

(Note) Temperatures are measured at points 5mm apart from inner surface of mold.

Fig. 3. Stages of solidification and temperature change of molds.

で同速度の熔鋼上昇列は 5 列であり従つて均等な凝固状態の鋼塊は 1 定盤に 5 種類の凝固群となる。

### V. 鑄型の温度変化と凝固形式

#### (1) 鑄型壁内の温度測定法

熔鋼鑄込中の鑄型温度分布と鋼塊の凝固或いは性状を知る事は造塊作業を行う上に大切な事項である。然し現在の情勢では鑄型壁内の温度測定すらも困難な点多く正確な域に達していない。当社で実施した熱電対による測定法も正確とは言いが其の傾向を示し得たのではないかと想い鋼塊の凝固段階と関連して考察した。

#### (2) 鑄型温度変化と鋼塊凝固の考察

Fig.3 の測定位置④は鑄型最上部で温度降下は急速で③および②は第 2 段階或いは第 3 段階凝固の終末か初期に該当する。①は鑄型底部で鑄型の肉厚と定盤への放熱により異状な温度上昇を示している。

### VI. 小 括

小型鋼塊の造塊法は one runner one ingot の大型鋼塊に比較し注入速度において特異な性状を持っている。また鋼塊の断面積および高さの比から凝固形式に大きな差がある。更に上昇速度が異れば逆に凝固速度も異なる。

(1) 定盤講の構造により鑄込状況に基礎的条件の変化を齎らし、これが各種定盤上の熔鋼上昇速度差を作つてゐる。one runner one ingot の大型は大體注入管より等距離に鋼塊が位置し規則的な鑄込法であるに反し小型は数列の支幹湯道を有し多数の鋼塊が製造され不規則なる諸因子を構成し、研究しなければならない要因であ

る。  
(2) 小型鋼塊の熔鋼上昇速度は取鍋中の熔鋼水位と単位定盤内において注入管を中心とする支幹の内列と外列で異り小型鋼塊の特有の鑄込法を行わねばならず、更に湯引け現象、凝固速度差、不揚残塊発生等々の不良条件となり、鋼塊成因は不均等となり従つて品質向上は得られない。

(3) 未凝固熔鋼の流出試験により小型鋼塊の凝固段階を概略調査し、更に鑄込中の鑄型温度を測定し流出試験結果と略々関連した傾向が推測された。

これ等の諸現象、条件を基礎として小型鋼塊の鑄込条件を one runner one ingot の鋼塊条件に接近させ小型の不良条件を少くするための基礎的な研究とした。

## (65) 小型鋼塊の研究 (II)

### (Study of Small Ingots)

Harumi Narisato.

大阪製鋼株式会社 成 里 春 三

#### I. 緒 言

第 1 報の一般性状考察の結果を考慮し小型鋼塊の鑄込条件をより向上させるために熔鋼鑄込条件を不良としている主因子、即ち熔鋼上昇速度差を可能範囲において one runner one ingot の大型鋼塊鑄込条件に近接させるべく研究し熔鋼流を主幹湯道構造の改造により矯正し、各列支幹上における鑄型内の熔鋼上昇速度を同調させる事を得、案外多くの効果を示したので報告する。

#### II. 小型鋼塊の凝固厚さ

鋼塊の凝固は鋼種、鑄型形状、肉厚、或いは放熱量の変化によつて決定されるであろう。小型鋼塊と大型鋼塊の凝固厚さ或いは凝固速度を比較する事は small ingot only のため不可能であり、他の論文を借りて比較する事にしたが、小型鋼塊の凝固厚さの考察は非常に困難で比較は適当でないが内部性状調査の参考とする。

##### (1) 第 2 段階凝固の速度

凝固速度を実験式  $D = k\sqrt{t}$  ( $k$ : 鑄鋼条件の恒数,  $D$ : 凝固の厚さ cm,  $t$ : 経過時間 sec) により脱酸鋼塊にて小平博士は  $k=0.31$  (約 2,800kg ingot), J.H.Nelson は  $13'' \times 13''$  ingot で  $k=0.36$ ,  $17'' \times 17''$  ingot で  $k=0.33$  を示している。これに対して小型 100kg ingot

