

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

Table 1. Steel-making practice

Heat No.	3719			3805			
M. D. C %	0.75			0.48			
Bath temperature at Fe-Mn addition °C	1643			1644			
Deoxidizer:							
Furnace addition							
75% Fe—Mn kg	700			600			
Ladle addition							
75% Fe—Mn kg	200			200			
Al kg	3			3			
coke kg	—			20			
Ladle analysis %							
C	0.16			0.16			
Mn	0.69			0.66			
P	0.018			0.027			
S	0.034			0.030			
Si	0.03			0.03			
Check analysis %							
Si	0.05			0.06			
Mould type	B—5×4	B—4×6	B—4×6	B—5×4	B—5×4	B—5×4	B—5×4
Pouring velocity mm/mn	177	162	161	175	212	222	198
Center-runner deoxidizer							
75% Fe—Si g/t	191	187	—	340	192	343	338
Al	51	65	—	—	77	—	—
Ca—Si	—	—	308	—	—	—	—

し、注入末期に注入管より Fe—Si、その他の脱酸剤を添加することによりセミキルド鋼を歩留よく製造することができた。次にその製造法、並びに材質試験結果を報告する。

## II. 製造法

### i) 平炉精錬

試験溶解はメルツ式塩基性平炉、公称 60t. (実装入 70t.) によつて行つた。平炉における精錬は高 Mn のリムド鋼と大差がない。

造船用セミキルド鋼板の Mn% は 0.60 以上を必要とするが、このような Mn% の高い溶鋼を下注法で注入し、よい鋼塊を作るには出鋼温度を相当高くしなければならない。

このため炉内 Fe—Mn 投入前の鋼浴温度は 1640~1650°C (Immersion pyrometer 測定値) を基準とした。また成品 Mn% があまり高くなると良好な鋼塊表面ができ難くなるので、取鍋分析値の Mn% は 0.60~0.75 を目標とした。Fe—Si 等による炉内または取鍋脱酸は行わない。

### ii) 造塊

使用回数の多い取鍋を使用すると平炉出鋼—注入間の温度降下が大きくなることが判明していたので、使用取鍋は 2~10 回の範囲のものとし、ノズルは 30mm および 35mm のシャモット質のものを使用した。

注入速度は鋼塊の表層の性質に大きな影響があるが、偏平鋼塊 (4~10t) の下注の場合には注入速度は 200 mm/mn 前後がよいことが判明した。

注入管への脱酸剤の投入は樋を用いて注入終了の 30 sec 前から開始し、15~20sec 前に終了するようにした。脱酸剤には Fe—Si, Al, Ca—Si 等の小粒 (10mm 以下とし粉末を除く) を使用したが、非金属介在物の点で Fe—Si 単味の使用が最もよい結果を示した。脱酸剤使用量は Fe—Si (75%Si) 300g/t 位が収縮孔の発生が少く、適当と考えられた。Table 1 は製鋼作業記録の一例を示したものである。

### iii) 圧延

加熱圧延作業は普通のリムド鋼の場合と全く同一である。一次気泡が比較的深いので、鋼塊表面疵取を行わずに熱塊のまま直接に圧延しても鋼板の表面欠陥の発生は

少なかつた。なお板厚の大きな場合には切欠脆性を考慮して延延仕上温度の調節を行った。

### III. 材 質

#### a) 鋼塊の性状

鋼塊縦断面の状況は Fig.1 に示す如くである。図中の C, S の分布より明らかな如く偏析の程度は軽微である。サルファープリントを見ると、脱酸剤の投入により一次気泡の一部は内部の熔鋼により充填された形跡が認められる。一次気泡の配列は頭部の方が多く、また大きく、底部は小さく数も少ない。鋼塊表面から一次気泡迄の深さは 15~20mm である。

