長尺先受け工の削孔エネルギーによる周辺地山の予測

安藤ハザマ 土木事業本部 正会員 ○五味 春香 安藤ハザマ 大阪支店 土木部 河野 友紀 富井 啓輔 マック株式会社 田中 敦也

1. はじめに

山岳トンネルの施工において、切羽前方の地質を調 査する手法として、削孔検層が用いられる.削孔検層 とは、油圧削岩機を用いて切羽前方 0m~30m 程度の区 間を削孔し、機械データから算出されるエネルギーを 基に、地山の硬軟を相対的に把握する手法である.算 出されたエネルギーは、削孔エネルギーと呼び、単位 体積の地山を削孔するのに削岩機が要したエネルギー 量で定義される.

本論文は,長尺先受け工(以下,AGF)削孔時の機 械データを用いて,削孔エネルギーを算出し,天端部 の地山を詳細に予測し,補助工法の適正配置に反映さ せた事例について報告する.

2. 削孔エネルギーの概要

2.1 機械データの取得方法

現場の油圧削岩機には、古河ロックドリル社製 (JTH-3200R-IIIPLUS 3 ブーム 2 バスケット)を用いた. AGF 削孔時に得られる機械データの種類は、回転圧、 打撃圧、フィード圧、ダンピング圧などの油圧データ と削孔位置座標、フィードの前進距離である.機械デ ータは、油圧削岩機の計測装置に自動収録され、パソ コンにより処理される.

2.2 削孔エネルギーの算出方法

削孔エネルギーは、削孔に要したエネルギー量を削 孔した体積で除した値であり、式(1)¹⁾のような基本式で 表される.

$$S_{E}(J/cm^{3}) = \frac{Ei(J) \times bpm(blow/min)}{A_{H}(cm^{2}) \times P_{R}(cm/min)}$$
(1)

SE:削孔エネルギー, Ei:ピストン打撃によって削岩機 で発生した打撃エネルギー

bpm:打擊数, PR:削孔速度, AH:孔断面積

削孔エネルギーは,掘削岩盤の強度特性によって変化し,式(1)から算出された値が小さいほど脆弱,大きいほど硬質な岩盤であると評価される.

3. 現場概要

調査を実施した A トンネルは,北陸地方に位置する 延長 1,569m の山岳トンネルである.A トンネルは,中 硬岩~硬岩を呈する安山岩質溶岩が分布していると想 定される.

4.調査

4.1 調査経緯

A トンネルの掘削初期段階にて、空隙の多いゆるん だ石積み状の堆積物が確認されたため、坑口から AGF を施工しながら、掘削を行った.また、並行して 1 断 面あたり 2 本の削孔検層を実施した.坑口から 61m

(TD61m)の断面で実施した削孔検層の結果から,地 山の大半に脆弱な層が出現することが予想されたため, AGF の施工を継続した.ただし,部分的に硬質な層の 出現も確認されたことから,以降の施工においては, AGF の削孔エネルギーを用いて,天端部の地山を詳細 に予測することで AGF の適正配置を試みた.

4.2 調査方法

AGF の削孔エネルギーの変化を確認する方法として は、削孔エネルギー値をもとにコンター図で地山の硬 軟を可視化したデータを用いた.コンター図の色調は、 削孔エネルギーが小さいほど暖色、大きいほど寒色で 表す.削孔エネルギー値と色の段階を表-1に示す.

「孔エス	ネルニ	ギー値	と色	の段階
	孔エン	孔エネルコ	孔エネルギー値	孔エネルギー値と色

色					
削孔エネ ルギー値	0	100	200	300	400
(J/cm3)					

キーワード 削孔検層、油圧削岩機、長尺先受け工、削孔エネルギー

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ土木事業本部技術第三部 TEL 03-6234-3673



図-1 TD73m 切羽写真



4.3 調査結果

図-1にTD73mの断面における切羽写真を示す.切羽の全体的に亀裂の多い安山岩が確認でき、切羽中央部には粘土層が挟在している.右側には、風化していない安山岩が確認できるが、左側から天端部にかけては、 非常に脆弱で、小規模な崩落が発生した.

図-2 に TD72m の断面で施工した AGF の削孔エネル ギーのコンター図を示す.トンネルのセンターから左 側の削孔実績は,暖色が多く分布しており,削孔エネ ルギーは,0~100J/cm³であることから,脆弱な層が出 現することが予測できる.トンネルのセンターから右 側の削孔実績は,黄色や緑色が多く分布しており,削 孔エネルギーは,100~300J/cm³であることから,天端 から左側よりも比較的硬質な層が出現することが予測 できる.切羽状況と AGF の削孔エネルギーの結果から, 次に AGF を施工する TD82m の断面において,トンネ ルセンターから右側の AGF は,必要ないと判断した.

図-3に、TD82mの断面における切羽写真を示す.切 羽の右側と左側は、亀裂が多く風化した安山岩が確認 できる.切羽中央部には、粘土層が挟在しており、非 常に脆弱で、細かな割れ目に沿って、小規模な崩落が



TD91m 在肩 C 右肩 TD82m

図-4 TD82m 削孔エネルギーのコンター図 平面図

発生した.以上より,本断面における AGF の必要範囲 は,左側から天端にかけた 60°と考え, AGF の打設本 数を減らして施工した.

図-4 に、TD82mの断面で施工した AGF の削孔エネ ルギーのコンター図を示す.削孔実績は、黄色や緑色 が多く分布しており、削孔エネルギーは、200~300J/cm³ であることから、硬質な層の出現が予測できる.切羽 状況と AGF の削孔エネルギーの結果から、次断面にお ける天端部の安定対策は、必要ないと判断し、AGF の 施工を終了した.

5. まとめ

AGF の削孔エネルギーに基づいて、切羽前方の天端 部の安定を検討しながら、効率的な補助工法の配置が 可能である. 今後は、AGF の削孔エネルギーと切羽評 価点の相関関係を整理し、地山の評価方法を確立する 所存である.

参考文献

 (一財)災害科学研究所トンネル調査研究会、トンネル 技術者のための地盤調査と地山評価、p.195、2017