

# クロム系材料を用いた 3D 積層造形技術の開発

デジタルものづくり課 山本貴文、能登有里彩

機械電子研究所 中村陽文

JFE マテリアル株式会社 杉森博一、小畑太一、大川 勉、高井泰介

## 1. 緒言

クロム(Cr)は、第6族に分類される遷移金属元素であり、体心立方格子(body-centered cubic, BCC)構造を有する。工業的には、ステンレスや特殊鋼の構成成分、表面処理のメッキ素材として利用され、耐食性を改善する目的で使用されることが多い。一方、近年は新たな加工技術として、金属材料粉末を用いた 3D 積層造形技術(Additive Manufacturing, AM)が注目されている。この技術の利点には、種々の金属材料を用いて複雑な造形体を短時間かつ容易に作製できることが挙げられる。金属 AM 用の金属素材としては、マルエージング鋼、ステンレス鋼、インコネル、コバルトクロム合金、アルミニウム合金などが一般に知られる。しかしながら、工業的に利用可能な金属材料には制約が多いのが実情である。このため、国際規模で金属 AM 用の材料開発が進められており、金属学的な材料設計を駆使して様々な合金、複合材料が開発されている。しかし、現在に至るまで Cr を主成分とする金属材料に関する報告はほとんどない。そこで、本研究では金属 AM 用材料粉末として Cr 系材料に着目し、粉末特性の観点から、その適用性を評価した。

## 2. 実験方法

Cr 粉末の製造工程の制約から、粉末特性調査には破碎 Cr 粉末を用いた。粒度分布測定には、レーザ粒度分布計(スペクトリス、マスターサイザ-3000)を使用した。得られた粒度分布曲線から、メディアン径を算出した。なお、粒度分布測定では目的の Cr 粉末のほか、比較試料として金属積層造形装置(EOSINT-M280)のメーカーである独 EOS 社が提供する標準粉末を用いた。標準粉末は3種類用意し、それぞれ粉末 A,B,C とした。粉末形状の観察には、電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM ; 日立ハイテクノロジーズ、SU5000)を使用した。各粉末の流動性は、金属積層造形装置のリコート(粉末供給)機構を模擬した流動性試験により評価した。この評価には、一定量の粉末からなる堆積部の側面に向かってリコータを移動させ、崩れた堆積部の流動長から流動性を判断する手法を用いた。なお、リコータと堆積部底面との間の距離は、約 0.5 mm とした。

## 3. 実験結果および考察

図1に各種粉末の粒度分布測定の結果と破碎 Cr 粉末の SEM 像を示した。粒度分布測定より、粉末 B と粉末 C は同一の粒度分布を呈しているのに対して、粉末 A の粒度分布曲線は高粒径側にシフトしていることが分かった。すなわち、標準粉末であっても同一の粒度分布を呈している必要はなく、粒度分布特性には一定の許容範囲があることが明らかとなった。この結果を鑑み、破碎 Cr 粉末の粒径が 45  $\mu\text{m}$  以下となるように粉末を調整した。粒度分布曲線に示すように、粉末 A と同等の粒度分布特性となり、そのメディアン径は 48.1  $\mu\text{m}$  であった。目的の粒径より若干高いが、概ね粒径調整が可能である見通しを得た。図 1(b)は調整した Cr 粉末の SEM 像である。破碎工程に起因する歪な粉末形状を呈していることが分かる。しかし、図2の流動性評価より、Cr 粉末の流動性は標準材料の粉末 A と同等以上であることが明らかになった。これらの結果より、調整した破碎 Cr 粉末は、金属 AM 用材料としての粉末特性を有することが確認できた。

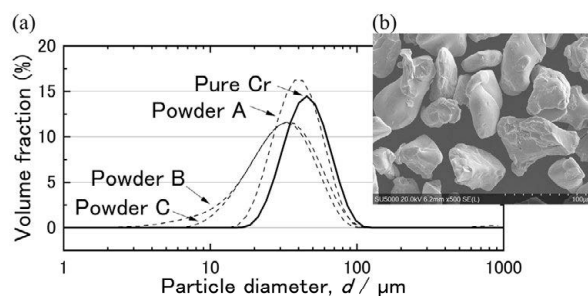


図1 (a)粒度分布曲線と(b)Cr 粉末の SEM 像

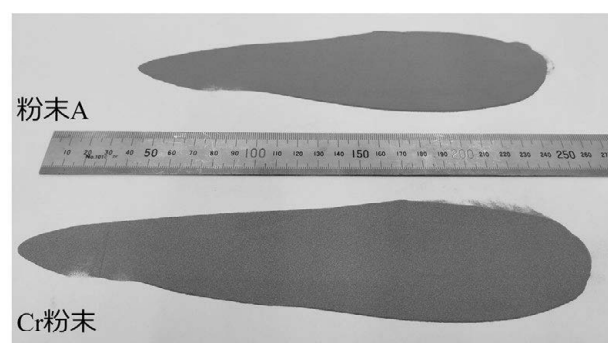


図2 粉末の流動性試験の結果(下:Cr 粉末、上:粉末A)