

タングステンを用いたアルミダイカスト金型補修のための基礎研究

製品・機能評価課 関口啓介、清水孝晃*1 デジタルものづくり課 山本貴文

1. 緒言

自動車のエンジン部品を始め、多くのアルミ部品はダイカスト金型により成型される。近年のアルミダイカスト品の高強度化や高サイクル生産化の対応に伴い、高温・高圧のアルミ溶湯が型内に射出されるために金型摩耗や溶損発生が課題となる。金型補修メーカーは溶湯が生じた金型に対し、主にマルエージング鋼等の溶接棒により肉盛溶接し切削加工することで型補修を行う。しかし補修後の成型において、溶接棒中の金属成分と熔融アルミとの間に金属間化合物を生じる等の理由から補修部の耐溶損性が低く留まることが知られている。従って数千ショット程度で再び型の溶損が起き、効率的なダイカスト金型の運用には至っていない。

そこで本研究では耐アルミ浸食性に優れたタングステンに着目し、ダイカスト金型補修向け材料としての適用可能性の検討するため、純タングステンの金属 3D プリンティング技術を活用し種々の金型材料への造形を実施した。本報告書では作成された造形体の金属組織および機械的特性についてその概要を報告する。

2. 実験方法

造形には、ドイツ EOS 社製 EOSINT-M280(図 1)を用いた。造形装置に搭載されているレーザは、最大出力 400W の Yb-ファイバーレーザであり、スポット径は約 0.1mm、波長は 1070nm である。用いたタングステン粉末は、タングステン酸化物の水素還元により精製された平均粒径 17 μ m の多角形状粒子である。

純タングステンの造形には、高密度化が可能なレーザ照射条件(出力、走査速度、走査ピッチ、積層厚)を用い、アルゴン雰囲気中(酸素濃度:0.1%以下)で積層を実施した。材料特性の調査に用いた造形体の形状は、直径 10mm で、高さ約 1mm(積層 50 回)の円柱状とした。また、造形される側の母材には(a)SKD61(熱処理無)、(b)SKD61(熱処理有)、(c)SUS304、(d)銅タングステンの 4 種を用いた。

タングステン造形体の金属組織観察には光学顕微鏡を用い、腐食液として村上試薬を使用した。また、機械的特性の評価は硬さ試験により行った。造形体表面から深さ 0.05mm、0.1mm、0.2mm…における硬さを測定した。硬さ試験機にはミットヨ製マイクロビッカース硬さ試験機(HM220)を用い、試験力は 0.98N とした。



図 1 EOS 社製 EOSINT-M280

3. 実験結果および考察

図 2 にタングステン造形体における鉛直断面の断面光学写真を、図 3 にマイクロビッカース硬さ試験結果を示す。全ての造形体において、積層方向に強く伸長した金属組織の形成を確認した。このような積層方向に伸長した金属組織は、層を積み上げるプロセスに起因する金属 3D プリンティング特有の金属形態である。この伸長した組織内(造形体表面から深さ 0~0.6mm)における硬さは最大 580HV0.1 を示し、タングステン組織による硬化を確認することができた。更には(d)銅タングステン以外の組織では伸長組織と母材の間(深さ 0.7~1.1mm)には図 4 に示すような微細組織が確認され、この部位の硬さは 1120~1240HV0.1 を示し、非常に硬い組織が造形されていることが明らかになった。

一方で、全ての造形体において母材近傍にクラックおよび大きさが約 100~200 μ m の空洞(図中の黒色部)が複数箇所認められた。今回の造形体をアルミダイカスト金型補修材に適用することを考慮すると、造形体中のクラックおよび空洞の発生はアルミ射出成型時に造形体の剥離・脱落を誘発する重大な欠陥であると推察できる。今回このクラックおよび空洞の発生要因については解明には至らなかったが、今後、レーザ照射条件、母材材質、粉末の条件について検討を進める必要がある。

4. 結言

アルミダイカスト金型補修材への適用に向け、純タングステンを用いた金属 3D プリンティングで作成された造形体の金属組織と機械的特性を調査した。硬さはタングステンが持つ特性により高い値を示したが、造形体の内部にはクラックおよび空洞が数多く確認され、3D プリンティング側の条件、母材材質、粉末による影響につい

