

鑄造工場における溶湯中の酸素濃度

村川悟*, 中村創一*, 樋尾勝也*

Oxygen Content of Molten Metal in Iron Foundries

Satoru MURAKAWA, Soichi NAKAMURA and Katsuya HIO

1. はじめに

鑄鉄溶湯中の酸素（以下、全酸素と称する）は、溶湯に溶け込んだ酸素（以下、溶存酸素と称する）と、酸化物として存在する酸素（以下、酸化物中の酸素と称する）に分けられる。この酸素は、酸化による介在物の生成、酸化物系のガスの発生などに関与すると共に、その量は、実際の鑄物工場の溶解においては、溶解条件により変化する。

酸素量の中で、溶存酸素量は、化学平衡の理論により説明することが可能であり、温度の逆数に比例して、以下の式で表される。

$$\log a_o = C1/T + C2$$

a_o : 溶存酸素量

T: 溶湯温度（絶対温度）

C1, C2: 定数

上記の式で、定数は主として成分元素で決まる数値である。Elmquistらは、鑄物工場の溶存酸素を、2工場（溶解炉はそれぞれキューボラおよび電気炉）で測定しており、炉の種類、測定時刻等に関係なく、上記の式に従って、温度の関数となり、温度が同じであれば同程度であったことを報告している¹⁾。しかし、鑄物工場によっては、溶解炉の種類、使用する材料など、溶解条件の違いにより、上式の定数が変化し、溶存酸素量に変化する可能性がある。

そこで、実際の鑄物工場の鑄鉄中の溶存酸素が、溶解条件により異なるかどうかを明らかにするために、桑名地域の複数の鑄物工場で測定を行ったのでこれを報告する。

2. 実験方法

2.1 測定した鑄物工場

測定対象は、三重県桑名地域の10鑄物工場で、溶解炉はキューボラが4工場、電気炉（低周波誘導電気炉）が6工場である。材質は、キューボラが片状黒鉛鑄鉄、電気炉が球状黒鉛鑄鉄であった。なお、すべての測定において、接種剤添加などの溶湯処理は行っていない状態での測定とした。

2.2 酸素量測定方法

溶存酸素量は、ジルコニアセンサーを溶湯に浸漬し、起電力を測定して算出する方法で測定した。測定箇所は、キューボラでは前炉、電気炉では炉本体とした。測定は、工場ごとに、数回行い、測定間隔は5分間以上とした。

なお、溶存酸素以外に、全酸素量も測定することとし、石英管採取法により、試料をサンプリングした。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。

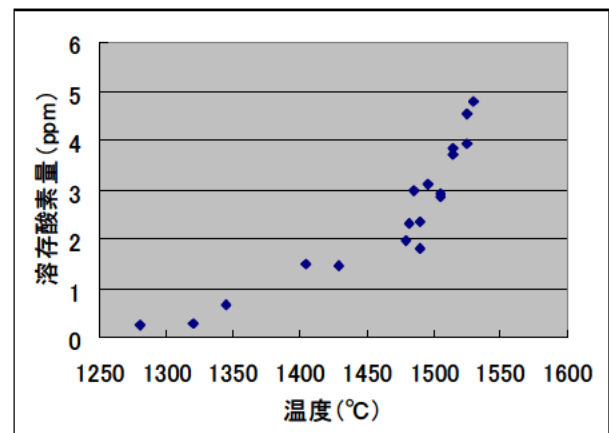


図1 電気炉溶湯の溶存酸素量

* 金属研究室研究担当

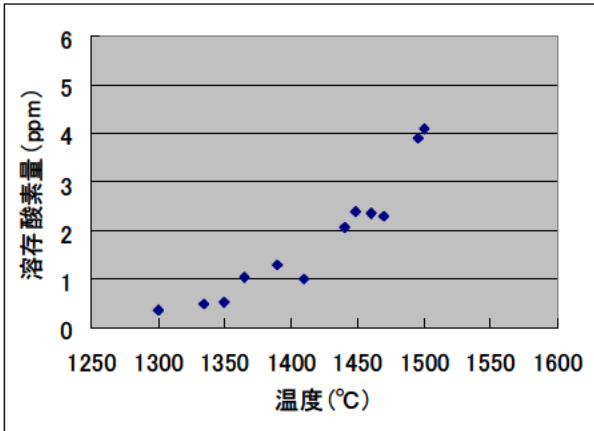


図2 キュポラ溶湯の溶存酸素量

3. 結果と考察

図1, 図2に, 電気炉, キュポラの溶存酸素量の測定結果を示す. 電気炉, キュポラ共に, 温度が上昇するに従い, 溶存酸素量が増加しており, 温度との相関が認められる.

