



東京大学工学系研究科総合研究機構 第14回次世代ジルコニアセミナー

セラミックスのレーザー焼結技術

木村 禎一

一般財団法人ファインセラミックスセンター 材料技術研究所 主席研究員

【はじめに】近年、3Dプリンティングに代表される付加製造(additive manufacturing)が新たな部材製造法として注目を集めている。特に大型・複雑形状の金属部材への適用が急速に進んでおり、少量生産では従来の精密鑄造(ロストワックス)プロセスを駆逐する勢いで3Dプリンティングが普及しつつある。このような金属の付加製造技術が(樹脂と同様の)溶融凝固プロセスを利用しているのに対して、一般的なセラミックスは溶融凝固によって非晶質化し結晶構造に由来する特性を失ってしまうため、セラミックスの付加製造技術は未だ黎明期にあり、その実現には新たな技術開発が必要である。著者らは、近赤外レーザーを加熱源として用いるセラミックスのレーザー焼結技術を開発し、例えば厚み数 mmのアルミナ成形体を60 s程度のレーザー照射によって焼結できることを明らかにし、成形体の微構造制御により緻密体から多孔体まで、様々な微構造を有する焼結体が得られることを報告してきた。本講演では、レーザー焼結技術の概要と具体例、レーザー照射下での特異な発熱現象を紹介する。

【実験方法】平均粒径の異なる高純度・高結晶性アルミナ(住友化学AA-03: 0.40 μm 、AKP-3000: 0.67 μm 、AA-18: 20.3 μm)を原料粉として用い、成形圧135 MPaで一軸成形して10 mm ϕ ×1 mm^tの成形体を作製した。得られた成形体に、波長1070 nmのレーザー(ファイバーレーザー、最大出力400 W)を60 s照射した。試料位置でのレーザー径を10 mm ϕ とし、レーザーが試料表面を覆うように調整した。なお、本研究で用いたレーザーは、ガウス関数型の強度分布となっている。

【結果】AA-03とAA-18の1:4混合粉ペレットにレーザーを照射して得られた試料の光学顕微鏡像を図1に示す。一分間のレーザー照射によって、1 mm程度の単結晶からなる透明焼結体が得られた。一方、図2に示すAKP-3000では、気孔率が約40%の多孔質焼結体が得られ、曲げ強度は、従来の電気炉加熱による試料の約3倍となった。波長1070 nmにおけるアルミナ単結晶の吸収係数は0.2程度であるが、成形体の光学特性評価から、レーザー照射下では成形体内部の構造(粒界や空隙)に起因する発熱が顕著に生じることが分かった。このような不均一加熱の結果、粗細混合粉では微細粒子層の溶融による結晶成長が進行し、また、均一粉では粒子界面近傍の選択的加熱によって粒子間が強固に接合したと推察される。

【おわりに】酸化物セラミックスのレーザー焼結のメカニズムは未だ定性的理解に留まっており、焼結後の微構造予測などに不可欠な定量的理解のためには、特に高温域での物質の吸収係数の温度依存性や微構造に起因する吸収/発熱の定量化、焼結中の微構造変化に伴う吸収挙動の変化、非平衡温度場での拡散係数など、種々の検討が必要である。今後もレーザーを用いた付加製造技術の確立を目指して研究を進展させたい。

日時: 2023年8月8日(火) 13:00~14:30 Zoom 開催
主催: 東京大学「次世代ジルコニア創出」社会連携講座

問合せ先: ngzirconia@gmail.com



図1:アルミナ透明焼結体

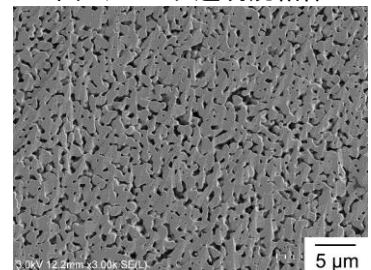


図2:アルミナ多孔体