

鑄鉄溶湯からの脱マンガン・脱クロム技術の開発(Ⅱ)*

高川 貫仁**、池 浩之**

酸化鉄添加による鑄鉄溶湯からの脱マンガン及び脱クロム処理の効果と鑄鉄溶湯中の酸素含有量の変化について調査を行った。酸化鉄には、酸化鉄試薬と鋼材伸線加工メーカーから発生する酸化皮膜(黒スケール)の2種類を使用した。その結果、いずれの酸化鉄を用いた場合も、ほぼ同等の脱マンガンと脱クロム効果が得られた。また、鑄鉄溶湯中の酸素含有量は、処理後は3倍以上増加するが、ノロ取りや鑄鉄溶湯中のシリコン含有量を調整することにより、元湯レベルに戻った。

キーワード：脱マンガン、脱クロム、鑄鉄、酸化鉄、鉄スクラップ

Development of the Removal Technique of Manganese and Chromium from Molten Cast Iron (Ⅱ)

TAKAGAWA Takahito and IKE Hiroyuki

The Effect of iron oxide addition to molten cast iron on removal of manganese and chromium from molten cast iron and change of oxygen content in the cast iron were investigated. For this investigation, the iron oxide reagent and waste scale from plant of steel wire bar processing were used. As a result, both iron oxygen indicated the same effect on the removal manganese and chromium. And the oxygen content in molten cast iron increased 3 or more times after processing. But it returned to original content by slag picking and adjusting the silicone content in molten cast iron.

key words : manganese removal, chrome removal, cast iron, iron oxide, steel scrap

1 緒 言

現在、自動車材料の高強度化や建築材料の高耐震性化に伴い、鉄鋼材料にマンガンやクロムが多く添加されている。鉄鋼スクラップが原材料である銑鉄鑄物にとって、鉄鋼スクラップから混入してくるマンガンやクロムは、鑄物部品の耐衝撃性を低下させ、不良の原因となる。

そこで、本研究では、鑄鉄溶湯からマンガンとクロムを除去する技術開発を行った。本方法は、マンガンやクロムが酸化しやすいことに着目し、鑄鉄溶湯中に酸化鉄を添加して、それによりマンガンとクロムを酸化物にして湯面にスラグとして浮上させ、溶湯から分離除去する方法である。

昨年度は、マンガンを1.0%から0.4%(脱マンガン率60%)に、クロムを0.1%から0.03%(脱クロム率70%)を目標に取り組み、その結果、マンガンについては酸化鉄4%の添加量で、1.0%から0.4%まで下げることが出来た。しかしクロムについては、0.1%から0.06%(脱クロム率40%)までしか下げることが出来ず、目標値を達成できなかった¹⁾。そこで本年度は次の項目を目標とし研究を行ったので報告する。

- i) 脱クロムについて昨年度目標を達成させる。
- ii) 酸化鉄の代わりに、鋼材伸線加工メーカーから発生する酸化皮膜(以下、黒スケールと記す)を用いて、昨年度目標を達成させる。
- iii) 処理後の鑄鉄溶湯の酸素濃度を調べる。
- iv) 処理後の鑄鉄溶湯の酸素濃度を処理前のレベルまで下げる。

2 実験内容

2-1 酸化鉄試薬添加による脱クロム実験

鑄鉄溶湯(4.0%C-1.0%Si-0.1%Cr)を1,450℃で溶解し、酸化鉄試薬(90%FeO)を100%FeOに換算して鑄鉄溶湯の2%~12%添加して5分保持した後、分析試料を採取した。得られた鑄鉄分析試料について、固体発光分光分析装置により諸元素の定量分析を行った。

2-2 黒スケール添加による脱マンガン・脱クロム実験

鑄鉄溶湯(4.0%C-1.0%Si-1.0%Mn又は4.0%C-1.0%Si-0.1%Cr)を1,450℃で溶解し、黒スケールを所定量添加して5分保持した後、分析試料を採取した。得られた鑄鉄分析

* 特定地域産業集積活性化機関支援強化事業

** 材料技術部

試料について、固体発光分光分析装置により諸元素の定量分析を行った。なお、黒スケールは湿っていたため、乾燥炉において400℃×4時間乾燥させてから用いた。また黒スケールの成分は、波長分散型蛍光X線分析装置による分析で約95%が酸化鉄であった。

2-3 マンガン・脱クロム処理後の脱酸実験

鑄鉄溶湯(4.0%C-1.0%Si-1.0%Mn または 4.0%C-1.0%Si-0.1%Cr)を1,450℃で溶解し、実験2-2で脱マンガン率40%・脱クロム率70%を達成できた量の黒スケールを添加した。5分経過後、ノロ取り剤を添加しノロ(スラグ)取りを行い、その後フェロシリコン(Fe-75%Si合金)を添加した。

