

Ⅲ－B117

切羽前方探査技術の適用性に関する検討

鹿島技術研究所 正会員 山本拓治 青木謙治

同上 稲生道裕 戸井田克

同上 宮嶋保幸

1 はじめに

山岳トンネル工事では、安全かつ合理的な施工を進めるために、切羽前方の地質を予測することが重要である。特に、断層や破碎帯などの地質不良部が出現した場合には、施工方法や支保パターンの変更など工事の進捗に与える影響が大きく、これら地質不良部の存在やその岩盤物性に関する情報を事前に入手することが望ましい。

従来は必要に応じて切羽からの先進コアボーリングを実施することが多いため、比較的高額の費用が必要で、工期も長くボーリング作業中は掘削を中断しなければならない等の問題があった。そのため、TSP（Tunnel Seismic Prediction）探査等の新たな調査技術の開発が各機関で活発に行われている。しかしながら、各探査手法とも、一長一短あるのが現状である。

そこで、筆者らは、施工への影響ができるだけ少く、比較的短時間での測定・評価が行えることと、地質不良部の岩盤物性をより定量的に把握することが重要と考え、複数の調査手段を組み合わせ短所を補い、場合によって使い分ける切羽前方探査総合システムを開発した。

今回、本手法を実際のトンネルへ適用した結果、実用的な調査・評価システムであることが確認できたので、この試験結果について報告する。

2 システムの概要

本システムは、以下に示すような、4つの計測サブシステムからなり、それぞれの結果をリンクさせて相関を把握し、施工結果と迅速に対比できるように、共通のOSで起動し、共通の形式でアウトプットするようにした。（図－1 参照）

（1）TSPシステムは、発破による振動波形を解析して、反射波を取り出し、切羽前方 100m（硬質岩盤では 150m）程度までの破碎帯・地質境界等の位置・傾きを求めるシステムである。

（2）削孔検層システムは、切羽作業で使用するパーカッションボーリングマシンを用いて切羽前方 50m 程度まで削孔し、削孔時の機械データから「破壊エネルギー係数等」を求めて、地質状況を予測するシステムである。採取したスライムから岩種が分かり、孔口湧水量の変化から湧水位置の予測も可能である。

（3）速度検層システムは、削孔検層時に削孔したノンコアボーリング孔を用いて、切羽前方 50m 程度までの弾性波速度を求め、削孔検層結果のキャリブレーションを行うとともに、地質状況を予測するシステムである。

（4）切羽画像処理システムは、デジタルカメラにより切羽を撮影し、地質判定をするという作業を継続することにより、切羽前方 5m 程度までの地質状況を予測するシステムである。

3 適用試験結果

四十万層群の砂岩、頁岩層のトンネルにおいて、TSP探査、削孔検層及びスライム観察、速度検層を使った前方探査を同一切羽で実施し、施工実績と比較した（図－2 参照）。掘削後の地質状況は、切羽から 30m の位置で、粘土を挟み軟質で透水性の低い砂岩層から、硬質ではあるが亀裂が多く、湧水の多い頁岩層に急変した。この軟岩から硬岩への地質状況の変化と、火薬消費量の対応は顕著であった。逆に湧水量の増大にともない切羽の自立状況は悪化した。これに対して、事前に実施した各前方探査の結果は以下のようである。TSP探査の結果は、切羽から 25m 以深で反射面が多く現れ、地質状況が複雑になっているこ

トンネル、切羽前方探査、弾性波速度、ボーリング

〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7081 FAX 0424-89-7083

とがわかる。ただし、この時点では、湧水帯の存在、地質の硬軟の状況は不明であった。

削孔検層の結果によると、この付近で地質が硬くなること及び湧水が増加することが予測された。また、同時に実施したスライム観察からも、岩種、粘土の含有状況の変化によって、地質状況の変化が推定された。

