

# 消失模型鑄造法における塗型特性と 鑄造欠陥に関する研究

機械金属室 國 吉 和 男  
比 嘉 眞 嗣  
沖繩鑄鉄工業(株) 宮 里 昌 幸

## 1. 緒 言

消失型鑄造法は1958年米国のH. F. Shroyerにより発明され、その後1960年西独のA. Witmoser等によって工業化され、日本には1965年頃導入されている。

これはいわゆる旧フルモード法と言われ、単品大型鑄造技術として、発泡ポリスチレンブロックから模型を切り出し、組み立てて、粘結剤を使った砂の中にそれを埋没して鑄込む方法であった。<sup>1)</sup>

その方法が基本特許の切れることと相まって、1980年前後から自動車業界を中心に、各界で研究や実用化の取り組みがなされている。今日では発泡ポリスチレン模型を金型で量産し、粘結剤を含まない砂で、鑄枠内を減圧あるいは無減圧にして模型を固定し、鑄込む、新しい量産フルモールド法が注目を集めている。<sup>2)</sup> すでにアルミ鑄物は実用化が進み、ねずみ鑄鉄、ダクタイル鑄鉄も一部で実用化が進んでいる。<sup>3)</sup>

一方県内の鑄物業界は好景気に支えられて県外移出の割合が増加しているが、それに伴って、量が少なく、比較的重量があって、中子作業の多いもの、あるいは三段枠で形状の複雑な物などの注文がふえている。

そこで従来の鑄造法に比べて①型合わせがない、②中子が不要、③粘結剤無しの砂を使用、④熟練工を要しない等の特長のある本法を早急に実用化して、これらの製品の生産性を高めることが該業界で切望されている。

本研究はこれらのことを背景にして、本法で最も重要な因子である塗型の特性と、すす欠陥、差込み欠陥と鑄造条件(鑄込み温度、鑄込み材質、減圧度、堰位置)との関係を検討したので、以下に得られた知見を報告する。

## 2. 塗型の特性

発泡ポリスチレン模型に付着させる塗型は従来の特性である耐火性の他に、模型の変形を防止したり、型くずれを防止したりする強度特性や、発泡ポリスチレンの分解ガスを速やかに排出できる通気性、また発泡ポリスチレンへの付着性、等が重要な特性と言われる。

ここでは、市販塗型を中心に、曲げ強さと通気性について検討した。

### 2-1 試験方法

使った塗型市販塗型3種と、それらを調整したもの2種の計5種類で、下記にその内容を示す。

発泡ポリスチレン曲げ試験片は積水化成(株)製(LPKビーズ40倍)の板材から、25×40×150を切り出し、塗型2種類を水分5水準に調整したものを、どぶ漬けで塗付して乾燥し、試験片とした。

記号	塗型骨材	備 考
A	ジルコンベース	市販品+調整
B	ジルコンベース	市販品調整無し
C	シリカベース	市販品調整無し
D	シリカベース	非売品(シリカ+粘土)
E	シリカベース	市販品調整無し

乾燥は恒温恒湿器(田葉井製作所PR-3G)を用い40度、湿度30%で2日間乾燥した。

曲げ試験はオートグラフ(島津製作所DSS-10T)を用い、載荷板40×20×2、スパン140mmで3点曲げ試験を行った。

通気度試験片は山本らの方法<sup>4)</sup>を参考にして50φ×100の試料ホルダーに6号砂を水ガラスをバインダーにして20mmの高さにサンドランマーで突き固めた。その端面に塗型5種類を水分3水準で調整して、どぶ漬けの要領で塗付し、曲げ試験片と同様に乾燥し、通気度試験片とした。

