応用地質株式会社 正会員 斎藤 秀樹 同上 櫻井 健

<u>1.はじめに</u>

日本では、一般的に屈折法地震探査がトンネルの調査に適用されている。本稿で述べるトンネルの調査に おいても、調査段階で屈折法地震探査が実施され、ほぼルート全域に渡って地山は良好な花崗岩から構成さ れていると推測された。その結果トンネル掘削方法としては TBM 工法が採用された。しかし、東坑口から 開始した掘削が進むにつれて、弾性波探査の結果からは予想されなかった幅数 10cm の比較的小規模な節理 を複数確認し、ついには距離程 1450m 付近(図-1 の 印)切羽崩壊を起こし TBM による掘削が困難にな った。

本調査では、TBM の早期復旧を目的とし、まず坑内において壁面の比抵抗の測定を実施し、その結果と 坑内観察結果を対比することにより、比抵抗値と地山等級の関係を求めた。次に、比抵抗映像法を実施しト ンネルルート沿いの比抵抗構造を求めた。これらの調査結果と屈折法地震探査の再解析結果、航空写真、地 表踏査の結果を検討して、トンネルルート前方の支保工パターンの見直しを行った。さらに、地表地質踏査 結果から、トンネル計画線に平行な断層が指摘されたため、計画線と直交する測線において IP 映像法を実 施した。

<u>2.比抵抗映像法による支保工パターンの予測</u>

坑内における地山観察結果と、坑壁面で測定した比抵抗値を対比することにより、比抵抗値と地山等級の 関係を求め、これに基づいて比抵抗映像法解析結果からトンネルルート沿いの地山等級を推定した。この推 定した地山等級に加え、屈折法探査の再解析結果、地表踏査結果等をあわせて支保工パターンを予測した。

比抵抗映像法の測定は、2極法を用い、電極間隔、深度はそれぞれ 20m、30 深度とした。図-1 に比抵抗 映像法の解析結果とその結果から予測された支保エパターンを示す。この予測支保エパターンをもとに、 TBM の施工計画の見直しが行われ、以降は、部分的に TBM の進行速度が遅いところもあったが、順調に掘 進することができた。距離程 1800m までの実際の支保工のパターンを図-1 に併せて示す。



図-1 比抵抗映像法解析結果と予想、実施支保工パターン

予測した支保工パターンと、実施した実際の支保工パターンを比較すると、予測した支保工パターンは少々 過大評価をしている部分もあるが、大局的には実際の地山を考慮した支保工パターンを予測することができ た。今後、このような事例を増やし、データベース化していくことにより、より適切な地山等級、支保工パ ターンを提案することができると考えられる。

キーワード:比抵抗映像法、IP 映像法、TBM、断層 〒305-0841 つくば市御幸が丘 43 番地 TEL 0298-51-6621 FAX 0298-51-5450 <u>3.IP 映像法の適用と副測線の必要性</u>

トンネル計画線の 2200m 付近には、計画線と平行に断層が存在することが、地表地質踏査により指摘されていた。しかし、比抵抗映像法の結果では、この付近は高比抵抗であり、断層に起因するような弱線部が検出されていない。そこで、比抵抗映像法終了後、2200m 付近の構造を詳細に把握するため、計画線と直行する方向(C測線)において IP 映像法を実施した。

IP映像法とは、比抵抗と充電率を用いて地盤を可視化する技術であり、比抵抗だけではわからない地質 構造を充電率により把握できる可能性がある。充電率とは、地盤が電荷を蓄える力をあらわす量で、断層破 砕体や粘土鉱物等で高くなることが知られている(物理探査学会編 1999)。

図-2 に、C 測線において実施した IP 映像法の解析結果を示す。測定は、3 極法(Pole-Dipole)でおこな い、電極間隔、深度はそれぞれ、10m、30 深度とした。比抵抗断面において、距離程 230m 付近から高角度 に顕著な高比抵抗と低比抵抗の境界が現れていることがわかる。一方充電率断面においては、ちょうど比抵 抗の境界部分に高い充電率の部分が存在することもわかった。C 測線での IP 映像法実施により、断層の存 在を明らかにすることができ、トンネル計画線方向の 2 次元の比抵抗映像法では予測できなかった弱線部を 把握することができた。この結果をもとに、先に述べた予測支保工パターンを更に見なおすことができた。



<u>4.まとめ</u>

トンネルルートの支保工パターンを予測するために、比抵抗映像法、IP映像法を実施した。トンネル計 画線上の測線で得られた、比抵抗映像法解析結果と坑内の壁面比抵抗測定及び坑内の地山観察結果を対比す ることにより、適当な支保工パターンを提案することができた。一方、地表地質踏査から、トンネル計画線 に対し平行な方向の弱線部が予想されたため、トンネル計画線の直交方向において、IP映像法を実施した。 その結果、比抵抗が非常にシャープに変化する部分と高充電率の部分とが、同じ位置に高角度で分布してい ることが判り、地表地質踏査で指摘されていた断層を明瞭に捕らえることができた。この結果、予測支保工 パターンを更に見なおすことができた

本地点のように、岩盤は良好であるが、比較的小規模な節理が発達している場合には、屈折法地震探査に 加えて、比抵抗映像法、IP映像法などの電気探査手法を併用することが有効である。また、トンネル計画 線に平行な断層構造が卓越している場合には、計画線と直交する測線も設けることにより、より詳細な弱線 部の探査が可能となる。

参考文献

物理探査学会編:物理探査ハンドブック,物理探査学会,pp247-250.