

Fig. 3. Solubility of oxygen in α iron.

8. 結 言

酸化鉄と平衡している固体鉄の酸素溶解度を主として真空溶解した電解鉄について調査した。方法としては、固体鉄中にあらかじめ生成させた酸化鉄を酸素源として一定温度に保持して酸素を固溶させ、真空溶融法によつて全酸素を求め、一方ヨウ素アルコール法で別に酸化物を求めてこれに相当する酸素を差し引き、固溶酸素を求める方法である。このほかさらに顕微鏡観察、X線回折などの技法も併用して調査した。

その結果、 α 域の高温部において酸素はかなり固溶することが判明した。そして α 鉄の酸素溶解度の式として

$$\log O\% = -\frac{3250}{T} + 0.80 \text{ を得た。}$$

文 献

- 1) H. SCHENK and E. HENGLER: Arch. Eisenhüttenw., 15 (1931/32), p. 209
- 2) L. B. PFIL: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 123 (1931), p. 237
- 3) R. VOGEL and E. MARTIN: Arch. Eisenhüttenw., 6 (1932), p. 109
- 4) A. U. SEYBOLT: J. Metals, May (1954), p. 641
- 5) F. WEBER, W. A. FISCHER and H. ENGELBRECK: Stahl u. Eisen, 74 (1954), p. 1521
- 6) A. ESSER and CORNELIUS: Stahl u. Eisen, 53 (1933), p. 885
- 7) J. A. KITCHENER, J. O'M. BOCHRIS, M. GLISER and J. W. EVANS: Acta Met., 1 (1953), p. 93
- 8) 井樋田, 石井, 土田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1633

(127) シリカおよびシリケート系介在物の半融状態の鋼中における成長について

(半融状態鋼中における介在物の成長に関する研究—I)

日本製鋼所, 室蘭製作所研究所

理博 中川義隆・百瀬昭次・○谷口晃造

Growth of Silica and Silicate Inclusions in Pasty-state Steel

(Studies on the growth of nonmetallic inclusions in pasty-state steel—I)

Dr. Yoshitaka NAKAGAWA, Akitsugu MOMOSE and Kôzô TANIGUCHI

1. 緒 言

製鋼あるいは造塊作業において鋼中にほとんど不可避免的に生成する非金属介在物は、外生的介在物と内生的介在物とに大別されるが、これらのうち内生的介在物の核生物および成長については、数多い研究がある^{1)~7)}。しかし、溶鋼の液相線と固相線の間状態、すなわち、半融状態下における介在物の生成、成長について特に考慮した研究は少ない。そこで筆者らは、従来、溶鋼の凝固時に生成、成長するとされているシリカおよびシリケート系介在物について半融状態下における挙動を調べ、組成および半融保持時間の各因子について検討してみた。

対象となつた合金系は、Fe-O-Si系、Fe-O-Si-Mn系、Fe-C-Si系、Fe-C-Si-Mn系であるが、第1報として、Fe-O-Si系およびFe-O-Si-Mn系における実験結果を報告する。

2. 実験装置ならびに実験方法

2.1 実験装置

実験に使用した装置は、水平エレマ炉、雰囲気ガス発生および浄化装置よりなるが、その概要を Fig. 1 に示す。

2.2 供試合金

高周波大気溶解にて純鉄をとかし、それに所要の合金元素を入れ、ただちに直径 20 mm, 高さ 100 mm の丸金型に鑄込み、急冷後 4 等分して、そのうちの 1 つを標準試料とし、残りを実験に供した。Table 1 に供試合金

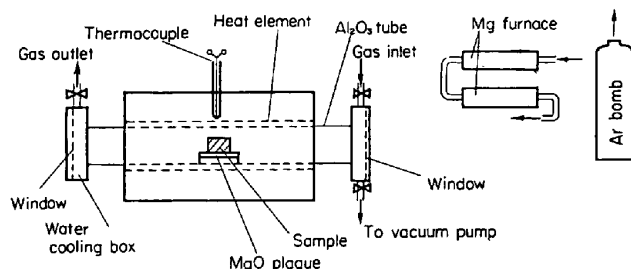


Fig. 1. Apparatus for experiment.

Table 1. Composition of test specimen.

