

# 貴金属のバレル研磨条件の最適化に関する研究

宮川和博・林善永・小松利安・有泉直子・小玉実<sup>\*1</sup>・秋野真志<sup>\*2</sup>

## Study on Optimization of Precious Metal Barrel Finishing Conditions

Kazuhiro MIYAGAWA, Zenei HAYASHI, Toshiyasu KOMATSU, Naoko ARIIZUMI, Minoru KODAMA<sup>\*1</sup>, Masashi AKINO<sup>\*2</sup>

### 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、今回は粗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、メディアの劣化を誤差因子として実験を行い、表面粗さおよび重量変化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。はじめに、粗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、真空吸引加圧圧造機（株）安井インターテック社製 KT15F）を使用して圧造にて作製した。材料にはスターリングシルバー（銀 92.5%，銅 7.5%）を用いた。

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



図 2 遠心バレル研磨機

\*1 山梨県水晶宝飾協同組合

\*2 山梨県品質工学研究会

## 2-2 誤差因子の選定

誤差因子の選定について、予備実験を行い検討した。

事前にバレル研磨に関わる因子<sup>1)</sup>について検討を行い、その中から誤差因子の可能性のある7つの因子を表1に示すL12直交表に割り付けた。直交表では最大で11因子を割り付けることができるが、今回は7因子のみとし、残りの4因子はダミーとした。

表1 誤差因子

因子名	水準	
	水準1	水準2
測定位置	表面	側面
製品数	1個	20個
水温	20℃	0℃
鑄造位置	上	下
コンパウンド劣化	なし	あり
時効硬化	なし	あり
メディア劣化	なし	あり
因子H	—	—
因子I	—	—
因子J	—	—
因子K	—	—

## 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特に影響を与えると考えられる8因子を取り上げ表2のとおりL18直交表に割り付けた。<sup>2)</sup>なお、現行の加工条件はA<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>3</sub>H<sub>2</sub>である。

表2 制御因子

因子名	水準		
	1	2	3
A 磁気バレル	あり*	なし	
B メディア種類	M-1*	M-2	M-3
C コンパウンド濃度	0%	2%*	5%
D 製品個数	250g	150g*	50g
E マス装入量	35%	50%*	65%
F 水位	マス下	マス面*	マス上
G 回転数	150rpm	200rpm	270rpm*
H 加工時間	15min	30min*	45min

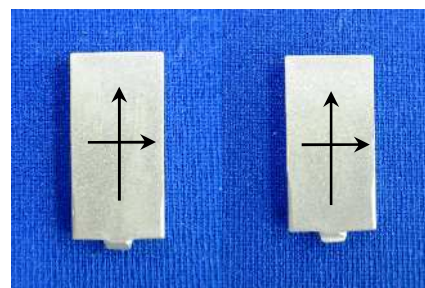
\* 印：現行条件 (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>3</sub>H<sub>2</sub>)

## 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4箇所で行った。

また、粗さの他に、加工前後の重量変化について評価した。



表面 裏面

図3 表面粗さ測定位置

## 3. 結果と考察

### 3-1 誤差因子の選定

図4に予備実験の要因効果図を示す。

メディア劣化の影響が最も大きいことが分かった。他の因子は、ダミーの因子と同程度であるため、影響は弱いと考えられる。

そこで、実際の実験ではメディア劣化を誤差因子として組み込み、行うこととした。

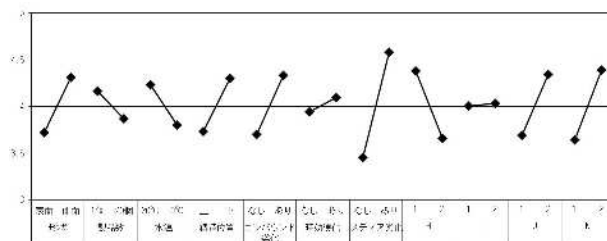


図4 要因効果図

### 3-2 要因効果と最適水準の推定

メディア劣化を誤差因子として、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5にRa、図6にRz、図7に重量変化の要因効果図を示す。解析は望目特性で行った。

研磨加工であるため、Ra、Rzなど表面粗さの要因効果を重視した。ただし、重量変化が大きい（研磨量が多い）場合は粗さが向上しても、削りすぎて本来の形状と変わる可能性があるため、重量変化の要因効果も加味した形で最適条件の推定を行った。

推定の結果を現行条件とあわせて表3に示す。磁気バレル、メディア種類、製品個数、水位、回転数、加工時間の6項目で最適条件と現行条件が異なる結果であった。

表3 現行条件と最適条件

因子名	現行条件	最適条件
A 磁気バレル	あり	なし
B メディア種類	M-1	M-2
C コンパウンド濃度	2%	2%
D 製品個数	150g	50g
E マス装入量	50%	50%
F 水位	マス面	マス下
G 回転数	270rpm	200rpm
H 加工時間	30min	15min

