

貴金属のバレル研磨条件の最適化に関する研究（第2報）

宮川和博・林善永・小松利安・有泉直子・小玉実^{*1}・秋野真志^{*2}

Study on optimization of precious metal barrel finishing conditions (2nd Report)

Kazuhiro MIYAGAWA, Zenei HAYASHI, Toshiyasu KOMATSU, Naoko ARIIZUMI, Minoru KODAMA^{*1} and Masashi AKINO^{*2}

要 約

研磨・仕上げ工程の効率化を目的として、品質工学におけるパラメータ設計を利用しバレル研磨条件最適化について検討を行った。バレル研磨工程は粗研磨から仕上げまでいくつかに分けられるが、今回は中研磨工程から仕上げ研磨工程について検討した。仕上がりに影響の大きいと思われる8つの因子をL18直交表に割り付け、サンプル投入量を誤差因子として実験を行い、表面粗さを評価特性として要因効果図を作成し最適条件の検討を行った。その結果、最適条件は現行条件とは異なる結果となり、確認実験を行ったところ、利得の向上がみられた。しかし、実験値と推定値に差があるため、他の要因が影響を及ぼしている可能性も考えられる。

1. 緒 言

山梨県の地場産業の一つである貴金属装身具の製造業では、近年、地金価格の高騰や節約志向により低価格な銀合金や低品位金合金を使用した製品の流通量が増加している。これら低価格の製品は利益率が低いため、材料費や製造コストを押さえる必要がある。各工程のうち、研磨・仕上げ工程では、工程の一部を手仕上げなどで行っている場合も多い。この部分をより効率的な方法に転換できれば、コストの削減につなげることが可能となる。バレル研磨は、一度に大量かつ均一に研磨・仕上げを行うことが可能であり、ランニングコストが比較的安価な加工法であり、すでに実施している企業もある。しかしメディアの種類などをはじめパラメータが多いため最適研磨条件を見いだすのに時間がかかるといった課題があり、資金や時間の面から実施していない企業も多い。また実施している企業においても最適条件で行えているか分からないといったケースもあり、バレル研磨におけるデータ蓄積や条件出しの要望が多い。

本研究では、貴金属のバレル研磨工程に、パラメータ設計を利用し最適バレル研磨条件を見いだすことを目的とする。バレル研磨は、粗研磨→中研磨→仕上げ研磨といった形でいくつかの工程に分けられる。そこで、本研究では、工程毎に最適化を行うことで、全体の最適化を

行うこととした。第1報¹では、粗研磨工程について最適化を行った。本報では、中研磨から仕上げ研磨工程の最適化について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 試験品形状および実験装置

実験に使用した試験片を図1に示す。評価が行いやすいよう18 mm×10 mm×2 mmの板状とし、真空吸引加圧鋳造機（(株)安井インターテック社製 KT15F）を使用して鋳造にて作製した。材料にはスターリングシルバー（銀92.5%、銅7.5%）を用いた。第1報¹での最適条件にて粗研磨を行った。

バレル研磨加工は、図2に示す遠心バレル研磨機（(株)チップトン HS-1-4V）を使用した。



図1 試験片

*1 山梨県水晶宝飾協同組合

*2 山梨県品質工学研究会



図2 遠心バレル研磨機

2-2 誤差因子の選定

実際の現場では毎回製品の形状や投入量が異なることが考えられる。特に投入量が増加すると、製品同士の衝突が起りやすくなり、製品の仕上がりに大きく影響することが考えられる。そこで製品の投入量を誤差因子として組み込み、行うこととした。

2-3 制御因子

制御因子は、バレル研磨に関わる因子の中で製品の仕上がりに特に影響を与えると考えられる8因子を取り上げ表1のとおり L18 直交表に割り付けた。なお、現行の加工条件は A₁B₃C₂D₂E₁F₃G₃H₂ である。

表1 制御因子

因子名	水準		
	1	2	3
A 中研磨メディア	FC-10*	AXB-8	
B 中研磨回転数	200 rpm	240 rpm	270 rpm*
C 中研磨時間	20 min	40 min*	60 min
D 中研磨水量	マス下	マス面*	マス上
E 仕上げ研磨メディア	3P-12*	HPR-2F	CS-2
F 仕上げ研磨回転数	200 rpm	240 rpm	270 rpm*
G 仕上げ研磨時間	20 min	40 min	60 min*
H 仕上げ研磨水量	マス下	マス面*	マス上

*印：現行条件 (A₁B₃C₂D₂E₁F₃G₃H₂)

2-4 評価特性

評価特性は、研磨条件の最適化を目的としているため試験品の表面粗さとした。測定は表面粗さ輪郭形状測定機 ((株)小坂研究所 SurfcoorderDFS1000) を用い、試験片両面の縦方向および横方向の2箇所で行った。

