

機関番号：17401

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21760680

研究課題名 (和文) 生産井・還元井再生技術の開発

研究課題名 (英文) Development of producing well and reducing well revitalization technique

研究代表者

波多 英寛 (HATA HIDEHIRO)

熊本大学・大学院自然科学研究科・助教

研究者番号：30381007

研究成果の概要 (和文)：爆薬に PETN，起爆に衝撃大電流による金属細線爆発を用いた直線型・円弧型成形爆薬線の高速撮影および切断試験を行い，生成・飛翔・切断メカニズムの検討を行った。また，起爆位置による金属ジェット形状・性能について検討を行った。任意形状の金属ジェットを生成するために，金属板を貼り合わせた成形爆薬線を開発し，直線型・円弧型・組み合わせ型成形爆薬線で実験を行い，配管を傷つけずに地熱スケールの除去を確認した。

研究成果の概要 (英文)： The Linear shaped charge used PETN for an explosive. And it used metal thin wire explosion by the transferring energy from the capacitor to the shock wave for initiating. It was a high-speed photography and cut examination, with a shaped charge of the linear and arc. From the result, generation, a flight and the cutting mechanism were examined. The metal jet shape and performance by the initiating position was examined. The Linear shaped charge which laminated a metal plate was developed for metal jet of the arbitrary shape. It was tested in a linear, arc and combination model linear shaped charge. The result shows success for the removal of the geothermal scale.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：衝撃破壊工学

科研費の分科・細目：総合工学・地球・資源システム工学

キーワード：地熱，長寿命化，スケール，V型成形爆薬線，高速撮影，切断，破壊，爆薬

1. 研究開始当初の背景

自然エネルギー・再生可能エネルギー開発が重視されており，その一つである地熱発電所の長期運用・高効率化が必要とされている。地熱発電所では，地熱水を生産井よりくみ上げ，利用後の熱水は還元井により地下に戻される。この生産井・還元井が運用年月により地熱スケールが付着成長することで閉塞現

象 (図 1 参照) が起こる。特に高効率の運用により地熱温度を下げるほど地熱スケールの成長は顕著となり，閉塞が早く起こる。閉塞が起こった生産井・還元井は再度ボーリングを行い，新規に設置する必要がある。しかしそのためには莫大なコストがかかり，地熱発電所の高効率化・長期運用の問題となっている。そのため，閉塞を解消するために，生

産井・還元井において生成されるスケールを除去し再生させる技術が必要である。付着したスケール対策としては、化学的手法による除去や電気的手法による防止に関する研究が主体となっている。また、国外においては、円筒型成型爆薬を用いた円管内部に付着したスケールの力学的破壊・除去についての研究も行われている。

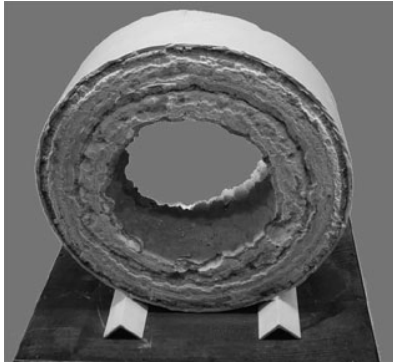


図1 配管に付着したスケール

(<http://www.museum.kyushu-u.ac.jp/MINE2001/04/04-09.html>)

2. 研究の目的

本研究は、独自に開発した PETN 爆薬の制御起爆技術や高速度撮影技術を用い、V 型成形爆薬線金属ジェット生成メカニズムの解明・定量的評価を行い、地熱スケール破壊・除去への応用を目指した改良型 V 型成形爆薬線の開発を行い、閉塞した生産井・還元井の再生技術を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は図 2 に示す熊本大学所有の爆破ピットにて、高速度ビデオカメラを用いた光学撮影実験、および鋼板・地熱スケールを用いた切断・破壊実験を行い、下記項目について研究を行う。

- (1) V 型成形爆薬線金属ジェットの生成過程の光学撮影を行い、生成メカニズムの解明を行い、定量的な評価を行う。また、飛翔過程の光学撮影を行い、飛翔中における金属ジェットの成長・分裂メカニズムを解明する。
- (2) 金属細線起爆方法による任意起爆面を作成し、任意位置による V 型成形爆薬線金属ジェットの生成の違いを確認し、定量的な評価を行う。
- (3) V 型成形爆薬線を円弧状に加工し、円弧状の金属ジェットの生成を行い、定量的な評価を行う。
- (4) (1)～(3)を応用し、直線の V 型成形爆薬線、円弧状の V 型成形爆薬線、さらにこれらを組み合わせた V 型成形爆薬線によって、実際の地熱スケールの破壊試験を行い、有効性

