

Table 1.

成分 種別	水分	結合水	T.Fe	FeO	Mn	P	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Cr
A	1.65	1.74	62.89	0.67	0.05	0.069	0.014	Tr.	5.34	89.17	2.51	0.15	0.20	0.05	0.008
B	1.54	0.48	68.88	0.66	0.04	0.037	0.007	0.003	0.35	97.75	0.68	0.03	Tr.	0.06	Tr.

Table 2.

作業成績	鉄配合率		鉄配合率	
	71.3%		82%	
鉄鉱石種類	A	B	A	B
製鋼時間	8°14'	8°34'	7°13'	8°22'
製鋼能率 t/h	23.060	21.410	27.400	23.600
燃料消費量 ×10 <sup>3</sup> Cal/t	666	729	591	636
鉄鉱石使用量 kg/t	103.6	134.9	144.0	202.0
酸素使用量 m <sup>3</sup> /t	4.4	4.9	11.7	9.2

IV. 鉄鉄配合率および製鋼作業成績におよぼす鉄鉱石品位の影響

平炉作業においては使用される鉄鉱石の品位の適否が能率および品質におよぼす影響の大きいことは操業上屢々経験するところであるが、この傾向は鉄鉱石を多量に使用する高鉄配合作業において特に著しい。つぎに試験対象とした鉄鉱石の分析値およびその製鋼作業成績を示す。結果から明らかなごとく品位のすぐれた鉄鉱石を使用した場合、作業成績は良好で、なお高鉄配合作業である 82% の場合この傾向はとくに著しいことが認められる。

V. 結 語

鉄鉄配合率の製鋼作業におよぼす影響は大きく、従来 45%前後において最もよい製鋼能率を示し、これ以上の鉄鉄配合率では能率は低下したが、酸素製鋼法の採用により、最高製鋼能率を示す。鉄鉄配合率は上昇し、80%鉄鉄配合率作業程度までは、作業上の特別な困難なく、良好な製鋼能率により操業することができることを確認した。その結果を要約するとつぎのごとくである。

- (1) 製鋼時間および製鋼能率 鉄鉄配合率の増加により装入時間の短縮、酸素の有効使用による溶解時間延長の阻止によつて製鋼時間は短縮し、製鋼能率は向上する。
- (2) 燃料消費量、鉄鉱石使用量および石灰石使用量 燃料消費量は鉄鉄配合率による変動はあまりなく、酸素使用量いかんにより変る。鉄鉱石使用量は鉄鉄配合率とともに増加するが、石灰石使用量は変らない。
- (3) 歩留 鉄鉄配合率とともに増加する。

(4) 酸素使用量 高鉄配合作業においては、適切な酸素使用法および使用量が操業上の要訣で最も重要な事項であることを認識しなければならない。

(5) 炉体の損耗 鉄鉄配合率増加とともに増加するものと考えられるが、とくに著しいとは認められなかつた。

(6) 鉄鉱石の品位 鉄鉱石の単位如何は作業上影響が大きく、高鉄配合率作業においてとくに著しい。

(21) 出鋼注入過程における熔鋼温度について

Study on the Temperature of Liquid Steel in Tapping and Casting Practice.

T. Ooka, et alii.

八幡製鉄, 製鋼部

工 太田隆美・工 杉野導人・工〇大岡耕之

I. 緒 言

近年浸漬式高温計の製鋼現場作業への導入によりその出鋼温度の調整に大きな拠りどころを与え成品品質の向上、操業の安定化におよぼす効果は甚大なものがある。しかるに出鋼後取鍋に受鋼せられ鑄型に注入されるまでの間の温度変化は日常作業においてかなりの巾でばらつきを示しているが従来これについて考察された例は必ずしも多くなかつた。今回出鋼前後から注入過程における熔鋼温度の挙動を知り、併せて出鋼後の温度降下に影響ある要因を把握するため出鋼前後の各過程において熔鋼温度を浸漬高温計にて実測し、一方取鍋煉瓦内に熱電対を設置して取鍋煉瓦による熱吸収と出鋼後の熔鋼温度降下におよぼす各因子の影響を調査検討した。この場合の平炉は 100 t 傾注式平炉 (標準出鋼量 140 t) で出鋼に際して熔鋼は引きつづき二杯の 70 t 取鍋に受鋼される。

II. 実験測熱方法

- (i) 熔鋼温度には浸漬高温計を、造塊注入流測定には光高温計および色高温計を使用し、その他表面温度測定にはアルメル・クロメル表面温度計を使用した。
- (ii) 取鍋煉瓦温度は Fig. 1 に示す位置 (110mm厚の内張煉瓦の外側で取鍋底面より高さ約 1/3 の位置) に熱

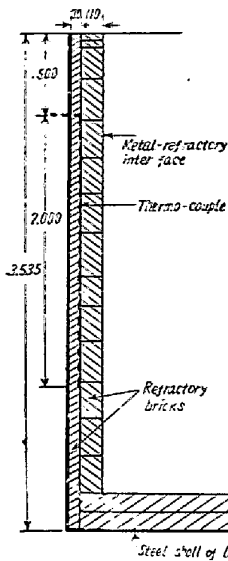


Fig. 1. Section of ladle wall.

