

Table 1. Mechanical properties after annealing

Sample	Chemical composition (%)						Mechanical properties	Number of testing	\bar{x}	σ	max.	min.
	C	Si	Mn	P	S	Cu						
A	0.14	0.26	0.46	0.024	0.017	0.15	Tensile strength(kg/mm ²)	80	41.87	0.64	43.5	39.9
							Yield point (%)	80	26.82	0.827	28.5	21.5
							Elongation (%)	80	51.30	1.63	54.5	46.0
B	0.13	0.23	0.45	0.019	0.016	0.13	Tensile strength(kg/mm ²)	65	41.82	0.58	42.9	40.1
							Yield point (%)	65	26.58	0.92	28.3	23.6
							Elongation (%)	65	50.69	1.55	54.0	46.6
C	0.12	0.28	0.55	0.017	0.016	0.15	Tensile strength(kg/mm ²)	65	41.93	0.69	44.0	38.5
							Yield point (%)	65	26.64	0.84	28.4	23.7
							Elongation (%)	65	49.79	2.32	55.6	32.0

Table 2. Gas used for tube annealing (m³/t)

Month	1954				1955			
	10	11	12		1	2	3	4
Gas used per ton tubing annealed	150.0	116.4	101.0		89.2	86.3	92.0	100.7

置しつつある個所もあり、これ等が完成した際に更に操業成績の向上が期待できるものと信ずる。

この特異性を主体とし更に凝固状態等小型鋼塊の一般性状についての諸考察を述べる。

II. 100kg ingot の製造設備

この研究対象である 100kg ingot の造塊設備の概要について。

(1) 鑄型；並角下広型標準 100kg 鋼塊用複型鑄型で鑄型寸法は下部 110mm□, 上部 90mm□, 高さ 1550mm

(2) 定盤；注入管位置を中心とする対称 5 列支幹溝の定盤。

(3) Set ; 1 定盤に対し鑄型 40 本。

鋼塊 100kg×80本=8,000kg Ladle capacity 45t に対し 5.5 定盤を要す。

III. 小型鋼塊の一般性状

小型鋼塊製造の熔鋼は鋼塊高さ断面積から制約される凝固速さ或いは膨張収縮等の関係上 rimmed steel は一応小型鋼塊の対象外とし総て killed steel とされ下注水押法である。然して冶金学的総ての条件において小型は大型鋼塊に比し特異な条件を具備し凝固形式と関連する熔鋼の性状、鑄込速度調整或いは圧延設備より制約される鍛造比、成品々質の点において種々の問題がある。

(1) 大型および小型鋼塊の鑄込状況

one runner one ingot の大型鋼塊は放射状主幹湯道上の等距離に据えられ、単位定盤内における各鋼塊の鑄込条件は等しく、従つて凝固形式も殆んど均等と推考

(64) 小型鋼塊の研究 (I)

(Study of Small Ingots)

Harumi Narisato.

大阪製鋼株式会社 成 里 春 三

I. 緒 言

造塊作業における注入条件、鋼塊性状或いは凝固状態等についての研究が小型鋼塊の場合、製造者多きに拘らず比較的少い。ここに塩基性平炉における下注 100kg killed ingot 製造法を対象として小型鋼塊の現場的な研究を行つた。造塊作業の過程において鑄型条件、熔鋼条件、および鑄込条件（注入温度、速度、等）等が凝固条件と関連して鋼塊品質に影響し優良鋼塊製造上重要な因子である事は論ずる迄もない。下注法の鑄込速度は熔鋼が鑄型内を上昇する速さで表わされるべきで、これは造塊法における基礎的な条件で、特に one runner one ingot の大型鋼塊と数列に支幹湯道が分岐し多数の鋼塊を鑄造する小型鋼塊の造塊法を比較すると夫々の単位定盤内にて製造される鋼塊群の上昇速度において、前者は等速であり、後者は或る階律を以つて異なる。即ちこれは定盤溝の形状によつて支配されている。従来小型鋼塊の注入法において上昇速度差ある事は当然とされていたが、大型鋼塊と比較すれば小型鋼塊独得な現象であり、

される。然るに小型鋼塊の場合は注入管を中心とする左右の主幹湯道から更に直角数列の支幹湯道に分歧され、その支幹湯道に多数の鋼塊が製造されるので定盤内における各鋼塊の位置により熔鋼の鑄込速度が Fig. 1 の如く外列側が早く内列側は遅く鑄込の末期において鋼塊頭部を定寸に揃えなければならない欠点を有す。

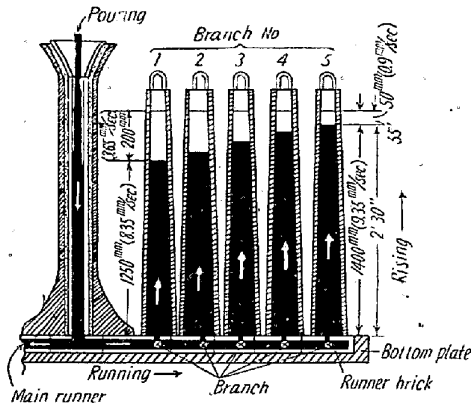


Fig. 1. Arrangement of moulds and casting conditions of 100 kg type ingots.