電気炉およびキュポラの測定データを, 溶湯温度の逆数と溶存酸素量の対数で表した図3を示す. 測定データの中で, 約1500°C (逆数 0.000564) 以上の温度で測定したデータは, 炭素の酸化反応の影響が大きくなり, 前述の理論式における定数が大きく変わる. そのため, 1500°C以下とは異なる相関関係となるため, 1500°C以上のデータは, 図にはプロットしていない.

図3の通り, 溶存酸素量の対数は, 温度の逆数に比例し, 理論通りの関係を示した. また, 炉の違いによる酸素量の変化は認められない. さらに, すべてのデータは, 近似線の近傍にあり, 今回の測定の範囲, すなわち, 今回の溶解工場, 溶解条件の範囲では, 溶存酸素量が他のデータと大きく異なるデータは認められなかった. これらのデー

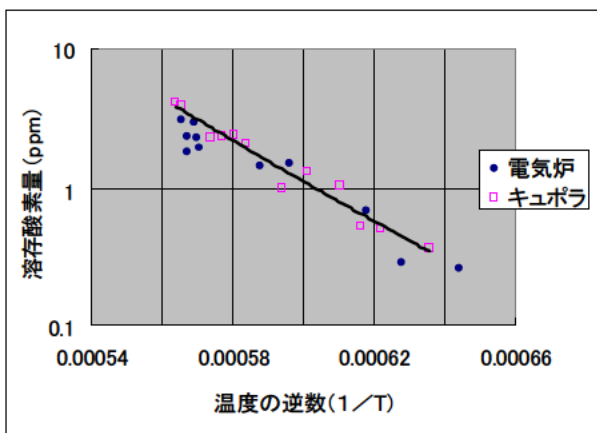


図3 溶存酸素と温度の逆数の関係

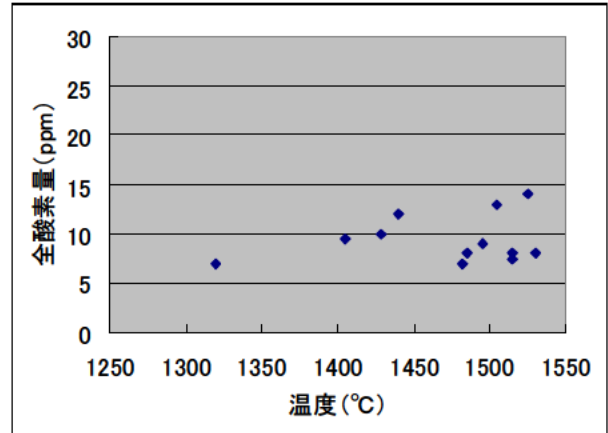


図4 電気炉溶湯の全酸素量

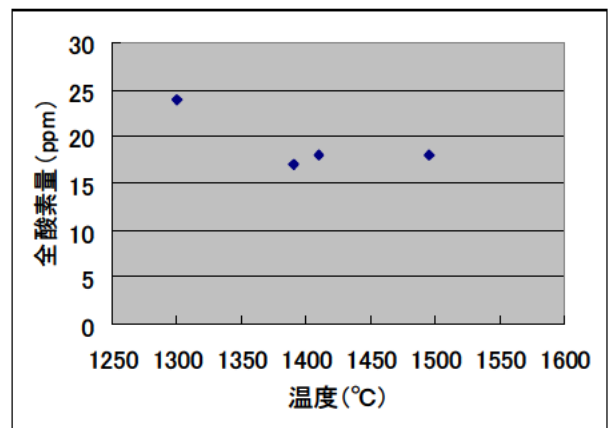


図5 キュポラ溶湯の全酸素量

タから, 溶湯中の溶存酸素濃度については, 多くの鋳物工場において, 今回の測定と同様に, 溶解条件による違いはない可能性が高いと推測される.

図4, 図5に, 電気炉, キュポラの全酸素の測定結果を示す. 溶存酸素量と異なり, 温度との相関は認められなかった. また, 電気炉とキュポラを比較すると, キュポラの方が全酸素量が高かった. 溶存酸素量は, 炉による違いは認められなかったことから, 全酸素量の違いは, 酸化物中の酸素量の違いと考えられ, キュポラの方が, 溶湯中の酸化物が多いと考えられる.

4. まとめ

桑名地域の鋳物工場で, 溶存酸素量等を測定した結果, 溶存酸素量は, 工場の違い, 炉の種類により変化することはなく, 温度との相関のみが認められる. また, 酸化物中の酸素量は, 炉の種類により異なり, キュポラの方が, 電気炉より高い傾向にあるが, 温度との相関は認められない. なお, 今回使用したジルコニアセンサーより, 感度

のよいセンサーが開発されれば、温度以外の溶解条件と溶存酸素量の関係が測定できる可能性もあり、センサーの感度の向上が望まれる。

Process on Oxygen Content in Gray Iron” .AFS Transaction,115,p625-636 (2007)

参考文献

1) L.Elmquist al. : “ Influence of Melting

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)