

no. 62080

(40) 溶鉄の脱酸について

(製鋼反応の速度論的研究—IV)

東北大学金属材料研究所 工博 坂上 六郎

On Deoxidation of Molten Iron.

(Kinetic study of steelmaking reactions—IV)

Dr. Rokuro SAKAGAMI.

I. 緒言

脱酸生成物には脱酸剤を投入したときに生成する一次の脱酸生成物と、冷却凝固の過程で析出してくる二次の生成物があり、通常の試料ではこれら両者を観察している場合が多い。しかしながら脱酸剤の効果とか脱酸生成物の挙動などを論ずるさいに、これら両者を区別することができて、そのおのおの挙動について考察しなければ、適正な解釈のえられないことが往々にしてある。このような観点から、本報ではまづ primary inclusion の挙動を着目することにし、これによつて脱酸の過程を速度論的な立場から検討してみた。

II. 実験方法

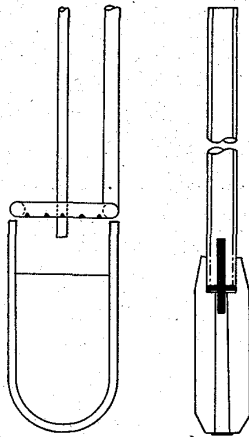


Fig. 1. Experimental arrangement and the Taylor sampler.

雰囲気調節の可能な高周波炉でやく 500 g の電解鉄を水素気流中で溶解し、炉内を真空に引き、溶鉄に含まれている窒素などのガスを除去したのち、洗浄した酸素ガスを炉内に導入して溶鉄に吸収させ、所定の酸素量とする。つぎに炉蓋をとりはづし Fig. 1 のように石英管を坩堝上にセットし、A ガスを吹きつけてその酸化を防止した。まづ第 1 回目の試料を採取してから脱酸剤を投入し、以後所定の時間ごとにサンプリングを行ない、試料の頭

鏡観察、酸素および添加成分の分析値などから脱酸の過程を追跡した。試料の採取には図のような銅製の Taylor sampler を使用し、試料の冷却を最大限にして冷却凝固時の secondary inclusion の析出を阻止し、primary inclusion のみが検鏡されるようにし、脱酸剤の添加によつて生成した primary inclusion がいかなる挙動をとるかを適確に観察できるようにした。なお溶鉄表面のスラッグ層の巻き込みを避けるため、先端には 0.05~0.1mm の鉄板を少量のグリースではりつけてある。測温は Pt-Pt-Rh 熱電対を実験時間中適宜溶湯中に浸漬して行なつた。

III. 実験結果

Fig. 2 に各種脱酸剤を添加したさいの O と成分値の変化を示した。この図から O の挙動にはつぎのような 3 つの型の存在することが明瞭に認められる。(I) Si 脱酸の場合 O は添加後 12 分ていどまで減少し、以後は一

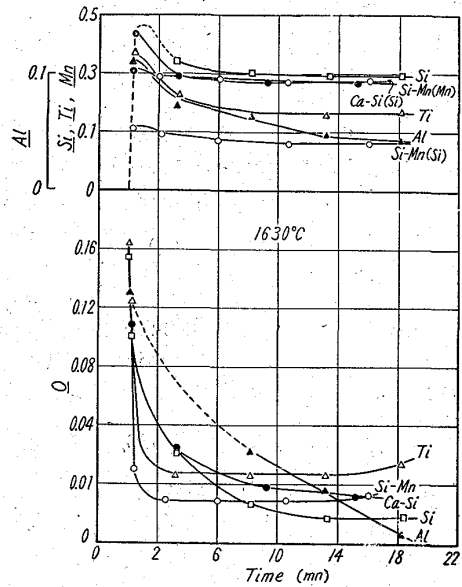


Fig. 2. Process of deoxidation with various elements.

