

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鋳型に注入している。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 取鍋から鋳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、出鋼時と鋳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

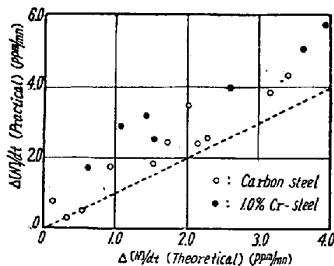


Fig. 4. Influences of slag and air on the increase of nitrogen content in molten steel during casting process.

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作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落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

(2) 溶 解 炉

16 系 装 入 塩 基 性 電 気 炉 . 9 溶 解 .

(3) 試料採取方法ならびに加工方法

精錬過程中溶鋼成分にもつとも大きな変化が生じると考えられる。(1) 溶落, (2) 酸化沸騰精錬後, (3) 除滓前, (4) Si-Mn 添加後, (5) 還元期中期, (6) Al 添加前, (7) Al 添加出鋼直前の7期について, 鋼滓化学分析用試料ならびに非金属介在物検鏡試料を, スプーンで汲み取った。

試料の寸法は 60φ×50φ×80mm であり, これを鍛造比7に鍛造しその中間位置より非金属介在物検鏡試料を採取した。なお非金属介在物検鏡試験は学振第3法によった。

III. 試 験 結 果

(1) 鋼浴中の非金属介在物の一般的変化

試験溶解9チャージについての一般的変化は, 大体同様の傾向を示したので代表的な1チャージを Fig. 1 に例示する。

酸化期における酸化沸騰精錬によつて, 非金属介在物は減少し, 酸化末期においては, 全製鋼過程を通じても

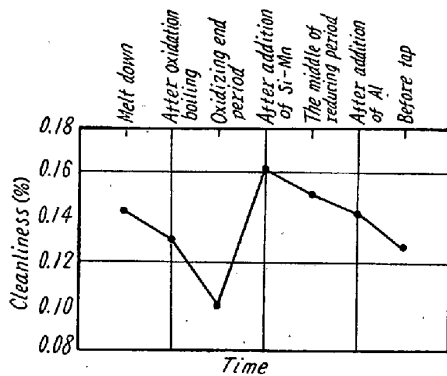


Fig. 1. Behavior of inclusions during melting periods.

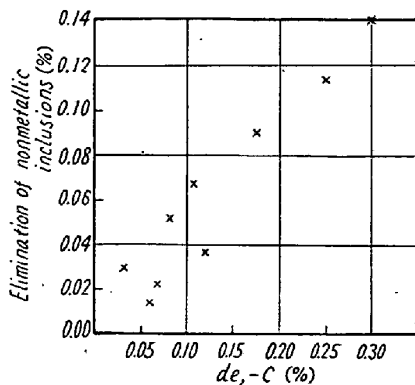


Fig. 2. Relation between the elimination % of nonmetallic inclusions and the decarbonization %.

つとも少なくなる。SAE 1036 は還元期初期において Si-Mn を添加するのみで, 製品の Mn, Si 成分を調整するから, この Si-Mn 添加時に脱酸生成物が生じて非金属介在物は一挙に増加する。その後湯温が上昇し, 還元反応が進むにしたがつて, 鋼浴中の非金属介在物は凝集し, 浮揚して漸次減少してゆくものと考えられる。

(2) 酸化期の製鋼条件と非金属介在物挙動との関係  
完全溶解した直後の清浄度と [%C] との間には溶落 [%C] が高いほど清浄度がよいという傾向が認められた。また酸化末期 [%Mn] と同時期清浄度との間にも [%Mn] が高いほど清浄度がよいという傾向がみられた。

脱炭量と非金属介在物減少量との間には Fig. 2のごとく明らかな関係が認められる。いわゆる酸化沸騰精錬が活発なほど非金属介在物の減少量が多いようである。

酸化末期 [%C] と同時期清浄度との間にはとくに関係は認められない, しかし過酸化された溶鋼の清浄度が悪いことは容易に想像されるところであり, (3) の項で述べるごとく還元期における非金属介在物増加の原因となる。

脱炭速度と清浄度との関係は脱炭速度のバラツキが小さいためとくに関係が認められない。

また酸化期所要時間と非金属介在物減少量との関係も所要時間のバラツキが小さいためか, とくにその関係は認められなかつた。

(3) 還元期の製鋼条件と非金属介在物挙動との関係  
酸化末期 [%C] と出鋼時の清浄度との間には Fig. 3のごとく, 酸化末期 [%C] が高いほど出鋼時の清浄度がよいという傾向がみられる。いわゆる酸化末期

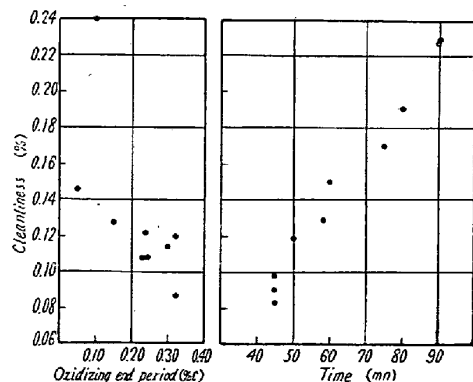


Fig. 3. Relation between oxidizing end period [%C] and cleanliness.

