

3Dプリンター用ガスアトマイズ粉末

Gas Atomization Powder for Additive Manufacturing

1. はじめに

近年、CADデータから積層方式で製品を直接作製する3次元積層造形法（AM: Additive Manufacturing）が新しいものづくり技術として脚光を浴びている。

当初は原料が樹脂に限定されていたが、レーザーや電子ビームといった高エネルギーの熱源が得られたことで、原料に金属粉末を用いた産業製品作製向けの金属3Dプリンターも市販され注目を集めている。当社では、真空溶解-不活性ガスアトマイズによる高機能・低酸素な球状金属粉末を製造・販売している。この球状金属粉末は、3Dプリンター用の原料粉末としても適している。以下にその特徴を示す。

2. 金属粉末を用いた3D積層造形について

金属粉末を用いた3D積層造形は、CADデータを水平方向面でスライスしたデータに基づき、各スライス面の必要部位にレーザーもしくは電子ビームといった高エネルギー熱源を照射し、その部位にある金属粉末のみを熔融・凝固させることで微小な固化成形部を形成、これを積み上げて行くことで最終的にCADデータ通りの製品を作製するものである。

金属粉末の供給方法には大まかにパウダーベット方式とデポジション方式の2種類がある。図1に現在多く使われているパウダーベット方式についての模式図を示す。

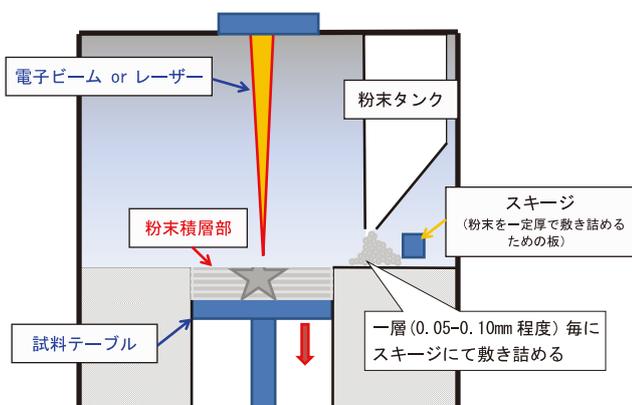


図1 金属粉末3Dプリンター（パウダーベット方式）の模式図

パウダーベット方式はタンクから粉末が供給され、これをスキージと呼ばれる板などで引伸ばすことで粉末を薄く一定厚で敷詰める。その後必要部位に熱源を当て粉末を熔融・凝固させることで固化成形部を形成する。次にその一定厚分テーブルを下げ、また同じように粉末を敷詰め再び造形することを繰り返し最終的に製品が完成する。

デポジション方式は、溶射や溶接に類似している。これは粉末をノズルから直接必要部位に供給、かつ同時に供給点に熱源を照射することで微小領域の造形を行い、CADデータに基づきノズル側を立体的に移動させることで造形物を積み上げ製品を完成させるものである。

両方式とも微小領域で金属粉末を熔融・凝固させることで造形体を得ており、各造形条件選定が重要であるが、短時間で熔融・凝固する金属粉末の特性も良好な造形体を得るのに重要である。

3. 3Dプリンター用粉末に求められる特性

3Dプリンターではタンクから供給し、一定厚で積層、もしくはノズル噴射など粉末を搬送する機構が多いため、用いられる粉末は流動性が高いことが重要である。

また一定厚積層や噴射時の高密度充填は造形後の製品特性に重要であるため、粉末自体が高密度充填できることも重要である。

造形時は不活性ガスもしくは真空中において、高エネルギー熱源で熔融・凝固されるため、ガスの放出が少なく凝固組織内の不純物が少ないことも重要である。

更に、3Dプリンター造形では、急速加熱によって熔融し、急冷によって凝固するため、その温度サイクルを考慮し、造形後の製品材料特性を加味した合金設計も重要である。

これらの特性を満足し、各種3Dプリンターに最適な平均粉末粒度とその分布幅を調整した粉末を効率よく量産し、提供できる技術も重要となる。

以上をまとめると3Dプリンター用粉末に求められる特徴は表1のようになる。3Dプリンター用粉末は、低酸素、高純度、球形状、高い流動性、成分安定性、適切な粒度分布を備えるとともに量産性をも加味しておく必要がある。

