

IV. 丸鋼酸素含有量と砂疵, 非金属介在物

酸素分析試料と同試料から砂疵, 非金属介在物の分析および顕微鏡測定を行なった結果, 酸素の高い場合には砂疵は多く, A系介在物, および SiO₂ 分析値が高くなることが判明した. しかし一方酸素量の高い場合でも Al₂O₃ としては増加せず, B+C系介在物はむしろ減少する傾向が認められた.

V. 製管疵におよぼす影響

上記鋼質試験を実施したチャージの製管成績を調査すると丸鋼酸素と中疵

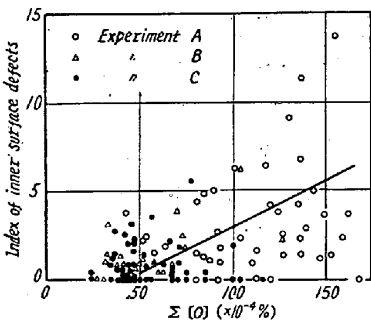


Fig. 2. Relation between billet oxygen content vs. inner surface defects of seamless pipe.

について Fig. 2 に示すごとき傾向が認められる. また砂疵 SiO₂ 値に関してもそれらの値の増すにつれて中疵発生が大となる. 外疵については鋼塊表面欠陥や圧延条件など他要因のはいる余地が多く中疵に比して関係は

有意ではないが同様のことが認められる. 一方, Al₂O₃ との関係はほとんどみられず, Al₂O₃ が比較的高くても製管後の疵とはならないことが判明した.

VI. 非金属介在物の生成条件, 並びに考察

以上の結果からみて鋼質の改善, あるいは製管疵の減少に対しては早期に脱酸生成物を浮上させ丸鋼全酸素量を少なくすること, また酸化物の形態は silicate 系よ

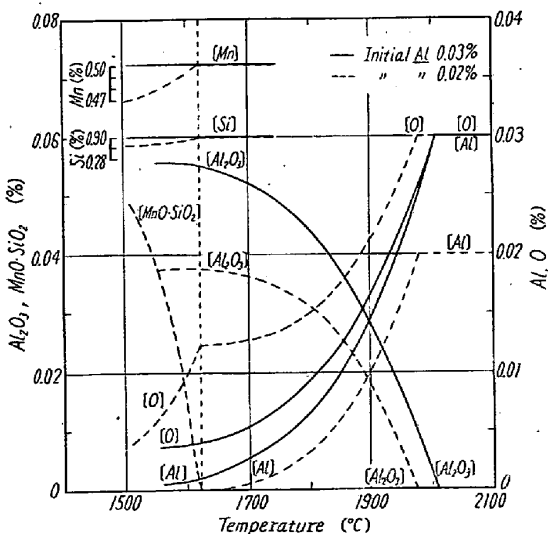


Fig. 3. Variation of deoxidation process in tapped steel initially containing 0.03% O, 0.5% Mn, 0.3% Si.

り Al₂O₃ 系の方が良い結果を与えることが判明した. いま脱酸生成物としての silicate と Al₂O₃ の生成条件を一定鋼浴成分を与えて Al 添加量の差による熱力学的計算結果を示せば Fig. 3 のごとくなる. ここで平衡恒数は CHIPMAN らによる式を用いた. また脱酸生成物として Al₂O₃ の単体, silicate として SiO₂-MnO 二元系を考え, SiO₂, MnO の活量は平衡状態図から推定し, もつともエネルギー的に生成しやすい組成を選んだ. Fig. 3 から Al 添加量の多い場合には少ない場合に比して silicate の生成が非常に抑制されることが明らかである.

また同様に鋼浴酸素の低い場合は高い場合に比して silicate の生成が少ないことも計算上確かめられる.

結言として上記調査結果で丸鋼全酸素量の高い場合は silicate 系介在物も多く, 製管疵が増加したことが判っており, 丸鋼全酸素量は鋼質を判定する指標となる. 鋼質並びに製管歩留向上には塩基度低下による効果ももちろんあるが, 鋼浴酸素を比較的迅速かつ適確に示す差物前成分によつて取鍋への添加量を調整し, 脱酸生成物として早期に生成し, 浮上し易いと考えられる(PLÖCKINGER WAHLSTER: Stahl. u. Eisen, 80 (1960), 659) Al₂O₃ として除去することが望ましく, 丸鋼全酸素量を減少し silicate 系介在物を減少することによつて製管成績を改善することができることが判明した.

