

Fig. 5. Classification of waiting time for tapping.

の傾向はそのままこのグラフにも現われている。Fig. 4 の ② は型処理待時間を示しているが下注キルドの増加によつても、ほとんど待ちは増えないと見ることが出来る。従つて、生産量を減少させる原因としては型処理場の能力は関与していないことになる。

Fig. 5 はさらにこの待時間を分類してグラフ化したものである。①は注入線が満員のためか、注入台車の遅れによつて生じた待時間で、全待時間はこれによつて大きく左右されていることを示している。②は注入用クレーンによる待時間でこれは無視しうる程度に小さいとみることができる。当工場で今まで経験的に言われてきたことは、型処理場の能力および受鋼クレーンがネックとなるだろうということであつたが、それは単なる推測に過ぎず人間の勘というものの不確かさを示してくる好例である。

実際には注入線と注入台車がネックとなるので、注入台車の編成を変えるなど、キルド鋼の出鋼杯数に応じて標準作業を変化させる必要がある。

4. 結 言

- 1) 平炉-造塊間のモデル化はほとんど完全にできる。
- 2) K工場の造塊ヤードの能力は、キルド鋼の出鋼杯数に応じて Table 2 のように決めることができる。
- 3) 増産のときのネックは従来から型処理場の能力と考えられていたが、型処理場はやや余裕があり、注入線、注入台車がネックとなることがわかつた。
- 4) 解析結果から、生産鋼種比率、生産ベースに応じた台車編成および鑄型構成の標準をつくつた。
- 5) またこの検討に用いたモデルはプロセスオートメーションに利用できる。

Table 2. Monthly production. (during 30 days)

A \ B	1.0	1.5	1.8
1	116000	115000	114000
2	116000	114000	113000
3	116000	114000	113000

A: bottom pouring killed steel (chs/day)
 B: top pouring killed steel (chs/day)

6) 過去行なわれてきた造塊ヤードの能力推定値と計算結果からの推定値の差は約2万tあり、従つて、台車編成の改善出鋼差合の防止などによつて、K工場の造塊能力は現在の推定能力を約2万t上回つても処理可能であることがわかつた。

(121) 上注ぎ造塊に関する模型実験

住友金属工業, 中央技術研究所

工博 田上 豊助・○平岡 文章・二本柳学而
 Medel Experiment on Top Pouring at
 Ingot Making.

Dr. Toyosuke TANOUÉ, Bunsho HIRAOKA
 and Gakuji NIHONYANAGI.

1. 緒 言

上注ぎによる造塊法において、鑄込状況は、スプラッシュ、二重肌、湯皸、気泡などの発生に関係し、鋼塊の品質におよぼす影響は非常に大きい。これらの欠陥を防止減少させるために、スプラッシュ・カン、クッション・ボード、鑄型塗料などいろいろの工夫がなされたり、また模型実験によりノズル形状が鑄込流におよぼす影響が調べられたりしている。ここではこれらの欠陥と鑄型の形状はどのような関係があるかを調べたのでその概略を述べる。

2. 模型実験

2.1 実験の相似

取鍋からノズルを経て鑄型内へ溶鋼が移動するという運動を考える場合、ここに働く力は重力、慣性力、摩擦力である。今回の実験では、スプラッシュや波打を観測することにしてしているので、この場合主として考えるべき力は重力と慣性力であり、これは Fr 数、Re 数の相似則により模型実験における相似が満足されると考えられる。幾何学的に相似させた模型実験装置(縮尺 1/5)において、系全体の Fr 数が一致する条件に定め、かつノズル部における Re 数は乱流域に入るようにした。

2.2 実験装置

現場における取鍋、鑄型の一例について幾何学的に相似な模型を使用し、鑄型は内部が観測できるように透明なアクリルライト樹脂で作成し体積が等しくコーナーおよび扁平度の異なる 12 種の鑄型模型を使用した。

2.3 実験条件

取鍋の head は 480mm に保ち、スプラッシュおよび湯踊りについて調べた。スプラッシュについては鑄込初期の 2.5, 5.0 sec の 2 段階について実験した。なお鑄型の形状は次の通りである。

