

〔経常研究 A〕

ウェットプロセスを用いた金属 AM 造形体の平滑化の検討

山田直輝

1 目的

金属積層造形(AM)技術は、3D-CAD モデルから従来の加工法では作製できない中空構造やラティス構造体(図 1(a))など複雑形状も容易に作製可能であることから、高機能な造形物も創製できる。その用途は金型をはじめ医療用部品など多岐にわたり、最近では試作や小ロット生産に留まらず、量産のロケット構造部品に使用されるなど実用技術としての発展が著しい。造形体の形状自由度や寸法精度などが向上する一方で、造形体は金属粉末の焼結体であるため、図 1(b)に示すように従来の機械加工品等と比べ表面粗さが大きく、用途に応じて後工程での表面仕上げが必要となる。しかし、表面仕上げは形状が複雑になるほど従来の切削・研削などでは表面を平滑に仕上げることは困難であり、後工程となる表面仕上げの技術開発が重要である。本研究ではウェットプロセスであるめっき前処理による表面平滑化について検討した。

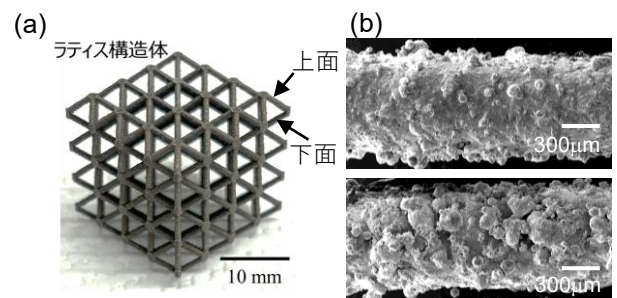


図 1 造形体(a)及びコネクタ表面 SEM 像(b)

2 実験方法

アルミ合金粉末(Al-12wt%Si)を使用し、作製したラティス構造体(図 1)並びに積層方向の異なる 90 度、45 度プレート状造形体(10 x 40 x t 1mm(図 2))を試料とした。各試料に対して、めっき工程で一般的に使用される各種のエッチング処理を行った。エッチング処理後の試料について無電解 Ni-P めっき、Cu めっき、Ni-W めっきを施した。各種の処理を施した試料について図 2 に示す矢印の面に対して、表面粗さ、表面観察を三次元表面構造解析顕微鏡装置、走査型電子顕微鏡を用いて評価した。

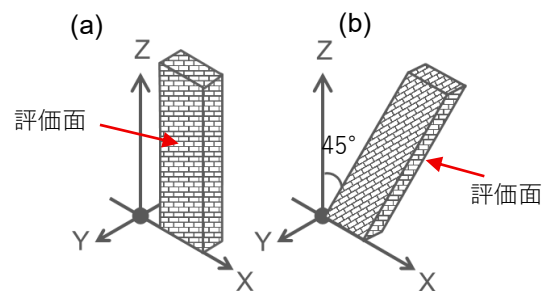


図 2 積層方向の異なる AM 造形体模式図

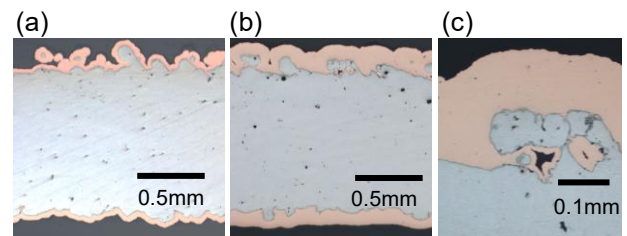
(a)90 度方向, (b)45 度方向

3 結果と考察

3.1 プレート造形体へのめっき処理

3.1.1 めっき処理のみによる平滑化の検討

図 2(1)に示した 45 度方向造形体に対して、60μm、150μm の Cu めっき膜を形成して、AM 造形体の表面平滑化を試みた。めっき膜厚 60μm (図 3(a)) では造形体由来である凹凸形状を維持したままであり表面平滑化への効果がみられない一方、めっき膜厚 150μm(図 3(b))では Cu めっき膜により凹凸差が小さくなり、大幅な粗さ低減が期待できる。しかし、素地と Cu めっき膜の界面を観察すると図 3(c)に示したようにめっき不良である空隙が

図 3 Cu めっき後の断面光学顕微鏡像
めっき厚: (a)60μm, (b)150μm, (c) (b)拡大像

多く観察され、直接めっき処理を用いた AM 造形体の健全な平滑化は困難であり、めっき前処理のエッチングが必要であることがわかった。

3.1.2 エッチング処理による平滑化

90 度並びに 45 度方向に積層造形したプレート状造形体に対し、各エッチング処理を行った結果を図 4 に示す。造形直後の表面粗さは 90 度、45 度プレートでは $17\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 以上であり、アルカリ処理、化学研磨処理、電解研磨処理を順に行うことで表面粗さは低下し、電解研磨後には $10\mu\text{m}$ 以下の表面粗さが得られた。また、各種エッチング処理を施した 45 度プレート造形体の下面の表面 SEM 観察(図 5)を行うと、造形直後では金属粉末の熔融凝固により形成された凹凸の大きな表面性状であった。各処理を順に行うことで、熔融凝固した金属粉末は除去され表面性状は大きく改善し、比較的平坦な表面が得られた。その後 Cu めっきを施すと金属鏡面を得られることから、めっき前処理のエッチング処理を適用することで、AM 造形体の表面平滑化の期待ができる。

