

精密鑄造用埋没材の再利用に関する研究

—無結合型埋没材の再生—

宮川 和博・中山 信一・佐野 照雄

The research on the reuse of the investment for the precision casting

—The regeneration of the nothing connective investment—

Kazuhiro MIYAGAWA, Sin-ichi NAKAYAMA and Teruo SANO

要 約

プラチナ鑄造用に用いられ、廃棄されている無結合型埋没材を粉碎、不純物除去、流動性、圧縮強度試験をおこなう中で、再利用する方法を検討した。その結果、粉碎機に ϕ 1 mmのスクリーンを取り付けることで適正粒度に粉碎ができること、また水ヒ法によって使用済み埋没材内に4%程度混入しているステンレス枠の破片の除去が可能であることが分かった。またバージン材と使用済み埋没材の流動性と圧縮強さの比較試験をおこなった結果、流動性、圧縮強度ともほとんど変化が無く、埋没材として再利用が可能であることが分かった。

Abstract

In the inside which carried out crushing, impurity removal, fluidity, compressive strength test, recycling method was examined in respect of the nothing connective investment that it uses for the Pt casting and is disposing of. As the result, the following were proven: That the crushing is possible by installing ϕ 1 mm screen in the mill, for the proper grain size, that the removal of the potsherd of the stainless steel frame which and, has entrapped in the spent investment by the water ratio method at about 4% is possible. And, as a result of virgin material and fluidity of the spent investment and comparative test of compressive strength, there were no fluidity and change almost, and it was proven that the reuse was possible as an investment.

1. 緒 言

山梨県の代表的地場産業製品である貴金属装身具は、比較的小さく複雑な形状であり、しかも、多品種少量製品が多い。そこで生産現場では複雑な形状の製品製作に適し、しかも簡単に製作できるロストワックス精密鑄造法が取り入れられており、貴金属製品の80%以上がこの方法で製造されている。

特にプラチナは融点が1700℃以上もある高融点金属であるため、金、銀用に使用されている石膏系埋没材ではガスの発生や鑄肌荒れなどが起こり使用できない。そのため、プラチナの鑄造には無結合型埋没材が使用されている。この埋没材は、現状では再利用されておらず、企業では使用済みの埋没材を産廃業者に多額の費用を支払って処理している。

本県においては、年間におよそ250~300トンもの無結合型埋没材が使用されている。この埋没材を再利用することは企業にとって資源の循環という面から経済的であり、また廃棄物による環境汚染防止の面からも非常に有効であ

る。

そこで、本研究は使用済み埋没材を再利用することを目的とし、プラチナ製品の精密鑄造における影響をバージン材の場合と比較、検討した。

2. 実験方法

2-1 試料

無結合型埋没材の化学成分は SiO_2 である。実験に用いた埋没材は県内の企業2社で実際に使用したものである。

2-2 使用済み埋没材の粉碎

使用済みの埋没材の粉碎に使用した粉碎機は、(株)奈良機械製作所製の自由粉碎機M-4である。また、粒度分布測定は(株)島津製作所製SALD-2000Aを使用した。粉碎は回転数5500rpmで行い、初めは粉碎輪のみで粉碎をおこない、途中から粉碎輪に加えて ϕ 1 mmのスクリーンを粉碎機内に取り付け粉碎をおこなった。

2-3 使用済み埋没材中の不純物の除去

使用済みの埋没材は、数mm～数10mm程度の塊状になっている。そこでまず適当な粒度に粉砕した。また鑄造後、鑄型を破壊し製品を取り出す際、無結合型埋没材の場合は水中に入れても鑄型が崩れないためステンレス枠 (SUS304) をハンマーなどでたたいて破壊する。そのときにステンレス枠の破片が埋没材中に混入する。

そこで1つの方法として、両者の比重差を考慮し、水ヒ法によるステンレス片の除去実験を行った。その後、埋没材を乾燥させ蛍光X線SEA-2010 (セイコーインスツルメンツ製) を用いて、分析を行ってステンレス片の残存量を確認した。

