

1. 開発の背景及び目的

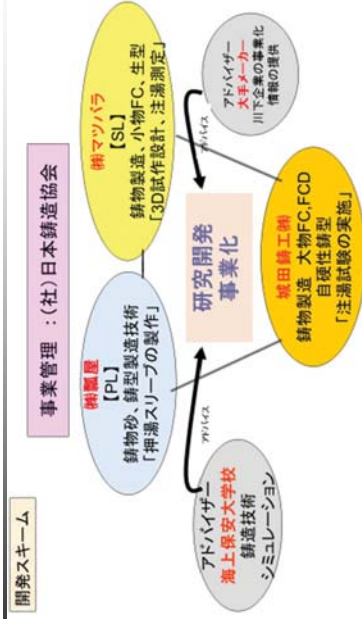
- 鋳造業におけるコスト競争力の最大の課題は鋳造歩留りの向上であるが、この40年間、業界努力にもかかわらず平均で50%程度に留まっていると推定される。
- 鋳鉄は極めてエネルギー消費量が高い。そのために、他の加工法との競争力あるいは海外との価格競争力の低下をきたしている。
- この状況の打破の一つは、押湯の給湯効率を高めて溶解エネルギーを削減することである。
- 本開発では新規な発想に基づく新押湯方式を開発することとで、押湯を半減し、鋳造歩留りを大幅に向上させることを目指した。

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

2

2. 研究開発体制



平成24年度戦略的基盤技術高度化支援事業の採択を受け、社団法人日本鋳造協会を事業管理法人として、本研究開発を行った。

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

3

3. 研究開発の目標

鋳込まれる溶湯の約30%を占める押湯の削減のため、保温性が高く給湯効果の高い、新規な断熱押湯スリーブを開発することで、鋳造歩留りを10%以上向上させることを目指した。

現状歩留

$$\frac{\text{製品:50}}{(\text{製品:50} + \text{湯道・湯口:20} + \text{押湯:30})} = 50\%$$

開発目標

$$\frac{\text{製品:50}}{(\text{製品:50} + \text{湯道・湯口:20} + \text{押湯:15})} = 59\%$$

製品生産量20%アップ

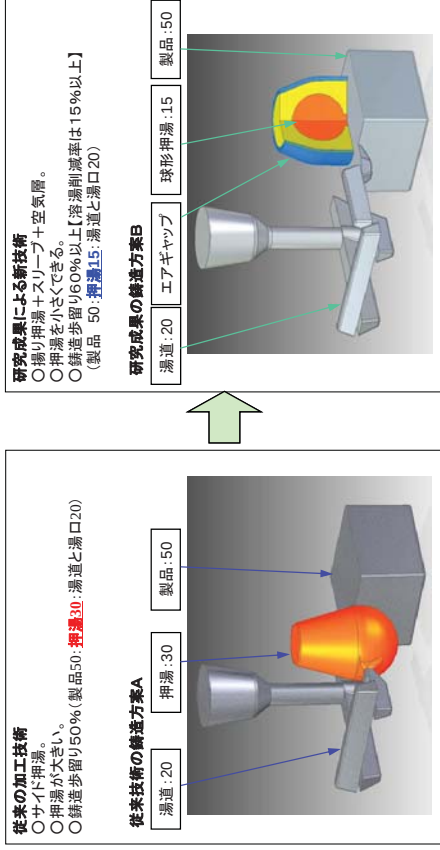
2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

4

4. 研究内容

4.1 押湯方式



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

5

4.3 押湯の保温方法

押湯を小さくするためには、保温性が重要。

- 従来保温性は、押湯の体積を大きくする
 - ➡ 鋳造歩留り悪化
- 発熱性又は断熱性スリーブ
 - ➡ 高価であるために適用が制限また鋳造不良の原因となりうる

その結果、コストを含めた鋳造歩留りの向上に寄与することが難しかった。

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

7

4.2 押湯の必要給湯量

- 現在用いられている一般的な柱状の押湯は、押湯が大さい割には凝固が早く、無駄な部分が多い。
 - ➡ 体積の割には凝固モジュラスが小さく、押湯としての効率が低い。
- 本開発では、押湯形状として、放熱する表面積が最も小さく凝固モジュラスの面で効率の高い球状体を用い、最小の体積で必要な給湯効果を得るようにした。