の流出試験の結果を例として第2段階凝固の凝固厚さを経過時間より算出し  $k=0.322$  を得た。然し局部的に突出した凝固部分は  $k=0.395$  を示している。即ち第2段階の凝固、特に鋼塊頭部の凝固速度は急激であるが、第3段階の凝固は大型鋼塊と略々近似値を示している。別図に経過時間と凝固厚さについて各試験結果を併記したが鋼塊寸法が完全凝固時間を支配し後記する如く、マクロ組織、偏析等に影響している。まず寸法より制限された鋼塊の完全凝固時間が早いために悪影響をおよぼすと考えられる事項は①1次パイプ発生が早く水押効果が利き難い。②鑄込末期の注入速度調整時に熔鋼温度と速度の平衡が破れ不同長の鋼塊が多く発生し易い。③鑄込温度は比較的が高くなければならない。④熔鋼中のガスの逸散が困難である。また完全凝固時間が早いために、よい効果を示すと考えられる事は大型鋼塊に比して偏析が非常に少い(後述)事であろう。

### III. 小型鋼塊のマクロ組織

小型鋼塊の完全凝固時間が非常に短い事はマクロ組織的に如何なる傾向を持つているかについて大型鋼塊と比較対照し考察を進める事にした。縁付極軟鋼角型鋼塊と脱酸鋼丸型鋼塊のマクロ組織を対象とした。何れも大型鋼は鋼塊肌より中心まで 200~220mm で、鋼塊肌より内部に向つて 5~7mm のチル晶に引続き 70~105mm までは柱状晶、更に 160~170mm は肥大樹枝晶となり、以後中心までは粒状晶を晶出しているに反し、小型鋼塊は鋼塊肌より中心までの距離は 55mm で凝固速度に述べた如く凝固速度が近似値であると同時に晶出の巾も同長と思われ、チル晶を残し中心まで柱状晶で終わっている。

### IV. 小型鋼塊の成分偏析

前述のマクロ組織を調査した鋼塊により小型鋼塊内部の偏析を調査した結果と小平博士の Al 加入の特殊鑄造試験による、即ち同一 charge の熔鋼を鑄込高さおよび鑄込速度を一定にし上注鑄鋼中鑄型内に種々の割合で Al を加入し脱酸剤の量を異にせる rimmed, semi-killed および killed ingot とした偏析と比較対照した。鋼塊中心部の偏析を範囲で比較し Table 1 を得た。斯くの如く一貫して見るに大型に比し小型の偏析が少い事は小型最良の利点であろう。

### V. 主幹湯道改造に依る上昇速度調整

以上述べた小型鋼塊の一般性状の諸考察より鑄込中の

Table 1 Comparison of segregation of large and small ingots

ingot %	2800kg ingot				Ladle sample	
	100kg Killed	Killed	Semi-killed	Rimmed	100kg	2,800 kg
C	0.035	0.080	0.130	0.030	0.11	0.24
P	0.003	0.009	0.021	0.012	0.019	0.029
S	0.010	0.017	0.031	0.023	0.038	0.027

単位定盤内における熔鋼上昇状況が不規則な造塊条件を構成し成品々質或いは歩留り等に悪影響をおよぼしている。これ等の不規則であり不合理である事実は現在まで当然とされてきた。これ等の諸条件を規則的な注入条件とする第一歩として one runner one ingot の上昇速度と同様になる様小型の場合も上昇速度を矯正する事を考えた。実験研究の結果その効果を得た。即ち主幹湯道の改造である。

#### (1) 湯道改造の設計

設計に先立ち鑄込中の running velocity を調整する事ができれば従つて rising velocity が自然に矯正されると考えた。その running velocity は主幹湯道において control さるべきで主幹の或る部分に orifice 抵抗を設けて main runner の orifice 直前における熔鋼圧力を大にし該部から支幹への熔鋼流量を大にすると同時に支幹湯道への熔鋼流量を一定にする如く考案した。現場的に煉瓦の種類を多くし煉瓦張りの順列を複雑化する事は過ちを生ずるので危険であり、また倉庫管理も複雑化するので、従来の煉瓦符号は外殻寸法を変える事なく改造する事を第一条件とし、また煉瓦の成形上困難なき様考慮した。

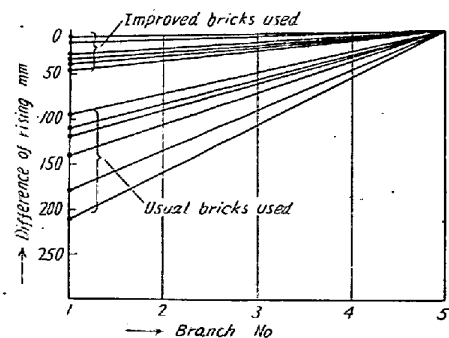


Fig. 1. Difference of rising velocity by using improved bricks compared with usual bricks.