の確認を行う。

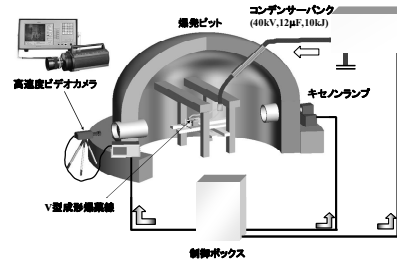


図2 実験システム

4. 研究成果

図 3 に直線型成形爆薬線の生成部を撮影した結果を示す。図 3 より金属ジェットの生成、成長、侵攻・貫通過程を確認することができた。

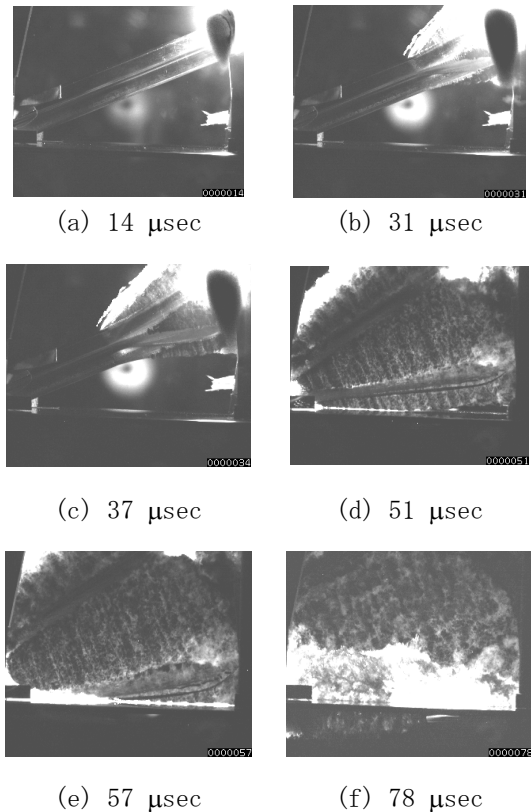
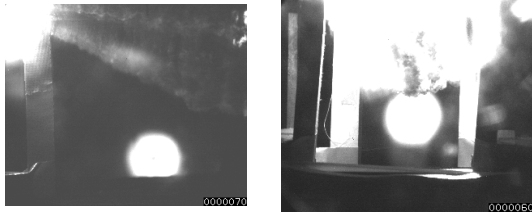


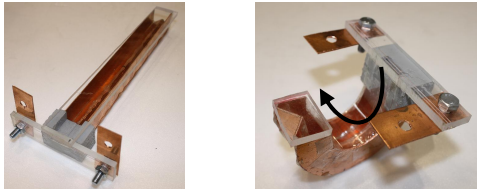
図3 直線型 LSC の高速度撮影結果

起爆位置を変化させた成形爆薬線の撮影結果を図 4 に示す。図 4 より片端起爆、上面起爆共に直線上の金属ジェットが発生しているが、方端起爆は金属ジェットが爆速に応じて傾いている。また、上面起爆結果は若干ジェット形状に斑があり、ジェット性能が低下しているが、ジェット速度は同程度である。任意形状の金属ジェットを生成するために、貼り合わせによる成形爆薬線の開発を行った。図 5 に作成した成型爆薬線を示す。

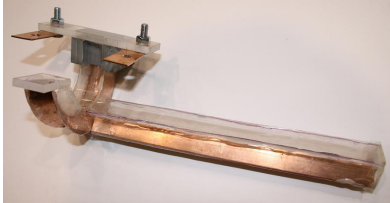


(a)片端起爆 (b)上面起爆

図4 起爆位置による金属ジェット形状



(a) 直線状 LSC (b) 円弧状 LSC



(c) 組み合わせ LSC

図5 開発した成型爆薬線

図5 (a), (b)の直線・円弧型成形爆薬線を用い、金属ジェットを撮影した結果を図6に示す。また、金属ジェット速度は直線の金属ジェット速度は2.7 [km/s]であり、円弧の金属ジェット速度は2.4 [km/s]であり、同程度の性能を示している。図5(a)~(c)を用いて鋼板の切断試験を行った結果を図6に示す。図6より板を切断可能である良好な金属ジェットを生成できていることが確認できた。

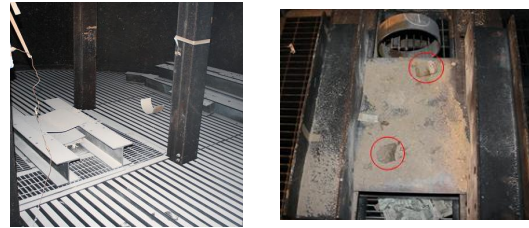


(a) 直線 (b) 円弧



(c) 組み合わせ

図6 鋼板の切断試験結果



(a) 直線 (b) 円弧

図7 地熱スケールの破壊・除去試験結果

開発した成型爆薬線の威力が十分にあることが確認できたので、実際に地熱発電所から回収した地熱スケールを用い、破壊・除去試験を行った。その結果を図7に示す。直線および円弧状の成型爆薬線の結果は共に地熱スケールのみを破壊・除去した。この結果より本研究により開発した成型爆薬線は、有用な生産井・還元井の再生技術となりうる可能性を示した。これにより、地熱発電の高効率化・長期運用の可能性へ寄与すると期待する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計7件)

- ① 波多 英寛, 直線および円弧型V型成形爆薬を用いた実験的研究, 平成22年度衝撃波シンポジウム, 2011年3月18日, 青山学院大学(神奈川県)
- ② 波多 英寛, 各種形状をした金属体の爆破実験および衝撃解析, 衝撃の物理と動的材料ワークショップ2010, 2010年10月7日, 東京工業大学(神奈川県)
- ③ 波多 英寛, C-4爆薬を用いたLSCの可視化実験, 第52回構造強度に関する講演会, 2010年7月23日, とりぎん文化会館(鳥取県)
- ④ 波多 英寛, 貼り合わせ型LSCの可視化実験, 2010年度春季研究発表会, 2010年5月21日, 慶應義塾大学(神奈川県)
- ⑤ 波多 英寛, LSCジェットの新しいシミュレーション技法, 平成21年度火薬学会秋季大会, 2009年12月10日, 北九州国際会議場(福岡県)
- ⑥ 波多 英寛, 簡易式Linear Shaped Chargesの性能評価, 日本航空宇宙学会西部支部講演会(2009), 2009年12月10日, 北九州国際会議場(福岡県)
- ⑦ 波多 英寛, LSCジェットによる切断過程の高速度撮影, 第53回宇宙科学技術連合講演会, 2009年9月11日, 京都大学(京都府)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

波多 英寛 (HATA HIDEHIRO)

熊本大学・大学院自然科学研究科・助教

研究者番号：30381007