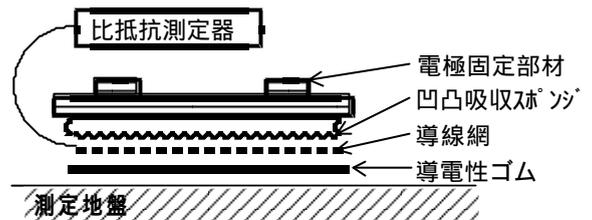


図-1 ゴム電極の積層構造

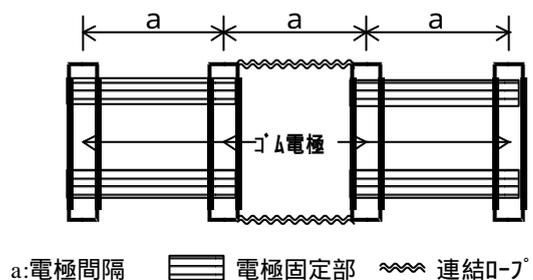


図-2 ゴム電極によるウェンナー配置

2-2 導電性ゴムの諸元

一般に、導電性ゴムは主にIC機器製造ラインにおける静電気防止に用いられ、高導電性ゴムは電卓などのスイッチに利用されている。今回用いたゴムは、カーボンを混練した静電気防止用である。表-1に主な物性値を示す。

表-1 導電性ゴムの物性値

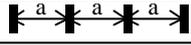
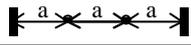
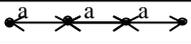
硬さ (Hs)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	耐老化性			体積固有抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	比重
			硬さ変化 (Hs)	引張強さ 変化率(%)	伸び 変化率(%)		
6.5	14.8	450	+5	-5	-1.5	1.0×10^{-2}	1.2

2-3 鋼棒電極とゴム電極の比較

ゴム電極は、点電極である鋼棒電極とは異なり線電極となる。そこで、点電極と線電極の相違を検討するため、表-2に示す3種類の電極組合わせで比抵抗測定を実施した。電極配置はすべてウェンナー配置とし、
キーワード：盛土管理、締固め、見かけ比抵抗、ゴム電極

連絡先：大阪市北区堂島 2-2-2 大日本土木(株) 大阪支店土木部 Tel 06-6348-8905 Fax06-6344-5843

表 - 2 ゴム電極・鋼棒電極の統計値と相関係数

電 極	データ数	平均値	標準	相関係数	電極配置	電極配置係数
LL:線電流源線電位(ゴム電極)	30	20.0	11.727	LL:LP=0.993		2.1244
LP:線電流源点電位(ゴム・鋼棒)	30	15.2	8.793	LP:PP=0.995		2.2867
PP:点電流源点電位(鋼棒電極)	30	19.0	10.859	PP:LL=0.989		1.8849

比較検証には、神戸層群砂礫層の切土地盤を用いた。(a 電極間隔、  : ゴム電極、  : 鋼棒電極)

測定機器は、Mc O H M 2 1 を用いた。各電極組合せ間の相関を表 - 2 に示す。いずれの電極組合せ配置によっても高い相関が得られ、統計的性質にも優位な変化が見られない。したがって、今回用いたゴム電極は、従来用いられている鋼棒電極と等価な特性を持ち、同様に比抵抗測定が可能であることが確認された。