通気度の測定はJISZ 2603に準じて差圧を読み取り、換算表で通気度に換算した。

## 2-2 試験結果

塗型2種類B、Cの水分5水準の曲げ試験結果を表1に示す。

表中の塗型厚さは、曲げ試験片の発泡ポリスチレンから剥ぎ取って、マイクロメーターで厚さを測定した。

水分により粘性が異なるから、どぶ漬けして塗付した厚さに差がでる。

図1にその様子を、水分と塗膜厚の関係として示した。

塗型Cは水分20~24%で塗型厚が1.5~0.3mm程度変化し、塗型Bに比べて水分水準が低くどぶ漬けの要領で最も厚く付着した。

図2は発泡ポリスチレン模型の曲げ強さと、それに塗型が付着した場合の曲げ強さと、歪の関係を示したものである。

発泡ポリスチレンは弾性限界のようなピークを過ぎて、しばらく歪が増加して、最大荷重約6kgで破壊した。

塗型の付着した試料は、最大荷重が発泡ポリスチレンの2~3倍まで向上し、塗型の割れとともに発泡ポリスチレンも破壊している様子が見られる。

図3は塗型B、Cの塗型厚の変化と曲げ強さの関係をみたものである。

表1 曲げ試験結果

塗型名	水分%	塗型厚 mm	最大荷重 kg
EPS	—	—	6.2
塗型 B	25.0	1.18	13.5
	26.2	0.72	12.8
	25.2	0.50	9.8
	26.2	0.52	10.5
	26.6	0.41	8.8
塗型 C	19.2	1.59	17.3
	21.3	0.66	12.8
	22.0	0.41	10.3
	22.5	0.41	10.3
	23.4	0.33	8.3

