

(53) 小型リムド鋼の製造について

(注入条件と鋼塊内部組織)

On the Manufacturing of Rimmed Steel in Small Ingot Mould

M. Kamiya, et alius.

住友金属工業, 小倉製鉄所

工 永見 勝茂・工〇神谷 稔

I. 調査の対象

リムド鋼を小型鋼塊(400 kg)で製造する場合の注入条件に応じて製造された鋼塊の内部の状況を知るためにこれを破断して組織を調査した結果について報告する。

II. 調査要領

① 1.5 t 12 本立下注の第2定盤に 400 kg 型を立ててパイロットインゴットとしこれの下部より 1/3 のところから破断してその破断面におけるスキン厚, 管状気泡の長さを測定した。注入条件では湯上り速度と注入温度(光高温計)を記録した。

試料数は 30 チャージ分

成分 C Si Mn P & S Cu

< .10 < .04 .25 ~ .50 < .035 < .20

② つぎに 400 kg 36 本立定盤(定盤当り 14.400 t)を使用して 50~55 t の鑄込を行うために必要な出鋼温度を求めるために各鋼塊の頭部が満足すべき状態で注入が行われる温度を頻度的に算出した。

III. 以上の結果つぎのことが判明した

① 出鋼温度は 1640°C (イマージョン・パイロメーター) 以上である。

② スキン厚におよぼす注入条件は湯上り速度によつてほとんど決定された。

すなわち $d = 103.65 - 0.55v^{**} + 0.0009v^{2**}$

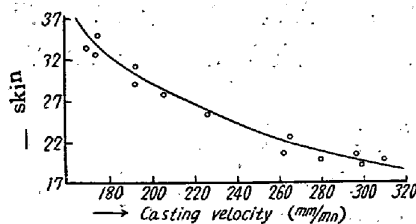


Fig. 1. Relation between casting velocity and skin thickness.

③ スキン厚と頭部膨脹では膨脹の小さいほどスキン厚は厚くなる $d = -0.36x^{**} + 43.6$

④ 湯上り速度と頭部膨脹では速度が大なるほど膨脹は大きくなる。 $x = 0.545v^* - 71.0$

⑤ スキン厚と管状気泡の長さ $d = -1.21l^{**} + 51.4$

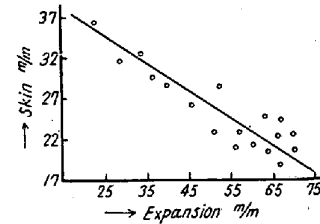


Fig. 2. Relation between expansion of top side and skin thickness.

- ⑥ 頭部膨脹と管状気泡の長さ $x = 3.3l^{**} - 17.5$
- ⑦ 湯上り速度と管状気泡の長さ $l = 0.17v^{**} - 17.65$

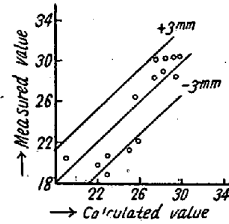


Fig. 3. Relations between calculated value and measured value.

以上の結果を他の報告と比較したが Smith の式に近似した結果をえた。したがつて小型鋼塊を製造する場合は各鋼塊が所定の高さまで順調な湯上りを示す温度を確保すれば湯上り速度を調整することによつて少なくとも表面肌に関する限り十分満足すべき結果をうることができる。

- (註) * 危険率 5% で有意
- ** 危険率 5% で有意

(54) セミキルド鋼の注入条件と表面気泡との関係について

Relations between Teeming Conditions of Semi-killed Steel Ingots and Their Sub-surface Blow-holes

T. Kato.

八幡製鉄所, 技術研究所

工 加藤 健

I. 緒言

さきにセミキルド鋼の脱酸度と表面気泡との関係についての実験考察結果を報告した際凝固時のガス発生圧と鋼塊の肌の凝固速度および注入速度すなわち注入中の鑄型内における熔鋼の静圧増加速度との関係についてのべ肌から表面気泡の終りまでの距離を計算して実測値と比較し, 両者は極めてよく直線関係を示すので, 表面気泡状況におよぼす注入速度の影響についての考え方が少く, とも定性的には正しいものと考えた。