3 . 岩塊材料を用いた試験盛土におけるゴム電極の適用性

3-1 転圧回数と締め固め要因との関係

試験盛土に用いた材料は和泉層群の砂岩・頁岩互層部の切土材であり、粒径分布は、礫分 80%、砂分 14%、シルト粘土分 6% で、粗粒材(最大粒径は約 150mm) が支配的な岩砕材料である。締め固め効果の測定は、転圧回数 0,2,4,8,16 回の各転圧毎に見かけ比抵抗および R I 測定をそれぞれ 3 0 点行った。比抵抗の測定は、ゴム電極を使用し、測定時の基本電流を 20mA、電極間隔を 30cm とした。図 - 3 に転圧回数と主な締め固め要因の転圧毎の平均値の関係を示す。締め固めによる見かけ比抵抗・乾燥密度・空気間隙率の変化(0 回転圧と 1 6 転圧の比)は、それぞれ 0.67、1.14、および 0.48 となる。また、参考文献 1) に示す従来の鋼棒電極を用いた測定結果と同様に、比抵抗は乾燥密度と負の相関、空気間隙率と正の相関を示す。図 - 4 は全転圧回数の見かけ比抵抗と空気間隙率の関係を示す。岩塊盛土においても、空気間隙率 0 % すなわち飽和状態では、文献 1) に示すその他の材料とほぼ同じ見かけ比抵抗(約 100 m)を示す。これは、飽和状態の比抵抗は、材料粒度に関係なく、土粒子の電気的接触状態が主な決定要因であることに起因すると考えられる。

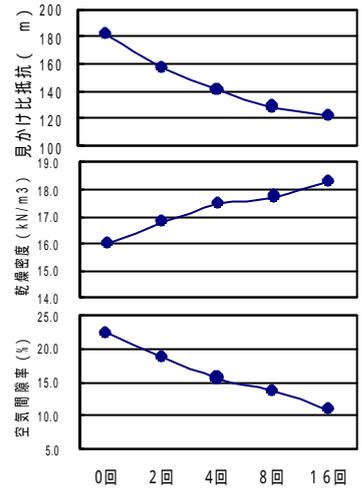


図 - 3 転圧回数と締め固め要因

3-2 ゴム電極測定による測定時間の短縮効果

表 - 3 に、各転圧毎に求めた R I 測定時間とゴム電極測定時間の平均値を示す。測定作業は、両者共に 1 人作業で行った。ゴム電極測定は、R I 測定に比べ、1 測点当り約 1/6 に時間短縮が可能である。この理由としては、R I 測定では、測定開始前に線源棒挿入のための削孔後、さらにデータ測定に 1 分を要する。これに対し、ゴム電極では、電極を地面に設置し即時に測定が可能であり、さらに軽量であることから作業性が高いことが時間短縮の要因として挙げられる。

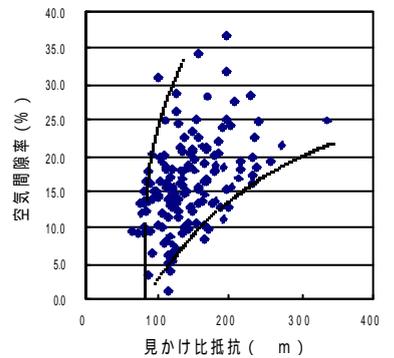


図 - 4 見かけ比抵抗と空気間隙率

4 . まとめ

岩塊材料でのゴム電極を用いた比抵抗測定結果に基づいて、ゴム電極は従来の鋼棒電極と等価な特性を持ち、筆者らが提案する Ra - va 管理法に適用可能であることを確認した。また、操作性を向上することにより、より測定時間の短縮が可能であると考えられる。今後、ゴム電極を利用した自走式測定器の開発、および転圧重機に測定機器一式を搭載することにより、従来のような転圧施工後の測定・管理ではなく、転圧施工と同時に行う盛土の品質管理システムの構築が課題として挙げられる。

表 - 3 測定時間の比較

	30 点測定平均	1 点当り
R I 測定	76.0min	2.5min
ゴム電極	12.6min	0.42min

参考文献

- 1) 植野 他：見かけ比抵抗を用いた盛土管理手法の開発と適用事例，土と基礎，V o 1 4 8 , N o 4 , pp.29 ~ 32 ,2000
- 2) 植野 他：比抵抗値による盛土施工管理に関する基礎的研究，土木学会第51回年次学術講演会講演集，1996