#### (2) 試作および試用試験

図に示す如く第1期試験として“C”煉瓦のみを改造

し orifice area を runner area の 60% と設計試作し注入順隔定盤にて同熔鋼で試験を行った。支幹第 1 列は主幹“B”第 2, 3, 4 列は“C”第 5 列は“D”煉瓦より分岐している。即ち main runner の第 2, 3, 4 列に改造煉瓦を使用した。これで大体熔鋼の上昇速度を平均させ得たが第 1 列にて 50~60mm 遅れて上昇し、第 2 期試験として“B”煉瓦を runner area の 70% orifice とし試験の結果第 5 列を基準とする上昇速度差は注入順の第 1 定盤で最大 45mm となり大体初期の目的は達成された。

### (3) 主幹湯道煉瓦改造効果の考察

#### (a) 不揚りおよび残塊屑の減少

鑄込中不揚りを発生する原因は鑄込温度、熔鋼成分および粘性、取鍋よりの熔鋼注入圧力および流量、即ち速度等々の複雑な関係があり鑄込温度の条件は最も大きい。主幹湯道を改造した事により各支幹煉瓦の上り穴へ大体平均した熔鋼の流量と圧力が加わり不揚りおよび残塊屑が激減した。[註] (実績; 昭和 29 年度において 9 月に降改造煉瓦を使用しその前後において不揚発生量は旧煉瓦 0.274%, 改造煉瓦は 0.127% の月別平均値を示した。

#### (b) 熔鋼上昇速度差

鑄込中の熔鋼上昇速度差を単位定盤内の支幹第 5 列を基準とし第 1 列との差で表わし、更に注入順別定盤別で測定し、旧煉瓦の上昇速度差は改造煉瓦の平均 3.8 倍を示す。

#### (c) 鑄込温度と止り本数

100kg ingot 1 定盤を 80 本で上昇すべき本数に対し鑄込温度と止り本数の関係を考察すると plot の結果、旧煉瓦を満足し得る温度より改造煉瓦は約 20°C 低温鑄込が可能である。これは平炉の入熱量および鑄型寿命等に好影響を与えた。

#### (d) 鋼塊品質への影響

単位定盤の上昇速度が同調する現象は多数の鋼塊の凝固状態が均等化し鋼塊品質が規則的になるであろう。

#### (e) 水押効果

同熔鋼の第 1, 2 定盤に改造および旧煉瓦を使用し同位置の鋼塊の 1 次パイプを調査した結果、深さや形状が変化し、よい結果を示した。これは成品歩留りに影響する。

#### (f) 鋼塊寸法と単重

水押効果を調査した同じ定盤における鋼塊の長さおよび単重を調査し改造煉瓦は +5~-10mm と 101.2 kg に対し旧煉瓦は +15~-35mm と 100.5kg を示した。

た。

#### (g) その他の効果

改造煉瓦を使用し鑄込末期における湯引け現象が解消され、またこれにより小型鋼塊注入者の特技が不要となった。

## VI. 結 言

小型鋼塊の種々な性状或いは現象について述べたが或る程度当社の作業条件に支配される点もあるが大体小型鋼塊の一般性状として考えられる。第 1 報に続き第 2 報は小型鋼塊造塊法における基本的な改革におよぶ主幹湯道の改造による諸考察と諸効果を述べた。主幹湯道改造の効果。

- ① 熔鋼上昇速度差が僅少となった。(旧煉瓦の約 1/4)
- ② 不揚残塊屑が 1/2 に減少した。
- ③ 鑄込温度が約 20°C 低下しても旧煉瓦と同様な結果となる。
- ④ 鋼塊の品質が規則的になる。
- ⑤ 水押効果がよい。
- ⑥ 鋼塊寸法が正しく単重も重くなる。
- ⑦ 注入者の特技が不要となった。

以上の如き効果は小型鋼塊の造塊法の欠点を基礎的に改良し得る条件であろう。

## (66) 注入管脱酸方式によるセミキルド鋼板の製造法並にその材質について

(Manufacture and Properties of Semi-killed Steel Plates by Center-Runner Deoxidation)

Akira Dote, et alii.

日本鋼管鶴見製鉄所 山下伸六  
山田浩蔵  
○土手彬

## I. 緒 言

造船用セミキルド鋼板の製造法としては取鍋脱酸をした熔鋼を大型鋼塊に上注し、これを分塊圧延スラブの表面疵取をした後製品に圧延する方法が普通に行われている。この分塊、表面疵取の工程を省略し熱塊のまま成品に圧延する方法を研究した結果、非鎮静熔鋼を下注