

リバースハンマを利用した多機能前方探索システム

(株)大林組 正会員 渡辺淳 藤岡大輔 木梨秀雄 天野悟
(株)日本基礎技術 正会員 ○東芝 崇

1. はじめに

山岳トンネルでは、安全かつ確実に施工するため、地山性状や湧水状況等の前方地山状況を事前に把握し、掘削時の支保規模や水抜きなど補助工法による切羽安定対策を検討する。前方地山の状況を把握するには、一般的に、コアボーリングやノンコア削孔検層などの調査や物理探査などを行う。ボーリングコアからは、圧縮強度や岩種・き裂等を直接把握することができるが、コア採取にあたり作業時間を要する。一方、ノンコア削孔の場合は、より短時間で削孔し、油圧ジャンボや専用機械による機械的データや削孔時のスライム等より総合的に判断して地山を予測している。しかし、不良地山の区間や性状等を正確に把握することには限界がある。そのため、ノンコア削孔検層時に機械データ以外の情報を付加的に取得し、不良地山区間を把握することを目的として、開発を進めている。

本報文では、新たなノンコア削孔検層システムとして、空気圧によるリバースサーキュレーション式ハンマシステム（以下、RCハンマ）の概要及び削孔検層の要素試験について報告する。

2. 削孔システムの概要

RCハンマは、オーストラリアなどで金鉱探し等のアイテムとして硬質地盤の土質サンプルを収集しながら削孔する工法として利用されている。RCハンマの削孔方式を図-1に示す。二重管ロッドの外周部からエアーを送り、先端部の中空式ハンマを稼働させる。削孔クリコは内部ロッドから外部へ排出するものである。この中空式であるRCハンマとロッドを使うことで、RCハンマ削孔システムとする。

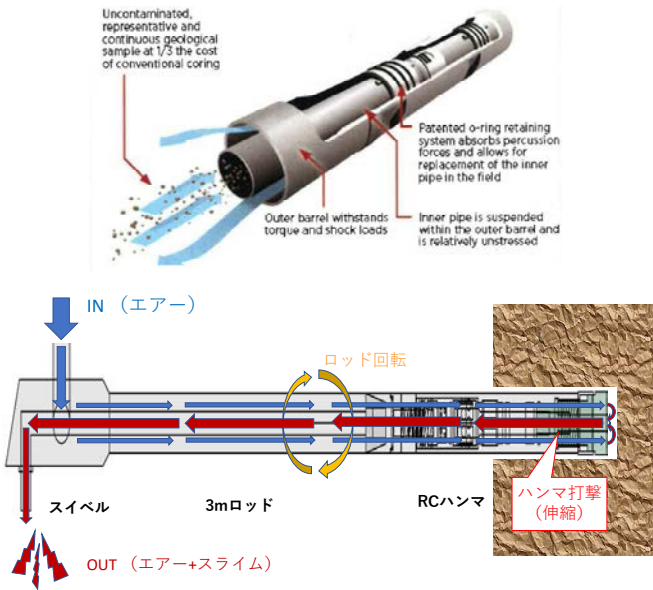


図-1 RCハンマ削孔方式概要図

3. ノンコア削孔検層の多様化

RCハンマの特徴である、中空のロッド、ビットで削孔する方法を利用して、図-2に示すように、ノンコア削孔検層の多様化を図るものである。

- ・削孔検層による地山不良部把握
- ・地山不良部でのコア採取，膨張性試験
- ・地山不良部での孔内カメラ撮影
- ・湧水量，湧水圧測定
- ・孔内水平載荷試験などの孔内力学試験

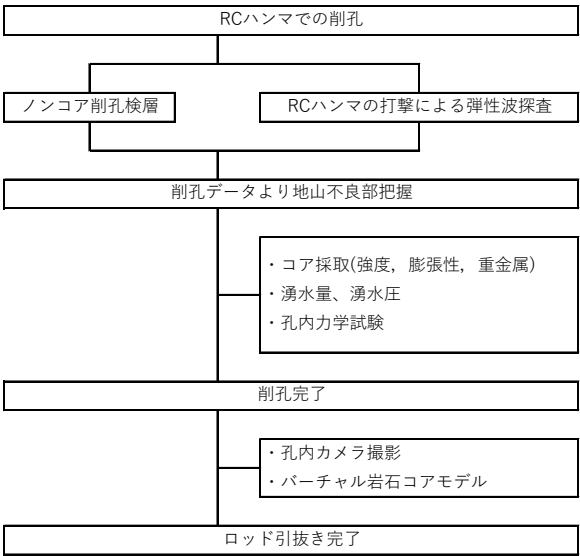


図-2 RCハンマ削孔システムフロー図

キーワード ノンコア削孔検層，リバースハンマ，コア，孔内カメラ，削孔エネルギー
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1319

