

アモルファス貴金属素材の鑄造条件と実用化に関する研究

宮川 和博・中山 信・佐野 照雄

Study on Casting Conditions and Practical Use of Amorphous Noble Metals

Kazuhiro MIYAGAWA, Sin-ichi NAKAYAMA and Teruo SANŌ

要 約

アモルファス貴金属素材を使用して貴金属宝飾製品を製造するための適正な鑄造条件の把握を行った。鑄型は、従来の金銀用石膏系埋没材を炉内で焼成した後、そのまま数十度まで冷却したものを使用した。鑄造温度、鑄造時間を変化させて得られた鑄造物の評価は、硬度測定およびX線回折による結晶化状態を解析することにより行った。これらの結果、鑄造時の鑄造温度が低くなると、鑄型に割れが生じ、鑄造品にバリが多く発生した。また、鑄造時間が短いとガス抜きが十分に行われず、鑄造品に鑄造巣等の欠陥が生じた。さらに、アモルファス化の適正条件は鑄造温度70℃、鑄造時間140 sであることが分かった。

1. 緒 言

現在、県内の貴金属宝飾業界は、景気低迷により厳しい状況にある中で各企業とも新しいデザイン開発はもとより、新素材によるより付加価値の高い製品作りに取り組んでいる。

すなわち、貴金属素材は金、銀、プラチナ等に限られていることから、これら以外の新たな貴金属素材が得られると、高付加価値商品の開発に有効な手段となるからである。これまで、一般的にアモルファス合金を製造するためには特別な装置を必要としたが、田中貴金属工業(株)は従来のロストワックス精密鑄造法において、数十度の鑄型に鑄込むだけで、アモルファス化するプラチナを主成分とするアモルファス貴金属素材を開発している。したがって、新たな設備の導入の必要がなく、既存の鑄造設備により商品開発が可能である。

そこで、このアモルファス貴金属素材を貴金属宝飾品の新素材として、実用化するための適正な鑄造条件について検討を行った。

2. 実験装置および実験方法

2-1 材 料

本実験に用いた、アモルファス貴金属素材(田中貴金属工業社製)の成分を表1に、物理的性質を表2に示す。

表1 成分

成分	Pt	Pd	Cu	P
Wt%	52	20	12	6

表2 物理的特性

比 重	12.8
軟化温度	290℃
結晶化温度	350℃
融 点	540℃
硬度(非晶質)	420HV
硬度(結晶化)	580HV
引張強さ(非晶質)	1346MPa

このアモルファス貴金属素材はプラチナを主成分とし、結晶化するにしたがい硬度が増加する傾向にある。

2-2 鑄造装置

実験に使用した真空加圧吸引鑄造機(安井インターテック社製:KT15F)の仕様を表3に示す。

表3 鑄造機仕様

電 源	三相200V
最大使用電力	6.5KVA
発振出力	最大4.5KW
発振周波数	約60KHz
フラスコサイズ	φ100×200

2-3 鑄造方法

ソフトワックスを用いて、真空ワックスインジェクション装置(安井インターテック社製)で図1に示す形状の試験片原型(10×5×1mm)を作製し、これらの3本をツリ

一状に立てて原型を作製した。

表4は、鑄型作製条件を示す。鑄型の作成には、金銀用石膏系埋没材を使用した。混水比は39%とし、3分間攪拌した後に2分間一次脱泡をして、ワックスツリーを埋没後、2分間二次脱泡を行った。その後、24時間の自然乾燥し、電気炉（東洋製作所製：OPERUSER）に入れ、6時間かけて760℃まで上昇させ、この温度で1時間保持して脱ろうと焼成をした。そして、電気炉の電源を切り温度が数十℃になるまでそのまま炉内で冷却して鑄型を作製した。石膏系埋没材は60℃以下程度で空気中の湿気を吸収してしまう。そのため鑄造時の鑄型温度は、この前後の40℃および70℃に設定し、真空吸引加圧鑄造機により窒素雰囲気中で、表5に示す条件で行った。さらに鑄型を鑄造終了後、直ちに水道水中に投入して冷却した。また、鑄造時の加圧時間を変化させた鑄造実験も行った。

