

銀合金の casting 欠陥の低減に関する研究（第2報）

林善永・宮川和博・小松利安・有泉直子・神藤典一・小玉実*1

Research on Reduction of Casting Defects of Silver Alloy (2nd Report)

Zenei HAYASHI, Kazuhiro MIYAGAWA, Toshiyasu KOMATSU, Naoko ARIIZUMI,
Norikazu SHINDO and Minoru KODAMA*1

要 約

セラミックシェルモールド法は、ソリッドモールド法に比べ指向性凝固を行いやすいという利点がある。これまでの研究により、リング状のろう型一個の精密鑄造において、湯道切断部の引け巣が低減することが確認できている。本研究では、複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合について、セラミックシェルモールド法の適用を検討した。その結果、複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合においても、湯道切断部の引け巣が低減することを確認した。

1. 緒 言

近年、宝飾業界では地金価格の高騰や消費者の節約志向により、銀合金の需要が増加している。銀合金鑄造品は金やプラチナと比べて単価が安いので短時間で多くの製品を製造する必要があるが、鑄造品は引け巣等の鑄造欠陥が発生しやすく、修正に時間がかかり、生産性の向上が容易ではない。さらに近年、検品が非常に厳しくなっている。銀合金鑄造品に関しても従来よりも高い品質が求められている。このため、引け巣等の鑄造欠陥の低減は宝飾業界における往年の課題であるが、特に銀合金については、現場のニーズが従来よりも高まっている。

精密鑄造には種々の手法が実用に供されており、本県の代表的な地場産業である貴金属装身具は、小さく複雑な形状であり、多品種少量生産であることから、主にロストワックス精密鑄造により製造されている²⁾。

ロストワックス精密鑄造は、現在、工業製品分野ではセラミックシェルモールド法が主に用いられている³⁾。しかし、この方法は手間がかかることなどから装身具の製造にはソリッドモールド法が用いられている⁴⁾。

ところで、引け巣を発生させないためには指向性凝固を行う必要がある⁵⁾が、セラミックシェルモールド法はソリッドモールド法と比較し、鑄込み金属の凝固速度を部分的にコントロールすることができるという利点がある⁶⁾。これにより、製品部から湯道の順に凝固させることができれば、引け巣の発生を抑えることができる。

これまでの研究⁷⁾により、リング状のろう型一個を

用いた精密鑄造において、セラミックシェルモールド法を用いることで、ソリッドモールド法の場合よりも湯道切断部の引け巣を抑えることができることを確認した。

しかしながら、複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合については検討されていない。本研究では、複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合について検討した。

2. 実験方法

2-1 原型

実験で用いた原型の形状を、図1に示す。このろう型を4個作製し、それらを、直径7mmのセンタースプルーに溶着し、4個のろう型からなるワックスツリーを組み立てた。ワックスツリーの外観を図2に示す。

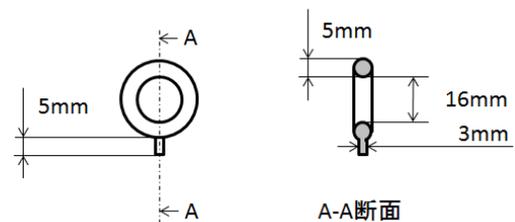


図1 原型の形状

*1 山梨県水晶宝飾協同組合



図2 ワックスツリーの外観

2-2 ソリッドモールド法

ソリッドモールド法における鑄型の作製方法を示す。作製したワックスツリーにフラスコをはめ、重量比が 100 : 40 となるように石膏系埋没材 (KERR 社製スーパーベスト 20) と水を混合し、混練機で 3 分間攪拌して埋没材スラリーを作製し、それを 20 秒間一次脱泡してからフラスコ内に流し込んだ後、90 秒間二次脱泡し、2 時間乾燥させ、生鑄型を作製した。その後、250°C で脱ろうし、750°C で焼成を行って鑄型を作製した。温度曲線を図 3 に示す。

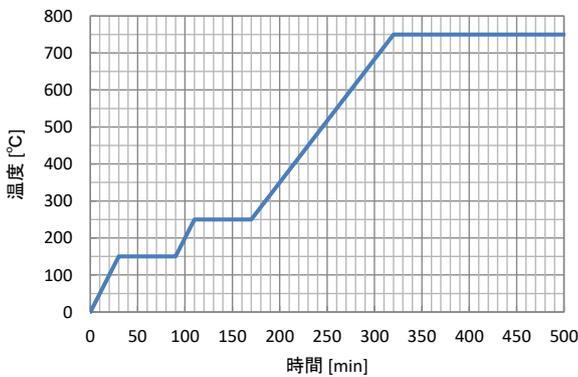


図3 脱ろう・焼成温度曲線

2-3 セラミックシェルモールド法

セラミックシェルモールド法では以下の方法で鑄型を作製した。ワックスツリーを作製⁸⁾後、これに界面活性剤 (GC 製シュールミスト) を散布した後、スラリーへディッピングした。その後速やかに、耐火物を振りかけて付着させることでスタックイングを行い、2 時間乾燥させた。その後、スラリーへのディッピングと耐火物のスタックイングと乾燥の工程を 5 回繰り返して、計 6 層のコーティングを施した。

その後、ゴムベースから生鑄型を取り外して 300°C の

マッフル炉の中に 30 分間入れて脱ろうを行い、その後マッフル炉から取り出して空冷した後、ワックスを用いて再びゴムベースに取り付けた。その後、ゴムベースにフラスコを取り付けて、重量比が 100 : 40 となるように石膏系埋没材と水を混合し、混練機で 3 分間攪拌して埋没材スラリーを作製し、それを 20 秒間一次脱泡してからフラスコ内の湯口カップ部まで流し込み、2 時間乾燥させた後、750°C で鑄型と石膏系埋没材を焼成して鑄型を作製した。鑄型に使用した材料を表 1 に示す。