電対を設置し新鍋から大修繕まで一貫して測定することにより熔損による煉瓦厚の変動と熔鋼の熱損失との関係を調査した。

(iii) 通常作業状態にある取鍋測定とともに取鍋煉瓦を 150~250°C に予熱した場合についても実測した。

III. 実測値に対する考察

(i) 実測値にもとづく熔鋼温度降下 Fig. 2に出鋼注入過程における熔鋼温度の変化および測定各時期の平均温度を示したが先鍋

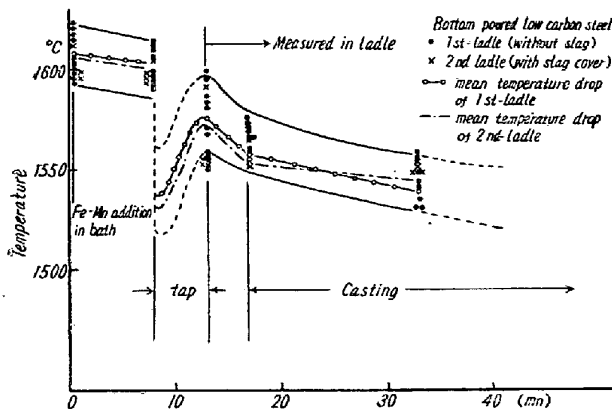


Fig. 2. Cooling curve of liquid steel in the ladle.

後鍋とも温度降下は受鋼時に最大値を示しその後の鍋懸垂期、注入期の順に小さくなっている。これは懸垂期を含めて取鍋煉瓦の熱吸収および輻射熱放散が受鋼時に集中していることを示している。

(ii) 取鍋煉瓦壁を通じての熱放散と輻射熱損失 取鍋煉瓦の熱吸収と熔損による煉瓦厚の変化による熱吸収の変動と熔鋼表面からの輻射熱損失の実態を求めめるため Fig. 1 の位置に熱電対を設置して出鋼注入過程における温度変化を実測したがこれにもとづいて取鍋煉瓦による熱吸収を不定常熱伝導の問題として A. Schack (A. Schack; Der industrielle Wärmeübergang) の次式にもとづいて算定をおこなった。温度伝導率  $a \text{ m}^2/\text{h}$  煉瓦初温度  $d_0^\circ\text{C}$  の表面温度を突然  $d_1^\circ\text{C}$  に変え以後表面温度をこの温度に保つとき表面から  $x_m$  の点の  $t_h$  後の温度を  $d^\circ\text{C}$  とすると

$$d = d_0 + (d_1 - d_0) f_1 \left( \frac{x}{2\sqrt{at}} \right)^\circ\text{C}$$

$f_1$ ; Gauss の誤差積分

この時間における表面からの流入熱量は

$$q = \frac{\lambda(d_1 - d_0)}{\sqrt{a\pi t}} \text{ KCal/m}^2\text{h}$$

算定に当つては出鋼後の経過時間を小区劃に区分し各区分の平均熱量を求め全熱量を計算した。この結果を Fig. 3 に示す。図中輻射熱損失についても実測値について各

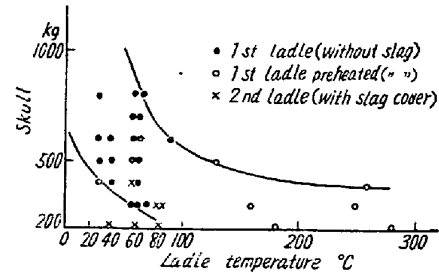


Fig. 3. Relation between ladle skull and temperature of ladle before tapping.

区分毎に算定した値であり、計算値から slag cover の有無による取鍋内熔鋼面からの熱輻射による温度降下は注入終了までに約 10°C の差異があり Fig. 1 の実測値における先鍋・後鍋の温度降下に差を生ずる所以である。図中の全温度降下曲線は実測平均値について画いた温度降下曲線である。注入終了までの取鍋煉瓦熱吸収による温度降下と取鍋煉瓦使用回数との関係については使用回数 8 回 (煉瓦厚 130 mm) と 50 回 (煉瓦厚 75 mm) の取鍋では取鍋煉瓦熱吸収による温度降下に約 14°C の温度差があることが示された。

IV. 取鍋内熔鋼温度降下に関連した二、三の問題

(i) 出鋼および取鍋懸垂期の温度降下: この時期の温度降下は出鋼流の輻射熱損失を代表する出鋼時間と取鍋煉瓦の熱吸収に左右され、受鋼前の取鍋煉瓦温度が高い程受鋼時の温度降下は小さくなる傾向を示す

(ii) 鍋付量: 出鋼後の取鍋熔鋼温度降下に関連して鍋付地金の発生を取鍋条件から考察すると Fig. 4(図省略会場で掲示)に示すごとく取鍋煉瓦温度が 70°C 以下では鍋付地金発生機会が多く、一方 200°C 以上に予熱することにより鍋付量の減少が認められる。また取鍋使用回数は煉瓦壁を通じての熱放散の点から前述したが新鍋 (煉瓦厚 130 mm) と旧鍋 (煉瓦厚 75 mm) とでは約 15°C の過度降下の差異があり、鍋付を助長する傾向を有する。

