

CS-34

速度検層を用いたトンネル切羽前方探查

鹿島技術研究所 正会員 稲生 道裕 正会員 戸井田 克
 鹿島技術研究所 正会員 山本 拓治 正会員 宮嶋 保幸

1. はじめに

近年、山岳トンネルは大断面化および急速施工が進み、切羽前方の地質状況の把握が特に重要となっている。しかし、一般的な事前調査としては地表地質踏査と地表弾性波探查しか実施されていない場合が多く、特に、土被りの大きい箇所での事前調査は、精度的に問題がある。このため、施工中に迅速かつ精度よく切羽前方の地質状況を予測する技術の開発が、各方面で行われている。

その一手法として、ドリルジャンボによる先進ボーリングがあるが、ノンコアボーリングであり、削孔速度・湧水等の削孔記録だけでは地質状況を推定するのに不十分であった。そこで筆者らは、ドリルジャンボによるボーリング孔を用いた簡易な速度検層によって得られる弾性波速度分布から、切羽前方の地質状況を予測する「速度検層システム」を開発し、いくつかのトンネルでその適用性を検討したので、その一例について報告する。

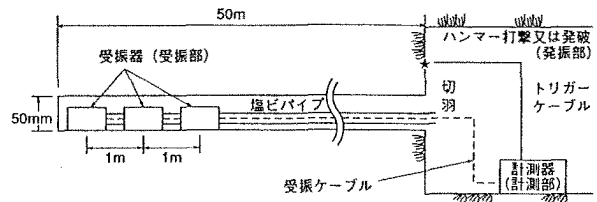
2. 測定方法の概要

測定方法の概要を図一1に示す。切羽から水平にドリルジャンボにより50m程度の先進ボーリングを行った後、その孔に受振器（1m間隔で3連）を挿入する。受振器は塩ビパイプ（2m）の先端についており、これに1本2mの塩ビパイプを順次つなぎながら孔の先端まで挿入していく。受振ケーブル及びトリガーケーブル（ハンマー打撃または発破の瞬間の信号を送る）と計測器を接続して準備は完了する。

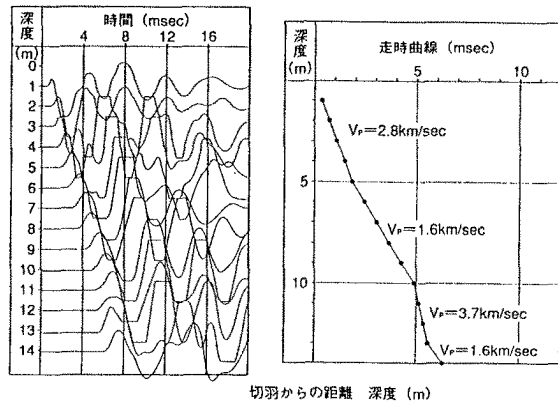
次に、測定孔から50cm～1m程度離れた位置の切羽岩盤をハンマーにより打撃し、振動波形を記録する。（ハンマー打撃により良好な振動波形が得られない場合は、発破を用いる。）良好な振動波形が得られたら、受振器を2m引き出し（受振器1個は重ねる）、ハンマーにより起振して波形を記録するという操作を孔口まで繰り返し測定を終了する。測定された波形データは、同時にパソコンに記録される。

3. 解析方法の概要

解析の概要を図一2に示す。解析は、データの収録されたパソコンにより、今回開発した専用ソフトを用いて行う。まずディスプレイ上に記録した波形を表示し、初動到達時間を自動ま



図一1 測定方法の概要



図一2 解析の概要

キーワード： 速度検層、弾性波速度、削孔、トンネル、ドリルジャンボ

連絡先： 〒182 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL (0424) 89-7081 FAX (0424) 89-7083

