

3D積層造形装置EOS M280の紹介

Introduction of 3D printer "EOS M280"

久世 哲嗣*

Tetsuji KUSE

1. はじめに

金型、鋳造、切削技術を不要にするなど、これまでのものづくりのプロセスを変える可能性があるとして、近年、3D積層造形という技術が注目されている。3D積層造形装置（以下、3Dプリンタ）の種類は、プラスチック用と金属粉末用に分けられる。プラスチック用3Dプリンタは、積層造形技術の確立と装置の低価格化で広く普及しているが、金属粉末用3Dプリンタは技術的な課題も多く、表1に示すように各国は投資をおこなって研究開発を進めている¹⁾。また、ドイツ、中国でも政府が支援をして研究所や大学を中心とした研究体制がとられている。

金属粉末用3Dプリンタの生産シェアは、表2に示すよう

に、EOS社（ドイツ）を筆頭に、Concept Laser社（ドイツ）、Arcam社（スウェーデン）、MTT Technologies社（ドイツ）、Phenix Systems社（フランス）等がある²⁾。当社では、世界シェアNo.1のEOS社の装置を2015年2月に導入し、金属粉末用3Dプリンタに適した粉末開発を進めている。本報では、当社が導入したEOS社の3Dプリンタ「EOS M280」の設備概要と、現在取り組んでいる粉末開発の一部を紹介する。

2. 設備概要

EOS M280装置の外観写真を図1、内部構造（チャンバー）を図2、仕様を表3に示す。

表1 近年の各国における3Dプリンタ投資資金

国別	投資資金		合計
	設備資金	研究資金	
アメリカ	70 億円	26.7 億円	96.7 億円
イギリス	25.5 億円	10 億円	35.5 億円
シンガポール	30 億円	15 億円	45 億円
日本	38 億円		38 億円

アメリカは2013年、他は2015年の数値。



図1 EOS M280装置の外観

表2 金属粉末用3Dプリンタの生産シェア（2012年）

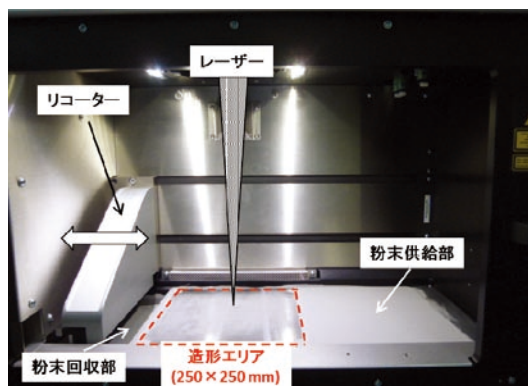
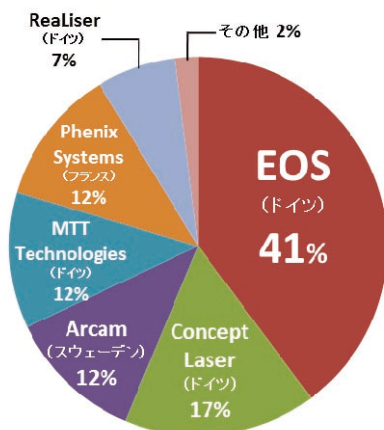


図2 EOS M280装置の内部構造（チャンバー）

* 粉末事業部 粉末技術部 技術2グループ

表3 EOS M280装置の仕様

装置サイズ	2500×1300×2190 mm
装置重量	1710 kg
レーザータイプ	Yb-fiber laser、400W
レーザー径	約100 μm
最大造形サイズ	250×250×325 mm

3Dプリンタは、CADデータを水平方向面でスライスしたデータ（SLIデータ）に基づいて、レーザー照射位置を定める。そして、レーザー照射部分の金属粉末のみを熔融凝固させることで、微小な固化成形品を形成させ、これを何層も繰り返すことで製品が形成される。そのため、従来の機械加工では困難、不可能であった形状も製造可能となる。