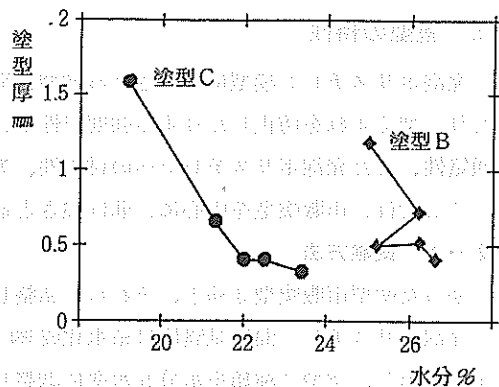


図1 水分と塗型厚さ

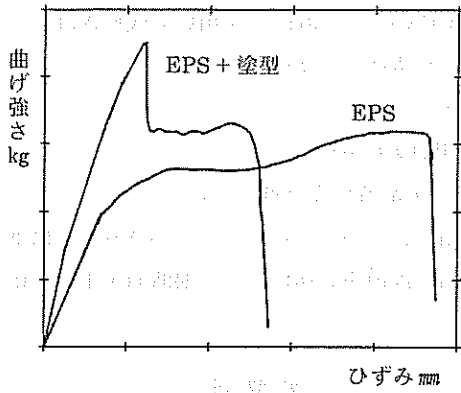


図2 曲げ強さのパターン

発泡ポリスチレンの曲げ強さ6 kgの水準に比べると、わずか0.3 mm程度の付着厚さから、曲げ強さの向上に寄与しているのがわかる。

つぎに5種類の塗型の通気度を見たのが図4である。

CO<sub>2</sub>ガス型の端面に付着した塗型は、剥ぎ取ると砂をかんでおり、塗型厚さの測定は困難であったので、試料ホルダーの側面の塗型厚を測定した。

これで見ると概して塗型が厚くなると通気度は低下し、その傾向は塗型の種類により異なる。

塗型Cは厚が1.5 mmまでほとんど通気度は変わらず、低い水準であった。

また塗型Eは最も通気性が良く、CO<sub>2</sub>ガス型の通気度426の約半分程度であった。

### 3. 鑄込み試験

#### 3-1 試験方法

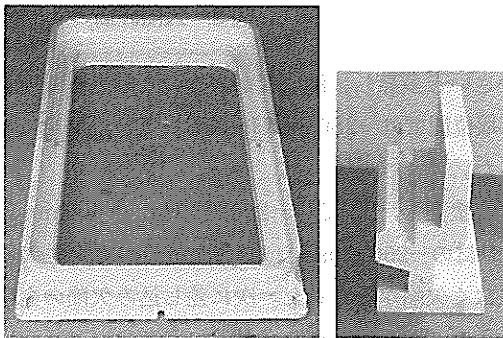


写真1 発泡ポリスチレン模型

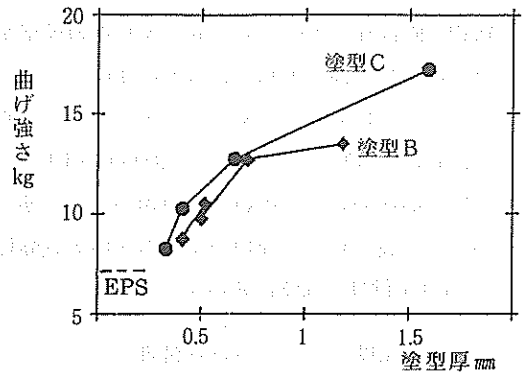


図3 塗型厚さと曲げ強さの関係

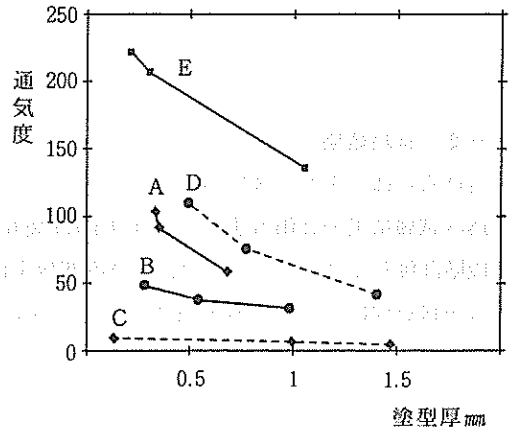


図4 塗型厚と通気度の関係

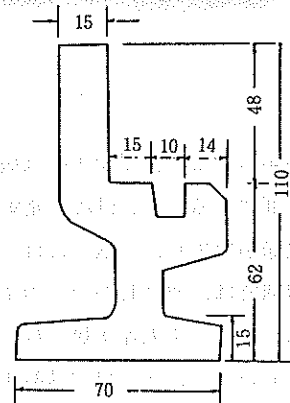


図5 発泡ポリスチレン断面の寸法

発泡ポリスチレン模型は前試験と同様積水化成(株)製(LFKビーズ40倍)を用いて成形された、実铸件(製品名、2号ハンドホール)用の模型から切りだし鑄込み試験片とした。

写真1に模型全体の形状と、図5に断面の主な寸法を示す。

フラスコ寸法は $1800 \times 1800 \times 1000$  mmで、低面と4側面から減圧を行った。

また、砂は100#ピークの6号弥生硅砂を用いて、フラスコを振動して充填した。

塗型は前述の試験で用いた5種類の塗型を使い、どぶ漬け、1回の塗付とした。鑄込み条件は下記のように設定し、5種類の塗型ちがいの試験片は、湯口と湯道を共通にして、堰断面を $10 \times 20$  mm<sup>2</sup> × 5コを付け、同時に鑄込んだ。

鑄込み温度	鑄込み材質	減 圧 度	塗 型 材
1400 °C	F C	-100 mmHg	A
		-250 mmHg	B
	F C D	-400 mmHg	C
			D
			E

### 3-2 試験結果

鑄込んだ様子を写真2に示す。

鑄込み試験結果の評価方法は、すず欠陥は図6のように3面に分け、それぞれの欠陥発生状況を3段階評価して合計した。また、差込み部分をはつり取って、ひょう量した。

これを材質別にまとめたのが表2と表3である。

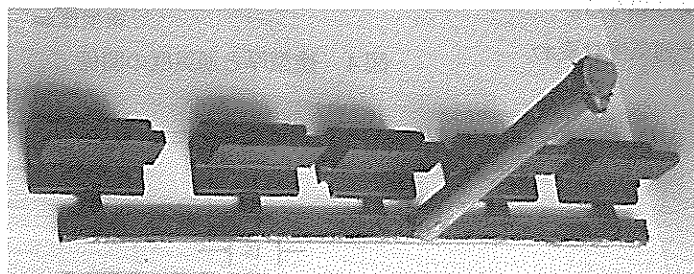


写真2 鑄込み試験結果

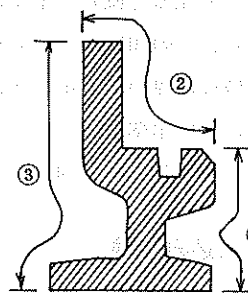


図6 欠陥評価の3面分割

表から見ると、すず欠陥は概して、減圧度が小さいと多発し、減圧度が大きいと減少している。材質別にみるとFC材に多発する傾向がみられ、堰位置では-250 mmHgにおいて、上堰全てにすず欠陥が発生し、下堰ではほとんど欠陥はなかった。

塗型別では、塗型Eが全ての条件で欠陥が発生し、塗型A, B, Cは-250 mmHg、-400 mmHgでほとんどすず欠陥が無くなった。塗型DはFCD材の-250 mmHg、-400 mmHgですず欠陥が消えているが、FC材では減圧度、堰位置に関係なく欠陥がみられた。次に差し込み欠陥の発生状況を見ると、減圧度が大きいと多発し、小さいと少なくなる傾向がみられる。

