

# 通気性セラミックス型への鋳造による射出成形用亜鉛合金型の製造

Manufacturing of Zinc Alloy Injection Molding Die by Casting into Sintered Ceramic Permeable Mold

中 川 威 雄\*・魏 杰\*・宮 本 和 彦\*・野 口 裕 之\*  
Takeo NAKAGAWA, Jie WEI, Kazuhiko MIYAMOTO and Hiroyuki NOGUCHI

## 1. は じ め に

機械加工に代わって次第に機械部品の多量生産の主流となりつつあるプラスチック射出成形において、多種少量時代に対応するため、通気性セラミックス型を使って鋳造した亜鉛合金型の可能性を論じよう。

## 2. 亜 鉛 合 金 型

多くの工業製品の生産において、多品種少量生産への対応が最重要の課題となりつつある。特に機械部品の生産の主流である素形材加工においては、その生産手段として金型を使用しているため、その対応は、技術的な問題を含め困難なものとなっている。金型を使用した素形材加工は、本来は多量生産用であり、少量生産においては部品生産コストに占める金型費の割合は極めて大きな

ものとなっており、金型の製作コストの低減と製作時間の短縮が強く望まれている。

最近の機械部品の生産ではプラスチック成形、特に射出成形、の割合が増しているが、この分野においても少量生産への対応は緊急に解決すべき課題となっている。プラスチック射出成形における簡易型として亜鉛合金型がある。この型は製品モデルをあらかじめ準備しておく、このモデルを鋳型として亜鉛合金を鋳造し、この鋳造品を射出成型型として使用するものである。基本的には鋳造により最終形状を得るため、やっかいな3次元形状加工が不用であるため、金型製作費の削減と製作時間の短縮がはかれるとされている。

