

光造形を利用した低コスト型製造技術

○岩越 睦郎, 小林 政義, 戸羽 篤也, 三戸 正道
 中島 康博, 万城目 聡, 大参 達也*, 牧野 恵春**
 山本 英男***

Manufacture Technology of Cheap Model using Rapid Prototyping.

Mutsuro IWAKOSHI, Masayoshi KOBAYASHI, Atsuya TOBA,
 Masamichi MITO, Yasuhiro NAKAJIMA, Akira MANJYOUME,
 Tatsuya OMI*, Keisyun MAKINO**, Hideo YAMAMOTO***

抄 録

光造形を利用した低コストアルミ鋳造用型製造技術を検討した。その結果、迅速、精密かつ低コストで、光造形モデルから鋳造用中空モデルや発泡模型型等が作製でき、それらを利用することにより健全な鋳造製品の作製が可能になったことが分かった。

キーワード：光造形，アルミ，鋳造，消失，模型，転写型

Abstract

The type manufacture technology for low cost aluminum casting in which Rapid Prototyping was used was examined. Consequently, precise and by being able to produce the hollow model for casting, a foaming model type, etc. from an Rapid Prototyping model, and using them at low cost, showed being quickness and that production of a healthy casting product was possible.

KEY-WORDS：Rapid Prototyping, Aluminum, Casting, Disappearance, Model, Transferred type

1. はじめに

従来のアルミ鋳造は、成形型が高価であり、多品種少量生産を行う本道鋳物関連企業が精密アルミ鋳造分野に進出するのは困難であった。本研究では、迅速、精密かつ低コストに成形型を作製できる光造形システムを利用し、中空モデル、ダイレクト型、転写型等を作製して、光造形モデルによる消失型、発泡模型による消失型等への応用を検討した。

2. 光造形システム

試験に使用した光造形システムは図1のような構成である。



図1 光造形システムの構成

3次元CADで作製したデータをSTL（面データ）に変換して、光造形編集機に渡し、造形条件を付加して光造形機を駆動させてモデルを造形するものである。光造形編集機には、スライス条件、レーザービーム径の造形条件の他に、寸

* 北海道大学

** (有)モールドィック

*** (有)山本鋳造所

法の変更、コピー、回転機能等がある。図2に光造形編集機と光造形機を示す。



図2 光造形編集機と光造形機

光造形機は、レーザー出力：200mW、レーザ走査：0.1～0.5（硬化径）・20,000mm/sec（最大速度）で、LD 励起個体レーザー搭載タイプである。

3. 光造形による試作

3.1 中空モデルと光造形モデルによる消失鋳造

光造形によるモデルを用いて鋳物製造のロストワックスに代わる同目的の鋳造法を試みた。ロストワックス法は、石膏、又はセラミックモールド材で外装を包み、加熱して脱ロウ後鋳造するが、光造形のソリッドモデルを同様の目的に使用した場合は、加熱時のモデルの膨張によって、型材に破損が生じることが多い。その改善として、モデルを中空にする手法が考えられる。この手法を利用することにより、数個のアルミ部品を迅速、かつ精密に作製することが可能になる。

光造形の中空モデルは、SHELL タイプ¹⁾のモデルに内部サポートを作製して造形した。図3に模式図と表1に設定条件を示す。

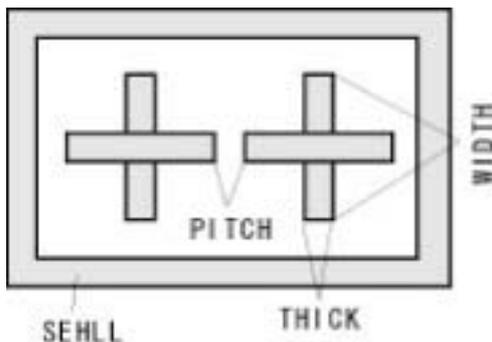


図3 設定の模式図

表1 設定条件

項 目	長 さ (mm)
SHELL	0.6～0.8
WIDTH	3.0～4.0
THICK	0.6～0.8
PITCH	3.0～6.0

この設定内で、モデルの形状の維持が可能であり、消失が容易にできることが分かった。試作品の造形終了後のマニーホールドとギヤカバー・取っ手の中空モデルを図4、5に示す。

