

なり変動し、かつ一般に側壁寄の温度が低い。したがって前述のノズル内测温結果は取鍋中心部よりの垂直的熱流れが大きな影響をもつためと考えられる。水による模型実験でも垂直的大きな流れとともに局部的には各層で上昇する流れが見られ、注入中の取鍋内の熱流れはストッパー開閉による物理的要因が加わるためその挙動はきわめて複雑なものと考えられる。

iii) ノズル直下の温度と注入中の銑型内熔鋼温度について

測定結果の一例を Fig. 4 に示しているが注入中期に高い温度を示し、ノズル内測定結果とほぼ同じ傾向が見られる。また注入中の銑型内熔鋼温度はノズル直下の温度が 1525°C のとき 1515°C の平均値がえられた。

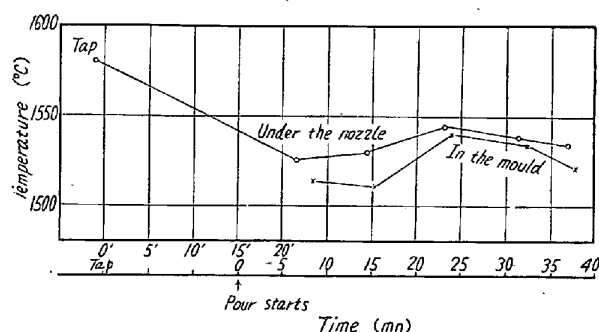


Fig. 4. Example of the transition of liquid steel temperature under the nozzle and in the mould.

iv) 実用管理上の測定点に関する検討

実用管理上注入温度を知ることがきわめて重要であるが、取鍋内熔鋼温度とくにノズルに近いストッパー周辺の温度測定は成功率が少なくかつ取鍋内の複雑な動きのため注入温度と対応させることは困難である。またノズル内温度測定は保護管の突出長さにより平衡値を示す所要時間にバラツキが大きくその上侵食がいちじるしいため測定時間が非常に短い欠点がある。銑型内で注流中の熔鋼を测温した場合も熔鋼の性状や測定者の技術により必ずしも的確な測定はなされずメーターでのハンチングが大きい。これに反しノズル直下の温度は測定も容易で正確度も高く充分実用しえる確信をえた。

IV. 総 括

出鋼から注入まで取鍋内熔鋼温度変化を含めた一連の調査を 120 t 取鍋にて上注極軟リムド鋼を中心に行なつて来たが要約すると、

i) 炉から出鋼された受鋼直後の熔鋼温度は出鋼所要時間や鍋の新旧にもよるが上部で $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 、下部ストッパー周辺部では相当の温度降下が認められるが注入開始までにさらに温度降下をとまなう。注入開始後は取

鍋中央部温度には大きな変化が顕われないが、下部ストッパー周辺部では温度上昇をすると同時に複雑な動きをみせる。しかしノズル内、ノズル直下などの調査から注入温度には取鍋中心部よりの熱流れが大きな影響をもつものと考えられる。またノズル直下の温度は注入中期に高く波形の経過を示し銑型内熔鋼はノズル直下の温度が 1525°C のとき約 10°C の温度降下を示した。

ii) 実用管理面で注入温度を把握し検討を行なう場合、ノズル直下に直接イメージンパイロメーターを使用し測定する方法が簡単でもありかつ正確度も高い。したがって今後この方法によつて出鋼温度の管理上の裏づけを行なつてゆきたい。

文 献

木下孝之, 他: 鉄と鋼, 45 (1959), 3, p. 249~251

(60) キルド鋼塊の各種頭部加熱方式の比較

富士製鉄広畑製鉄所製鋼部

渡辺省三・〇渡辺秀夫・大久保静夫

大竹泰男・中山正時

Comparison of Various Hot-Top Heating Methods of Killed Steel Ingots.

Shozo Watanabe, Hideo Watanabe,

Shizuo Okubo, Yasuo Otake,

and Masatoki Nakayama.

I. 緒 言

キルド鋼塊の押湯加熱法には、鋼塊頭部を単に木炭あるいは藁灰などで保温するものから、特殊な発熱性の煉瓦を用いる方法、さらには電弧あるいはガスによつて積極的に加熱する方法にいたるまでいろいろの方法があり、いずれを採用すべきかは、対象となる鋼種、鋼塊の大きさをはじめそれぞれの工場がもつ諸条件によつてこととなる。広畑製鉄所においても 33 年 9 月の広幅厚板工場稼働にともない、厚板用キルド鋼塊について各種の押湯加熱法を検討してきたので、以下その状況を報告する。鋼塊は 10~18 t の厚板用扁平鋼塊で、成分は C 0.15~0.20%, Mn 0.60~1.00%, Si 0.15~0.30% 程度のものである。

