

CS-63

発破孔を対象とした削孔検層システムの開発

鹿島建設 正会員 後藤直人 牟田口茂
同上 鹿毛 量 戸井田克

1.はじめに

道路や鉄道トンネルなどの硬岩掘削工事中において作業の安全性や効率的な切羽進行を確保するために前方探査を実施するケースが増えている。筆者らは、簡便に前方探査が行える手段として、油圧ドリルの削孔時データから地山情報を取得・評価できる削孔検層システムの開発を進めてきた。その結果、これまでに各種測定値（削孔速度、給進力、打撃圧力、トルク）から算出される破壊エネルギー係数(E_v)により、精度良く地山情報を得られることが分かっている^{1) 2)}。

今回、この削孔検層をトンネル掘削における発破孔の削孔に適用するためのシステムとして改良を施し、トンネル内で試験施工を行った。その結果、掘削対象となる地山の情報を迅速に把握でき、効率的な発破工法に利用できる実用的なシステムであること確認したので、その結果について報告する。

2.開発方針

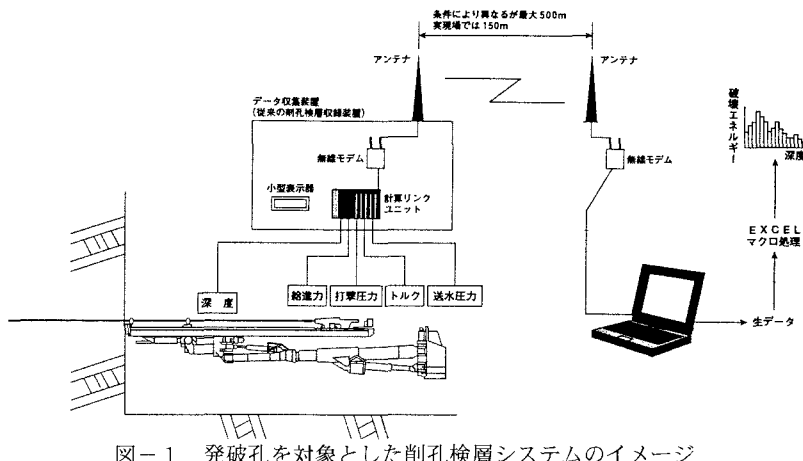
従来の切羽前方探査を行う場合の削孔検層では、トンネル切羽から30～40mのボーリング1～2孔についてのデータ取得・解析を行ってきた。しかし今回、発破孔に削孔検層を適用するに当たり、以下のような点が問題となった（表－1参照）。

- ・ボーリングの削孔長は1～数mと短い、孔数が50孔以上と膨大である。
- ・理想的には、削孔時データから判明した地山状況に応じ、そのボーリング孔へ装薬する火薬量を設定したい。すなわち、削孔段階でリアルタイムに測定データの解析・評価・アウトプットが必要である。

これらの問題点に対処するため本システムでは、以下に示す削孔検層システムの改良・開発を行った（図－1参照）。

表－1 削孔検層の対比

	切羽前方探査孔	発破孔
調査目的	切羽前方の地山状況（湧水、破碎帯等）	装薬対象の地山状況（主に硬軟）
調査結果の反映方法	前方トンネルの掘削方法の検討、選定	掘削中の発破孔への装薬量等の検討・設定
削孔長	長い （約30～50m）	短い （1～数m）
孔数	少ない （1～数孔）	多い （50孔以上）



図－1 発破孔を対象とした削孔検層システムのイメージ

山岳トンネル、削孔検層、破壊エネルギー係数、発破、情報化施工

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

3.開発内容

3.1 ハード開発

従来の油圧ドリルに装備した「モデムカード収録方式」では、削孔終了後、モデムカードを事務所に持ち帰り、パソコンで処理するまでデータ評価が不可能であった。そこで、大量のデータを迅速に記録し、トンネル坑内に持ち込んだ携帯パソコンに転送する「無線伝送収録方式」を取り入れた。

3.2 ソフト開発

従来から、削孔時データには、削孔時のロッドの引っかかり等に起因する測定データ上へのノイズ（ゴミ）の混入が避けられなかった。今回、これらのノイズを汎用ソフト（エクセル）の機能を利用して除去することとした。また、リアルタイムに削孔データを評価するため、現場へ持ち込んだパソコン上でデータ収録と並行して散布図や削孔データの統計量（平均値・標準偏差）の表示ができるような機能を付加した。

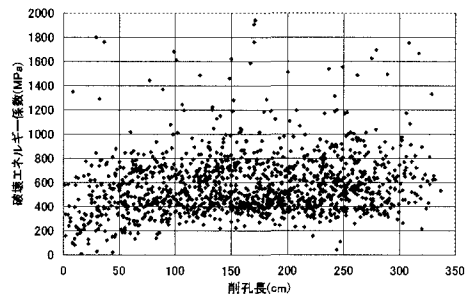
4.現場への適用

4.1 地質概要

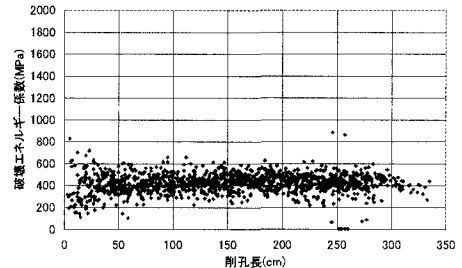
本システムの適用性を確認するため、試験施工を実際のトンネル切羽で行った。岩質は、珧質片麻岩、塩基性片麻岩及び石灰質片麻岩を主体とした硬質な岩盤で、亀裂が発達している。

4.2 適用結果

削孔検層システムを複数の発破孔に適用してデータを収集した。削孔検層からは、切羽毎に約 50 の発破孔についてE vを深度方向にプロットしたデータを削孔作業と併行してリアルタイムに収録することができた（図－2，3参照）。また、本システムを用いると、得られた切羽毎の削孔検層の結果から、岩盤中の亀裂の多い場合には図－2のようにE vのばらつきが大きく、逆に亀裂の少ない場合には、図－3のようにE vのばらつきの少ないという傾向を現場で把握できた。すなわち、将来的には、亀裂の分布状況を発破の施工諸元（孔数、葉量など）に反映させることが可能と考えられる。



図－2 岩盤中の亀裂が多いケース



図－3 岩盤中の亀裂が少ないケース

5.おわりに

本論文では、発破孔に適用するための削孔検層システムの開発を行い、実際の現場に適用することによって、実用的なシステムであることを確認した。また、本システムの適用により削孔作業中にリアルタイムで切羽の地山状況（亀裂の分布状況も含む）を把握でき、効率的発破に適用可能であることを確認した。今後、異なる地質条件でのデータ蓄積を行い、地山状況に応じた発破施工のより高度な情報化を目指す予定である。

6.参考文献

- 1) 戸井田克・稲生道裕・山本拓治・宮嶋保幸：トンネル切羽前方探索システムの開発，地下空間シンポジウム論文・報告集，第3巻，pp113-122，1998.1
- 2) 戸井田克・三澤広典・福田博之・南春雄：削孔検層を利用した効率的な発破工法の検討，第29回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp111-115，1999.1