

土木分野における E M 探 査 の 探 査 事 例

関電興業株式会社	正会員	片山 辰雄
関電興業株式会社		尾崎 克之
関電興業株式会社		加藤 裕将
建設企画コンサル	正会員	小里 隆孝

1. はじめに

土木分野における地下情報を把握する手法として、比抵抗電気探査を採用することが多くなってきた。これは、大地のもつ見かけ比抵抗値を測定することにより、地下構造の情報を推定することから、それらが求まる。我々は土木分野の一般的に多い調査対象深度（約50m）をカバーし、電極打設を必要とする電場測定を避け、磁場測定のみで比抵抗の測定ができる ElectroMagnetic (EM) 法に着目し、最高16チャンネルを有する周波数領域 (Frequency-domain) によるコンパクトなEM探査システムの開発を行った。そのシステムの概要と探査事例について報告する。

2. システム概要

EM探査システム構成は、図-1に示すように矩形の送信コイル、小型バッテリーを電源とする送信ユニットおよび磁場センサーユニット、ならびに受信回路とA/Dコンバーターや光通信ユニットなどを格納した受信部本体などで構成されている。発信周波数は下記のように設定した。

周波数 (f) = 364, 256, 182, 128, 91, 64, 45.5, 32, 22.8, 16, 11.4, 8, 5.7, 4, 2.8, 2 kHz
 なお、デジタル化されたEM測定データは光通信ケーブルによってパソコンに送られ、リアルタイムにデータ処理し解析した測定結果は画面表示が行なえる。

EM法の測定原理は、送信コイルより発生した一次磁場が、電磁誘導現象により地盤中に渦電流を発生させ、その渦電流によってさらに二次磁場が発生する。この二次磁場強度が地盤の導電率（比抵抗値の逆数）により変化する。この現象を用いて、二次磁場強度を測定することにより見かけ比抵抗が求まる。また、高周波数は浅く低周波数は深くまで磁場が到達することを利用し、16種類の発信周波数を順次変化させることにより、みかけ比抵抗値の深度方向の変化を測定する。その各深度の見かけ比抵抗値を1次元インバージョンすることにより、地盤の真の比抵抗値の分布が求まる。

今回開発したEM探査システムでは、地下構造が均質で比抵抗値が20Ω・mの地盤の場合では見かけ探査深度が50m、100Ω・mの場合では110mとなる。よって、開発予定の調査対象深度（50m）に対応している。

現地での測定は、地盤の上にEM探査機を置き、瞬時に測定することができ、迅速かつ簡便に探査することが可能で、電極の打設や送信アンテナなどの設置の必要も無い。また、地盤と非接触で測定できるため、地盤表面の状況に制約を受けにくく、種々のフィールドに対応することができる。

右の写真-1に測定状況の写真を示すように、表面に低比抵抗の導体があり、従来は測定できなかった吹付モルタルや少量の鉄筋がある場所でも探査が可能になったことは、画期的なことであると自負している。



写真-1 EM探査の測定状況

キーワード：物理探査，電磁探査，比抵抗値，断層，堤防

連絡先：〒531-8502 大阪市北区本庄東2-9-18 TEL06-6359-7650 FAX06-6359-7584

3. 探査事例

高密度電気探査との比較を目的として、神戸市の西方にある高塚山断層を対象に探査した。高塚山断層はこれまでの研究によると、高塚山付近では断層の東に凝灰岩と泥岩を主体とする神戸層群が、西にはよく締まった砂礫層である大阪層群が分布する。この現場での高密度電気探査は、中川らによって行われて報告¹⁾されている。EMの探査は、断層を挟んで200mについて試験した。測定点ピッチは2mとした。ただし、この試験探査は8チャンネルのプロトタイプ機によって実施した。

探査結果は、測定点ごとに一次元インバージョンを行い、それらを二次元マッピングして比抵抗断面図を作成した。この図から分かるように、EMの探査結果において高塚山断層の比抵抗構造が明瞭に検出できており、また、神戸層群と大阪層群との比抵抗のコントラストも十分識別することができる。

