

9 チタン部材表面の高品位化に関する研究

山本章裕, 山口 篤, 阿部 剛, 浜口和也, 高橋輝男, 岸本 正, 福地雄介

1 目 的

近年、チタンは金属アレルギーを起こさず、軽量のため、ピアス、ブレスレット、ペンダント等のアクセサリとして利用されるようになった。また、装飾品に限らず、航空、医療、民生品の分野でもチタンを素材とする製品が増加し、その仕上げにおいても表面の鏡面化、微細なバリ取り、エッジ仕上げなど様々なニーズが増えている。

しかし、従来の研磨布やブラシによる仕上げや電解研磨は自動化が難しく、ほとんど手作業であるため、品質にバラツキがありコストも高いのが現状である。とくに、チタンの鏡面仕上げに用いられるバフ研磨は、手作業で行われ、粉塵も発生するため、作業効率や品質のバラツキだけでなく作業者が劣悪な作業環境にさらされるという問題がある。

一方、バレル研磨はバフ研磨などの手作業の合理化・省力化のための代替方法としてよく利用される研磨方法であり、チタンを研磨した報告はある¹⁾が、鏡面仕上げに関するものはほとんどない。

そこで、本研究開発では、大量生産と同時に自動化の容易なバレル研磨法によるチタン部材の鏡面仕上げについて検討する。

2 実験方法

2.1 遠心バレル研磨法

遠心バレル研磨機は、図1に示すようにタレット(Turret)と呼ばれる回転板に容器を等間隔に偏心させて配置し、その容器の中にメディアと工作物を装入し、タレットと容器を一定の比率で回転させることにより、工作物とメディアに遠心力を作用させながら、その相對運動による摩擦作用により研磨する装置である。本実験には、吸塵機を付設した乾式専用装置はほとんど普及していないので、容量2Lの円筒状容器が4個取り付けられる一般的な湿式用遠心バレル研磨機を使用した。その仕様は表1に示すとおりである。

2.2 研磨条件

実験は、表2に示す研磨条件で行った。すなわち、タレット回転数と研磨メディア装入率をそれぞれ 200 min^{-1} と $50\text{vol}\%$ に固定し、研磨に水を必要としない乾式用メディアを使用し、一辺15mm、厚さ4mmの正方形のチタン板を工作物としてバレル研磨した。

工作物の材種は、純チタン(Ti)、Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al および Ti-6Al-4V であり、それぞれの硬さは表3に示すとおりである。また、乾式用研磨メディアは表4に示すものを使用した。

3 結果と考察

3.1 仕上げ面粗さの時間的推移

図3は、初期粗さ(前加工面の粗さ)が約 $0.2 \mu\text{mRa}$ と $0.6 \mu\text{mRa}$ の Ti の工作物をメディア RT6 で研磨したときの仕上げ面粗さと研磨時間の関係を求めたものである。

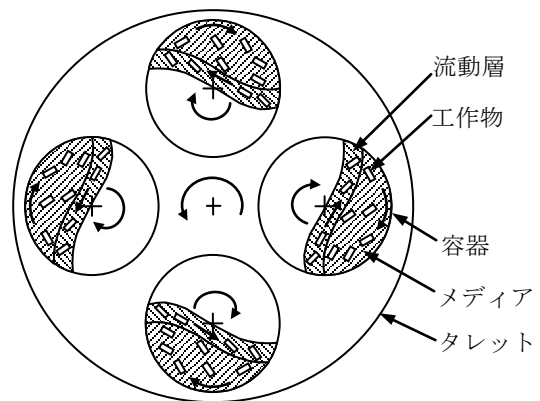


図1 遠心バレル研磨法

表1 遠心バレル研磨機の仕様

容器の形状と個数	円筒形(2L)×4 D65×H155mm
タレットと容器の中心間距離	160mm
タレットと容器の回転比	1:-2
タレット回転数	$0 \sim 240 \text{ min}^{-1}$

表2 研磨条件

工作物	正方形板 15×15×4mm
タレット回転数	200 min^{-1}
研磨メディア装入率	50vol%

表3 工作物材種

材種	Ti(2種)	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	Ti-6Al-4V(60種)
硬さ(HV)	190	270	340

表4 研磨メディア種類

型番	記号	形状	用途	重量 g	密度 g/cm ³
NRT10×10	RT10	三角柱	粗	2.37	2.14
NRT6×6	RT6	三角柱	粗	0.196	1.66
NRT4×4	RT4	三角柱	粗	0.0555	1.67
DRC-3	RC3	円柱	粗	0.0538	2.32
DFC-5	FC5	円柱	仕上	0.173	2.08
DFC-3	FC3	円柱	仕上	0.035	1.76
WL # 16	W16	粒状	光沢	—	0.58
WL # 46	W46	粒状	光沢	—	0.58