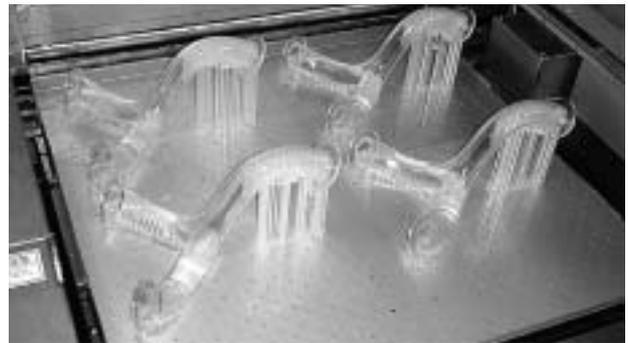


図4 マニーホールド

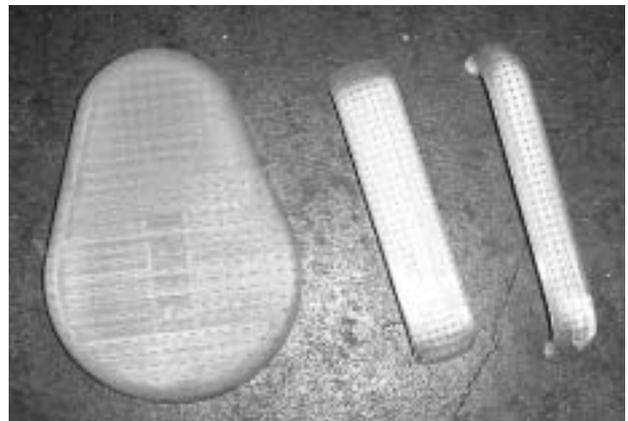


図5 ギヤカバーと取っ手

このモデルを用いて、消失鋳造試験を行った。モデルに鋳造のための、湯口、脱気口を設け、セラミックモールド材 (HAS-6) で外装を包み、モールド材が硬化後、電気炉で1時間-600℃で消失処理後、鋳造を行った。図6～8にその状況を、図9に試作製品を示す。

試作した鋳造品は、光造形による中空モデルの形状を忠実に反映していることが分かった。

4. 転写金型による消失模型の成形

消失模型鋳造法は、発泡ポリスチレンに代表される熱分解



図6 モールド材の充填作業



図7 消失処理



図8 アルミの注湯作業



図9 試作製品

性の発泡模型（消失模型）を砂中に埋没後、金属の溶湯熱で模型を消失させ、模型と同一形状の鋳物を製造する鋳造法である。消失模型は、一次発泡（予備発泡）後の粒状のポリスチレンを金型に充てんし、蒸気加熱・二次発泡（成形発泡）融着させて成形される。

消失模型成形用金型は、アルミニウム合金をマシニングセンタ、旋盤等の機械加工を用いて製造するのが一般的であり、蒸気融着成形には専用の成形機 (molding press) が使用される。このような従来の金型製造法と専用の成形機による消失模型の成形法は少量生産ではコストが高くなる。本研究では、消失模型の少量生産に適した低コスト消失模型成形技術の開発を行った。

4.1 小ロット向け成形機の開発

小ロットの消失模型の成形を目的として、簡易な成形機を開発した。成形機の構造を図10、外観を図11、内部を図12に示す。

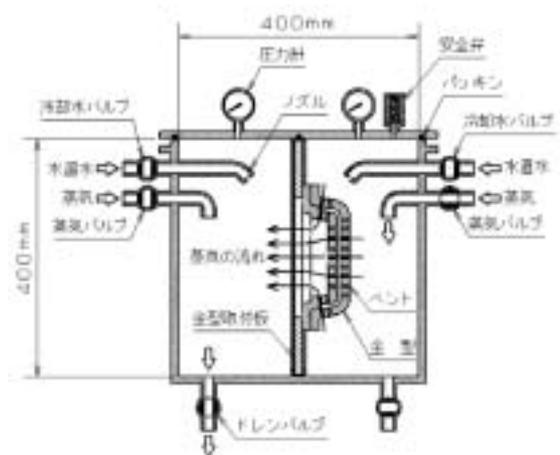


図10 成形機の構造図（一方加熱の例）



図11 成形機の外観



図12 成形機の内観

消失模型の成形は次の4工程で行った。

- ① 予備加熱（図10、左右の蒸気バルブ、ドレンバルブを開いて、金型を予熱する。）

- ② 一方加熱（右側の蒸気バルブ，左側のドレンバルブを開いて，金型内に蒸気を通過させ，二次発泡させる。）
- ③ 両面加熱（左右の蒸気バルブを開き，左右のドレンバルブを閉じて，金型を更に加熱し，融着成形させる。）
- ④ 水冷（左右の冷却水バルブを開き，金型を冷却する。）

4.2 平板形状発泡模型の成形試験

転写金型の材料には，アルミニウム粉をエポキシ樹脂でバインドしたメタルレジン複合材（アルミニウム 75 重量%，60 容量%）を使用した。転写金型は，光造形を用いて作製したマスターモデルをもとに，真空注型でモデルの形状を転写した後，室温で硬化させ，更に金型の強度向上を目的に，60℃・3 時間の一次加熱硬化，150℃・6 時間の二次加熱硬化により製造した。

