

2022 年度第 19 回国際工作機械 技術者会議 (IMEC2022) に参加して

大野 翔 幹

Shoki OHNO

機械システム工学専攻修士課程 2022 年度修了

1. はじめに

私は、2022 年 11 月 8 日～13 日にかけて行われた 2022 年度第 19 回国際工作機械技術者会議 (IMEC 2022) に参加し、ポスターセッションにて「指向性エネルギー堆積法による工具鋼製傾斜機能材料の作製」というテーマでポスター発表を行った。

2. 研究内容

2.1 緒言

指向性エネルギー堆積法 (Directed Energy Deposition. 以下, DED 方式) 金属 3D プリンタは、「既存の部品への追加造形」や「複数の材料の同時積層」が可能であるという特徴があり、金型の補修や改良, 機械部品等のマルチマテリアル化など様々な分野への応用が期待されている。本研究では、これらの特徴を活かし、工具鋼を中心に傾斜機能材料 (Functionally Graded Materials. 以下, FGM) 等のマルチマテリアル化を目指した研究を行っている。その一環として、金型の硬さ・耐摩耗性向上の観点から SKD61 上への SKH40 造形を検討し、観察や評価を通じて課題を明らかとした。さらに、この課題を克服する手段として、FGM 化を検討した。

2.2 実験方法

本研究では、工作機械として粉末 DED 方式 3 次元金属積層造形機を用いた。図 1 に示すように、金属粉末を吹き付けながらレーザーを照射することで、金属粉末を熔融・凝固させて、積層造形を行う方法である。積層造形に用いた金属粉末は、SKD61 相当粉末 (粒径 $53\sim 150\ \mu\text{m}$) と SKH40 相当粉末 (粒

径 $45\sim 150\ \mu\text{m}$) であり、いずれもガスアトマイズ法で作製されたものである。図 2 に、造形形状の概略図を示す。SKD61 製の基板の上に、 x 軸方向長さ $40\ \text{mm}$ のビード形成を y 軸方向にピッチ $1\ \text{mm}$ で 10 往復行い、これを 1 層とした。そして、 z 軸方向ピッチ $0.5\ \text{mm}$ として 10 層積層し、直方体ブロック形状を造形した。その積層条件として、レーザー出力は $1000\ \text{W}$ 、スキャンスピードは $800\ \text{mm/min}$ 、レーザスポット径は $2\ \text{mm}$ とし、粉末のキャリアおよび積層箇所のシールドには Ar ガスを用いた。

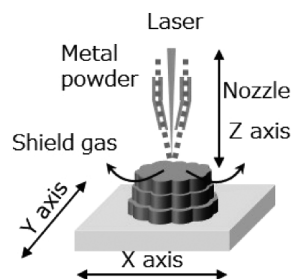


図 1 粉末 DED 方式 3 次元金属積層造形の概要

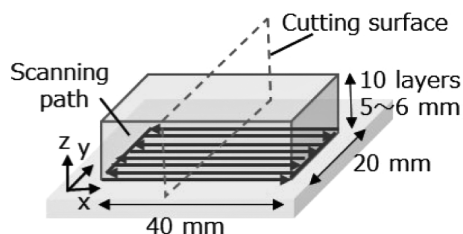


図 2 造形イメージ

積層造形後、図 2 中に示すように、 $x=20\ \text{mm}$ の位置で造形物を yz 平面に平行に切断し、研磨した試料断面のピッカース硬さ分布測定を行った。

2.3 実験結果

2.3.1 SKH40 の単体での積層造形

図 3 に、SKD61 基板上に SKH40 単体を造形した場合の外観写真を示す。造形物表面に割れは発生していないが、基板との界面からの剥離が確認された。この剥離を克服する手段として、基板近傍において、材料の傾斜化を検討した。