図3は、3D造形のイメージを示したものであり、以下の手順に沿って造形品が形成される。また、図4に造形品の一例を示す。

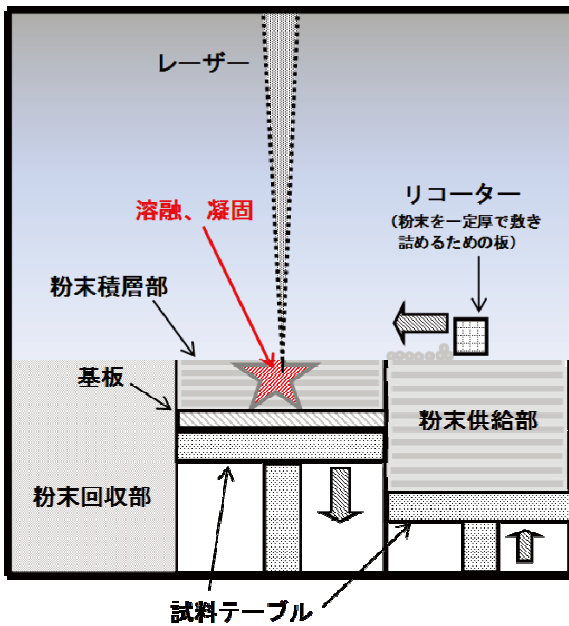


図3 3D造形のイメージ

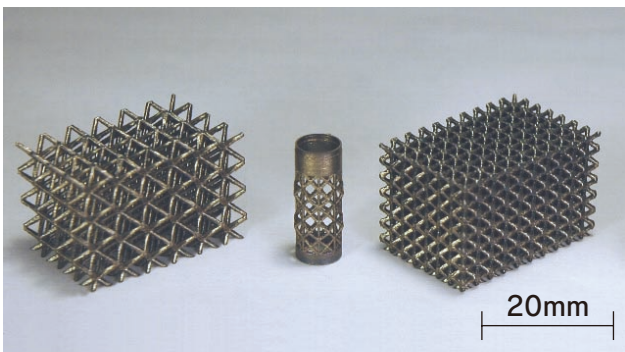


図4 造形品の一例（粉末:当社QM300）

<造形手順>

- ①粉末供給部に、金属粉末を挿入する。
- ②造形体の不純物を低減させるため、チャンバー内部をArまたはN₂の不活性ガス雰囲気下にする（積層造形時は酸素濃度0.1%以下）。
- ③粉末供給部の試料テーブルが一定厚分（0.05～0.10 mm程度）上昇し、リコーターが右から左に動くことで、リコーターの先端に取り付けられたブレードが、粉末積層部に粉末を一定厚で敷き詰める。
- ④粉末積層部の粉末は、レーザーが照射された箇所のみが数10 μmという厚さで熔融凝固される。
- ⑤一層分のレーザー照射が終わると、粉末積層部の試料テーブルが一定厚分下がり、リコーターは左から右に移動する。
- ⑥③～⑤の工程を繰り返しおこない、造形物を作製する。

3. 3Dプリンタ用金属粉末

3.1. 要求特性

3Dプリンタ用の金属粉末に求められる特性は、主に以下の通りである。

- ①高流動性
3Dプリンタは、粉末を一定厚で敷き詰める作業や、装置によってはホッパーで粉末を供給部に搬送する等の独自の機構があるため、流動性の高い粉末が望まれる。
- ②高充填性
造形体の密度を確保するため、充填性の高い粉末（適正な粒度分布幅を持つ球状粉末）が望まれる。
- ③不純物が少ない
積層造形時は、高出力かつ高密度なレーザーが照射され、金属粉末を熔融凝固する。空孔（ガス巻き込み起因）の形成抑制や、素材の特長を充分に発揮させるため、粉末に含有される不純物は少ない方が望ましい。
当社のガスアトマイズ粉末は、酸素を大幅に低減した高純度球状粉末であり、流動性に優れ、充填密度も高いため、このような市場に対して優位性があると考え、粉末開発に取り組んでいる。

3.2. 種類と用途

3Dプリンタに使用される金属粉末は、表4に示すように、SUS630やSUS316L等のステンレス（耐食部品等）、マルエージング鋼（金型等）、Ni基超合金（高温用途等）、Ti合金（生体材料等）といった様々な鋼種があり、多くの企業、大学、研究所等が、3Dプリンタや金属粉末の改良を進めている。

