

高品位鑄造技術に関する研究

- 耐アルミ溶湯鑄鉄製品の製造技術に関する研究 -

永野正明*¹ 森田憲輔*² , 矢澤貞春*² , 常木裕己*² ,
児玉洋介** 児玉賢一郎** 大庭和治**

Study on the High-grade Foundry Technique

- Study on the Manufacturing Technology of the Aluminum-proof Molten Metal Cast Iron Product -

NAGANO Masaaki*¹ , MORITA Kensuke*² , YAZAWA Sadaharu*² , TSUNEGI Hiromi*²
KODAMA Hirotsuke** , KODAMA Kenitirou** , OHBA Kazuharu**

抄録

アルミ溶湯に損傷されにくい鑄鉄製品を開発し、鑄鉄製品の高付加価値化を図ることにより、鑄鉄鑄物製造業の競争力を向上させることを目的としている。開発した材料をベースに、炭素、クロムなどの元素の添加量を変化させて耐アルミ溶湯溶損性の向上を図った。その結果、100時間を超える材料を見いだした。

キーワード：耐アルミ溶湯溶損性，アルミニウム，0.8%クロム鑄鉄

1 はじめに

県内鑄鉄鑄物製造業の課題のひとつに、海外製品の低価格に価格で対抗するのではなく、鑄造品の高付加価値化を図ることが挙げられる。なかでも、生産量を伸ばしているアルミダイキャスト業界では、その生産機械に鑄鉄製品を使用しているが、鑄鉄製品とアルミ溶湯が接触する部分の損傷が隘路となっている。そこで、アルミ溶湯に損傷されない材質を検討し、耐アルミ溶湯溶損性が55時間程度の材料を見いだした。本研究では、耐アルミ溶湯溶損性の向上と製品に求められる機械的性質（引張強さ、硬さ、伸び）の付与び製造コストの改善を目標と

した。

2 実験方法

2.1 耐アルミ溶湯溶損性の向上

アルミ、クロム（増加方向）及び球状化剤の添加量、また、球状化剤についてはその種類についてその影響を検証した結果、13%クロムかつ低アルミ添加の鑄鉄材料で従来品のおよそ4倍の55時間程度の耐アルミ溶湯溶損性を得ることに成功した¹⁾。本研究では炭素、クロム（減少方向）その他2種の合金の添加量を変化させ耐アルミ溶損性の向上を検討した。また、鑄造した試験片にはすべて熱処理を行った。

なお、耐アルミ溶損試験及び評価方法は黒鉛るつぼ内で溶解させたアルミ溶湯中を試験片が上下する方法を用いた¹⁾。

*¹ 材料技術部（現 中小企業振興公社）

*² 材料技術部

** 児玉鑄物株

2.1.1 炭素添加量の影響

鑄鉄の機械的性質を決める要因の1つに炭素量が挙げられるが、ここでは炭素の添加量を 2.2 % ~ 3.8 %まで段階的に変化させた S16 ~ S20 を鑄造・熱処理をし、その耐アルミ溶湯溶損性を検証した。

2.1.2 合金添加量の影響

これまでの供試材においては、材質改善のために高価な2種類の合金(それぞれA、Bとする。)を添加し、鑄造・熱処理をしてきた。そこで、これらの合金の添加量による材質への影響を検証した。

2.1.3 クロムの添加量の影響

昨年度の研究¹⁾では 13%クロム添加の材料をベースとして、添加するクロムの量を増加(20%)させて実験を行ったが、よい結果を得ることができなかった。そこで、逆にクロムの添加量を減少(0.8%、0%)させて鑄造・熱処理をして耐アルミ溶湯溶損性の向上を図った。

2.1.4 熱処理の影響

2.1.2までの実験で様々な条件で熱処理を行った結果、溶損性に何らかの影響を与えることが考えられたので、2.1.3でクロム添加量の影響を調べるのに加え、さらに2段階の温度 T1、T2 で熱処理を行い、溶損試験を行った。ここで、温度 T1 での熱処理の冷却には2種類の冷却パターン(それぞれイ、ロとする。)を用いた。

2.2 確認実験 1

優れた耐アルミ溶湯溶損性を示した 13 %クロムかつ低アルミ添加の鑄鉄材料(S3、S6、S7)に温度 T2 で熱処理を行うことにより、さらなる耐久性の向上を図った。ここで、冷却パターンはイを使用した。