しかしながら計算値と実測値とがよく直線関係を示すとはいへ, その値には大きな相異があり, 若干の疑問を

残していた。この疑問を明らかにすべく、二、三の実験を行い、その結果から注入速度あるいは注入法の表面気泡状況におよぼす影響を定量的に求めた。

II. 実験結果とその検討

(1) 鋼塊の肌の凝固速度

まず第1の疑問は、鋼塊の肌の凝固速度として $D = 2.8\sqrt{t}$ (D : 凝固厚 mm, t : 経過時間 sec) を用いたことが適当であるや否やという点である。鋼塊の中心近くではもちろんこのような式を適用することはできないが、極く初期の肌の凝固速度にも本式を適用することは疑問がある。それはたとえば Chipman が $D = 2.95\sqrt{t} - 3.05$ をあたえていることから判る。

そこで 100 kg 鋼塊を用いて pour out test によって初期の凝固厚さと経過時間との関係を求めた。その結果は Fig.1 に示すごとく、経過時間の短いところで上記の式との相異が目立つようで、チル晶の急速な凝固と、それに続く凝固の若干の遅れとが認められるようである。

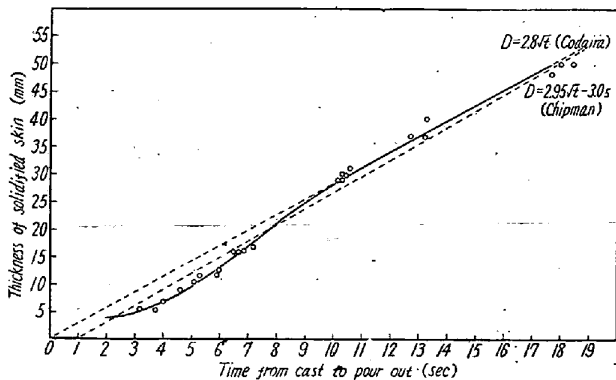


Fig. 1. Rate of solidification of ingot skin.

前記の式の代りに Fig. 1 を用いて気泡終点までの位置を求め、実測値と比較すると Fig. 2 の実線のごとくであり、前記の式を用いた場合(破線)より実測値に近付くとはいえ、なお約 4mm 以上での相異がいちじるしい。さらに何等かの条件について考慮することが必要のようである。

(2) 上注と下注

とくに下注を行つたセミキルド鋼塊の例について調査した結果では、この鋼塊は気泡の成長が止らずに引続き管状気泡となつている範囲が頭部から約 200mm であり注入速度は平均 3.2mm/s であるから、中央高さでは表面気泡の成長を阻止するのに $200 \div 3.2 = 79$ (s) 要することになり、Fig. 1 より見て、この間に約 19mm 凝固するが、実測では表面気泡の終りまでの距離は 17mm となつており、よく一致しておる。

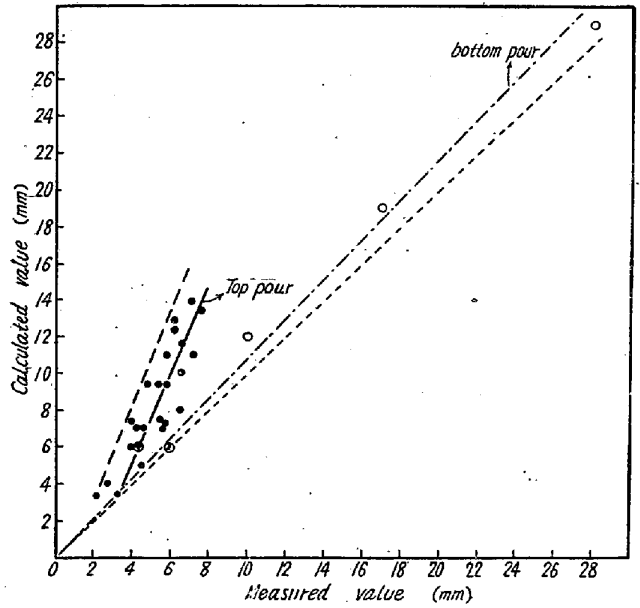


Fig. 2. Distance from surface to the end of blow-holes.

