

軽金属粉末造形技術の開発

光 谷 佳 浩 *

Mitsutani Yoshihiro

1. はじめに

古来より人は、自由で複雑な形状の加工品を製造する手段として、金型や砂型と呼ばれるものを利用してきた。例えば“奈良の大仏”も「型」から造られたブロンズ像の一種である。

一方、ブロックを刃物で削り、複雑な形状の加工品を製造する「彫刻」のような方法も行われてきたが、こちらは刃物が届かないところを加工できないため、その造形物は“自由”で複雑な形状とは呼べないであろう。

前者は現在、鋳造や射出成形などの技術として発展しており、後者は切削加工や放電加工、コンピューター制御の5軸マシニングなどの技術として発展している。

近年、“自由”で複雑形状の加工品を「型」を用いずに製造する方法が開発されており、その一つに、「レーザー積層粉末造形法」がある（図1）。この方法は1990年頃から国内でも自動車業界を中心に試作用途で広く用いられている。現在でも迅速試作の中心的な技術であり、樹脂粉末による方法が広く普及している（写真1）。

「レーザー積層粉末造形法」では樹脂の代わりに金属粉末を用いる手法が、以前から思考されているものの、未だ開発途上にある。これは必要なレーザー出力や熱量が樹脂粉末とは比較にならないほど大きく、これに起因する諸問題が解決されていないためである。

今回、(株)IHI 検査計測が技術支援事業として、コーディネータを派遣している、「兵庫ものづくり支援センター」において、産官学共同研究としておこなわれた軽金属粉末を用いた「レーザー積層粉末造形法」の開発に携わる機会を得たので、これについて概要を報告する。

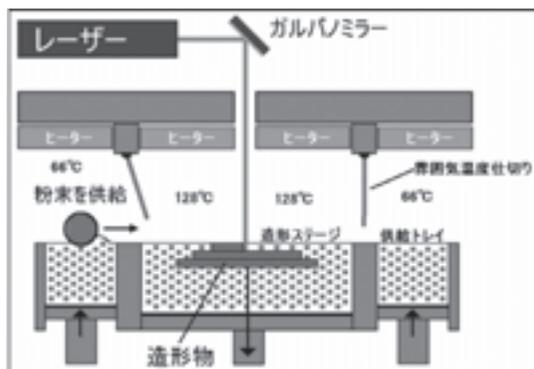


図1：レーザー積層造形法の概略図



写真1：樹脂粉末のレーザー積層造形物

2. 概要

広くエコが叫ばれる中、軽くて丈夫な製品を素早く開発することが各種の業界で求められており、「型」を用いずに迅速な試作造形を軽金属で行うことは重要な技術となりうるであろう。このようなニーズに応えるために、マグネシウム、チタンを用いた軽金属のレーザー積層粉末造形法開発に取組み、その成果として、チタン粉末とマグ

* 西日本事業部 相生事業所 試験分析グループ

ネシウム溶湯による「間接的」レーザー積層粉末造形法を確立した。

本稿ではその詳しいプロセスに触れないが、概要は以下のとおりである。

1) 表面に特殊な処理を施し、樹脂を被覆させたチタン粉末を作成する (図2、写真2)。

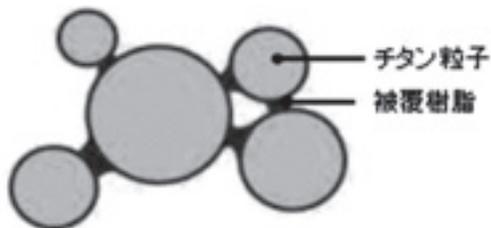


図2：樹脂被覆チタン粉末

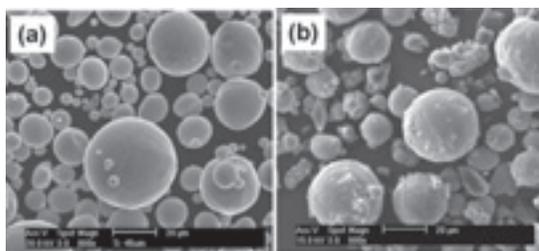


写真2：チタン粉末 (a) と樹脂被覆したチタン粉末 (b)

2) このチタン粉末を用いて、非常に弱いレーザーで積層粉末造形を行う。(被覆樹脂が少し溶ける程度のレーザー出力にする。)

3) 出来上がった造形物は、チタン造形物の中間体で、表層の樹脂が溶けて固まった脆い状態に出来上がる (図3、写真3)。

4) これを慎重に取り出してから電気炉に移動し、熱処理で脱脂 (樹脂の分解飛散) し、さらに弱い金属間の結合を付与する。

5) 同時にマグネシウムを^{※注1}自発溶浸させて、チタン造形物の中間体が持つミクロの空隙をマグネシウムが埋めることにより組織を緻密化し、チタン/マグネシウムの複合造形体にする (図4、写真4)。

