

# 金属積層造形を用いたラティス構造の機械特性の取得

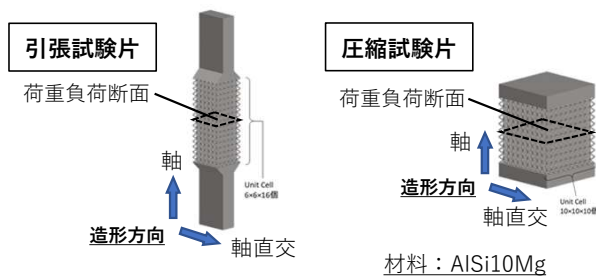
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部 技術開発グループ

## ■ 目的

金属積層造形技術のメリットの代表格として挙げられる「トポロジー最適化」と「ラティス構造」のうち、宇宙機特有の設計要求である軽量化を実現するラティス構造に着目した。適用事例の多いラティスパターンの機械的特性（圧縮強度、引張強度）を、造形方向との関係性と共に取得し、結果をまとめる。また、構造解析等への適用の可能性について検討する。

## ■ 試験仕様

試験片は、JIS等の標準規格を参照しつつ、複数のラティスが集合体として機械特性を発現できるように、荷重負荷断面に複数のラティスを並べて配置した。さらに、造形方向が与える機械特性への影響データを取得するため、造形方向もパラメータとしている。以下に試験片の仕様概要を示す。



本試験で適用した3種類のラティスパターンとその構造概要を、以下に示す。(株NTTデータ ザムテクノロジーズ殿より提供)

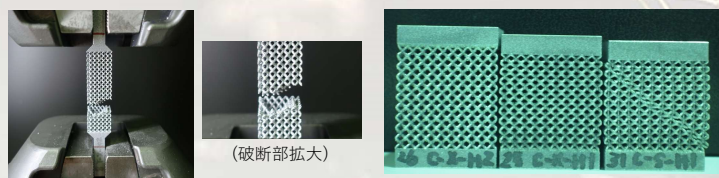
	Lattice-X	Lattice-Star	TPMS-Gyroid
形状			
造形物の断面占有率 <sup>†</sup>	7.3%~	6.4%~	33.3%~
造形物の金属体積率 <sup>††</sup>	17.7%	17.7%	39.5%

<sup>†</sup> 断面占有率：XY面内における造形物（金属）の占有割合

<sup>††</sup> 金属体積率：2.5[mm]各の立方体における造形物（金属）の占有割合

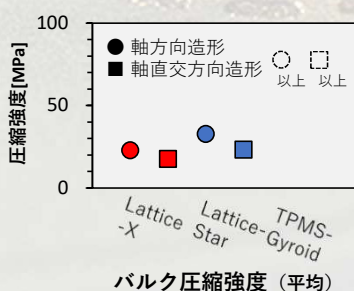
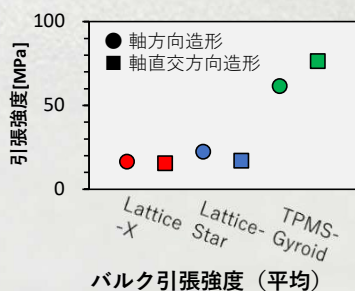
## ■ 試験結果

引張試験でのクロスヘッドの速度を1[mm/min]、圧縮試験でのクロスヘッド速度を1.5[mm/min]として、荷重（ロードセル出力）とクロスヘッド移動量を取得した。以下に、代表的な試験後の試験片の外観を示す。また、取得データからバルク引張/圧縮強度（荷重負荷断面における単位面積あたりの耐荷重値[N/mm<sup>2</sup>])を算出し、これをラティスパターン及び造形方向毎にプロットしてグラフに示す。



引張試験後試験片  
(X試験後)

圧縮試験後試験片  
(左から X試験前、X試験後、Star試験後)



## ■ まとめ

宇宙機の構造部材の試験による現物の強度保証は、一般的には開発の後期に実施されるため、開発後半の手戻りを避けることを目的に、開発初期から設計進捗に連動して段階的に構造解析を実施することが通例である。通常、解析は、保証された金属等の材料データを入力して実施するが、ラティスを適用した構造に由来同様のアプローチを適用すると、複雑なラティス構造を表現する精緻な解析モデル作成が伴うことから、モデル作成工数が膨大になることや、複雑なモデルに対するモデルチェックの有効性に疑義が生じやすい、という課題があった。

本活動では、ラティスの集合体を一つの塊と見立てたバルクな特性を取得した。この特性を活用したモデルリングにて、一定の設計安全率を加味しつつ、モデルデータの作成やハンドリングの労力を解決し、実力値及びバラつきを踏まえながら、適切なマージンを確保しつつ設計品質を担保する可能性を見出した。

今後も継続したデータ取得などに取り組み、「金属積層技術でなければ実現できない構造」というメリットの見える化と合わせて、付帯する製造・設計手法の問題解決に取り組みことで、新たなモチベーションを提示し、金属積層造形の適用を促進していく。

資料に掲載されている全ての技術情報は、特に明記された一部のものを除き、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が著作権を有しています。