

III-18

TDEM電磁探査法によるトンネル調査

戸田建設㈱

正会員 原 敏昭 正会員 岡村 光政

西牧 均

三井金属資源開発㈱

斉藤 章

和田 一成

1. はじめに

最近、トンネル・地下空洞等の土木分野においても地盤構造を詳細に把握するため、電気探査（比抵抗調査等）が行われることが多い。しかし、一般的に行われる電気・電磁探査の場合、地形補正や高圧線の影響等問題点が数多くあり、調査精度・深度に限界が生じることが多い。そこで筆者らは、地盤の探査法として従来鉱山・地熱等の地下数百m～数千mの深部資源探査技術として発達してきたTDEM電磁探査法を土木分野で対象となる地下数m～200m程度の浅部探査技術に改良し、特にトンネル調査に適用するために研究開発を行ってきた。本探査法は地表に設置したループに流す電流を遮断したあとの二次磁場の過渡現象を測定し、地盤の比抵抗分布を求める調査法で、ループの大きさや電流等を調節することにより探査対象深度を調整することが出来る。図-1に一般的なTDEM電磁探査法のレイアウトを示す。本報告では、地表から行ったトンネル調査と、トンネル坑内からの切羽前方探査のための予備実験について述べる。

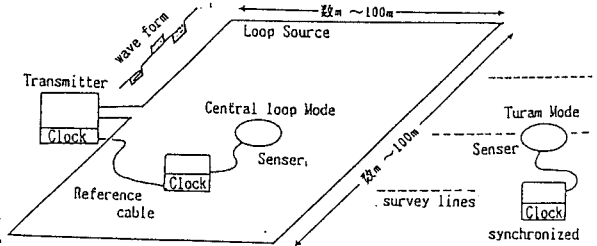


図-1 TDEM電磁探査法の測定レイアウト

2. 地表からのトンネル調査

Aトンネルでは、溶結凝灰岩と泥岩の境界にある非溶結の砂質粘土層（事前調査ではその位置が明確ではなかった）に大量の地下水の存在が推定され、掘削に影響を及ぼすことが懸念されていた。そのため、TDEM電磁探査法により地表からトンネル測線上に沿って調査を行い、比抵抗構造から溶結凝灰岩と泥岩の境界位置の推定を試みた。測定後、ボーリング等の事前調査を参考に各測点で4層モデルの1次元インバージョン解析を行った。表-1に比抵抗値の探査結果を、図-2に地表からのAトンネル探査（比抵抗断面）を示す。その結果、この4層は上位より溶結凝灰岩層1（地下水面以上）、溶結凝灰岩層2（地下水面以下）、泥岩層、基盤層と推定され、凝灰岩層2と泥岩層の境界（非固結砂層）の深度すなわち、トンネルの切羽出現位置が推定された。掘削の結果、この推定がほぼ正しいことが判明し、TDEM電磁探査法による地下浅層部探査のトンネル調査での有用性が確認された。

表-1 比抵抗値の解析結果

	比抵抗値 (ohm-m)	層厚 (m)
第1層	1450～1550	60～115
第2層	170～350	80～100
第3層	60～140	60～90
第4層	7～12	---