Fig. 4. Relation between reducing time and cleanliness.

の $[\%C]$ が低く過剰酸素が多い場合には非金属介在物が必然的に多くなるものと考えられる。また酸化末期 $[\%Mn]$ と出鋼時の清浄度との関係はとくに認められず、酸化末期 $[\%C]$ を一定値に確保するかぎり、酸化末期の $[\%Mn]$ は強いて考慮する必要は無いようである。

還元期過程における $[\%Mn]$ と清浄度との間にはとくにその関係は認められない。 $[\%Mn]$ が $0.60\%$ 以下の鋼種においては $[\%Mn]$ が高いほど清浄度がよいという傾向がみられたのであるが本鋼種のごとく $[\%Mn]$ の比較的高いものになればとくにその関係が無いものであるか、明らかでない。

還元期過程の $[\%Si]$ と清浄度との関係は認められなかった。還元期所要時間と出鋼時清浄度との関係は Fig. 4 のごとく所要時間が $45\sim 90$ 分の範囲にバラツキ今回の実験に関する限りは還元期時間が長いほど清浄度が悪いという傾向がみられた。これの原因については未検討である。

#### IV. 結 言

以上の試験結果を総括すると下記のごとくである。

(1) 全精錬過程を通して酸化末期がもつとも非金属介在物が少なくなる。すなわち酸化沸騰精錬が、非金属介在物除去にもつとも効果的である。

(2) 酸化末期 $[\%C]$ と出鋼時清浄度との間には $[\%C]$ が高いほど清浄度がよいという傾向がみられる。すなわち酸化末期における鋼浴中の過剰酸素は極力避けるべきである。

(3) 酸化末期 $[\%Mn]$ と出鋼時清浄度との間にはとくにその関係は認められないから、酸化末期の $[\%C]$ を規整するだけで $[\%Mn]$ は強いて規整する必要がない。

(4) 成品成分の調整として還元期初期に添加される Si-Mn 合金鉄の Si は出鋼時の清浄度ととくに関係は認められないから強いて Fe-Mn, Fe-Si, として個別的使用する必要は認められない。

(5) 還元期所要時間と清浄度との間には還元期時間が長いほど、出鋼時の清浄度が悪いという傾向がみられた。すなわち成分調整、造滓は速に行なうべきである。

### (75) ステンレス鋼溶製過程における S 平衡

日新製鋼呉工場

荒木 茂昭・三溝 裕三・丸橋 茂昭  
Sulphur Balance between Slag and Metal in Stainless Steel Melting Process.

Shigeaki ARAKI, Yūzō SAMIZO and Shigeaki MARUHASHI

#### I. 緒 言

鋼中 S のもたらす欠陥として、有名な赤熱脆性、あるいは溶接性、冷間加工性の劣化などはよく認識せられている所であり、そのもたらす欠陥の重大さのゆえに、脱硫は製鋼作業において大きな問題のひとつとなつている。一方精錬過程における S の挙動は鋼中酸素と密接な関係があり、したがつてこの点からも S の挙動を明らかにしておくことは良好なる精錬作業にとつては基礎的に重要なことである。

以下の報告は 30 t 電気炉におけるステンレス鋼 (SUS 27, SUS 24) の溶製過程において、酸化期以後回収期、仕上期における [S] の挙動をスラグ、鋼浴間の平衡をとおして考察し、脱硫におよぼす 2, 3 の因子を確認したものである。

#### II. 実 験 結 果

(i) 溶製各期のスラグ、鋼浴間の S の分配

例えば出鋼前のスラグについてみると、 $C \cong 0.20\%$  の炭素鋼では、 $(\%S)/[\%S]$  で表わした S の分配比は 6~8 であるがステンレス鋼では高々 4 程度である。しかしながら活量\*で補正した  $(\%S)/a[S]$  の値は、一般

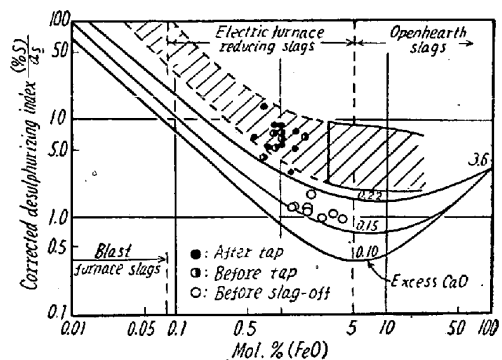


Fig. 1. Desulphurizing power of slags as it varies with the amount of iron oxide contained. (J. CHIPMAN<sup>8)</sup>)

\* 計算に使用した相互作用助係数

Fe-S-x	-	C	Si	Mn	P	Ni	Cr
$e_s^{(x)}$	-0.030	+0.10	+0.075	-0.025	+0.045	±0.00	-0.020