

III-349 比抵抗映像法によるトンネル事前調査と掘削結果について

大日本土木 植野修昌

大阪府河内南耕地事務所 水野佳純

応用地質 田中達吉

§ 1. まえがき

トンネルの設計においては、弾性波探査・ボーリング調査等の事前調査を実施し、支保パターン・補助工法要否の決定を行うのが一般的である。しかし、実掘削においては事前の予測と異なり、突然の出水・小規模断層等予測外の地質の存在も少なくない。また、延長が250m程度と短い場合、支保パターンの変更は、鋼材加工の手戻り、その他工程への影響が大きく、施工前に地質性状をできる限り正確に把握する必要がある。そこで、掘削前に既往調査結果の補足の為、比抵抗映像法による地山探査を実施した。この結果得られた地山比抵抗値分布と既往調査の結果を総合的に検討し、トンネル施工断面の岩盤状況と地下水状況の評価を行った。その後掘削にともなって出現する切羽の観察を密に行い、事前に予測した地山状況との対比を行った結果、地下水・小規模断層の有無はある程度推定可能であることが確認できたので以下に報告する。

§ 2. 工事概要

工事名：広域営農団地農道 金剛2期トンネル工事（大阪府南河内郡太子町-河南町）

施主名：大阪府河内南耕地事務所

トンネル延長：L=246m 掘削断面：A=71.14m²（DⅢタイプトンネル有）

§ 3. 既存調査結果の留意点

既往調査結果では、本トンネル地山は、近畿地方の中
部を中央構造線のすぐ北側に沿って約
50kmの幅で東西に横断する”領家帯”
に属する花崗岩類で形成されている。

1) 弾性波探査：弾性波速度は、図-1
に示すとおり、トンネル施工断面で
VP=2.5~4.3Km/secであり、支保パ
ターンも速度に準じて計画されている。
岩区分は、CM~Bであるが、P1地点で
小規模の低速度帯が確認されている。
次に、A5区間の埋め戻し土は、VP=
1.0Km/sec以下であり、土質性状の
確認が必要である。また、岩盤との
境界は、GL-13.0mで予測される。

2) ボーリング調査：弾性波探査で低速
度帯が確認されたP1地点の地質性状
確認の為、斜ボーリング実施の結果、
被圧地下水が確認されている。

§ 4. 比抵抗映像法による予測

図-1に比抵抗分布・弾性波速度・
計画支保パターン・トンネル上半断面部の比抵
抗値・湧水状況の多少・および切羽に

----- 弾性波速度境界
----- トンネル縦断面

記号	比抵抗値 $\Omega \sim m$
1	2000以上
2	700-1000
3	350-700
4	350以下

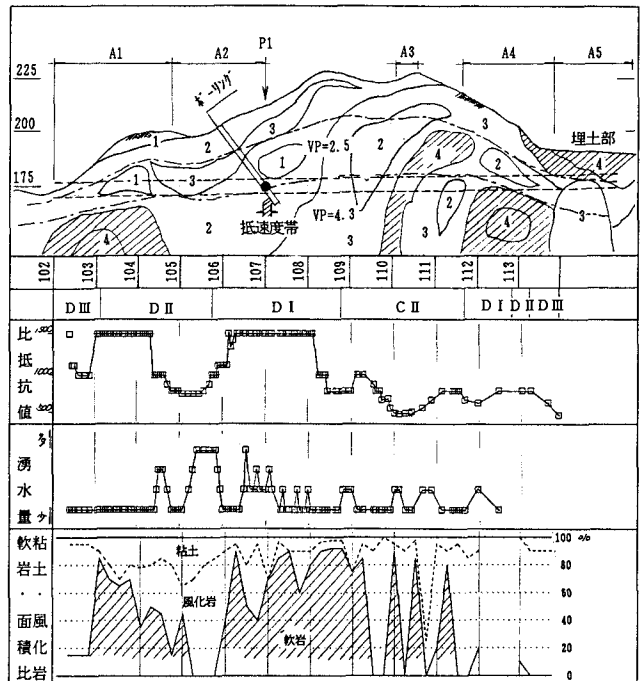


図-1 比抵抗分布と掘削結果

おける粘土・風化岩・軟岩の面積比を示す。分布特徴は、概ね60～3000Ω-mの比抵抗値を示し、主に700Ω-m以上である。これに対し、A2区間のトンネル天端で400～500Ω-m、A1、A3、A4区間のトンネル断面下部では低比抵抗値（200～300Ω-m）を示した。また、A5区間の埋め土部では100Ω-m以下の値を示した。以下に既存調査と比抵抗分布の特異点について予測・現象（掘削結果）・考察の項目でまとめる。