% \ No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Si	0.1	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
Mn				0.2	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6

の組成を示す。

2.3 実験方法

試料を直径 20 mm, 高さ 20 mm に切断, 研摩し, これをマグネシヤ製の皿にのせ, 炉の均熱帯に設置した後, 真空ポンプにて炉内空気を追出してから, 硫酸および塩化カルシウムにて脱水, マグネシウム炉にて脱酸した Ar ガスを送り, 炉内を中性雰囲気としてから加熱を開始する. 600°C 程度で, さらにごく少量の H₂ ガスを送り始め, 雰囲気をわずかに還元性として実験温度まで昇温する. 1450°C 付近より, のぞき窓から絶えず試料を観察しながら試料の表面が光沢を帯び, 角がくずれはじめる時に注意する. くずれかけるとわずかに温度を下げ気味とし, 完全にくずれて溶解に達しないように温度を加減しながら所定時間保持する (1 hr, 2 hr, 3 hr). 保持後冷却した試料は縦断し, 一方を検鏡試料, 他をサンド分析試料として, それぞれ観察, 分析に供した.

2.4 顕微鏡観察

格子入り接眼レンズを用いて 400 倍で介在物の大きさを調べた. すなわち, 格子に応じて 1~15 の「大きさ番号」を決め「1」は 6.25~12.5 μ , 「2」は 12.5~18.75 μ , 「15」は 93.75~100 μ として, 介在物の大きさを分類し, 各大きさに対応する介在物の数をすべて読みとった.

3. 実験結果ならびに考察

各大きさの介在物の分布状況が時間と共にどのように変化するかを調べるために Fig. 2, Fig. 3 に各試料についての分布曲線を示した. 次に Fig. 4 には各時間保持後, 試料内で成長している最大介在物の半径と保持時間の関係を示した. また, Photo. 1 に抽出介在物の顕微鏡写真の一例を示した.

3.1 Fe-O-Si 系

Fig. 2 に明らかなように, いずれの Si 組成の試料に対してもいえることは, 標準試料 (保持時間 0 hr) では組成にかかわらず微小な介在物が大部分であるが, 半融保持により, 分布曲線の勾配は, ゆるやかになり, カブは「すそ広がり」の様相を呈している. これは大きい介在物のしめる割合が多くなり, 保持により介在物が成長することを示すものである. 試料組成による変化を比較するために今, かりに大きさ番号「1」以下の介在物を小型介在物, 「1」~「4」のものを中型介在物, 「4」以上のものを大型介在物と呼ぶことにする. 0.1%Si の場合小型介在物の数は保持時間が長くなると急激に減少している. これは保持時間の短い間は小型から中型への成長が主として起こるが, 保持時間が長くなるとその他に中型から大型への成長が加わっていく傾向を示している. 次に 0.3%Si の場合は保持時間の長いほど小型のものが増加し, 長時間保持の場合は小型から中型への成長はあまり起らず, 保持時間の短い間に主として小型から中型への成長が行なわれることを示している. しかし大型介在物は保持時間の長いほど多い. 0.5%Si の場合

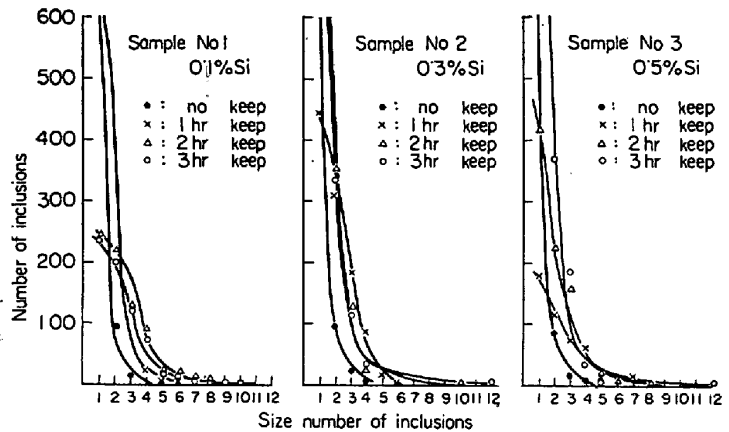


Fig. 2. Distribution of various size inclusions in system Fe-O-Si.