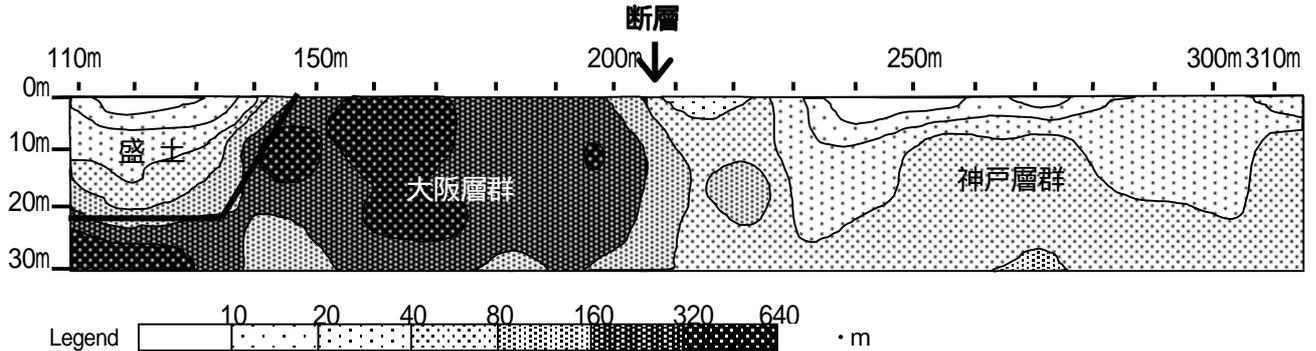


図 - 1 高塚山断層での探査結果

次に、阪神・淡路大震災によって被害が発生した河川堤防において、現在の堤防盛土の状況を確認するため、16チャンネル機にて探査を実施した。

当調査地点の震災時の被害状況は、堤防天端の中央部には堤体の軸方向にくさび状の亀裂を生じており、50cmを超す沈下が生じていると報告されており、堤防の天端中央の亀裂から西側へ地すべり性の損傷が発生していた。今回の測定結果の一例を図-2に示す。

探査結果では、堤防天端部分に低比抵抗域がくさび状に分布しており、震災時の被害状況と良く一致した結果となっている。

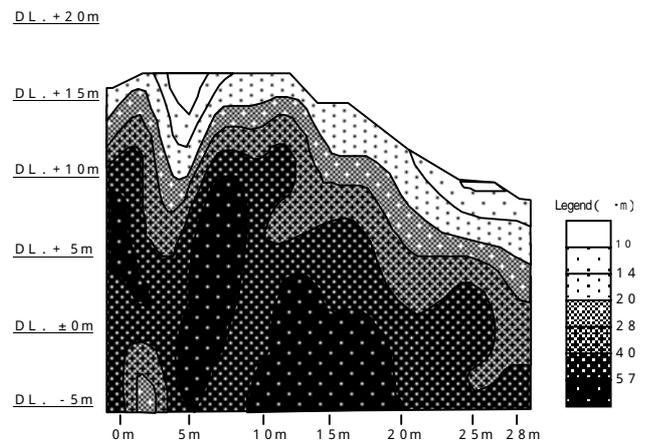


図 2 河川堤防で探査結果

4. まとめ

今回、迅速かつ簡便に精度良く地盤調査する方法としてEM探査に着目し、多くの周波数発信によるEM探査システムの開発を行なった、その結果、本探査システムが土木分野において十分な精度を有し、簡便性にすぐれており経済的であることが確認できた。現在、探査を実施した河川堤防において各種土質調査を実施しており、さらに検討を行なう予定である。今後は、切羽前方探査など種々の現場実証試験を重ね、土木分野の種々のフィールドにおいての適用性について試験を実施していきたい。とくに、法面や堤防などの土木分野での探査手法の一つとして確立させていきたい。

末筆ながら、本研究開発の遂行に多大な協力を頂いた京都大学芦田譲教授、大阪大学松井保教授に謝意を表します。

参考文献

1) 中川要之助・清水啓三、高塚山断層の活動時期 近畿の活断層(その1) -、同志社大学理工学研究報告 第38巻、第1号 別冊、1997