#### b) 鋼板の性質

##### i) 成品分析値

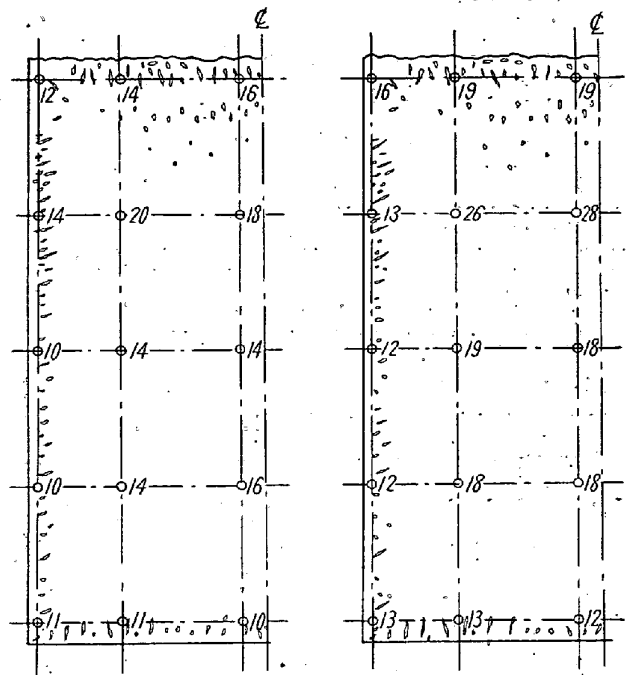
鑄型内脱酸であるため、取鋼分析値の Si% (0.02~0.03%) と鋼板の Si % とは当然一致しない。板の check 分析によると、Fe-Si 300g/t 前後で脱酸したものは Si 0.05~0.06% であり、板間および同一板の各部分における Si の分析は均一である。

##### ii) サルファープリントおよびマクロ腐蝕

鋼板のサルファープリント、マクロ腐蝕を行った結果によると、Fe-Si で脱酸したものは偏析も少くセミキルド鋼板として満足すべき結果を示した。脱酸剤に Al, Ca-Si を使用したものは、短い偏析線の認められるものがあつた。

##### iii) 顕微鏡組織

オーステナイトおよびフェライト結晶粒度は取鋼脱酸



Distribution of C x 10<sup>2</sup> %

Distribution of S x 10<sup>3</sup> %

Heat No. 3902

Ladle analysis % C 0.14 Mn 0.71 P 0.016  
S 0.022

Size of ingot B-4 3.650t

Pouring velocity 155mm/mn

Center runner deoxidizer 75% Fe-Si 300g/t

Fig. 1. Distribution of C & S in semi-killed steel ingot.

方式のセミキルド鋼と同様で、オーステナイト粒度は A.S.T.M. No. 4~5, フェライト粒度は 8.0~9.0 程度である。

Table 2. Mechanical properties of semi-killed steel plates.

Heat No.	Center runner deoxidizer	Tension test					Bend test. R = 1.5t.
		Top		Bottom		Difference of tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	
		Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Elongation %	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Elongation %		
3604	Fe-Si+Al.	44.4	27.5	43.4	22.0	1.0	good
3719	Fe-Si+Al.	45.1	27.0	43.6	25.5	1.5	//
3805	Fe-Si	45.8	24.5	45.0	28.0	0.8	//
//	Fe-Si+Al.	45.1	27.5	43.9	28.0	1.2	//

Table 3. Transition temperature of semi-killed steel plates.

Type of notch	Ladle analysis %				Check analysis Si %	Center runner deoxidizer g/t			Thickness of plates. mm	Transition temperature °C
	C	Mn	P	S		Fe-Si	Al	Ca-Si		
V notch	0.16	0.69	0.018	0.034	0.05	191	51	—	16.	-20 } 15 ft. lb
	0.16	0.60	0.011	0.027	0.05	95	165.	—	15	
Key hole notch	0.16	0.69	0.018	0.034	0.05	—	—	308	15.	-56 } 20 ft. lb
	0.19	0.72	0.020	0.030	0.05	178	99	—	14	

## iv) 非金属介在物

Fe-Si 300g/t 程度で脱酸したものには珪酸塩が認められるが、取鍋脱酸によるセミキルド鋼と同様であり、高 Mn のリムド鋼より良好である。Al を使用すると  $Al_2O_3$  系介在物が増加し清浄度は低下する。

