

プログラム名： ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現

PM名：佐野雄二

プロジェクト名：超小型パワーレーザーの応用

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

超小型パワーレーザーの革新的スマート溶接システムの応用化

研究開発機関名：

大阪大学大学院工学研究科

研究開発責任者

浅井 知

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

生産ラインの溶接工程において、溶接中にその場で、検査を含めて品質を制御ならびに保証する革新的なスマート溶接システムを実現することを目的として、溶接ヘッドや溶接ロボットにマイクロチップレーザを溶接トーチ前後に搭載、配置することで、溶接中にその場で溶接欠陥の検出や溶融池形状計測が行え、品質状態をフィードバックできるシステムを開発する。マイクロチップレーザは小型である利点を生かし、スマート溶接システム実現には有効なツールであるが、現状、マイクロチップレーザのようなサブナノレーザのレーザ超音波法やアーク誘導、レーザピーニングなどへの適用性は未だ評価されておらず、その機能も不明である。マイクロチップレーザの革新的スマート溶接システムへの応用化にむけ、主として下記の基本特性の評価を実施する。

- ①マイクロチップレーザのレーザ超音波法への適用性として、超音波励起特性を評価する。
- ②模擬試験体にて、レーザ超音波法の送信レーザとして欠陥検出性能を評価。
- ③マイクロチップレーザのアーク環境での耐久性、信頼性を調査。
- ④試験体にて、アーク誘導への適用性を評価する。
- ⑤試験体にて組織制御への適用性を評価。
- ⑥自動溶接との統合化に向けた機能調査

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

分子科学研究所において、マイクロチップレーザを用いた超音波励起特性試験ならびに TIG 溶接を用いたアーク溶接試験を実施し、従来のナノ秒レーザとのデータ比較を行いことで、マイクロチップレーザの基本特性を評価した。その結果、当初計画した目標をほぼ達成することが出来、FS 試験としては完了した。ただし、組織制御については、材料や照射条件により効果が異なることがわかり、今後の課題である。また、自動溶接との統合化に向けた機能調査のなかで、ロボットのハンドリングなど寸法的な要素はマイクロチップレーザの完成を待ち評価する必要があること、マイクロチップレーザのレーザ干渉計（受信レーザ）への応用については、さらに継続して調査をすすめる必要があることがわかった。

2-2 成果

- (1) マイクロチップレーザは、ナノ秒レーザに比べ、同出力であれば、約 1.6 倍の超音波励起効率を得られることを確認し、レーザ超音波法への適用が有効であることが検証できた。(図 1)

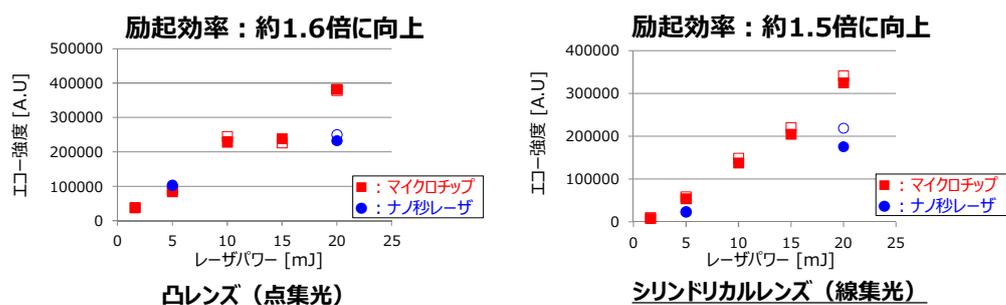


図 1 超音波励起試験結果

- (2) TIG アーク発生状況において、レーザ超音波試験を行い、超音波励起することを検証した。この結果から、マイクロチップレーザは、ナノ秒レーザと同等の欠陥検出性能が得られるとともに、アーク環境下での適用に問題がないことを確認した。
- (3) TIG アークの溶接部の各位置 (図2 参照) にマイクロチップレーザ (エネルギー: 24mJ, パルス幅: 400ps) を照射した結果、ステンレス鋼溶融池内の場合、図3に示すように、溶け込み形状に変化が認められた。一方、炭素鋼 (780MPa 級) に照射した場合、図4に示すように、さらに溶け込み形状が顕著に変化するとともに凝固組織が微細化することが確認された。また、溶融池前方に照射した場合、磁場に振らせたアークを戻すことができず、アーク誘導の効果が得られないことを確認した。さらに、溶融池後方の凝固した溶接金属にレーザ照射した場合、図5に示すように表面硬さの向上は認められなかった。以上より、条件によるものの、組織制御への有効性が認められた。

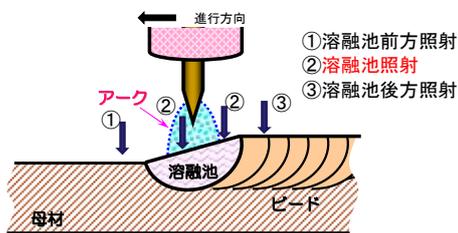


図2 レーザ照射位置

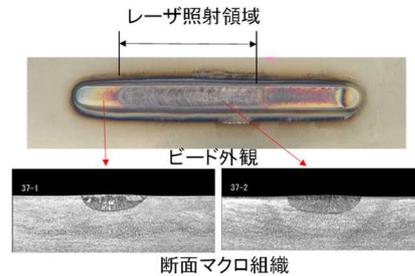


図3 溶融池レーザ照射による溶け込み形状の変化

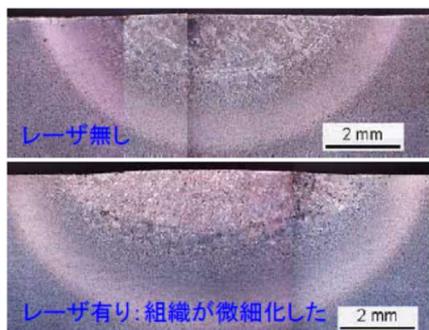


図4 レーザ照射による組織変化

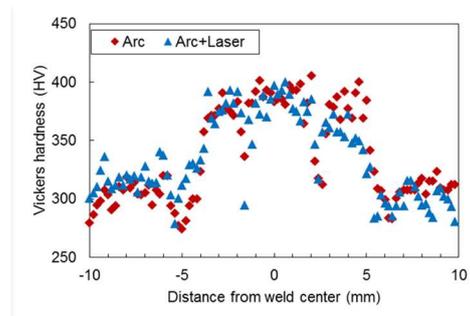


図5 レーザ照射による硬さ変化

以上の結果より、マイクロチップレーザの有効性が確認され、革新的スマート溶接システムへの応用化が可能であることを明らかにした。

2-3 新たな課題

マイクロチップレーザのようなサブナノレーザをアーク溶融部に照射した場合、母材材料によって凝固組織の微細化などの効果があることがわかり、新たに割れの防止などの応用化が期待できることが明らかとなった。

3. アウトリーチ活動報告

特になし