

については牛島氏が明快な解釈をしている。現われ方は Fig. 2 に示すように、PR の押付方向に平行に現われ、その位置は、引抜速度によって変化し、凝固フロント近傍で加圧、変形をうけて発生している事を裏付けている。

3) 平均寸法は、本文 Fig. 4 に示してある。湯ジワについては殆んど問題にしておらず、質問に答えるため銹片を縦に切り出したものの断面を、Photo. 1 に示す。これによると、湯ジワの凸凹は、表面だけに止まり、銹片皮下には影響していないことがわかる。

文 献

- 1) 牛島清人: 鉄と鋼, **47** (1961) 2, p. 116~124
- 2) V. S. RUTES ET ALI: Stal Ireng (1960) 3, p. 175~178.

講演 96

純酸素転炉、連続鑄造により製造した硬鋼線材の材質について

北日特八戸 木 村 皓

【質問】 八幡八幡 松田 亀松

Al の添加量と添加時期について

【解答】

1. Al の添加量: 0.4 kg/t
2. 添加時期: 出鋼中に取鍋添加

講演 105

脱酸速度におよぼすルツボ材の影響について

鋼管技研 川 和 高 穂

【質問】 石川島播磨 塩田 倬雄

Si 脱酸の場合の浮上分離速度 (1 次介在物) が SiO_2 , MgO , Al_2O_3 , CaO-CaF_2 ルツボの順に速くなり、また Al 脱酸の場合 Al_2O_3 , MgO , SiO_2 , CaO-CaF_2 ルツボの順に速くなつていと言われているがルツボ材の気孔率(粗さ)がこの場合相当関係していると考えられます。

そこで次の 2 点についてお尋ねいたします。

- 1) もし気孔率を測定されているならお知らせ下さい。
- 2) ルツボ材の気孔率(粗さ)を全部そろえて実験されれば Fig. 1(B), Fig. 2(B) は傾向が変つてくるか。この点どうお考えになられるか。

【解答】

1. ルツボの気孔率は、ルツボ製作メーカーのカタログによつて解答する。

MgO	ルツボ	気孔率 28% (炉材工業)
Al_2O_3	ルツボ	31% (西村工業)
SiO_2	ルツボ	≒0% (不透明石英より作成)
CaO-CuF_2	ルツボ	10~20% (外観、および状態図より推定)

2. 気孔率にはほとんど無関係と考えられる。

理由: 気孔率によつて、仮りに 1 次介在物の浮上速度が異なると仮定すれば、気孔率が大きいほど、表面が粗く、従つて 1 次介在物に対する吸着性が良いと推定される。この場合は SiO_2 , CaO-CaF_2 , MgO , Al_2O_3 の順に介在物の浮上速度が速くなるはずである。また 1 次介在物の種類にもよらない。この点は実験結果と反している。従つて Fig. 1, Fig. 2 に示したルツボ間の関

係は気孔率を変えても、変化しない。

ただし同じ材質、例えば MgO ルツボでも、気孔率の大きく異なつた 2 個のルツボでは、同じ 1 次介在物に対して多少反応性が異なり、従つて介在物の浮上速度に差が生じるかも知れない。

その意味ではルツボの気孔率を同一とした場合、ルツボ間の相異による浮上速度の順序は同一であるが、浮上速度の差は多少変化するであろう。

講演 112

脱酸生成物の静止鉄溶中の浮上速度について

阪府大工 小林 三郎

【質問】 鋼管技研 宮下 芳雄

Stokes の法則により、残留介在物量の時間に対する変化を求める場合、介在物の粒度分布を使用せざるを得ないが、曲線 C を作る際に、どのようにして求めた粒度分布を使われたのでしょうか。

ある時刻における介在物の最大径を与える (13) 式と Stokes の法則から同様な関係を示す $x = 5.45 \times 10 / \sqrt{t}$ なる式を同時使うことは矛盾していないでしょうか。