*1 現 機械電子研究所

て検討を実施し、改善を行っていく必要があると考えられる。

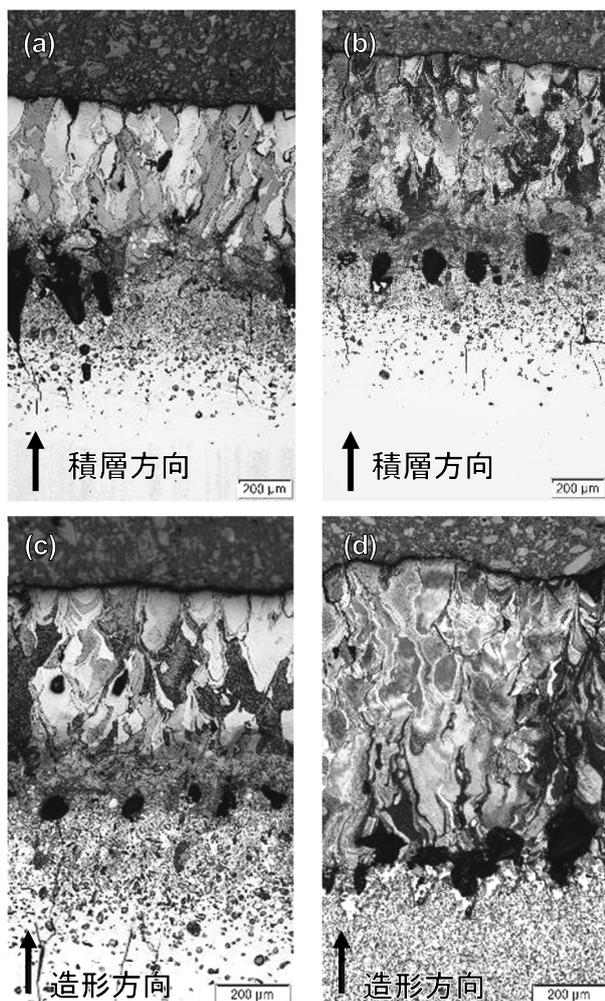


図2 タングステン造形体の金属組織

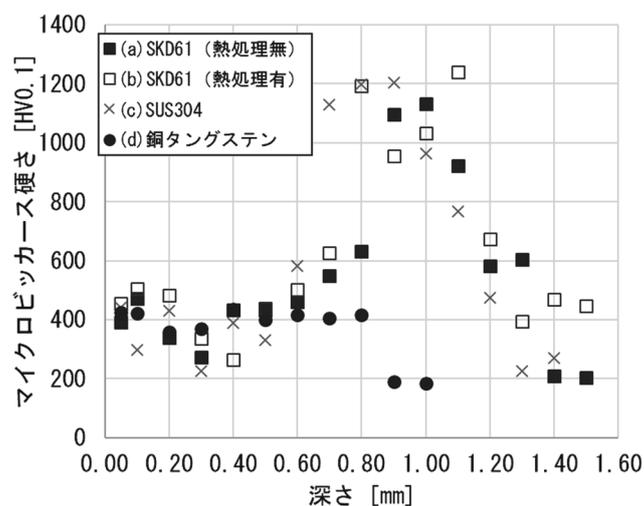


図3 マイクロビッカース硬さ試験結果

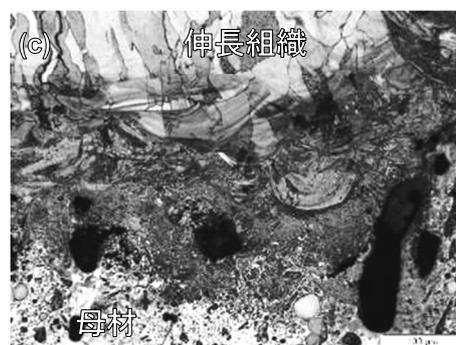


図4 伸長組織-母材間の微細組織

参考文献

1)山本 他, 富山県産業技術研究開発センター研究報告, No.33(2019)pp.20-21

キーワード : 金属 3D プリンティング、Additive manufacturing、純タングステン、ダイカスト金型

Basic Research of Repairing Aluminum Die Casting Mold Using Tungsten

Product and Function Evaluating Section; Keisuke SEKIGUCHI, Takaaki SHIMIZU*¹,
Digital Manufacturing Section; Takafumi YAMAMOTO

In study, the microstructure and mechanical properties of the model formed by metal 3D printing using pure tungsten were investigated. Apply on various aluminum casting mold base materials (SKD61, SUS304, copper tungsten alloy). As the result, the micro-vickers hardness shows high value due to the characteristic of tungsten, but many cracks and cavities were confirmed inside the molded body. It is necessary to continue to investigate the effects of 3D printing conditions and base material.