

破碎帯が連続した岩盤に対する弾性波によるトンネル切羽前方探査の適用性

関西大学大学院 学生員 武川 順一 京都大学大学院 正会員 芦田 讓
 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重 日本道路公団 正会員 野口 哲史
 日本道路公団 正会員 佐野 信夫 (株)ダイヤコンサルタント 正会員 伊熊 俊幸

1.はじめに

トンネルの掘削における事前調査は、地山の弾性波速度や比抵抗を測定する物理探査や、地質踏査、ボーリング調査などにより行われている。しかし、これらの地表からの調査だけでは十分な精度や信頼性が得られるとは言い難い。そこでさらなる精度向上のため、トンネル坑内からの反射法による切羽前方探査が多くの現場で適用されてきている。しかし、日本は複雑な地質構造を持っているため、どのような地山状況においてもトンネル切羽前方探査が適用しなければ、その実用化は難しい。

そこで、本研究ではトンネル切羽前方探査を実用化していくために、断層・破碎帯などの弱層が分布する地質状況の悪い実際のトンネル建設現場で探査を行い、地質状況を推定しにくい破碎帯が連続した岩盤において、提案しているトンネル切羽前方探査のイメージング手法を用いた探査システムの有効性について検討するものである。

2.トンネル切羽前方探査のイメージング手法

本研究では、既に提案している3成分データを用いたイメージング手法¹⁾によりイメージングを行った。図1はイメージング手法の基本概念を示したものである。反射点は振源と受振点からの距離の和が一定である点の軌跡上にあるといえ、平均速度を用いると反射点は走時が一定の軌跡上、つまり楕円体の表面上にあるということを示している。これにより、複数の振源と受振点による記録を組み合わせると、これら楕円体群の共通接面が反射面であるといえる。

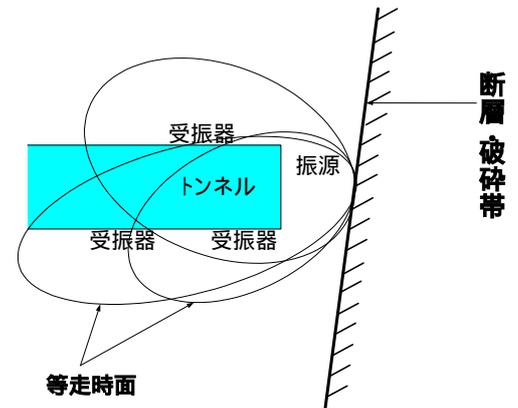


図1 等走時面による反射点の導出

3.現場地質状況

今回トンネル切羽前方探査を行ったトンネル建設現場は、最大土被り厚が約1000mの長大山岳トンネルである飛驒トンネルである。図-2はトンネルルート付近における地質縦断図であり、トンネル計画路線付近における地質は、6億年前から1億8千万年前に形成された古生層であり、非常に複雑かつ破碎帯が連続し

■地質の概要

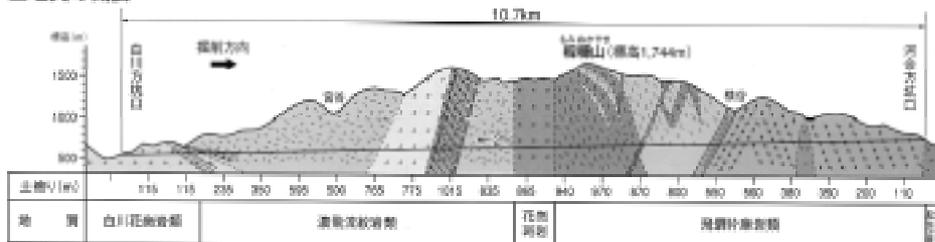


図2 地質縦断図

※サイトとは、石炭安山岩、化学組成上、石英閃緑岩に対応する火山岩

キーワード : 切羽前方探査、弾性波探査反射法、亀裂性岩盤、破碎帯
 連絡先 : 〒564-8680 吹田市山手町3丁目3番35号 Tel 06-6368-1121

ている岩盤である。トンネル掘削中において、湧水量が非常に多く、また先進ボーリングにより採取されたコアにおける RQD は、大部分において RQD = 0 であり、割れ目の発達が著しく、大部分が角礫状コアとして採取された。以上のことより、トンネル周辺における岩盤状況は非常に不良であり、破碎帯が連続した地山であるといえる。

