

# レーザー積層造形法を用いた高強度アルミニウム合金に関する研究

デジタルものづくり課 山本貴文

YKKAP 株式会社 小田省吾、黒田泰孝

## 1. 緒言

低比重で熱伝導率に優れるアルミニウム(Al)合金によるレーザー積層造形法は、新たな軽量化部材の創出や熱制御部材(ヒートシンク、熱交換器)への適用が期待されている。しかし、同法による Al 合金では、合金組成によっては各種の欠陥(ポア、割れ等)が発生することが知られており、工業的に利用可能な合金粉末は極めて限定的である。このため、新規合金粉末の研究開発が盛んに行われ、特に機械的特性に優れる Al 合金の開発は強く望まれている。本研究では、高強度な押出用 Al 合金に分類される 6000 系(Al-Mg-Si)合金のレーザー積層造形に着目した。上述の合金系はクラック感受性が高いため、造形時に割れが生じて、機械的特性が低下することが報告されている。このため、6000 系合金の高密度造形体を得るためのレーザー照射条件を確立するだけでなく、造形体の機械的特性を向上させる手法を見出すことも重要である。本稿では、6000 系合金の中でも代表的な押出用合金である A6063 合金の金属粉末を用いてレーザー照射条件を探索した結果を中心に記す。

## 2. 試験結果など

レーザー積層造形に供した金属粉末は、遠心アトマイズ法で作製した A6063 合金の金属粉末(東洋アルミニウム社製)である。同粉末は球形を呈しており、粒径はメディアン径  $D_{50}$  で  $45.8 \mu\text{m}$  であった。レーザー積層造形装置には、400 W のファイバーレーザーを搭載した EOSINT M280(独 EOS 社製)を用いた。積層厚を  $30 \mu\text{m}$  に固定し、レーザー照射条件(レーザー出力、走査速度、走査ピッチ)を変化させて、種々の円柱試験体(直径 10 mm、高さ 5 mm)を造形した。なお、造形は Ar 雰囲気下で酸素濃度を約 0.1% 以下に制御して行った。

図 1 に、レーザーエネルギー密度( $E_d$ )と造形体の相対密度の関係を示す。 $E_d$  は、レーザー照射の各条件を用いて、以下の式(1)により算出されるパラメータである。

$$E_d(\text{J}/\text{mm}^3) = \frac{P(\text{J}/\text{s})}{v(\text{mm}/\text{s}) \cdot s(\text{mm}) \cdot t(\text{mm})} \quad (1)$$

$E_d$  が低い場合( $< 75 \text{ J}/\text{mm}^3$ )は、 $E_d$  の増加に伴い相対密度が増加しており、熔融能の増加により高密度化が進行する傾向が見受けられた。一方、 $E_d$  が高い場合( $> 150 \text{ J}/\text{mm}^3$ )

は、相対密度が極端に低下する条件が散見された。これは、過剰な熱エネルギーの投入により熔融池の対流が激しくなり、ガス欠陥を誘発したことが一因と考えられる。高密度体を得るための最適な  $E_d$  範囲は  $75 \sim 150 \text{ J}/\text{mm}^3$  にあり、相対密度の最高値は 99.8% を達成した。このレーザー照射条件の探索結果に基づき、一部のレーザー照射条件を適用して、押出ピレットを想定した大型の円柱試験体(直径 42 mm、高さ 50 mm)を試作した。図 2 は、試作した大型円柱試験体の外観写真であるが、適切なレーザー照射条件を選択することで大型の造形体でも作製可能であることが確認できた。今後、A6063 造形体の金属学的特性や機械的特性を明らかにする予定である。

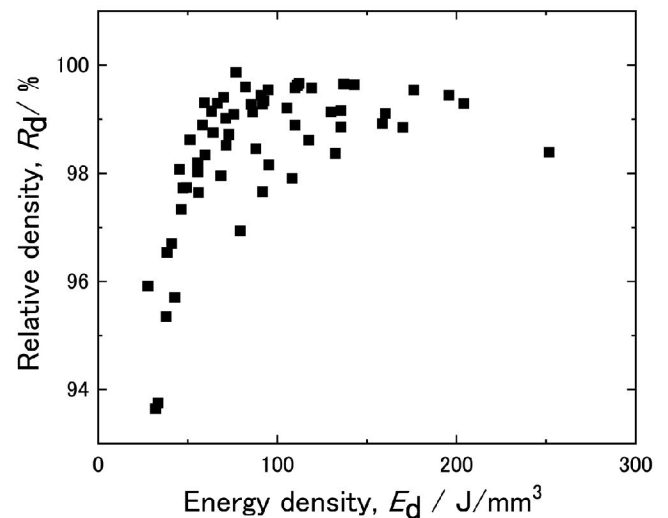


図 1  $E_d$  と造形体の相対密度の関係

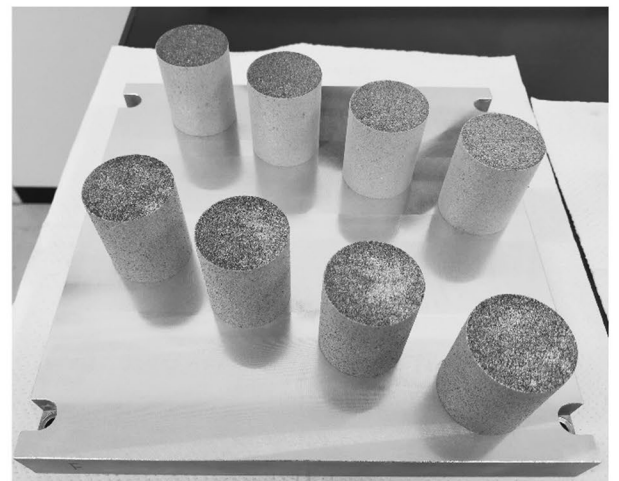


図 2 大型円柱試験体の外観写真