コーナー R: <R, 10^R, 20^R, 30^R, 40^R, 60^R, 160^φ

扁平度: 1/1, 1.5/1, 2/1, 2.5/1, 3/1, 3.5/1, 4/1

2.4 実験方法

スプラッシュについては、着色した水によりスプラッシュを紙面に記録し、湯踊りについては、水にアルミ粉末を懸濁させそれを追跡した。

3. 実験結果

3.1 プラッシュ量について

3.1.1 各鑄型におけるスプラッシュの飛散状況

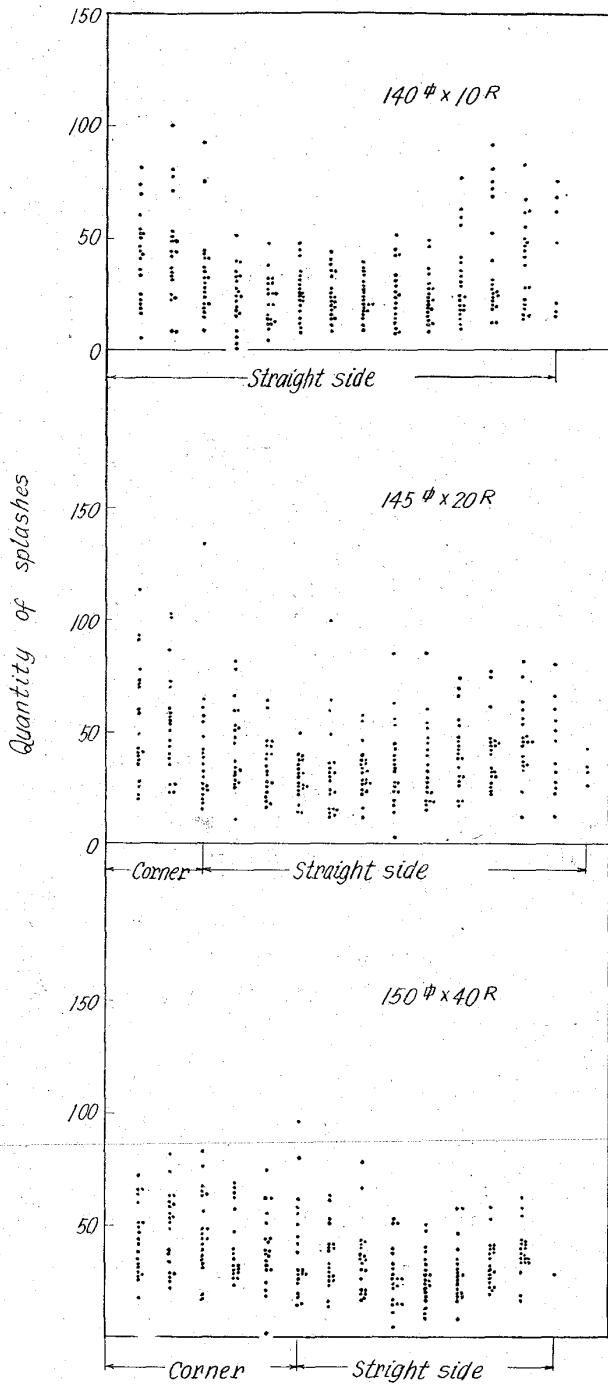


Fig. 1. Splashes in round molds.