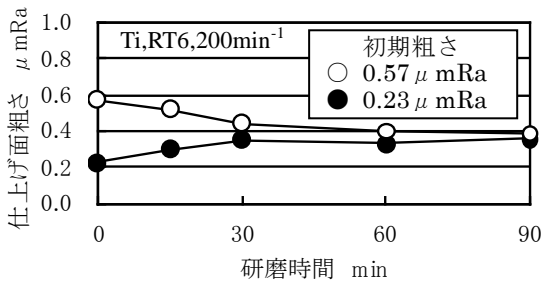


図3 研磨時間と仕上げ面粗さの関係(RT6)

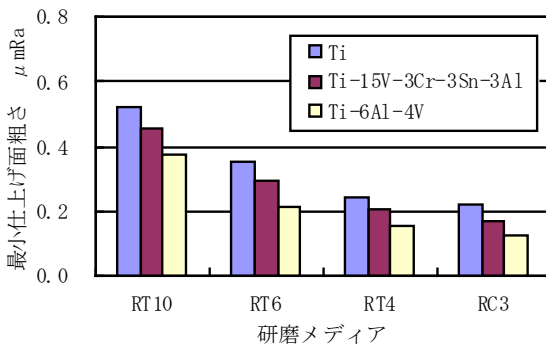


図4 研磨メディアと最小仕上げ面粗さの関係(粗)

同図より、いずれの粗さの前加工面においても、その仕上げ面粗さは、研磨時間が30minを経過するとほぼ0.4μmRaを示すようになり、この研磨条件においてはこの値が到達することができる最小の仕上げ面粗さであることがわかる。

3.2 最小仕上げ面粗さ

図4は、粗仕上げ用メディアで各チタン材を研磨したときの到達することができる最小仕上げ面粗さを求めたものである。

同図より、研磨メディア寸法が大きいほど最小仕上げ面粗さは大きいことがわかる。また、表3の各チタン材の硬さによれば硬さの高い方が最小仕上げ面粗さは小さくなっている。

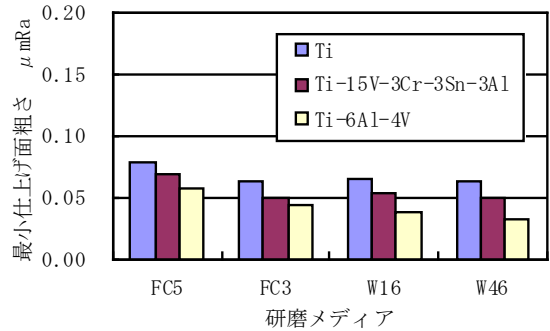
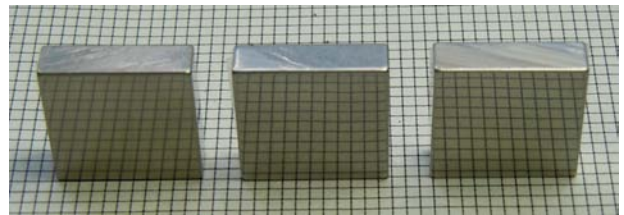


図5 研磨メディアと最小仕上げ面粗さの関係(仕上・光沢)



(a) Ti (b) Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al (c) Ti-6Al-4V

図6 仕上げ研磨後の外観(FC3)

図5は、仕上げ用および光沢仕上げ用のメディアで各チタン材を研磨したときの到達することができる最小仕上げ面粗さを求めたものである。

同図においても、ほぼ図4と同様の傾向を示し、研磨メディア寸法が大きい方が最小仕上げ面粗さは大きく、チタン材の硬さが高い方が最小仕上げ面粗さは小さい。

図6は、仕上げ用メディア DFC-3 で研磨し、最小仕上げ面粗さに到達したときの外観を示す。図5で示すようにいずれのチタン材も0.1μmRa以下になっており、鏡面として問題のない状態に仕上がっている。

4 結論

乾式遠心パレル研磨法において、チタン材の鏡面仕上げを実現するため、鏡面の目標として0.1μmRa以下の仕上げ面粗さを達成するための研磨条件について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 研磨条件とチタン材種によって、到達できる最小の仕上げ面粗さが決まる。
- (2) 到達できる最小の仕上げ面粗さは、メディア寸法が小さく、チタンの硬さが高い方が小さい。
- (3) 仕上げ用メディアで、分0.1μmRa以下の鏡面研磨は可能である。

参考文献

- 1) 山本章裕, 北嶋弘一: 乾式遠心パレル研磨におけるチタン合金の研磨特性, 砥粒加工学会誌, 52, 12(2008)730

(文責 山本章裕)
(校閲 福地雄介)