2-4 使用済み埋没材による鑄造実験方法

無結合型埋没材は自硬性が無く、実際に鑄型として用いる場合は図1に示すような工程で埋没をおこなう。混水比を0.30とし、混練し、脱泡、埋没、乾燥させる。その後、電気炉に入れ、鑄型割れ等を起こさないよう毎分5℃程度でゆっくり900℃まで昇温させ脱ろう、焼成 (図2) する。

実験は、バージン材に各使用済み埋没材を0, 20, 40, 60, 80, 100%混合したものおよびバージン材のみ、使用済み埋没材のみの6種類を用いて行った。なお埋没は図1に示す工程によった。

流動性試験はJIS-T6601に準じて、混和した埋没材をガラス板上に置いた図3に示す金属型に流し込み、2分後、型を静かに引き抜き埋没材だけを残し、それから1分後、ガラス板上に接する部分の直径の最大値と最小値の平均値を流動性とした。

圧縮強度試験はJIS-T6601に準じて、混和した埋没材を図4に示す金属型に流し込み、乾燥させた後、図2の条件で焼成をしたものについておこなった。使用した試験機は (株) オリエンテック社製UCT-30Tで試験速度は2mm/minとした。

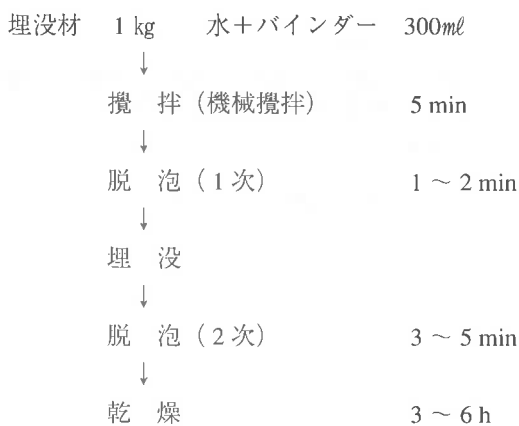


図1 埋没の工程

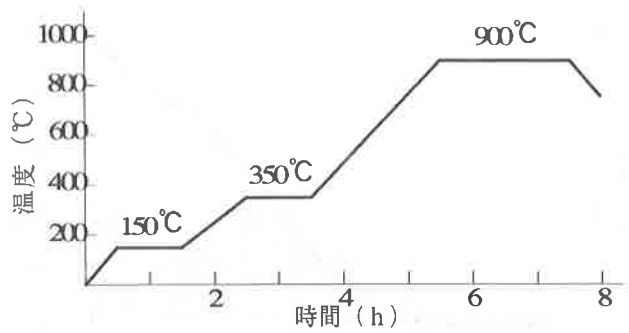


図2 焼成プログラム

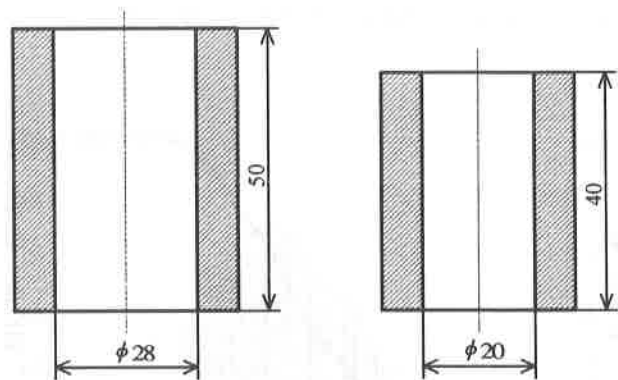


図3 流動性試験金属型 図4 圧縮強度試験金属型

3. 実験結果および考察

3-1 粉砕試験結果

図5にバージン材の粒度分布を、また、図6～7に粉砕した使用済み埋没材の粒度分布の測定結果を示す。

粒度分布については、粉砕輪のみを用いて粉砕したときはバージン材に比べ平均粒度も大きく、100μm以上の粗い粒子が25%程度存在している。また図7のようにスクリーンを取り付けた場合、粗い粒子が粉砕され平均粒度、分布ともにバージン材とほぼ近い数値になっている。このことから、φ1mmのスクリーンを取り付けることでバージン材に近い粒度に粉砕できることが分かった。