2.3 確認実験 2

熱処理によって耐アルミ溶湯溶損性が影響を受けることがわかったので、児玉鑄物(株)において生産している主な材質についても熱処理を行い、溶損試験を行った。

3 実験結果

3.1 耐アルミ溶湯溶損性の向上

実験で行った溶損試験の仕様を表1に示す。

表1 溶損試験の仕様

試験片の往復ストローク	1 0 0 mm
試験片の動き方	平均 2 0 0 mm/ s の往復運動
試験片の寸法	21 × 300 × 5mm
試験片の数量	8 本
アルミ溶湯の種類	A D C 1 2
試験温度	6 6 0 ± 2 0

3.1.1 炭素添加量の影響

実験に用いた試験片は、表2に示すように炭素量を変化させたもので、その試験片を表1の仕様で溶損試験を行った。その結果を図1に示す。

図1から炭素を 3.6 %以上添加した S 19 と S 20 の耐久時間がそれぞれ 77 時間、83 時間と炭素添加量が多いほど耐久時間が増す傾向にあることが判明した。

表2 S 16 ~ S 20の化学成分 (%)

	T・C	S i	C r	M g	A l
S 16	2.21	1.0	13.2	0.004	1.36
S 17	2.68	1.23	13.3	0.01	0.93
S 18	3.20	0.98	13.2	0.007	1.34
S 19	3.84	0.97	13.2	0.005	1.32
S 20	3.68	1.22	13.2	0.01	1.32

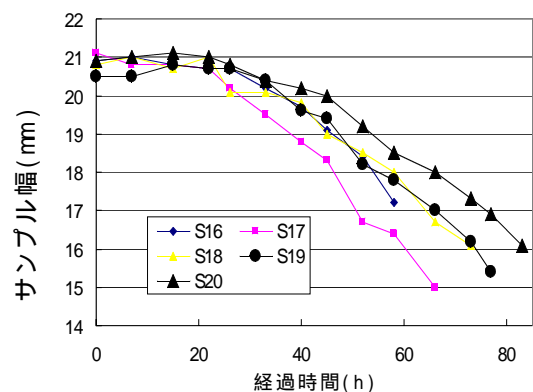


図1 溶損試験結果 (S 16 ~ S 20)

しかし、その反面で靱性が少なく(伸び 0.5 %程度)、製品化するためには、靱性の改善が必要不可欠であることがわかった。

3.1.2 合金添加量の影響

A合金およびB合金が、どの程度材質に影響を与えるかを検証するために

- ・合金添加なし (S 21)
- ・A合金のみを添加 (S 22)
- ・B合金のみを添加 (S 23)

を鋳造し、溶損試験を行った。

S 21 ~ S 23 の化学成分を表3に示す。

表3 S 16 ~ S 20の化学成分 (%)

	T・C	Si	Cr	Mg	Al
S 21	2.67	0.83	13.4	0.004	0
S 22	2.68	0.77	13.3	0.005	0
S 23	3.68	1.16	13.2	0.005	0

図2に示すようにS 21 ~ S 23の耐久時間は、80時間前後でほとんど変化がなかった。このことからA合金、B合金は、耐アルミ溶湯溶損性には、影響しないと考えられる。しかし、これらの合金を添加しないと機械的性質において伸びが全くないことから、両合金を添加することで機械的性質が改善されることが判明した。

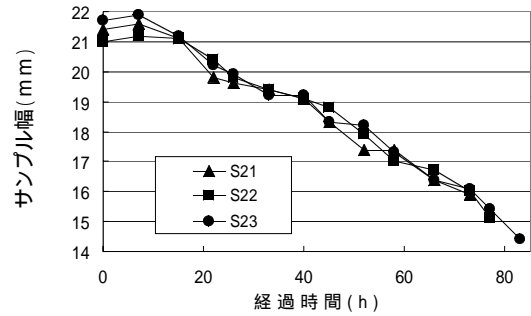


図2 溶損試験結果 (S 21 ~ S 23)

3.1.3 クロムの添加量の影響

クロムの添加量の影響を検証するにあたり、児玉鋳物(株)で実際に量産している0.8%Cr鋳鉄とFC250を実験に用いた。試験片のクロムの添加量および熱処理方法を表4に示す。

表4 クロムの添加量と熱処理条件

		熱処理温度	冷却パターン
S 24-1、S 25	0.8Cr	T1	イ
S 24-2、S 26、S 33	0.8Cr	T1	ロ
S 28	0.8Cr	T2	イ
S 30、S 38	FC250	T1	イ
S 31、S 39	FC250	T1	ロ
S 32、S 40	FC250	T2	イ