2015/06/12

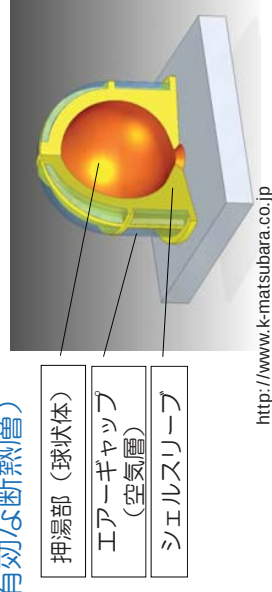
<http://www.k-matsubara.co.jp>

6

4.3 押湯の保温方法

本開発では、

- ① 安価なシエルスリーブを用いた。
 - ② 外周にエアギャップを設けて空気層を形成。
- ➡ この空気層の断熱性を利用により押湯の保温性を飛躍的に向上（空気の熱伝導率は鋳型の1/13で、極めて有効な断熱層）



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

8

4.4 押湯スリーブの材料

- 従来の押湯スリーブは、加熱や断熱を行うことを前提
⇒発熱材・断熱材が使用され高価格になりがちである。
- また、ライン砂に混入した場合に、铸造欠陥（フィッシュアイ等）の懸念もある。
- 本開発は、通常のコーテッドサンドで成型、機能的な保温性（球状体＋空気層）を有す。
⇒価格の面で有利であり、また
ライン砂に混入しても有害性は
ほとんどない。

