

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	西津 卓史
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 積層造形を用いた高性能構造開発のためのトポロジー最適化に関する研究 (Topology Optimization for High Performance Structure Development in Additive Manufacturing)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	竹澤 晃弘	印
審査委員	教 授	北村 充	印
審査委員	教 授	藤本 由紀夫	印
審査委員	教 授	濱田 邦裕	印
審査委員	准教授	田中 義和	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>機械設計において、剛性などの性能向上や、一定の性能を満足した上での軽量化は重要な課題である。このため、数値計算により与えられた条件の下で最適な形状を設計する方法及び複雑形状であっても設計された形状を製造する方法が求められている。これらのような要求に対する有力な手段として、構造最適化と積層造形技術が注目されている。本研究では、高性能構造の設計手法としてのトポロジー最適化を提案し、数値例を用いて妥当性・有効性を示している。さらに、積層造形を用いて、実際に製造し性能検証することで、積層造形による製造を前提とした設計手法に関する研究である。</p> <p>本論文は6章で構成されている。</p> <p>第1章の「緒論」では、近年の機械設計における構造最適化と積層造形の分類と重要性について述べ、本研究で取り扱う手法の詳細を示している。</p> <p>第2章の「非破壊検査におけるトポロジー最適化を用いた損傷同定手法」では、積層造形により製造される周期セル構造の破壊挙動の特殊性や、粉末焼結方式の造形精度の問題点に対する非破壊検査の重要性について述べている。非破壊検査において、固有値解析とトポロジー最適化を用いて、解析的に損傷を同定する手法を構築している。そして、数値例を用いて構築した手法の妥当性を示している。</p> <p>第3章の「熱伝導制約下における熱変形最小化」では、粉末焼結方式の積層造形における熱変形の問題点について述べている。線形熱伝導問題と線形弾性問題に基づくトポロジー最適化を定式化し、熱変形最小化を目的とした最適設計手法を構築している。そして、数値例を用いて構築した設計手法の妥当性を示し、高い熱伝導性能と熱変形の抑制を両立</p>			

する構造についての知見を得ている。

第4章の「積層造形を考慮した熱拡散性能最大化」では、ヒートシンクのような小型の冷却構造の設計方法の現状と課題について述べ、それに対する解決策として、トポロジー最適化を用いた設計方法を提案している。トポロジー最適化において最適解が複雑形状となる可能性を考え、積層造形による製造を前提としている。そして、数値例を用いて、高い熱伝導性能を有する構造を導出し、一般的なヒートシンクの形状と性能比較を行うことで、本研究における提案手法の妥当性と有効性を示している。また、積層造形を用いて最適構造を製造する際の課題について検討している。

第5章の「高性能ラティス構造の開発と性能検証」では、周期セル構造のひとつであるラティス構造の有用性について述べ、ラティス構造の最適設計手法の重要性について述べている。また、金属材料を用いた場合の粉末焼結方式の積層造形における、造形後の粉末除去の課題について述べている。本研究では、造形後の粉末除去を考慮したトポロジー最適化による体積弾性率最大化問題を定式化し、数値例を用いて実際に高い体積弾性率を有する形状を得ている。最適化により得られたラティス形状を積層造形により実際に造形し、粉末の除去に成功したことから提案手法の妥当性を確認している。さらに、製造したラティス構造に対して圧縮試験を実施し、解析により得られた剛性との比較を行っている。また、ラティス構造の特異な破壊について実験により検証し、同等の破壊結果を得られる解析手法を検討している。

第6章の「結論」では、本論文で獲得した知見を総括している。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。