

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13797 号
------	---------------

氏 名 LIU Mulin

論 文 題 目

Microstructures and mechanical properties of Al-Si alloys
additive-manufactured by laser powder bed fusion
(レーザ粉末床溶融により積層造形されたAl-Si合金の微視組織と
機械的性質)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	准教授	高田 尚記
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	小橋 眞
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	小山 敏幸
委員	兵庫県立大学	工学研究科	教授	足立 大樹

論文審査の結果の要旨

LIU Mulin君提出の論文「Microstructures and mechanical properties of Al-Si alloys additive-manufactured by laser powder bed fusion（レーザ粉末床溶融により積層造形されたAl-Si合金の微視組織と機械的性質）」は、代表的な金属3D積層造形技術であるレーザ粉末床溶融結合法を用いて作製したAl-Si合金造形体の組織の特徴、その形成機構及び組織に及ぼす造形体形状の影響を明らかにするだけでなく、造形体のみが発現する負のひずみ速度依存性の発見や高強度を生み出す変形機構を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究で対象とするAl-Si合金の使用用途である社会的背景、レーザ粉末床溶融結合（L-PBF）法の概要とそれによって積層造形されたAl合金の先行研究や複雑造形体の典型であるラティス構造体の機械的特性の研究背景について述べている。

第2章では、L-PBF法によるAl-12%Si 2元系合金造形体の組織の特徴とその熱処理に伴う変化の基礎知見を明らかにした。これは、Al-Si合金造形体の熱処理プロセスを用いた組織制御に資する有用な知見である。

第3章では、L-PBF法によるAl-12%Si 2元系合金造形体とそれに熱処理を施した試料の強度・延性に及ぼすひずみ速度の影響を系統的に調査することによって、動的析出に起因する強度の負のひずみ速度依存性が発現することを見出した。また、シンクロトロン放射光を用いた引張試験／その場X線回折測定を行うことになって、造形体の変形初期における顕著な転位密度の増加が起こることを実験的に示した。これは、Al-Si合金造形体の塑性変形機構に関する学術的に重要な基礎知見である。

第4章では、L-PBF法によるAl-12%Si 2元系合金造形体に200℃以下の低温時効を施し、内部の析出物を制御することによって、造形体の高強度・高延性を達成した。これは、塑性不安定の理論に基づいて説明でき、造形体の熱処理を用いた機械的性質向上を実現した重要な知見である。

第5章では、Al-10%Si-0.3%Mg (AlSi10Mg) 3元系合金粉末を持ちいて、高速示唆熱分析と構造解析技術を組み合わせることによって、凝固組織形成に及ぼすL-PBFプロセスによる冷却速度の影響について明らかにした。これは、L-PBFによる組織形成機構に関する学術的に重要な基礎知見である。

第6章では、AlSi10Mg合金のラティス構造体とその熱処理を施したものにおける各部位（ストラット部及びノード部）の詳細な組織解析を実施し、組織形態に及ぼす造形体形状の影響について明らかにした。これは、L-PBFによる複雑形状造形体組の力学的性質の制御に有用な知見である。

第7章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文ではレーザ粉末床溶融結合法を用いて作製したAl-Si合金造形体の組織の特徴、その形成機構及び組織に及ぼす造形体形状の影響を明らかにするだけでなく、造形体のみが発現する負のひずみ速度依存性の発見や高強度を生み出す変形機構を明らかにしている。これらの評価方法並びに得られた結果は、Al-Si合金積層造形体の更なる軽量構造部材への適用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるLIU Mulin君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。