

に混合させるためには、従来の常識通り、出鋼中にその溶解を完了させることが望ましいと考えられる。

IV. 結 言

<sup>198</sup>Au で標識した 50mm 立方の Fe-Nb を取鋼でセミキルド鋼種に添加したところ、未溶解のまま鍋付として残留した。しかし粒度を 30mm 立方におさえれば、セミキルド鋼リムド鋼のいずれに添加した場合も溶解し、均一に混合した。10mm φ × 15mm のコークスは、實際上均一に溶解混合した。150 t 取鍋に受鋼後 4 ~ 5 min のち取鍋に <sup>198</sup>Au を挿入した場合、注入初期の溶鋼の放射能は著しくバラツいたが、<sup>198</sup>Au 挿入から 12 ~ 24 min 後には定常値に達した。70 t 取鍋に <sup>198</sup>Au を出鋼後に挿入した 1 例では、注入初期の放射能は著しく高く、以後急減した。

これらのことから、出鋼後の取鍋内の湯動きはかなり著しいとはいえ、フェオアロイを均一に混合させるためには、出鋼中に溶解するようにその粒度規格を管理すべきことがわかった。

文 献

- 1) N. G. BOGDANORA. et. al: A/CONF. 15/p/2218 (1958)

(59) 下注ぎ水張り押湯法における押湯の有効性

(製鋼工場における RI の利用—IV)

八幡製鉄所, 技術研究所

森 久・○松尾 翠・縄田 義訓

〃 戸畑製造所

山口 武和・吉井 等

Effectiveness of Additional Filling Practice Using a Runner Combined With Water Cooled Ingot top.

(Tracer application of RI to steel works—IV)

Hisashi MORI, Midori MATSUO

Yoshikuni NAWATA, Takekazu YAMAGUCHI and Hitoshi YOSHII

I. 緒 言

下注ぎ水張り押湯法を採用した場合、注入時間や押湯時間が長くなるほど鋼塊内のパイプは減少するが、一旦

湯道が凝固してしまえば、以後の押湯は効果がない。

筆者らは、短寿命 RI である <sup>198</sup>Au を押湯時に注入管に添加し、その行方を放射能測定法ならびにオートラジオグラフ法によつて追跡し、湯道の凝固過程や押湯に伴う鋼塊内の湯流れについて検討した。

II. 実 験 法

低炭素鋼 (規格 C ; 0.10 ~ 0.15%, Si : 0.15 ~ 0.30%, Mn : 0.40 ~ 0.60%) を 3 管立てで各管それぞれ 5 本の 5.2 t 鋼塊 (鋼塊高さ 182cm) に下注ぎ水張りした。注入管煉瓦は外径 15cm 内径 10cm 高さ 237cm であり、湯道煉瓦は 10cm φ 内径 5cm の K 社製のものである。

<sup>198</sup>Au の注入管への添加法は、実験 I ないし V では、1mm φ × 2 ~ 4mm の金属線状の <sup>198</sup>Au (約 1 ~ 2mC) を Al 箔に包み、これをさらに直径 18mm の鋼球とともに Al 箔に包んで、注入終了直後に注入管に投入し、その上にわらをかぶせ鋼塊の水張りを行なつてから、所定の時間に押湯を開始した。押湯の継続時間は 20sec ないし 30sec であつた。実験 VII ないし VIII においては、T 字型の支持鋼棒の下端に薄板製の <sup>198</sup>Au 容器を吊下げたものを注入終了直後に注入管の漏斗に乗せ、その後わらをかぶせ、押湯開始の際に容器内の <sup>198</sup>Au が始めて注入管内の溶鋼に入るようにした。このように改良した理由は、実験 V において、注入終了より押湯開始まで 2min 40sec 経過した場合においても、後述するように湯道内の <sup>198</sup>Au を含む横断面積は 6cm<sup>2</sup> 存在したが、これは鋼塊の凝固の進行に伴い注入管内の <sup>198</sup>Au を含む溶鋼が押湯開始までに鋼塊に吸込まれた際に残した跡ではないかとも疑われたので、押湯開始時に注入管に添加した <sup>198</sup>Au が湯道に入るか否かを確認しようとしたものである。

放射能測定は、注入管およびピレットはスキヤニング法で、湯道は試片を採取して、シンチレーションカウンターにより計数した。注入管および湯道断面のオートラジオグラフには、200 番の X 線フィルムを使用した。