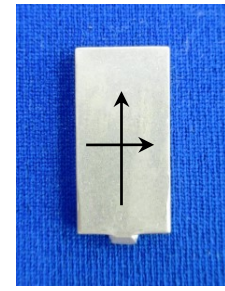


図3 表面粗さ測定位置

3. 結果と考察

3-1 要因効果と最適水準の推定

製品投入量を誤差因子として、実験および評価、解析を行い、評価特性毎に要因効果図を作成した。図4に Ra, 図5に Rz の要因効果図を示す。粗さは値が小さいほど良好で0が理想であるため、解析は望少特性で行った。

推定の結果を現行条件とあわせて表2に示す。SN比が大きく平均値が小さい条件を選択した。その結果、中研磨メディア、仕上げ研磨回転数、仕上げ研磨時間、仕上げ研磨水量の4項目で最適条件と現行条件が異なる結果であった。

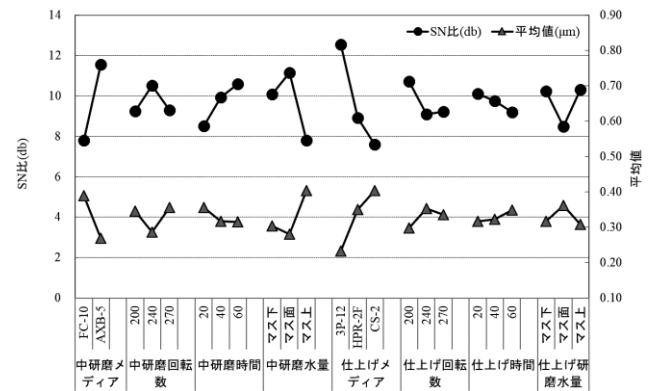


図4 要因効果図 (Ra)

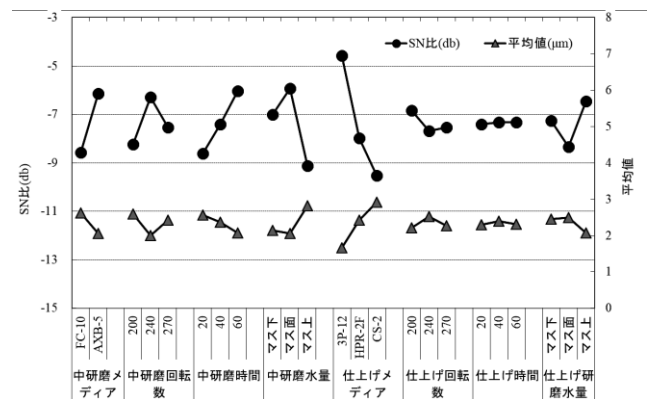


図5 要因効果図 (Rz)

表2 現行条件と最適条件

因子名		現行条件	最適条件
A	中研磨メディア	FC-10	AXB-8
B	中研磨回転数	270	270
C	中研磨時間	40 min	40 min
D	中研磨水量	マス面	マス面
E	仕上げ研磨メディア	3P-12	3P-12
F	仕上げ研磨回転数	270 rpm	200 rpm
G	仕上げ研磨時間	60 min	20 min
H	仕上げ研磨水量	マス面	マス上

3-3 確認実験および考察

現行条件および最適条件にて確認実験を行った。その結果を表3に示す。

わずかに利得の向上はみられたが、推定値とは差がみられた。このことから、他の要因が影響している可能性が考えられる。

また、今回最適条件と現行条件が異なった因子について考察してみる。

- ・中研磨メディア
メディアの選定が重要である。
- ・仕上げ研磨回転数
仕上げは研磨力が弱いため、あまり回転数の影響を受けないと考えられる。
- ・仕上げ研磨時間
従来の1/3の時間で同等の効果が得られることが確認できた。
- ・仕上げ研磨水量
水を増やすことで製品とメディアの接触が減少し、品質が向上したものと考えられる。

表3 確認実験結果

	SN比[db]		計測値[um]	
	推定値	実験値	推定値	実験値
現行条件	9.89	14.51	0.32	0.19
最適条件	19.07	15.33	0.01	0.17
利得	9.18	0.82	-0.31	-0.02

5. 結 言

最適バレル研磨条件を見いだすことを目的として、粗研磨工程にパラメータ設計を利用し最適化を検討した。

その結果、パラメータ設計がバレル研磨条件へ適用でき、バレル研磨工程全体の最適化が可能であること

が確認できた。

最適条件は、現行の条件とは異なり、確認実験で利得の向上はみられたが、推定値とは大きく差があった。今回の実験には取り込んでいない要因が影響している可能性があり、今後の課題である。

参考文献

- 1) 宮川和博, 林善永, 小松利安, 有泉直子, 小玉実・秋野真志: 貴金属のバレル研磨条件の最適化に関する研究, 山梨県産業技術センター研究報告, No.1, pp.27-30 (2018)
- 2) 宮川和博, 堀内正邦, 斎藤勉, 室井正人, 伊藤利幸, 広瀬隆人, 大山薫徳, 柿木俊彦, 天野敏彦, 熊坂治: ロストワックス精密鋳造法のパラメータ設計, 第18回品質工学研究発表大会論文集, pp170-173 (2010)