

金属積層造形技術の現状とエネルギー機器材料応用への可能性

Current Status of Metal Additive Manufacturing Technology and Potential for Energy Equipment Material Applications

(2) 金属積層造形による耐熱合金の開発

(2) Development of Heat-Resistant Alloys by Metal Additive Manufacturing

*渡邊 誠¹、草野 正大¹、北嶋具教¹、北野 萌一¹¹物質・材料研究機構

1. 概要

金属積層造形 (AM) プロセスは、コンピュータ上の CAD モデルに基づいて、複雑形状を実現する新しい製造加工技術として多くの関心を集めている。レーザ粉末床溶融結合法 (Laser Powder Bed Fusion, PBF-LB) は、最も広く使用されている AM プロセスの一つであり、プラットフォーム上に敷いた金属粉末層に対し選択的にレーザ照射を行う課程を一層ずつ繰り返すことで、三次元形状を造形する。PBF-LB ではレーザによる急速加熱と急冷によって微視組織が形成されるため、従来の casting や鍛造とは異なる AM プロセスに特徴的な異方性を有する微視組織が形成される。このため、プロセス-組織-特性の相関関係を理解し、要求される力学特性を実現するための組織制御技術を確認する必要がある。また、レーザによる溶融凝固過程では、凝固完了時に生じる凝固割れや、過入熱によるガス欠陥等の欠陥が生じる場合があり、これらを抑制することも重要である。さらに、部材形状が造形中の温度場に大きな影響を与えるため、同じレーザ条件でも部位によって組織が大きく変化する。新規部材の開発においては、このような AM プロセスならではの特徴についても理解し、プロセス最適化に取り組むことが不可欠である。このため実験による試行錯誤と共に計算による予測技術の活用も必須となる。

図 1 は Ni 基合金(Hastelloy X)について、PBF-LB を適用しレーザ出力と走査速度を変化させて円柱状試料を作成した場合の造形可否と xz 断面での欠陥状態を示している (z:造形方向)。入熱が高すぎると造形が困難となり、一方で、低くなると多くの欠陥が断面にて形成されていることが明らかであり、適切なプロセスウインドウの把握の重要性を示している。本講演ではジェットエンジンや発電タービンにおいて重要な耐熱合金を対象とし、PBF-LB プロセスにおけるプロセス条件と欠陥発生挙動の相関や、レーザ照射による溶融凝固挙動の予測、造形形状と微視組織や温度場の相関、造形体の力学特性等について紹介する。

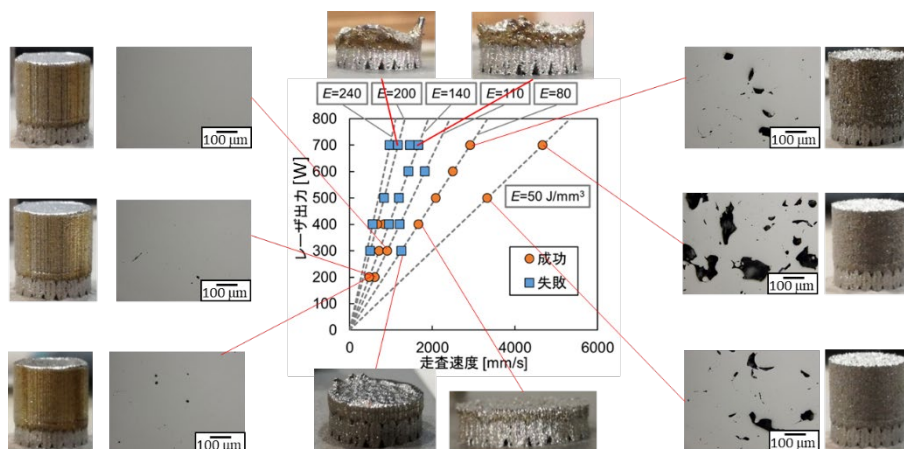


図 1. PBF-LB 法にて作成された Ni 基合金における、レーザ出力と走査速度が造形性および欠陥状態へ与える影響。

*Makoto Watanabe¹, Masahiro Kusano¹, Tomonori Kitashima¹, Houichi Kitano¹

¹National Institute for Materials Science, Research Center for Structural Materials.