

山岳トンネル調査における屈折法弾性波探査の高度化

鉄道・運輸機構 正会員 ○赤澤 正彦

サンコーコンサルタント

相澤 隆生

物理探査学会 トンネル物理探査研究委員会

1. 背景と目的

山岳トンネル工事における当初設計支保パターンの決定は、事前の調査により地山の弾性波速度を求め、さらに岩種区分や地山強度比などのデータを加味した地山分類によって行われる。しかし、施工段階においてこの設計支保パターンを変更する事例が数多く存在し、それは一般的に支保が重くなる場合が多い¹⁾。これは建設コストが当初計画より増大することを意味する。このようなことが起こる原因は、事前地質調査から施工までの各段階でさまざまな問題点を抱えているからであると考えられる(図-1)。

著者らは、このうち事前地質調査で実施する屈折法弾性波探査に着目した。屈折法弾性波探査は萩原²⁾によって古くから優れた解析技術が確立され(はぎとり法)、土木地質調査手法としては最も普及が進んでいるものの1つとなっているが、その後の技術の進展はあまりみられず、むしろ解析技術者の技術レベルの低下が見られるようになってきた³⁾。技術レベルの低下は解析精度の低下を招き、このことも当初設計支保パターンと施工実績支保パターンの乖離を生む要因の1つであると考えられる。そこで、屈折法弾性波探査そのものの解析精度を向上させるとともに標準的な調査法を定めることにより、事前地質調査の段階において適切な支保パターンの選定に寄与できるよう、屈折法弾性波探査解析技術の高度化を目指すものである。

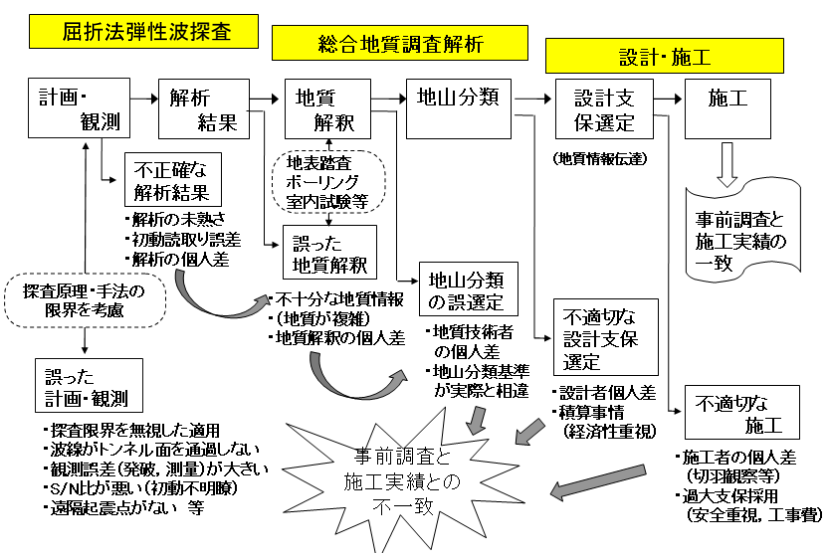


図-1 トンネル事前地質調査と施工実績とが一致しない問題

2. 弾性波探査の高度化に向けた取組み

鉄道・運輸機構では屈折法弾性波探査の高度化を進めるにあたり、物理探査学会に作業を委託し新たな弾性波探査解析ソフトウェア、解釈補助ソフトウェアおよび物理探査データベースの開発を現在進めている。しかし、コンピュータによる解析は技術のブラックボックス化を招き、必ずしも精度の向上につながらないおそれがある。その対策として、解析ソフトウェアの取り扱いについて自学自習できるテキストを作成したり、屈折法弾性波探査の標準的な調査法や解析手順を定めたマニュアルも整備することとした。

3. 弾性波解析ソフトウェアの開発

弾性波解析ソフトウェアは測定波形読込・走時同定・修正プログラム、層構造解析プログラムおよびトモグラフィ的解析プログラムによって構成されている。ソフトウェアに読み込ませる測定波形データファイルは、国内で主に使用されている OY0 形式、SEG2 形式のいずれにも対応している。読み込んだ測定波形データファイルは測定波形読込・走時同定・修正プログラムから走時データファイルに出力し、それを解析プログラムに

キーワード 山岳トンネル, 屈折法弾性波探査, 弾性波速度, 支保パターン

連絡先

〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1 (横浜アイランドタワー)