各処理途中において、ガス分析試料を採取し、赤外線吸収法によりガス分析を行い、各工程での酸素濃度を調査した。

3 実験結果

3-1 酸化鉄試薬添加による脱クロム実験

図1に、鑄鉄溶湯中のクロム含有量及びシリコン含有量におよぼす酸化鉄添加量の影響を示す。また、酸化鉄を2回に分けて添加した結果も図中点線で示す。鑄鉄溶湯中のクロム含有量は酸化鉄添加量の増加により、直線的に減少し、酸化鉄を12%添加することにより0.029%まで減少し、目標を達成することができた。また酸化鉄を2回に分けて添加することにより、酸化鉄トータル添加量12%でクロム含有量を0.023%まで下げることができ、一度に添加した場合より0.01%ほど効果が上がることが分かった。これは、一度目の酸化鉄添加によりシリコンが減少したため、二度目添加による酸化鉄は優先的にクロムと反応できたためと考えられる。

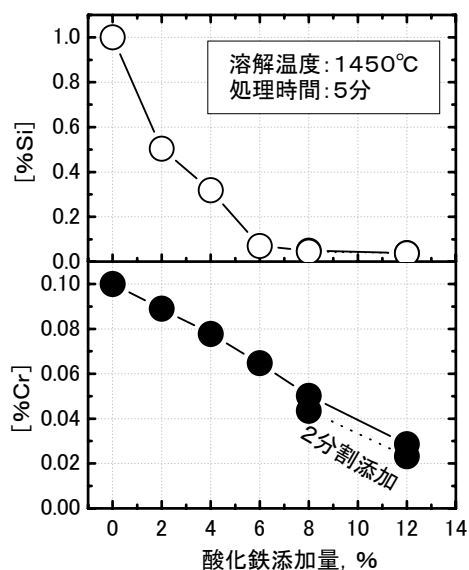


図1 鑄鉄溶湯中クロム含有量及びシリコン含有量におよぼす酸化鉄添加量の影響

3-2 黒スケール添加による脱マンガン・脱クロム実験

図2に脱マンガン率に及ぼす酸化鉄試薬および黒スケール添加量の影響を示す。酸化鉄試薬を用いた実験では、脱マンガン率60%以上まで上げるのに、酸化鉄を4%以上添加する必要があるため、黒スケール添加量を4%~5%に変化させて検討した。その結果、黒スケール添加量4.2%で、脱マンガン率は64%となり、黒スケールが脱マンガン剤として使用できることが分かった。

脱クロムの実験結果も同様であり、黒スケールを12.6%(=12%×100/95)添加することにより、クロム含有量は0.112%から0.033%まで減少し、脱クロム率70%を得ることが出来た。

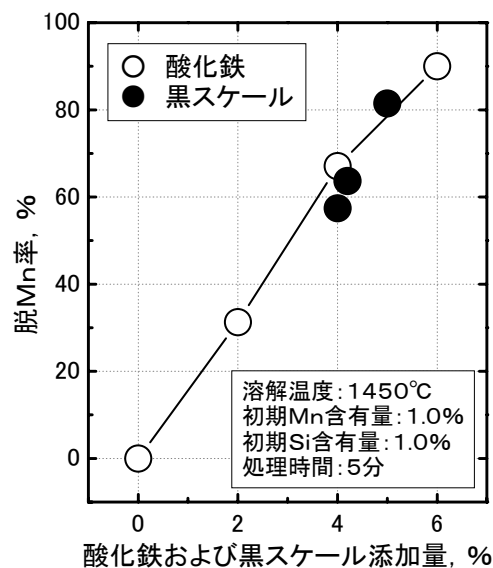


図2 脱マンガン率に及ぼす酸化鉄試薬および黒スケール添加量の影響

3-3 脱マンガン・脱クロム処理後の脱酸実験

図3に脱マンガン処理およびフェロシリコン還元処理における鑄鉄溶湯中酸素含有量の変化を示す。

脱マンガン処理したときの黒スケールの添加量は4.2%である。元湯の酸素含有量は10~25ppmであり、脱マンガン処理を行うとサンプリングによるバラツキが大きい15~65ppmまで増加した。その後、ノロ取り剤によりノロを除去することにより15~35ppmまで減少した。これより、鑄鉄溶湯中の酸素濃度は、ノロ取りを行うことにより元湯に近いレベルまで下がることが分かった。さらにフェロシリコンによる還元処理では、フェロシリコン添加量を増やすことにより酸素含有量は減少し、30g添加したところで酸素含有量ならびに図には示していないがシリコン含有量も元湯の値に戻っている。