## v) 機械的性質

引張試験結果では鋼板の頭部底部間の引張強さの差は  $1\sim 2\text{kg/mm}^2$  程度であり、伸も良好である。曲げ試験では、 $R=1.5T$  で  $180^\circ$  屈曲しても異状が認められなかった。

機械試験結果の1例を Table 1. に示す。

## vi) 熔接性

V ノッチおよびキーホールノッチシャルピー衝撃試験による遷移温度は Table 3 に示す如くセミキルド鋼板としては良好である。

またビード下亀裂感度試験でも何等異状がなく、熱影響部の最高硬度も Hv, 200 以下で良好な成績を示した。

## IV. 結 論

注入管脱酸方式によつて製造したセミキルド鋼は、鋼塊表面の疵取工程が不要なため、従来の取鍋脱酸方式のものに較べて成品歩留が良好であり、材質的にも遜色のない成績を示した。

## (67) 浸漬温度計で測定した鑄込温度について

(On the Casting Temperature Measured by a Immersion Pyrometer)

Torami Kohira.

日本鋼管鶴見製鉄所

小平 寅 巳

## I. 緒 言

造塊作業における熔鋼の鑄込温度は鋼質に影響をおよぼす重要な因子である。熔鋼の鑄込温度の測定に使用されている光高温計の正確度は可成り低く、製鋼条件および鋼質との関係が判然としにくい。

本報告は浸漬温度計を使用して鑄込中の鑄型内の熔鋼温度の測定を行い、出鋼後の熔鋼温度の降下状況及び鑄込温度と他条件の関係を明らかにし、製鋼作業上の参考とするために行つたものである。

## II. 測定方法

使用した浸漬温度計は白金-白金ロジウム熱電対を用い先端部を黒鉛スリーブで保護しその先に黒鉛プラグに石英管を挿入してある。この先端部は Fig. 1 の如くである。

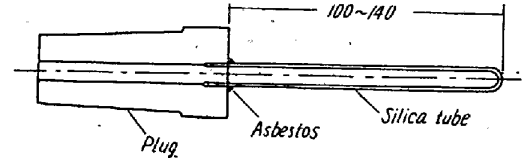


Fig. 1. End of immersion pyrometer.

測定は鑄込を開始して鑄型内の測定すべき位置に熔鋼が達した際に温度計を鑄型断面の中心部に浸漬し、その際黒鉛スリーブ等へ熔鋼が附着するのを防ぐため深く浸漬せず先端石英部を 8cm 程度迄熔鋼に浸漬し約10~15秒の応答時間で充分平衡点に達する。熔鋼に浸漬拔出後の石英管は一面に薄いスカムと少々厚い酸化鉄が附着するのみで鋼滓による浸蝕もなく、しかも平炉鋼浴温度と比較して、浸漬温度が低いので殆んど熔損の恐れはない。

## III. 測定結果

測定した熔鋼は塩基性平炉で出鋼せる低炭素 ( $C=10\sim 20$ ) のリムド鋼で、板用扁平鑄型に鑄込む際に測定した。その結果の概要は次の如くである。

## (i) 光高温計による測定値との関係

鑄込温度を鑄型内で光高温計および浸漬温度計で同時に測定しその関係を求めると Fig. 2 の如くである。光高温計による測温は精度が悪いことがわかる。

## (ii) 出鋼より鑄込迄の熔鋼の温度降下

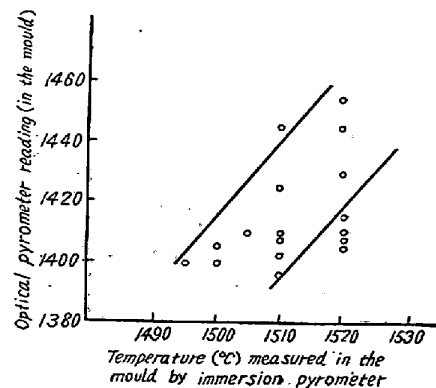


Fig. 2. Relation between the casting temperature readings in the mould shown by optical and immersion pyrometers.