

高電圧放電による岩破壊技術の開発

奥村組土木興業(株) 正会員 ○藤原一博*
 (株)熊谷組 北原成郎**
 日本原子力発電(株) 山本 毅***

1. はじめに

岩盤掘削工事では一般的に発破工法を用いるが、振動、騒音や飛び石などの問題があり、重要構造物や民家の周辺などでは使用を制限されることが多い。一方、これに代わる大型ブレーカ、リッパ、割岩機、あるいは静的破砕剤等の方法では高いコストが必要であったり、硬岩領域になるに従い極端に能力が低下する等の問題がある。こうした問題を解決するために、高電圧放電による岩破砕技術を開発した。これは高電圧の放電時に発生する衝撃波で岩を破砕する技術で、取り扱いも容易で経済的である。本報ではその装置概要と転石破砕実験の結果を述べる。

2. 高電圧放電破砕技術の概要

本技術はコンデンサに蓄積したエネルギー（最高約500kJまで可能）を水中で一気に放電させることによってプラズマを生成し、その時に発生する衝撃波により岩を破砕するものである（図-1）。従来、プラズマのみで行った岩の破砕ではその威力に限界があったが、電気回路の改良により破砕力を増加することが可能となった。

この装置は充電する本体部分と放電部分およびそれらを接続するケーブルで構成している。本体部分は2mFのコンデンサと充電器およびスイッチで構成されており、重量は約3tとコンパクトなことから4tトラックに積載できる。ケーブルは約20mで同軸構造となっている。放電部分では、電極の先端において内部導体から外部導体へ向かって放電するしくみになっている。放電部は長さ約1mで放電時の衝撃に対応できるように外部導体を鋼製の円筒としている。充電には200V・3相で25kVAの発電機を用いる。

本技術の特徴は1) 振動が少ない。2) 騒音が低い。3) 飛散が少ない。4) 化学反応を伴わない。5) 破砕力の調整が可能である。6) 放電部は繰り返し使用することができる。などが挙げられる。