頭部あるいは底部においても、その凝固速度の相異を補正すれば Fig. 2 に示したごとく、(○印)計算値とよく一致しておる。すなわち第2の疑問として、下注の場合にはこのようによく一致するのに、上注の場合には計算値との相異がかなり大きいので、試みに二つの鑄型を定盤において湯道で連絡し、一方の鑄型に注入を行つてみた。すなわち同一脱酸度で、しかも同一注入速度で上注と下注とを一時に実施してみたわけである。その結果は Fig. 3 のコーナー・サンプルの写真に示すごとく、表面気泡状況に大きな差がみられ、上述のごとくして求めた計算値と実測値との関係は Fig. 2 に示したごとく、(●印)やはりそれぞれ上注、下注の線上にあるようである。

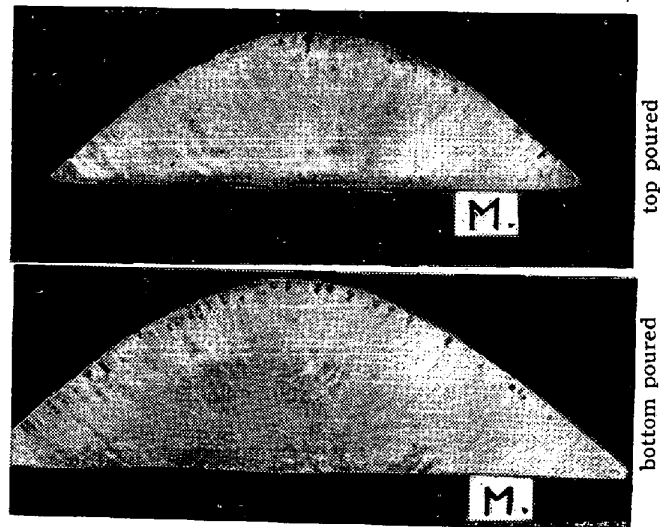


Fig. 3. Corner sample of mid-height of ingot. $\times 1/2$ (2/3)

る。

すなわち上注と下注における注入中の鑄型内の熔鋼の運動状況の差も、表面気泡状況に影響をあたえているのではないかと推察される。上注では注入流によつて鑄型内熔鋼がかなりはげしく攪拌され、表面気泡が若干洗い流されることは容易に想像されるところであろう。

III. 考 察

以上の実験結果と前に報告した脱酸度と気泡との関係を併用すれば、セミキルド鋼の脱酸、造塊条件と表面気泡状況との関係が明らかになる。

すなわち前回報告した結果から、表面気泡の成長を阻止すべき熔鋼の高さ h' は、脱酸に Al を用いない場合は、

$$h' = b - a [\text{Si}\%]$$

注入速度を v mm/s とすれば、表面気泡の成長を阻止するに要する時間 t は $t = h'/v = (b - a[\text{Si}\%])/v$

セミキルド鋼は上注が主であるから、Fig. 1 と Fig. 2 の実線を用いれば、これから表面気泡の終りまでの距離が求められるが、経験的には $D = 2.8\sqrt{t}$ と Fig. 2 の破線とを用いてもよい。Fig. 2 の破線は表面気泡の終りまでの距離を d mm とすれば

$$d = 0.4D + 0.6$$

$$\begin{aligned} \text{したがつて } d &= 0.4 \times 2.8 \sqrt{\frac{b - a[\text{Si}\%]}{v}} + 0.6 \\ &= 11.2 \sqrt{\frac{b - a[\text{Si}\%]}{v}} + 0.6 \end{aligned}$$

