

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—

森田憲輔*¹ 矢澤貞春*¹ 秋山 稔*² 常木裕己*³
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—

MORITA Kensuke *¹, YAZAWA Sadaharu *¹, AKIYAMA Minoru *², TSUNEGI Hiromi*³
KODAMA Hirosuke **, 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。これまでに開発した材料をベースに、クロム添加量および熱処理条件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、耐溶損性に優れた熱処理温度域を見つけることに成功した。

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。

これまでの研究においてアルミ溶湯に損傷されない材質を検討し、熱処理をにより耐アルミ溶湯溶損性が当初ベース材とした材料の約8倍となる材料を見いだした。そこで機械的性質を調べることにより、実機への適用を目標とし、昨年度優れ

た結果を残した条件の試験片について機械的性質を調べ、実機に対して最適な条件を調べた。さらに実機想定をしたサンプルを用い、熱処理条件及びクロム添加量を変化させ、耐アルミ溶損性の向上性について検討した。

2 実験方法

2.1 耐アルミ溶湯溶損性の向上

熱処理条件及びクロムの添加量について、その影響を検証した結果、FC250及びクロムを0.8%含んだ鑄鉄（以降“0.8Cr鑄鉄”と呼ぶ）において100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⁾。

2.2 耐アルミ溶損性評価方法

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内に試験片を上下運動させる方法を用いた。溶損試験の概要図および仕様をそれぞれ図1、表1に示す。なお、実機を想定した試験片を用い、厚さを昨年度6倍(30mm)

*¹ 材料技術部

*² 技術支援室

*³ 化学保安課

** 児玉鑄物株式会社

(上：試験前 下：試験後)

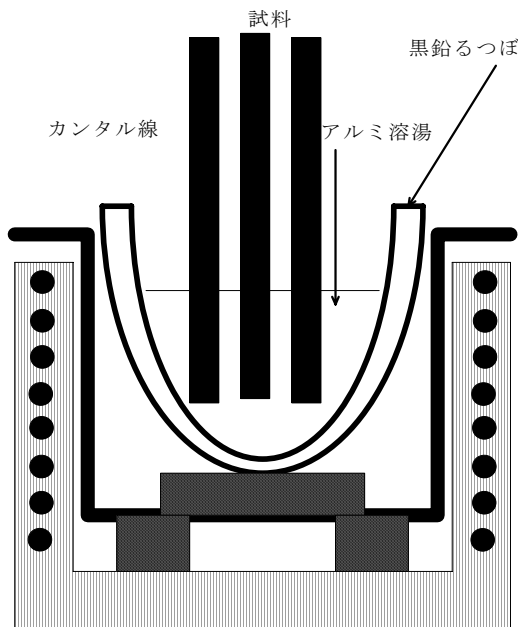


図1 溶損試験方法

表1 溶損試験の仕様

試験片の往復ストローク	100mm
試験片の動き方	平均200mm/s の往復運動
試験片の寸法	25×300×30mm
試験片の数量	6本
アルミ溶湯の種類	ADC12
試験温度	660℃±20℃

とした。

耐アルミ溶湯溶損性の評価方法としては、前述の試験方法によって試験片の溶損試験を行い、試験片の幅または厚さが、試験開始時の3/4になるまでの時間を測定した。溶損試験前後の試験片を図2に示す。なお、本年度は実機を想定した試験片を用い、厚さは昨年度の6倍(30mm)である。

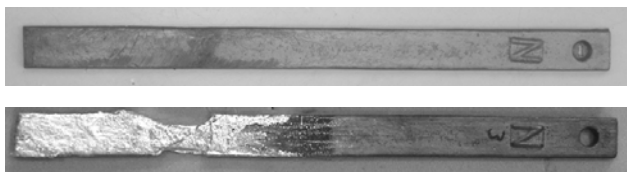


図2 溶損試験前後の試験片

2.3 熱処理の影響

これまでの実験²⁾で、熱処理を行った結果、耐溶損性に有効な結果をもたらすことが分かった。そこで、本実験では、さらに詳細に調べるため、温度を6段階(T1、T2、T3、T4、T5、T6)に分類して熱処理を行った。この試験片を用いて溶損試験を行った。

3 実験および結果

3.1 機械的性質

実機に適用する場合、耐アルミ溶損性も重要であるが、機械的性質も重要となる。これまでの実験で、耐アルミ溶損性に優れた結果を残したFC250及び0.8Cr 鋳鉄について機械的性質を調べた。φ25の丸棒試験片を温度T3で熱処理後、引張・硬さ試験を行った。