4. 解析結果

図 - 3 は、得られた解析結果を 3 次元画像として表したものである。図 - 4 は先のイメージング手法に述べたように、等走時面から共通接面を求め、振幅の極性から硬質部から軟質部、軟質部から硬質部の反射面を含め 3 次元的に推定したものである。図 - 4 から、トンネルルート上では切羽から 20m 付近に、右側を手前に、左側が奥になるような傾斜を持っている、硬質部から軟質部への反射面が存在し、その約 10m 後ろに存在する次の反射面は、軟質部から硬質部への反射面であると推定できる。また、35m 付近に右側が手前になるような傾きを持つ、硬質部から軟質部への反射面が存在し、その約 10m 後ろに軟質部から硬質部への反射面が存在することがわかる。

図 - 5 は現場の地質状況を示したものである。図 - 4 と図 - 5 を比較すると、岩級区分が地山が悪化する DM に移行する場所であり、20m 地点の掘削中に集中的な湧水、断続的な崩落・肌落ちが見られた部分を、解析結果で的確に推定できているといえる。

5. まとめ

本手法では、破碎帯が連続した地質状況において地質情報を的確に推定することを試みた。地質状況の岩級区分は主観的などところによる部分が大きく、この岩級区分と全て一致しているとは言い難いが、掘削時における切羽から 20m 付近の地点における集中湧水と、断続的な肌落ちは、解析結果から正確に推定できることは特筆すべきことである。今回の結果から、事前調査では得られなかった施工上問題となる地質情報を得ることができたことから、破碎帯が連続するような複雑な地山においても本手法が適応できることが確認され、3 成分データのイメージング手法の汎用性が示された。

<参考文献>

- 1) 芦田讓、松岡俊文、楠見晴重：弾性波の 3 成分受振によるトンネル切羽前方の高精度イメージング、土木学会論文集、No.680/ -55、pp.123 ~ 129、2001.

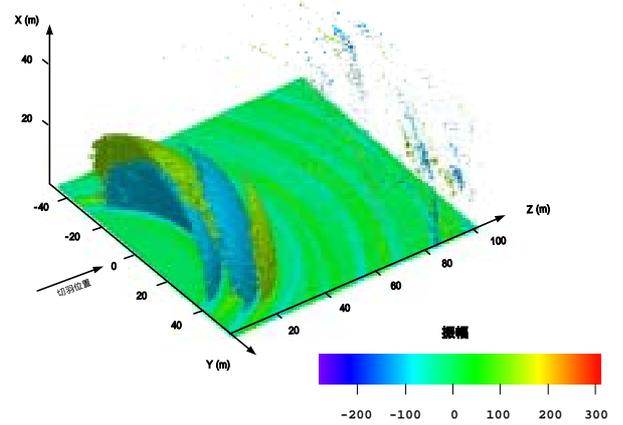


図 - 3 切羽前方イメージング

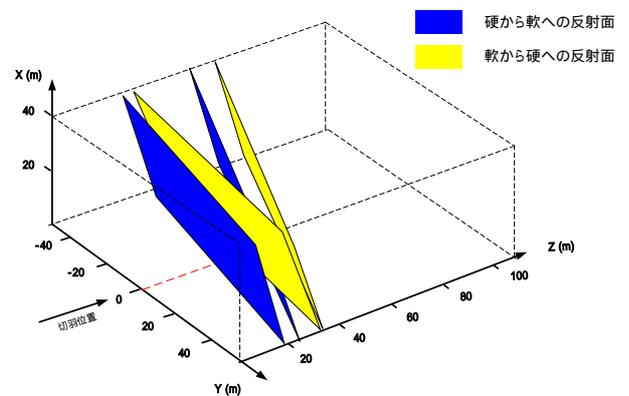


図 - 4 反射面の推定

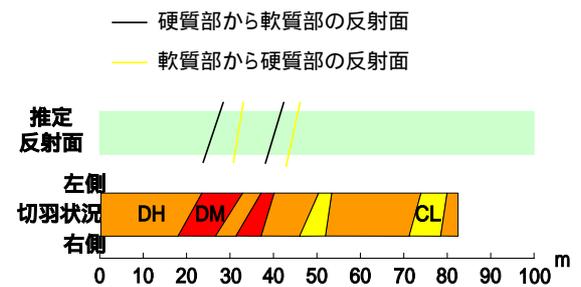


図 5 現場地質状況との比較