

発破振動によるトンネル切羽前方の弾性波速度分布の予測

株奥村組 技術研究所 正員 ○ 篠原茂
高知県宿毛土木事務所 小松敏宏
奥村・轟・ミタニ共同企業体 森良弘

1. まえがき

トンネルの事前調査ではほとんどの場合弾性波探査が行われ、そこで得られた弾性波速度の値等に基づいて支保パターンが決められるが、事前の支保パターンと実際の支保パターンが異なるケースが多い¹⁾。その原因として事前調査で実施される弾性波探査に問題点があることが指摘されている²⁾。問題点の内の解析に関しては、新しい解析手法を取り入れた高精度屈折法解析ソフトが開発されている³⁾。

事前調査では十部な地山性状の把握ができないことの不備を補うために、施工中にTSP等の切羽前方探査が行われてきているが、TSPでは地層境界面の位置は予測できても具体的な弾性波速度の予測まではできない。

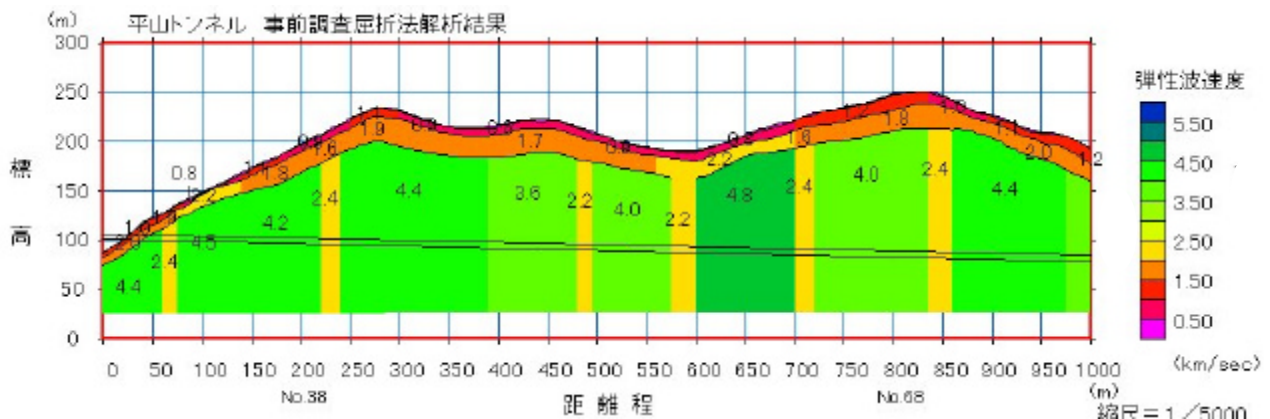
そこで、トンネル掘削時の発破振動をトンネルルート上の地表等に設置した受振器で測定し、切羽から受振点までの弾性波伝播時間と事前調査の弾性波探査の走時データとを合わせて高精度屈折法解析ソフトを用いて解析しトンネル切羽前方の弾性波速度分布を予測した。

2. 工事概要

実施したトンネルは高知県発注の平山トンネルで、総延長1,923mの道路トンネルである。当企業体はその内の960mを施工中である。地質は、四万十帯幡多層群の砂岩、泥岩から構成されている。

3. 事前調査弾性波探査

事前調査弾性波探査の結果を図—1に示す。これによると坑口部を除いた地山の弾性波速度は2.2～4.8km/secである。内訳は4km/sec以上が全体の約8割を占め、2.2～2.4km/secの低速度帯が6箇所が存在する。



