

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にも大気中 P_{H_2O} を考慮して解析しなければならない。

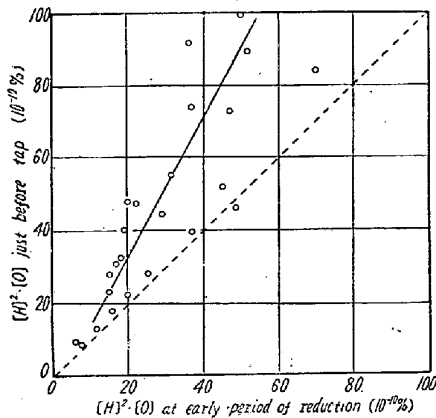


Fig. 3. $[H]^2 \cdot [O]$ just before tap in relation to those at an early period of reduction.

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。

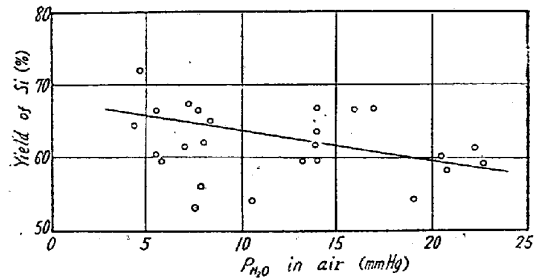


Fig. 4. Yield of Si added in molten steel during reducing period as a function of P_{H_2O} in air.

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}

の影響度を明らかにする。

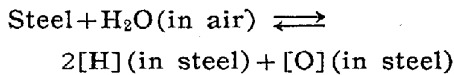
II. 出鋼より鑄込までの溶鋼中 [H] 量の變動

溶鋼が炉より取鍋に移されさらに鑄型に注入される間に含有[H]量は相当の変動を示し、一般に夏季には 1.0~1.5 ppm, 冬季には 0.3~0.5 ppm それぞれ増加することがわかつたのでこの間の[H]量には大氣中 P_{H₂O} がいちじるしく影響していることとなる。ところでこの期間中で [H] が増加する原因は、

① 溶鋼を炉から取鍋に移すときおよび取鍋から鑄型に注入するときに溶鋼が大氣と接触するので、そのさい大氣中 P_{H₂O} との平衡値に [H] 量が近づくとする。

② 溶鋼を炉から取鍋に移すときおよび取鍋中では溶鋼と溶滓とが接触するので、そのさい両者の水素濃度差にもとずいて溶滓から溶鋼へ水素の移動が生ずる。

の二つの過程によるものと考えられる。このうち①の大氣との接触による [H] の増加現象については裸の溶鋼を一定温度で一定時間保持した場合に [H] と大氣中 P_{H₂O} との間に Fig. 1 の関係図を得ることが出来たので、この現象は、



の反応が右に進行するものと解釈出来よう。

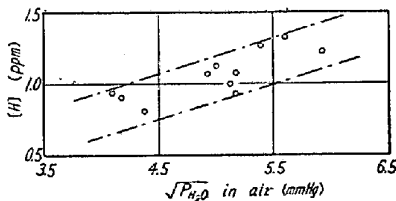


Fig. 1. Hydrogen content in molten steel in contact with air at 1600~1650°C as a function of P_{H₂O}^{1/2} in air.

ここで上式の平衡定数は CHIPMAN, et al¹⁾により、

$$[\text{H}](\%) = 1.35 \times 10^{-3} \sqrt{P_{\text{H}_2\text{O}}/a_{\text{O}}}$$

と与えられているので上式より [H] の飽和量 ([H]*) を求めると、[H]* 量と出鋼時の [H] 量との差が大きい場合ほど造塊時の [H] の増加量 (Δ[H]) も大きいことになろう。ところで造塊時の溶鋼は大氣と接触するよりも溶滓と接触する機会の方が多い。したがって造塊時の Δ[H] を解析するには②の原因も無視出来ないことになるが、出鋼時の溶滓については含有 (H) 量が大氣中 P_{H₂O} と相関するとともに滓自身の CaO/SiO₂ 比にも左右されることがすでにわかっている²⁾、大氣中 P_{H₂O} および滓の CaO/SiO₂ 比と Δ[H] 量との関係図で ①, ② の原因が総合出来ることになる。すなわち Fig. 2 はその結果を示したもので、造塊時の [H]

