

# 電子ビーム微細溶融加工による医薬・医薬部品用金型の表面機能化技術の開発

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\*\*

株式会社 北熱, 株式会社 斉藤製作所, 三晶エムイーシー 株式会社

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、H22 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 (H21 年度～ 3 カ年) である。H21 年度の研究では、一般的によく知られている 2 種の鉄鋼の平板試験材料に対して、2 つの EB 照射パターンで EB 加工して、溶融部の形態におよぼす EB 照射条件の影響と表面性状におよぼす EB 加工パラメータの影響について検討した。その結果、EB 線状照射の場合、ビーム電流の増加にともない、SKD61, SUS304 の溶融領域は拡大し、ビードの高さ Pt は増加した。EB 面状照射した場合、同一ドットピッチにおいて、ビーム電流を 1 mA から 2 mA に増加させると、算術平均粗さ (以下, Ra) は  $0.189 \mu\text{m}$  から  $0.315 \mu\text{m}$  に増加した。一方、同一ビーム電流においては、ドットピッチの増加にともない Ra は増加する傾向を示すことが明らかになった。しかしながら錠剤用や樹脂製品用金型に対して EB を照射する場合、3D モデルの照射パターンが不可避である。また、EB の照射経路によっては、EB 加工面に形成されるテクスチャが変化することが予想される。そこで本年度の研究では、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 のパイプ試験材料に対して、EB の照射条件、照射パターンを変化させて EB-3D 照射し、加工面に形成されるテクスチャ形態について検討した。

## 2. 実験方法

供試材料としては、外径  $\phi 10 \text{ mm}$ 、内径  $\phi 9 \text{ mm}$ 、長さ  $50 \text{ mm}$  のオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 を用いた。図 1 に EB-3D 照射試験の概略図を示す。本実験では、パイプ材の一端をチャックで固定し、回転させながら EB を照射している。EB の照射パターンはドット状テクスチャの場合、ドットの重なりが無いように EB を照射するために、照射ドット間の距離 (ドットピッチ: Dp) を  $0.2 \text{ mm}$  とした。螺旋状テクスチャの場合、EB の照射位置を固定して、試験材料を回転させながら、一方向に片道移動および往復移動させて加工した。表 1 には EB-3D 照射条件を示した。EB-3D 照射試験後、表面観察、断面観察により、表面加工部の表面形態および溶融領域について検討した。

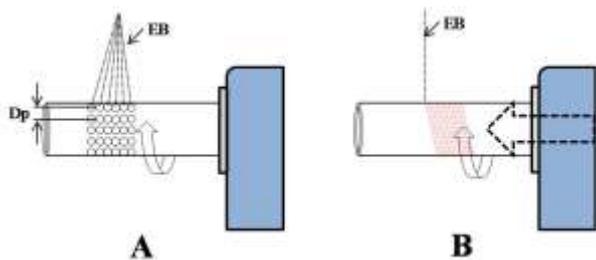


図 2 EB-3D 照射試験の模式図

(A: ドット状テクスチャ, B: 螺旋状テクスチャ)

表 1 EB-3D 照射条件

	照射パターン	Dp (mm)	f (kHz)	$I_{EB}$ (mA)	F (mm/min)	備考
No.1	ドット (EB 偏向)	0.2	10	8	-	-
No.2		0.2	10	12	-	-
No.3	螺旋 (EB 連続)	-	-	0.8	4800	往復
No.4		-	-	1.2	9600	往復
No.5		-	-	0.8	4800	片道
No.6		-	-	0.8	9600	片道

## 3. 実験結果

図 2 に EB-3D ドット照射部表面の SEM 像を示す。ビーム電流  $8 \text{ mA}$  (No.1),  $12 \text{ mA}$  (No.2) のいずれにおいても EB 照射部には凹凸が形成されており、ビーム電流  $8 \text{ mA}$  で照射した場合、円周方向、長さ方向のいずれに対しても、直径が約  $150 \mu\text{m}$  のドット状の凹凸がほぼ規則的に形成された。一方、ビーム電流  $12 \text{ mA}$  で EB を照射した場合、隣り合うドット状の凹凸が連結した部分が認められた。これは EB の溶融領域が、EB の移動距離 (DP= $0.2 \text{ mm}$ ) を超えてしまったため生じたものと考えられる。なおドット中心部の深い溶け込みが得られた部分の溶け込み深さは、ビーム電流が  $8 \text{ mA}$  の場合は約  $17 \mu\text{m}$ 、ビーム電流が  $12 \text{ mA}$  の場合は約  $40 \mu\text{m}$  であった。図 3 に EB-3D 螺旋状照射部表面の SEM 像を示す。いずれの試験材も円周方向に線状の溶融痕が認められた。片道照射 (図 3: No.5, No.6) の場合は線状痕が連続しているが、往復照射 (図 3: No.3, No.4) の場合は、溶融痕の間が短く、2 種類の螺旋状溶融痕が一部交差していた。

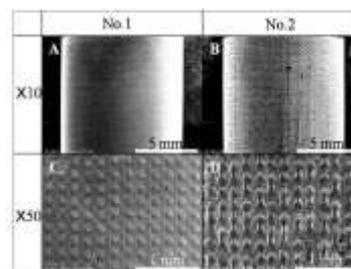


図 2 EB-3D ドット照射部表面の SEM 像  
(No.1:  $I_{EB}=8 \text{ mA}$ , No.2:  $I_{EB}=12 \text{ mA}$ )

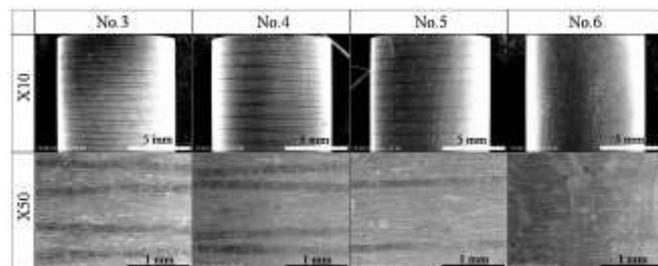


図 3 EB-3D 螺旋照射部表面の SEM 像  
(No.3, 4: 往復照射, No.5, 6: 片道照射)

<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