4. コア採取および孔内カメラ

送水圧によりコアサンプラーやカメラをロッド、ビット内に送り込み、ビット先端へ設置する。設置概要図を図-3に示す。

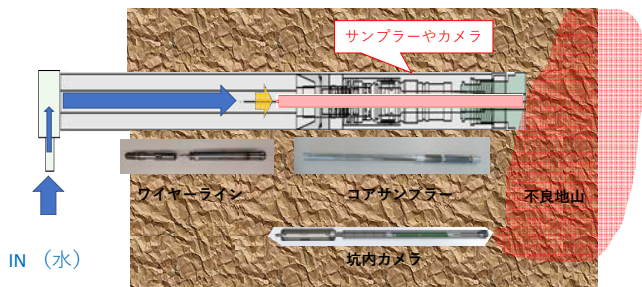


図-3 コアサンプラー・カメラ設置概要図

①コア採取

送水圧によりコアサンプラーを圧送後、20, 30cm程度削孔し、局所的なコアを取り込む。コア採取後はワイヤーラインによりコアサンプラーを回収するものである。写真-1に示すように、コンクリートブロックにおいてコア採取試験を行った。



写真-1 コア採取状況およびコア写真

②孔内カメラ

孔内カメラは削孔検層完了後、ロッド引抜前にカメラを送水圧で圧送し、ロッドの引き抜きに合わせて、カメラで孔内を撮影しながら、引き出していく。写真-2に孔内カメラ撮影映像やバーチャルコアの例を示す。孔内カメラは現状、有線で数mまでしか撮影することが



写真-2 孔内カメラとバーチャルコアの例

できない。今後、無線化し150mまで適用可能なものを検討する。

5. 削孔エネルギー指標値

削孔で得られた機械データより地山の評価を行う。磐田¹⁾は、水圧ハンマーによるエネルギー指標値として、単位体積当たりの地山に与えるエネルギーを送水圧、打撃数、削孔速度から算出している。本技術も同様に空気圧、打撃数、削孔速度によるエネルギー指標値が得られると考え、以下の式で算出できる。
エネルギー指標値 E (MPa・回/cm) = 空気圧 (Mpa) × 打撃数 (回/sec) / 削孔速度 (cm/sec)

RCハンマの削孔試験を図-4に示す。強度の異なる供試体で削孔試験を行っている。削孔試験には空気圧、削孔速度、打撃数を計測している。強度ごとの削孔エネルギー指標値の結果を図-5に示す。これより、27.5N/mm²と10.1N/mm²以下とで明確な違いが確認できた。

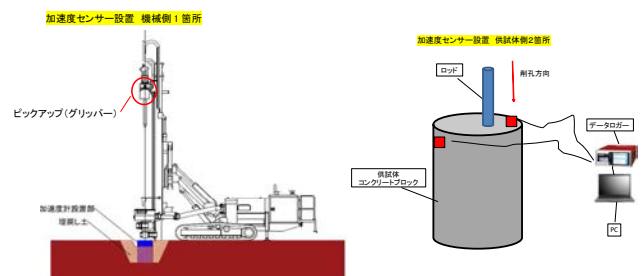


図-4 RCハンマ削孔試験

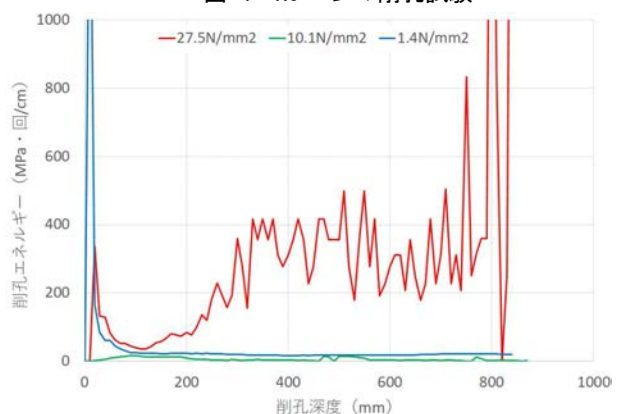


図-5 強度ごとのエネルギー指標値

5. まとめ

本技術は、RCハンマを使ったノンコア削孔検層を多様化させるものである。現状は、要素試験であるが、今後は、実地山での実証実験や既往の水圧ハンマーでのノンコア削孔検層との比較をしていく。

参考文献：1) 磐田ほか；高速ノンコア削孔システムによる切羽前方探査技術の開発，トンネル工学報告集第24巻，1-23,2014