

空中電磁探査法によるトンネル事前地質調査への適用

香川大学大学院 学生会員 ○濱田 康司

香川大学工学部 正会員 長谷川修一

西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 正会員 三谷 浩二

1. はじめに

トンネルは地山そのものによって構成される構造物であって、トンネルの安定は地山の工学的な特性とトンネルを建設する場所の応力状態に影響される¹⁾。そのため、地山の良否による施工への影響は非常に顕著であり、トンネル事前地質調査は非常に重要となってくるが、事前調査による地山評価と施工実績による地山評価が合わないというのが現状である。原因として現在行われている弾性波探査屈折法では地山深部ほど弾性波速度が速くなるという前提があるので、それ以外の場所では探査結果の解釈を間違ふ恐れがあるということ、電気探査比抵抗法2次元探査の解析は、地形・地下構造が2次元である(側線方向に変化しない)ことを前提としているため²⁾、地形・地下構造が複雑に変化する場合、探査に限界があるということなどが挙げられる。そこで本研究では、広域を迅速に調査でき、トンネル地山を3次元的に評価できる空中電磁探査法のトンネル事前地質調査への適用について提案するとともに、その適用性について検討した。

2. 空中電磁探査法

空中電磁探査法は、地盤の比抵抗を測定する電磁探査の一種で、ヘリコプターを用いて空中から人工的に発生させた交流磁場を地中へ送り、地中を透過する際に生じる電磁誘導現象を利用し地盤の比抵抗3次元構造を測定・解析し、地質・地下水状態を把握する探査手法である³⁾空中電磁探査法の特徴として、

- ① 広域を迅速に低コストで調査できる。
- ② アクセス困難な斜面なども容易に調査できる。
- ③ 他の方法と違って、地形の影響をほとんど受けないために均質なデータが得られ、微細な地質異常を識別できる。
- ④ 調査・設計の留意点の絞り込みが容易になり、調査精度向上や能率の向上、さらにはコストの縮減が期待できる。

などを挙げることができる。

また、空中電磁探査法の比抵抗は低比抵抗の脆弱な地盤、不良地盤を選択的に流れるため、弾性波探査とは異なり、トンネル地山を安全側に評価するという特徴を合わせ持っている。

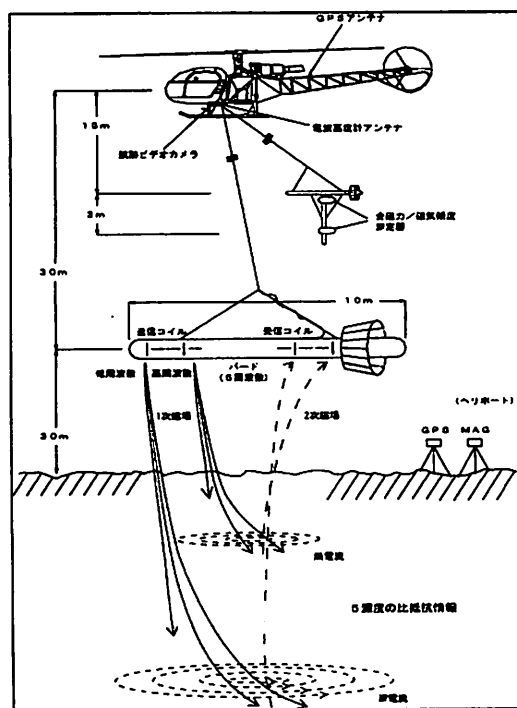


図1 空中電磁探査法の測定概要図³⁾

3. 研究方法

本研究では、高知自動車道の新角谷トンネル東側、新角谷トンネル西側、焼坂第一トンネルのそれぞれについて、空中電磁探査法で得られた比抵抗値と見掛け比抵抗図、トンネル掘削時に記入されるトンネル切羽観察記録を用いた。トンネル切羽観察記録では、圧縮強度、風化変質、割目間隔、割目状態、湧水などの項目があり、それぞれ現場で判定された区分と、岩種によって配点がなされた点数や切羽評価点などを使用した。比抵抗の変化に対して、トンネル切羽観察記録のどの項目が対応しているか、比抵抗構造の変化はどの項目に反応したかということについての検討を行った。

4. 研究結果

検討を行ったところ、低土被りで低比抵抗、泥岩主体(ほぼ同一岩種)で湧水がないという特徴があった新角谷トンネル西側では、比抵抗とトンネル切羽観察項目点数に良い相関が見られた。比抵抗が高くなれば切羽評価点数も高くなり、

比抵抗が低くなれば切羽評価点も低くなるという関係が考えられる(図2)。このことから、

- ・ 同一岩種(泥岩質)で、湧水が少ないトンネルでは、土被りが大きくなると比抵抗は高くなる。
- ・ 比抵抗が高いと切羽評価点も高くなる。

ということがいえ、低比抵抗の区間は切羽評価点が低いと想定することができる。

また、湧水との比較を行った結果を図3に示す。比抵抗の急変部や、低土被りで低比抵抗となっている箇所において湧水が確認された。よって湧水に関しては比抵抗の高低だけでは判断できず、比抵抗構造に注目する必要があると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究のまとめとして、

