

# トンネルにおける比抵抗トモグラフィ原位置試験

佐藤工業(株) 正会員 芝本 真尚  
 佐藤工業(株) 正会員 西野 治彦  
 佐藤工業(株) 正会員 湯田 友夫  
 早稲田大学理工学部 野口 康二

## 1. はじめに

比抵抗トモグラフィは、最近、土木工事のための地質調査に使用されるようになってきた。この手法の特徴は、従来の電気探査のように地表に電極を配置するだけでなく、ボアホール等を利用して探査領域のまわりに電極を配置し多数のデータを収集し、それらを逆解析して比抵抗分布を求める点にある。

本報告は、これまでに実施例の少ないトンネル内で実施した原位置試験について述べる。

## 2. 原位置試験

原位置試験は、発電所の放水路のTBM施工区間で行った。この施工区間では、図1に示すように、最初にパイロットトンネルを掘削し、吹付けコンクリートを施工した後、リーミングを行った。

見掛比抵抗は、2極法で測定した。パイロットトンネル掘削後に2本のボアホールB1、B2を削孔し、トンネル側壁面と2本のボアホールの三方から探査領域を取囲むように電極を配置した。リーミング後、ボアホールC1、C2（チェックボーリング兼用）を利用してノルマル検層及びボアホールテレビによる調査をした。

なお、探査領域付近の地質は、主に黒色片岩からなる。この黒色片岩は一部風化し、片理沿いに剝離しやすいところが見られた。また、部分的に石英や方解石脈を含むところも見られた。

## 3. 解析

測定データの処理手順フローを図2に示す。データの処理手順は次のとおりである。

- (1) トンネル空洞の影響を計算し、原位置試験で得られた測定データを補正する。
- (2) トモグラフィ処理のためのモデル化を行う。岩盤を2次元にモデル化し、探査領域を幾つかにブロック分けする。次に、境界条件や各ブロックの初期の比抵抗を定める。

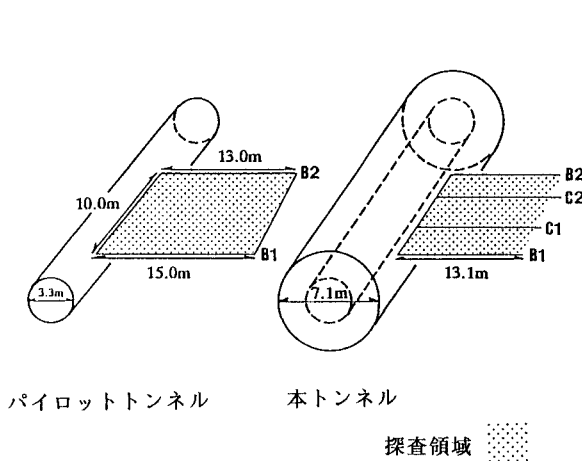


図1 ボーリング孔B1、B2、C1、C2と探査領域の位置

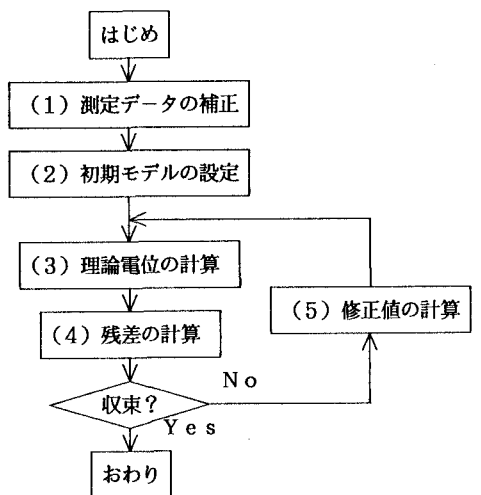


図2 比抵抗トモグラフィ解析フロー

- (3) 初期条件を基にFEM解析によって探査領域の電位の分布を求め、算出された電位から測定データに対応する比抵抗値を計算する。
- (4) 測定データと算出された比抵抗値を比較し、すべてのパスについて残差を計算する。
- (5) 非線形最小自乗法によって各ブロックの比抵抗の修正値を求める。

