

(73) 塩基性電気炉操業時の溶鋼中窒素の挙動について

三菱鋼材大島製作所 阿部吉彦

On the Behavior of Nitrogen in Molten Steel in Steelmaking Process with a Basic Electric Arc Furnace.

Yoshihiko ABE

I. 緒 言

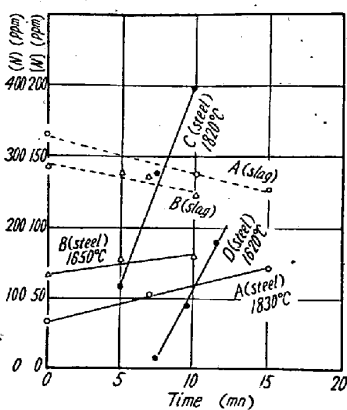
溶鋼は窒素量の多い ferro alloy などの添加により当然 [N] 量を増加するが、静置状態においても時間の経過に伴ってかなりの [N] 量の変動を示す場合が多い。このことは溶鋼が接触している大気または溶滓との間に窒素の受授を行なうためであつて相互の各窒素濃度の不均こうにもとづくものといえるので、溶解操業時などの [N] の挙動を調べるに当つて当然大気または溶滓との量的関係が無視できない要因とならう。

本報告では以上の主旨にもとづき、溶鋼が大気および溶滓よりそれぞれ窒素を吸収する基本的現象を明らかにするとともに、大気および溶滓が実際にどの程度の影響をもたらしているか塩基性電気炉による中炭素鋼溶製時の [N] の増加過程を対象にして調べた。

II. 溶鋼の窒素吸収速度

溶鋼が大気または溶滓と接触している場合には相互間の平衡濃度比よりの差にもとづいて濃度の高い方から低い方へ窒素の移行を生ずるはずである。そこで塩基性高周波炉を使用してライム滓被覆下の溶鋼および滓で被覆

しない溶鋼についてこの間の関係を調べると Fig. 1 となりそれぞれの条件下での溶鋼の窒素吸収速度を算出することができる。すなわち図によると溶滓-溶鋼間の窒素濃度差が大きい (sample A) と濃度差が小さい場合 (sample B) に比し滓中窒素量 ((N)) の減少速度および [N] の増加速度はいずれも大となつている。また滓で被覆し



Sample A } Air-slag-steel phase  
Sample B }  
Sample C } Air-steel phase  
Sample D }

Fig. 1. Trends of both the nitrogen content in molten steel and that in molten slag at various states.

ない場合 (sample C, D) の時間経過に伴う [N] 量の推移を見ると滓で被覆した場合に比べて約 10 倍の窒素吸収速度を示すとともに、溶鋼温度が高くなると若干吸収速度も大きくなることがわかる。

III. 塩基性電気炉の還元期について

塩基性電気炉の還元期における溶滓および溶鋼の各窒素量は Fig. 2 のごとく推移し、まず (N) は炭素量に比例して逐次増加しているの、滓中では生成されるカーバイトがさらに大気中の  $N_2$  と反応していると考えられる。これに比し [N] は同様に増加の傾向を示しているがかなりその速度は緩慢であつて、とくに (N) の推移と相関しているとはいえない。

所で還元期での [N] の増加量 ( $\Delta[N]$ ) は中炭素鋼溶製の場合に 10~30 ppm であつてこの現象は、

- ① 差物中の窒素
- ② 溶滓から溶鋼への窒素の移行

によつて惹起されるはずである。しかし、差物による  $\Delta[N]$  量は中炭素鋼溶製時に加える差物中の窒素量より計算した場合に 0.2~0.3 ppm にすぎないことがわかるので、 $\Delta[N]$  量の大部分は溶滓から溶鋼へ移行する窒素によるものといえる。

ここで還元期における (N) は漸増しているの溶滓-溶鋼間の窒素濃度差にもとづく  $\Delta[N]/dt$  をさきの基礎実験値より算定することはむずかしいが、還元期中の (N)-[N] の平均値を使用して計算すると、相互間の濃度差にもとづく  $\Delta[N]/dt$  は約 0.15~0.50 ppm/min となつて実際の値よりかなり低い値となる場合が多い。したがつてこの場合の [N] の増加現象は溶滓-溶鋼間に生じている濃度勾配にもとづく窒素の拡散現象だけに注目したのでは説明することができず、溶滓から溶鋼へ窒素を強制的に移行させるある因子が介在していると考えなくては説明がつかない。すなわち 1 例として calcium silicide を炉内に添加している場合を見ると、Fig. 3 のごとく、その添加による  $\Delta[N]$  量は添加前の [N] 量

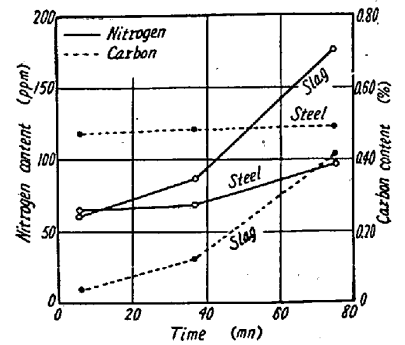


Fig. 2. Trends of both the nitrogen content in molten steel and that in molten slag during period of reduction with a basic electric arc furnace.

