

# 装身具向けパラジウム合金の実用化に関する研究

宮川和博・望月陽介・有泉直子・近藤 誠<sup>\*1</sup>

## Study on Practical Use of Palladium Alloys for Jewelry

Kazuhiro MIYAGAWA, Yosuke MOCHIZUKI, Naoko ARIIZUMI and Makoto KONDO<sup>\*1</sup>

### 要 約

昨年度に開発した装身具向けパラジウム合金の実用化を目的として、生産現場での鑄造実験を行った。遠心鑄造機にて鑄造品質に影響を与えると思われる因子を変えて鑄造を行ったところ、鑄造温度 1650℃、鑄型温度 900℃、回転数 400rpm にて良好な鑄造が行えることが分かった。また、繰り返し鑄造に関しては3回までは目立った鑄造欠陥も発生せず、硬さの減少も見られず良好な鑄造が行えることが確認できた。

### 1. 緒 言

装飾用の貴金属材料は、銀系合金、金系合金、白金系合金に大別できるが、金およびプラチナの価格高騰により、低価格帯の商品においては材料コストを抑えるため貴金属の成分量を減らして製品開発を目指す傾向がある。

貴金属成分の配合量を減らすことは、本来貴金属の持つ耐食性や機能・特性が損なわれ、一定限度を超えた貴金属合金は購入時に問題はないが、長く使用することにより変色などの問題が発生する恐れがあり、ユーザの信頼性低下を招く可能性がある。

このため、海外ではパラジウムジュエリーが流通するようになりパラジウムが宝飾用貴金属素材として定着しつつある。

一方、日本では宝飾材料としては、プラチナやホワイトゴールドの割金としての利用がほとんどであり、パラジウムが主体となったジュエリーはほとんど製造されていない。

パラジウムは、自動車用触媒や歯科用材料などに多く使用されている安全性および耐食性に優れた白金系の貴金属であり、プラチナと比較した場合、価格は 1/2 程度、比重は 56% であり、比較的安価で高品質な材料である。

そこで、当センターでは新たに装身具向けパラジウム合金について検討を行い、鑄造性も良く、高硬度かつ色相も遜色ない配合のパラジウム合金を開発することができた。<sup>1)</sup>

本研究では、開発したパラジウム合金の普及を目指すため、生産現場での実用化に向けた鑄造実験を行い、課題等について検討した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 適正鑄造条件の把握

プラチナ合金やパラジウム合金などの高融点貴金属材料の鑄造方法には加圧鑄造法と遠心鑄造法の2種類があるが、県内企業の多くは遠心鑄造機を用いた遠心鑄造法で製造を行っている。そこで、遠心鑄造法における適正な鑄造条件の検討を行った。

実験に使用したパラジウム合金は、最も鑄造性や硬さが良好であった配合 No.12<sup>1)</sup>の三元合金である。(以降 Pd950(新)とする)

ペンダントトップ(小, 中), 甲丸リング, 石枠付きリング, 試験片といった形状や大きさが様々なサンプルを用意し、ツリーを作製した。(図1)

鑄造に関する一連の工程で鑄造品質に大きく影響を与えられ、かつ数値設定が可能な因子(表1)を変化させ、鑄造を行った。また、その他の鑄造条件および使用した鑄造機については表2に示すとおりである。<sup>2)</sup>

鑄造したサンプルの品質(鑄肌, 割れ, 鑄造巣)を目視で確認し、最も良好に鑄造可能な条件を検討した。



図1 鑄造ツリー

\*1 山梨県水晶宝飾協同組合

表1 設定因子

鑄型	鑄型温度	800°C,900°C,1000°C
鑄造機	鑄造温度	1550°C,1600°C,1650°C,1700°C
	回転数	200rpm,300rpm,400rpm,500rpm

表2 その他の鑄造条件および使用鑄造機

埋没材	無結合型シリカ系埋没材 ALL89 (吉田キャスト工業(株))
混水比	30% (埋没材 1kg に対し専用バインダー 5%水溶液 300ml)
鑄型乾燥	6h
鑄型焼成	室温→150°C→250°C→950°C
鑄造機	真空遠心鑄造機 VCC (安井インターテック(株))
使用ガス	アルゴン

## 2-2 繰り返し鑄造による鑄造品への影響

装身具用貴金属材料にはコスト面から繰り返し鑄造が可能であることが要求される。そこで、繰り返し鑄造した場合の鑄造品質への影響および機械的性質の変化について評価を行った。鑄肌の状態や鑄造欠陥の有無といった鑄造性の評価を目視および顕微鏡観察で行い、微小硬度計で鑄造品の硬さを測定した。

繰り返し鑄造は5回まで行い、再利用の際にはセンタースプルーや押し湯は、表面に付着した埋没材などの不純物をきれいに除去し、大型のニッパーで細かく切断した後、一度鑄造機のろつぼで溶解し内部に残留しているガスを除去してから使用した。また、比較として現在流通しているルテニウム割パラジウム合金（以降Pd950(Ru)とする）を同様の条件で鑄造した。

