

レーザーと放電衝撃破碎を用いた実岩盤の制御破碎実験

北海道開発土木研究所¹⁾
 北海道開発土木研究所
 住友重機械工業株式会社
 日立造船株式会社
 株式会社地層科学研究所

正会員 池田憲二
 非会員 渡辺一悟
 非会員 吉川光昭
 非会員 前畑英彦
 ○正会員 里 優

1. はじめに

北海道開発局では、岩盤の切り取りにレーザーを応用することを試みている。レーザーは、騒音や振動を発生しない、反力が必要ないなどの特徴を有し、高所での穿孔作業や施工機械の軽量化に適している。例えば、巨大な岩盤を切り取る際には、レーザーにより複数の孔を開け、ここに破碎材などを挿入しブロック状に割ることで、反力を必要とせず、かつ不要な破壊を避け得る制御破碎が実現できる。これまでに、基礎的な研究の他、凝灰岩を対象とし、6kw の YAG レーザを用いた屋外穿孔実験を行った¹⁾²⁾。この結果、10 分の照射で、直径 20mm、深さ 230mm の穴を開けることができ、レーザー穿孔が実用可能であることを確認した(図-1)。本研究では、これをさらに進め、レーザーにより穿たれた孔に放電衝撃カートリッジを挿入し、岩盤をブロックに割る方法を、現場において実証的に検討した。

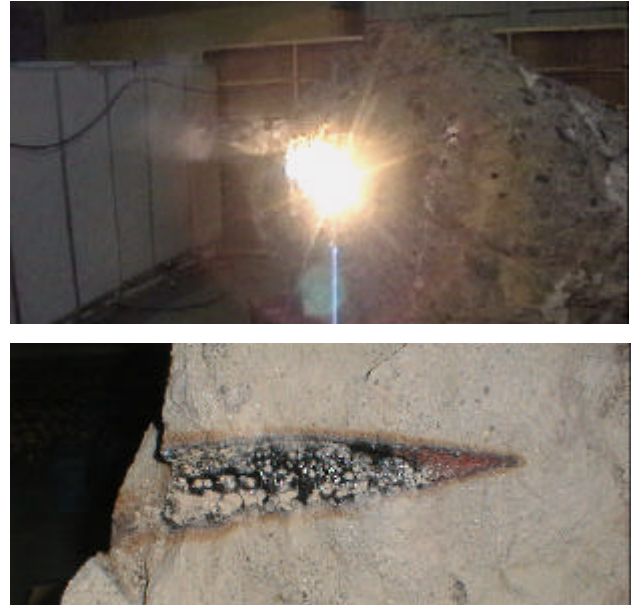


図-1 岩石ブロックのレーザー穿孔
 (上：レーザー照射、下：穿孔断面)

2. 放電衝撃破碎法

日立造船(株)が開発した放電衝撃破碎法³⁾は、媒体中に浸漬した金属細線に一気に高電圧大電流を流し、細線と媒体の爆発的な気化現象により発生する高い衝撃圧力を利用する方法である。これにより、火薬を用いることなく岩石やコンクリートの破碎を行うことができる。カートリッジは小型・軽量であり、装置の開発により自動装填を行うことも可能である(図-2)。

3. 現場における岩盤制御破碎実験

実験は、北海道積丹半島の日本海側の凝灰岩からなる斜面で行った。現場における各種機器の配置を図-4に示す。対象岩塊は、周囲に比べ突出している部分(図-5参照)で、これを2m四方、深さ30cmの範囲で除去することを目標とした。

破碎作業手順は、以下のとおりである。

- 作業1 .レーザーの出射光学系を自走式高所作業台車に搭載して、穿孔作業を行う。穿孔は縦方向に300mmピッチ、4孔を基本とした。
- 作業2 .穿孔箇所に放電衝撃カートリッジを装着する。
- 作業3 .破碎箇所を飛散防止シートで覆い破碎する。
- 作業4 .破碎状況を確認して穿孔位置を定める。
- 作業5 .作業1に戻り、作業を繰り返す。

レーザーには、住友重工業(株)製の4kwYAGレーザー(MW4000)を2台用いた。これらのレーザー光は、光ファイバーにより伝送し、作業台車に設置された合成器によって重ね合わせ、8kwの出力を得た。このような大出力レーザーを屋外で用いることは、調査した範囲では世界で唯一の事例である。レーザーは10分間照射し、事前の検討どおり250～300mmの深さに穿孔することができた。

キーワード：岩盤斜面、レーザー、放電衝撃破碎、制御破碎

* 連絡先：〒062-0931 札幌市豊平区平岸一条3丁目 北海道開発土木研究所 Tel.011-841-1111(代)

破碎は、特殊充填材 5 cc 入りカートリッジを用い、充電電圧 6,000V で行った。岩盤は大きく垂直方向に破断され、分離した岩塊は細かい小片に破碎されていた。

破碎点から 1.5～2m の距離で計測された最大加速度は 1.5G 程度であり、通常の発破に比べ桁違いに小さい値となっている。これは、放電衝撃破碎に用いた破碎材が、衝撃力の小さなものだったこと、および、岩盤に亀裂が多く、衝撃の伝搬が十分行われなかったことに原因があると考えられる。しかしながら、予定された岩塊の破碎は行われており、レーザー穿孔と放電衝撃破碎の組み合わせの有効性を示したものと考える。