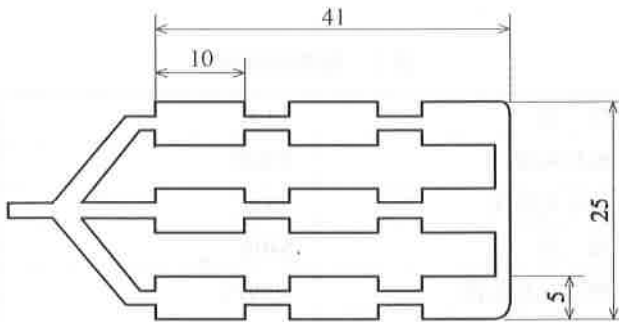


図1 試験片原型

表4 鑄型作成条件

鑄型	使用埋没材	金銀用石膏系埋没材
	混水比	39%
	焼成方法	20℃→150℃→370℃→760℃
	温度	60分 60分 120分
	時間	

表5 鑄造条件

鑄型条件	鑄造モード	立ち下がり1回昇
	加圧モード	真空吸引加圧
	加圧圧力	1.52×105Pa
	ガスの種類	窒素
	ガス注入圧	6.67×104Pa
	鑄造温度	900℃
	設定温度1/2	600/750℃
	発振出力1/2/3	65/60/55%

2-4 評価

このアモルファス貴金属素材は、結晶化が進むにともなうて硬度が増加することから、結晶化度の評価は微小硬度

測定およびX線回折測定による結果から判断した。

また、鑄造したアモルファス貴金属素材、およびSilver 925、Pt900の色調は測色計（クラボウ製：COLOR710）で測定した反射率曲線から評価した。

3. 実験結果

3-1 鑄型温度による結晶化状態の変化

40℃、70℃の条件で作製した鑄型を用いて鑄造を行ったときの試験片ツリーの硬度分布は、図2に示したとおりである。図から明らかなように両者とも試験片の硬度は部位により差がみられる。すなわち試験片の上部の硬度が最も低く、湯口に近づくにしたがって上昇していることが分かり、試験片の上部が最もアモルファス化しているものと考えられる。また中央部の試験片の硬度が両端部に比べ低いことから、上部の中でも中央部の試験片が最もアモルファス化していると考えられる。

このことを確かめるために、これら各試験片の中央部のX線回折測定を行った結果を図3に示す。図から分かるように上部の方がピークが低く、したがってよりアモルファス化が進んでいることが明らかである。

以上のことから、より早く冷却される上部ほどアモルファス化する傾向にあり、アモルファス貴金属素材による鑄造でのアモルファス化製品の作製には出来るだけ速やかに冷却することが必要であると言える。

また、鑄型作製温度の40℃、70度の相違に関しては、微小硬度測定結果およびX線回折測定結果からはアモルファス化分布に大きな変化はみられなかった。しかし、図4に示すように、40℃の試験片には70℃の試験片に比べより多くバリが発生しているのが分かる。これは、鑄型を数十℃まで冷却するため、その過程における収縮等により特に鑄型の周辺部に割れが発生したことが原因として考えられる。鑄型をより低い温度までを冷却すると鑄型に発生する

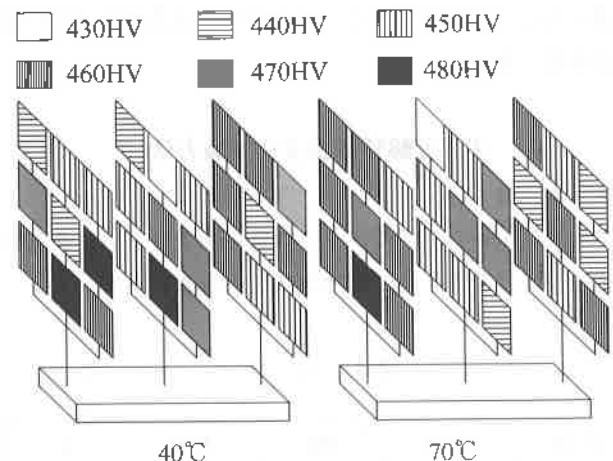
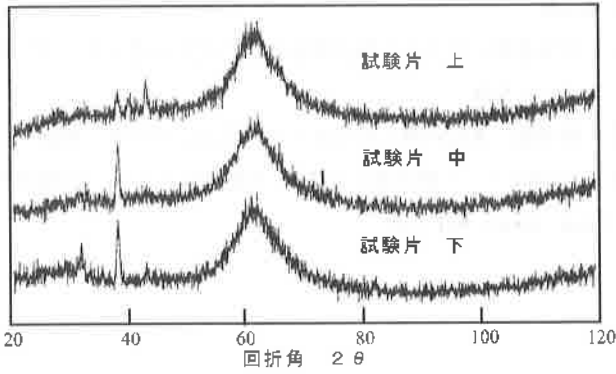
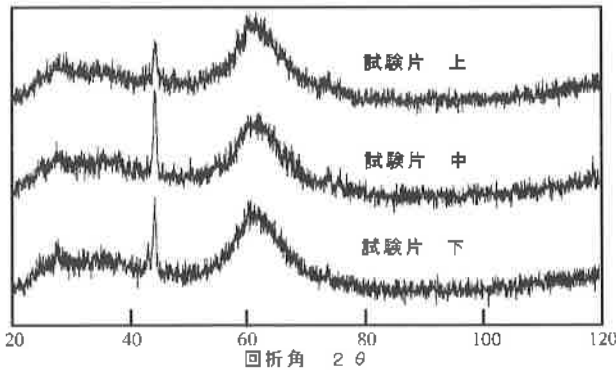


