

## 空中電磁法によるトンネル地山等級の補正方法

香川大学 正会員 長谷川修一

香川大学大学院 学生会員 ○濱田康司

大日本コンサルタント(株) 非会員 河戸克志

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 三谷浩二

西日本高速道路(株) 四国支社高知工事事務所 非会員 石井義信

### 1 はじめに

トンネル事前地質調査として一般的な弾性波探査は、破線がトンネルに達していない場合やブラインド層等によってトンネル計画高の地質を適切に評価できない場合、設計変更によって工事費が増大することがある。地下深部の岩盤劣化を探査する方法として比抵抗構造を3次元的に解析できる空中電磁法が注目される<sup>1)</sup>。長谷川他(2008)<sup>2)</sup>は空中電磁法のトンネル事前地質調査への適用性について検討し、比抵抗値が地表で低く地下ほど高くなるような地山では、比抵抗値と切羽評価点が良い相関を示すが、地表付近に高比抵抗帯がある地山では比抵抗値と切羽評価点との相関は良くないと報告した。そこで本研究では、空中電磁法の解析方法を改良し、トンネル地山評価への適用方法について検討したのでその概要を報告する。

### 2 検討方法

本研究では、国土交通省中村河川国道事務所によって実施された空中電磁探査データを使用した。なお探査に使用した周波数は、140,000, 31,000, 6,900, 1,500, 340Hz の5種類である。本研究では、従来の解析方法では比抵抗値と地

山等級との相関が良くなかった四国横断自動車道の焼坂第一トンネルを対象に、空中電磁法で得られた比抵抗値に加えて、差分解析による比抵抗値、およびラプラシアン解析を行いトンネル切羽観察データと比較した(図1)。

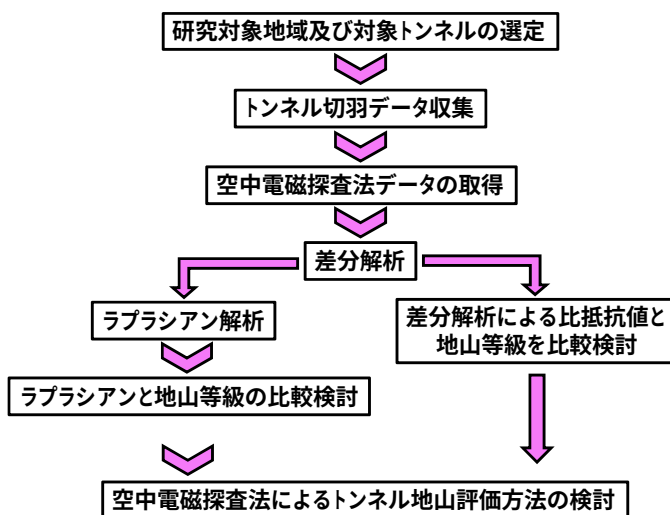


図1 研究フロー

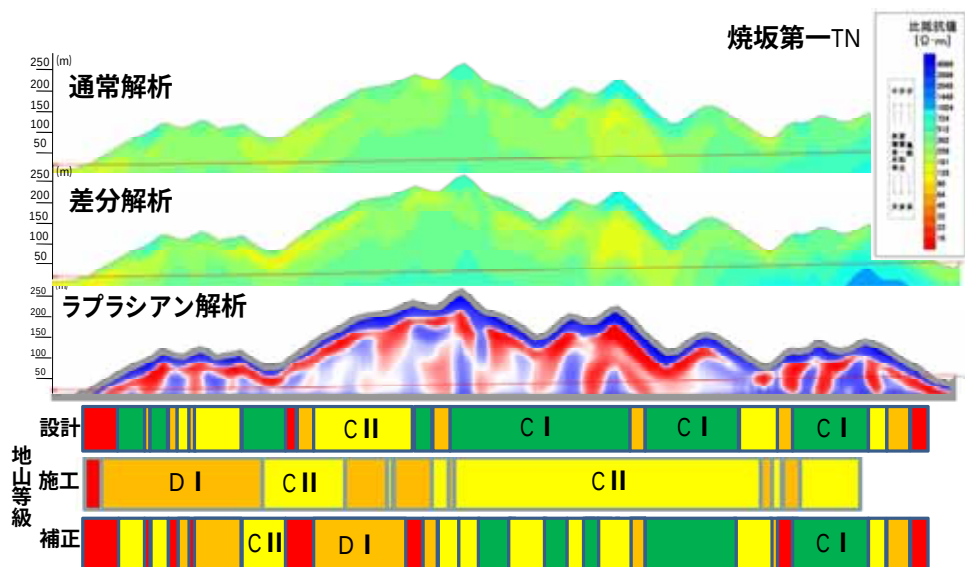


図2 焼坂第一 TN 検討図

キーワード トンネル, 事前地質調査, 空中電磁探査法, 比抵抗, ラプラシアン, 地山等級

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学工学部 長谷川研究室 TEL087-864-2155

### 3 解析方法の検討

#### 3.1 差分解析

従来の解析方法による比抵抗値は、表層地盤の影響を累積して受けるため、表層地盤の影響による比抵抗値の誤差を補正する差分解析を行った。その結果、差分解析では地表付近の影響が除去され、通常解析と比較して地山深部の比抵抗構造がより鮮明に表現されたとともに、比抵抗の低い領域が広がった(図2)。