亜鉛合金型は型寿命が短いとされ、そのため主として試作型として用いられ、まれに少量生産にも使用される

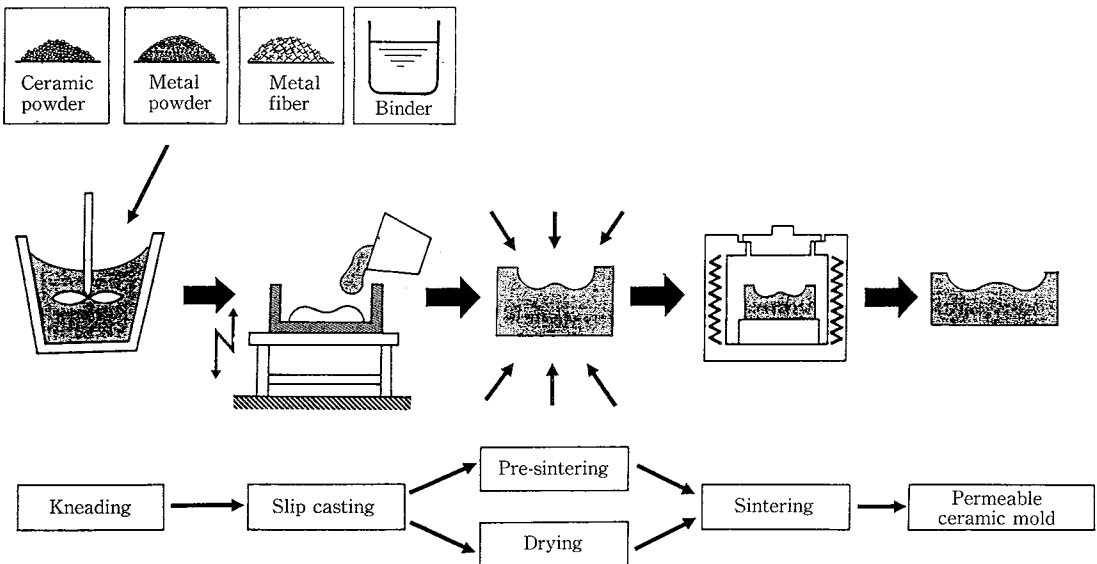


Fig. 1 Manufacturing process of permeable mold

\*東京大学生産技術研究所 第2部

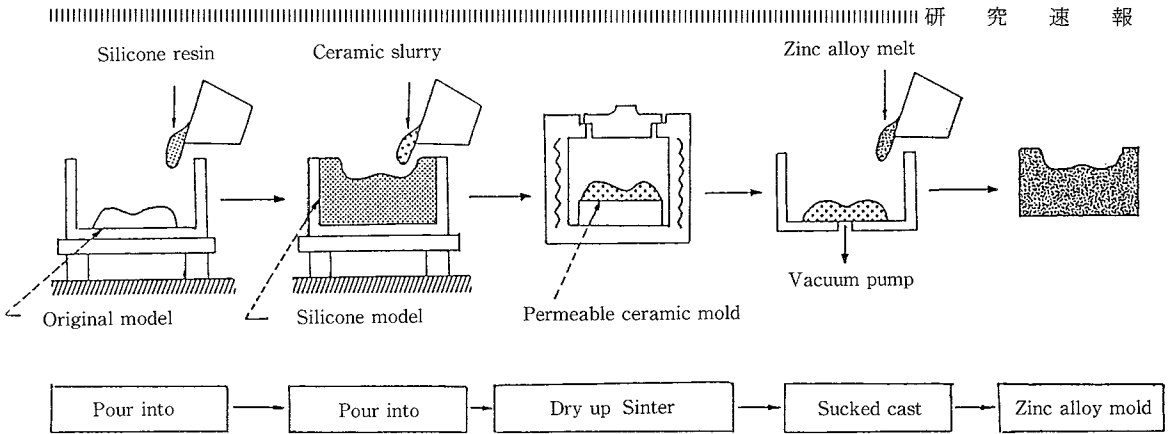


Fig. 2 Manufacturing process of Zinc alloy mold

と言われている。このとき一般的には鋳型モデルとしては石膏型が使用される。

### 3. 通気性セラミックス型

通気性セラミックス型は筆者の一人である中川と柳沢、野口らによってプラスチック真空成形用型として開発されたものである。この型はFig.1のようにあらかじめ製品モデルを準備し、このモデルにセラミックス粉末と金属粉とエチルシリケートを混合したスラリーを流し込んで形状転写をするものである。この型はその後焼結して型強度を得るが、金属粉の酸化焼結により収縮を防いでいる。バインダであるエチルシリケート中のアルコール部分が空隙となり、しかも連通気孔となっているので通気性、通水性を持つのが特徴である。

### 4. 通気性セラミックス型による亜鉛合金型の吸引鋳造

亜鉛合金の鋳造用モデル鋳型として石膏型の代わりに、通気性セラミックス型を使用することが考えられる。その場合の亜鉛合金型の製作工程はFig.2のようになろう。

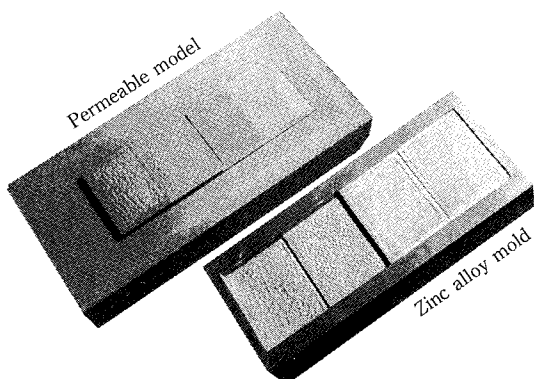


Fig. 3 Permeable model and Zinc alloy mold

通常の製作工程で通気性セラミックス型を準備し、これに亜鉛合金を鋳造しこれを射出成型とする。この時通気性を利用して吸引鋳造を行いモデルの転写性を向上させることができよう。

通気性セラミックスモデル鋳型とこれを用いて鋳造した亜鉛合金型の一例をFig.3に示す。

### 5. 本製造法の特徴

このような製造法によって製造した金型の特徴を列挙すると次のようなものになろう：

#### ①表面性状の向上

通気性セラミックス型の表面性状精度は極めて高い。このことはすでにFig.4に示すような真空成形の実績か

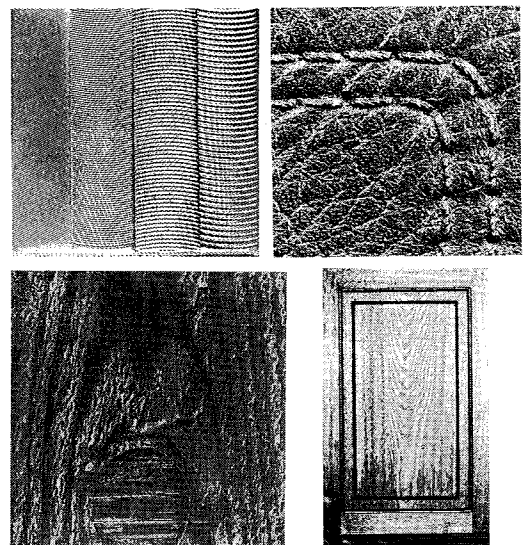


Fig. 4 The samples made with thermofoming by permeable mold

研 究 速 報

Table 1 The thermal conductivity of plaster and permeable ceramic

Plaster (Kcal/m · h · °C)	Permeable ceramic (Kcal/m · h · °C)
0.144~0.360	0.789~0.976

らも裏付けられており、成形品の評価でみる限り射出成形品以上とも言われている。自然の皮しぼ模様など複雑な面性状は通常、電鋳法によって転写されるが、この方法は長時間を要し高価であるのが欠点とされている。本製造法では石膏モデル型を使用するより良質な表面性状が、電鋳法よりはるかに短時間で得る可能性がある。