表1 3Dプリンター用粉末に求められる特性

項目	詳細
低酸素	造形時のガス成分放出を抑えられる
高純度	凝固組織内の不純物が少ない
球形状	高い流動性・高密度充填が可能
高い流動性	粉末積層性・搬送性に優れる
成分安定性	造形後の製品材料特性の安定化
適切な粒度分布	高い流動性・高密度充填が可能

4. 当社ガスアトマイズ粉末の特徴

図2に真空溶解-不活性ガスアトマイズ法の模式図を示す。真空中で溶融した金属を滴下し周囲から不活性ガスを噴霧することで液滴に分断、それらが急速凝固して球状金属粉末が得られる。

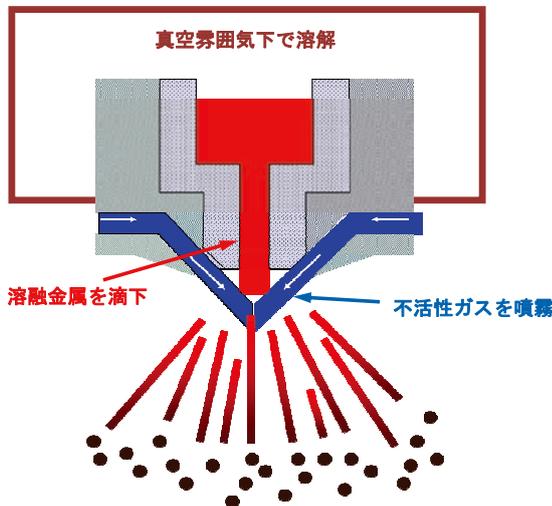


図2 真空溶解-不活性ガスアトマイズ法の模式図

当社では真空溶解-不活性ガスアトマイズ製造装置として世界最大級の2000kgアトマイザーから、試作向け2kgアトマイザーまで4台の装置を有し、量産・試作・研究開発のさまざまな用途に応じて高純度で低酸素な球状金属粉末を提供している。

図3に当社のガスアトマイズ粉末の特徴とその外観状況を示す。真空溶解-不活性ガスアトマイズ法により、3Dプリンター用粉末に求められる、低酸素・高純度の球状粉末が得られる。球状粉末は流動性に優れ高充填化も可能なため、良好な粉末供給性や積層性が得られると共に高密度な造形物が得られる。

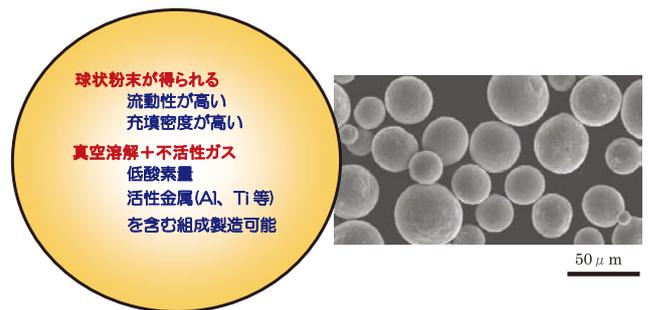


図3 当社真空溶解-不活性ガスアトマイズ法による球状粉末の特徴と外観状況

3Dプリンター用粉末で良く用いられるマルエージング鋼、析出硬化ステンレス鋼、Ni基超合金などのTiやAlを添加元素として時効硬化能をもたせた合金についても、真空溶解および不活性ガスアトマイズの両面より、溶湯と酸素の反応が工程中最少に抑えられる。そのため水アトマイズ法だけでなく一般的な大気溶解-不活性ガスアトマイズ法と比べても狙い成分が安定する。これにより造形物自体の材料特性バラツキが抑えられる利点もある。