#### 3.2 ラプラシアン解析

比抵抗の増減傾向を把握するため、着目部分の比抵抗が周囲よりマイナスになる部分を赤く着色し、プラスとなる部分を青く着色したラプラシアン解析図を作成した(図2)。この図から比抵抗縦断面図では把握しにくい、比抵抗値の変化を捉える事ができた。

### 4 地山等級の検討

#### 4.1 施工時の地山等級と比抵抗との関係

施工時のトンネル地山等級と差分解析による比抵抗値、ラプラシアンとの関係を表1に示す。

表1より、比抵抗値が低ければ、施工時の地山

等級が悪くなる。また、ラプラシアンが負になれば、地山等級が悪くなる割合が増える傾向が認められた。

#### 4.2 トンネル地山等級の補正

本研究では設計時の地山等級と施工時の地山等級との乖離を埋めるため補正方法についても検討した。表2のケースでは、実施工による地山等級を正解として、設計時の地山等級の正答率(正答率=地山等級の合致したトンネル延長/トンネル延長)を約10%から約50%まで上げることができた。

### 5 まとめと今後の課題

比抵抗値(差分解析)とラプラシアンを用いて設計時のトンネル地山等級を補正した結果、施工時の地山等級に近づけることができた。弾性波探査による地山等級を空中電磁法によって補正することによって、設計変更による工事費用の増大を防ぐことが可能になると期待される。今後は、検討対象トンネル数を増やして、補正方法を改良し、空中電磁法のトンネル事前地質調査への実用化を進めていきたい。

#### 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データの提供を受けました。厚くお礼申し上げます。

表1 ラプラシアン解析、差分解析と地山等級の比較

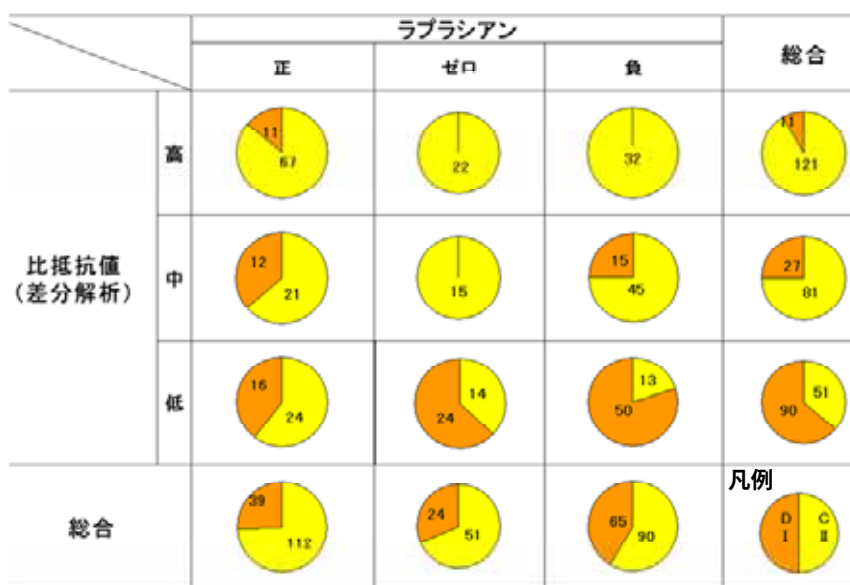


表2 差分解析とラプラシアン解析を用いた補正案

|                |   | ラプラシアンによる比抵抗値の増減傾向 |          |          |
|----------------|---|--------------------|----------|----------|
|                |   | 周囲に比べて高い           | 周囲と変わらない | 周囲に比べて低い |
| 比抵抗値<br>(差分解析) | 高 | ○                  | ○        | △        |
|                | 中 | △                  | △        | ×        |
|                | 低 | ×                  | ×        | ×        |

弾性波探査による地山等級の補正方法  
 ○:現状維持  
 △:半ランク下げる  
 ×:1ランク下げる

1) 小西尚俊, 塚田幸広: 空中電磁法による地質評価への実際的検証, 土木学会論文集 No.680/III-55, pp285-294, 2001.6.

2) 長谷川修一, 濱田康司, 山中稔, 三谷浩二: 四万十帯における空中電磁探査法によるトンネル地山評価, 地盤災害・地盤環境問題論文集第8巻, pp.35-48.2008.