

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

加工技術課 柿内茂樹, 富田正吾

プロジェクト推進担当 山岸英樹*, 川堰宣隆**, 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

コバルト-クロム-モリブデン(以下, CCM)合金は耐食性, 耐摩耗性, 生体適合性が優れていることから, 例えば, 人工関節部材として利用されているが, 加工硬化性が著しく難切削材料であるため, 切削・研磨加工は困難を要し, コスト高の一因となっている. また, CCM 合金-樹脂摺動部では, CCM 合金に内在する炭化物が樹脂に損傷を与えるため, 問題となる場合が報告されている. 従来の切削加工では, 内在しているこれらの炭化物を取り除くのは困難であると考えられるため, 本研究では, 電子ビーム(以下, EB)およびレーザービーム(以下, LB (YAG レーザ))により表面を僅かに熔融させて, 表面性状を改善する方法について検討した(目標値: $Ra=0.05 \mu\text{m}$). H21 年度の研究では, 表面熔融加工部の各種調査(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検討した. その結果, 1 パス照射後の EB のビード高さ(以下, Pt)と LB(多重反射ミラーによりビーム幅を約 8 mm^2 に調整)の Pt を比較すると, EB の場合は, $0.6 \sim 13 \mu\text{m}$ ($I_{EB}=0.5 \sim 5 \text{ mA}$, $v=6 \sim 48 \text{ m/min}$ ($Dp=0.01 \sim 0.08 \text{ mm}$)), LB の場合は, 約 $13 \sim 14 \mu\text{m}$ ($P=1 \text{ kW}$, $v=1 \sim 1.5 \text{ m/min}$)であった. EB, LB を面状に照射した場合の熔融部の表面粗さのパラメータとしては, Pt とパス間の距離が影響を及ぼすため, LB による表面粗さの改善は困難と考えられた. そこで本年度の研究では, EB 照射後の表面粗さの改善の可能性を調査するために, (1) 照射エネルギー密度を低下させて熔融池内の対流を小さくすることを目的に, 焦点はずし量, ビーム電流を変化させて, EB 面状, 線状処理を行い, EB 照射後の表面粗さとの相関関係について検討した. (2) 実製品モデルとして骨頭モデルを取り上げ, EB-3D 照射試験を行った.

2. 実験方法

供試材料としては, C 量が異なる 2 種の CCM 合金鑄造材を用いた. 平板状試験材の場合, $30 \times 30 \times 5^t \text{ mm}$ を SiC ペーパーにより表面性状を調整した. 骨頭モデルの場合, NC 旋盤により外形を加工し EB-3D 照射試験に供した.

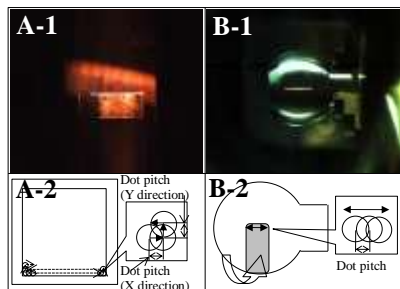


図1 EB照射試験中の外観写真と模式図 (A-1, 2: EB面状処理, B-1, 2: EB-3D処理)

EB照射試験では, 平板状試験材の場合, 焦点はずし量とビーム電流を変化させて, EB面状処理(図1, A-1, 2)した. 骨頭モデル試験材の場合, 試験材の一端を固定して, 加工幅 10 mm で EB を往復させながら試料を回転させた(図1, B-1, 2).

3. EB照射試験材の表面性状

図2に High C材に対して, EB面状照射した場合の算術平均粗さ(以下, Ra)におよぼすビーム電流と焦点はずし量の関係を示す. ドットピッチが 0.02 mm , ビーム電流が 1 mA の場合, ジャストフォーカスで EB照射した場合, $Ra=0.084 \mu\text{m}$, 焦点ずらし量を $+5 \text{ mm}$ にした場合, $Ra=0.045 \mu\text{m}$ になった. また, 最も Ra が小さかった EB 条件の線状処理時のビードの高さは $Pt=1.17 \mu\text{m}$ であった. 図3に骨頭モデルの切削加工部と, EB-3D照射した表面の粗さ曲線と Ra を示す. $Ra=0.113 \mu\text{m}$ の切削加工部表面に対して EB-3D照射すると, EB照射面は $Ra=0.153 \mu\text{m}$ になり, Ra は増加した. $Ra=0.483 \mu\text{m}$ の切削加工部表面に対して EB-3Dを照射すると, EB照射面は $Ra=0.368 \mu\text{m}$ に減少した. $Ra=0.746 \mu\text{m}$ の切削加工部表面に対して EB-3D照射すると, $Ra=0.315 \mu\text{m}$ に減少した. 骨頭モデルの場合, EB単独のプロセスでは, 目標の表面粗さを達成することができなかったが, 研磨工程の省力化への可能性が示された.

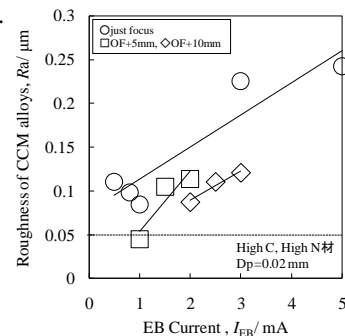


図2 EB照射部の算術平均粗さにおよぼすビーム電流と焦点はずし量の関係

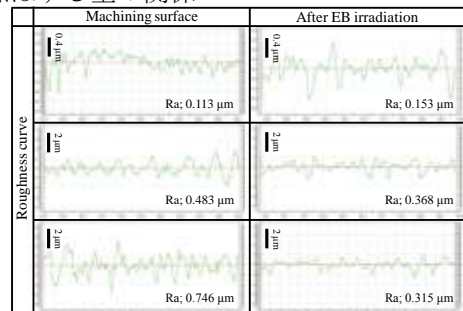


図3 EB-3D照射試験前後の粗さ曲線と算術平均粗さ ($I_{EB}=1 \text{ mA}$, $Dp=0.02 \text{ mm}$, 回転速度 $97.8^\circ/\text{min}$) <詳細は H22 年度戦略的基盤技術高度化支援事業成果報告書を参照>

※現 産学官連携推進担当、**現 加工技術課