次に、脱クロム処理およびフェロシリコン還元処理における鑄鉄溶湯中の酸素含有量の変化を図4に示す。

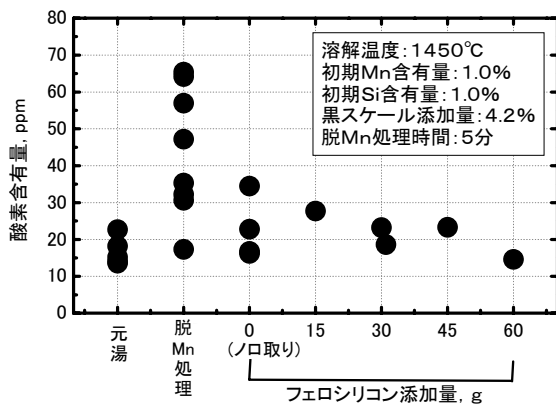


図3 脱マンガン処理およびフェロシリコン還元処理における鑄鉄溶湯中酸素含有量の変化

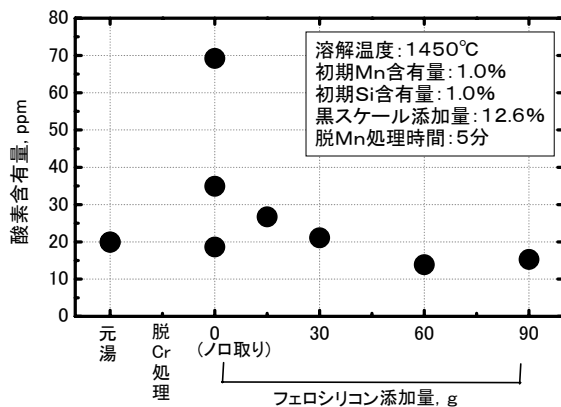


図4 脱クロム処理およびフェロシリコン還元処理における鑄鉄溶湯中酸素含有量の変化

脱クロム処理したときの黒スケールの添加量は12.6%である。図中において脱クロム処理時のプロットがないが、これはガス分析試料がガス穴だらけで分析できなかったためである。脱クロム処理後の鑄鉄溶湯中の酸素含有量は、脱マンガン処理時のデータを参考にとすると、最低でも70ppm以上ということが言える。フェロシリコンによる還元処理では、フェロシリコン添加量を増やすことにより酸素含有量が減少し、30g～60g 添加したところで酸素含有量ならびに図示していないがシリコン含有量は元湯の値に戻っている。

このことより、脱マンガン・脱クロム処理において、処理後にノロ取りとシリコン調整を行うことにより、化学成分上は、マンガンやクロムが低くその他は通常得ている鑄鉄溶湯と同じ溶湯が得られることが分かった。今後、組織や機械的性質等を調査し、技術のトータル的な検討を行う。

4 結 言

- 1) クロム除去について、鑄鉄溶湯に酸化鉄(試薬)を12%添加することによりクロム含有量が0.029%まで減少し、目標を達成することができた。
- 2) 鑄鉄溶湯に酸化鉄(試薬)を一度に添加するよりも、2回に分けて添加したほうが、除去効果が上がった。
- 3) 酸化鉄試薬の代わりに、鋼材の伸線加工メーカーから発生する酸化皮膜(黒スケール)も、脱マンガン・脱クロム剤として有効できることが分かった。
- 4) 鑄鉄溶湯中の酸素含有量は、脱マンガン・脱クロム処理することにより、3倍以上増加することが分かった。
- 5) 脱マンガン・脱クロム処理後に、ノロ取りならびにフェロシリコン添加によりシリコン含有量を元湯レベルに戻すことにより、酸素含有量が元湯レベルに戻ることが分かった。
- 6) 本脱マンガン・脱クロム処理において、化学成分上は、マンガンやクロムが低くその他は通常得ている鑄鉄溶湯と同じ溶湯が得られることが分かった。今後、組織や機械的性質等を調査し、技術のトータル的な検討を行う。

本研究を実施するにあたり黒スケールをご提供いただいた東京製綱スチールコード(株)様に深く感謝いたします。また、御指導・御助言をいただいた室蘭工業大学 片山博名誉教授および桃野正教授、(財)いわて産業振興センター 勝負澤善行氏に深く感謝いたします。また、本研究に使用した高周波溶解炉は、日本自転車振興会の補助金により導入したものです。

文 献

- 1) 岩手県工業技術センター研究報告, 11 (2004)