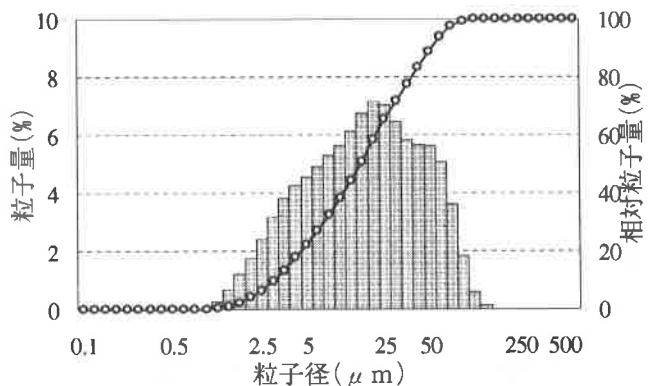


図5 バージン材の粒度分布

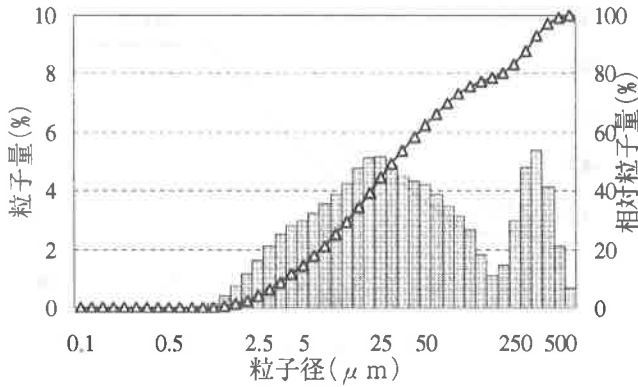


図6 粉砕輪のみで粉砕した使用済み埋没材の粒度分布

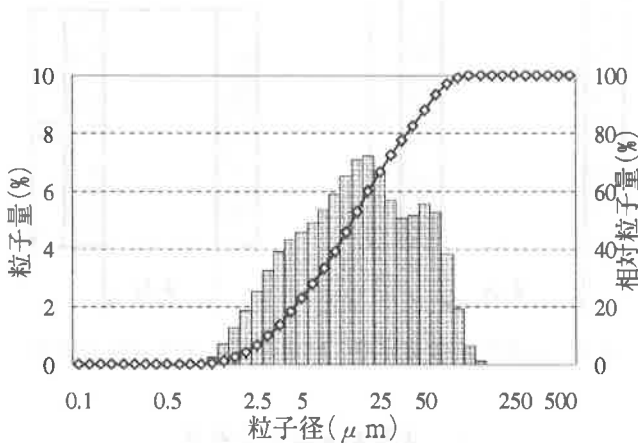


図7 φ 1 mmSCを取付け粉砕した使用済み埋没材の粒度分布

3-2 不純物除去試験結果

図8に不純物除去試験結果を示す。使用済みのものには3.4%wt程度ステンレス滓成分と考えられるものが含まれているが、水処理を繰り返すことで不純物の混入率が減少し、大部分の不純物が除去されることが分かった。このことから、水処理は、使用済み埋没材からの不純物除去法として有効であることが示された。このことから水処理で大部分の不純物の除去が可能であることが分かった。

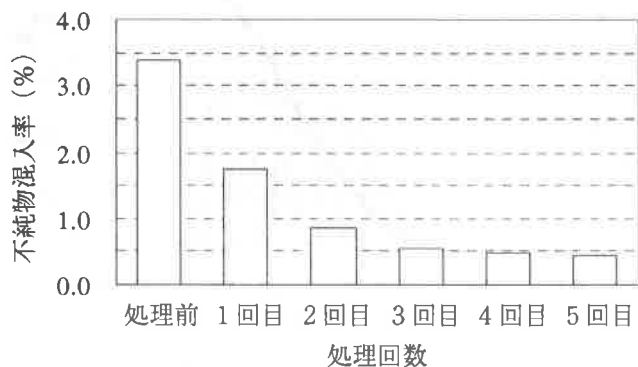


図8 不純物除去試験結果

3-3 鑄造実験結果

流動性試験の結果を図9に、圧縮強度試験の結果を図10に示す。両図に示したA材、B材は、それぞれ県内の企業2社で実際に使用されている埋没材である。

A材についての流動性は使用済み埋没材の混合率の増加に伴い減少している。混合率が40%まではバージン材と比較してもあまり変化は見られないが、60%以上ともなるとでは流動性が急激に減少し、脱泡や埋没が非常に困難となり、実際に鑄型として使用するのは不可能である。また、B材は混合率が増加しても流動性に変化はなかった。このような結果は、A材の水分値がバージン材やB材に比べ低かったもので、混水比を増加させることで流動性を向上させることができると考えられる。

