

# トンネル掘削発破を利用した切羽前方探査の開発

Development of exploration ahead of tunnel face using excavation blasting



中谷匡志 Masashi NAKAYA \*1・大沼和弘 Kazuhiro ONUMA \*2・山本浩之 Hiroyuki YAMAMOTO \*1

## 研究の目的

山岳トンネルの建設では、計画段階において地表踏査や調査ボーリング、屈折法弾性波探査などの地質調査が実施される。しかしながら、実施数量は限定される場合が多く、特に土被りが大きい場合や地質構造が複雑な場合には、地表からの調査精度には限界がある。そのため、施工中のトンネル坑内において、切羽前方の地質性状を把握する切羽前方探査が重要となる。代表的な切羽前方探査の一つである反射法弾性波探査は、起振源や探査測線などに特徴を有する様々な手法が提案されている。しかしながら、従来の受振システムは岩盤深部に設置する必要があるなど大掛かりなもので、計測から解析までの作業は専門技術者による運用が必要であった。また、探査のために施工を中断する必要があり、連続的な運用には課題があった。このような状況において、簡便で実用的なシステムによる切羽前方探査技術が求められた。

## 研究の概要

施工サイクルに影響しない実用的な切羽前方探査として、トンネルフェイスタスター（TFT 探査）の開発に着手した。具体的には、起振源として掘削発破を利用し、点火信号を探査のトリガーとした。また、受振器は支保工ロックボルトを利用して坑壁表面に設置する簡便な方法を採用した。開発の初期段階では、市販機材を利用したプロトタイプを用いて従来技術との比較実験を実施し、本システムの計測特性について検証した。その結果、解析に使用する低周波成分については、従来手法のように受振器を岩盤深部に設置した場合と、同程度の結果が得られることを確認した。

次に、様々な現場での適用から確認された課題について、開発にフィードバックすることでシステムの製品化を進めた。

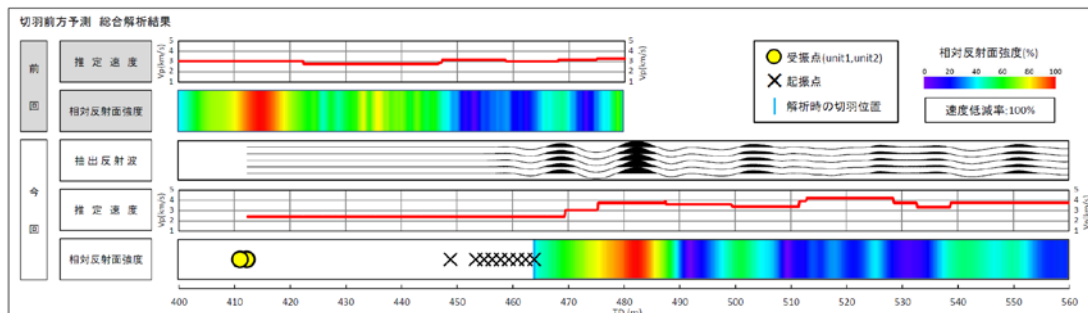


図－1 ケーブルレスシステムの構成

## 結論

製品化されたシステム（図－1参照）は、坑内設備の影響を受けることなく、確実なデータ収集を行うためにケーブルレスとした。具体的には、受振ユニットは、受振器やデータログなどが格納され、坑壁表面に強固に設置される。また、クランプ式のトリガセンサは非接触で発破母線に取付けられる。発破の点火信号を検知すると、トリガユニットからの無線通信により受振ユニットは時間遅れなく計測を開始し、データ記録後は自動的に停止する。なお、2基の受振ユニットで同時に計測することにより、解析に必要な24データを3日程度で収集することが可能である。

解析は、簡便な操作で施工管理に活用できる精度を有する探査手法として、反射面が鉛直に分布することを前提とした1次元予測とした。予測結果は、反射面の位置を示す反射エネルギーに対応したカラーバーで描画される（図－2参照）。また、切羽前方の定量的指標として反射面前後の弾性波速度を算出するアルゴリズムを検討し、反射面の位置と弾性波速度の変化から岩盤性状の変化を把握する。解析は、専用のソフトウェアにより30分程度の作業で切羽前方150mの予測結果が出力でき、リアルタイムで施工管理に活用することが可能である。



図－2 切羽前方探査結果の例