

(82) 塩基性電気炉における製鋼過程について

(溶鋼中のガス量におよぼす大気中水蒸気圧の影響—Ⅲ)

三菱鋼材本社製作所 阿部吉彦

On Steelmaking Process with a Basic Electric Arc Furnace.

(Influence of water-vapor pressure in air on gas contents in molten steel—Ⅲ)

Yoshihiko ABE.

I. 結 言

筆者はさきに塩基性電気炉操業について、出鋼時の溶鋼が溶滓に被覆されているにかかわらず大気中水蒸気分圧 (P_{H_2O}) と相関する $[H]$, $[O]$ 量を含有していることを認めたり。したがって製鋼過程の溶鋼はたえず大気中の水蒸気に影響されて冬季と夏季とでことなつた現象を呈するものと考えられる。すなわち溶鋼は常に溶滓に被覆されているので溶滓の影響を無視することは勿論出来ないが、溶鋼の脱ガス現象などでは同時に大気中 P_{H_2O} の影響度も考慮しなければならないこととなる。そこで本報告では製鋼過程の溶鋼中 $[H]$, $[O]$ の挙動におよぼす大気中 P_{H_2O} の影響を中炭素鋼溶製の場合について順を追って調べてゆく。

II. 酸化期について

(1) 酸化精錬前

塩基性電気炉操業ではまず装入原料を造滓材を逐次添加しながら加熱溶解しているので、 O_2 ガス吹込開始時の溶鋼中 $[H]$ 量は大気中 P_{H_2O} の影響を受けるはずである。すなわち Fig. 1 はその結果で、この時期の $[H]$ 量は出鋼時の場合に比べて P_{H_2O} の影響度が小さいとはいえ、

$$[H]_b(\text{ppm}) = 1.4\sqrt{P_{H_2O}(\text{mmHg})} - 0.5 \dots (1)$$

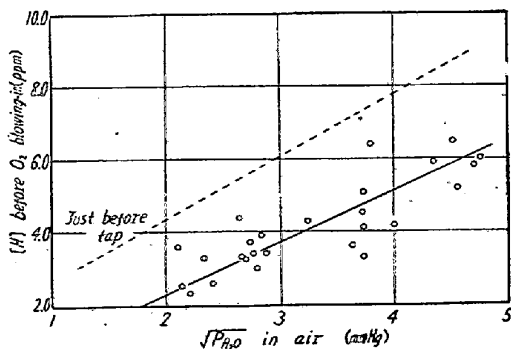


Fig. 1. Influence of P_{H_2O} in air on hydrogen content in molten steel before O_2 blowing-in.

の現場式が成立するように明らかに大気中 P_{H_2O} と相関することになる。

一方この時期では溶滓—溶鋼間で緩慢な脱炭反応が行なわれているので、溶鋼中 $[O]$ 量に対して大気中 P_{H_2O} と相関式を求めることは無理である。したがって酸化期の溶鋼中 $[O]$ 量については大気中 P_{H_2O} の影響を一応無視することが出来る。

(2) 酸化精錬後

酸化精錬時には脱炭反応の進行にともなつて $[H]$ が次第に除かれてゆくが、この現象を CO ガスの逸出に附随して溶鋼から $[H]$ が除かれる一種の物理的洗滌作用と考えると $[H]$ が除かれる速度に脱炭反応速度が一義的な影響をもつこととなる。そこでまず脱水素と脱炭の両速度間の関係を求めると Fig. 2 のごとくなるので、 $-d[H]/dt$ を $-d[C]/dt \cdot [H]_b$ の函数として現場式を、

$$-d[H]/dt = 1.5 \cdot -d[C]/dt \cdot [H]_b - 5.8 (10^{-7}\%/\text{mn}) \dots (2)$$

と導くことが出来る。

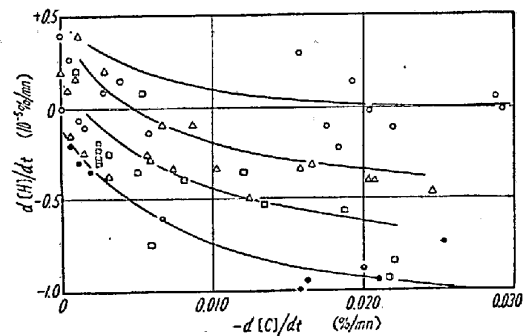


Fig. 2 $-d[H]/dt$ as a function of $-d[C]/dt$.
 $[H]$ before decarburization.
 \circ : < 3.0 ppm, \triangle : < 3.7 ppm, \square : < 4.6 ppm, \bullet : > 4.7 ppm

ところで酸化精錬前の $[H]$ 量は大気中 P_{H_2O} により eq (1) のように規定できた。したがって酸化精錬後の $[H]$ 量は大気中 P_{H_2O} と脱炭反応速度より推定出来るはずであつて、実際に eq (1), (2) を使用して酸化精錬後の $[H]$ 量を求めると ± 0.5 ppm の誤差内で良く分析値と一致することがわかる。

III. 還元期について

正常な酸化期をへた溶鋼は還元期に例外なく $[H]$ 量を増加させるが、この原因として、

- ① 添加した Ferroalloy 自体の $[H]$
- ② 溶滓中 (H) の溶鋼への移行

があげられる。ここで Ferroalloy の $[H]$ 量は Table 1 に示すように加熱乾燥させると微々たる量となるのでとうてい還元期での $[H]$ 増加量 ($\Delta[H]$) の主要原因に

なると考えられないので、 $\Delta[H]$ は溶滓中の (H) が溶鋼に移行したものと解釈しなければならない。すなわち脱酸剤が溶鋼に添加されると CO ガスの発生がほとんど止むとともに [O] 量がいちじるしく減少するので、溶鋼中で [O] と相互溶解関係にある [H] が溶滓より溶鋼へ移行して来るのであろう。

Table 1. Hydrogen content in different ferroalloys.