②耐久性の向上

亜鉛合金は一般に冷却速度が大きければ鑄造組織は微細化し、硬度は上昇すると共に耐摩耗性が増すと考えられている。Table 1 に示すように、型材の熱伝導率が石膏型に比較して大きい通気性セラミックスを使用することにより、冷却速度が大きくなり、型の表面層強度が増すことは十分に考えられる。また吸引鑄造により型表面への密着性が良好であるため、冷却モデル型を使って急冷することも不可能とは言えない。さらに、注湯後モデル型の通気性を利用して冷却を速めることも可能であろう。

これらのことから、鑄造性を多少犠牲にしても、冷却速度を大きくすることにより一層強化される成分をもつ亜鉛合金の開発も考えられよう。耐久性の向上が実現すれば、試作型のみならず中少量生産の射出成形型として利用できることとなる。

③複雑形状への適用

立体的に複雑形状をもつ部品の鑄造では、しばしば湯流れ不良、表面湯じわ等の問題が生ずる。これらはモデル型の温度を上昇させることによって解決できることが多い。通気性セラミックス型は通常900°Cで焼結されているため、かなり高温まで型温を上げることができる。

④型の多数個取り

通気性セラミックス型は本来アルミニウムの耐久鑄型として開発された経緯がある。これより明らかなように、一つの通気性セラミックス型より多数個の製造型が製造できる可能性がある。ただし、型形状によっては鑄造直後の凝固と冷却収縮により通気性セラミックス型の破損が起こりえるので、離型のタイミングを失わないよう注意を要するであろう。

⑤高温鑄造材への適用

前述のように通気性セラミックス型の耐熱性は高いため、亜鉛合金以外の型材料、たとえばアルミ合金、銅合金、鋼材への適用は不可能とは言えない。これらの材料

の鑄造が欠陥を発生さずことなく可能となれば、型の耐久性は大幅に向上し、多量生産型にも適用可能となる。

6. 検討すべき問題点

前述のような優れた特性が期待できるが、以下に示す問題点も検討すべきであろう：

①表面転写の限界

鑄造である以上、型の表面が完全に転写されることは有りえない。どの程度の微細形状まで転写できるかを、種々の鑄造条件で詳細に調査する必要がある。

②鏡面転写の可能性

射出成形品ではしばしば鏡面が要求されるが、鏡面モデルから製造した通気性セラミックス型の表面は鏡面となっていないことが知られている。そこでどの程度の平坦な表面が得られるか、また、モデル型表面を改質することにより鏡面にならないものか、さらにどの程度の後加工で鏡面となるかなど調査する必要がある。

③離型性の改善

恐らく吸引鑄造により、一部の溶湯は空隙の中に侵入しており、このことが離型性や表面性状を低下させる原因であると考えられる。通気性セラミックス型表面に何らかの離型材を塗ることによりこれらの問題を解決する必要に迫られることも考えられる。

④最適鑄造条件の把握

一般に鑄造方案の決定には長年の経験を要するのが通例であり、吸引鑄造も例外ではない。本来、表面性状が極めてうるさい精密鑄造であるため、鑄型温度の制御、鑄造温度等を含めて最適鑄造条件を設定するための実験的検討が必要であろう。

⑤型材質の選定

これまでに存在する型用亜鉛合金は、必ずしもこのような高精度表面性状を得ること、高い耐久性をもつこと、さらに通気性セラミックス型により鑄造することを前提に成分が決められているものではない。この型の冷却特性等も考慮し、より適切な型材質を決定すべきであろう。このことは亜鉛合金以外の型材質についても言えることである。

⑥型の耐摩耗性

このようにして製造された鑄造型が、果たして中少量生産、あるいは多量生産に使用できるかどうかを調べる必要がある。型材の機械的特性のチェックは当然としても、最終的には実際に射出成形を行ってみる必要がある。しかも、この耐久性は樹脂材質にも影響を受けるので、実際の調査はかなり大変である。

⑦適用型サイズ

鑄造性はそのサイズにより、大きな影響をうける。型

のサイズに関係なく鑄造できるものか、適切な寸法が存在するかを技術的、経済的両面にて検討する必要がある。

#### ⑧寸法精度

最初のモデルから繰り返し転写され、さらに通気性セラミックス型では焼結工程も経ている。この間に型くずれと共に収縮と膨張等による寸法変化が考えられる。寸法変化は定量的に把握され、最初のモデル製作に反映される必要がある。特に形状によるひずみの問題の発生を修正する必要がある。

#### 7. お わ り に

以上論じたように、通気性セラミックス型を射出成形用亜鉛合金型の鑄型として使用するには、種々の解決すべき問題はあるが、十分に可能性のある課題であると考えられる。石膏型でどの程度の精度に鑄造できるかなどの点についてまだ調査不十分な点もあるが、実際に鑄造実験を行ってみながら比較検討してみる必要がある。

(1988年7月20日受理)

#### 参 考 文 献

- 1) 柳沢章, 野口裕之, 中川威雄: 型技術者会議'87講演論文集, 144
- 2) 日本鑄物協会: 鑄物便覧

