

鉄道盛土に対する比抵抗探査手法（EM探査法）の適用に関する一考察

(株)アーバン・エース 正会員 上野 勝大 関電興業(株) 正会員 片山 辰雄
 (株)アーバン・エース 正会員 佐藤 亮 関電興業(株) 尾崎 克之

1. はじめに

各種の土木構造物の中でも、盛土は検査手法の定量化が難しい構造物のひとつである。このため、盛土の検査は、資料等による事前調査と目視検査によるところが大きく、検査精度は検査担当者の経験、技術力に負うところが多い。しかしながら、降雨時や地震時などにおいてどの程度崩壊の危険性を有しているかを、資料や目視のみで十分に評価することは困難であり、可能な限り定量的かつ科学的な検査手法を併用した検査体制の確立をしていく必要があると言える。

こういった状況の中、近年、既往の研究において地盤の比抵抗を評価指標とした検査手法が、トンネルの地山区分¹⁾、あるいは地盤の物性評価^{2),3)}等に関して有効性が報告されるなど、その利用が急速に拡大している。そこで、地盤に対する定量的かつ科学的な検査手法として、この比抵抗探査法に着目し、同手法の鉄道盛土に対する検査手法としての適用性について把握を試みることにした。

2. 検査手法の抽出

比抵抗により地盤を探查する手法の代表的なものとしては、比抵抗映像法や高密度電気探査法等の電気探査比抵抗法が挙げられる。これらの手法は200m程度の大深度まで高精度の比抵抗分布が得られる手法として実用化が進められているが、主な利用分野はトンネル、ダム、地下水、温泉、断層等の比較的大規模な調査であり、今回の鉄道盛土程度の規模を対象とした検査手法としては、やや簡便性や効率性に欠けると考えられる。地盤を簡便に探查できる手法としては地中レーダ法が考えられるが、この手法は探查深度が4～5m程度に限定されるとともに、コンクリート等の構造物を有する地盤に適用する場合、入射した電磁波がコンクリート表面等で反射し内部の測定が困難であること等の問題があり、鉄道盛土の検査手法としては適用性が低いと考えられる。こういった中、鉄道盛土での適用を考える場合、以下に示すような特徴を持った検査手法を採用することが望ましいと考えた。

- 1) 10m程度の深度（鉄道盛土内）を対象として、精度良く地盤の比抵抗を測定できること。
- 2) 法面上等の作業性の悪い箇所でも迅速に測定が可能であること。
- 3) コンクリート法枠等の構造物を有する箇所でも、精度良く地盤の比抵抗を測定できること。
- 4) 探查装置は軽量なものであり、人力で移動や測定が可能であること。

ここで、測点や信号源の設置が不要であるとともに磁場測定のみで精度良く比抵抗測定が行える手法として近年研究が進められているEM探査法が、これらの条件を満足できる可能性が高いと考え、同手法を鉄道盛土に対する検査手法として抽出し、適用性把握を目的とした試験施工を行うことにした。

3. 試験施工A（法面上での作業性ならびにコンクリート法枠上での測定精度の把握）

まず、法面上等の装置の移動や設置が困難な箇所での作業性や、コンクリート法枠等の障害物を有する箇所での測定精度を検証するため、阪神淡路大震災以後に表層部を補修した河川堤防の法面（健全部）と同一堤防における未補修法面（不健全部）の2箇所において、試験施工を行った。法面上での測定状況を写真-1に示す。

写真に示す通り、今回試験を行った箇所は1:2の勾配を有する法面上であり、極めて作業性の悪い箇所である。しかしながら、今回用いた装

写真-1 法面上での測定状況



キーワード：EM探査法、比抵抗探査、鉄道盛土

連絡先：〒530-0012 大阪市北区芝田1-4-8-4F TEL.(06)6359-2756 FAX.(06)6359-2762

置は重さが 20kg 程度と軽量であるため、法面上でも人力で迅速に移動が可能であった。装置の設置に関しても、斜面上の測定用に設けられている伸縮可能な装置固定棒により、迅速に作業を行うことができた。