初期の比抵抗値のかわりに修正値を用いて(3)、(4)、(5)と同様の計算を行う。これを残差が十分小さい値に収束するまで繰返す。

4. 結果

原位置試験でボアホールC1、C2を用いて調査した結果と解析でえられた結果を合わせて図3に示す。本図から次のことがわかった。

- (1) 解析結果より、パイロット側壁面より5m付近及び12m 付近に $20\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗帯が斜め方向に分布している。また、ところどころに周囲より高比抵抗な部分が見られる。ノルマル検層結果よりボアホールC1ではパイロット側壁面から6mから8mにかけて低比抵抗帯が、ボアホールC2については3mから5m及び7mから8mの部分に低比抵抗帯が分布している。両者がとらえた低比抵抗帯の位置はほぼ一致している。
- (2) ボアホールテレビの結果より、割れ目の分布状況と鉱物脈の位置が明らかになった。ボアホールC1についてパイロット側壁面から5mから8mあるいは13mより15mにかけて多くの割れ目が分布しており、9mの付近に卓越した鉱物脈がある。ボアホールC2については3mから6mにかけて割れ目が多く分布しており、2mと9mの付近に鉱物脈がある。また、さらに、ボアホールC2においてパイロット側壁面から約5mのところ湧水があったことを確認した。
- (3) 鉱物脈が卓越している部分は、解析によってとらえた高比抵抗な部分にほぼ一致している。また、割れ目の多い部分は低比抵抗帯と一致している。

5. 結論

トンネル内で比抵抗トモグラフィーの原位置試験を実施した。逆解析によって求めた比抵抗分布の結果は、ノルマル検層やボアホールテレビを使用した検証結果とよく一致し、比抵抗トモグラフィの有用性が確かめられた。

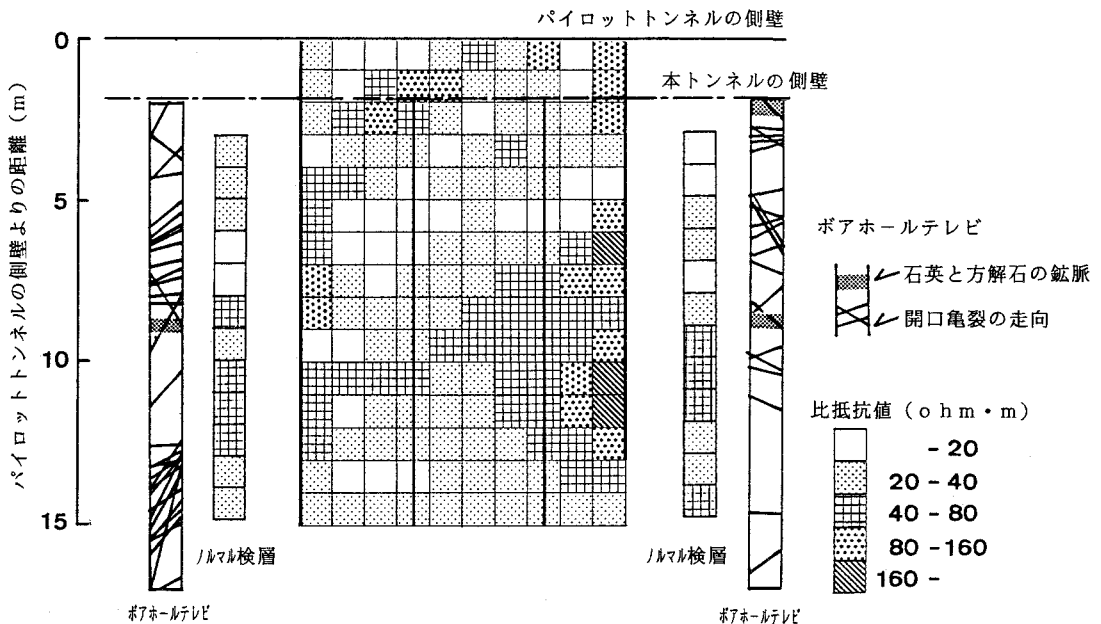


図3 比抵抗トモグラフィ解析結果、検層結果、およびボアホールテレビ観察結果