【解答】 ご質問の個所に直接解答する前にご質問の趣旨から次のような点を明らかにしておく必要があると思います。

つまり川和氏らの data から一次介在物の粒度分布を求めること自身の妥当性についてであります。氏らの実験において以下の主要な条件が同時に満たされている場合は、一次介在物の粒度分布を算出することができると思います。

- ① 保持開始時において脱酸化学反応は終了していると共に介在物は浴中に均一に分散している。
- ② 浴中浮上途中での介在物の凝集は無視し得る。
- ③ 浴内の介在物はルツボに吸着されない。
- ④ 磁気攪拌による浴の運動は定常である。
- ⑤ 定常運動している浴中での粒子の浮上速度は何らかの様式でその粒径に依存する。

実際氏らの実験において②③がどの程度満たされていたかは定量的に判断することは困難であります。②③がほぼ満たされていたと仮定する。脱酸化学反応は $t = 0$ 付近ではすでに相当進行しているであろうことが Si 添加量 (0.3%) と %Si (0.08 → 0.03) との比較からも推察されるので①はほぼ満たされていたとみなせる。また実験温度がほとんど一定しており試料採取による浴量変化は相対的には小さいものであるから④も満足されていたものとみなせる。最後に氏らの与えた試料中の最大粒径の時間変化の関係 (引用直線 b) は、②③の仮定がある限り攪拌運動浴中の介在物の浮上速度が何らかの様式で粒径に依存している、つまり粒子径と共に増大すると解釈できるので、少なくとも②③を仮定する限り⑤は満たされていたと見なせる。⑤はルツボ底面から一定距離の点での吸い取り試料中の最大粒径 $x = f(t)$ なることを意味する。

しかし②の仮定とは逆に介在物の凝集は十分激しいと仮定するならば曲線 b に対して上記とは異なる解釈も可能となる。例えば介在物の凝集成長が浴中残留介在物量に依存するために、残留介在物量が時間と共に減少すればそれだけ最大粒径が小さくなる結果直線 b のような最

大粒径の時間変化が見かけ上現われるにすぎない。換言すれば直線 b は直線 a に依存しているのであつて⑤は成立しないとの解釈も可能となる。かかる場合には粒度分布を算出する試み自身が無意味となるのは当然である。いづれの仮定、解釈が合法的であるかを実証するにはまだ資料が不十分と思われたので一応の評価検討のために②③を仮定し⑥を認めた上で計算を試みた次第であります。

さて質問箇所についてご説明致します。川和氏らの実験における粒子の浮上速度の粒径依存様式は、試料中最大粒径 x と時間 t との関係に関しては (13) 式のごとくなつてゐる。つまり $\log f(t) = 1.521 - 0.165t$ なのである。したがつて時間 t によつて定まる径以下の径の粒子量は (12) で与えられるから (12) と (13) 式とから t を消去して結合された式 (14) が粒子径が x 以下の粒子量の全粒子量 (0.2%) に対する割合、つまり Cumulative undersize fraction $D(x)$ を与えることになり、これで生成した一次介在物の粒度分布が $D(x)$ の形で求まつたわけである。浴の運動によつて $f(t)$ の形は変わり得るのであつて、例えば最も単純な静止状態では $Re < 1$ のとき Stokes'law によつて $f(t) = \sqrt{h/At}$ で与えられ、これと採取試料中の粒子量の時間変化とを組合せて粒度分布を求める Andreasen Pipette 法と原理的には全く同じである。上記の如く求められた粒度分布を持つた粒子がかりに静止浴中で Stokes'law にしたがつて浮上するような仮想的状態を考えると (1) 式の $D(x)$ に (14) 式の $D(x)$ を代入し $x = f(t) = (h/At)^{1/2} = 5.45 \times 10^{-4} / \sqrt{t}$ とおくと (15) 式が得られます。曲線 c はかようにして求められた (15) 式のグラフであります。従つてご指摘の矛盾はないものと考えます。