通常、取り扱いが難しいマグネシウムやチタンであるが、いくつかの要因によって比較的取り扱いが容易となる。中間体までの製造は既存の粉末

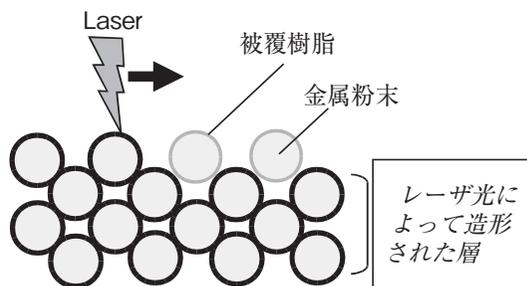


図3：中間体作製プロセス

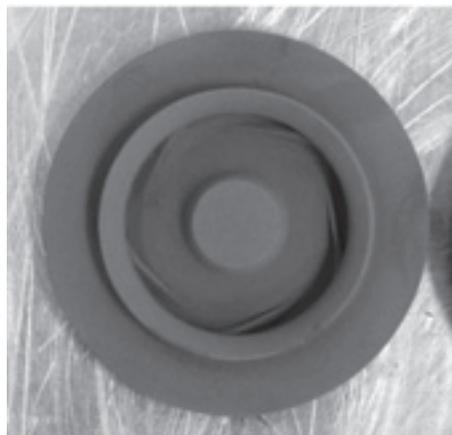


写真3：チタン造形物中間体

積層造形装置で半日程度、その後の熱処理はアルゴン雰囲気下で700℃、2時間程度で最大引張強度258MPa、比重3.1の緻密な軽金属の造形物を「型」を介さずに得ることができた (写真5)。

取り扱いが容易になる要因としては、Ti-Mg相図にみる両者の固溶関係やマグネシウムのもつ桁違いに大きな蒸気圧、さらにマグネシウム蒸気の強還元性、樹脂被覆などが考えられている。

3. まとめ

鉄より軽い実用金属元素はマグネシウム、アルミニウム、チタンしかない。これらは非常に酸化しやすいため粉体として取り扱う場合は発火に注意しなければならない、発火を防止するための設備が大型化、高コスト化し、簡易な設備では対応できない。

しかし、我々の開発した方法は既存のレーザー積層造形装置で中間体を造形でき、中間体の熱処理に一般的なアルゴンガス雰囲気炉で対応できることが特徴である。

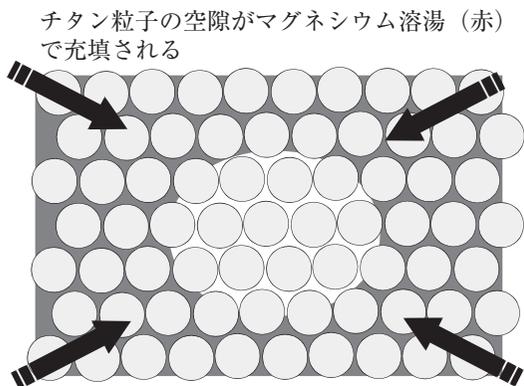


図4：溶浸プロセス

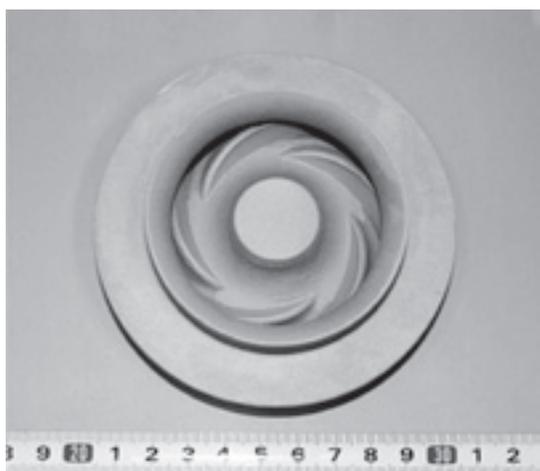


写真5：溶浸後のTi—Mg造形物例（インペラ）

この処理法ではチタン粒子間の焼結がほとんど進行しないため、無垢なチタンの強度に遠く及ばないが、アルミの砂型鋳物と同程度の強度は得られる。また、マグネシウムの効果により造形物の比重は3.1となり、アルミニウムと同等である。

今後、この技術は、ライフサイクルの短い製品の開発現場で、「型」を用いない軽金属の迅速な試作に利用することを目指している。

参考文献

- 1) 山口篤、後藤浩二、富田友樹、光谷佳浩、福本信次：
「積層造形法によって作製したチタン粉末成形体へのマグネシウム溶浸」、
日本金属学会講演概要、144（2009）、391
- 2) 山口篤、後藤浩二、富田友樹、光谷佳浩、福

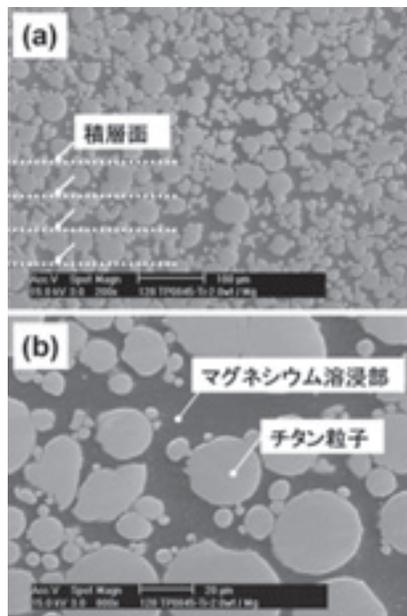


写真4：溶浸後の断面組織
(a)低倍率, (b)高倍率

本信次：

「チタン粉末成形体へのマグネシウムの自発溶浸」、

日本金属学会講演概要、143（2008）、204

- 3) 山口篤、後藤浩二、富田友樹、光谷佳浩、福本信次：

「選択的レーザー焼結（SLS）間接法で作製した金属粉末成形体へのマグネシウム合金の溶浸」、

日本金属学会講演概要、142（2008）、354

※注1：スポンジが水を自然に吸い込むのと同様に、毛管現象でミクロの空隙をもつ構造体が、金属の溶湯を自然に吸い込む現象。

西日本事業部
相生事業所 試験分析グループ
光谷 佳浩
TEL. 0791-23-3720
FAX. 0791-24-2748