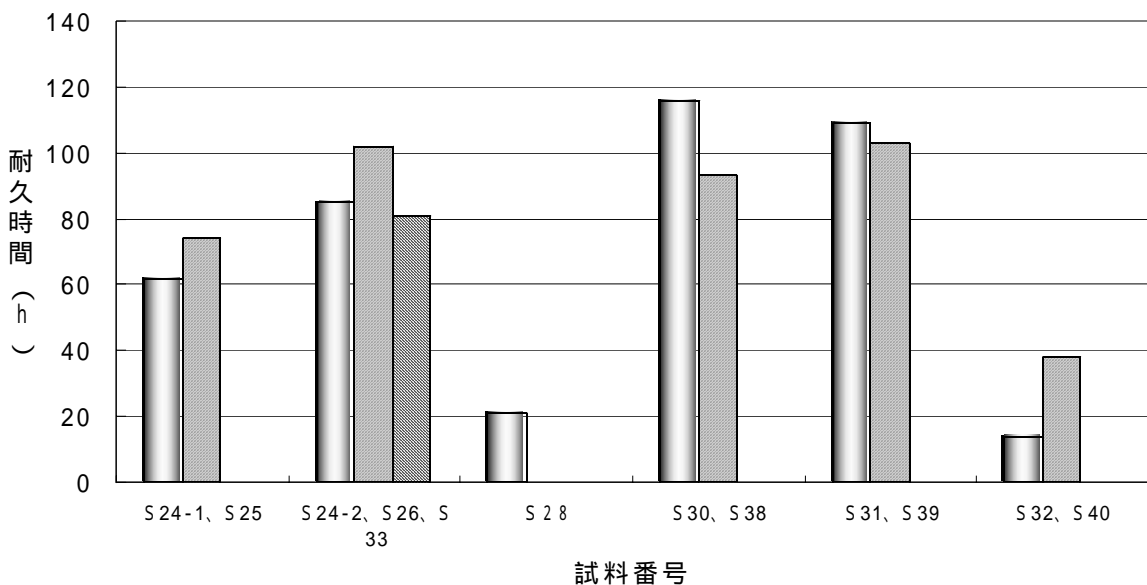


図3 サンプルの耐久時間

図3から温度T2で熱処理したものは、0.8%クロム鑄鉄、FC250とともに耐久時間が40時間以内であったのに対して、温度T1で熱処理したものは、いずれも耐久時間が60時間を超えている。

中でもS30は、耐久時間が116時間と昨年度の研究で見いだした材料の約2倍となった。

3.2 確認実験1

13%クロムかつ低アルミ添加の鑄鉄材料(S3、S6、S7)に温度T2で熱処理を行い、それぞれS34、S35、S36とした。図4に示すようにS3、S6、S7においては、温度T2で熱処理してもさほど影響を受けないことが判明した。

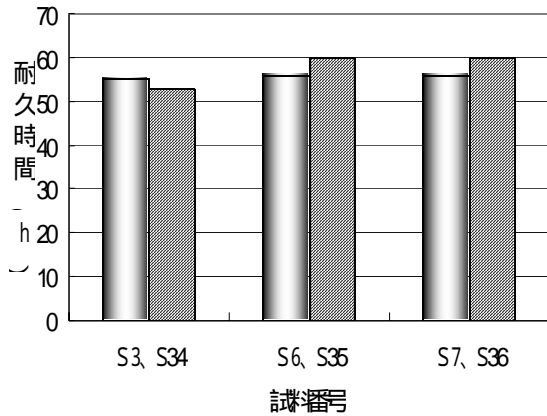


図4 確認実験1における耐久時間

(各グラフ、左が熱処理前、右が熱処理後)

3.3 確認実験2

共同研究先である児玉鑄物(株)で実際に量産

している材料に温度T2で熱処理することにより耐アルミ溶湯溶損性が向上するものがないかを確認した。実験に用いた材質と試料番号を表5に示す。

児玉鑄物(株)で実際に量産している材料の溶損試験を行ったところ、図5に示すようにS42の耐久時間が100時間となった。しかし、これらの材料は、S30の116時間と比較して耐久性が劣っている上に高価な合金の添加によってコスト的にも不利であることから今後の研究の対象から外すことに決定した。

表5 S41~S54の熱処理方法

	材質呼称	熱処理温度	冷却パターン
S41	FC250K	T2	イ
S42		T2	ロ
S43		T1	イ
S44	FC250KK	T2	イ
S45		T2	ロ
S46		T1	イ
S47	FC300	T2	イ
S48		T2	ロ
S49		T1	イ
S50	FC400	アズキャスト	
S51		T2	イ
S52		T2	ロ
S53	FCD450	T2	ロ
S54	アズキャスト		