最後に p. 548 の右欄の (15) 式の上 2 行目の「……SiO₂%は (14) 式」と 1 行目にもかかる直後の「の x に……」の間に「を (11) 式に代入し (11) 式」の語句が脱落していることをお断りしなかつたことをお詫びしますと共に、この機会を借りて挿入していただくようお願い致します。

講演 115

Fe-Si-Mn-O系非金属介在物について

八幡技研 長野 祐

【質問】 鋼管技研 榊井 明

1) Fig. 4 の図に関してですが、Si の 0.05% 以下でもこの関係が生ずるものと考えて良いでしょうか。

2) Photo. 1, Table 1 より介在物の接続点で FeO が高濃度になつていますが何故でしょうか。

脱酸直後 (すなわち a', c' の濃度) よりその後のほうが FeO 活量は高くなつていのでしょうか。

すなわち鋼浴の酸素ポテンシャルより低い介在物がまず第一に生成すると考えておられるのでしょうか。

【解答】

1) 原報告と同様の実験室的研究によれば、介在物は [Si] < 0.01% では Mn を含んだヴェスタイトであるが、[Si] = 0.01 ~ 0.02% 程度でファヤライト ([Mn] > 0.4% の範囲のみ) および Fe, Mn シリケートに変化する。これらをまとめるとだいたい Fig. 1 のようになると考えられる。なお熱延によりシリカおよびヴェスタイト

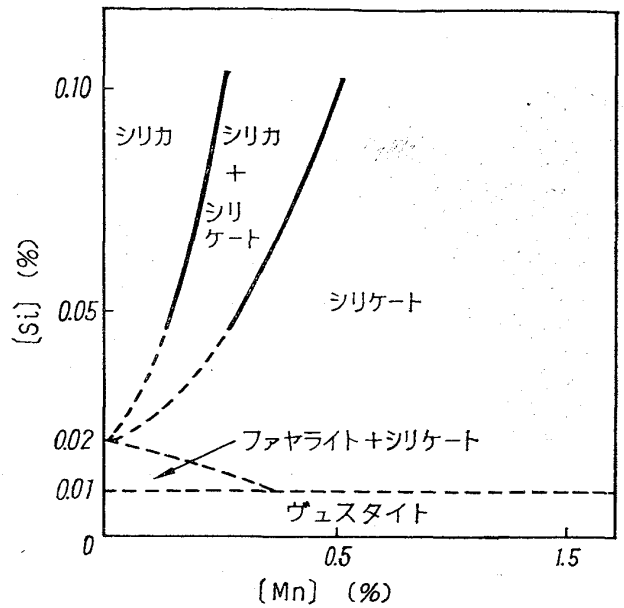


Fig. 1. Relation between steel composition and nonmetallic inclusions. ([Si] < 0.05%)

トはほとんど変形しないが、ファヤライトおよびシリケートは圧延方向に伸びる。

2) Si-Mn混合脱酸剤投入直後には脱酸剤の不均一な分布のため鋼浴内の場所により酸素ポテンシャルが異なり、平衡到達後の鋼浴酸素ポテンシャルとは異なる酸素ポテンシャルを有する介在物が生じることもあると考えられる。しかし Photo. 1 の介在物各部の FeO 値については、介在物の形能 (厚さ) あるいは EPMA の分析精度からみてその差を論じることは無理であろう分析値をマクロ的にみて SiO₂ と MnO には明らかに差が認められる。

講演 116

脱酸剤添加時における酸化物系介在物の生成機構について

名大工 小島 康

【質問】 金材技研 郡司 好喜

1) 図中の範囲は Cr 濃度が高く、過飽和度が高いにもかかわらず介在物が生成しないのは、化学反応速度が小さくて、Cr の拡散が優先するためではないでしょうか。

