

100% が Si と反応し Cr との反応は 10% 以下の極く僅少である。(図省略) 一方 Cr の酸化による Cr_2O_3 増加量と铸込前 Cr 量とは Fig. 3 に示す如く比例関係があつて Cr 量が増加すると Cr_2O_3 も稍々急速に増加するが他元素の場合と同様 C 量に反比例して Cr_2O_3 の生成は減少する。(図省略)

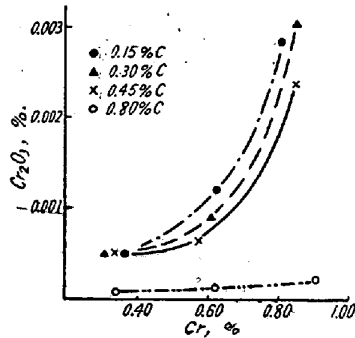


Fig. 3. Relation between chromium content before casting and increased chromium oxide

(4) 熔鋼の酸化と酸化物系介在物との関係

前述の如く C 量に反比例して酸化物は減少するが、C 量の高い熔鋼は铸込前の酸素量 (又は酸化物) が少ないので酸素 (又は酸化物) の増加割合は可成り高率となる。(図省略)

次に Al 量が増加するとサンドの大部分は Al_2O_3 で鋼中酸化物系介在物の主要成分となり。この Al_2O_3 の内、铸込過程に於て空気中の酸素によつて生成される Al_2O_3 量はサンド中の Al_2O_3 の約 40% と推定される。(図省略)

又 Cr の場合铸込前熔鋼中の Cr_2O_3 量は全酸化物の 1% 以下で、铸込後は Cr 量に比例して可成り増加しているが 0.8% Cr 程度でも全酸化物の 10% 以下で、(図省略) Cr 量が極めて高い場合以外铸込過程に於て生成される Cr_2O_3 は一般に鋼中酸化物系介在物の主要原因とはならない。又酸化による Cr_2O_3 の増加率は C 量によつて左右されるが大略 50~100% の範囲で鋼中 Cr_2O_3 の大部分は铸込過程に於ける空気中の酸素による酸化に起因する。(図省略)

(5) 顕微鏡的介在物の変化

実験前後の試料を顕微鏡によつて観察した。何れも铸込後に於て介在物は増加しているがその個々の変化に就ては明らかな相違が認められなかつた。

IV. 結 言

以上铸込過程に於て熔鋼が空気中の酸素によつて酸化

を受ける場合、鋼中酸化物系介在物に及ぼす C, Al, Cr 及び铸込速度の影響に就て行つた実験結果を概述したが、これを括約すると。

1) 熔鋼の空気による酸化は铸込速度に反比例して軽減する。

2) C 量に反比例して酸素増加量は減少するが、酸化物増加率は、C 量に比例して高くなる。

3) 熔鋼中の metallic Al 量に比例して酸化による Al_2O_3 は増加し、その量は metallic Al 0.02% 以上の場合铸込後鋼中酸化物の 30~40% に相当する。又 metallic Al が多い場合、他成分の酸化は軽微でそれ等の酸化物の増加が少い。

4) 酸化によつて生成する Cr_2O_3 量は熔鋼中の Cr 量に比例して増加し、本実験範囲内の Cr 量では铸込後鋼中 Cr_2O_3 量の 50% 以上 100% 近くまでは空気の酸化によつて生成したものであるがその絶対量は少く鋼中酸化物系介在物の主原因とはならない。

(66) 造塊作業の研究 (V)

(熔鋼の空気による酸化が鋼中非金属介在物に及ぼす影響—No. 3: 熔鋼中の Si 及び Mn 量の影響並びに各種成分の酸化に対する一考察)

株式会社日本製鋼所室蘭製作所研究部

前川 静 弥・中川 義 隆

Study on Ingot-Making Practice. (V)

(Effect of Oxidation of Molten Steel by Air on the Non-metallic Inclusion in Steel—No. 3: Effect of Silicon and Manganese in Molten Steel, and Consideration on Oxidation of various elements in Molten Steel)

Shizuya Maekawa, et alius.

