

鑄鉄溶湯中の酸素量への酸化鉄の影響

村川悟*, 中村創一*, 藤川貴朗*

Effect of Iron Oxide on Oxygen Content in Cast Iron

Satoru MURAKAWA, Soichi NAKAMURA and Takao FUJIKAWA

1. はじめに

鑄鉄に発生する介在物欠陥は、溶湯中に含まれるシリコンなどの酸化物が原因の一つとされている。この酸化物は、原材料中に含まれるさび（酸化鉄など）が、還元作用により溶湯中のシリコン等を酸化させたり、溶湯中にそのまま残留したりすることにより発生する。また、その量は、溶湯の保持時間などの溶解条件等により変化する。この溶湯中の酸化物量変動と介在物欠陥の発生には関係があると考えられる。

この酸化物量の変動は、溶湯中の酸素量を測定することにより、間接的に把握が可能である。溶湯中の酸素については、酸化物として存在する酸素の量（酸化物としての酸素量）と溶湯に溶け込んだ酸素量（溶存酸素量）に分けられ、この両者を合わせた酸素量を全酸素量と呼んでいる。上記の3つの酸素量の内、溶存酸素量と全酸素量が測定可能であり、酸化物としての酸素量は、全酸素量から溶存酸素量を減ずることにより推定する。

溶湯中の酸素量の変動については、マグネシウム、アルミニウムなどの脱酸力が強い元素の影響^{1), 2)}、接種剤添加の影響³⁾などについては、報告があるが、酸化鉄を添加したときの酸素量の変動に関する報告⁴⁾は少ない。

そこで、鑄鉄を溶解後、所定の温度に保持して、酸化鉄あるいは錆を含んだらい粉を投入し、投入前後の酸素量を測定して、酸化鉄による溶湯中の酸素量への影響を検討した。

2. 実験方法

* 金属研究室研究担当

2. 1 溶解方法

溶解は、高周波誘導溶解炉を用い、黒鉛るつぼを炉の中に設置して、溶解量5kgで行った。使用した溶解材料は、表1の化学成分の高純度銑鉄、鋼板、金属シリコンで、溶湯の目標組成を表2に示す。溶解は、図1に示したプログラムの通り、溶解材料5kgをるつぼに装入して溶解を開始し、1623Kまで昇温した。さらに、この溶湯に強制的に酸化鉄を巻き込ませるために、酸化鉄0.05kg(試薬 Fe_2O_3)もしくは酸化させた鑄鉄ドライ粉0.5kg(鑄鉄の切削くずを電気炉中で873K, 3600s加熱したもの)を投入後、手動で溶湯を攪拌しながら660s保持した。

2. 2 酸素量測定

溶湯中の全酸素分析用試料のサンプリングおよび溶存酸素量の測定は、図の溶解プログラムの通り、酸化鉄等を投入する直前、投入後60s後、さらにその後600s保持する間に2回、計4回行った。

全酸素分析用試料のサンプリングは、石英管採取法を適用し、石英管に溶湯をサンプリング後、水で強制冷却させた。その試料から、0.5gの試験片を切り出し、赤外吸収分析法により全酸素量を測定した。

溶存酸素量は、ジルコニアセンサーで起電力を測定し算出する方法で測定した。

なお、測定は、酸化鉄投入時、ドライ粉投入時共に、2回ずつ行った。

3. 結果と考察

図2, 図3に、酸化鉄、酸化させたドライ粉を投入させた時の全酸素量の測定結果を示す。投入前

表 1 溶解材料の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S
高純度銑鉄	4.37	0.05	0.04	0.012	0.005
鋼板	0.038	0.028	0.12	0.015	0.003

表 2 目標組成 (mass%)

C	Si	Mn
3.66	1.8	0.04

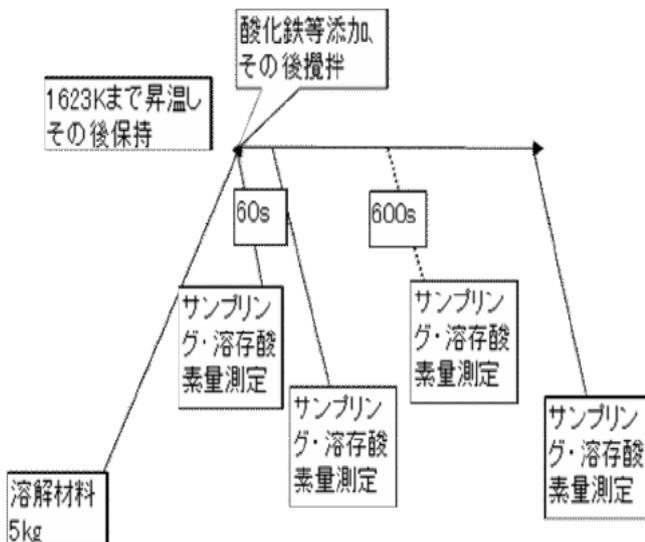


図 1 溶解プログラム

の全酸素量は、10ppm 程度であるが、投入後、両者共に 30ppm を越える量まで増え、その後、時間経過と共に、減少し、660s 後には、両者共に投入前の水準近くまで戻っている。投入直後の酸素量のばらつきが大きいのが、これは、攪拌を手動で行っているため投入物が均一に溶湯に巻き込まれなかったためと考えられる。

図 4、図 5 に、酸化鉄、酸化させたドライ粉を投入させた時の溶存酸素量の測定結果を示す。両者共に、2ppm 前後であり、その変化も 1ppm 程度で全酸素量の変化に比べると 1/20 以下である。