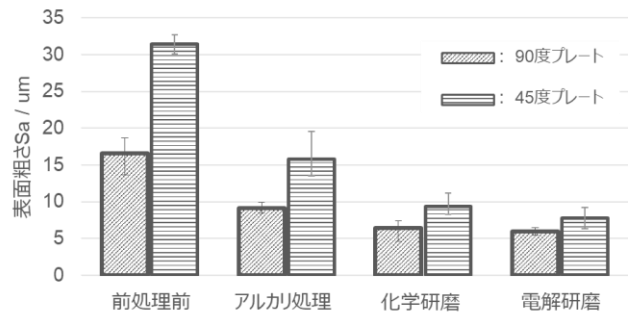


図 4 各処理後のプレートの表面粗さ

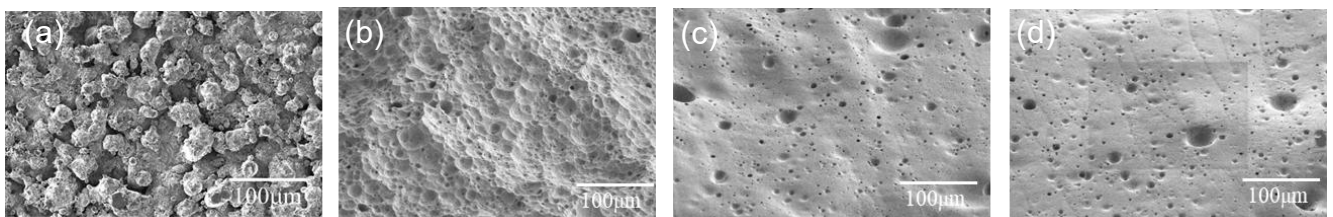


図 5 各処理した 45 度プレート表面 SEM 像

(a) 前処理前, (b) アルカリ処理, (c) 化学研磨, (d) 電解研磨

3.2 ラティス構造体へのめっき処理

プレート状造形体に対して最適化したエッチング処理条件をラティス構造体へ適応を試みた。コネクタ上下面の表面 SEM 像を図 6 に示す。上下面ともに前処理前に観察された熔融凝固した粉末が除去され、プレート状造形体と同様の表面性状が得られ、ラティス構造体のような複雑な造形体においてもめっき前処理で表面平滑化に効果があることがわかった。さらに電解研磨したラティス構造体に

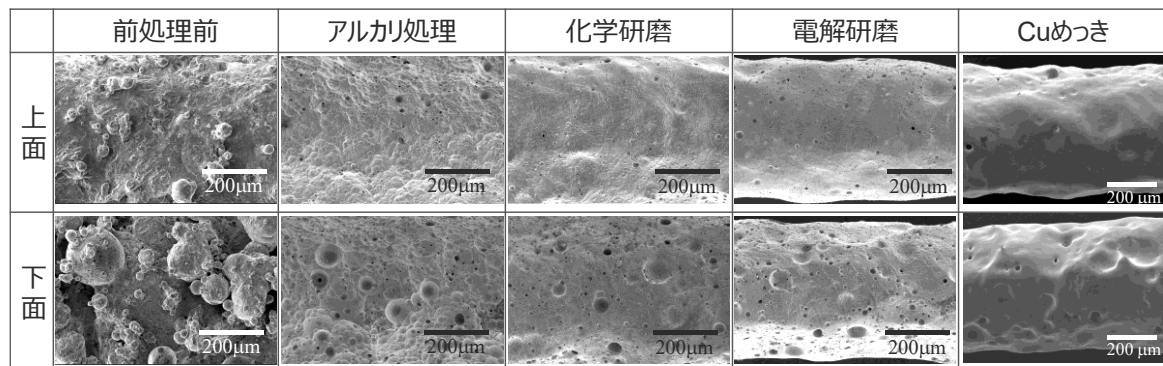


図 6 前処理後のラティス構造体のコネクタ表面 SEM 像

Cu めっきを施すと、図 7 のように造形直後(図 1)にはみられなかった金属光沢を示した。Cu や Ni-W

めっきなどを組み合わせることで新たな機能性付与が期待できる。

4 結論

めっき前処理のエッチング処理はプレート形状だけでなく複雑形状を有する AM 造形体の表面平滑化への利用が期待ができる。一方で、本法は造形物の比較的大きな減肉を伴う。より少ないエッチング量で同程度の Sa を実現できる処理の検討を進める必要がある。

(問合せ先 山田直輝)

(校 閲 山口 篤)

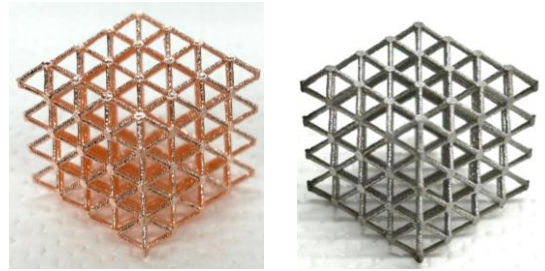


図7 めっき/ラティス構造体
(a)Cu めっき, (b)Ni-W めっき