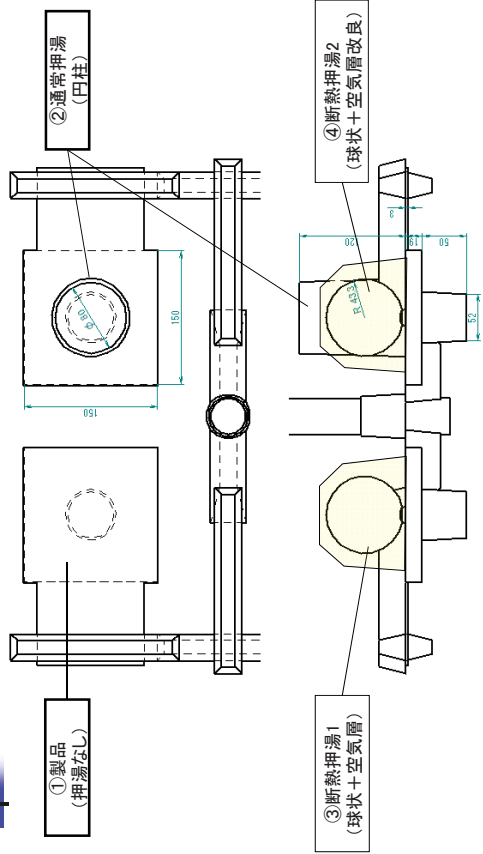


2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

9

5.1 引け試験片



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

11

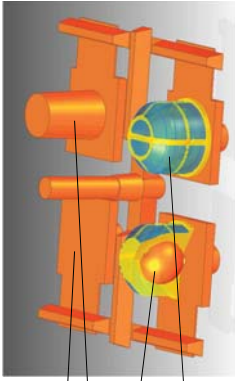
5. 断熱押湯の铸造実験

5.1 引け試験片

押湯効果を検証するため引け試験片を作成、試験片は平板中央部に柱状の突起部を付け、引け巣が発生し易い形状にした。

模型定盤には試験片4個に対し

- ①押湯なし
 - ②通常の柱状押湯
 - ③断熱押湯1(球状＋空気層)
 - ④断熱押湯2(球状＋空気層改良)
- をそれぞれ揚り押湯方式で設けた。



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

10

5.2 铸造実験結果

引け試験模型を用い製品部・押湯スリーブ部に温度センサ一を挿入、押湯の保温性を調査した。

表1 押湯スリーブの保温性の比較

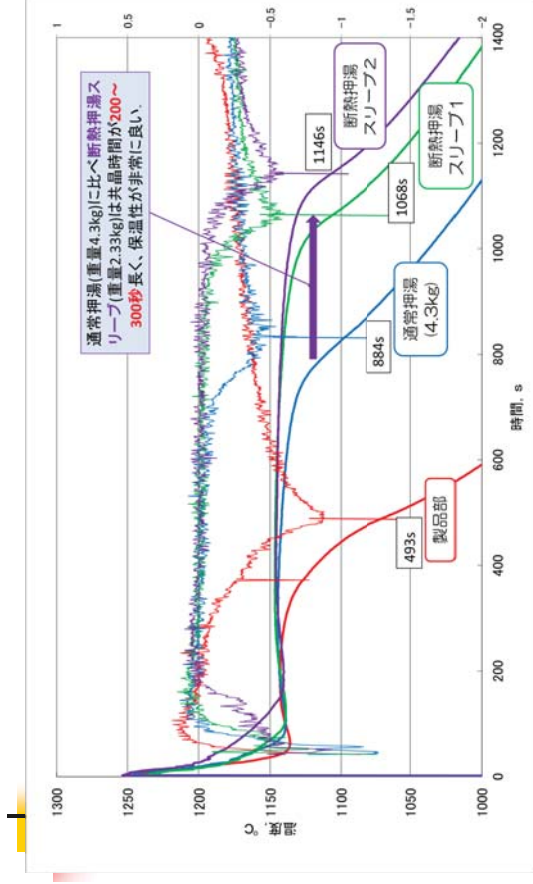
	押湯なし	通常押湯	断熱押湯1	断熱押湯2
製品重量kg	3.7	3.7	3.7	3.7
製品Mr	0.80	0.80	0.80	0.80
押湯重量kg	0	4.30 (1.0)	2.33 (0.54)	2.33 (0.54)
押湯Mr	—	1.5	1.44	1.44
押湯の 形状・空気層	—	円柱	球状体 空気層	球状体 空気層改良
共晶保持時間 (秒)	493	884 (1.0)	1068 (1.21)	1164 (1.31)
引け巣	あり	なし	なし	なし

表中のMrは凝固モジュラス (cm)を示す

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

12



押湯の保温性比較「一タ

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

13

5.3 引け試験片の凝固解析

引け試験片の鑄造結果を、シミュレーションソフトJSCASTを使用した凝固解析シミュレーション結果と比較した。

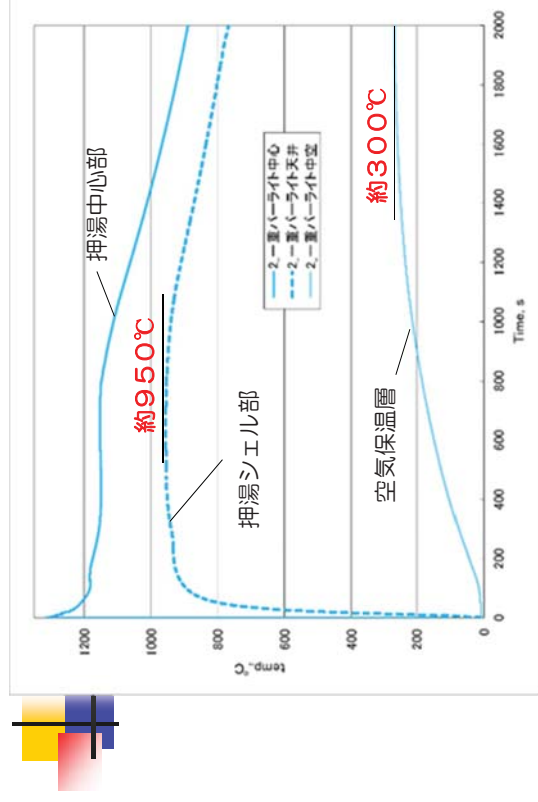
物性値項目	製品(物)	構型	スリーブ	空気
材料名称(記号)	FC0450	筒型	シェル砂	空気
解析上表記	FC0450	SAND	ShellCore	Air
初期温度(°C)	1300	-	20	20
波相線温度(°C)	1165	-	-	-
同相線温度(°C)	1106	-	-	-
密度(g/cm³)	6.7	-	1.5	1.73
比熱(cal/g°C)	0.197	-	0.2	0.24
熱伝導率(cal/cm・s・°C)	0.068	-	0.00135	0.0002
凝固潜熱(cal/g)	65	-	-	-
動粘性係数(cm²/sec)	0.021148	-	-	-