なお、コロイダルシリカは体積比 2 : 1 となるようにイオン交換水で希釈して使用した。また、スラリーの粘度は、第一層用スラリーはザーンカップ粘度計 No.4 における測定値が 48 秒になるように、第二層以降用スラリーは 38 秒になるようにフィラーの量を調整した。

表 1 鑄型材料

第 1 層用 スラリー	フィラー	#350 ジルコンフラワー
	バインダー	コロイダルシリカ
第 2 層以降用 スラリー	フィラー	#200 ジルコンフラワー
	バインダー	コロイダルシリカ
耐火物	第 1~2 層	ジルコンサンド (メジアン径 103 μm)
	第 3~4 層	ムライトサンド (0.3~0.7 mm)
	第 5~6 層	ムライトサンド (0.7~1.0 mm)

そして、それぞれの鑄型について吸引加圧鑄造機 (安井インターテック製 KT15F) を用いて表 2 の条件で銀銅合金 SV925 の鑄造を行った。

表 2 鑄造条件

鑄型温度	700°C
鑄造温度	980°C
鑄造圧力	1 kgf / cm ²
置換ガス	アルゴン
冷却時間	5 min

その後、湯道部を切断し、切断部を研磨して、引け巢の有無を確認した。引け巢の評価は、ポロシティ面積率を用いて行った。ポロシティ面積率は、式 (1) で算出した。

$$P = 100 \frac{S_1}{S_0} \quad (1)$$

ここで、 P [%]はポロシティ面積率、 S_1 [mm²]はポロシティの面積、 S_0 [mm²]は湯道の断面積である。ポロシティの面積は、金属顕微鏡で撮影した画像を、画像処理ソフトを用いて二値化することで求めた。

3. 結果および考察

セラミックシェルモールド法により铸造したツリーを図4に示す。また、湯道切断部を研磨した箇所の金属顕微鏡写真を二値化した画像を図5に示す。



図4 セラミックシェルモールド法で铸造したツリー

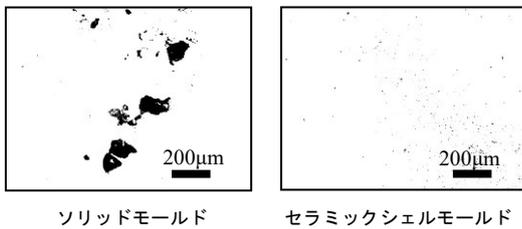


図5 湯道切断部の二値化画像

铸造したリングの引け巣の大きさについて、ソリッドモールド法とセラミックシェルモールド法との差を評価した結果を図6に示す。

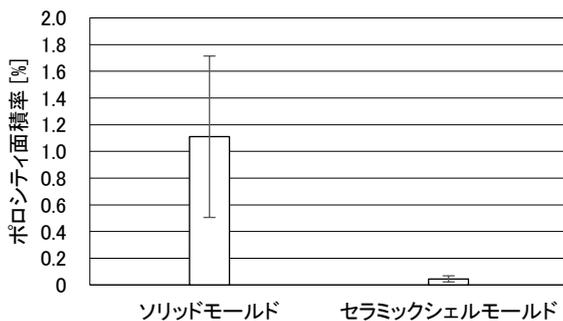


図6 ポロシティ面積率の比較

ここで、ポロシティ面積率は4個の平均値であり、誤差範囲は標準偏差を示す。

ソリッドモールド法では、湯道切断部のポロシティ面積率は1.11%であり、引け巣が認められた。これに対し、セラミックシェルモールド法では0.04%であり、引け巣は認められなかった。

引け巣を生じさせないためには指向性凝固が必要であり、湯道部は製品部よりも後に凝固しなければならないが、ソリッドモールド法では、細い湯道部が先に凝固してしまったために引け巣が生じたと考えられる。これに対し、セラミックシェルモールド法では製品先端部の鑄型が薄いため製品部先端から急冷されて、湯道部が凝固する前に製品部が凝固したため、引け巣が生じなかったと考えられる。

5. 結言

複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合について、セラミックシェルモールド法の適用を検討した。その結果、複数のろう型からなるワックスツリーを用いた場合でも、セラミックシェルモールド法の方がソリッドモールド法よりも湯道切断部の引け巣を抑えることができることを確認した。

参考文献

- 1) 日本铸造協会ロストワックス精密铸造教科編集委員会：ロストワックス精密铸造法（産業図書，東京），pp.1-4（2015）
- 2) 宮川和博，佐野照雄，望月陽介，清水進：ロストワックス精密铸造技術の向上に関する研究，山梨県工業技術センター研究報告，No.22，pp.75-80（2008）
- 3) 錦織徳郎：精密铸造法（日刊工業新聞社，東京），pp.8-10（1973）
- 4) 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，東京），pp.49-52（2001）
- 5) 铸造技術講座編集委員会：铸造技術の基礎（日刊工業新聞社，東京），pp.114-118（1967）
- 6) 錦織徳郎：我が国の工業用精密铸造の初期から現在までのいくつかの話題，铸造工学，72（12），pp.835-839（2000）
- 7) 林善永，宮川和博，小松利安，有泉直子，神藤典一，小玉実：銀合金の铸造欠陥の低減に関する研究，山梨県産業技術センター研究報告，No.1，pp.111-114（2018）
- 8) 特願 2019-057867