A2 区 間	予測	トンネル天端上部の低比抵抗帯は地下水の分布を示している。一方、P1ボーリング調査で、被圧地下水が確認されているものの比抵抗値が高くなっているため供給源は小さいと考える。
	現象	A2区間は、その他に比べ比較的湧水が多い区間であった。またP1地点で調査ボーリング孔を発見したが、出水はなかった。
	比較 考察	当初予想していたP1地点よりもその手前のA2区間で湧水が多く、地下水の情報は、比抵抗分布でよく説明できる。また一次覆工完了後も当区間は、滲む程度の湧水が観測されたことからトンネル上部に帯水層が存在すると考える。
A3 ・ A4 区 間	予測	当区間の低比抵抗帯は、当初①断層破碎帯②亀裂水を多量に含む③異なる岩質分布の3つの解釈を考えた。ただ、弾性波探査では、低速度帯が確認されていないため、断層・変質帯ではないと判断、一方、岩質が異なったとしてもこれほど比抵抗値が変化するかは疑問であった。
	現象	A3区間では切羽全面に奥行き幅約1.0mの厚い粘土層が堅固な岩と交互に約10m程度出現したA4区間の低比抵抗部は、ボーリングで確認したところ割れ目間隔5～10cmの新鮮な岩盤であった。ボーリングで岩石比抵抗を測定したところ1000Ω-mの岩石であることが判明した。一方トンネル切羽の岩石鑑定を計7箇所で行った結果、当トンネルに分布する岩石は、そのほとんどがトナル岩であり、鉱物構成比にもほとんど差がなかった。また、南側露頭で比抵抗値を測定したところトナル岩1000Ω-m以上、粘土化したトナル岩30Ω-m、滴水17Ω-mであった。
	比較 考察	A3区間の実掘削で出現した粘土化破碎帯は、位置的に約10m程度ずれてはいるが、低比抵抗部に対応するものと考え。A4区間下部については地下水の比抵抗値が低いこと・岩区間が断層粘土で周囲から止水されている状態が考えられることから、比抵抗値の低い地下水が亀裂水として存在していることが推察できる。
A5区間		埋め土に相当する部分を開削すると含水比が高く、コンクリート塊などが混入されていた。また、埋土・岩盤境界は、比抵抗値急変化点がGL-13.0m程度を示し掘削結果もほぼ同様な値であった

§ 5. まとめ

今回のように土被りが浅い(H=50m程度)場合、比抵抗映像法で、地下水の分布及び弾性波探査では見逃しがちな小規模な断層・変質帯を表現可能であると考え。次に岩盤の性状・区分であるが、本トンネルは延長が短いにも関わらず、岩相は変化に富んだ地山であった。そこで1切羽毎のスケッチを大きく粘土・風化岩・軟岩に区分し、その面積比を距離呈毎にプロットすると、図-1に示す通り比抵抗値と軟岩には良い相関があることがわかった。当現場では、既往調査実施後比抵抗映像法による調査を行ったが、今後、計画時の岩盤区分・支保パターンの設定には弾性波探査・ボーリング調査の実施とともに、予測精度を向上するために比抵抗映像法を併用することが有用であると考え。また、今後の課題としては、電位測定時の3次元領域の評価（測定・予測の誤差範囲検討）、他の試験法と比抵抗法とを混在した総合評価法の検討が必要であると考え。最後に、比抵抗映像法適用については、大阪大学 松井 保 教授、同志社大学 中川 要之助教授にご指導頂き、ここに厚くお礼申し上げます。