FC250及び0.8Cr 鋳鉄の引張・硬さ試験の結果を表2に示す。

表2 引張・硬さ試験結果
(括弧内の数値はアズキャストを表す)

	引張試験 (N/mm ²)	硬さ試験 (HBW10/1000)
FC250	154 (256)	104 (171)
0.8Cr 鋳鉄	238 (258)	187 (229)

引張・硬さ試験結果からFC250の場合、熱処理を行うことにより機械的性質が40%程度低下してしまい、実機適用にはむかないことが分かった。これはFC250の場合、フェライト化をしまっており、パーライト組織である0.8Cr 鋳鉄に較べて弱くなってしまっているのが原因と考えられる³⁾。このことから実機適用に向けてはクロムを添加した鋳鉄を用いて研究を進めていくこととした。

3.2 耐アルミ溶湯溶損実験

3.2.1 予備実験

昨年度の試験片と比較して、試験片の厚みが6倍になったため、それによる影響を確認するために次に示す基礎実験を行った。

なお、実験に使用した試験片は、クロムを 0.8% 含んだ鋳鉄で、(株)児玉鋳物で生産されている鋳鉄をベースしている。この主な化学成分を表3に示す。

表3 試験片の化学成分 (%)

T・C	Si	Cr	Mg	Al
1.71	1.26	0.8	0.004	0.1

また、試験片の熱処理条件は、昨年度の実験で耐久性が最も優れていた温度 (T3) とアズキャストの2種類を選択した。また、材質の違いによる耐久性の影響も確認するため、FC250 と 0.8Cr 鋳鉄を用いて実験を行った。各試験片の条件を表4に示す。

表4 試験片の実験条件 (JS1~JS4)

	材質	熱処理条件
JS1	FC250	アズキャスト
JS2		T3
JS3	0.8Cr	アズキャスト
JS4		T3

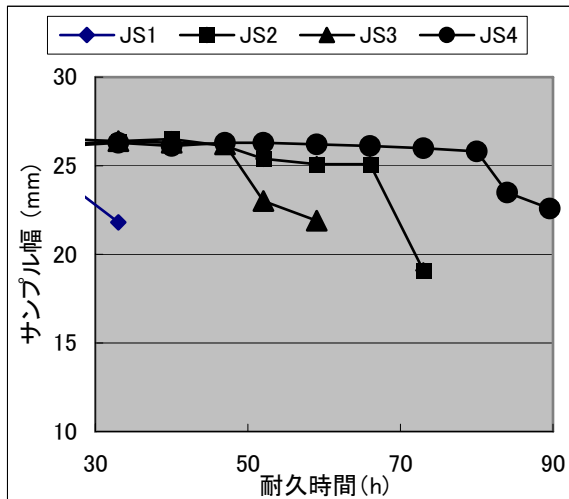


図3 溶損試験結果 (JS1~JS4)

試験結果を図3に示す。FC250・0.8Cr 鋳鉄のどちらの材質でも、熱処理温度 T3 で行った試験片の耐久時間が優れていることが分かった。

また、FC250 と比べ 0.8Cr 鋳鉄の試験片のほうが、アルミ溶湯の浸食が始まってからの耐食性がよいことも確認できた。これは添加元素であるクロムの影響によるものと考えられる^{3) 4)}。

3.3 熱処理温度の変化による耐久試験

3.3.1 熱処理温度の影響

次に、熱処理温度と耐久時間の関係を調べる実験を行った。熱処理温度は6段階 (T1、T2、T3、T4、T5、T6) に分類して浸食試験を行うことにした。なお、試験片の材質はすべて 0.8Cr 鋳鉄を使用している。試験片の条件を表5に示す。試験結果を図4に示す。

表5 試験片の実験条件 (JS5~JS10)