III. 実験結果と考察

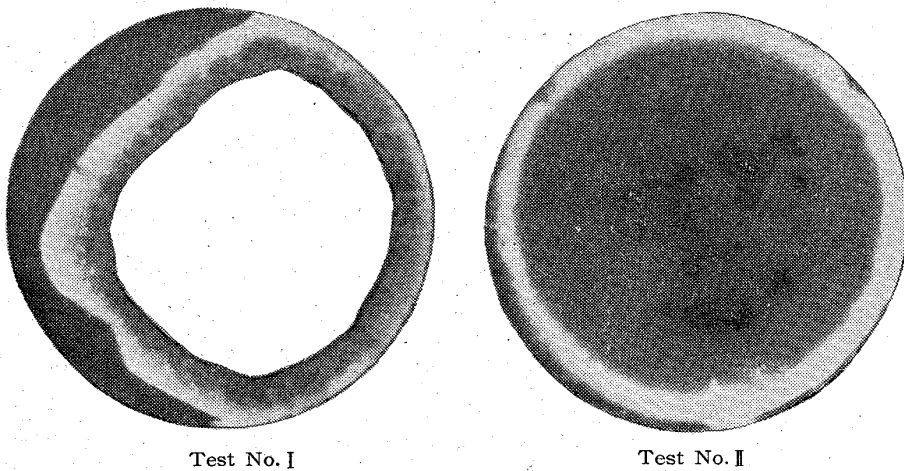
実験経過の概要は Table 1 に示したごとく、注入終了より押湯開始までの時間を 50sec ないし 2 min 40sec の 5 段階に変化させた。

1. 注入管の調査結果

注入管縦方向の放射能分布は、実験 I ないし V では、一般に鋼塊 Top のレベルに一致する位置に放射能ピークが認められた。<sup>198</sup>Au 鋼球が注入管上部で溶解し、押

Table 1.

Test No.	Charge No.	Time from end of pouring to beginning of additional filling	Time for pouring	Pouring metal temp. °C
I	I	50sec	7min00sec	—
II	II	1min20 "	8 " 00 "	1538
III	III	1 " 40 "	7 " 10 "	1543
IV	"	2 " 10 "	6 " 35 "	1547
V	"	2 " 40 "	6 " 50 "	1535
VI	IV	1 " 40 "	5 " 05 "	—
VII	"	2 " 10 "	6 " 25 "	—
VIII	"	2 " 40 "	5 " 45 "	—



Test No. I                      Test No. II  
Photo. 1. Autoradiography of cross section of fountain.

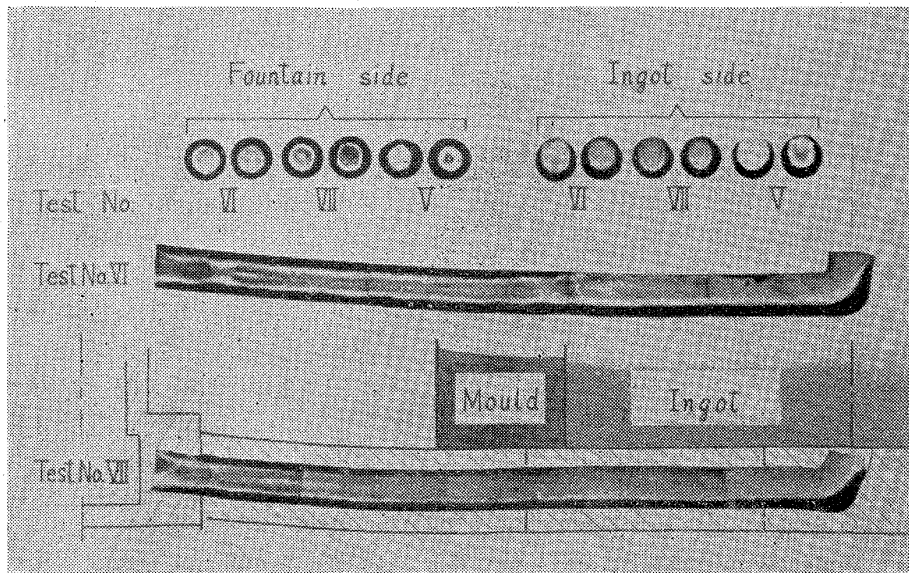


Photo. 2. Autoradiography of cross section of runners.