また、健全部と不健全部との測定結果では、健全部表層付近の比抵抗値が 20~30 Ω・m 程度であったのに対して、不健全部では法肩付近の緩みが生じやすい箇所において 10~15 Ω・m 程度の低比抵抗の分布が確認された。得られた比抵抗値と地盤の物性値との関連性については、現在同一箇所で土質調査を行いながら、さらなる検証を行っているところであるが、写真に示すようなコンクリート法枠上からの測定でも、内部の比抵抗分布を十分に測定できることが確認できた。

4．試験施工 B（鉄道の通電による影響把握）

E M 探査法を鉄道盛土に対する検査手法として確立していくためには、検査コストを可能な限り低減させる必要がある。このため検査自体は作業能率の良い昼間時に行うことが望ましい。しかしながら、昼間時における鉄道の線路には、電車のモーター、軌道回路、ブレーキ時の回生電流等により電気が通電されており、この影響から鉄道盛土が何らかの磁場を形成している可能性は十分に考えられる。このため、鉄道盛土に対して E M 探査法を実施する場合、まず通電時間帯において、本探査法が本来の精度通りに実施可能かどうかを把握する必要がある。

そこで、線路と交差する河川の堤防上を利用して、通電時と停電時に試験施工を行い、鉄道の通電による影響の有無について把握を試みることにした。試験の概要は表-1 に示す通りである。

試験施工の結果得られた、通電時並びに停電時における地盤の比抵抗分布図を図-1 及び図-2 に示す。両図を見ると地表面付近で 14 Ω・m 程度の低い比抵抗を示し、深くなるにつれ徐々に比抵抗が高くなる傾向が認められている。さらに左側から 3 m 付近で山状に比抵抗が高くなる箇所も、比較的精度良く測定されている。深い箇所での比抵抗分布に若干の違いが見られるが、一般的な鉄道盛土の高さである 10m 以内の範囲は、ほぼ同等の比抵抗分布が得られていると言える。以上から考えて、検査対象範囲を鉄道盛土内の地盤と限定すれば、通電が本探査結果に及ぼす影響は無視できる範囲であると言える。

5．まとめ

今回、地盤に対する定量的かつ科学的検査手法として E M 探査法を取り上げ、法面上での作業性、コンクリート法枠上での測定精度、鉄道の通電による影響等について把握を試みた結果、本手法が鉄道盛土に対する検査手法として、十分な適用性を有していることが確認できた。今後は、実際の鉄道盛土において試験施工を実施することにより、さらなる適用性の把握を試みるとともに、E M 探査実施箇所において各種土質調査等を行いながら本探査法での評価可能項目を明確にし、鉄道盛土の新たな検査体制の確立を目指していきたい。

参考文献

- 1) 松井保ら(1995)：比抵抗高密度探査結果の定量的評価によるトンネル地山区分と適用性，第 40 回地盤工学シンポジウム
- 2) 松井保ら(1997)：砂の比抵抗に関する基礎的研究，第 32 回地盤工学研究発表会
- 3) 松井保ら(1998)：地盤材料（締固め土）の比抵抗に関する基礎的研究，第 33 回地盤工学研究発表会
- 4) （社）日本鉄道施設協会(1998)：鉄道土木構造物の維持管理

表-1 試験概要

試験箇所	線路と交差する河川の堤防上
測定時間	通電時：列車通過直後，停電時：夜間
測定延長	約10m(線路からの距離5m~15m)
探査深度	約20m(堤防高：約5m)
測定方向	線路直角方向

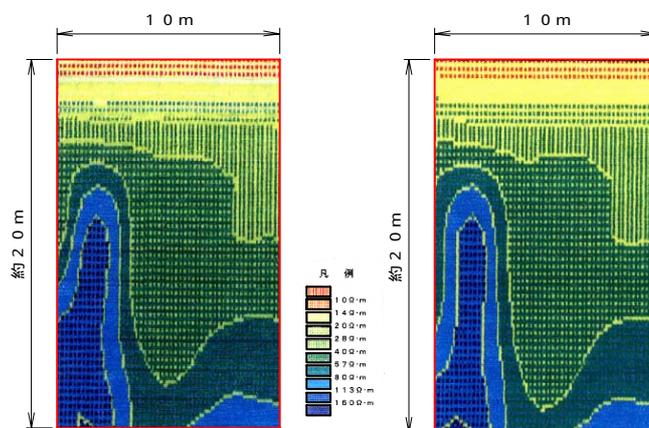


図-1 通電時比抵抗分布 図-2 停電時比抵抗分布