(63) 上注ぎ造塊時のスプラッシュに関する基礎的研究

東北大学選鉱製錬研究所

工博 斎藤恒三・工博 川合保治・○津 安英

Fundamental Study on Splashes during Top Pouring.

Dr. Tunesō SAITŌ, Dr. Yasuji KAWAI and Yasuhide Tsu

I. 緒 言

造塊時の鑄造流の流出状況は溶鋼の空気酸化, 空気巻き込み, スプラッシュの発生に影響し製品鋼塊の品質を左右する重要な因子の一つである. 鑄造流の乱れが烈しくなれば空気酸化, 空気巻き込み, スプラッシュは増大するのでできるだけ良好な流れで鑄込まれることが望ましい. 然し実際の鑄造流の REYNOLDS 数は 10⁵ 程度で乱流域にあつて層流は得られず, 写真観察によつてもしばしば烈しい乱れが観察される.

ノズル形状の鑄造流におよぼす影響, 鑄造流の空気酸

化、空気捲き込みなどに関しては、ある程度研究されているが、スプラッシュに関してはほとんど研究されていない。実際の溶鋼について実験することは困難なので、著者らは水、水銀などを使用してスプラッシュの発生状況を写真観察するとともに、スプラッシュ量を測定して 2, 3 の知見を得ることができたので報告する。

II. スプラッシュ発生状況の写真観察

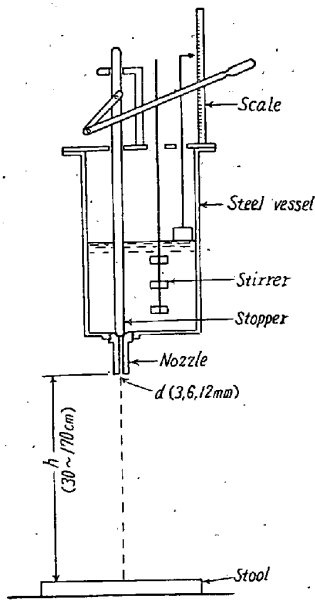


Fig. 1. Experimental apparatus.

本研究では Fig. 1 に示すような鉄製容器に水あるいは水銀を満しておいて層流、乱流および滴下流で流出させ鉄制定盤に衝突した場合に生ずるスプラッシュをコダック 16 mm 高速度カメラあるいはキャノン 35mm カメラで撮影して観察した。

鉄製ノズルは層流を得やすい形状にし径 3, 6, 12mm の 3 種のものを自由に取換えられるようにした。層流を得るためには液体を容器に満し約 30 分間静置させてから流出

させ、乱流を得るためには羽根付きの攪拌棒を数回廻転してから、滴下流を得るためには数十回廻転してから流出させた。

Photo. 1 は径 6mm のノズルより流出した水銀流の最初の部分が 70cm 下方の定盤に衝突する所を示したものであるが、液体流が層流でも乱流でも最初の部分は数個の液滴となって落下する。水の場合でも同様である。最初の一滴は定盤に衝突してもほとんどスプラッシュは生ぜず定盤上にほぼ円形の薄膜となって拡がる。2 滴目が最初の一滴でできた薄膜に衝突すると Photo. 1 に見られるように液滴は王冠状になって爆発的にスプラッシュが飛び散る。以後液滴が衝突するごとに同様にスプラッシュを生ずるとともに定盤上に液体が拡がってゆく。

液体流が液滴から層流に移り変るとスプラッシュの発生は見られなくなり、中心部に比較的大きな薄膜部を生じ周辺部に拡がってゆくだけである (Photo. 2)。乱流の場合は Photo. 2 に見られるように流れの膨れた部分が珠数状になって衝突する場合には定盤上に盛り上った波を造ると同時にスプラッシュを生じながら拡がってゆくが乱流の程度が弱い場合には全然スプラッシュを生じない。滴