の变化は出鋼時の ([H]*-[H]) 量と滓の CaO/SiO₂ 比で定量的によく説明出来よう。

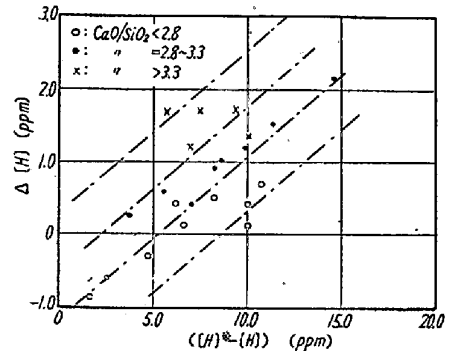


Fig. 2. Influences of ([H]*-[H]) at tap and CaO/SiO₂ ratio of slag on Δ[H] during casting process.

III. 鑄型内での溶鋼中 [H] 量の變動

溶鋼を鑄込むために砂またはシェルなどの鑄型を使用すると溶鋼の注入によつて鑄型内に大きなガス圧を生ずるので、乾燥した金型などを使用した場合とことなつて鑄込んだ溶鋼がガス吸収現象を起こすことが考えられる。

そこでまず鑄型内に発生するガス量が鑄物のガス吸収量にどの程度影響しているかを見るため水分が 2.8, 6.2 および 10.0% の 3 種類の砂型に溶鋼を同時に注入してそのさいの Δ[H] 量を求めた。すなわちこの場合には水分の多い砂型の場合ほど鑄型内部に発生する水蒸気量が多く、したがつて Δ[H] 量も大きいはずであるが、実験結果を示した Table 1 よりは 3 者間にほとんど差を見出せなかつたので鑄込時に発生する鑄型内ガスは鑄物のガス吸収の原因を作るとしてもその吸収量まで規定する因子とはならないことがわかつた。

Table 1. Variations of hydrogen content in steel during casting with H₂O content in sand moulds.

P _{H₂O} (mmHg) in air	[H] (ppm) before casting	H ₂ O (%) in sands moulds	[H] (ppm) after casting	Δ[H] (ppm)
28.5	1.10	2.8	2.65	1.55
〃	〃	6.2	2.70	1.60
〃	〃	10.0	2.55	1.45
26.0	0.97	2.8	2.25	1.28
〃	〃	6.2	2.30	1.33
〃	〃	10.0	2.30	1.33

ところで鑄物のガス量を調べると金型、砂型およびシェル型それぞれの鑄物について [H]²·[O] 値が大氣中 P_{H₂O} と相関する結果を Fig. 3 より得た。したがつて

鑄型内の溶鋼もまた大気の影響を受けていることとなるので、鑄型内の $\Delta[H]$ には鑄型の通気度が大きな役割をもっているものと考えられる。

なおシェルは砂よりも本質的に多孔質である上に溶鋼が注がれると一層多孔質になる一方、両者の熱伝導

度を比較した場合にシェルが砂より劣るのみでなく結合剤として含まれているレジン分解および燃焼で鑄型内に多量のガスを発生させるとともに鑄物の凝固冷却速度を相当遅らせることが指摘されている³⁾。したがって砂型とシェル型の各鑄物のガス量が Fig. 3 に示したごとく相当にことなりかつシェル型鑄物のガス量の方が砂型の場合より大気中 P_{H_2O} と密接な関係にあつたのは、

