

669.046.552: 541.127

(139) 強制脱酸における全酸素量の挙動について

日新製鋼 周南製鋼所

工博 丸橋茂昭

・末田進彦

1. 緒言 脱酸に関しては速度論的立場からも多数の研究がなされているが、再酸化現象をも脱酸現象と同等に取り扱った研究は少ないようである。そこで、脱酸には常に再酸化が同時に進行しているというモデルを立てることによって、全酸素量の挙動を記述できる速度式を得たので、若干の実験データとの比較検討を試みた。速度式は脱酸機構の詳細には触れなかったが、パラメーター δ を導入することにより再酸化に寄与する酸素供給源の軽重に関しても知見を得ることができた。

2. モデルおよび計算結果 脱酸剤添加前の溶鋼中の酸素濃度はルツボおよび雰囲気中の酸素ポテンシャルと定常状態にあり O_0 とする。溶鋼中の酸素と脱酸剤との化学反応は非常に早く脱酸剤添加と同時に完了し、且つ脱酸は化学的に結合した酸素が溶鋼から分離されることによるのみ進行する。一方、再酸化に寄与する酸素の供給速度はルツボや大気の酸素ポテンシャルを規定する酸素濃度とそのとき溶鋼中に存在する自由酸素濃度との差に比例する。以上の仮定から(1)式~(4)式が成り立つ。

$$\frac{d}{dt}(O_T) = -\frac{d}{dt}(O_I) + \frac{d}{dt}(O_C) + \frac{d}{dt}(O_A) \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt}(O_I) = K\{(O_0 - O_{ms}) - O_I + O_{CI} + O_{AI}\} \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt}(O_C) = D_C\{(O_0 - O_C) - (O_{ms} + O_{CS} + O_{AS})\} \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt}(O_A) = D_A\{O_0 - (O_{ms} + O_{CS} + O_{AS})\} \quad (4)$$

ここで、 O_T , O_I , O_C , O_A は $t=t$ における全酸素、それまでに溶鋼から分離された酸素、ルツボおよび大気から供給された酸素の濃度である。 K , D_C , D_A は脱酸速度定数、ルツボおよび大気からの再酸化速度定数である。 O_{ms} は脱酸剤添加直後の自由酸素濃度である。次に数学的取り扱いを簡単にするために、供給された酸素の一部は直ちに脱酸剤と結合($O_{CI} + O_{AI}$)し、他は自由酸素($O_{CS} + O_{AS}$)の形で残り、その比を $\beta:\beta$ とする。更に、供給される全酸素量($D_C + D_A$)($O_0 - O_A$)と、ルツボからのそれ D_C との比を δ とする。これらパラメーターを導入して上式を解くと、脱酸剤添加後に示す全酸素量 $O_T(t)$ の挙動を記述する速度式が得られる。

$$O_T(t) = O_0 - (\delta/\delta + \beta) \cdot (O_0 - O_{ms}) + \{K - (\delta + 1)D\} / \{K - (\delta + \beta)D\} \cdot (O_0 - O_{ms}) \cdot \exp(-Kt) - \{[\beta K - (\delta + \beta) \cdot (O_0 - O_{ms})] / \{K - (\delta + \beta)D\} \cdot (\delta + \beta)\} \cdot \exp\{-(\delta + \beta)Dt\} \quad (5)$$

3. 実験データとの比較 図1および2はそれぞれArガス雰囲気中および大気中で20%Cr鋼に、0.1%のAlを添加したときのデータである。実線が計算値を示す。

4. 結果 実験値と計算値は実験の精度内で良い一致を示している。また、脱酸剤添加後に示す全酸素量の種々様々の挙動は(5)式から定性的説明が可能である。次に、図1および2を比較すると、大気から供給される再酸化速度はルツボから供給される速度の約十倍の大きさであり、 D および δ から再酸化に寄与する酸素供給源について、概算ではあるが、定量化の可能性をみることができる。

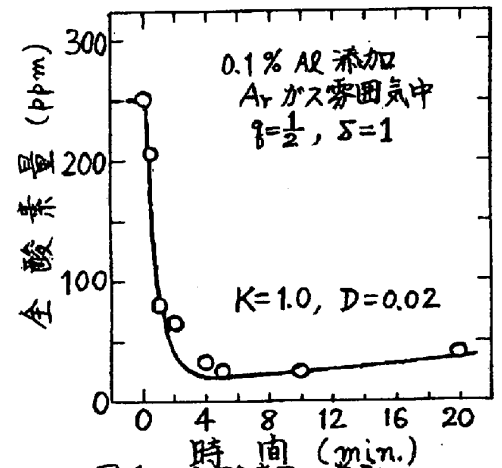


図1. 全酸素量の挙動

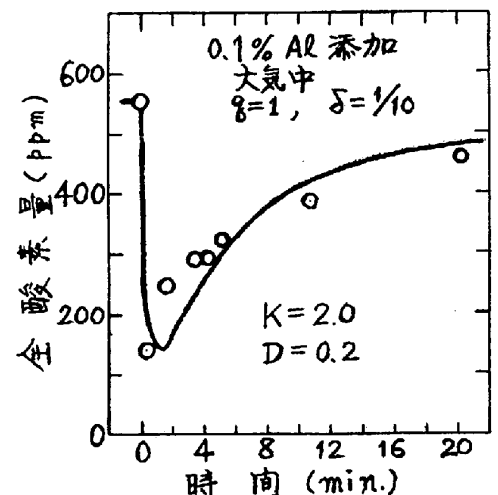


図2. 全酸素量の挙動