I. 緒 言

前報に引続き熔鋼の空気による酸化に及ぼす Si 及び Mn 量の影響に就て行つた実験結果並びに各種成分の空気による酸化に対する一考察の概要を報告する。

II. 実 験 要 領

Si 及び Mn 量の影響に就ての実験要領は前報と全く同様であるが熔鋼中の各種成分の酸化速度及びその難易を調べる為、所定成分の熔鋼を 35 KVA 高周波炉で溶解し、鋼浴表面上 (表面積 33 cm^2) 20 mm の位置よ

Table 1.

	Chemical composition (%)			Remarks
	C	Si	Mn	
Effect of Si	<0.05	0.01	0.08	Range of % S : 0.01~1.00
Effect of Mn	<0.05	0.01	0.08	Range of % Mn : 0.08~1.00
Effect of Si & Mn	<0.05 <0.05	0.01 0.30~0.40	0.50~0.60 0.08	Range of % Si : 0.10~0.70 Range of % Mn : 0.20~1.20
Rate of Oxidation	0.25 0.25 0.30 0.30	0.60 0.40 0.35 0.65	1.20 0.65 0.60 0.60	Al 0.47% Al 0.10%

(P 及び S は何れも 0.025 以下)

り径 10mm 石英管を以て乾燥空気を 300 cc/mn の割合で吹き付け 2~5 分毎に熔鋼を汲出してその化学分析を行つた。

供試熔鋼の化学組成を Table 1 に示す。

III. 実験結果の概要

(1) Si 量の影響

Si 量と、Si 減少量及び SiO₂ 増加量との関係を夫々 Fig. 1 に示す。

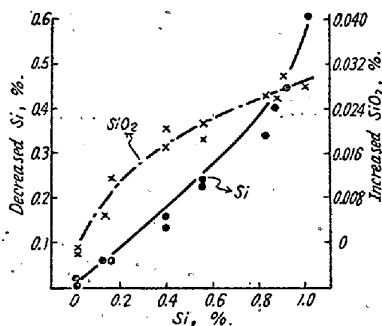


Fig. 1. Relation between silicon content before casting and decreased silicon and increased silicon.

Si は酸素との親和力が可成り強いので鑄込操作によつて相当酸化され Si 量に比例してその酸化減量及び熔鋼中の SiO₂ 増加量は何れも増加する。

(2) Mn 量の影響

Mn 量と Mn 減少量及び MnO 増加量との関係を夫々 Fig. 2 に示す。

Mn は酸素との親和力が比較的弱いので親和力の強い他成分と共存する時は Mn の酸化は軽微であるが(後述), 単独に存在する場合は鑄込操作によつて, 熔鋼中の Mn 量に略々比例して酸化され MnO も増加する。又この場合熔鉄自体の酸化は Mn 量に逆比例して激しく

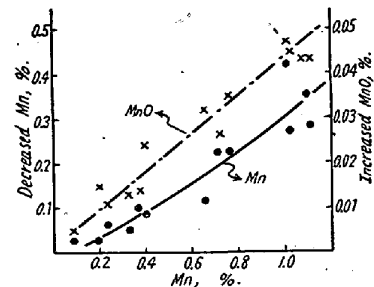


Fig. 2. Relation between manganese content before casting and decreased manganese and increased manganese oxide.

なる。(図省略)

(3) Si 及び Mn 共存の影響

Si 量一定の場合 Mn 量に比例して MnO 生成量は増加し, SiO₂ 生成量は減少し, 又 Mn 量一定の場合 Si 量に比例して SiO₂ 生成量は増加し, MnO は減少する。然し何れの場合に於ても MnO 生成量は SiO₂ 生成量に比較して遙かに少い。(図省略)

(4) 各種成分の酸化に対する一考察

以上本実験に於て通常鋼に含有せられる化学成分の空気による個々の酸化傾向について述べたが, 鑄込過程に於ける C, Si, Mn, Al, Cr 或いは Fe の酸化を支配するものは各々の酸素に対する親和力と反応速度であることは明らかである。而して熔鉄中の酸素と上記諸元素との関係については既に多くの研究結果が発表されていて, 熔鋼中の成分と空気の酸素との親和力は容易に算出し得る。次表にその一例を示す。

熔鋼中の各種元素と酸素との化学親和力 (1575°C)

元素名	C	Si	Mn	Al	Cr	Fe
-ΔF° cal	10400	99000	80000	132000	81000	35000

従つて単に親和力の点より見れば鑄込中に Al, C, Si, Cr, Mn 及び Fe の順に酸化されることが推定される。然しこれは平衡状態の場合であつて比較的短時間の酸化反応に於ては各元素の反応速度が重要な因子となるが、従来これに関する研究は殆んどない。