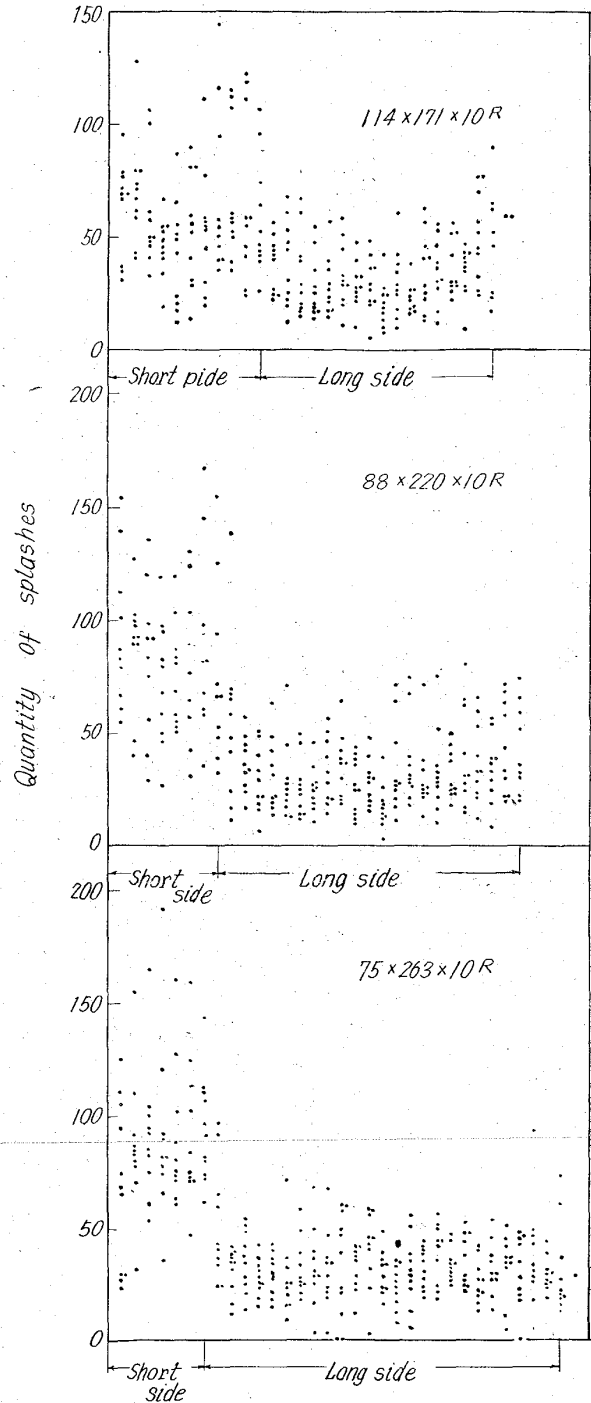


Fig. 2. Splashes in flat molds.

鑄型の辺の位置の関数としてグラフにしたもの一例を Fig. 1, 2 に示す。コーナーRの小さい鑄型では、辺の中心部においてスプラッシュは少なく、両端すなわちコーナー部において多く、直線部の中心付近で極小値を示している。Rが大になり、形状が円筒に近づくとともにこの傾向は小になり、円筒状鑄型では辺の位置によらず一定の高さの前後に飛散するようになる。一方、扁平度の異なる鑄型では、短辺側にスプラッシュが多く、長辺側の中心近傍で最小となつている。

3.1.2 スプラッシュ総量とその密度

コーナーRの異なる鑄型ではRが大になるとともにス

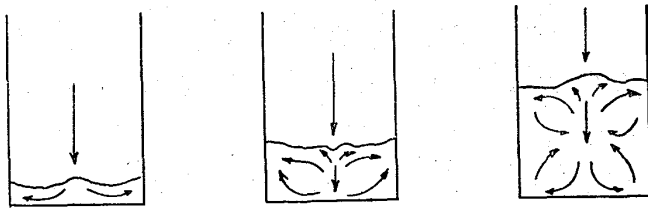
プラッシュ量も増加し、密度も増加する。扁平鑄型では、扁平度が大になるとともにスプラッシュも増加し、密度もわずかに増加する。

3.1.3 コーナーR部と直線部の比較

コーナーRの小さいものでは、コーナー部にスプラッシュが多いが、Rが大になるとともにこの傾向は小さくなる。

3.1.4 扁平鑄型の短辺と長辺の比較

短辺側にスプラッシュが多く、扁平度が大になるとともにこの傾向が大になり、長辺側ではわずかの増加でほぼ一定であるが、短辺側での増加が著しい。



(i) Starting period (ii) At progressing time (iii) Last period

Fig. 3. Fluid movements in ingot mold.

3.1.5 スプラッシュの飛行距離

鑄込流の軸から鑄型内壁までの距離の関数としてスプラッシュ量をみてみると、ある距離まではほぼ一定でそれ以後増加する傾向にあつた。飛行距離には限度があるから、極大値がある筈であるが、実験範囲内では認められなかつた。

3.1.6 高さとの関係

スプラッシュ量を高さの関係についてみると、やはり液面近くに多く高さとともに急激に減少するが高くなるに減少の割合は小さくなる。

3.1.7 鑄込時間の比較

鑄込初期において 2.5 および 5 sec の鑄込時間の差はスプラッシュ量に 2 倍の変化はもたしていない。これより鑄込開始時にスプラッシュの飛散が大であることがわかる。

