

Significance of powder feedstock characteristics in defect suppression of additively manufactured Inconel 718

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860420306497>

Highlights

- Forming quality was compared for AM-built-IN718 samples using two types of powders.
- Samples built with imperfect spherical powders tend to be porous and uneven.
- Processing with spherical powders has a broad process window suppressing defect.
- High cooling and solidification rates suppress the interdendritic void formation.

Abstract

The characteristics of powder applied in electron beam powder-bed fusion (EB-PBF) play a vital role in the process stability and final part performance. We use two types of Inconel 718 alloy powders for experiments, namely, (i) imperfect spherical and (ii) spherical powders. They have similar particle size distributions but are different in geometry and built-in defect. The forming qualities concerning surface topography, density, and internal defect of the EB-PBF-built samples prepared using two types of powders are characterized under the same processing conditions. In particular, the forming qualities are further compared under the optimal process condition to highlight the decisive role of powder features. Notably, different powder geometries with distinct surface feature inevitably affect the heat transfer during melting. The significance of powder feedstock characteristics in defect suppression is clarified with the aid of numerical simulations. The experimental results show that compared to spherical powders, fabrication using imperfect spherical powders is more likely to evoke lack-of-fusion and excessive melting under low and high energy conditions, respectively. Thus, spherical powders have a broader process window in ensuring a higher density and smoother surface than that of imperfect spherical powders. Moreover, in the sample built with spherical powders, the high cooling and solidification rates evaluated by numerical simulations result in the suppression of the interdendritic voids.

【抄訳】

AM 造形されたインコネル 718 合金の欠陥抑制における粉末材料特性の重要性

ハイライト

- 2種類の粉末を使用した IN718 材の AM 造形サンプルの品質を比較した。
- 不完全な球状粉末で造形されたサンプルは、多孔性で不均一になる傾向がみられた。
- 球状粉末を用いた AM 造形プロセスでは、欠陥を抑制する広いプロセスウィンドウを持っている。
- 高い冷却速度と凝固速度によって、デンドライト間の欠陥の形成が抑制される。

概要

電子ビーム粉末床溶融法 (EB-PBF) に適用される粉末の特性は、プロセスの安定性と最終部品の性能に重要な役割を果たす。

実験では、(i) 不完全な球状粉末と (ii) 球状粉末の 2 種類のインコネル 718 合金粉末を使用した。それらは類似した粒度分布を持つが、粉末の形状と内部欠陥の点で異なる。2 種類の粉末を使用して調製された EB-PBF で構築されたサンプルの表面トポグラフィ、密度、および内部欠陥に関する成形品質は、同じ処理条件下で特徴付けられます。特に、最適なプロセス条件下での造形品質をさらに比較すると、粉末の特徴の決定的な重要性が強調される。特に、異なる表面特性を持つ異なる粉末形状は、溶融中の熱の伝達に影響を与える。欠陥抑制における粉末材料特性の重要性は、シミュレーションによっても明らかにされている。実験結果は、球状粉末と比較して、不完全な球状粉末を使用した造形では、それぞれ低エネルギー条件下および高エネルギー条件下において、溶融不足および過度の溶融を引き起こす可能性が高いことを示した。したがって、球状粉末は、不完全な球状粉末よりも高密度で滑らかな表面の造形物を製造する上で、より広いプロセスウィンドウを持つ。さらに、球状粉末で構築されたサンプルでは、シミュレーションによって評価された高い冷却速度と凝固速度により、デンドライト結晶間の欠陥が抑制される。