	材質	熱処理条件
JS5	0.8Cr	T1
JS6		T2
JS7		T3
JS8		T4
JS9		T5
JS10		T6

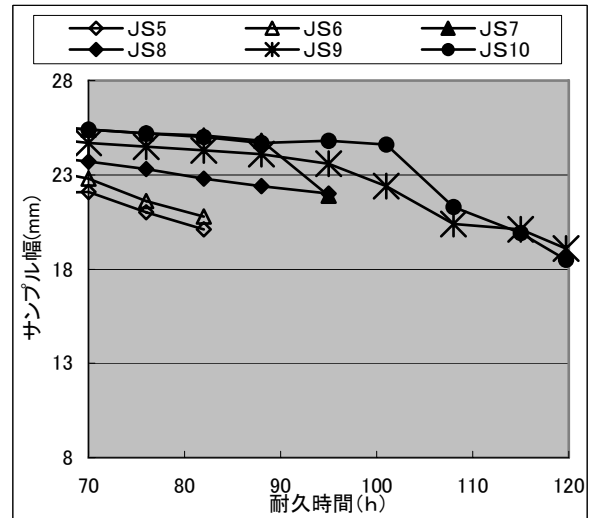


図4 溶損試験結果 (JS5~JS10)

試験の結果、JS9,10 に関しては耐久時間が 120 時間を超えた。この結果から、熱処理温度の上昇に伴い、耐久時間が上昇していくことが分かった。

3.3.2 クロム量の影響

一般にクロム量を多く含むと、耐食性が上がるが、硬さが増して加工性が低下する⁴⁾。そこで、前述の熱処理温度で、試験片のクロム含有量を増やして耐久時間にどのような影響があるかを確認した。試験片の条件を表 6 に示す。試験結果を図 5 に示す。

表6 試験片の実験条件 (JS17~JS22)

	材質	熱処理条件
JS17	13Cr	T1
JS18		T2
JS19		T3
JS20		T4
JS21		T5
JS22		T6

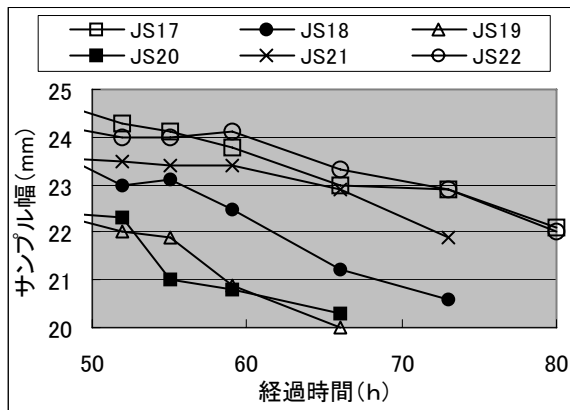


図5 溶損試験結果 (JS17~JS22)

その結果、図 4 と比較してみると、図 5 に示すように 0.8Cr 鋼鉄よりも対溶損性が大幅に低下する傾向となった。このことから、クロムの添加量を増加させて C/Cr 比を下げても耐溶損性が向上しないことがわかった。

4 まとめ

(1) 熱処理温度と耐久性

熱処理温度を変化させることで、耐久時間に大きな差が現れることが分かった。これは、熱処理温度により鋼鉄の表面層が強化されたものと考えられる。

今後は熱処理の温度範囲を広げることで、耐久時間と熱処理温度との関係をさらに詳しく調べることが必要になる。

(2) Cr 添加量の影響

溶湯金属から鋼鉄を保護する要因として、黒皮層の影響が大きいことが分かった。Cr 添加量を増やすことで、C/Cr 比を下げても、耐溶損性が向上しないこともわかった。

今後は、最適な C/Cr 比を調べる必要がある。また、黒皮層の膜厚をより厚くする方法を、鑄造方案の段階から検討していく必要がある。具体的には配合比率や熱処理温度を詳しく調べる必要がある。

また、次年度は実機サンプル (ストック) を作成し、実際の浸食試験を行うことを予定している。

謝辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました (株) インテグラルの瀧澤貴久氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 永野正明 他：鋼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
- 2) 永野正明 他：鋼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，4，(2006) 89
- 3) 松野茂弘，高橋昭一：非鉄金属用湯部材，特願平 11-90617
- 4) 児玉鑄物株式会社：耐溶湯溶損性に優れた鋼鉄及びその製造方法，特開 2004-124170

- 5) 角田光雄：表面活性層－その形成と応用，
Surface Control, (1984) 2
- 6) MARUT' YAN S V : Activation of the surface of steel
by impact treatment, Physics and Chemistry of
Materials Treatment, (1988) 154
- 7) KELTON K F : Crystallization of the Al-Mn
icosahedral Phase , Materials Science and
Engineering, (1988) 389
- 8) 宇野秀隆：組織制御による素形材の高機能化に
関する研究 拡散浸透処理の基礎調査，福島県ハ
イテクプラザ試験研究報告，(1997) 37