3.2 湯動き・湯踊について

鑄型内での液体の動きを生ぜしめる力は、注入流の慣性力と注入流にまきこまれた気泡の浮力の 2 つである。これらの力により湯は運動し、鑄型の形状と関連して一定の流れを生じ、さらにこの湯の動きは必然的に湯面の動きとなつてくる。湯面の形状を定めるのは、注入流の慣性力、気泡の浮力および湯の流れの慣性力である。鑄型内の湯の動きの代表例を Fig. 3 に示す。i) 初期；鑄型の中心から流れは四方の面に向かいこれが壁面を上昇し壁面で湯面が高くなる。ii) 中期；i) の流れに加えて注入流のまきこむ気泡に誘発される流れが液面中心から壁面へ向かう。このため壁面部で液面の上下が激しくなる。また注入流落下付近では気泡の上昇による流れと気泡の両者によりふくらみが生じる。iii) 末期；鑄込流による流れが下方で渦運動を起し、気泡による流れがその上方に回転方向の異なる循環流を生ずる。上下段に分れた安定した様相を呈し、液面の動きも小さくなる。コーナー R の小さい鑄型ではコーナー部での液面の上下が激しい。また扁平鑄型では、循環流の生じ方が多少異なり循環流は長辺に平行な 2 つの回転方向の異なる円筒状に生成する。注入の進行とともに上下 2 段となり 4 つの流れになる。液面の動きは初期においては、鑄込流が底面から側壁に達するので、長辺側中心部が高くなる。気泡による 2 次流が生じるようになると、注入流の周囲には既に述べたごとく気泡による上昇流により環状の盛り上がりが見られる。扁平度の大きなものではこの中心付近の動きが壁面にまでおよび、長辺側では中心部高く短辺側で液面の上下が激しくなる。

4. 結 言

スプラッシュ、二重肌、湯皺などの防止による鋼塊肌質の改善を目標として、コーナー R と扁平度の異なるいろいろの鑄型についてその特性を調べた。スプラッシュおよび湯動き・湯踊について個々の鑄型における状況を調査し、コーナー R および扁平度の影響を明らかにした。さらに鑄込初期条件が重要であることがわかつたので、台盤、スプラッシュ・カンなどの形状と効果を調査すべきであろう。

(122) 上広扁平鋼塊および下広扁平鋼塊の鋼塊性状の比較調査

富士製鉄、広畑製鉄所 島崎俊治・○衣笠繁義
Quality of Big-End-Up Slab Ingot Compared with Big-End-Down One.

Toshiharu SHIMAZAKI and Shigeyoshi KINUGASA.

1. 結 言

上広鋼塊は下広鋼塊より内部性状が良く、キルド鋼塊製造には上広鑄型が使用されることが多い。当所においても、上広扁平鋼塊と下広扁平鋼塊を切断調査し上広鋼塊の利点を確かめたので、厚板キルド鋼の製造にこれを採用している。成品検査でも、上広鋼塊による厚板は下広鋼塊によるものより秀れた実績をあげている。ここでは上広 および下広鋼塊の切断調査結果について報告する。

2. 調査方法

200 t 塩基性平炉で溶製したボイラープレート用鋼を、単重 16 t の上広および下広鋼塊に製造した。製造条件を Table 1 に示す。

鋼塊の調査は切断面のサルファープリント、マクロエッチ、カラーチェック、成分および非金属介在物のチェック分析によつて行なつた。

3. 調査結果および考察

3.1 鋼塊組織

鋼塊切断面の肉眼調査では Fig. 1 に示すように、下広鋼塊には鋼塊本体の底部より 85% の位置に小さな収縮孔が認められたが、上広鋼塊には認められなかつた。

肉眼で認められない欠陥を検出するためにカラーチェックを行なつた。その結果、Fig. 1 にみるように下広鋼塊では最終凝固位置のいわゆるザク部に極微小欠陥が散在し、また逆 V 偏析線に伴つた微小欠陥が認められた。これに対し上広鋼塊では、鋼塊中央部の極微小欠陥は下広鋼塊よりやや広範囲に散在しているが逆 V 偏析はほとんど認められず、これに伴う欠陥も認められなかつた。マクロエッチによると両鋼塊とも肥大柱状晶が中心に向つて伸び、短辺方向ではほとんど鋼塊中心にまで達している。これに対し長辺方向では、鋼塊上部において中心と外部のほぼ中央で止つている。鋼塊上部における肥大柱状晶の長さは長辺方向のものの方が短辺方向のものより長い、鋼塊下部では沈殿晶部の生成により柱状晶の生成がおさえられている。沈殿晶部の上方にある粒状晶帯は急速凝固により生成したものでいわゆるザク