製造合金粉の例			
Fe基	特長	組成	用途
PSS316L	高耐食性	Fe-17Cr-12Ni-Mo	耐食部品
PSS630	高耐食・高強度	Fe-17Cr-4Ni-Cu	耐食部品・耐食金型
QM300	高強度・高靱性	Fe-18Ni-5Mo-9Co-AlTi	金型
Ni基	特長	組成	用途
Alloy C276	超耐食性	Ni-16Cr-16Mo-5Fe-4W	耐食部品
Alloy X	耐酸化性・高温強度	Ni-22Cr-18Fe-9Mo-CoW	高温部材
PI718	高温強度・高耐食	Ni-20Cr-3Mo-5Nb-FeTiAl	タービン・航空機部材
PI625	高耐食性	Ni-22Cr-9Mo-4Nb	耐食部品
Co基	特長	組成	用途
PS21	高耐食性・高強度	Co-27Cr-3Ni-5Mo	耐食耐熱部品
CoCrMo	高耐食性・高疲労強度	Co-29Cr-6Mo	人工骨等

※ 上記以外の合金(設計)にも対応します。

図4 当社3Dプリンター用製造合金粉の例

5. 3Dプリンタへの適用事例

当社では主な合金系として鉄基、ニッケル基およびコバルト基の各種合金について製造可能であり、現在、金属粉末3Dプリンターで使用されている多数の合金粉について実績がある。それら製造合金粉の例を図4に示す。マルエージング鋼のQM300、ステンレス鋼のPSS316LやPSS630さらにはNi基超合金のAlloy C276やPI718、Co基合金のPS21といった汎用材料を始め、カスタマイズ組成にも対応可能である。

当社ガスアトマイズ粉を用いて造形した例を図5および図6に示す。図5は金型などに用いられるQM300（マルエージング鋼）粉末をレーザー積層造形装置にて造形したもので、図6は人工骨などに用いられるCoCrMo合金粉末を電子ビーム積層造形装置にて造形したものである。いずれの造形物についても良好な造形性を有している。

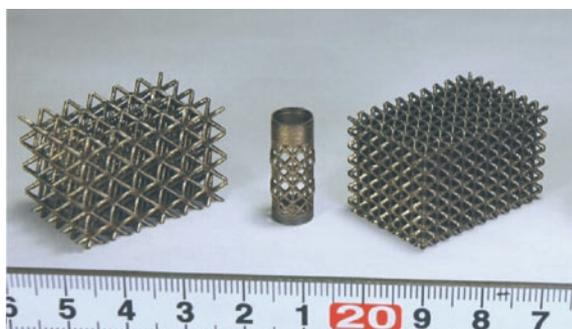


図5 QM300粉末を用いた積層造形品
(レーザー積層造形装置)

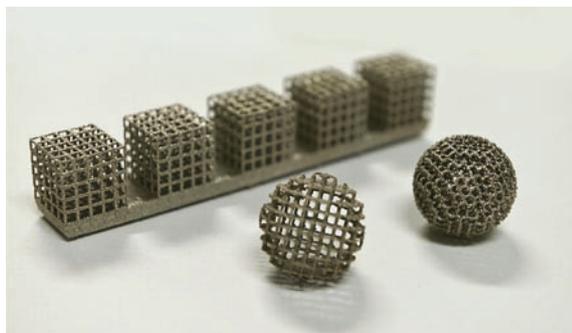


図6 CoCrMo合金粉末を用いた積層造形品
(電子ビーム積層造形装置:東北大学金属材料研究所
千葉晶彦教授ご提供)

6. まとめ

以上、当社の3Dプリンター用ガスアトマイズ粉末について紹介した。当社では3Dプリンターの発展と適用拡大に寄与していくことを目的に、今後も需要家の要求に応じた粉末を開発・提供していく予定である。