岩破砕手順を図-2に示す。岩を削孔後、水を注入し、放電部を所定の深さまで挿入する。その後充電を開始し、所定のエネルギーが蓄積されたら放電し、岩を破砕する。

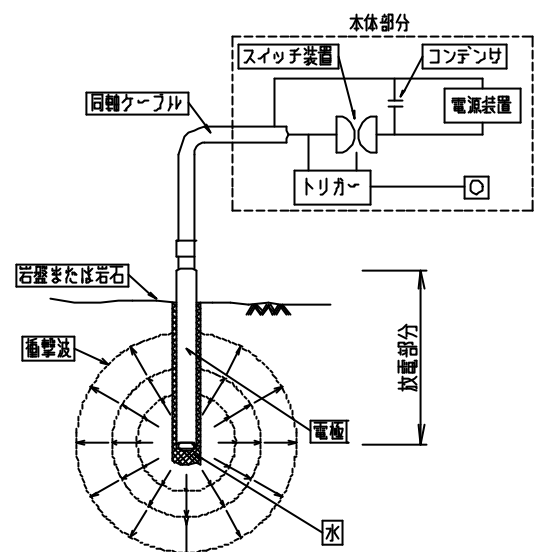


図-1 高電圧放電による岩破砕技術の概要

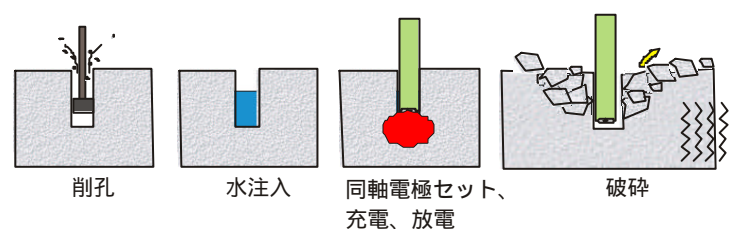


図-2 岩破砕手順

Key Words：岩破砕、衝撃波、放電、プラズマ、高電圧

* 〒552-0012 大阪市港区市岡 3-9-2

TEL 06-6572-5264 FAX 06-6572-4890

** 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1

TEL 03-5261-5568 FAX 03-5261-5576

*** 〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1

TEL 03-3201-7048 FAX 06-3201-8463

3. 岩破碎実験

供試体は兵庫県赤穂市採取の一軸圧縮強度 150～240MPa 程度、大きさ約 0.2m³～4.0m³ の流紋岩転石を用いた。削孔径はφ75mm、削孔長は供試体の高さの半分程度とし、供試体のおおよそ中心に削孔した。放電部は孔に挿入後放電時の衝撃で飛び上がらないようバックホウのバケットにチェーンで固定した。写真 - 2 に実験状況を示す。破碎された転石は図 - 3 のように、孔底を頂点とした円錐形の破片とそれ以外に孔を境にした3片の破片の計4片に割れる場合が多かった。破碎後の状況を写真 - 3 に示す。

図 - 4 に転石破碎に要したエネルギーを示す。これより蓄積エネルギーが大きくなる程大きい転石の破碎が可能となることが分かる。ここで、この蓄積エネルギーとは実際の破碎に用いたエネルギーを示す。破碎に最低限必要なエネルギーは更に低い可能性もある。



写真 - 1 放電部



写真 - 2 実験状況

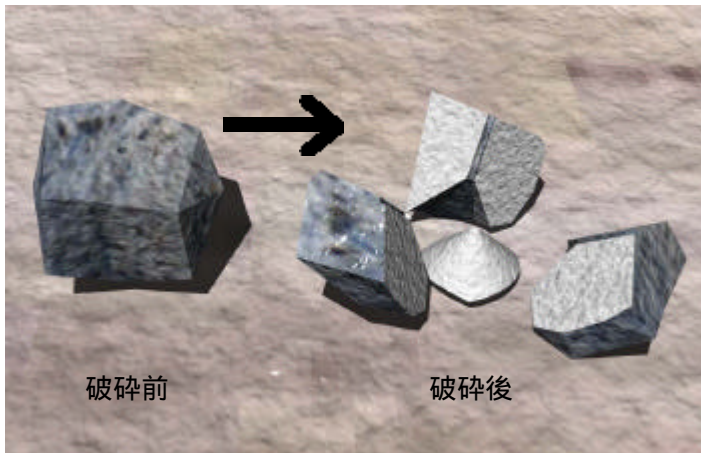


図 - 3 典型的な割れ方



写真 - 3 破碎後の転石

4. まとめ

高電圧で放電することにより、プラズマのみで転石が割れることが分かった。今後は、更に蓄積エネルギーを高めたり、放電部の形状を改良するなど、岩破碎能力の向上を目指す。また、放電部の挿入や固定、水注入等の機械化（現在は人力による）などにも努め、実用化を目指していく。

本技術は住友電気工業(株)との共同開発であり、関係者各位に格別なる御協力を頂いた。この場を借りて厚くお礼を申し上げる。

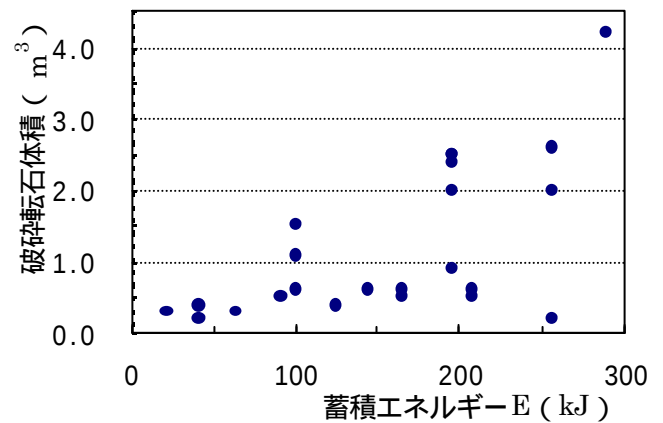


図 - 4 転石破碎結果