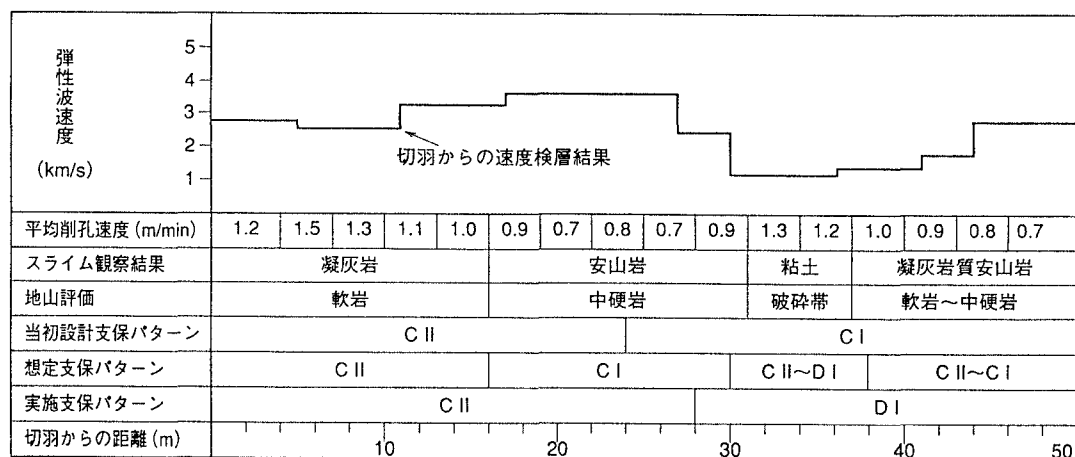
たは手動で読みとる。次に、初動到達時間を横軸に、ボーリング孔の深度（切羽からの距離）を縦軸にとった走時曲線を作成し、傾きが一定となる区間ごとに速度値を計算して走時曲線上に表示する。最終結果は、切羽からの距離による弾性波速度（P波）分布として表示される。

4. トンネルへの適用例

本システムをいくつかのトンネルに適用したが、ここではAトンネル（地質は安山岩類）の例を示す。図一3は、切羽から行った速度検層結果と、ドリルジャンボの削孔速度、削孔中に実施したスライム観察結果である。また、これらの結果から総合的に予測した地山評価及び想定支保パターンと、実施支保パターンの比較も併記した。

この図より、速度検層結果は、深度28m付近を境にして大きく異なり、それより奥ではかなり低い値を示している。また、スライム観察でも、30m付近で粘土が確認され、削孔速度も比較的速く、37m以深ではロッドがとられ逆に削孔に時間を要した。これらのことより、30mから38mの部分で破碎帯と予測し、D Iパターンの支保が必要であると事前に判断した。実際の掘削結果も20m以深から徐々に地質状況が悪くなり、28m付近でD Iパターンに変更した。

このように、削孔速度は、岩盤の硬軟を相対的には把握できるものの、その程度が不明確である。また、スライム観察では亀裂の程度を判断できない等の問題がある。しかし、速度検層による弾性波探査を併せて行えば、岩盤の硬軟や風化の程度、破碎帯の位置が定量的かつ具体的に推定できるようになり、切羽前方の地質状況の予測に有効であった。



図一3 Aトンネルでの適用例

5. おわりに

今回開発した「速度検層システム」で、迅速に切羽前方50m程度までの弾性波速度分布が得られることによって、地質状況をより詳細に予測できるようになった。本システムによる探査は、現場の休日や作業開始前に、1～2週間に1回の割合で工事の進行に合わせて行うことが可能である。切羽前方50m程度を探査する場合、ドリルジャンボによる掘削に約2時間、測定に約1時間、解析に約1時間の計4時間程度で、地質評価作業が完了するので、工事工程に大きな影響を与えずに、調査を行うことができる。また、測定から解析までがパソコンによりシステム化されており、一般の現場技術者2名で測定・解析を行うことが可能である。さらに、他の事前調査結果（地表弾性波探査等）や切羽前方調査結果（削孔検層、TSP等）も併せて検討することにより、事前の支保パターン選定や地質不良部対策を行うことができ、工事の円滑な進行と安全性の確保が期待できる。

今後とも、種々の岩質のトンネルで測定を行い、切羽前方の地質予測に適用していく予定である。