表4 3Dプリンタに適用される金属粉末例

基	鋼種	用途
Fe	SUS630	耐食部品、金型
	SUS316L	
	マルエージング鋼	
Ni	Alloy 718	高温用途
	Alloy C278	
Co	Alloy No. 21	生体材料
	CCM	
Ti	Ti系	
Cu	Cu系	高熱伝導用途

4. 当社での3Dプリンタ用粉末の開発例

本報では当社開発鋼QSH6³⁾の3Dプリンタへの適用を検討した結果を紹介する。析出硬化型ステンレス開発鋼QSH6は、SUS630の改良鋼種であり、表5に組成を示す。

SUS630は析出硬化型のため、造形時は硬さが低く割れを抑制でき、その後の熱処理で硬さを付与できるという観点から、3Dプリンタ用粉末に適しているが、耐食性は汎用ステンレス鋼SUS304よりも劣っている。

QSH6は、SUS630より高硬度、かつ、SUS304よりも高耐食性を示すため、硬さと耐食性を両立した3Dプリンタ用金属粉末として期待できる。以下に、(株)NTTデータエンジニアリングシステムズと共同で研究した結果を紹介する⁴⁾。

表5 ガスアトマイズ粉末の成分分析値（一例）

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
QSH6	0.02	0.4	0.6	5.8	15.7	1.1
SUS630	0.03	0.5	0.9	4.6	15.8	-

	Cu	Nb	Fe	O	N
QSH6	3.3	0.3	Bal.	180	290
SUS630	3.3	0.3	Bal.	110	390

mass%(O, Nはppm)

4.1. 組織観察

当社製ガスアトマイズ粉末2組成（QSH6、SUS630）を3Dプリンタで造形し、それぞれ断面を観察した。結果を図5に示す。QSH6、SUS630ともに断面の空孔は少なく、高密度で割れのない、良好な造形ができていていることが分かる。

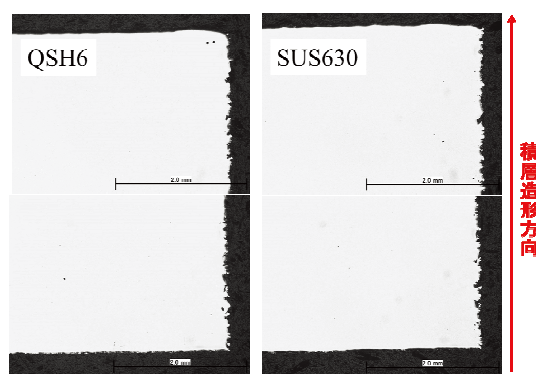


図5 造形体の断面組織（研磨まま）

4.2. 各種特性

析出硬化型ステンレス開発鋼:QSH6粉末、及び、SUS630粉末を3Dプリンタで造形し、強度及び耐食性を評価した結果を表6に示す。QSH6はSUS630と同等以上の硬さ、引張強さ、耐食性を示しており、素材の特長を十分に引き出せていることが確認できた。

表6 開発鋼QSH6とSUS630の特性比較（熱処理後）

	開発鋼 QSH6 造形体	SUS630 造形体	SUS630 鋼材
硬さ (HV)※	302 / 422	323 / 405	- / 392 以上
引張強さ (MPa)	1324	1287	1310 以上
伸び (%)	11.0	13.0	8.0 以上
耐塩酸性	◎	○	○
耐孔食性	○	△	○

※硬さは、未熱処理/熱処理の順に記載。

5. おわりに

今回、当社は新規に3Dプリンタ「EOS M280」を導入した。この3Dプリンタを用いて作製した、当社開発鋼QSH6の造形体は、SUS630の造形体、鋼材と、同等以上の硬さ、引張強さ、耐食性を示すことが分かった。

今後、造形体内部の空孔・欠陥が発生する要因解析、及び、機械的特性の更なる向上等を、粉末の組成、粒度、表面形状等の観点から進めていき、当社独自の3Dプリンタ用金属粉末の開発に繋げていきたいと考えている。

参考文献

- 1) i-MAKER. news:3Dプリンタ、2014年4月3日
- 2) 経済産業省:経済産業ジャーナル、2013年8・9月号
- 3) 山陽特殊製鋼技報:「高強度・高耐食析出硬化型ステンレス鋼QSH6」、1995
- 4) 永富裕一、池田裕樹:粉体粉末冶金協会平成27年度秋季大会、2015