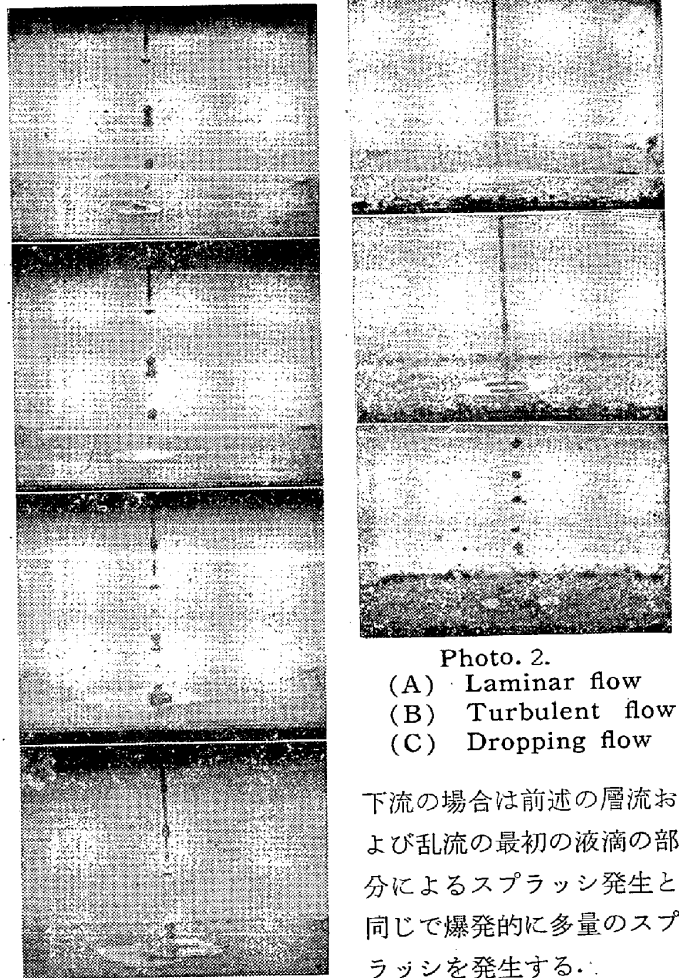


Photo. 2.

- (A) Laminar flow
- (B) Turbulent flow
- (C) Dropping flow

下流の場合は前述の層流および乱流の最初の液滴の部分によるスプラッシュ発生と同じで爆発的に多量のスプラッシュを発生する。

Photo. 1 Collision of the initial part of mercury stream with the stool.

定盤上にある程度液体が溜っている場合は液体流が層流であればスプラッシュの

発生もなく、空気の捲き込みも見られない。滴下流の場合には空気の捲き込みが烈しく液面に泡の発生が見られるとともにスプラッシュを発生する。この場合定盤に液体が溜っていない場合のスプラッシュに比べていちじるしく径の大きいものも生ずるが、飛距離の大きいスプラッシュはわずかである。乱流の場合はスプラッシュ発生、空気捲き込みともに滴下流に比べて少ない。

III. 液滴によるスプラッシュの測定

滴下流の場合にスプラッシュ発生がもつとも多く、乱流では少なくなり、層流では最初の部分の液滴によるスプラッシュのみである。よつて本研究では滴下流によるスプラッシュおよび層流の最初の部分によるスプラッシュについて測定した。

定盤上にほとんど液体が溜っていない状態におけるスプラッシュの飛跡を調べたところほぼ直線的に 15cm 程度の距離を飛んでいることが知られたのでつぎのような方法でスプラッシュを測定した。

層流の最初の部分の液滴が定盤に衝突する点より14.5 cm のところに巾 2cm の濾紙(東洋濾紙定量用 No. 7, 厚さ 0.14mm) を立て赤インクで着色した水のスプラッシュを付着させ、その大きさおよび数を測定した。滴下流の場合には濾紙の前面にプラスチック製のシャッターを立て、これに巾 2cm, 高さ 50cm のスリットをつけておき、シャッターを移動させたときスリットを通りつて濾紙に付着するスプラッシュを測定した。濾紙に付着したスプラッシュを調べた結果、径 0.4mm 以下のものは数が少なく量的に見て無視して差支えないことが知られたので、径 0.4mm 以上のスプラッシュについてその大きさおよび数を測定した。水銀を使用した実験では水平方向においたビニール布(巾 2cm, 長さ 250cm) に油を塗布しこれに付着した水銀滴の重量を測定する方法によつた。