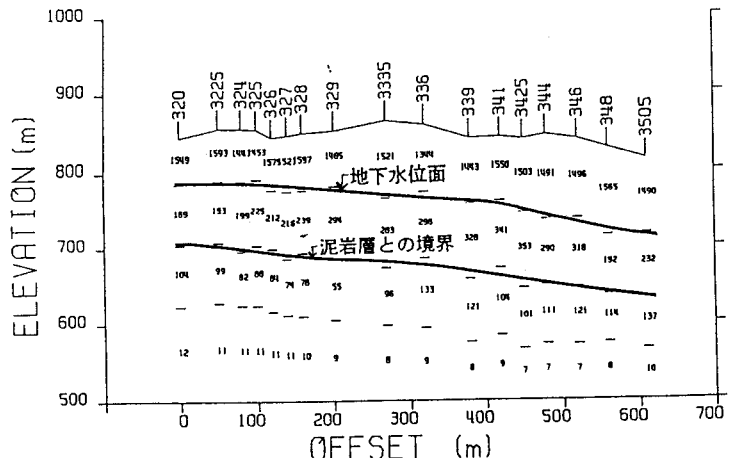


図-2 地表からのAトンネル探査（解析比抵抗断面）

3. トンネル切羽前方探査のための予備実験

既に掘削を終了したBトンネル坑内において、TDEM電磁探査法を適用し、今後のトンネル切羽前方探査のための予備実験を行った。

(1) 実験方法

Bトンネルの地山は凝灰角礫岩(100(Ohm-m)程度)が主体の堅硬な岩盤で、湧水も少なく殆どがBパターンの支保工で施工されているが、一部に熱水変質帯(40m程度;周囲よりかなり低比抵抗帯と推定される)が存在し補助工法が行われている。そこで図-3に示すように熱水変質帯の近傍で、トンネル坑内に設置した送信ループとセンサーの配置・電流の方向・送信ループの個数等を変化させ、直流電流遮断後の2次磁場の過渡現象を測定し、前方の熱水変質帯を探査しようと試みた。

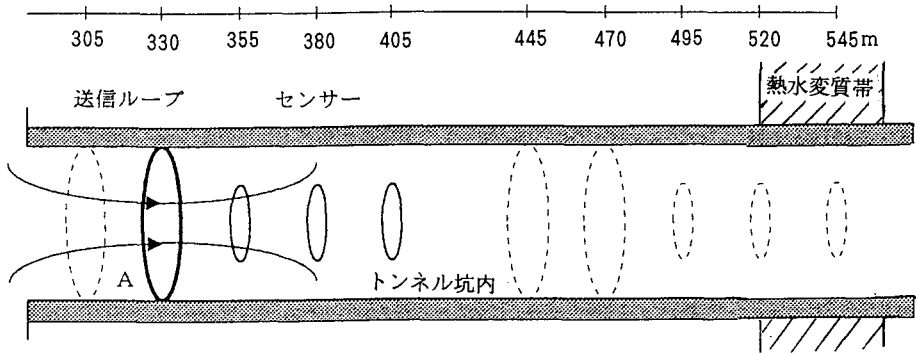


図-3 トンネル坑内切羽前方探知実験の測定配置図

(2) 実験結果

図-4にバックグラウンド(トンネル地山)と熱水変質帯近傍(低比抵抗帯)でのトランジェント曲線の比較を示す。この図で、バックグラウンドと熱水変質帯近傍でのトランジェント曲線を比較すると、送信ループから同じ距離だけ離れたセンサーの反応時間は、熱水変質帯近傍において透過速度が低下し、過渡現象が遅延する傾向が補足されている。この遅延現象を把握することにより、切羽前方に存在する破碎帯、断層等の地質構造が事前に把握出来る可能性がある。

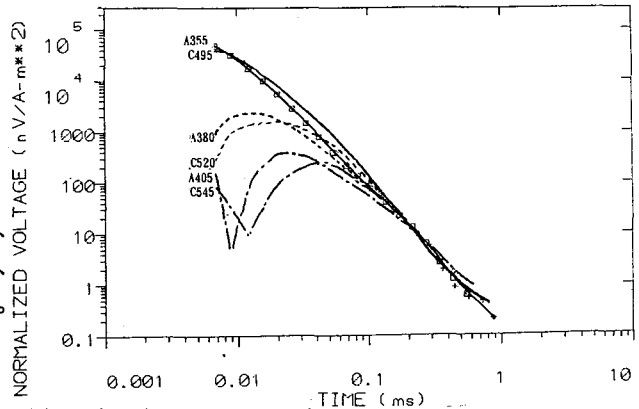


図-4 バックグラウンドと熱水変質帯近傍でのトランジェント曲線の比較

4. おわりに

本編では、TDEM電磁探査法により行った、地表からのトンネル調査と、トンネル坑内からの切羽前方探査のモデル実験の結果を述べた。地表からの浅層部探査(数m~200m程度)は、ノイズ等に強く、精度よく効率的に行えることが判明した。また、トンネル坑内での切羽前方探査の予備実験では、破碎帯・断層等の低比抵抗帯が補足される可能性が示された。今後は、浅層部及びトンネル坑内での切羽前方探査等の調査データを蓄積し、探査目的に合わせたTDEM電磁探査法の測定器の開発・改良を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 斉藤：電磁探査, 物理探査学会基礎講座第18号, 1990
- 2) 石川他：TDEM電磁探査法のトンネル調査への適用；物理探査学会89回学術講演会, 1993
- 3) 原他：TDEM電磁探査法の土木分野への適用；岩の力学シンポジウム, 1994