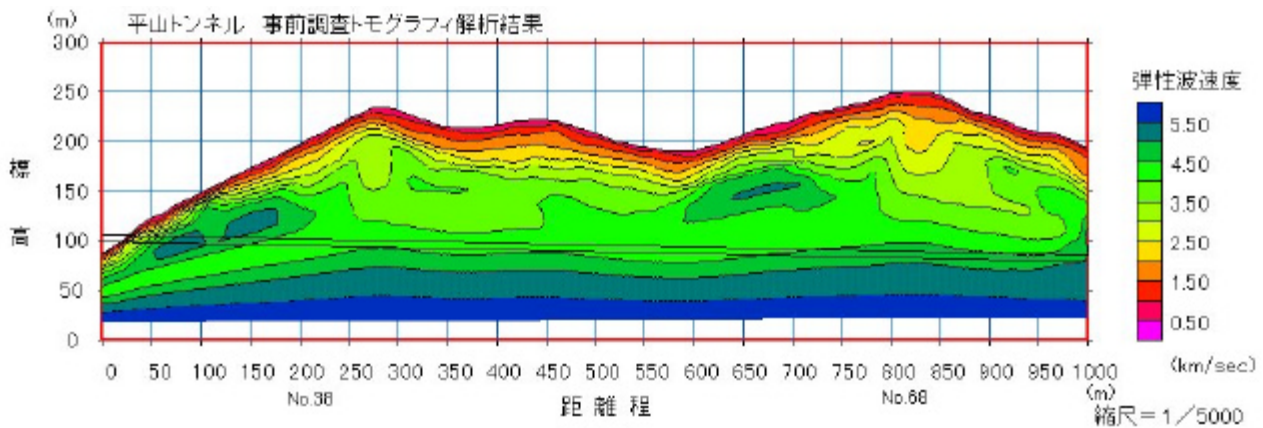
図—1 事前調査屈折法弾性波探査解析結果

4. 高精度屈折法解析手法

事前調査で実施された弾性波探査のデータを、高精度屈折法解析ソフトで解析した結果を図—2に示す。この解析では地山を四角形のセルに区分けし、初期モデルを策定し、そのモデルに対して発振点と受振点間の伝播時間を計算で求め、測定結果との残差が小さくなるように繰り返し計算を行うトモグラフィ的解析手法が用いられている。図—2によると、坑口部を除くトンネル掘削地点の弾性波速度は大半が4km/sec以上であるが図—1の結果と比べると低速度帯の位置に違いが見られる。トンネル掘削地点での低速度帯の表示の仕方が両者で異なるので正確な比較は難しいが、図—2の結果で見ると距離250～450mと800～950m間では前後に比べて速度の遅い部分がトンネル上部まで下がって来ており、それらがトンネル地点にも現れる可能性は考えられるが、図—1の結果の450～750m間にある3箇所の低速度帯に該当するような層の出現はこの解析結果では見られない。

キーワード：弾性波探査，トンネル切羽前方探査，発破振動

茨城県つくば市大字大砂387 TEL：0298-65-1784 FAX：0298-65-0782

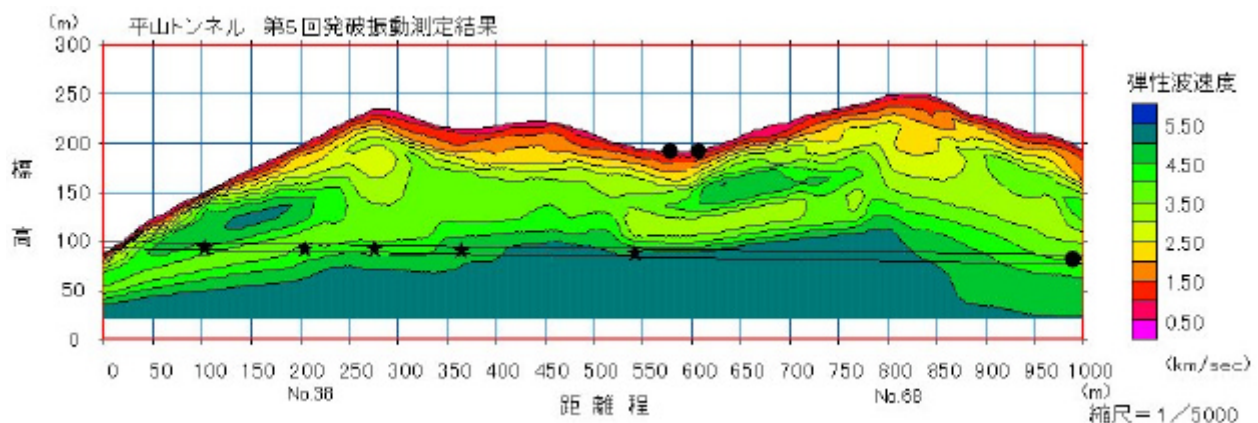


図—2 高精度屈折法解析結果

5. 発破振動による探査

地表から行う事前調査の弾性波探査では土被りが大きくなるとトンネル掘削地点まで十分な数の波線が届かない欠点がある。そこで、トンネル発破時の振動を地表に設置した振動計で測定すれば、弾性波はこれから掘削する地山を通るためそれらを解析すれば掘削地点の速度分布をより正確に求めることができると考えられる。

発破振動の測定は、計5回実施した。測定は、それぞれ延べ5～8箇所に振動計を事前調査の弾性波探査測線上の地表および既に掘削済みの反対側工区の切羽に設置し、発破点から受振点までの波の伝播時間をmsec単位で測定できるように機器類を用いて行った。この測定で得られたデータを事前調査のデータと合わせて高精度屈折法解析ソフトを用いて解析を行った。第5回目の測定後の探査結果を図—3に示す。この図でトンネルルート上の印が1回目から5回目までの測定時の切羽位置を示し、地表およびトンネルルート上の右端の●印が振動計を設置した位置を表している。なお、地表については距離程で約1000mと1200m付近の位置にも振動計を設置した。図—3によると全体として弾性波速度は4km/sec以上であり、図—1で示した2.5km/sec以下の低速度帯が出現する可能性は少ないと判断した。



図—3 発破振動測定後の解析結果

6. あとがき

発破振動の測定データを用いて切羽前方の弾性波速度分布の予測を試みた。本トンネルは現在掘削中で、探査結果と実績支保パターンとの検証ができていないが、既掘削区間について見れば妥当な結果が得られている。今後他のトンネル現場にも適用し有効性を確認していきたい。

参 考 文 献

- 1) 伊藤哲男, 赤木渉, 中西昭友, 進士正人: 事前弾性波探査と支保実績の整理分析, 第11回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, 2002年
- 2) 鈴木守, 富田宏夫: トンネル地質調査の性格と問題点(2), トンネルと地下, 第24巻, 10号, 1993年
- 3) 林宏一, 斎藤秀樹: 高精度屈折法地震探査の開発と適用例, 物理探査, Vol.51, No.5, 1998年