ガス発生圧、すなわち $b - a[\text{Si}\%]$ が一般的に通用する式で求められればよいのであるが、セミキルド鋼の場合には前回報告したとごとく、それがなお困難である。C = 0.2% の場合には前回の結果を用いれば、 $a = 6000$ 、 $b = 960$ であるから、

$$d = 11.2 \sqrt{\frac{-6000[\text{Si}\%] + 960}{v}} + 0.6 \text{ となる}$$

脱酸に Al を併用した場合は本式は必ずしも適用されないが、経験的に Si のみに換算した場合、どの程度に相当するかを求めておけばよい。その一例は前回報告したとおりである。

IV. 結 論

注入法の表面気泡状況におよぼす影響について二、三の実験を行い、その結果と、前回報告した脱酸度の表面気泡におよぼす影響とを併用して、セミキルド鋼塊の表面気泡の終りまでの深さにおよぼす脱酸度と注入速度の影響を定量的に示した。(文献省略)

(55) 下注キルド鋼塊の肌疵について On the Surface Defects of the Bottom-Poured-Killed Ingots

H. Iwata.

日亜製鋼 工 岩 田 齊

I. 緒 言

キルド鋼塊の鑄肌に発生する肌疵は手入費を増大させる許りでなく、製品歩留を低下させるので重要な問題となつている。ここで取上げた肌疵は異物喰込、すなわち滓喰、煉瓦喰、砂喰(耐火砂が喰込んだもの)とスキンホールであつて、本報はこれらの肌疵が定盤間、定盤内鋼塊内別に如何に分布しているかを調査し、発生時期および原因を考察するとともに、それらと熔鋼成分、造塊条件との関係を求めたものである。

II. 調 査 方 法

調査の対象とした鋼塊は塩基性 40 t 平炉で熔製した C 0.43~0.49%, Si 0.18~0.28%, Mn 0.60~1.00% の 1 t キルド鋼塊 16 チャージ(定盤数 3, 12 本立)約 500 本である。各種肌疵を除去するに要したスカーフイング部分の面積の分布を鋼塊の 4 面の肌について求め、これを各肌疵の分布とし、1 本当りの平均頻度分布図を作成した。定盤内の位置は Fig. 2 に示すとおり(5, 8)(4, 6, 7, 9)(2, 11)(1, 3, 10, 12)の 4 群に分けられるのでこの群に分けて求めた。

III. 結果および考察

鋼塊内の各種肌疵の分布は全てほぼ同様な傾向にあるので、代表例として第 I 定盤の位置(5, 8)のものの結果を Fig. 1 に示す。滓喰は鋼塊底部から約 1/4 の高さのところが多くなり、本体頭部になると再び増加する傾向がある。砂喰もほぼ同様な傾向がある。煉瓦喰、スキンホールは底部に多く頭部に行くにつれて少くなる。

注入の初期は湯が煉瓦に強く突当る他、煉瓦の温度上昇が急なために最も破損しやすいので、煉瓦喰は底部に多く注入初期は湯の酸化が激しいのでスキンホールも底部に多いといえる。滓は湯と煉瓦類との反応生成物が主体となつたもので、反応は煉瓦がある程度高温になつた時から盛んになり、注入初期は湯面が強く流動する他、高温のために生成滓の流動性がよく湯面に拡がる等の理由で滓喰は鋼塊底部寄でピークを呈し、上昇するにしたがい次第に減少し、頭部近くなると湯の表面部の温度が低下して湯皺を生じやすくなるので、肌に附着しやすくなり増加するものと考えられる。砂は煉瓦の破損、あるいは熔損により流出するものと推定され、発生時期が