表2 各種物性値

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

15



押湯、押湯シエル部、空気保温層の温度变化の測定結果

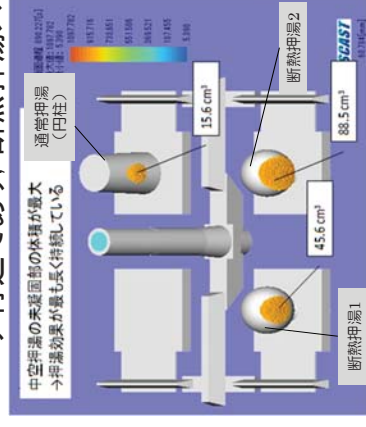
2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

14

5.3 引け試験片の凝固解析

断熱挾湯スリーブ2の未凝固部分の位置は、ネックダウンコ
ア付近であり、断熱挾湯スリーブの給湯効果が高い。



	押揚なし 試験片	通常 押揚	断熱 押揚1	断熱 押揚2
凝固時間 (秒)	640	982	1043	1132
90秒時の未凝固 の体積(%)	0	15.6 (1.0)	45.6 (2.9)	88.5 (5.7)
90秒時の未凝固 面率(%)	—	2.6	13.7	25.6
1130秒時の(押 揚中心温度)℃	—	1025	1055	1105

凝固解析シミュレーション結果

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

16

5. 4 実製品での実証試験



製品名	搬送器用部品
材質	FCD450
製品重量kg	17.6
断熱押湯種類	φ80断熱押湯スリーブ
押湯重量kg	2.19
押湯削減率	10 *
製品引巢の有無	無し
課題	安定化実績
評価	◎

* 押湯削減率は現使用押湯スリーブとの比較

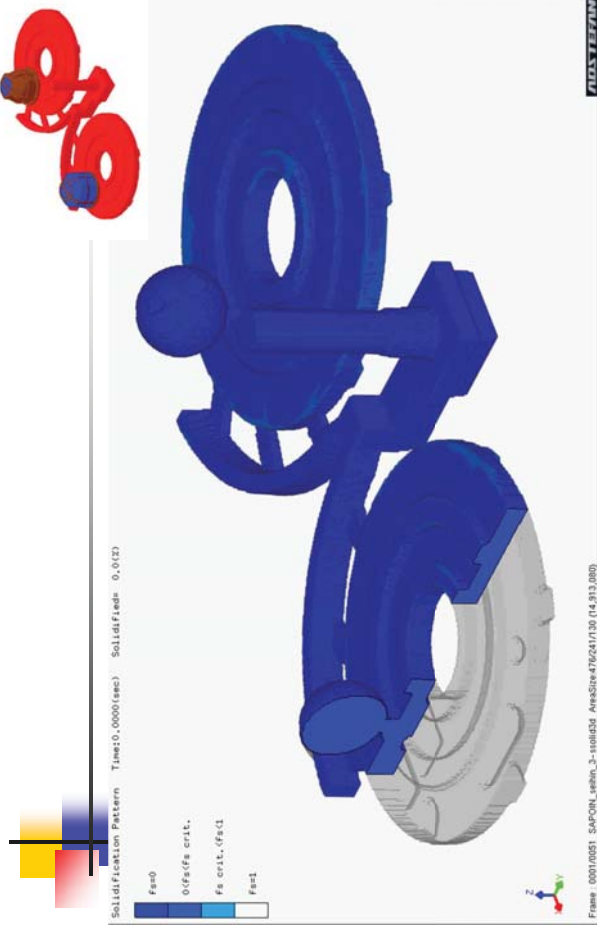
搬送器用部品製造写真

铸造品実証実験結果

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

17



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

19

5. 3 引け試験片の凝固解析

断熱押湯スリーブを用いた铸造品は引け巣不良はなく、押湯重量も10%削減。

断熱押湯上部が大きく引け、かつ大気とつながっている
⇒大気圧による給湯が効果的に作用していたと考えられる



铸造品切断面(引け巣なし)

