

VI-137

スロット工法と併用する放電式破碎技術の開発

(株)奥村組本社土木部 正会員 安井啓祐 古賀成樹
 (株)奥村組技術研究所 正会員 塚本耕治
 石川島播磨重工業(株) 駒木秀明 山田恒身

1. はじめに

振動や騒音の問題から発破が使用できない場合、効率的に硬い岩盤を掘削するために、種々の無発破掘削工法が開発されている。その一つであるスロット工法は、スロット削孔機により切羽に自由面を作成し、割岩工法を利用して掘削する工法で、これまでに10数件の山岳トンネル工事で採用されている。

無発破掘削工法のうち、割岩工法には、油圧くさび、液圧破碎装置、蒸気圧破碎薬、静的破碎剤などを使用したものがあるが、施工能率と経済性の両面に優れた工法は開発されていないのが現状である。

そこで、筆者らは放電を利用した破碎技術（Electro-Blasting：EBと略称）に着目し、安価でより効率的に掘削できる無発破掘削工法を確立するため、スロット工法と併用した放電式破碎技術の開発を進めている。これまでにEBの破碎能力、発破工法とEBでの振動値の比較をおこない、その能力、効果を確認した。

今回は、EBによる同時破碎孔数の増加、ケーブルとキャニスタ（非火薬混合物と電極を包含）との結線方法の変更・改良をおこない、屋外実験で実証した。また、蒸気圧破碎薬を用いた割岩実験を実施し、破碎能力、振動値、騒音値の比較をおこなったので、その結果を以下に報告する。

2. 放電式破碎技術の概要

EBは、破碎孔の中に装填したゲル状の非火薬混合物（ゲルと称す）に、充電した電気エネルギーを瞬時に放電することで発生する超高压ガスを利用して、岩盤やコンクリートを破碎するものである。図-1に示すように、主に、

図-1 キャパシタバンクと制御ユニット

- ①電気を充電、放電、制御するキャパシタバンクと制御ユニット（写真-1参照）
 - ②ゲルと電極を包含するキャニスタ
 - ③これらを接続するケーブル
- で構成される。

ゲルは、アルミニウムを主成分とする金属粉末をポリマー水溶液と混合したものであり、化学的に安定で反応生成ガスは無害である。

3. 実験概要

(1) 実験場所・地質

奈良県下の碎石場で実験をおこなった。地質は白亜紀の花崗閃緑岩で、ロックシュミットハンマによる反発硬度から換算した一軸圧縮強度は、80～120Mpaである。

キャパシタバンクと制御ユニット

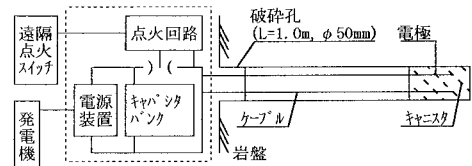


写真-1 キャパシタバンクと制御ユニット

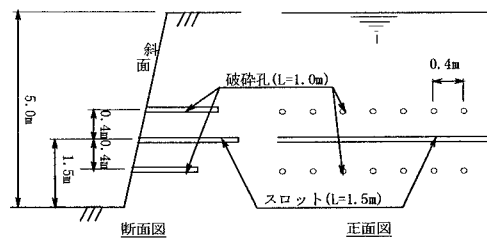


図-2 実験状況

キーワード：トンネル、無発破掘削工法、割岩工法、放電式破碎技術

連絡先：〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2 (株)奥村組

〒100-8182 東京都千代田区大手町2-2-1 石川島播磨重工業(株)

