

論文審査の要旨

| | | | |
|---|----------------|---------------|---------|
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) | 氏名 | 宇 恵 野 章 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1・2項該当 | | |
| 論 文 題 目 高温生産プロセス向け Design for Additive Manufacturing 構築に関する研究 (Development of design for additive manufacturing in high temperature manufacturing process) | | | |
| 論文審査担当者 | | | |
| 主 査 | 教 授 | 北村 充 | 印 |
| 審査委員 | 教 授 | 濱田 邦裕 | 印 |
| 審査委員 | 准教授 | 竹澤 晃弘 (早稲田大学) | 印 |
| 審査委員 | 准教授 | 田中 義和 | 印 |
| 〔論文審査の要旨〕 | | | |
| <p>近年、付加製造技術の実用部材への適用が加速しており、その中でも構造最適化と組み合わせた既存部材や設備の高機能化や軽量化が注目されている。一方、構造最適化により設計された高性能かつ複雑な形状を付加製造で製作する際に、製法に起因する形状の制約を考慮した設計変更が必要になり、設計工程の負荷が大きくなる。これらの課題について、基本的な設計則などの整備は進んでいるものの、アプリケーション毎の作り込みや設計指針の確立の優先度が高い。</p> <p>金型や窯業などへの付加製造技術の適用拡大を見据えると、高温環境における付加製造部材の性能評価、最適化を用いた機械特性の制御技術、一点ものや複雑な外形にも対応可能な設計負荷の少ない最適化手法の確立などが重要になる。そこで、本研究は、工業分野で需要の多い高温環境の生産プロセスへ構造最適化と付加製造技術を組み合わせた高機能な部材を展開すべく、高性能と製作性を両立した構造最適化手法を開発し、計算手法の妥当性と造形体の能力評価を目的としている。特に、机上での最適解の導出だけでなく、製作性や実製作物と設計解の性能差など、技術の社会実装における重要課題にも着目している。上記の取り組みを通じ、高温生産プロセス向けの Design for Additive Manufacturing 技術の確立を目指している。</p> <p>本論文は、7章により構成されている。</p> <p>第1章では、付加製造の各製法および最適化設計の方式について説明し、付加製造技術を実用化する上で重要な Design for Additive Manufacturing 技術について述べている。その上で、工業分野の中でも作り込みの難しい高温生産プロセス分野向けに当該技術を適用する重要性和課題を述べ、本研究の目的を明確にしている。</p> <p>第2章では、対象とする高温生産プロセスにおける金型や生産設備の高機能化の開発動向と課題について纏め、課題解決方法としてラティス体積分率最適化を提案し、最適化のワークフローと研究対象とした課題を説明している。</p> <p>第3章では代表体積要素法(RVE法)を用いた熱伝導率制御ラティスユニットセルの設計方法</p> | | | |

について述べている。また、数値例として、内部空孔の基準寸法を設計変数として実効熱伝導率を算出し、実効熱伝導率の制御範囲を確認するとともに、設計変数に対する実効熱伝導率の近似式を算出している。

第4章では、3章で設計したラティスユニットセルについて、その実造形品の性能確認を目的として、レーザー焼結式の金属付加製造装置で試験片を作成し、温度傾斜法を用いて熱伝導率を測定している。空孔形状や外径が異なる試験片を作成および性能評価し、体積分率以外の要素が実効熱伝導率に及ぼす影響と解析結果との差異について述べている。

第5章では、上記で設計したユニットセルを用いてラティス体積分率最適化による構造体の温度分布制御設計手法を開発し、解析結果を説明している。数値例として、任意表面の温度分布の最大化と均一化を目標関数とした最適構造を導出している。最適構造を付加製造装置向けに3Dモデル化した上で熱伝導解析を行い、モデル化工程の妥当性も確認している。

第6章では5章で設計した最適構造を金属付加製造装置で造形し、CT スキャンで製作性や寸法精度を評価している。温度分布制御能力の実証試験として最適構造とリファレンスの温度分布を比較し改善効果を評価し、本研究の手法全体を通しての精度や実用性を確認している。

第7章の「結論」では、本論文で獲得した知見を総括している。

以上のように、本論文は高温生産プロセス分野において有用であり、関連業界への寄与が期待できる。よって、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。