B材の圧縮強度は、全体的にあまり大きな変化はないが、A材においては混合率の増加に伴い減少傾向を示した。混合率100%では圧縮強度は25%程度減少している。これは、混合率の増加によって流動性が減少したことにより、脱泡が十分に行われず試料内部に気泡による空間が残ったためと考えられる。

3-4 使用済み埋没材による鑄造実験

使用済み埋没材を用いて鑄造をおこなった製品を図11に示す。鑄造自体には問題がないが、製品に鑄肌荒れなどが見られる。この鑄肌荒れの原因は明確ではない。

また、流動性試験や圧縮強度試験の結果からは使用済み埋没材の再利用は可能だと考えられる。しかし、一方では埋没材の水分値などに注意する必要がある。

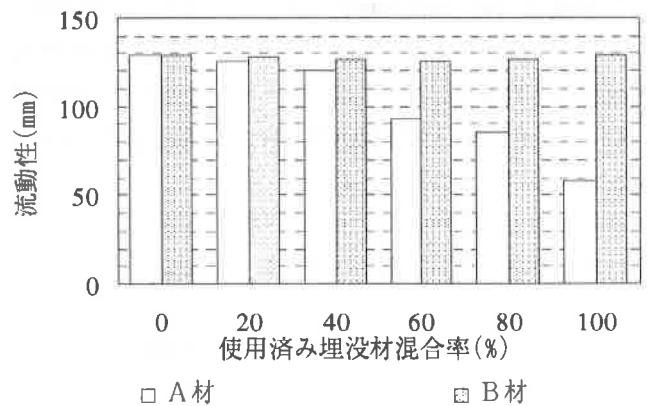


図9 流動性試験結果

参考文献

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

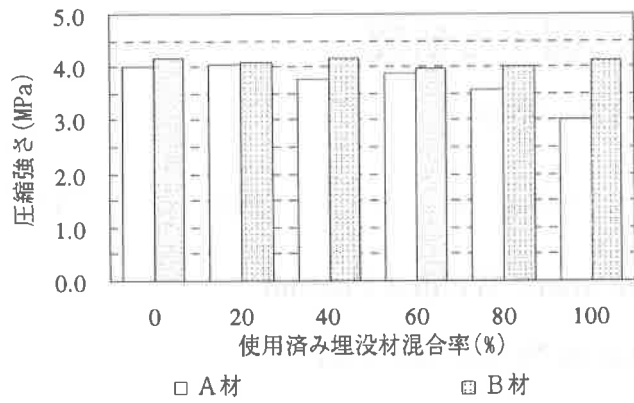


図10 圧縮強度試験結果



図11 実際に鋳造した製品

3. 結 言

プラチナ鋳造用の使用済み埋没材を再利用することを目的とし、粉碎、不純物除去、流動性、圧縮強さについて検討した結果、次のようなことが分かった。

- 1) 粉碎機を用いて回転数5500rpm, ϕ 1 mmのスクリーンを取り付けることでバージン材と同レベルの粒度に粉碎が可能である。
- 2) 水ヒ法により混入している鋳造に影響がない程度にステンレス棒破片の除去が可能である。
- 3) 流動性はバージン材に比べ減少する埋没材もあったが、これは使用済み埋没材の混水比によるものと推測される。
- 4) 使用済み埋没材の圧縮強度は、バージン材のそれと同程度であった。

今後は使用済み埋没材を用い、数多くの鋳造製品を作製する中で、鋳造品に与える影響について詳細に検討する。最後に、本実験を行うにあたり、ご協力いただきました(有)ヒライデ、(株)八紘商会、(株)オギハラに感謝申し上げます。