Ferroalloy	[H] (ppm)	
	Before heating	After heating
Ferrochromium (High-Carbon)	6.7, 19.3	3.9, 4.8
Ferromanganese (Low-Carbon)	9.8	5.7, 4.6
FerroSilicon (Low-Carbon)	7.3	4.1
Silicomanganese	8.7	2.5, 4.0
Calcium silicide	18.6	7.5
Ferronickel	3.5~4.5	

ところで還元初期と出鋼時との各含有ガス量の間には Fig. 3 の関係が求められ、還元期での溶鋼中ガスの変動に大気中 P_{H_2O} が影響していることがわかる。したがって還元期での溶鋼の水素増加現象および脱酸現象はとも大気中 P_{H_2O} を考慮して解析しなければならない。

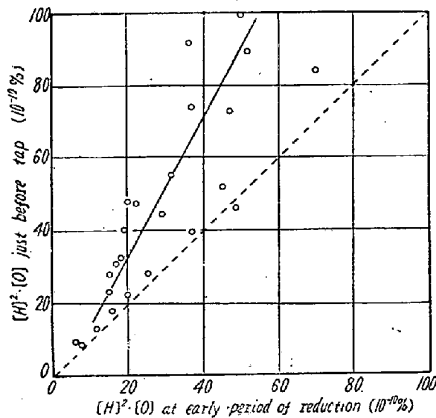


Fig. 3. $[H]^2 \cdot [O]$ just before tap in relation to those at an early period of reduction.

ここで還元期における [O] の挙動は、

$$\left(\begin{array}{l} \text{還元期入りの溶鋼中} \\ \text{[O]量} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{l} \text{外部より吸収する} \\ \text{[O]量} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{l} \text{脱酸反応により除} \\ \text{去される [O]量} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{出鋼時の溶鋼中} \\ \text{[O]量} \end{array} \right) \dots (3)$$

となるが、いま脱酸剤としての Si の歩留におよぼす大気中 P_{H_2O} の影響を見ると Fig. 4 より P_{H_2O} が高くなるほど歩留が低下していることを知る。そこで高い P_{H_2O} 下の溶鋼が実際に脱酸される量が多いにもかかわらず出

鋼時に P_{H_2O} と関連した多量の [O] を含有するのは還元期に外部より溶鋼に入りこむ [O] 量が大气中の P_{H_2O} が高くなるほど多くなるためと見ることが出来る。

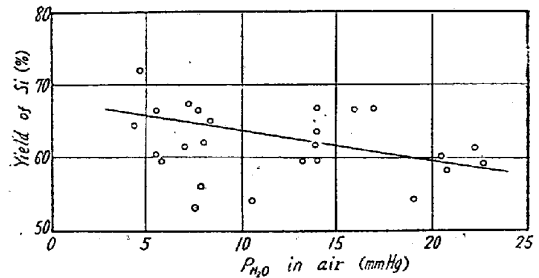


Fig. 4. Yield of Si added in molten steel during reducing period as a function of P_{H_2O} in air.

IV. 結 言

塩基性電気炉における製鋼過程での溶鋼中 [H], [O] におよぼす大気中 P_{H_2O} の影響を調べたところ、酸化精錬前後の [H] 量、還元期中の $\Delta[H]$ 量および脱酸反応にそれぞれ P_{H_2O} の影響を認めることができたので、大気中 P_{H_2O} が高くなるほど出鋼時の溶鋼中 [H], [O] 量を低く抑えるのが難かしくなる理由が明らかとなった。

文 献

- 1) 昭和 35 年 10 月本会講演大会にて発表。

(83) 造塊時における溶鋼中水素量の変化

(溶鋼中のガス量におよぼす大気中水蒸気圧の影響—Ⅳ)

三菱鋼材本社製作所 阿部吉彦

Variation of Hydrogen Content in Molten Steel during Casting Process. (Influence of water-vapor pressure in air on gas contents in molten steel—Ⅳ)

Yoshihiko ABE.

I. 緒 言

造塊時における溶鋼中ガスの挙動についてはこの間の溶鋼が直接大気と接触する機会をもつので、少なくとも炉内時より強く大気中水蒸気圧 (P_{H_2O}) の影響を受けることが考えられる。一方鑄型に注入した後の溶鋼では凝固冷却時に鑄型の種類および乾燥状態などによつてそれぞれ異つた含有ガス量の変化を示すこととなるが、この場合に大気中 P_{H_2O} が全然含有ガス量に影響しないとはいえないはずである。そこで本報では造塊時の溶鋼中水素の挙動を調べてその含有量におよぼす大気中 P_{H_2O}