

レーザ積層造形ハステロイXの プロセス条件と微視組織および引張特性の相関 Correlation Between Process Conditions, Microstructure, and Tensile Properties of Hastelloy X by Laser Powder Bed Fusion



辻井 正和^{1,2}, 草野 正大¹, 湯本 敦史², 〇渡邊 誠¹
Masakazu Tsujii^{1,2}, Masahiro Kusano¹, Atsushi Yumoto², Makoto Watanabe¹
¹物質・材料研究機構, ²芝浦工業大学
¹National Institute for Materials Science, ²Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

近年注目されている積層造形技術は、材料を一層ずつ積み上げ3次元造形体を製造するプロセスである。本手法では、設計から試作までの期間を短縮でき、複雑形状の部材を作製できるという利点があるため様々な製品への応用が期待されている。特に産業用ガスタービンや航空エンジンでは部品数の削減や、燃費向上への効果が期待されている²⁾。一方で、プロセス条件によって微視組織が大きく変化するために、これら微視組織と力学特性の相関について理解することが重要である²⁾。このため、本研究ではエンジン部品にも用いられる固溶強化型Ni基合金であるハステロイXを対象に、プロセス条件と微視組織、および力学特性の相関について調査した。

2. 実験方法

本研究では選択的レーザ溶融法を用いて円柱状試料(直径10 mm, 高さ8mm)を作製した。表1に造形条件をまとめる。作製した試料を切断研磨し、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡(SEM)により観察した。光学顕微鏡像を用いて、各条件でのクラック密度および欠陥面積率を求めた。また電子線後方散乱回折装置(EBSD)を用いて、結晶方位や粒径を調査した。ビッカース試験と室温引張試験により力学特性を評価した。引張試験は、造形方向に平行な方向と垂直な方向について実施した。

表1 プロセス条件

パラメータ	値
レーザ出力 (W)	200 ~ 700
走査速度 (mm/s)	50 ~ 240
ハッチ幅 (mm)	0.1
一層厚さ (mm)	0.03
一層回転角 (°)	90

3. 結果

図1にエネルギー密度(= P/vhd)に対するクラック密度および欠陥面積率の変化を示す。エネルギー密度が低い場合、欠陥(ポアや溶融不良部)とクラックの両方とも多く認められた。エネルギー密度の増加に伴い、欠陥面積率およびクラック密度とも減少したが、最小値を示した後、クラック密度は上昇に転じた。造形方向に平行な断面での微視組織は、レーザ条件により異なる特徴が観察された。走査速度が大きい場合は、ランダムな配向を有する細かい結晶粒組織となり、一方、走査速度が小さくエネルギー密度が高い場合は、相対的に結晶配向の揃った粗大な柱状組織となる傾向が認められた。発表では、組織と引張特性等の相関についても報告する。

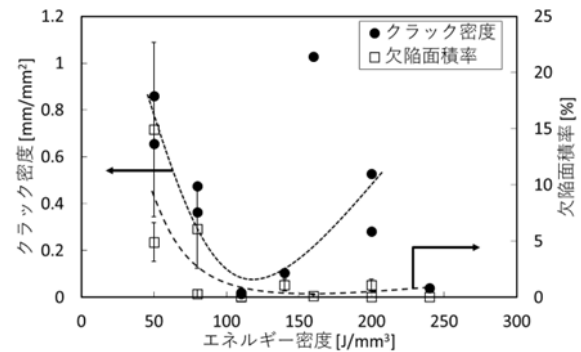


図1 エネルギー密度とクラック密度、欠陥面積率の相関

謝辞

本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」(管理法人:国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST))の支援を受けました。

参考文献

1) 岩崎勇人, 日比野真也ほか:”エネルギー機器における AM 技術の適用開発”, AM フューチャー, 1, (2025) pp.101-104.

Corresponding author: Makoto Watanabe, Watanabe.makoto@nims.go.jp