材質別に見ると差し込み発生はFC材とFCD材は同程度で、発生量はFC材が多かった。

表2 FC材の鑄込み試験結果

減圧度	-100 mmHg		-250 mmHg				-400 mmHg	
堰位置	下堰		上堰		下堰		下堰	
欠陥名	すす	差込み	すす	差込み	すす	差込み	すす	差込み
A	8	-	2	-	-	-	1	-
塗 B	4	-	1	2.2	-	1.1	-	2.9
型 C	3	-	3	-	-	-	-	-
名 D	2	-	6	1.1	2	-	5	2.0
E	6	2.3	2	-	1	-	1	8.3

表3 FCD材の鑄込み試験結果

減圧度	-100 mmHg		-250 mmHg				-400 mmHg	
堰位置	下堰		上堰		下堰		下堰	
欠陥名	すす	差込み	すす	差込み	すす	差込み	すす	差込み
A	1	-	1	-	-	0.4	1	-
塗 B	1	-	1	1.0	-	0.1	1	1.2
型 C	4	-	1	-	1	-	-	-
名 D	3	-	3	1.2	-	-	-	1.9
E	3	-	1	-	2	0.4	6	2.8

表4 鑄込み試験片の塗型厚と通気度

	塗型厚	通気度
A	0.48	80
塗 B	0.38	50
型 C	0.67	10
名 D	0.57	110
E	0.64	170

塗型別では塗型Cが全く差込み欠陥はみられず、塗型AはFCD材の-250 mmHg下堰でわずかにみられたにすぎない。

これらの欠陥と通気度について見てみる。

鑄込み試験片に付着した塗型の厚さと、図4の関係から、各塗型の常温での通気度を推定したのが表4である。

すす欠陥は比較的通気度の低い塗型A、B、Cで少なく、通気度の最も大きい塗型Eで多発している。発生ガスがスムーズに塗型壁から排出されないと、すす欠陥や、ガス欠陥が生じ易いと言われることとからすると、<sup>5)</sup>矛盾するよう見えるので、今後高温通気度など測定して更に検討したい。

また、差込み欠陥は比較的通気度の低い塗型A、Cで少なく、最も通気度が良い塗型Eで大きく差し込んでいるが、これは、さしこんだ部分をはつてみると、塗型の割れた箇所から湯が漏れて、塗型を抱き抱えていることから、高温の割れ強度を含めて検討したい。

#### 4. 結 言

消失模型鑄造法で最も重要と言われる、塗型の常温での特性と、典型的な鑄造欠陥について、実鑄物用の発泡ポリスチレン模型の一部を試験片にして、鑄込んだ結果次のことが明らかになった。

- 1) 発泡ポリスチレン模型に付着する塗型厚は水分により差がある。その傾向は塗型の種類により異なる。
- 2) 塗型が発泡ポリスチレン模型に付着すると、曲げ強さが大きくなる。塗型Cは1.5 mmの付着厚さで、3倍も発泡ポリスチレン模型の強度を向上させた。
- 3) 通気度は塗型の種類により大きく変わり、付着厚さでそれぞれ通気度は低下することが解った。塗型Cが最も低く、塗型Eが最も高い通気度水準であった。
- 4) すず欠陥は減圧度が高くなると減少する傾向にある。またFC材よりFCD材にすす欠陥が少なく、堰位置は下堰の方がすす欠陥は少なかった。
- 5) 差込み欠陥は減圧度が高いと多く発生する傾向が見られ、通気度の低い塗型A、Cでは差込みが少なかった。

今回の実験では、塗型特性が常温特性であったこと、鑄込み試験を生産現場で行ったため、鑄込み温度のコントロールが不十分であった事等のため、塗型特性と鑄造欠陥との関係が十分把握されなかった。今後塗型の高温特性など検討し、鑄造欠陥との関係を更に究明したい。

#### 参考文献

- 1) 片島、瀬川、楊：鑄物、59 (1987)、1, 4
- 2) 田村：鑄物、59 (1987)、12, 708
- 3) 外山：鑄物、59 (1987)、12, 725
- 4) 山本、瀧本、三宅、岡田：鑄物、59 (1987)、12, 729
- 5) 坂口：鑄物、59 (1987)、12, 699

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。