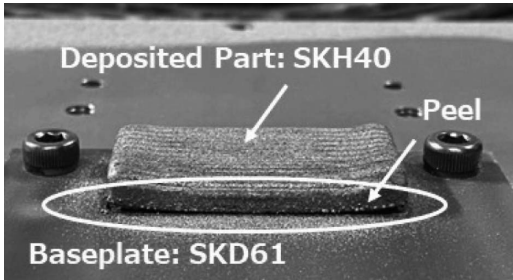


図3 SKH40単体の積層造形物の外観写真

2.3.2 SKH40とSKD61の傾斜機能材料

図4に、基板近傍の材料傾斜化を図った積層造形の概略を示す。基板から3層、所定の重量換算比率で材料を混合し、傾斜機能化を図った。図5に、SKH40とSKD61の傾斜機能材料の外観写真を示す。図3で確認された基板との界面からの剥離は生じることはなく、割れも発生しなかった。図6に、基材-積層造形物内部の高さ方向のビッカース硬度分布を示す。傾斜機能化を試みた1~3層は、HV約700~900に連続的に硬度が上昇した。一方、SKH40単体では、基材から積層造形物内部にかけて、硬度分布が急激に変化した。すなわち、SKH40

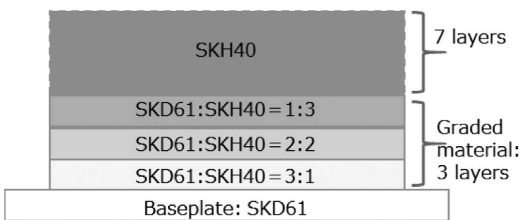


図4 傾斜機能材料の概略図

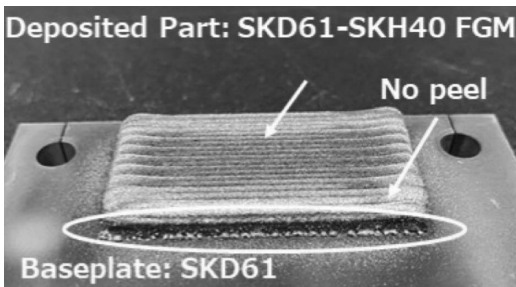


図5 SKH40とSKD61の傾斜機能材料の外観写真

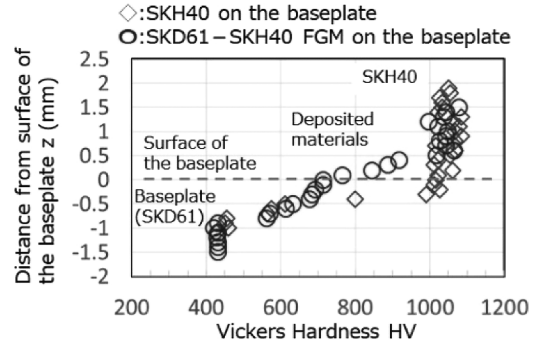


図6 積層造形物断面のビッカース硬度分布

単体では、剥離が生じ、急激な硬度変化が生じるが、材料傾斜化により連続的に緩やかな硬度変化が実現され、割れや剥離が生じない高品質な造形ができた。

2.4 結言

本研究で検討した工具鋼の傾斜機能化は剥離の恐れがある異種材料接合に有用であり、DED方式金属3Dプリンタによる様々な材種による金型補修や改良手法への活用が期待できることを明らかにした。

3. おわりに

今回の発表を通じて、貴重なご意見をいただくとともに、非常に有意義な時間を過ごすことができました。このような貴重な機会を与えて下さり、また熱心なご指導をいただいた本学先端理工学部の小川圭二教授にお礼を申し上げます。

本研究は、滋賀県からの受託研究（金属3Dプリンタによる高付加価値加工技術の確立に向けた研究開発）、また滋賀県および滋賀県立大学との共同研究（金属3D造形技術の高度化に関する研究）の一環として遂行されました。滋賀県工業技術総合センターの斧督人 主任主査、柳澤研太 主任技師、今田琢巳 主任主査、そして滋賀県立大学の田邊裕貴 教授に深甚の謝意を表します。