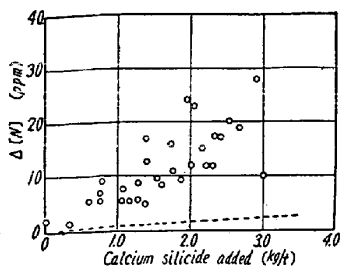


Fig. 3. Variation of the nitrogen content in molten steel with addition of calcium silicide during period of reduction with a basic electric arc furnace.

を 60 ppm として計算した  $\Delta[N]$  量 (図中に破線で示す) よりはるかに大きく、かつ、その増加率は calcium silicide の添加量に比例して大きくなっていることを認めるので、この場合には calcium silicide が (N) との間に化学反応を惹起して溶滓から溶鋼

への窒素移行を促進させているものと考えられる:

IV. 造塊時について

塩基性電気炉で溶製した溶鋼は溶滓とともに取鍋に移しついで溶滓の被覆下で鑄型に注入している。したがってこの間の溶鋼は、

- ① 炉から取鍋に移す際に大気および溶滓と接触または混合する。
- ② 取鍋内では溶滓と接触する。
- ③ 取鍋から鑄型に注入する際には大気と接触することとなつて、結局造塊時の溶鋼は溶滓および大気とそれぞれ接触する機会をもつて溶滓および大気の両者より窒素の供給を受けることとなる。

ここで造塊時の溶鋼は上記のごとく大部分の時間溶滓と接触することになるので、出鋼時と鑄型注入時の各温度の平均を溶鋼温度としてさきの基礎実験結果より溶滓-溶鋼間の濃度差にもとづく  $\Delta[N]/dt$  を算出して実測値と比較すると Fig. 4 の結果を得る。すなわち図より溶滓-溶鋼間の濃度差から算出した値は実測値より 0.5~1.0 ppm/mn 小さいことを知るが、この差は溶鋼が直接

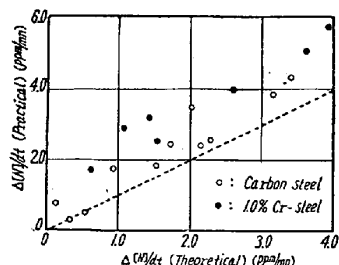


Fig. 4. Influences of slag and air on the increase of nitrogen content in molten steel during casting process.

大気中より窒素を吸収するために生ずるものと見ることができ。したがって溶滓-溶鋼間の窒素濃度差が大きい場合には溶滓からの窒素移行がまた窒素濃度差が小さい場合には大気中窒素の移行がそれぞれ造塊時の  $\Delta[N]$  の主原因にならう。

なお因みに中炭素鋼

に Cr を約 1.0% 含ませた溶鋼について  $\Delta[N]/dt$  を求めると溶滓-溶鋼間の窒素濃度差から算出した値より 1.0~1.7 ppm/mn 大きくなっている。このことは含 Cr 鋼の飽和窒素量 ( $[N]_{\text{satu.}}$ ) が中炭素鋼より大きいために溶鋼が大気と接触する際の  $\Delta[N]/dt$  が  $[N]_{\text{satu.}} - [N]$  に比例して大きくなるためといえよう。

V. 結 言

溶鋼中窒素の増加現象を塩基性電気炉による中炭素鋼溶解操業について調べた結果、

- 1. 大気中窒素の溶鋼への移行は溶滓からの場合に比べて 10 倍以上の速度なので、 $[N]$  量を低くするには溶滓時の溶鋼をできるだけ早く滓で被覆すると良い。
- 2. 還元期での  $\Delta[N]$  量の内差物中の窒素によるものは非常に微量で大部分は溶滓からの移行によるものである。
- 3. 造塊時は大気および溶滓の両者から窒素の供給を受けるが、出鋼時の溶滓-溶鋼間の窒素濃度差が大きい時は溶滓から、また窒素濃度差が小さい時は大気からの各窒素移行が  $\Delta[N]$  量の大部分を占めている、ことを明らかにすることが出来た。

(74) 塩基性電気炉製鋼過程における鋼浴中非金属介在物の挙動

東都製鋼技術部

工博 浅野栄一郎・○福島七郎・島崎 巖

Studies on the Behavior of Nonmetallic Inclusions in Molten Steel Made by Basic Electric Furnaces.

Dr. Eiichiro ASANO, Sichiro FUKUSIMA and Iwao SIMAZAKI

I. 緒 言

圧延鋼材疵の原因追跡に当り、非金属介在物の起源が問題となる場合がある。この場合に、あらかじめ製鋼条件と非金属介在物挙動との一般的関係を把握しておくことが、問題となつている疵の成因検討に有効である。

本報では、鋼種 SAE 1036 について調査した結果を報告する。

II. 試 料

(1) 試験鋼種 SAE 1036

Chemical composition

C	Si	Mn	P	S
0.29~0.38	0.10~0.30	1.20~1.55	<0.040	<0.050