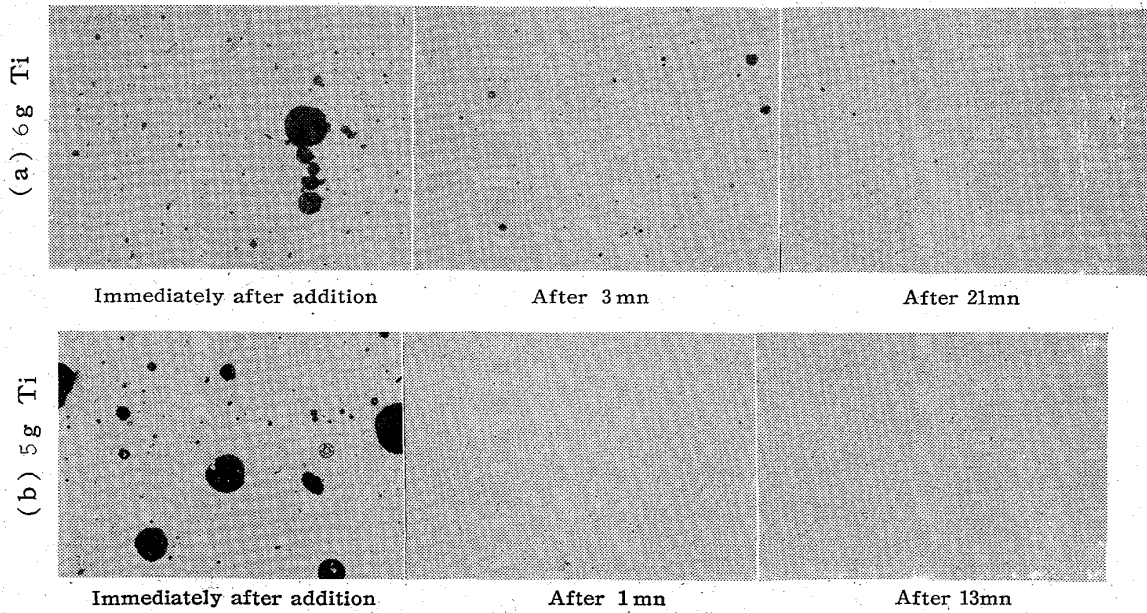


Photo. 1. Primary inclusions after deoxidation with (a) 6g Si and (b) 5g Ti.

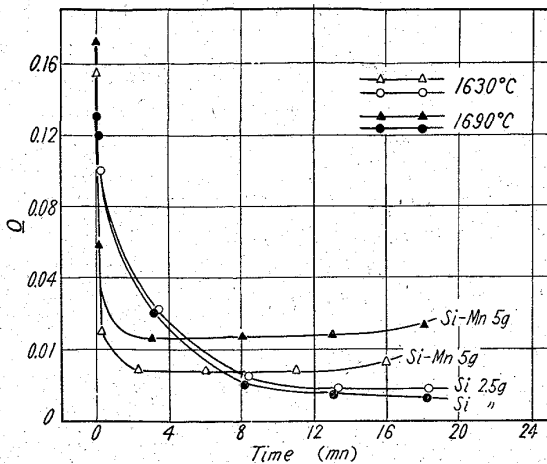


Fig. 3. Effect of temperature on the process of the Si & Si-Mn deoxidation.

定 (I) Si-Mn, Ti 脱酸の場合 O はきわめて短時間で最低値に達し、以後は一定 (II) Ca-Si, Al 脱酸の場合 O は一定とならず、時間とともに漸次減少。試料の顕微鏡観察によれば、Photo. 1 に示したように添加直後の試料にはいづれもよく coagulate した結晶状の大きな primary inclusion が存在するが、(I) の場合 1 分後の試料にはほとんどこれが認められない。これに反して (I) の場合には最終試料でも依然として小さい球状介在物が存在しており、(II) の場合とやや類似した状況を呈している。そこで (I), (II) の脱酸剤について、1690°C で同様な実験を行なつてみた。その結果を Fig. 3 に示したが、(II) の場合には 1630°C のときと全く同様に O は短時間で最低値に達して一定となるに対し、(I) の場合には O がわずかに時間とともに減少するようになることは顕微鏡観察の結果からも裏付けされるように、きわめて浮上しにくい小さなガラス状介在物もさらに温度を上げてやれば、少しずつ coagulate して浮上するようになることを物語っている。このような実験結果から、(I) と (II) とはいずれも O 値が一定になるという点で同系統の脱酸剤のように考えられるが、(I) ではあくまでも浮上しにくい primary inclusion が少量残ったままで一定値を示しているのであつて、Ti, Si-Mn 脱酸の場合とは本質的に異なっていることが明らかとなつた。また Ca-Si 脱酸のさいの O の挙動は、1690°C における Si 脱酸の場合に類似している。換言すれば coagulation が徐々に行なわれていると考えることができる。これに対して Al 脱酸の場合は、同様に O は低下しているが、Ca-Si と比較するとその勾配は大きく、生成物の凝集→浮上の過程が最後までより活発に行なわれていることを示している。このことは Ca のように鉄に対して溶解度をもつていない脱酸元素の効果の本質を示唆するものといえよう。つぎに Si, Ti 脱酸について添加量の影響を検討した。これら両者を比較すると、Si 脱酸では添加量が少ないときには、 Si の低下とともに漸次 primary inclusion の浮上時間は早くなることがうかがわれるが、 Si が 0.3% ていどになると、添加量に関係なくほぼ 12, 3 分で O 値は一定となる。これは脱酸剤を投入したさい、まづ最初に溶出する Si は