II. 煉瓦枠押湯法

(1) 鋼塊の凝固時間

鋼塊本体にパイプを残さぬためには、本体が完全に凝固するまでの時間だけ本体の収縮量約 4 % に相当する

熔鋼を押湯部分に保有させておくことが必要条件と考えられる。したがってまずバーテスト法により、注入終了後から凝固完了までの時間を 10 t および 17 t 鋼塊について測定した。10 t 鋼塊は底部 1,600×650 mm, 本体高さ 1,200 mm, 17 t 鋼塊は底部 1,600×850 mm, 本体高さ 1,700 mm であるが、Fig. 1 に示すように鋼塊本体の完全凝固時間は、注入終了後前者で約 3 時間 30 分、後者で約 4 時間を要する。

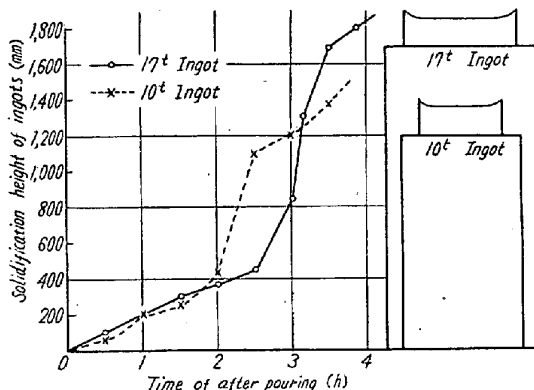


Fig. 1. Solidification curves of 10t and 17t ingots.

(2) 押湯量

本体重量 8,750 kg の鋼塊に対し、頂部モミガラ保温の場合の適正押湯量を見出すため、押湯割合 6%, 8%, 10%, 12%, および 14% の鋼塊をスラブに圧延し、スラブ断面についてサルファー・プリントおよび超音波探傷試験をおこなった結果、12% までの押湯の場合には鋼塊本体にパイプが内蔵されており、14% 押湯の場合は鋼塊本体は健全でかつ本体に隣接した押湯の一部にも健全部分が存在することが認められた。したがって煉瓦枠押湯、モミガラ保温の場合には少なくとも本体に対し 14% の押湯が必要である。

(3) 保温剤

頂部振りかけ用の保温剤にはモミガラ、焼ワラのほかに Ca-Si 系、テルミット系の発熱保温剤がある。大量のキルド鋼を生産する場合、モミガラあるいは焼ワラのみでは安定した効果が得られない場合があるので、各種の振りかけ用保温剤を試験した。発熱量が高すぎる場合には、押湯煉瓦を極度に侵食し、また低熔点の鋼滓が生じて鋼塊側面に流出し圧延中へゲ状の疵となつて鋼板表面欠陥の因となる可能性がある。また燃焼後形成された鋼滓が押湯煉瓦に固着しないことも定常作業には必要な条件であり、これらのことからテルミット系で発熱量が 800~1,000 kcal/kg 程度のものが最も好ましい。

III. 発熱性煉瓦枠押湯法

押湯重量を節減することは単にコストの問題のみならず、設備的に許される最大の鋼塊重量からできるだけ大きい重量の成品を得んとする場合にも要請される。また鋼塊の重量したがって鋼塊の厚みが厚くなれば押湯上部への熱放散を防ぐのみでは押湯の効果は十分得られなくなり、押湯側面の保熱が必要となつてくる。このような目的からバックサンド付の Feedex Sleeve を試験した。Feedex の厚みと分塊歩留との関係は Fig. 2 のとおりである。

もちろんこの関係は鋼塊のサイズ、バックサンドの厚みによつても変ることが考えられるが、14~18 t 程度の鋼塊の場合 40 mm は必要最小厚さと考えられる。

Photo. 1 は煉瓦枠押湯法によつた 13,500 kg の鋼塊ならびに Feedex sleeve を用いた 13,600 kg の鋼塊

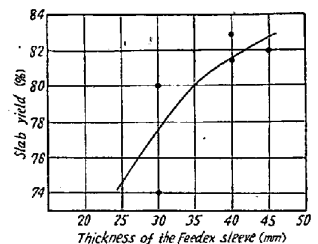
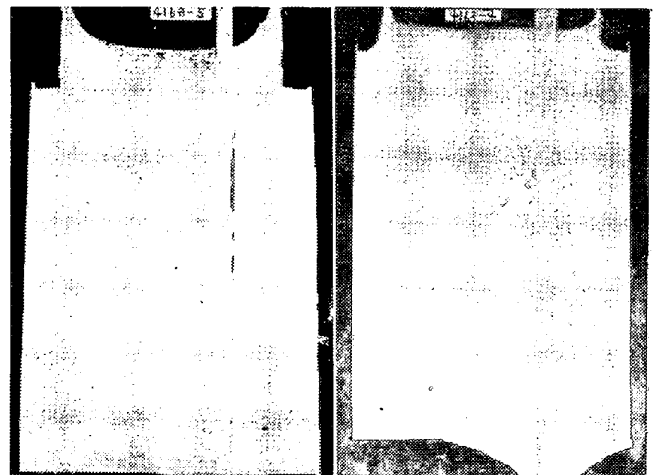


Fig. 2. Relation between Feedex thickness and slab yield.