(2) 小型鋼塊の注入速度解析

(a) 注入速度

通常注入速度は注入管より注がれた熔鋼が鑄型内を上昇する速さで表わす。大型の場合は問題でないが小型鋼塊の如く鑄型が注入管より分れた主幹湯道より数列の支幹に分歧されてある場合は特に注入速度が次の如く解析して考えられる。

- i) 取鍋より注入管に注がれる pouring velocity
 - ii) 湯道煉瓦内を流れる running velocity
 - iii) 鑄型内を熔鋼が上昇する rising velocity
- 総合して casting velocity と考えられる。

(b) 上昇速度の解析

小型鋼塊の上昇速度は支幹列別により異なるのでこれを解析すると Fig. 2 に示す如く特異な性状を持つている。就中 stopper による注入速度調整開始より水張りまでの段階が小型鋼塊鑄込法の最も特異な点である。即ち外列の stopper 調整後における上昇速度は殆んど停止していると言える程遅く最悪の場合は湯引けを生じ更に上昇する。既に凝固の段階に入り熔鋼温度の条件によつては一次パイプの構成完了後水押が行われていると想定される。また定尺に達せず凝固する事も多い。

(c) 取鍋中の熔鋼水位と上昇状況

取鍋中の熔鋼水位の変化と定盤に注入した時の内列と外列の上昇差の関係を考察すると注入順の第一定盤程その差は大きい。この現象は単位定盤の注入初期即ち鋼塊

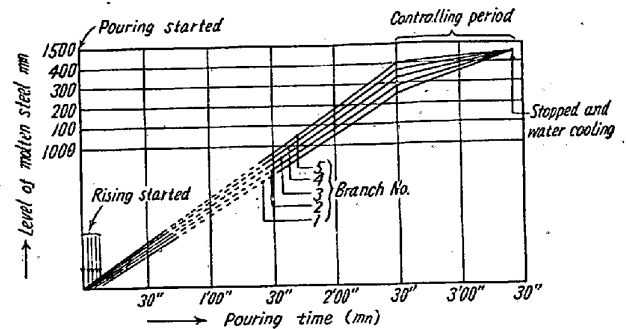


Fig. 2. Rising conditions of molten steel in each branch.

最下部においても考えられ、その差が大きい程支幹第 1 列側は一時熔鋼流量および圧力少く従つてその先端上り穴の熔鋼は湯道或いは定盤への放熱により凝固し不揚或いは残塊を発生する。以上の現象は小型鋼塊の鑄込条件を不利にしているもので、上昇速度を等速にする必要がある。

IV. 鋼塊凝固の段階

上昇速度差とは別に小型鋼塊の性状として最も研究しなければならない事は凝固の状態である。大型に比し鋼塊の断面積が異なる事によつても凝固状態が違ふのであろう事が推測できる。

(1) 第 1 段階の凝固

注入管に対し 100kg 鑄型を 1 本立て熔鋼鑄込完了と同時にその鑄型を転倒し流出試験を行い鋼塊を縦切断し Fig. 3 の鋼塊断面に示す如く鑄型に接した部分の凝固を仮に第 1 段階の凝固と呼称する。

(2) 第 2 段階の凝固

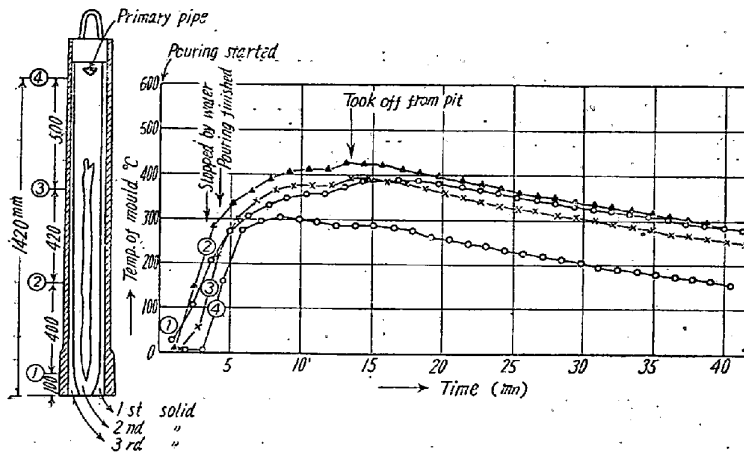
第 1 段階の流出試験と同方法で鑄込完了後鋼塊底部より未凝固状態を同様図中に示し第 2 段階の凝固と仮に呼称する。第 2 段階の凝固ではまず鋼塊頭部が底部より急速に凝固し既にこの時 1 次パイプが形成され、加うるに水張りを行うので頭部の冷却速度は更に早く、凝固範囲は深くなると想像される。

(3) 第 3 段階の凝固

第 2 段階の凝固において流出した部分が第 3 段階の凝固部分で完全凝固の段階である。大型鋼塊ならば柱状晶に引続き粗大樹枝晶の発達となり粒状晶となるべきも小型鋼塊は断面積小さきため粗大樹枝晶の生長はなく、鋼塊中心まで柱状晶の晶出で終つている。

(4) 上昇速度差と凝固状態

単位定盤内に注入された熔鋼の凝固過程は前述の如く支幹列に従つて上昇速度差があるので凝固状況も従つて区々異なると想定される。対称 5 列支幹定盤を使用するの



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

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

で同速度の溶鋼上昇列は 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

溶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) 定盤溝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溶鋼上昇速度差を作っている。one runner one ingot の大型は大体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。

る。

(2) 小型鋼塊の溶鋼上昇速度は取鍋中の溶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) 未凝固溶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な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溶鋼鑄込条件を不良としている主因子、即ち溶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溶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溶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