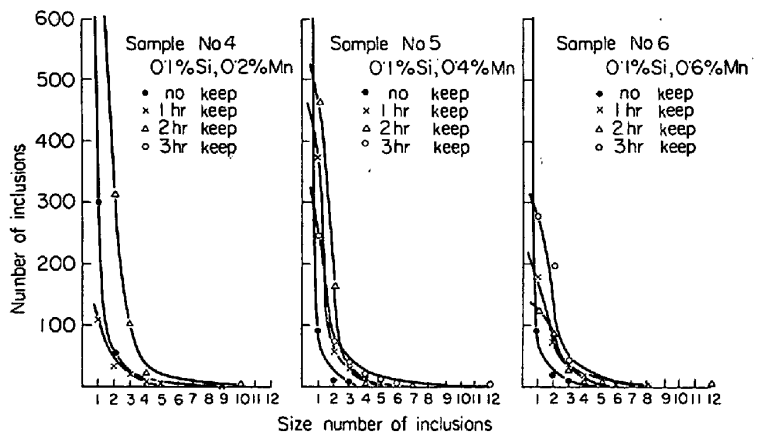


Fig. 3. Distribution of various size inclusions in system Fe-O-Si-Mn.

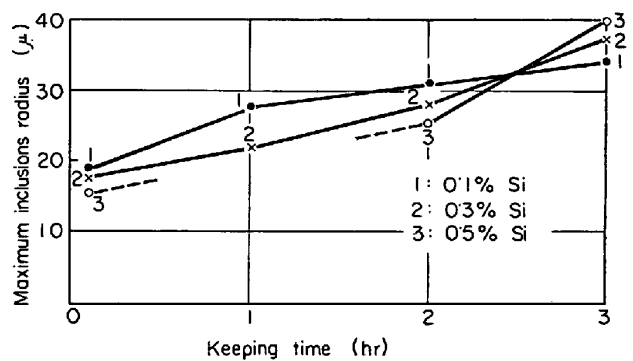
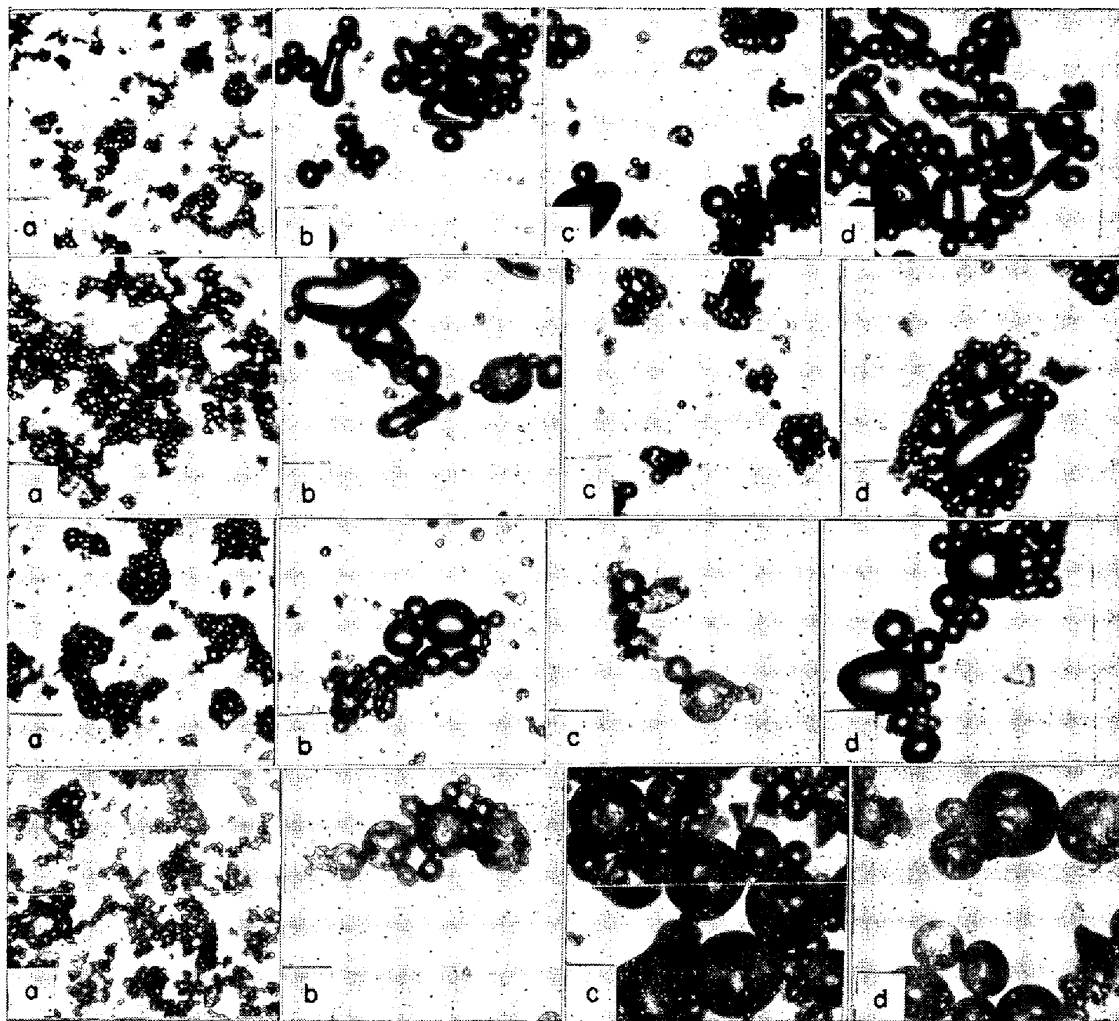