容器内の液体ヘッドを 2~20cm に変えることにより流出速度 v を変化させ、またノズル出口より定盤までの落下距離 h を 30~170cm に変え、ノズル径 d を 3, 6, 12cm に変えて実験した結果スプラッシュ量 V は $V \propto v^{3/2}$, $V \propto h$, $v \propto d$ の関係にあることが知られた。

粘性 μ の影響を検討するためにグリセリン溶液を、表面張力 σ の影響を知るためにアルコール溶液を用いてスプラッシュ量を測定した。この結果を使用し、液体の比重 ρ , 重力の加速度 g を考慮に入れて次元解析的に整理し次式を得た。

$$V = k d h v^{3/2} \mu^{-1/2} \sigma^{-1} \rho^{3/2} g^{1/2} \dots\dots (1)$$

k は常数である。

定盤上に液体が溜つてくると上記測定法によつて求められる飛距離の大きいスプラッシュは減少する。

IV. 結果の考察

(1)式より水銀と水および溶鉄と水の同じ幾何学的条件下における液滴によるスプラッシュの体積比を求めると $V_{Hg}/V_{H_2O} = 5.8$, $V_{Fe}/V_{H_2O} = 0.7$ が得られる。水銀を使用して検討したところ $V_{Hg}/V_{H_2O} = 5.1 \sim 5.7$ の値が得られ、ほぼ(1)式の妥当なことが知られた。したがつて(1)式より溶鉄の場合のスプラッシュ量を推定できるが、溶鉄の場合酸化、凝固などの要因も加わつて複雑になるであろう。

(1)式について長さの次元の項を一括して L で表わし書き直すと次式が得られる。

$$V \propto \left(\rho \frac{vL}{\mu} \right)^{1/2} \left(\rho \frac{v^2 L}{\sigma} \right) \left(\frac{v^2}{Lg} \right)^{-1/2} \dots (2)$$

右辺第一項は REYNOLDS 数, 第2項は WEBER 数, 第3項は FROUDE 数である。したがつてスプラッシュに関

するモデル実験では REYNOLDS 数, FROUDE 数よりも寧ろ WEBER 数を揃えることが必要であることが判る。

V. 結 言

上注ぎ造塊時における鑄造流が定盤に衝突して生ずるスプラッシュに関する基礎的実験の結果つぎのことが知られた。

液体が層流あるいは層流に近い乱流の場合は流出の最初の液滴部分によるスプラッシュ以外にはスプラッシュは発生しない。滴下流の場合にはスプラッシュの発生がいちじるしいが定盤上に液体が溜つてくると飛距離の大きなスプラッシュは減少する。

水, 水銀, グリセリン, アルコール溶液などについて液滴によるスプラッシュ量を測定して(1)式の関係を得た。(1)式より溶鋼が滴下流になつた場合のスプラッシュを推定できる。

(64) 取鍋脱ガス法の特徴

(取鍋脱ガス法の研究—I)

愛知製鋼刈谷工場

川西 正洋・O森 甲一

Special Features of Vacuum Degassing in a Ladle.

(Study of vacuum degassing in a ladle—I)

Masayoshi KAWANISHI and Koichi MORI

I. 緒 言

溶鋼の真空処理における取鍋脱ガス法は、ソ連をはじめとしてアメリカ、ドイツで鍛造品、圧延品、型用鋼、軸受鋼などに適用された例が報告されている^{1)~3)}。わが国における特殊鋼の製造では、小型でしかも多数の鑄型を使用しており比較的小容量の溶鋼を処理する機会が多い。このような条件下では、取鍋脱ガス法あるいは真空揚動法(DHBU法)⁴⁾、循環脱ガス法⁵⁾による真空処理が注目されよう。

当社では鍛造品、型用鋼、含 Ni 鋼、軸受鋼などの白点欠陥の防止、鋼材の品質改善を目的として真空鑄造法を採用し、流滴脱ガス法、取鍋脱ガス法の研究を進めた。

本法は白点防止に対して十分なる脱ガス効果を有し、通常の製鋼作業をなんら阻害することなく適用できる。他の処理法に比して操業費が安く設備の保守、操業がより簡単である。一方、本法は取鍋内の溶鋼静圧のため均一脱ガスが懸念されていたが当社の研究では脱ガスはもろろんのこと処理中に添加される元素も十分均一になることが確認できた。未だいろいろの問題を残してはいる