TEL. 06-625-3825 FAX. 06-627-2340

TEL. 03-3244-5672 FAX. 03-3244-5118

（２）実験方法と実験ケース

実験は図-2に示すように、砕石場の斜面に深さ1.5mのスロットを連続して形成し、このスロットを挟んだ上下に深さ1.0mの破碎孔を穿孔して、EBで破碎した。

実験条件は前回の実験実績¹⁾をもとに、表-1のとおりとした。表-2に各実験ケースを示す。また、比較のため、同一斜面において、蒸気圧破碎薬を用いた破碎実験を実施した。なお、この破碎では、1孔当たり750gの破碎薬を装填し、2孔同時に破碎した。てん塞には急結性セメントを用いた。

4. 実験結果と考察

表-3に実験結果を示す。また、EBと蒸気圧破碎について、図-3に振動速度の比較を、図-4に騒音レベルの比較を示し、以下に考察を示す。

- ①ケース1～4のいずれのケースも、良好に破碎することができた。これは電気エネルギー、ゲル量など同じ条件下で、同時破碎孔数を2孔から4孔に増やしても破碎が可能であること、また、複数のカプセルをつなぐ結線方法が直列、並列に係わらず、破碎ができることを示す。
- ②ケース5より、EBによる破碎量は、蒸気圧破碎薬を用いた場合と比べて同程度か、それ以上であった。これはゲル量200gでのEBと、薬量750gの蒸気圧破碎が同程度の破碎能力を有することを示す。
- ③振動速度について、EBは蒸気圧破碎に比べて、同程度か、それ以下の値であり、騒音レベルについては、EBは蒸気圧破碎薬に比べて、若干高い値であった。
- ④ケーブルとキャニスタとの結線方法を簡素化したことにより、結線作業に要する時間が15分短くなった。その結果、従来、約25分要していた、装薬から破碎までのサイクルタイムは、約10分となった。

5. おわりに

今後、効率的な破碎ができるよう、破碎メカニズムの解明、また、キャパシタバンクの小型・軽量化、連続破碎装置の開発、安全性の検証などを課題として、実用化を目指す予定である。

参考文献 1) 高压放電式破碎技術を用いた割岩工法の開発（岩の力学国内シンポジウム講演論文集 1998.1）

表-1 実験条件

項目	条件
破碎孔径	φ 50mm
破碎孔深さ	1.0m
破碎孔間隔	0.4m
ゲル量	200g
充電エネルギー	170kJ
てん塞	湿潤砂

表-2 実験ケース

ケース	破碎技術	同時破碎孔数	結線方法	実験回数
1	EB	2孔	並列	3回
2	EB	2孔	直列	3回
3	EB	4孔	並列	3回
4	EB	4孔	直列	1回
5	蒸気圧破碎	2孔	直列	3回



写真-2 破碎前状況

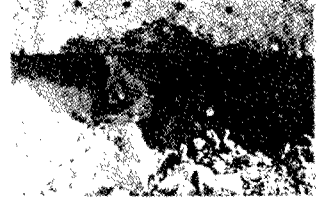


写真-3 破碎後状況

表-3 実験結果

ケース	対象岩盤の一軸圧縮強度 (MPa)	破碎量 (m³)	単位破碎量当たりのエネルギー (kJ/m³)
*1			
1	110	0.78	218
2	89	0.75	227
3	87	1.89	90
4	83	0.78	218
5	85	0.54	—

*1 各数値はそれぞれケースごとの平均値を示す。

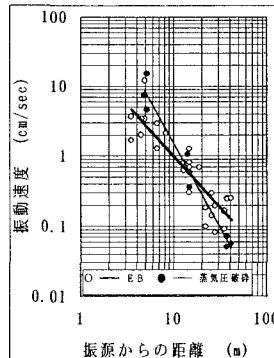


図-3 振動速度の比較

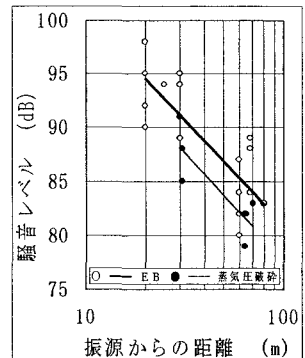


図-4 騒音レベルの比較