また、振動や騒音は、レーザー照射、放電衝撃破碎をとおしてドリルや発破などに比べ小さく、また破碎領域の制御性も確認できた。

4. まとめ

岩石の制御破碎を目的とし、実際の岩盤斜面において、レーザー穿孔と放電衝撃法による破碎実験を実施した。結果は、低振動・低騒音で岩石の破碎が可能であることが実証された。今後の課題は、レーザーの照射方法を工夫し、穿孔速度の向上を図ること、小型軽量化やロボット化についての検討を進め実用性を高めていくことである。

参考文献

- 1)池田 他：レーザーと放電衝撃破碎を用いた岩盤の制御破碎法の研究,土木学会年次学術講演会,2000
- 2)池田 他：レーザーを用いた岩盤の制御破碎法に関する基礎研究,土木学会年次学術講演会,2000
- 3)荒井 他：放電衝撃発生技術とその性能,岩盤力学に関するシンポジウム論文集,1999

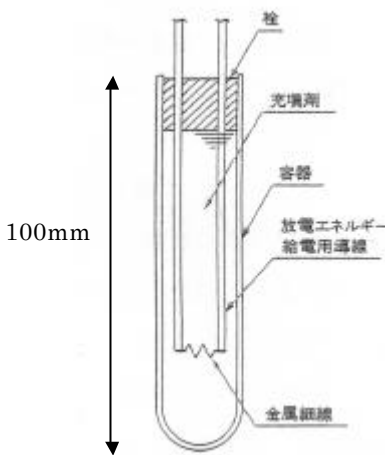


図-2 放電衝撃カートリッジ

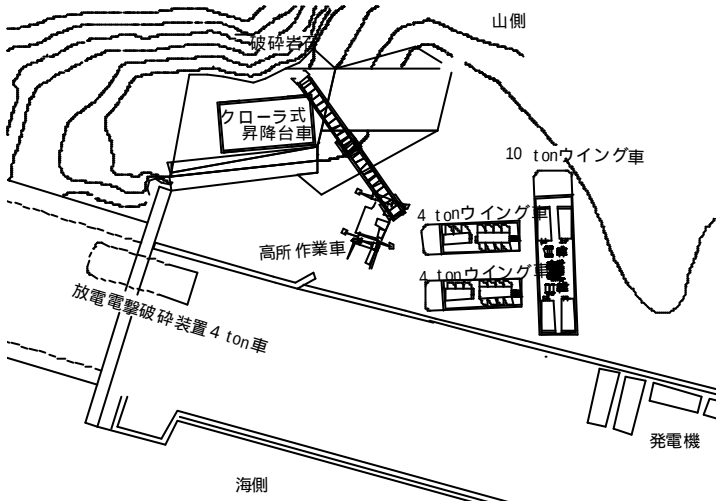


図-3 現地におけるレーザー機器の配置

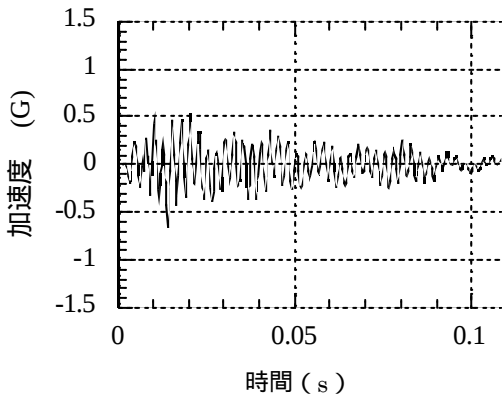


図-4 加速度波形の一例（距離 2m）

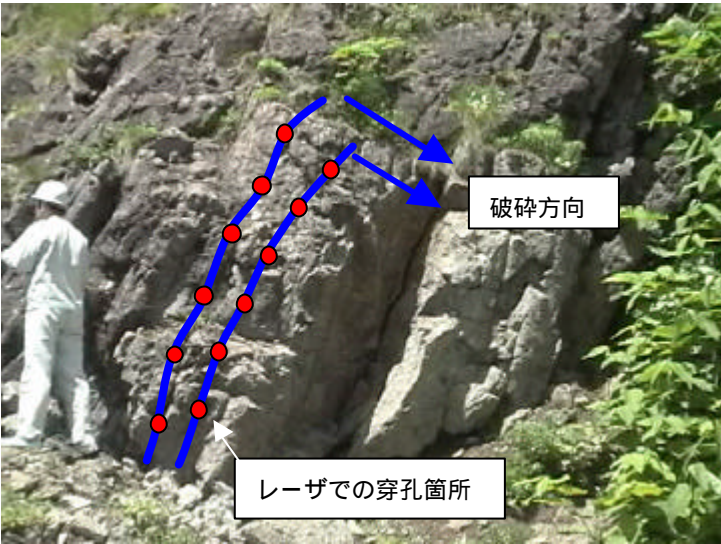


図-5 放電衝撃による岩盤の破壊