湯開始までの間に注入管内壁に  $^{198}\text{Au}$  が凝固したものであろう。

実験ⅦないしⅧでは不規則な分布をしているが、これは短時間の間に  $^{198}\text{Au}$  が溶解しながら下方に移動するため、注入管内壁に凝固する  $^{198}\text{Au}$  の量は場所により不均一となつたものであろう。

実験ⅠおよびⅡの鋼塊 Top レベルにほぼ一致するレベルの注入管横断面のオートラジオグラフを Photo. 1 に示す。

オートラジオグラフ写真では白色の部分が放射線に感光した部分であり、 $^{198}\text{Au}$  の存在を意味する。Photo. 1 によると  $^{198}\text{Au}$  はリング状に分布しており、注入管の外径と白色リングの外径との間には、高々 2mm の  $^{198}\text{Au}$  を含まぬ層が存在していることがわかる。すなわち 7~8min 間の注入時間中の注入管内の凝固厚さは高々 2mm 程度であり、注入中のごとく急速に流動している溶鋼に接している煉瓦表面上の溶鋼の凝固速度は極めておそいことがわかつた。

## 2. 湯道の調査結果

湯道の長さ方向の注入管から 10cm の距離・中央・

鋼塊から 10cm の距離の 3 箇所から試片を採取して放射能を測定したところ、位置により計数値は若干変化するが特定の傾向は認められなかつた。また同じ注入管から枝分れした 5 本の湯道の放射能には、かなりの変動があつた。

一方、湯道の注入管側および鋼塊側の 2 箇所を横断して得た約 5mm 厚さの円板試料のオートラジオグラフ、および湯道を垂直方向に中心軸にそつて縦断した試料のオートラジオグラフの 1 例を Photo. 2 に示す。

注入管側横断面では  $^{198}\text{Au}$  の存在を示す白色部はほぼ円形をなし、鋼塊側横断面では円形ではなく上方（すなわち鋼塊底部に面する方向）が開いた形をしている。縦断面をみると、鋼塊に面している部分の凝固厚さが薄く、鋼塊からの熱伝達により凝固がおくれたためと考えられる。縦断面で湯道煉瓦の継目部分は、 $^{198}\text{Au}$  を含む帯の巾がせばまり、かつ特殊な  $^{198}\text{Au}$  の流れ模様がみられるが、この原因は継目の部分に鋼がつば状に張出しているため冷却効果が大きく凝固厚さが厚くなつた結果溶鋼流が乱されたためと考えられる。

つぎに湯道横断面のオートラジオグラフ写真中の  $^{198}\text{Au}$  を

含む面積をプランメーターで測定した結果を Fig. 1 に示す。横軸は注入終了から押湯開始までの時間を示し、縦軸は湯道横断面の未凝固断面積およびこれから断面形状を円と仮定して算出した未凝固断面の直径を示す。注入終了から押湯まで 2 min 40 sec 経過した場合においても、なお未凝固直径は約 3 cm あり、この曲線を外挿すると、注入終了から少なくとも 4 min 間は湯道の凝固は完了しないものと推定され、予想よりも長くかかることがわかつた。

## 3. ビレットの調査結果

分塊時に Top および Bottom のクランプを切断除去し、70mm  $\phi$   $\times$  9000mm の 14 本のビレットとなつたものの、縦方向の放射能分布を Fig. 2 に示す。鋼塊底部に相当するビレットには高い放射能が認められるが、上部へゆくにしたがつて連続的に急減し、Bottom から 1/4 以上の位置では、放射能は低いほぼ一定の真の計数値を示している。またビレットの 4 側面の計数値は、Bottom から 1/4 以上の位置では均一であり  $^{198}\text{Au}$  が偏心していないことを示しているが、Bottom 部では不均一であり、ビレット横断面のスキャンニングを行なつ

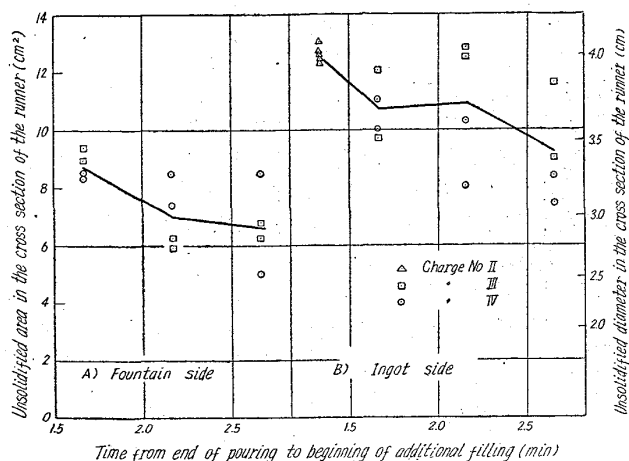


Fig. 1. Solidification of the runner. (Diameter; 5cm)

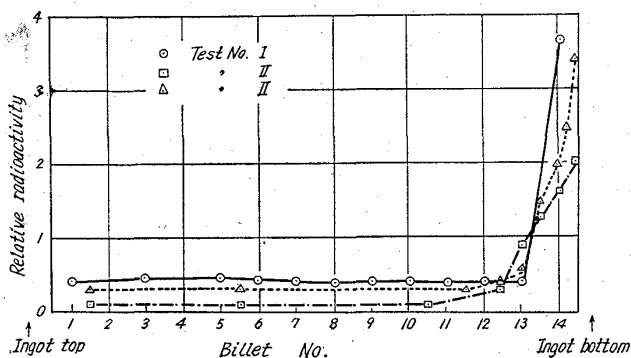


Fig. 2. Radioactivity distribution along the longitudinal direction of the billets.

