

金属粉末レーザー積層造形法によって作製したAC8Aアルミニウム合金の造形品質の改善

(目的)

金属粉末レーザー積層造形法 (Selective Laser Melting : SLM) により作製したアルミニウム造形は、その低比重、高熱伝導性を活かした各種の機械部品への応用が期待されている。筆者らは、線膨張係数が低く、耐熱性、耐摩耗性に優れたJIS-AC8Aアルミニウム合金 (以降、AC8A合金) に着目して、高密度な造形体が得られる造形条件を明らかとしてみた¹⁾。しかしながら、試料サイズを大きくするとクラックが発生するなどの課題があった。SLMは、積層プロセス中に温度勾配が生じて残留応力に起因したクラックや剥離、反りなどの欠陥が生じる。本研究では、AC8A合金の造形サイズと残留応力およびクラックの発生状況について検証を行うとともに、残留応力の低減が期待されるレーザー照射の再溶融の影響についても検証した。

(実験方法)

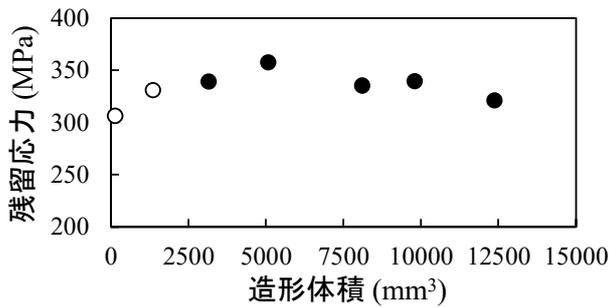
本研究では、ガスアトマイズ法により作製した平均粒子径約20 μmのAC8A合金粉末 (東洋アルミニウム株式会社 製) を用いた。試料の造形には、3D Systems製 ProX DMP200を使用して、表に示す主な造形条件にて作製した。造形した試料の残留応力の測定は、ポータブル型X線残留応力測定装置 (パルステック工業(株)製 μ-X360s) を用いた。

表 主な造形条件

積層ピッチ (mm)	0.03
レーザー出力 (W)	200,220
走査速度 (mm/s)	800
走査ピッチ (mm)	0.01
雰囲気	Ar gass

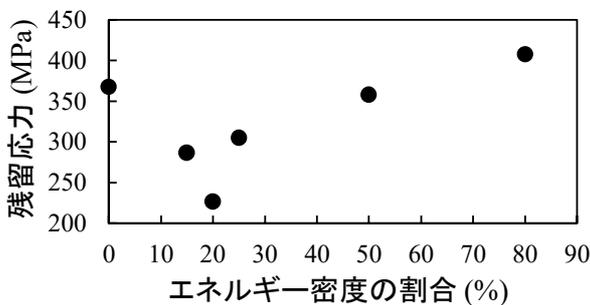
(実験結果)

1. 造形サイズの影響



高密度なAC8A合金の造形体が得られるレーザー照射条件 (レーザー出力220 W、走査速度 800 mm/s、走査ピッチ 100 μm、積層厚 30 μm) にて種々のサイズで造形した試料の残留応力を示す。図中、白丸のプロットはクラックの無い試料を黒丸のプロットはクラックが生じた試料を示している。造形サイズが小さい場合、クラックは生じないが、3,159 mm³ (W11×D41×H11 mm) 以上となるとクラックが発生した。残留応力は造形サイズが小さくなるとわずかに低下傾向となっているが、AC8A造形体の引張強度 (約320 MPa) 以上であり依然として高い引張の残留応力が観察された。

2. レーザ再溶融照射の影響



再溶融で使用したレーザーのエネルギー密度の割合 (再溶融時のレーザー出力 / レーザ出力200 W) と残留応力の関係を示す。レーザーの再溶融は造形体の残留応力に大きく影響を及ぼし、20%のエネルギー密度 (レーザー出力40 W) で再溶融を実施した場合、残留応力が最小値を示すことがわかった。レーザーの再溶融によって、AC8A造形体の引張強度 (約320 MPa) 以下の残留応力を示したが、クラックを抑制することはできなかった。AC8A合金の液相線-固相線の温度差が大きいことが造形時の割れの主因である可能性が考えられる。

(結論)

AC8A合金の造形において、AC8Aの造形のままの引張強度 (320MPa~420MPa) に近い残留応力が発生しており、比較的、小さなサイズ (約3,000 mm³) でもクラックが発生することが分かった。レーザーの再溶融はAC8A合金の残留応力に大きく影響を及ぼすものの、クラックの抑制には至らなかった。以上のことから、AC8A合金の液相-固相線の温度差が大きいことが造形時の割れの主要因であることが考えられる。AC8A合金の造形品質の向上ためには、保有装置では対応できないが、ビルドプレートの加熱などについても検討していく。