S04102

漸化式表現をした固有ひずみ法に基づくラティス密度分布最適化

Lattice density distribution optimization based on recurrence relation inherent strain method

○正 竹澤 晃弘^{*1},
Akihiro TAKEZAWA^{*1}

^{*1} 早稲田大学 Waseda University

Key Words : Inherent strain method, Thermal distortion, Metal additive manufacturing, Recurrence relation, Lattice structure.

近年、次世代の加工技術として金属積層造形（3D プリンティング）が注目を集めており、航空宇宙分野等では試作のみならず量産最終製品にも使用されるようになってきている。しかし、金属積層造形には成形品が熱変形により反るという大きな問題点がある。代表的な金属積層造形法であるレーザー粉末床溶融法では、薄く敷き詰めた金属粉をレーザーで溶融凝固させるというプロセスを繰り返し、三次元構造を形成する。溶融凝固した箇所には大きな収縮ひずみが生じ、それが反りの原因となる。この変形自体は一般的な溶接にも見られ、珍しいものではないが、金属積層造形では加熱・凝固を無数に繰り返すため、その影響が著しく大きくなる。

なお、金属積層造形特有の高機能構造として内部に中空構造を周期的に設けたラティス構造がある。熱変形の大きさや形状は成形対象物の形状や拘束状態に依存し、特に剛性の影響が大きいため、ラティス構造を傾斜機能材料のように構造内部に適切に分布させることで、その不均一な剛性分布を活用し、熱変形を抑制できる期待がある。このような熱変形低減に向けた設計を行うには、金属積層造形における熱変形を予測する必要がある。その近似的評価法として、溶接分野の伝統的な手法である固有ひずみ法を積層造形向けに改良した手法が近年開発されている^(1,2)。

そこで本研究では、漸化式を用いた固有ひずみ法の新たな表現方法を提案するとともに、傾斜機能ラティス構造のレイアウト最適設計法と組み合わせることで、金属積層造形における低熱変形ラティス構造を実現した。図1に得られた最適なラティス構造を示す。詳細な熱弾塑性シミュレーションによる検証において、この構造は同体積の均一のラティス構造と比較し、反りによる最大変位を 64.3%低減することに成功した。

図1 熱変形抑制を目的とした最適傾斜機能ラティス構造

文 献

- (1) N. Keller, V. Ploshikhin, New method for fast predictions of residual stress and distortion of AM parts, in: Proceedings of the 25th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium, 2014, pp. 1229–1237.
- (2) N. Keller, Verzugsminderung bei selektiven Laserschmelz-verfahren durch Multi-Skalen-Simulation (Ph.D. thesis), Universität Bremen, 2016.