

補助事業番号 2024M-499  
補助事業名 2024年度 任意箇所にてレーザー照射可能なマルチスポット照射式DED技術  
開発 補助事業  
補助事業者名 福井大学 学術研究院 工学系部門 山下順広

## 1 研究の概要

高品質な金属層（き裂の抑制や残留応力が小さいなど）の実現のため、任意箇所にてレーザー照射可能なマルチスポット照射式DED技術の開発を行った。

開発した技術は、集光レンズに入るレーザービームの位置を可変させ、肉盛部と基材表面に別々にレーザー照射可能な機構である。これにより、基材加熱効果を与え、肉盛時に発生する熱ひずみの抑制を試みた。開発技術の検証のため、金属層形成実験により形成層に発生するき裂数を評価した。金属層形成時にき裂の発生しやすい超硬合金粉末を用いて、肉盛ビード形成実験を行い、基材をレーザービームで加熱することによるき裂抑制効果を検証した。

## 2 研究の目的と背景

製造業界においては、多くの金型や治工具有用いられている。より生産コストを抑えた製造を行うために、長寿命な金型や治工具有求められている。安価な鉄系基材表面に硬質な超硬合金を形成することができれば、長寿命かつ安価な金型が実現可能である。このような金型の実現には、部分的に金属層を形成可能なDED（指向性エネルギー堆積法）技術が有用であり、その技術確立に向け研究開発が進められている。しかし、鉄系基材上に超硬合金を形成する場合には、材料特性の違いから熱ひずみが多く発生し、き裂が発生しやすく、その改善が求められている。

そこで、本研究では、鉄系基材上に超硬合金を形成する場合でも高品質な金属層（き裂の抑制や残留応力が小さいなど）を形成可能な技術の実現のため、複数のレーザービームを用いて、任意箇所にてレーザー照射可能なマルチスポット照射式の技術開発を行い、従来よりも長寿命かつ安価な製品の実現に向け研究開発を行った。

## 3 研究内容 <https://yyamashita43.wixsite.com/my-site>

### (1) マルチスポット照射式DED装置

高品質な金属層の実現のため、任意箇所にてレーザー照射可能なマルチスポット照射式DED技術の開発を行った。開発した装置を図1に示す。装置はレーザービームを同時に6本照射可能とし、肉盛と基材加熱が同時にできることを考慮して各レーザービームは50Wの出力である。また、マルチスポット照射として重要となるスポット照射位置は、レーザービームの集光径が約0.3mmであることから、0.5mmまで可変ができる。ビームプロファイラを用いて、レーザービーム照射位置を計測した結果を図2に示す。図2は、6本のレーザービームの内、5本を1点に集光させ、残りの1本は集光位置から離れた位置にレーザービームを照射している状態を測定



図1 マルチスポット照射式 DED 装置

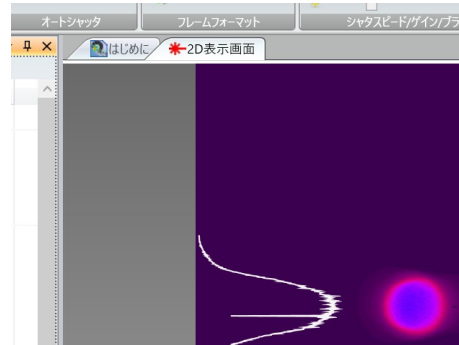


図2 マルチスポット照射の様子

した結果である。測定結果からわかるように、同時に複数箇所でもレーザー照射可能である。

## (2) 基材加熱によるき裂抑制効果の検証

開発した装置を用いて基材加熱を行い、き裂を抑制した肉盛ビード形成が行えるか検証した。基材にはS50Cを、肉盛粉末にはWC-12wt.%Coを用いた。実験は、基材に10mmの肉盛ビードを形成し行った。肉盛形成時には、基材にAEセンサを設置しき裂生成時に発生する突発型波形の数をカウントしき裂数を評価した。基材をレーザーで加熱しない場合と加熱した場合のき裂数評価結果を図3に示す。実験の結果、基材をレーザーで加熱することにより、大幅にき裂を抑制できることを確認した。

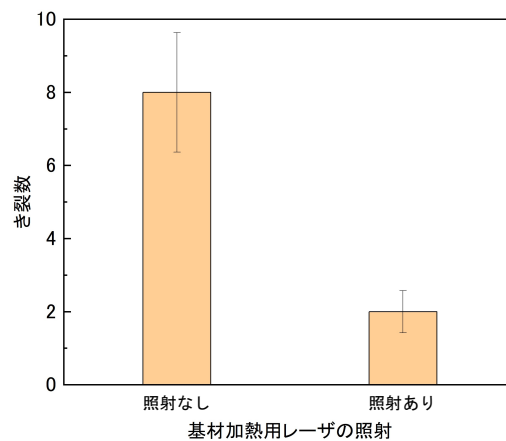


図3 各条件におけるき裂数

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業の開発技術は、ビーム照射位置を肉盛部周辺に設置可能とし、低ひずみで高品質な肉盛層を形成できる技術である。従来では、レーザーの急熱・急冷により低靱性な材料では、き裂が多く発生しやすく実用上問題があった。本事業で開発した任意箇所にレーザー照射可能

なマルチスポット照射式DED技術では、基材への加熱効果により、熱ひずみが抑制され、き裂を抑制した金属層形成が実現できる。開発技術の実用化により、金型や治工具の長寿命化が期待される。また、金型の補修技術への応用も可能である。その結果、生産コストの抑制や製造メーカーの競争力強化が図れる。さらに、製造時のエネルギー消費の削減にもつながり、カーボンニュートラルの実現にも貢献できる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、これまでに、レーザ粉体肉盛法を用いた微細造形技術の開発や超硬合金の層形成技術開発、ベイズ最適化を融合した亀裂レスな傾斜組成超硬合金層のプロセス開発などDED方式のレーザ粉体金属造形に関する研究開発に従事してきた。これまでの研究開発で層を形成する技術の確立には至っていたが、実用化において形成層の品質に課題があった。今回の研究開発では、層内に生じる熱ひずみに着目し、レーザプロセスを工夫することで、形成層の品質向上を試みた。研究開発の結果、従来よりも形成層におけるき裂の抑制が見られ、今回開発した技術が、今後のDED技術の活用推進につながると考えている。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

研究成果の一部を学術論文として投稿中である。

#### 7 補助事業に係る成果物

本事業により得られた成果をまとめたものを以下の研究室HPに掲載した。

<https://yyamashita43.wixsite.com/my-site> (2024年度JKA補助事業の研究成果)

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 福井大学 学術研究院 工学系部門

(フクイダイガク ガクジュツケンキュウイン コウガクケイブモン)

住 所： 〒910-8507 福井県福井市文京3丁目1-9

担 当 者： 准教授 山下順広 (ヤマシタヨリヒロ)

担 当 部 署： 機械工学講座 (キカイコウガクコウザ)

E - m a i l： yori@u-fukui.ac.jp

U R L： <https://yyamashita43.wixsite.com/my-site>