

金属三次元積層造形におけるX線透過観察を用いた金属粉末溶融現象の解明

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

粉末床溶融型積層造形法 (Powder Bed Fusion: PBF) において、金属粉末の溶融現象の把握は、成形品の機械的性質やポロシティ生成機構などを理解するうえで重要である。固体金属の溶融現象は、X線透過撮像法による直接観察が有効であるとの報告^{1,2)}がされているが、金属粉末での観察は行われていない。そこで本研究では金属粉末の溶融現象の調査・検討を行う事を目的とし、YAG レーザーを用い、不活性ガス雰囲気下において金属粉末を線状に溶融させるとともに、その様子を高速カメラにてリアルタイム撮影を行う。

■ 活動内容

1. 今回の実験目的

粉末床溶融型積層造形では加工部に粉末金属、溶融金属及び凝固金属が同時に存在する。本発表では、レーザーで溶融させる前の透過厚さ 3mm の純チタンの板材と Ti-6Al-4V 合金粉末の X 線透過観察を行い、それらの状態を把握する事を目的として、密度差が輝度値の差に及ぼす影響を評価・検討した。

2. 供試材及び実験方法

2・1 供試材

試料は (株) 大阪チタニウムテクノロジー製のガスアトマイズ Ti-6Al-4V 合金粉末 (粒径 $\sim 45\mu\text{m}$ 、嵩密度 44%) を使用した。溶融前の合金粉末と固体の違いを観察するために板厚 3mm の純チタンの板材も用意した。

2・2 実験機器

株式会社島津製作所製のマイクロフォーカス X 線透過装置を (最大 225kV, 1mA) を用い、90kV, 160 μA の条件にて X 線透過画像を撮影した。X 線透過装置はマイクロフォーカス X 線管、透過 X 線を変換し画像に出力するイメージインテンシファイア (以下 I.I. とする)、高速カメラから構成され、これらが鋼製の X 線防護箱に格納されている。試料を通過した X 線は、I.I.、高速カメラ (最大 1000fps) を通してパソコンのモニタ

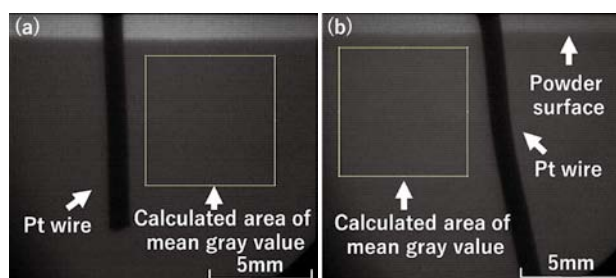
ーにて観察できる。画素数は 240 \times 210 ピクセルであり、1 ピクセルが 0.0625mm である。

2・3 試験治具

試験治具は X 線透過のため、側壁に各 1mm の石英ガラスを採用し、試料充填部の中間板の厚さを透過方向に 3mm とした専用のものを用意した。X 線は試料の厚さ方向から垂直に透過させ 1000fps で撮影した。観察の際、画像のスケールを把握するため、 $\phi 1\text{mm}$ の白金線を治具側壁に貼付した。

3. マイクロフォーカス X 線透過装置による金属板及び粉末の X 線透過実験

X 線透過力の測定にはマイクロフォーカス X 線透過装置を (最大 225kV, 1mA) を用い、X 線透過画像を 90kV, 160 μA の条件にて撮影した。撮影画像は画像処理ソフトの ImageJ を用いて Fig(a)(b) 中の四角で囲った任意の範囲の平均輝度を算出し比較を行った。四角で囲った範囲は 100 \times 100 ピクセルである。結果は純 Ti の平均輝度 44、Ti-6Al-4V の粉末の平均輝度は 57 となった。厚さ 3mm の純チタン板材の密度を 100% とすると Ti-6Al-4V 合金粉末の嵩密度は 44% であり、その密度差が画像の輝度の差として認識できる。当日は粉末床にレーザーを照射して溶融させた試料の輝度の比較も交えて、粉末床溶融型積層造形法の X 線撮像条件及び金属粉末の溶融現象について論じる。



代表発表者 堀田 哲哉 (ほった てつや)
所 属 茨城大学理工学研究科応用粒子線科学専攻
問合せ先 〒316-8511 茨城県日立市西成沢町 4-12-1
TEL: 0294-X38-5004

■キーワード: (1) Additive manufacturing
(2) selective laser melting
(3) X-ray observation

■共同研究者: 佐藤 直子^{*1}, 瀬渡 直樹^{*1}
清水 透^{*1}, 中野 禪^{*1}
西野 創一郎^{*2}

^{*1}(国研)産業技術総合研究所

^{*2}茨城大学 理工学研究科
応用粒子線科学専攻