流動性のよい FeO-SiO₂ 系の介在物となつて短時間に浮上し、 Si の低い場合にはそれで浮上は完了するが、添加量が高くなると溶解過程次第に SiO₂ 分の高いガラス状 silicate ないしは石英が生成されるようになり、これらの介在物は 1630°C の本実験条件下ではほとんど浮上しない状態となることを示している。これに対して Ti 脱酸の場合には添加量の多少にかかわらず、その脱酸生成物はきわめて浮上しやすい性質をもっていることが分る。また Fig. 1 の結果から FeO の高い silicate や titanate はかなり早く浮上するに対し aluminate は浮上しにくい性質を持つていることが推察される。このような事実と関連して、脱酸生成物の物性とその浮上性との関係は、現在定性的に論じられているにすぎないが、さらに検討を要する課題であらう。つぎに O 量の影響を Si, Ti 脱酸について検討したが、脱酸剤が溶鋼の酸素量に対して充分過剰に添加されたとき、 O 量の多少にかかわらず O 曲線は全く同様な走行をとることが明らかにされた。さらに 3.5 kg の溶湯について Si, Si-Mn 脱酸の挙動を 500 g の場合と比較実験したが、溶湯量に関係なく同様な O 曲線がえられた。以上種々の条件のもとにおける脱酸の挙動について述べたのであるが、実験終了後 A ガスを吹きつけたまま 3 分ていど時間をかけて凝固させた 坩堝試料を切断して検鏡した。その結果 Taylor sampler による試料ではほとんど inclusion の認められない Ti, Si-Mn 脱酸の場合でも、坩堝試料には明瞭に secondary inclusion が認められた。したがつて徐冷試料では極端な場合 secondary inclusion のみを観察していることもありうるわけで、このことから顕微鏡観察によつて脱酸の挙動を論ずるさいには primary inclusion と secondary inclusion を区別して考察することの肝要なことが考えられる。

IV. 結 言

Taylor sampler によつて採取した試料の分析値、顕微鏡観察などによつて、各種脱酸剤を溶湯に添加したさいの脱酸の挙動を検討した。

(41) 溶鉄中の炭素飽和溶解度におよぼす Mo, Ti, Zr の影響

九州大学工学部 1669-296
工博 八木貞之助・○小野陽一

Effects of Mo, Ti and Zr on the Solubility of Carbon in Liquid Iron.

Dr. Teinosuke YAGI and Yōichi ONO.

I. 溶鉄中の炭素飽和溶解度におよぼす Mo, Ti, Zr の影響

実験結果より第 3 成分の添加による炭素溶解度の増分 Δx_C を求めると、Ti の場合同じ Ti 濃度に対して温度が高い方が幾分小さいようであるが大差なく、各元素について次の実験式を得た。

$$\text{Mo: } \Delta x_C = 0.247 x_{\text{Mo}}, x_{\text{Mo}} < 0.135$$

$$\text{Ti: } \Delta x_C = 0.639 x_{\text{Ti}} + 0.8 x_{\text{Ti}}^2, x_{\text{Ti}} < 0.085$$

$$\text{Zr: } \Delta x_C = 1.66 x_{\text{Zr}}, x_{\text{Zr}} < 0.004$$