① 鑄込時に発生する鑄型内ガス圧がシェルの方が大きく、かつこの鑄型内ガスと大気との交流速度もシェルの方が速い。

② 鑄物の凝固冷却速度がシェルの方が遅い。の各理由によるものと考えられる。

IV. 結 言

造塊時の溶鋼中ガスの挙動を調べた結果、この場合の $[H]$ 量は溶鋼を炉より取鍋に移し鑄型に注入するまでの間は勿論のこと、鑄型に注入した後でも大気中 P_{H_2O} の影響を強く受けていることがわかつた。ただし溶鋼が溶滓と接触する機会をもつ時は両者の水素濃度差に比例した水素の移行が溶滓から溶鋼へ生ずるし、また鑄型の種類によつて鑄込後の状況に差も生ずるので、 $\Delta[H]$ 量を規定するさいには滓の CaO/SiO_2 比および鑄型の種類なども考慮する必要がある。

文 献

- 1) M. N. DASTUR & J. CHIPMAN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 185 (1949) 441.
- 2) 昭和 35 年 10 月本会講演大会にて発表.
- 3) 三島徳七: “シェルモールド鑄造法” (昭和 30 年)

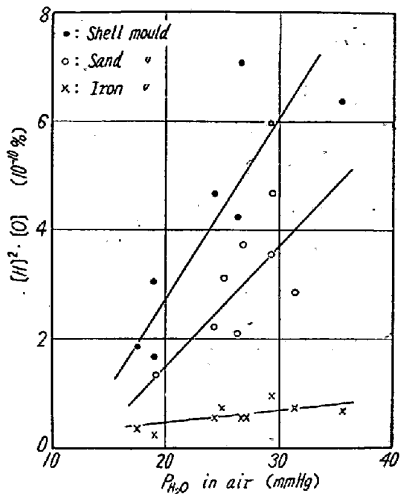


Fig. 3. $[H]^2 \cdot [O]$ in steel after casting as a function of P_{H_2O} in air.

(84) 非金属介在物におよぼす塩基性電気炉操業方法の影響

東都製鋼技術部

工博 浅野栄一郎・○福島 七郎

Influence of the Melting Process in the Basic Electric Furnace on Non Metallic Inclusions.

Dr. Eiichiro ASANO and Sitiro FUKUSIMA.

I. 結 言

圧延鋼材疵の原因追跡の結論として、しばしば非金属介在物の異常介在が指摘され、この起源が製鋼作業にありと推定される場合がある。この原因追跡のさい通常の溶解作業において、製鋼条件と非金属介在物挙動との関係、また鋼中非金属介在物と製鋼条件、造塊条件との関係をあらかじめ把握しておく必要がある。以上の目的から製鋼条件と非金属介在物との関係を追跡したのが本報告である。

II. 試 料

本試料の対象となつた鋼種は塩基性電気炉で溶製した $<0.14\% C, <0.25\% Si, 0.40 \sim 0.60\% Mn$ の 10 溶解であつて、精錬過程中最も重要であると考えられる 5 つの期すなわち ① 溶落時、② 酸化沸騰精錬後、③ 酸化末期いわゆる除滓直前、④ Si-Mn 添加後、⑤ Fe-Si, Al 添加後いわゆる出鋼直前より試料を採取した。なお試料処理ならびに清浄度判定はすべて学振法試料採取ならびに第 3 法によつた。

III. 試 験 結 果

(i) 精錬過程における非金属介在物の一般的変化

精錬各期における非金属介在物の変化の傾向は Fig. 1 のごとくであつて特別な製鋼条件が発生もしくは与えられないかぎり略一定の傾向を示すようである。すな

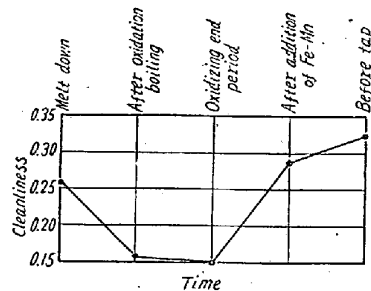


Fig. 1. Behavior of inclusions during the smelting periods.

わち酸化期には沸騰精錬によつて非金属介在物が減少し酸化期末すなわち除滓時には精錬の全過程を通して最も少なくなる。還元期に入ると添加された合金鉄、脱酸剤が鋼中 $[O]$ と反応して脱酸生成物を生じふたたび非