

精密鑄造プロセス高度化のための新たな凝固組織制御技術の開発

材料技術課 柿内茂樹^{*}、企画情報課 富田正吾^{*}、プロジェクト推進担当 山岸英樹、川堰宣隆
 加工技術課 二口友昭^{**}、森本英樹^{**}、評価技術課 林 千歳
 株式会社ヨネダアドキャスト、株式会社浪速鍛工、株式会社石金精機
 国立大学法人富山大学、財団法人富山県新世紀産業機構 (管理法人)

1. 緒言

本研究は、H21 年度 経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業による委託研究 (H20 年度～ 3 ヶ年) である。本年度では、(1) 炭素含有量、窒素含有量が異なる 3 種の CCM 合金に EB 加工を実施して、CCM 合金の表面性状や溶融領域に及ぼす EB 加工パラメータの影響の調査、(2) レーザビームによる CCM 合金の表面溶融加工を実施し、加工部の各種調査 (表面形状測定、凝固組織観察、硬さ試験)の結果と EB の加工結果との比較検討を行い、加工プロセスの違いによる表面改質部の特性の相違について調査・検討した。

2. 実験方法 (仕上げ機械加工の高速化・高精度化のための表面加工技術の確立)

EB 照射試験には、電子ビームマルチ表面加工機 (三菱電機株式会社製、e-FM-0.4LB-1VL-C5050) を用いた。YAG レーザ照射試験については、使用したレーザーは、波長 1.06 μm の連続発振型の YAG レーザ加工機 (住友重機械工業株式会社製) であり、出力は、最大で 2kW (ピーク出力 5kW) である。加工後、表面観察、表面形状測定、断面組織観察、硬さ測定を実施して、EB による加工結果と比較検討した。

3. EB および YAG レーザ加工の溶融領域と表面性状

図 1 に EB 照射材断面 (1 パス) と YAG レーザ照射材断面 (1 パス) の光学顕微鏡写真を示す。YAG レーザの溶融領域は、EB の溶融領域と比較して、大きい。

次に、EB と YAG レーザの加工速度と溶融幅の関係について調べた。図 2 に YAG レーザと EB の加工速度と溶融幅の関係を示す。溶融幅は、YAG レーザの

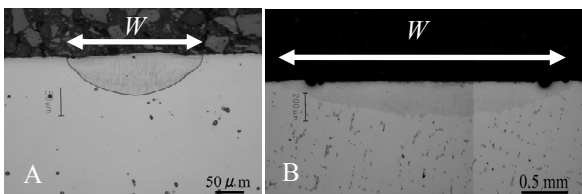


図 1 1 パス EB 照射材と YAG レーザ照射材断面の光学顕微鏡写真 (A; EB: dp=0.01, 3mA, B; YAG レーザ: 加工速度 1000mm/min)

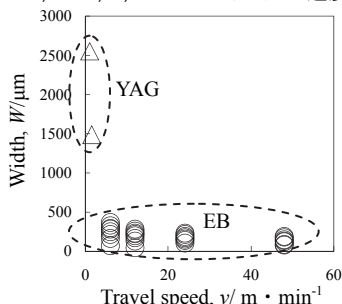


図 2 YAG レーザ、EB の加工速度 v と溶融幅 W の関係

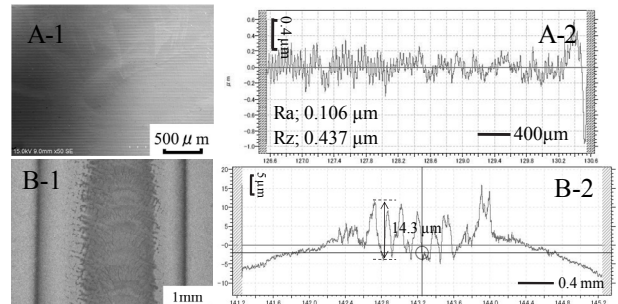


図 3 EB 照射材と YAG レーザ照射材表面写真と表面性状 (A; EB: dp=0.02, 1mA, B; YAG レーザ: 加工速度 1500mm/min)

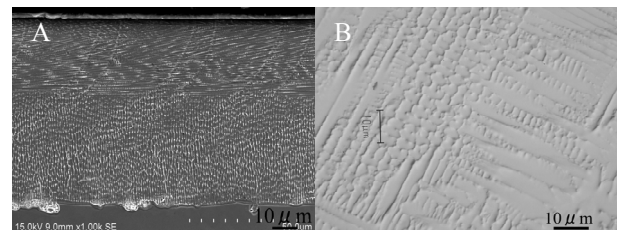


図 4 EB 溶融部断面の SEM 像 (A) と YAG レーザ溶融部断面 (B) の光学顕微鏡写真

(A: EB 加工材 (dp=0.02 mm, I_{EB} =3mA), B: YAG レーザ加工材 (P =1kW, v =1m/min))

方が大きく、YAG レーザの方が一度の照射で広い領域を溶融させることができるものと考えられた。図 3 に EB 照射部 (照射面積 $20 \times 20 \text{ mm}$) と YAG レーザ照射部 (1 パス) の表面写真と断面曲線 (A-2) および粗さ曲線 (B-2) を示す。YAG レーザ溶融部の表面形状は未加工部と比べて粗くなり、EB 照射材と比較して凹凸が非常に大きい。

EB のビーム径 (照射領域) は YAG レーザと比較して非常に小さく、EB のパワー密度は非常に大きい (EB: $2.83 \times 10^5 \text{ (W/cm}^2)$ (ビーム径 0.3 mm, $P=200\text{W}$)、YAG: $1.56 \times 10^3 \text{ (W/cm}^2)$ (ビーム幅 8 mm, $P=1\text{kW}$)。一方、EB の照射エネルギー密度は YAG レーザと比較して小さい (EB: $549 \text{ (J/cm}^2)$ ($v=6 \text{ m/min}$, $P=200\text{W}$)、YAG: $2320 \text{ (J/cm}^2)$ ($v=1 \text{ m/min}$, $P=1\text{kW}$)。このため、YAG レーザの方が短時間で広い領域を溶融できるが、ビード形状は粗く磨き加工は困難であるものと考えられた。即ち、EB 加工は YAG レーザ加工と比較して、きめの細かい表面加工が可能であると考えられる。

図 4 に EB 溶融部断面 (照射面積 $20 \times 20 \text{ mm}$) と YAG レーザ溶融部断面 (1 パス) の写真を示す。いずれの加工法の凝固組織も微細であるが、EB の凝固組織は YAG レーザのそれよりも極めて細かく、この結果、EB 加工により形成される溶融部の凝固速度は YAG レーザのそれよりも早いと推測された。

<詳細は H21 年度戦略的基盤技術高度化支援事業成果報告書を参照>

※現 加工技術課 ※※現 企画管理部 ※※※平成 22 年 3 月 31 日退職