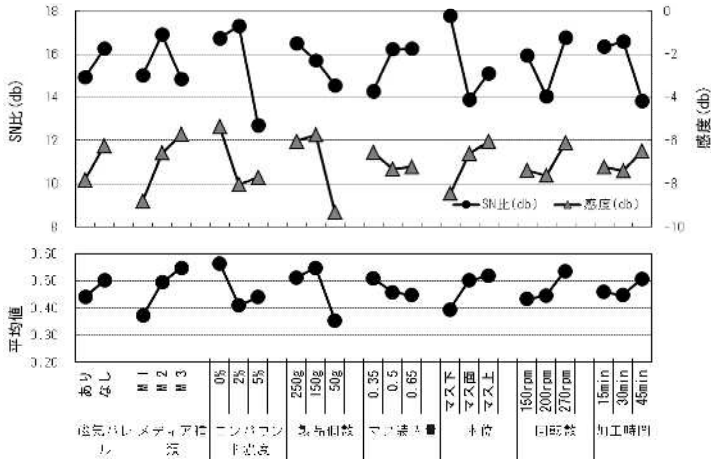


図5 要因効果図 (Ra)

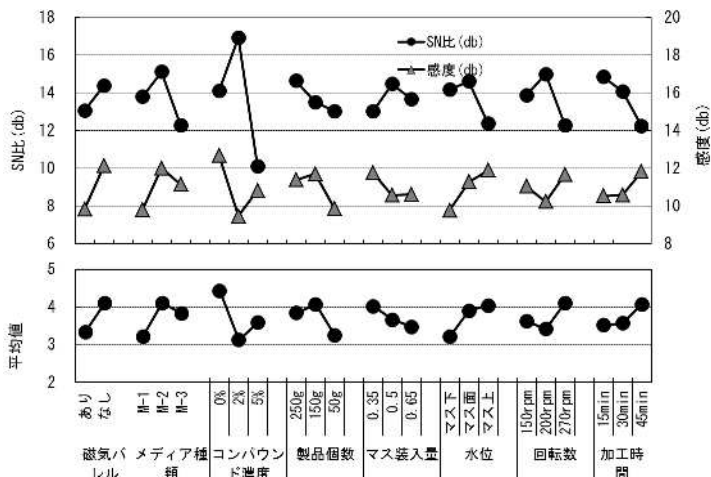


図6 要因効果図 (Rz)

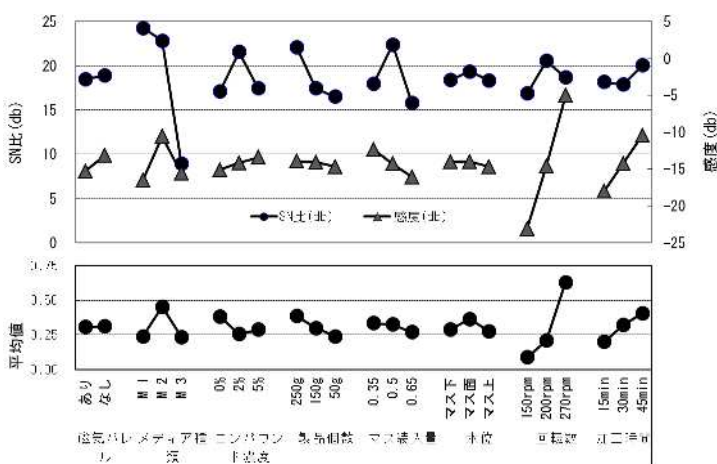


図7 要因効果図 (重量変化)

### 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。

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。

- 磁気バレル

製品のバリ取りや酸化皮膜除去のために研磨前に行うが、研磨の仕上がりに大きな影響を及ぼさない。

- 製品個数

製品の量を減らすことで、共摺りや製品同士の衝突がなくなり、品質が向上したものと考えられる。ただし、量を減らしすぎることはコストの増加に繋がるため注意が必要である。

- 水位

水を減らすことで、製品とメディアの接触が増加し、品質が向上したものと考えられる。

- 回転数

速すぎると、研磨量が大きくなってしまうため、製品に合った回転数で行うことが必要である。

- 時間

従来の半分の時間でも、十分研磨を行えることが確認できた。

## 4. 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るため、今回の実験には取り込んでいない要因が影響して

いる可能性がある。

今後は、誤差因子や制御因子の設定を細かく見直すと共に、中研磨、仕上げ研磨工程の検討を行い、バレル研磨工程全体の最適化を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 山本章裕：バレル研磨技術，表面技術，Vol.57，No.11，pp.759-763（2006）
- 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鑄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，pp.170-173（2010）