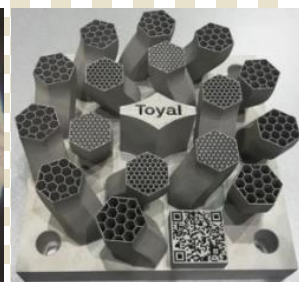
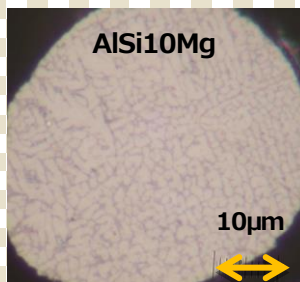


3D積層造形用アルミニウム合金粉末



東洋アルミニウム株式会社
 パウダー・ペースト事業本部
 技術開発部 粉体開発課(日野)
 村上 勇夫



左：日野製造所で試作した合金粉末の断面写真
 右：東金属産業株式会社様で造形されたイメージサンプル

【1. はじめに】

近年、金属部品の加工技術のひとつとして、3D 積層造形技術が注目されている。AM: Additive Manufacturing と呼ばれるこの技術では、材料として金属粉末が使用される。すなわち、CAD による設計データに基づき、3D プリントの内部機構における金属粉末の溶融・凝固プロセスの繰り返しを経て、3次元的な積層造形物を得ることが出来る。

ステンレス、チタン、銅等の3D積層造形だけでなく、アルミニウム合金の3D積層造形についても、強度、軽量、放熱性を活かすための材料設計や構造設計が、国内外問わず、試作・実用レベルで行われ始めている。

そのため、東洋アルミでも、アルミニウム合金粉末の大規模な試作依頼、特に海外からの件数が飛躍的に増えてきている。

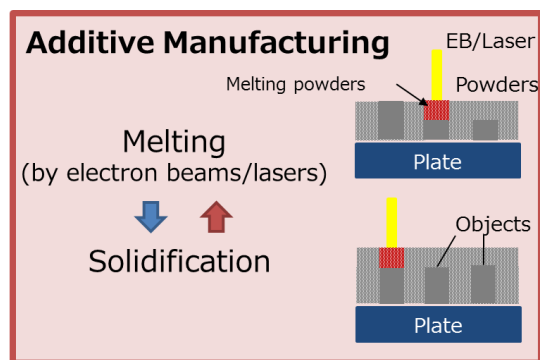


図1 金属 3D 積層造形の模式図 (パウダーベッド方式)

現状では用途が限定されるものの、鋳造・粉末冶金等の従来工法を上回る特性、到達し得ない構造を実現できる可能性を持つことが、3D積層造形の大きなアドバンテージであり、産業への応用が期待される分野である。

表1 金属 3D 積層造形の特徴 (パウダーベッド方式)

長所	複雑な形状を実現できる設計自由度
	CADデータがあれば、どこでも再現可能
	従来工法では得られない、新しい意味特性
短所	3Dプリンタ本体、金属粉末材料が高価
	造形速度が遅い (e.g. 100cm ³ /hr)
	造形サイズが小さい (e.g. 40X40X40cm)

【2. 合金粉末の特性と製造技術】

東洋アルミにおける 3D 積層造形用アルミニウム合金粉末の製造技術は、コアコンピタンスの応用で構成されている。

(1) 粒子形状

現在、この用途へは、球形に近い粒子形状が要求されることが多い。高品質の造形物を得るために、粉末には酸素量が低いこと、見掛け密度が高いことを求められる為である。

粒子形状は、アトマイズプロセスの雰囲気酸素濃度に大きく依存する。アルミニウムは酸化しやすい為、他の金属よりも粒子が異形に成りやすいが、不活性ガス雰囲気を利用したアトマイズプロセスによって球状粒子を得ることが出来る。