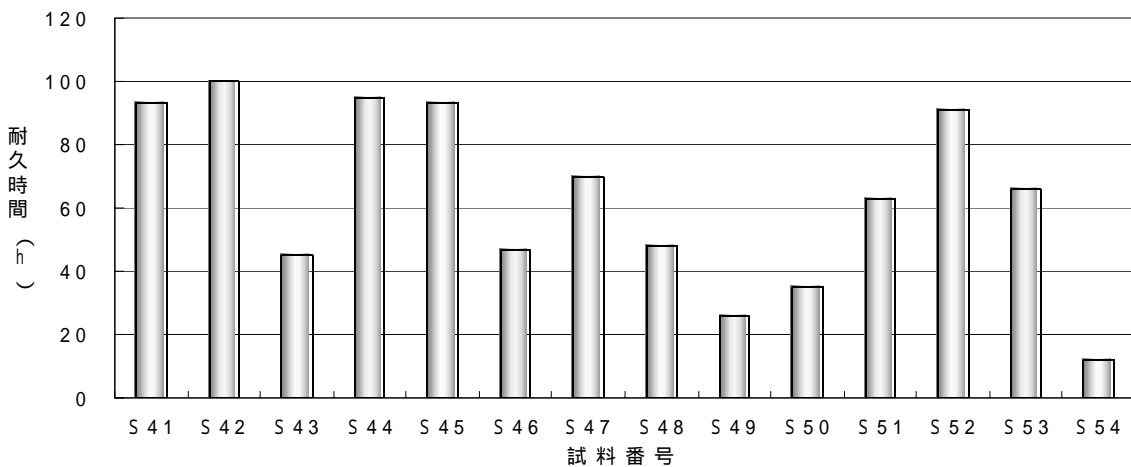


図5 確認実験2における耐久時間

3.4 顕微鏡観察

本研究の結果から耐久時間の差が生じた原因を検証するために同じ FC250 で耐久時間が 116 時間の S 30 と 14 時間の S 32 の組織を比較検討した。それを図 6 に示す。図 6 に示すように S 30、S 32 とともに黒鉛形状が D、E 型であり伸びていないことがわかる。また、基地組織もほとんど同様である。このことから S 30 と S 32 の耐久時間に差が生じた要因は、内部組織ではなく表層の黒皮部分にあると推測した。その他にも添加元素の違いによる浸食速度の差、さらには異種金属間の電気的影響が浸食作用にどの程度影響しているのかも考慮する必要がある。

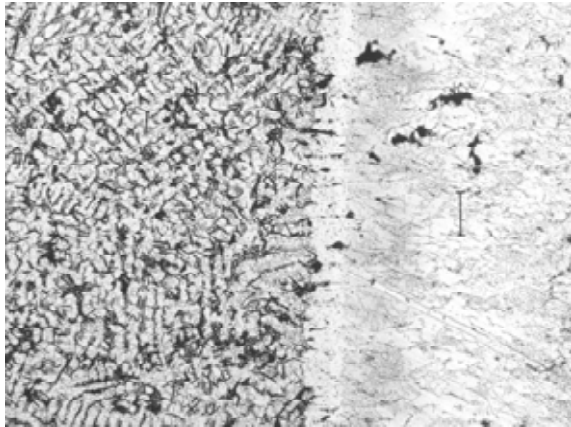


図6 組織写真

上図：S30下図：S32

エッチング：5%ナイトル液撮影倍率：100倍

写真右のスケール：100 μm

4 まとめ

平成 16 年度の研究結果をもとにアルミ溶湯に損傷されにくい鑄鉄製品を開発するため、

- 1) 炭素添加量の影響
- 2) 合金添加量の影響
- 3) クロムの添加量の影響
- 4) 熱処理の影響

について検証した。

クロムは添加量を減少させる事で、材料の耐久性が増すことがわかった。合金元素は耐久時間に関しては、それほど大きな影響は及ぼさないが、製品の機械的性質を向上させる性質があることが判明した。一方、熱処理では FC 250 で温度 T 2 で加熱後、冷却パターン“イ”で処理をしたものは、耐久時間が 116 時間となり昨年度の研究材料の 55 時間と比較してはるかに上回る結果を得た。

今後は、より実機に近い試験片形状において製品化を目指し機械的性質の向上や生産性の向上を目標として研究を進めていく方針である。

謝辞

本研究を進めるにあたり御助言・御指導いただいた(株)インテグラル 瀧澤 貴久男氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 永野正明 他：鑄鉄の耐アルミ溶湯溶損性向上に関する研究，埼玉県産業技術総合センター研究報告，3，(2005)120