

放射光 CT による 3D プリンター用金属粒子の仮焼結状態観察 Visualization of the Pre-sintered State of Metal Particles for Additive Manufacturing by Synchrotron CT Imaging

山崎 紀子^a, 青柳 健大^b
Noriko Yamazaki^a, Kenta Aoyagi^b

^a三菱重工業株式会社, ^b東北大学
^a MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD., ^b Tohoku University

金属 3D プリンタの積層造形における造形条件・造形品質を高精度に予測するための熔融凝固シミュレータの開発に取り組んでいる。レーザービームや電子ビームの照射により金属粉が熔融凝固する現象をミクروسケールで模擬するため、モデル作成に必要な粉末充填状態の CT 観察を行った。

キーワード： 金属粉末、CT、イメージング

背景と研究目的：

航空・宇宙、原動機、自動車、医療分野等の各製造業界において、金属部品の加工性能向上とコスト削減を目的とした産業用金属 3D プリンタの開発が進められている。金属 3D プリンタには種々の方式があり、最も代表的なものにパウダーベット方式がある。敷き詰めた金属粉末に熱源となるレーザービームや電子ビームを照射することで金属を熔融凝固させ造形を行うものであるが、物理現象が非常に複雑であるため、材料の種類や粉末の特性に応じた造形条件調整が必要であり、その試行錯誤にかかる膨大な試験数を削減することが開発の課題となっている。

こうした中、当社は経済産業省の「3次元造形技術を核としたものづくり革命プログラムプロジェクト」に参画し、3D プリンタシミュレーション技術開発として、レーザービームや電子ビームの照射で金属粉が熔融凝固する現象をマイクロレベルで理解する取り組みを開始した。現象をできるだけ忠実に模擬するためにはモデル作成のための実材料の充填粉末の観察が必須である。原料粉末の径が数十ミクロン～百ミクロン程度であることから、ミクロンオーダーの解像度かつミリスケールの全体モデルで金属の CT 観察が可能な国内唯一の実験設備である SPring-8 を利用した。

得られた三次元画像の解析から、粒径分布、充填率、粒子の接続数分布、熱伝導率などの物性値算出を検討する。

実験：

3D プリンタ用の金属粉末 (In718 : 53Ni-19Cr-19Fe-5Nb-3Mo, 64Ti : 90Ti-6Al-4V) を平板上に敷設し、電子線照射によりプレコンディショニング後、エポキシ樹脂を含浸し硬化させたものを機械加工で外径約 1 mm の円柱に成形して観察試料とした。

BL20XU の高分解能 X 線 CT 装置を用いて投影型マイクロ CT 撮影を行った。X 線のエネルギーを 37.7 keV に設定して調整を行った結果、有効画素サイズは 0.507 μm /ピクセルであった。回転ステップ 0.20°、露光時間 370.4 ms でピクセル数 2048×2048 の画像データを合計 1801 枚取得し、これをフィルタ補正逆投影法 (FBP=filtered back projection) により二次元画像に再構成して、三次元画像解析に供した。二次元画像の再構成には JASRI 殿ご提供のソフトを使用、三次元画像解析には Avizo を使用した。

結果および考察：

断層像の一例を図 1、図 2 に示した。これらの画像データを三次元に処理し、熔融モデル構築に活用するための種々の解析を実施中である。

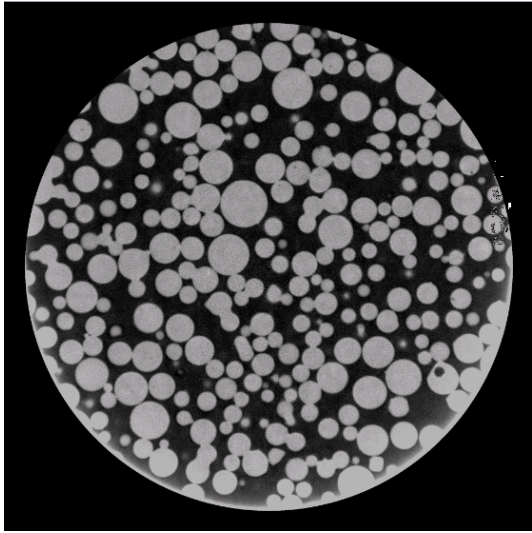


図 1. In718 粉末の断層像

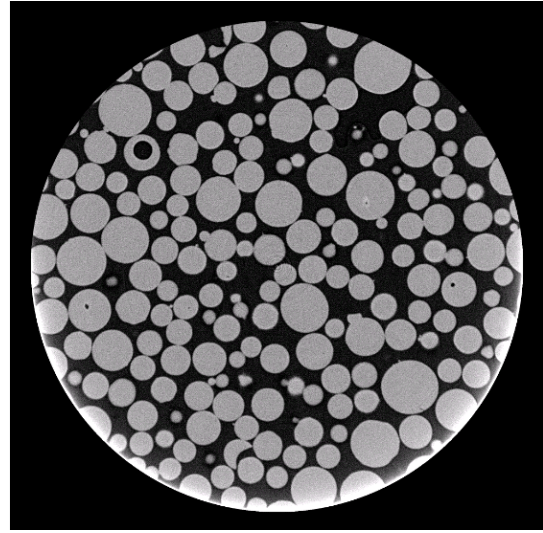


図 2. 64Ti 粉末の断層像