- ・ 砂岩主体の地山は高比抵抗、泥岩主体の地山は低比抵抗になる傾向がある。
- ・ 類似した岩石からなる地山では、土被りが大きくなるほど、高比抵抗となる。
- ・ 一般に高比抵抗になるほど切羽評価点は高くなる。
- ・ 土被りの小さな低比抵抗区間、比抵抗の急変部では湧水が多い傾向がある。

などが挙げられる。

空中電磁探査法を用いたトンネル事前地質調査ではある程度の地山状況を把握できると考えられる。しかし、詳細設計には不向きであるため、弾性波探査で把握できない、地質的悪質部の探査に併用することが望ましいと考えられる。

また今後の課題として、比抵抗の影響因子に関する定量的評価、高比抵抗部における湧水箇所の特特定、縦断方向のみならず、横断方向、水平方向の比抵抗値を用い、3次元的に評価することや、他の地質における適用性などを調査することによって空中電磁探査法のトンネル事前地質調査へのよりよい適用法がみえてくると考えられる。

謝辞：

本研究を行うにあたり、国土交通省地方整備局中村河川国道事務所から空中電磁探査法による比抵抗値、比抵抗図などを頂き、西日本高速道路株式会社からは施工データをいただきました。厚くお礼申し上げます。また指導教員の長谷川修一教授、西日本高速道路エンジニアリング四国(株)の三谷浩二氏には本研究において、有益なるご助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

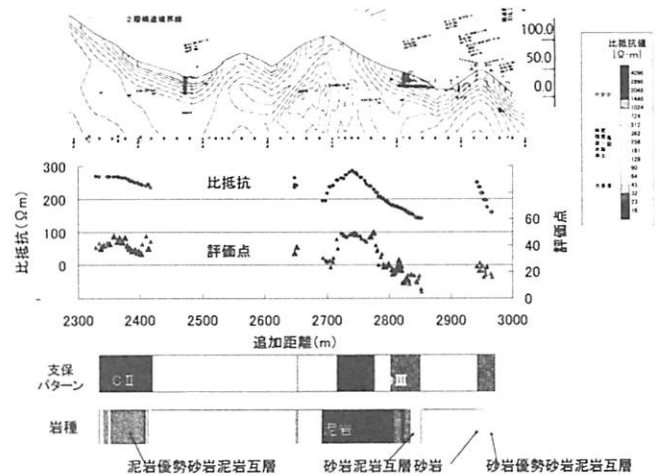


図2 比抵抗と切羽評価点数(新角谷トンネル西側)

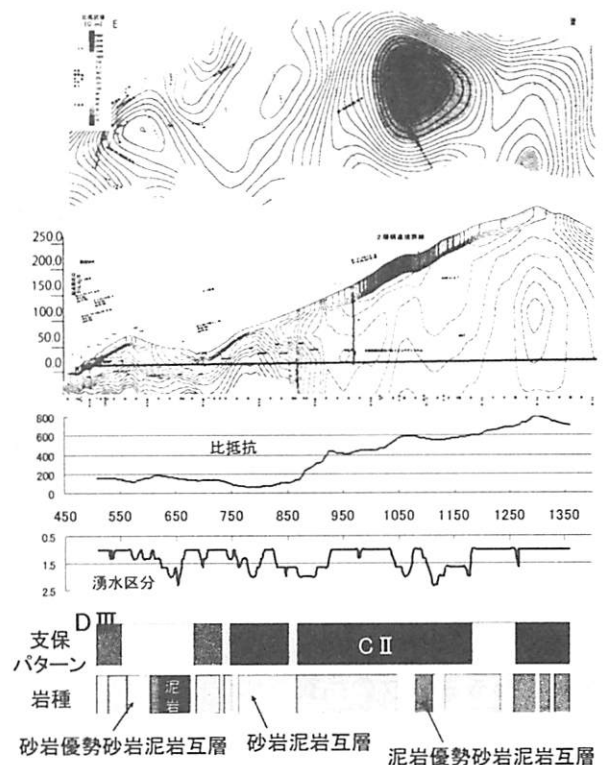


図3 比抵抗と湧水区分(新角谷トンネル東側)

- 1) 土木学会：トンネルの地質調査と岩盤計測，p.1,1983.
- 2) 物理探査学会物理探査要領作成委員会：物理探査適用の手引き（とくに土木分野への利用），p.111,2000.
- 3) 小西尚俊，塚田幸広：空中電磁探査による地質調査への実際的検証，土木学会論文集，No.680/III-55，pp.285-294，2001.