速度検層の結果も、削孔検層の傾向、スライム観察結果とほぼ一致している。

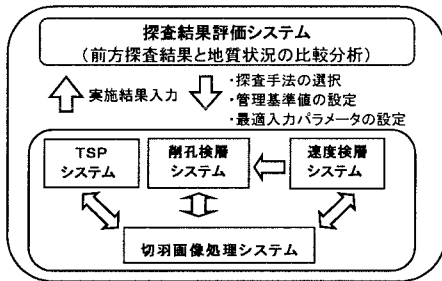


図-1 切羽前方探査総合システムの構成

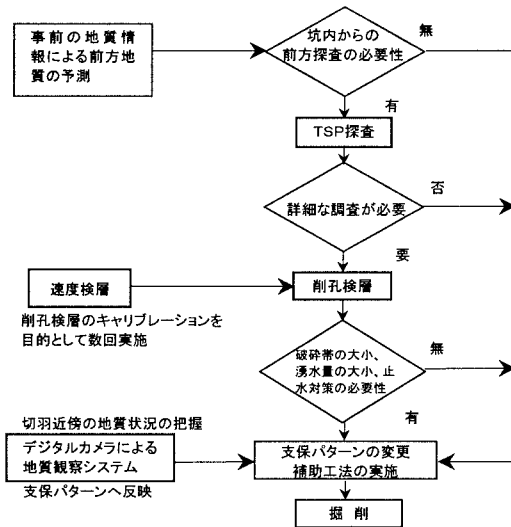


図-3 合理的切羽前方探査のフロー

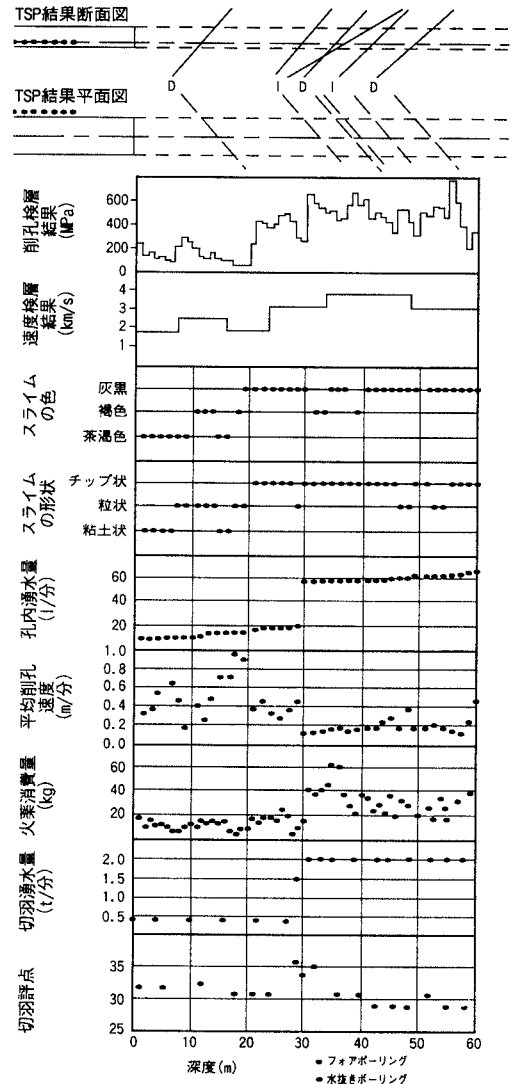


図-2 前方探査結果と施工実績の比較

4 おわりに

各前方探査手法を並列に行い、以下の事項を確認した。

TSP探査は、地質変化部の有無、位置を概略把握できるが、地質が不良になるのか、良好になるのかは判断できない。湧水についても判断できない。したがって、地質変化が激しいと判断された場合のみ、削孔検層を実施し、地質状況の硬軟、湧水の有無を判断すれば、合理的な前方予知が可能となる。

また、地質の変化点で削孔検層と速度検層を併用して何回か実施すれば、削孔時の機械データと弾性波速度の相関は良好であることから、支保パターンの変更に有効な資料となりうる。

図-3は、切羽前方探査総合システムを用いた合理的な運用フローの提案である。今後は、地質や施工条件の異なるサイトでのデータ蓄積と、これに基づく本システムの高精度化を図る予定である。