(iii) slag cover の有無の影響: 傾注式平炉における slag cover のある後鍋は先鍋に比して鍋付量が少い

が実測値からも注入中の温度降下は取鍋内熔鋼上面からの熱放射の差異のため先鍋は後鍋に比し約  $8^{\circ}\text{C}$  大きくさらに炉内温度分布により助長され約  $10^{\circ}\text{C}$  の温度差が認められる。今回の実測は熱電対の位置から注入末期における状態にはふれていないが slag cover の有無は熔鋼重量の少なくなった時期においてさらに大きな熱的差異をもたらすと判断される。

(iv) 注入温度: 従来注入温度は直接浸漬高温計による測熱ができず, また光高温計の正確度がかなり低く, その実態の把握が困難であつた。本実験では注入初期および注入中取鍋内熔鋼が  $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$  に減少した時期に直接取鍋内に浸漬高温計を浸漬し, 一方注入初期中, 末期型内熔鋼温度を浸漬高温計にて測定し, これらの時期に光色高温計による測熱をも併せ行つた。その結果当工場の薄板材平均注入温度は出鋼温度  $1600\sim 1610^{\circ}\text{C}$  の場合  $1540\pm 10^{\circ}\text{C}$  と判定される。特に注入中期の取鍋内熔鋼温度はこの時期には既に湯口煉瓦の熱吸収も平衡し, 注入進行とともに取鍋内熔鋼温度はほとんど均一化され, 注入温度をかなり正確に代表すると考えられる。

## V. 結 言

出鋼注入過程において炉内取鍋内熔鋼温度を浸漬温度計にて実測し, 一方取鍋煉瓦内に熱電対を設置し, 煉瓦厚に関連して出鋼後の温度変化を調査し, 取鍋煉瓦壁を通じての熱放射と輻射熱損失を概算し, 実測値と比較検討することにより煉瓦壁を通じての熱放射と slag cover の有無による輻射熱損失の占める割合について考察した。その結果出鋼後の熔鋼温度降下は出鋼時間, 注入開始時までの懸垂時間および出鋼温度等の条件が同一の場合, 受鋼前の取鍋煉瓦温度との関係において煉瓦熱吸収による熱損失が最も大きいことが示された。また傾注式平炉における slag cover の有無にともなう先鍋後鍋の間の輻射熱損失も重視すべきものがあることが確認された。なお引き続き取鍋煉瓦を通じての熱放射に関連して煉瓦製造法に二, 三の工夫を加え詳細に検討を加えている。

(22) (都合により講演中止)

(23) (都合により講演中止)

## (24) 鉄鋼工業窯炉に使用する熱電対の誤差について

The Error of Thermocouple Pyrometers used in the Furnaces of Steel Works.

M. Jindai, et alii.

住友金属工業, 鋼管製造所

工 大塚武彦・〇神代正久・理 吉成大治

ここ数年来われわれの鉄鋼工場における計測あるいは自動制御が急速な進歩を遂げ, 現場の作業もすべて計測値にもとづいた標準作業がおこなわれるようになった。また成品品質の向上のために高度の測定精度が要求されるようになった。計測器の公差については, JIS にも定められているが, 現場の悪条件下に使用するこれら計測器がいかなる精度を保持しているかは, 計測担当者を除き一般にはあまり関心を払われていないように思われる。ここには鉄鋼窯炉にも最も多く使用される熱電対を用いる温度測定の誤差について, 熱電対の検定結果をもとにして二, 三のべる。

当所において使用する計測器の約半数を占める熱電温度計の測定精度を向上するため, 熱電対の管理方法としてつぎの諸項を実施した。

1. 熱電対の購入は著名なメーカーのものを一時に多量に購入し, 購入毎に起電力特性の異なるものが入らぬようにした。
2. 定期検定(従来4ヶ月毎, 現在6ヶ月毎)を励行し常に誤差の状況および推移を把握し級別による使用区分をおこない, 劣化せるものおよび不良品はそれぞれ対策をおこなつた。
3. 熱電対の使用歴を明確にし劣化不良の発生に対しては原因を探究しその排除に努めた。
4. 設置場所, 測定目的に対する適否を検討し, 種別線径の選定をおこなつた。

これらの対策によつて熱電対検定時の誤差も次第に小さくなり, 検定期間を6ヶ月にしても充分現場における測定精度を保持できるようになつた。

Fig. 1~3 は (Fig. 1~2 省略会場で掲示) 昭和29年以降実施した PR および CA 熱電対検定における誤差の分布と推移を示したものであつて, これにより新しい熱電対の検定成績と, 使用後の誤差がいかなる傾向を辿るかがわかる。一般に CA では使用により正方向の誤差を生じ, PR では負方向の誤差を生ずることがわかる。誤差のバラツキは第1回の検定時には極端に悪いものがあつたが, 回を重ねるにつれて少なくなり, 許容誤差の小