鉄道・運輸機構 設計技術部設計技術第二課 TEL 045-222-9083

渡して速度構造の解析を行う。屈折法弾性波探査の解析手法は主に層構造解析（はぎとり法）とトモグラフィ的解析の2種類があるが、これまで使い分けの基準は定められておらず、考え方が統一されていないのが現状である。そこで、後述する弾性波探査マニュアルにおいて両者の位置付けを明確にした上で、本ソフトウェアは両方の手法に対応させることにした。

4. 解釈補助ソフトウェアおよび物理探査データベースの開発

解釈補助ソフトウェアおよび物理探査データベースは、データベースへの登録プログラム、登録データの分析・解釈プログラムおよび図化プログラムによって構成されている。データベースに蓄積された過去の調査結果と施工実績を統計的に処理することで、新たに施工するトンネルの地質解釈や地山分類の際の参考資料とすることができる。分析・解釈プログラムはデータベース内の各種データを検索・抽出する機能を備えており、例えば同一箇所で行った異なる探査の結果を比較できる。また、図化プログラムは前述した弾性波解析ソフトウェアによる解析結果の図示のほか、解析結果とデータベースを連動させて分析した結果の表示（図-2）、データベースに登録されている電気探査結果や地質断面図の表示、および各種データ（物性値等）のテキストファイル入出力を可能としている。

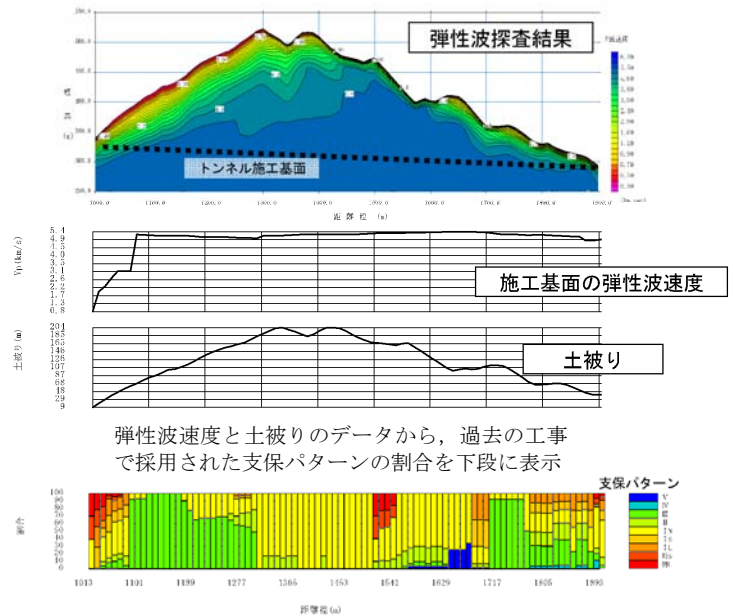


図-2 解釈補助ソフトウェアの表示例

5. 弾性波探査マニュアルの作成

より精度の高い屈折法弾性波探査を実施するため、計画・調査・解析・とりまとめの各段階における注意点についてまとめたマニュアルの作成を現在行っている。現場でデータ取得や解析を行う実務者はこの内容を熟知した上で、前述したソフトウェアによる解析を行うことで、弾性波探査解析技術の維持向上を図れるものと考えている。また、これに加えて発注者が示方書（仕様書）を作成する際に必要な事項や、受注者から成果品を受け取る際に確認すべき項目をまとめたマニュアルも同時に作成を進めている。これらのマニュアルによって発注者・受注者双方の技術レベルを向上させることができ、より適切な探査の実施が期待される。

6. まとめ

山岳トンネル調査における屈折法弾性波探査を高度化する目的で、解析ソフトウェアと解釈補助ソフトウェアおよびデータベースの開発を現在行っている。また、解析技術者の技術力向上のためマニュアルの作成を併せて実施している。これによって事前地質調査段階における結果の解釈のバラツキが少なくなり、より適切な支保パターン設計が可能になると考えている。現在はソフトウェアの開発、マニュアルの作成作業とも終盤に近づいており、発注者・受注者双方に使いやすいツールとして完成させる予定である。

参考文献

- 1) たとえば 相澤隆生, 橋本励, 赤澤正彦, トンネル物理探査研究委員会: トンネル弾性波探査の高度化に関する検討(その1)ー既往文献調査と再解析事例ー, 物理探査学会第122回(平成22年度春季)学術講演会講演論文集, pp.123-126, 2010. など
- 2) 萩原尊禮: 物理探査法増補版, 朝倉書店, 1951.
- 3) 斎藤秀樹, 地盤探査研究会: 屈折法弾性波探査における技術の伝承, 物理探査学会第122回(平成22年度春季)学術講演会講演論文集, pp.131-134, 2010.