て  $^{198}\text{Au}$  の最高濃度を示す位置を求めたところ、偏心していることがわかった。

これらのことから、注入管・湯道を通過した  $^{198}\text{Au}$  を含む押湯は鋼塊底部より入り、鋼塊底部のすでに凝固した部分に一部分トラップされ、残りは注入終了から押湯開始までに生成した鋼塊内のパイプを埋めるべく鋼塊上部まで流動し、かつ押湯に伴う鋼塊内の湯動きは、 $^{198}\text{Au}$  濃度が鋼塊 top から 3/4 の範囲にわたってかなり均一な分布をなすほど著しいものであると推測される。

#### IV. 結 言

下注ぎ水張り押湯法において、注入終から押湯開始までの時間を 50sec から 2 min 40sec まで変えて、 $^{198}\text{Au}$  を押湯の際に注入管に投入し、その行方を放射能測定法およびオートラジオグラフ法によつて追跡し次の結論を得た。

- 1) 外径 5cm の湯道横断面の未凝固断面積は、注入終了から押湯開始まで 2 min 40sec 経過後も約  $6\text{cm}^2$  存在した。
- 2) 湯道煉瓦継目部分では凝固が進み、鋼塊底部に面する部分は凝固がおくれた。
- 3) ビレットの放射能分布は、鋼塊底部相部の極めて高い部分を除き広範囲に亘つて均一である事から押湯に伴い鋼塊全長におよぶ湯動きが生じた事が推定された。
- 4) 7~8 min 間の注入時間中の注入管内の凝固厚さは高々 2mm 程度であつた。

#### 文 献

- 1) 加藤, 他: 製鉄研究, 228 (1959) p. 2579

### (60) 各種鋼の連続铸造条件と鑄片の品質について

(鋼の連続铸造に関する研究—I)

神戸製鋼所, 高砂工場

井上 正義・工博 西原 守

〃 中央研究所

〇鈴木 章・中野 平・高田 寿

〃 岩屋工場 中島 弘明

〃 中央研究所 鈴木 武

### On Continuous Casting Conditions and Qualities of Continuous Casting Ingots of Various Steels.

(Study on continuous casting of steel—I)

Masayoshi INOUE, Dr. Mamoru NISHIHARA

Akira SUZUKI, Taira NAKANO

Hisashi TAKADA, Hiroaki NAKAZIMA

and Takeshi SUZUKI

#### I. 緒 言

鋼の連続铸造は、歩留りの向上と分塊工程の省略による圧延鋼材のコストダウンを目的として、昭和 33 年頃からようやく工業化されはじめたが、その後連続铸造機ならびに铸造技術の改良進歩により、大容量の溶湯を処理し得るようになり、鉄鋼業界の注目をあび、最近急速に進展してきている。

われわれは昭和 34 年に、Fig. 1 にその概略を示すような垂直型連続铸造機の pilot plant を設計製作し、以来今日まで、炭素鋼、低合金鋼、高合金鋼、高速度鋼など、ほとんどあらゆる鋼種にわたり、連続铸造試験を行ない、健全な鑄片を得るための铸造条件（铸込温度、铸込速度、一次二次冷却など）と鋼種との関連を把握することができ、適正铸造条件は鋼種により相当大きな差のあることを確認した。また連続铸造片の圧延試験も実施し、その製品品質についても調査したので、その概要を報告する。

#### II. 実験結果

##### 1) 試験設備

試験に用いた pilot plant の概要は次の通りである。なお溶解は 333 kVA 塩基性高周波炉を使用した。

最大鑄片: 168mm  $\phi$

引出速度範囲: 300~1400mm/min

一次冷却水量: max. 160 t/hr

二次冷却水量: max. 25 t/hr

鑄型の上下運動条件: 上下距離 10mm, 上下回数 70 回/min (引出速度 1200mm/min の場合) 上下速度一時間曲線, 正弦波曲線

##### 2) 铸造条件

連続铸造法により鋼片を铸造する場合、その品質に影響する因子としては、铸込温度、铸込速度（引出速度）、一次冷却、二次冷却などがあげられるが、これらの条件は鋼種によりそれぞれちがってくるのが当然であり、また、これらの条件の間には相互に関連がある。さらにこれらの条件は鑄片サイズによつて変ってくるが、本実験では 110mm 中に一定した場合について検討した結果について述べる。

##### i) 铸込温度