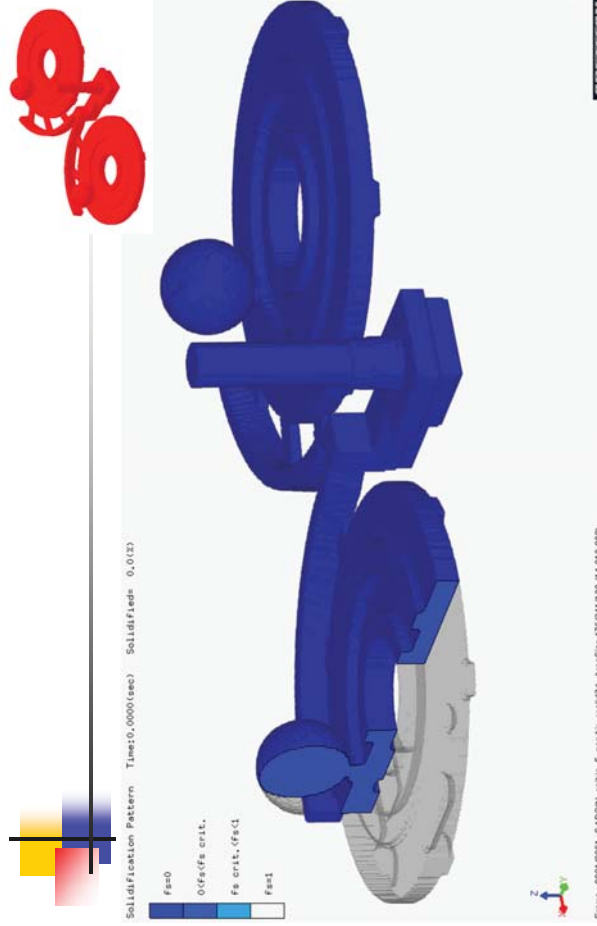


断熱押湯の切断面

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

18



2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

20

6. 成果のまとめ

今回開発された断熱押湯スリーブの特徴は

- 1) 通常の押湯より保温性が高く、約50%押湯重量を低減。
⇒**製造歩留りは10%以上の向上**.
- 2) スリーブ材料は一般の珪砂を骨材とし、成型方法も容易で生産性が高いので、**安価**に供給が可能.
- 3) スリーブ材が鑄物砂に混入しても同一珪砂であり、**製造欠陥などへの影響はほとんどない**.
- 4) 揚り押湯のみでなく、**サイド押湯にも適用可能**であること
を別実験で確認している.
- 5) ネット形状を最適化することにより、ダクトイルであってもハンマーで切断可能である.
⇒**仕上工数の大幅な削減も可能にした**.

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

21

本研究開発を進めるにあたり、総合的なご指導を頂いた中部経済産業局、ならびに断熱押湯の基本技術の提供及び指導を頂いた(有)ファンドリーテック五家政人氏、鑄造全般及びシミュレーションのご指導を頂いた元海上保安大学(現在大同大学)前田教授の皆様方に深く感謝申し上げます。

ご清聴ありがとうございました

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

23

7. 今後の課題

- 1) 断熱押湯スリーブ量産化及び形状バリエーションの充実.
- 2) 断熱押湯スリーブの各種鑄造品に対する適用性の拡大.
サイド押湯への適用など.
- 3) シミュレーションによる最適な断熱押湯スリーブの設計と提案.

引き続き補完研究により課題の適用試験を行って、実用化を進めて行きたい.

2015/06/12

<http://www.k-matsubara.co.jp>

22