発泡模型成形に最適な成形条件を得るために，簡単な平板形状成形品（100 × 100 × 8mm）の成形試験を行った。試験に用いた転写金型と試作した発泡模型を図 13，14 に示す。

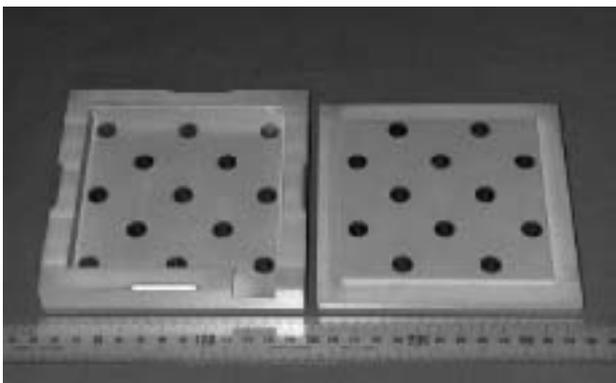


図 13 平板の転写金型

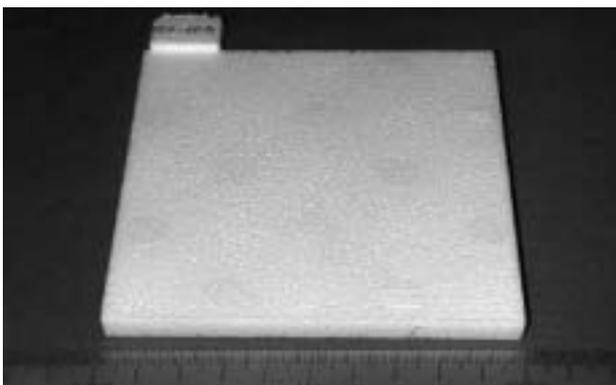


図 14 平板の消失模型

蒸気圧を 0.10MPa，0.15MPa とした時，予備加熱と一方加熱の時の加熱時間と金型温度の変化を調べた。加熱試験結果を図 15，図 16 に示す。予備加熱では，蒸気圧 0.15MPa の方が金型温度上昇が速く，120 秒以降でほぼ同じ温度となった。一方加熱においても，蒸気圧 0.15MPa の方が，0.10MPa に

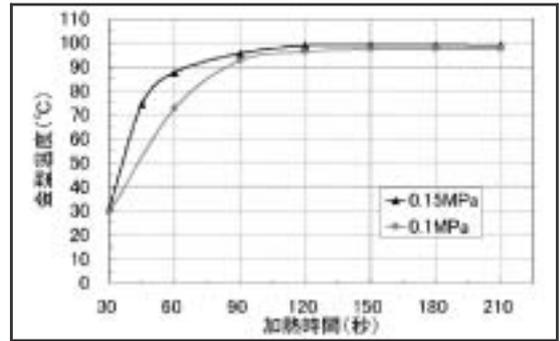


図 15 加熱時間と金型温度（予備加熱）

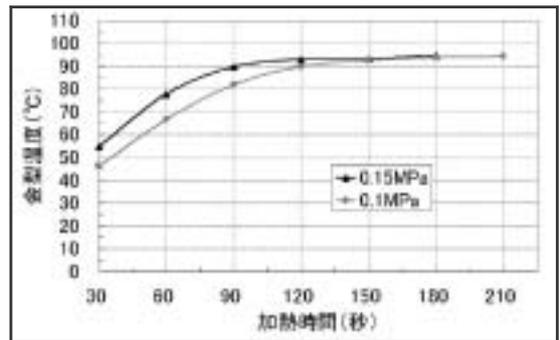


図 16 加熱時間と金型温度（一方加熱）

比べ加熱時間 60 秒までの温度上昇が速く，90 秒以降は，ほぼ同じ温度となった。

蒸気圧を 0.15MPa と 0.10MPa の 2 つの条件で発泡模型の成形試験を行った結果，蒸気圧 0.15MPa の時が良い成形傾向を示した。

蒸気圧 0.15MPa，金型予熱時間 60 秒と 90 秒の時の平板発泡模型の成形試験結果を表 2，表 3 に示す。金型予熱時間が

表 2 成形試験結果（予熱時間 60 秒）

一方加熱(秒)	両面加熱 (秒)		
	30	45	60
10	○	△	×
15	○	×	×
30	○	×	×
60	○	×	×
90	○	×	×
120	×	×	×

表 3 成形試験結果（予熱時間 90 秒）

一方加熱(秒)	両面加熱 (秒)			
	15	30	45	60
10	○	○	△	△
15	○	△	△	×
30	○	○	△	×
60	○	○	×	×
90	◎	△	×	×
120	○	△	×	×