Fig. 4. Relation between maximum inclusions radius and keeping time.

も傾向としては 0.3%Si の場合と同じことがいえる. このように Fe-O-Si 系においては, Si 量が少ない場合は短時間の保持で主として小型から中型への成長が起こり, 保持時間が長くなると中型から大型への成長が主として起こる. また, Si 量が多くなると, 保持時間の短い間は主として小型から中型への成長が起こるが, 保持時間が長くなると小型から中型への成長はあまり起こらず, 微小なものから小型への成長と, 中型から大型への成長が主となる. さらに Fig. 4 をみると, 1 hr お



a) no keep b) 1hr keep c) 2hr keep d) 3hr keep ×150

Photo. 1. Growth of inclusion 1 : 0.1%Si, 2 : 0.3%Si, 3 : 0.5%Si, 8 : 0.3%Si, 0.4%Mn.

よび 2 hr 後のようすは, Si が少ないほど, 最大半径は大きく, 3 hr 後には Si が多いほど大きくなっている。

3.2 Fe-O-Si-Mn 系

3.2.1 0.1%Si

Fig. 3 によればこの系においても, 半融保持により介在物が成長することを示している. 0.2%Mn では 1 hr 後の試料に小型および中型の介在物が非常に少なく, 2 hr 後の方が多くみられる. 0.4 および 0.6%Mn では, 保持時間による変化はあまりみられず, 終始, 小型→中型→大型への成長が連続的に起こつたと考えられる. 大型介在物の分布をみると Mn 量が少ないうちは保持時間が長くなるにつれて大型介在物が増加しているが, 0.6%Mn になると時間による傾向は不明確となる. 0.2%, 0.4%, 0.6%Mn 全体として比較すると Mn が多いほど小型介在物の数は少なく, しかも短時間で減少する. これは Mn が多いほど, 凝集性のよい脱酸生成物を生じることが示している。

3.2.2 0.3%Si

この場合も全体としての傾向は, 0.1%Si の場合と同様であり, Mn の多いほど, 小型介在物は少なく, しかも短時間で減少している. すなわち, 上と同様, Mn の多いほど凝集性のよい介在物が生じているといえる. 大

型介在物の分布をみると, Mn の多少にかかわらず, 時間的に明確な傾向を示していない。

4. 結 言

Fe-O-Si および Fe-O-Si-Mn 系合金を半融状態において, 1 hr, 2 hr, 3 hr 保持し, その間におけるシリカおよびシリケート系介在物の成長について調べた. またその結果に基づいて, 各試料につき介在物の大きさに対する分布曲線を描き, 時間および組成による分布曲線の変化について考察を加えた。

文 献

- 1) L. BOGDANDY: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961), p. 451
- 2) L. BOGDANDY: Arch. Eisenhüttenw., 34 (1963), p. 235
- 3) E. PLÖCKINGER: Stahl u. Eisen, 80 (1960), p. 659
- 4) ELLIOT: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 3 (1966), p. 217
- 5) Псарев: Изв. В. У. Заве. (Черная Металлургия), 8 (1966), p. 16
- 6) E. SIMS: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 215 (1959), p. 367
- 7) 松下, 佐野, 塩見: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 19