図2 微小硬度測定結果



(a) 40°C



(b) 70°C

図3 X線回折結果

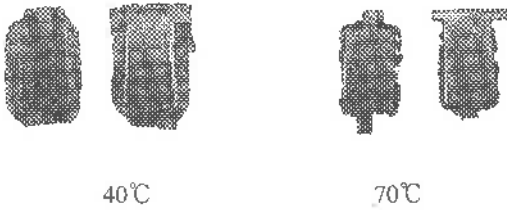


図4 試験片

割れが、増加する傾向にあると言える。

3-2 鑄造時の加圧時間による変化

鑄造機の時間を設定するT7(鑄造スタート~加圧終了、排気開始)を以下の3つに決めて鑄造を行った。鑄造時の加圧時間の設定は、T7の時間を変化させることにより行った。

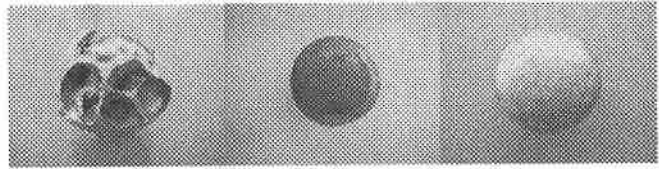
- (i) T7 = 100 s
- (ii) T7 = 140 s
- (iii) T7 = 180 s

その結果、図5に示すように、(i)の条件では製品部および押し湯部に欠損や空孔が発生した。これは加圧時間が短いため、溶融金属内部に含まれていたガスが製品の外部に抜けきらないために発生したものと考えられる。

一方、(ii)(iii)の条件では加圧時間が十分であり、ガ

スも抜けきり、製品および押し湯部にも欠損や空孔等はみられなかった。

したがって、加圧時間が140 s以上あれば溶湯内部のガスは抜けきり、製品にも欠損などが起こらないことが分かった。



(i) (ii) (iii)

図5 押し湯部

3-3 アモルファス貴金属素材の色調

鑄造したアモルファス貴金属素材、およびSilver925、Pt900の反射率曲線を図6に示す。

この結果アモルファス貴金属素材は、Pt900とほぼ同じ色調であることが分かった。

したがって、アモルファス貴金属素材は色調の面からもPt900同様、白系貴金属素材として、十分消費者に受け入れられるものと考えられる。

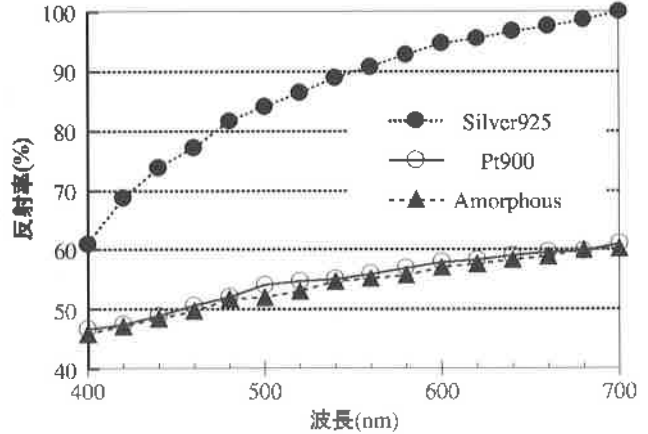


図6 反射率曲線

4. 結言

アモルファス貴金属素材を新しい装身具素材として実用化するための鑄造条件を検討し、以下の結果を得た。

- (1)アモルファス貴金属素材による鑄造ではワックス製品が早く冷却されるツリー先端部において良好な結果が得られる。
- (2)鑄造時の鑄型の温度は、70°Cでは良好な結果が得られるが、これより低くなると鑄型割れが起こり、品にバリが多く発生する。
- (3)加圧時間が140 s程度で良好な結果が得られるがこれより短くなると、ガスが抜けきらず鑄造品に欠損や空孔が

生じる。

(4)今回使用したアモルファス貴金属素材はPt900とほぼ同じ色調であることから白系貴金属素材として十分に使用可能である。

最後に本研究を行うにあたり、ご協力いただきました田中貴金属(株)、および工房はやかわに感謝申し上げます。



参考文献

- 1) 市川龍郎：キャスト製品製作技法の実際と考え方、吉田キャスト工業㈱
- 2) 増本健、深道和明：アモルファス合金、アグネ(1981)
- 3) 中山信一、上野正雄：山梨県工業技術センター研究報告 No.8 (1994) P21~25

