

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 地熱井レーザ掘削方式の基盤研究
プロジェクトリーダー	: 日本海洋掘削(株)
所属機関	: 日本海洋掘削(株)
研究責任者	: 大谷清伸(東北大学)

1. 研究開発の目的

地熱井へのレーザを用いた掘削方式は、1)非接触方式、2)接触方式 の2つに大別される。1)は、①レーザ照射のみ、②レーザ照射+残渣排除のための噴流、の2つに細分され、2)は、レーザ加熱による岩石強度の低下+ピットに抛る掘削 に該当する。

1)の手法、2)の手法を順次検討して、地熱井へのレーザ掘削手法の成立性について比較検討を行い、実現性を明確にする必要がある。本研究は、その第一ステップとして、1)非接触方式の ①、②の2つの手法について、実験および解析的にCO₂レーザエネルギーや掘削速度等の評価を行い、レーザ掘削装置の実現性の観点から「非接触方式の実用化見通し」を評価し、次ステップに於ける研究課題と対策を明確化する事を目的とした。

2. 研究開発の概要

①成果

非接触方式を、①レーザ照射のみ、②レーザ照射+残渣排除のための噴流、の2つの項目に分類した。

項目①では、東北大学と日本海洋掘削(株)にて、レーザ誘起気泡の高速度撮影画像解析、及びエネルギーバランス分析評価を行った。その岩石への入熱エネルギー算定結果を基に、大阪大学により移動熱源理論に基づく熱伝導数値解析から岩石温度分布を算出し、岩石破砕メカニズムを推察し、破砕挙動を理論予測した。更に、適切なレーザ照射下で最も硬岩の花崗岩に対する水中岩石穿孔実験を行い、その破砕特性を検証した。その結果、破砕型加工となる加工面への環状照射方式は、従来の全面照射方式に比べてエネルギー効率(単位熱量当たりの掘削量)が約1.5倍に向上する事が分かった。

項目②では、噴流効果特性として、破砕片の運搬・除去について検討を行い、破砕片への流体影響に係る知見を整理した。その結果、掘り屑の平均粒径が大きくなる程、大流量を必要とする事、及び所定の地熱井用泥水を用いた場合には、水を用いた場合の約1/10の流量で掘り屑を運搬・除去できる事、及び噴流によって破砕片を模擬したガラスビーズを除去するのに、流量 2L/min、流速 2m/s 程度の噴流条件で十分可能である事などが明確になった。

以上の成果を踏まえて非接触方式に対する実用化への見通しを明らかにし、今後の課題対策を抽出した。各項目①、②の達成度は、何れも100%と評価する。

研究開発目標	達成度
①レーザ照射のみ	①レーザ照射誘起気泡の高速度画像撮影と挙動解析、およびエネルギーバランス分析評価を行った。更に、適切なレーザ照射条件下で水中岩石穿孔実験を行い、その破砕特性を検証し、所定の成果を収めた(達成度: 100%)。

<p>②レーザー照射+残渣排除のための噴流</p>	<p>図1参照。 ②破砕片の運搬・除去について検討を行い、流体影響、条件について考察した。その結果、地熱井用泥水を用いた場合には、水を用いた場合の約1/10の流量で掘り屑を運搬・除去できる事、及び噴流によって破砕片を模擬したガラスビーズを除去するのに、流量 2L/min、流速 2m/s 程度の噴流条件で十分可能である事を検証した(達成度: 100%)。</p>
---------------------------	--

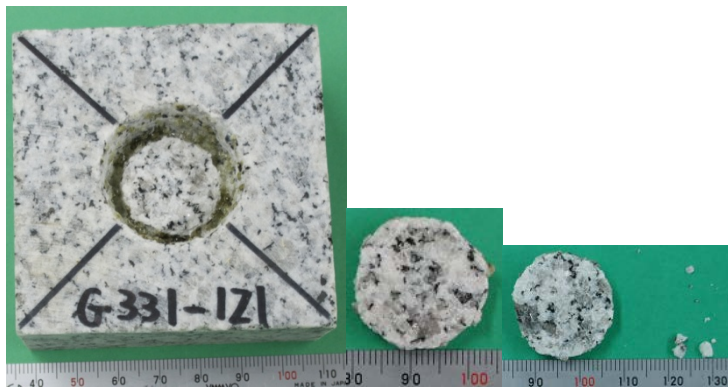


図1 レーザ水中照射による加工後の花崗岩、及び破砕片

②今後の展開

本研究「シーズ顕在化」のフェーズに於いては、基礎的な情報を得るためにレーザー誘起気泡挙動に係る高速度撮影画像解析からエネルギーバランスの算定評価を行い、水中環境下におけるレーザー加工効率の向上に資するCO₂レーザー照射条件の適正化に係る知見を得た。

本研究を通して、実用化レベルに進む前に更なる基盤研究項目がある事が判明した。これらの基盤研究を行い、実用化レベルの研究に進むかどうか判定する必要がある。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。

高速度画像解析によるレーザー照射エネルギーバランスの検証技術、非接触方式による水中岩石穿孔技術のそれぞれの開発において、実証実験を通して、気泡生成エネルギー算定、レーザー照射軌跡の回転方式など、CO₂レーザーを用いた岩石穿孔技術の可能性を広げる有意な知見を得て、目標通りの成果が得られている。