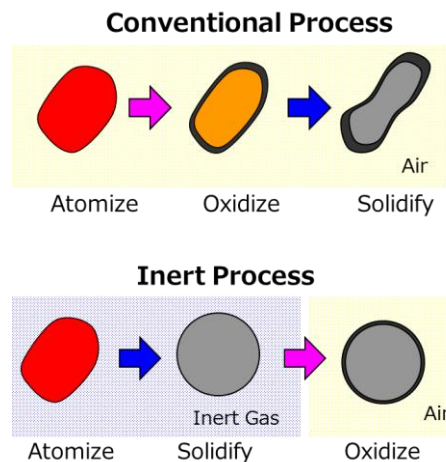


図2 アトマイズプロセスと粒子形状

(2) 粒子径

この用途では、造形の積層厚さに適した粒子径の粉末 ($d_{50}=20\sim 80\mu\text{m}$)が選択される。また、3D プリント内部の粉末供給機構によっては、流動性が求められる場合もある。アルミニウムは比重が小さいため、ホッパーから粉末が排出されない、リコーターで敷き詰められないといった、装置と粉末のミスマッチが起きやすい。各々の造形方式に適した粒子径分布・流動性を持つ粉末を提供するため、分級技術で粒子径を制御している。

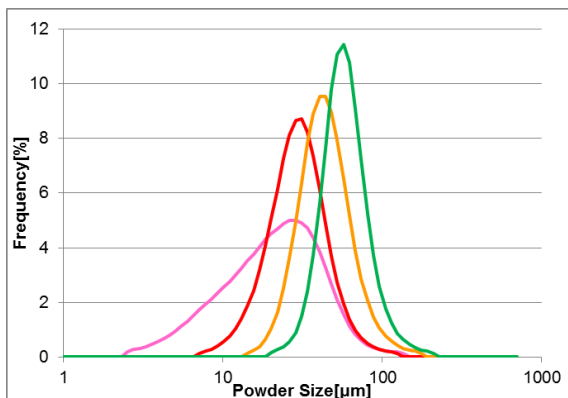
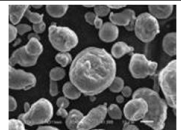
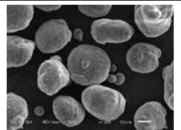
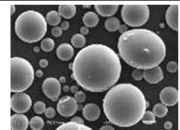
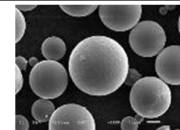


図3 粉末の粒子径分布の例

(3) 合金組成

アトマイズは冷却速度が $10^4\sim 10^5$ [°C/sec]となるような急冷凝固プロセスであるため、合金粉末は、鑄造よりも微細で偏析の少ない凝固組織を持つ。したがって、粉末冶金と3D 積層造形の長所は、溶製材で実現出来ないような合金組成を設計出来ることである。さらに、3D 積層造形自体も急冷凝固プロセスであるため、粉末時点での合金設計を造形物の物性に活かしやすいとされる。

表2 3D 積層造形用アルミニウム合金粉末と代表特性値

Name	SI10MG30A	SI10MG40A	SI10MG30B	SI10MG40B
Composition	AlSi10Mg	AlSi10Mg	AlSi10Mg	AlSi10Mg
Particle Size	15 μm -45 μm	20 μm -63 μm	15 μm -45 μm	20 μm -63 μm
Shape				
d_{10} [μm]	16	26	15	28
d_{50} [μm]	28	41	30	43
d_{90} [μm]	47	68	46	66
Oxygen [%]	0.16	0.15	0.05	0.04
Apparent Density [g/cm^3]	1.2	1.3	1.4	1.5

【3. 合金粉末のラインナップ】

形状・粒子径に関する粉末のラインナップとその特性の一例を、表2に示す。代表的な3D プリント(パウダーベッド方式)で使用されるアルミニウム合金粉末は、概ね表中の4仕様となっている。流動性が必要な場合や他の造形方式に合わせて、これ以外の粒子径にも対応し、提供している。

合金組成のラインナップについては、鑄物用合金の AlSi10Mg / AlSi7Mg0.6 / AC8A、ダイカスト用合金の ADC12 / DX19、展伸用合金の A2024 / A6061 / A7050、3D 積層造形用に AP Works が開発した Scalmalloy® など既存の組成のほか、カスタム組成の合金粉末の試作対応も行っている。

これら合金粉末は、3D 積層造形用途や Cold Spray 用途として、国内外の顧客に供給している。

【4. 今後の展望】

既にラインナップしている粉末の生産体制や品質管理体制の整備のほか、航空機、自動車、熱交換器などの各部位用途に適した合金粉末を開発していく。

【参考文献】

[1] Nicolas J. Grant (1982). Rapid Solidification of Metallic Particulates. *High-Strength Powder Metallurgy Aluminum Alloys*. The Metallurgical Society of AIME, p5-12.

[2] 日刊工業新聞「非鉄金属メーカー 積層造形を加速」2019年2月20日付朝刊, 14(13).