## 3. 結果および考察

### 3-1 適正鑄造条件の把握

図2に鑄造欠陥の発生したサンプルを示す。

鑄型温度が低い(800°C)、回転数小さい(200rpm)、鑄造温度が低い(1550°C,1600°C)場合、その他の因子に関わらずサンプルの先端まで溶湯が回りきらない湯回り不良が多数発生した。回転数が300rpmにおいても、細身の製品などでわずかに湯回り不良が発生するケースが確認できた。逆に回転数が大きい(400rpm,500rpm)場合は湯回り不良は発生しなかった。鑄造温度が高い場合(1700°C)には、肌荒れや割れが発生し、鑄造温度と鑄型温度との差が大きい場合には亀裂が発生した。鑄型温度が900°C,1000°Cでは目立った欠陥は確認できなかった。

これらの結果から、最も良好な鑄造が行える設定因子

の組み合わせは、鑄造温度1650°C、鑄型温度900°C,1000°C、回転数400rpm,500rpmであったが、鑄型の取り扱い易さの点から鑄型温度は900°Cとし、今回は発生しなかったが、高回転の場合、溶湯が鑄型の細身の部分を破壊する可能性が考えられるため、回転数は400rpmとした。

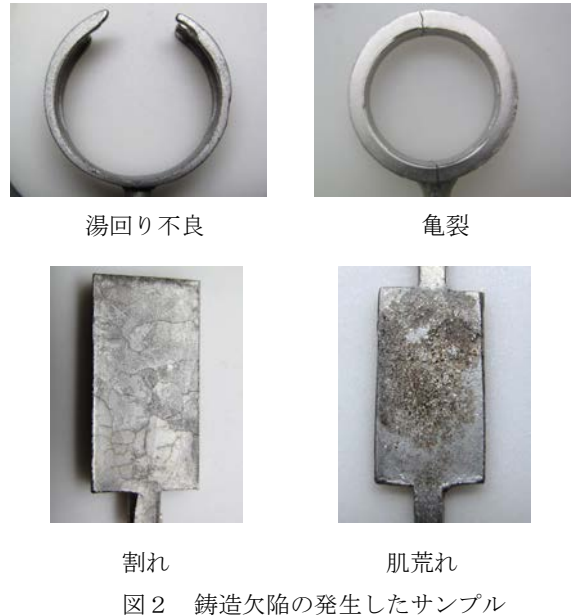


図2 鑄造欠陥の発生したサンプル



図3 良好なサンプル

### 3-2 実験結果

表3に繰り返し鑄造における鑄造サンプル表面の変化を示す。また図4に繰り返し鑄造時の硬さの測定結果を示す。

両者とも繰り返し3回までは、割れや肌荒れと鑄造巣などの鑄造欠陥は見当たらなかった。

4回目になると、Pd950(新)では試験片先端部に鑄造巣が発生したが、発生はわずかである。そのため繰り返し使用した材料にバージン材を一定量加えることで欠陥の発生が少ない鑄造が可能であると思われる。Pd950(Ru)では、全面に肌荒れが発生した。










5回目になると、両者とも欠陥が全面に発生した。このままでは製品としては利用できないため、このあたりで材料を再生処理して利用することが必要であると思われる。

繰り返し鑄造における硬さの変化については、両者と

も硬さの大きな低下は見られなかったため、硬さの面からは繰り返し鋳造は可能であることが分かった。

また Pd950(新)の硬さは、鋳造上がりで 152HV と従来品である Pd950(Ru)の 98.5HV に比べ高く、傷や変形などにも強い材料であるといえる。

表3 繰り返し鋳造におけるサンプル表面の変化

	Pd950(新)	Pd950(Ru)
1回目		
2回目		
3回目		
4回目		
5回目		

良好な鋳造が行えることが分かった。

- (2) 繰り返し鋳造は3回程度可能であり、4回目以降も欠陥の発生はわずかであるため、バージン材をある程度混ぜるなどの処理で鋳造可能であると思われる。
- (3) 繰り返し鋳造における硬さの低下はなく、機械的性質の面からも繰り返し使用は可能である。

### 参考文献

- 1)宮川 和博, 有泉 直子, 望月 陽介, 鈴木 文晃, 阿部 治, 布施 嘉裕, 古屋 雅章: 山梨県総合理工学研究機構研究報告書, No.8, p.35-40(2013)
- 2)諏訪 小丸: ジュエリーキャスティングの基本と実際, 柏書店松原 (2001)

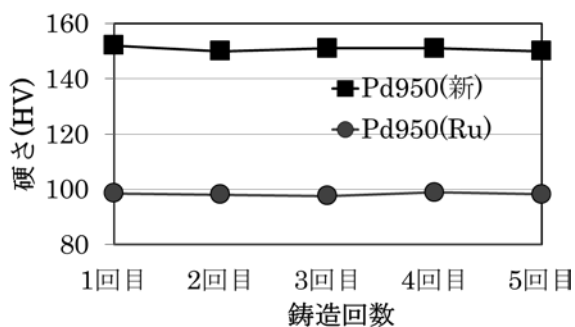


図4 繰り返し鋳造における硬さの変化

### 4. 結 言

パラジウム合金の実用化に向けて、生産現場レベルでの鋳造実験を行い、検討したところ、以下の結果が得られた。

- (1) 真空遠心鋳造機にて鋳造したところ、鋳造温度 1650℃、鋳型温度 900℃、回転数 400rpm の条件で