筆者等が 1575°C に於ける各種元素の酸素による酸化速度に就てその大凡の比較を行つた一例を Fig. 3 に示す。

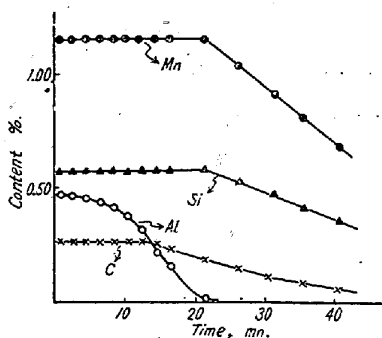


Fig. 3. Oxidation of various elements in molten steel by air.

これは C, Si, Mn を略々同一モル濃度 (約 1%) 存在せしめ Al も相当含有せる場合の酸化状態であつて、モル濃度で Al 量が C 量の約 60% 以下に於て始めて C が酸化し、C 量及び Al 量が Si 量に対して夫々 75% 及び 10% 以下に低下して後 Si 及び Mn が酸化をはじめている。

また夫々の成分の酸化開始後 5 分間に於ける酸化反応速度恒数 (k_0) を概算すると C が酸化し始めた時の Al 及び C の k_0 は夫々 0.0061 及び $0.0009 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mn}^{-1}$, 又 Si 及び Mn の酸化し始めた点では Al, C, Si 及び Mn は夫々 0.0245 , 0.0018 , $0.0007 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mn}^{-1}$ である。

従つて熔鋼中の成分濃度によつても酸化速度は可成り変化するが前述の酸素との親和力と併せ考えると、Al の存在は他元素の酸化を減少し、又 Al が或る程度以下の場合 C の存在によつて Si, Mn の酸化が減少し、Si の場合に就ても同様である。

IV. 結 言

以上熔鋼の空気による酸化に及ぼす Si 及び Mn の影響並びに各種元素の酸化に就て一考察を加えたがこれを括約すると

1) Si 及び Mn が夫々単独に共存する場合 Si 及び Mn 量に比例して熔鋼の酸化による SiO_2 及び MnO は増加する。

2) Si 及び Mn が共存する場合 Si 量一定ならば Mn 量に、又 Mn 量一定ならば Si 量に夫々比例して MnO 或いは SiO_2 生成量は増加する。

3) 各種元素の酸素との親和力及び酸化速度に関する簡単な実験からこれ等元素が共存する場合の酸化傾向に一考察を加えた。

(67) 窒素造塊法に関する研究 (I)

(鑄型内熔鋼の雰囲気による酸化防止に対する窒素及び浮板の効果)

Studies on the Ingot Making Process in Nitrogen Atmosphere (I)

(Effect of Nitrogen and Floating Boards on the Oxidation Prevention of Molten Steel in Ingot Molds)

Takaaki Shimose, et alii.

K. K. 神戸製鋼所研究部 工 高尾 善一郎

工〇下 瀬 高明

技術部工 斎 藤 克己

I. 緒 言

大型鍛材の機械加工中に問題となる地疵の主因はサンド及びゴーストによるものと考えられる。之が消滅乃至軽減対策としては溶解、造塊、鍛錬及び熱処理作業の各工程の厳密な管理が必要であり当社でも特に溶解、造塊作業面で温度管理を始めとして各種の管理が実施されている。前記の鋼塊内サンドの成因としては後述の如く種々の原因が考えられるが之等の中造塊時に於ける熔鋼の空気による酸化が相当有力な因子であろうと考えられる。造塊時熔鋼の空気による酸化の原因としては

- イ. 出鋼時熔湯の空気による酸化
- ロ. 鍋下熔湯の空気による酸化
- ハ. 懸堰内及び懸堰下熔湯の空気による酸化…上注法
- ニ. 注入管内熔湯の空気による酸化…下注法
- ホ. 鑄型内熔湯の雰囲気による酸化

等が考えられ種々の報告が見られる。本実験に於ては鑄型内熔鋼の雰囲気による酸化防止に対する窒素及び浮板の効果を鋼塊表面状況及びスカムの点から検討したのでその結果に就て報告し度い。

II. 実 験 結 果

(i) 下注鋼塊に就て: 10 t 塩基性電気炉にて熔製せる F5 に就て窒素吹込法, 普通法, 浮板使用法を比較検