上記の全酸素量、溶存酸素量の変動から、酸化物としての酸素量は、酸化鉄、酸化させたドライ粉を投入させた時共に、全酸素量と同じ変化をすると推定される。すなわち、酸化鉄の混入により、酸化物としての酸素量は増加 (20ppm 以上) するが、時間を経過すると、混入前の水準に戻る。

この酸化物としての酸素量の変動の中で、時間経過とともに酸素量が減少するのは、浮上して溶湯上面へ移動してスラグ化するためと思われる。

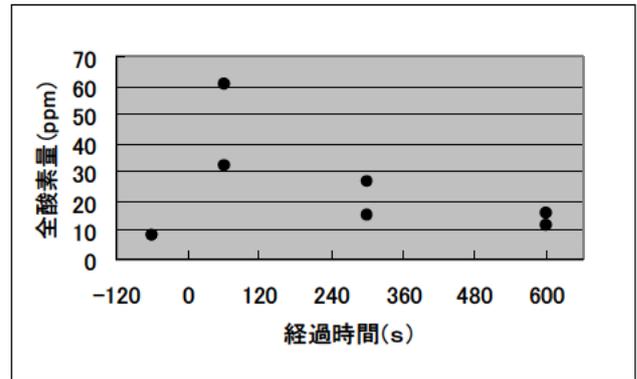


図 2 酸化鉄を投入した時の全酸素量

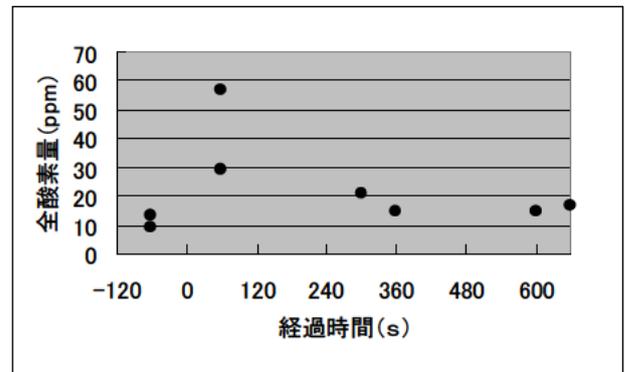


図 3 ドライ粉を投入したときの全酸素量

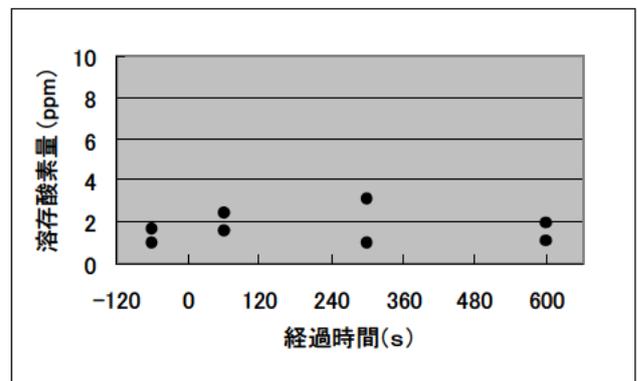


図 4 酸化鉄を投入した時の溶存酸素量

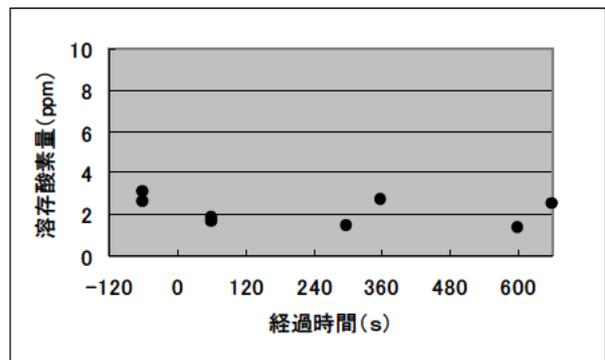


図 5 ドライ粉を投入したときの溶存酸素量

なお、投入したドライ粉に付着している酸化鉄量は、表面のみに存在するため、酸化鉄のみで投入したときの酸化鉄量より少ないと推定されるが、今回の実験では、増加した酸素量に違いは認められなかった。

4. まとめ

鑄鉄溶湯へ酸化鉄等を投入し、投入前後の酸素量を測定して、酸化鉄による酸素量への影響を検討した結果、投入直後の酸素量は増加（20ppm以上）するが、時間を経過すると、投入前の水準に戻ることが明らかとなった。ただし、変化するのは酸化物としての酸素量であり、溶存酸素量はほとんど変化しない。

なお、今後は、これらの酸素量の変化が実際の鑄鉄組織あるいは内部欠陥にどのように影響しているか検討する予定である。

参考文献

- 1) J.Ebner ,et al. : “Praktische Erfahrungen bei der Schmelzekontrolle von Gusseisen mit Kugelgraphit mit Hilfe von thermischer Analyse und Sauerstoffaktivitaetsmessung” . Giesserei,84(12), p40-48 (1997)
- 2) S.Katz,et al. : “Determination of Aluminium in Malleable Iron from Measured Oxygen” .AFS Transaction,88,p835-844 (1980)
- 3) Shigeno Katsutoshi,et al. : “ Effect of Inoculants on Free Oxygen in Molten Metal during Gray Cast Iron Production” .ITE Letters on Batteries,New Technologies & Medicine,8(6),p693-969(2007)
- 4) 高川貫仁ほか：“鑄鉄溶湯からの脱マンガン・脱クロム技術の開発（Ⅱ）“岩手県工業技術センター研究報告,12,p87-89(2005)

（本研究は法人県民税の超過課税を財源としています）