のサルファー・プリントである。煉瓦枠の方も十分健全な内部組織の鋼塊が得られているが押湯量は鋼塊本体に対し前者は 14%, 後者は 7.4% とかなり大幅な押湯量の節減が得られている。これらのことから定常作業では 16 t 以上の鋼塊にのみ Feedex sleeve を使用している。



Brick hot-topping method when Feedex sleeves used

Photo. 1. Sulphur prints of 13 t hot-tapping ingots.

IV. ガス加熱法

10 t 鋼塊を対象に C-ガスによる頭部加熱をおこなった。鋼塊頂面より 250~300 mm 程度離して 2 本の C-ガスパナーを設け燃焼用酸素を添加した。ガスおよび酸素の通入状況を Fig. 3 に示す。O₂/C-ガスはできるだけ小さい方が頭部の酸化の点から好ましく、また頭部の

熱放散をできるだけ少なくするために鋼塊頭部にカバーをしました予熱をしておくことが必要である。分塊歩留は 85% 程度まで期待できる。

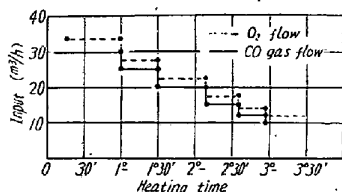


Fig. 3. Heating schedule in gas hot-topping.

V. 電弧加熱押湯法

34 年 7 月に電弧加熱押湯法の試験設備を設置し、本法についての基礎的試験をおこなったが、煉瓦枠押湯法に比較し、分塊歩留が高い、鋼塊単重の調節が容易である、押湯枠が不要でセットの手間がいらぬ、非金属介在物が少ないなどの利点があるので、35 年 2 月より 1 チャージ 100 t の熔鋼を処理する設備を設け本格的な操業に入った。現状では本設備の能力一杯処理し不足分を煉瓦枠または Feedex sleeve によつて処理している。

(1) 設備の概要

漏洩変圧器の出力は 80 kVA、電極は 4"φ で鋼塊 1 本に対し 2 本または 3 本のいずれでも使用できるような電極保持枠にしてあり、サーボモーターによつて自動的に昇降される。電弧電圧 40~50 V、電流 500~1,000 A に調節可能である。

(2) 作業条件および原単位

作業条件は Table 1 に示すとおりである。Flux は特別なものは使用せず、モミガラのみを電弧の安定と頭部保熱とをかねて使用している。電力の原単位は 20 kWh/t、電極の消耗は 0.2 kg/t 程度で鑄型の損耗については煉瓦枠押湯法に比較してとくに増加の傾向はないようである。

Table 1. Standard practice of arc heating.

Ingots	Total heating time	Input
16t up	4.5 h	800 A × 1°30' + 600 A × 3°00'
13 "	3.5	600 A × 1°00' + 500 A × 2°30'
10 "	2.3	600 A × 1°00' + 500 A × 1°30'

(3) 偏析および分塊歩留

Table 2 に代表的なスラブにおけるチェック分析値を示す。鋼塊頭部は若干 C が富化しているようであるがこの程度であればとくに問題はないと考えられる。S はむしろ低下の傾向が見える。分塊歩留は 81% でなお向上が期待される。

Table 2. Check analysis in top slabs.

			C	Si	Mn	P	S
Ladle analysis			0.18	0.24	0.78	0.016	0.017
Position in slabs	Cross section at 10% from top ←center edge→	1	21	19	76	16	13
		2	20	25	76	17	13
		3	21	24	72	17	13
		4	21	17	58	18	12
		5	19	14	48	17	11
		6	18	17	53	15	12
	Longitudinal to the slab center Top→	8	21	16	75	16	14
		7	22	—	—	22	15
		6	18	17	53	15	12

VI. 結 言

厚板用キルド鋼塊における各種の押湯加熱法を検討して、煉瓦押湯枠法では押湯量は最少 14% は必要であり、さらに定常作業でも安定した歩留を維持するには発熱保温剤が必要であることを認めた。また 16 t 以上の鋼塊では押湯上部のみならず側面からの加熱保温も必要であり、発熱性押湯枠煉瓦が効果がある。ガス加熱、電弧加熱法も検討し結局電弧加熱法が有利であるとの結論に達し、これについての作業条件を述べた。

(61) 大型鋼塊における発熱押湯保温剤について

川崎製鉄千葉製鉄所

岩村 英郎・O片山 本善

Study on the Exothermic Compounds for Hot-Top of Large Ingots.

Eiro Iwamura and Motoyoshi Katayama.

I. 結 言

当所における製鋼工場の増設作業の進捗につれて、従来実施してきた電弧押湯によるキルド鋼の製造（以後電弧法と称する）が一切行なえなくなつた。キルド鋼の需要は漸増しており、将来発熱押湯保温剤による方法（以後発熱法と称する）で代替し得るかを検討したので報告する。電弧法には、台車上注入の場合固有のルールおよび場所が必要であり、操作に人手を要する上、まれに電極による偏析事故が生ずるなどの欠点がある。34 年 8 月、低炭素キルド鋼を扁平、下広の 15 t 鑄型で、電弧法と発