

Table 1. Results of test blowing.

Nozzle	No. of heats	Tapping yield (%)	Ladle [P] ( $\times 10^{-3}\%$ )	(T. Fe) (%)	O <sub>2</sub> consumption (kg/t-pig)
Multi single	119	93.33	13.03	18.7	63.4
	82	91.96	13.42	17.4	62.2

Table 2. Change of operational results.

Furnace	Campaign	Nozzle	Ingot yield (%)	Blowing time (mn)	Main delay time (mn/heat)	Ladle [P] ( $\times 10^{-3}\%$ )
No. 2	7	Single	91.5	25.5	5.71	14.9
	1	〃	91.2	25.4	4.55	14.6
	2	Single & multi	92.2	25.7	3.49	14.0
	1	Multi	92.9	24.3	2.41	12.8

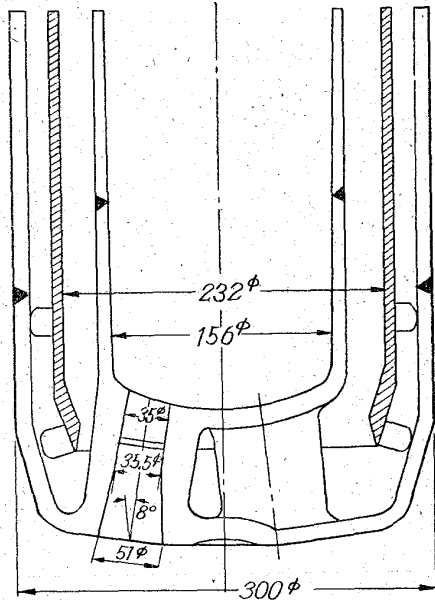


Fig. 3. Section of multi-nozzle. (3×35mmφ)

を隔日使用した。3孔ノズルのランス高さは1.5m~1.6m, 単孔ノズルは2.2~2.4mである。

試験結果の概要を Table 1 に示す。

以上の結果より短期間であるが3孔ノズルによる歩留にかなりの優位性があることが認められたので、さらに11月中旬以降全面的に3孔ノズルの採用を行なうことにした。

3孔ノズルに転換する前後の4炉代にわたつた各種の成績は Table 2 のごとくであり、最大の目的であつた噴出の問題はほぼ解消し、歩留の向上、吹錬時間の短縮、稼働率の向上を見、さらに取鍋のPの減少をみたわけである。

#### IV. 結 言

3孔ノズルの採用にあたりまず模型実験により Jet の侵入深さ、および飛沫量に対する実験式を求めた。実炉における使用結果も、3孔ノズルによつて顕著な歩留向上、能率向上をきたし、また脱Pも向上した。

669,183,524

### (66) 純酸素上吹転炉と電気炉による 合併法について

富士製鉄広畑製鉄所

渡辺省三・熊井 浩・藤田 繁・〇平山寛康

### Duplex Process in Combination of an LD Converter with an Electric Furnace.

Syozō WATANABE, Hiroshi KUMAI,  
Shigeru FUJITA and Hiroyasu HIRAYAMA.

#### I. 結 言

当所のごとき銑鋼一貫工場において、電気炉の操業を行なう場合、大別して、冷材法、合併法、溶銑法の3者が考えられるが、今回は転炉との合併法を実施するに当りまず転炉よりの半鋼運搬時の温度降下、鍋付量の基礎資料をえるため平炉鋼の溶鋼放置試験を行ない、次いで転炉との合併法について数回の試験を実施したのでこの概要について報告する。

#### II. 試 験 方 法

##### 1. 溶鋼放置試験

平炉にて溶製の極軟鋼 (C 0.08%, Mn 0.15%) に出鋼時差物を行なはず 70t 溶銑鍋 (内張煉瓦シャモット, 厚み 90mm) に 56.2t 受鋼し, そのまま 1h 放置後混銑炉に注入し温度降下および鍋付量を測定した。

##### 2. 合併法試験

###### (1) 試験炉

レクトロメルト式 60t (炉殻径18呎) 塩基性電気炉および 60t LD 炉。

###### (2) 試験鋼種

造船用キルド鋼

###### (3) 電気炉溶製法

A法…酸化および還元精錬を行なう場合

B法…還元精錬のみ行なう場合

###### (4) 転炉溶製法

電気炉にてA法を行なう場合は C 0.25% 程度にて出鋼, 電気炉にてB法を行なう場合は C 0.10% 程度にて出鋼

#### III. 半鋼運搬系統

Fig. 1 に示すような転炉および電気炉の工場配置にお

いて転炉よりの半鋼は電気炉より台車にて運搬され待機中の半鋼鍋に受鋼される。転炉受鋼台車上で受鋼された半鋼は再び起重機にて半鋼鍋台車に乗せられ、ディーゼル機関車にて電気炉工場原料ヤードに運ばれる。電気炉に対する受鋼の方法は安全面その他の理由によりトップチャージを行わず補助口よりの樋による注入の方法を採用した。この方式は電気炉原料起重機1台のため樋の装着取外しに若干の時間損失を余儀なくされた。注入後の半鋼残滓は原料ヤードの鋼滓鍋に鍋返しを行なった。半鋼量の受入 t 数は転炉工場内溶銑秤量機(精度 1/1200)にて実秤した。電気炉原料起重機には電子管ストレンゲージを取付けて作業上の参考に供した。

Table 1 に半鋼輸送経過時間を示す。

今回の試験において要した輸送時間は、半鋼の実秤を行なったことおよび電気炉々温低下防止対策として、半鋼到着を待つて樋の着脱を行なったことなどの理由による期間損失を含んでいる。

IV. 試験結果

1. 溶鋼放置試験

放置試験における溶鋼の温度推移は、出鋼直前 1605°C、受鋼直後 1575°C、混銑炉注入直前 1435°C にて 140°C の温度降下を示した(何れもイマージョンピロメーターにて測定)。鍋付量は受鋼前鉄銑鍋付量は 1.2 t であつたものが、最終的には 3.2 t となつた。この間の熱収支を Table 2 に示す。

この試験結果より煉瓦蓄熱量が非常に大きく半鋼温度低下 70°C に相当する熱量を消費し、鍋付き溶解熱が次に大きく、鉄皮の放散熱(サーモカップルを 9 箇所溶接測定)は予想外に小さいことが判明した。これにより合併法試験の場合鍋煉瓦のライニングは断熱材 65mm、シヤモット 65mm の張合せ方式を採用し、鍋は 400°C 以上に予熱することとした。

2. 合併法試験

合併法について A 法および B 法各々 2 溶解づつ行ない次の結果をえた。

(1) 製鋼時間

Table 3 に示すごとく A 法にて 2°56' B 法にて 2°13' となり、これは試験当時の冷材法 5°33' に比し 45% および 60% の短縮となる。

(2) 電力原単位

A 法にて 190 kWh/t, B 法にて 123 kWh/t となり、冷材法の場合は 569 kWh/t であつた。

(3) マテリアルバランス

転炉および電気炉総合のマテリアルバランスを Table 4 に示す。すなわち電気炉のみの製出鋼歩留は 97.5% 転炉電気炉を通じてのそれは 89.1% となる。

(4) 半鋼の温度推移

転炉出鋼より電気炉装入開始まで平均 28' を要したがこの間の温度は転炉出鋼前 1645°C、電気炉装入直前 1550°C 電気炉装入直後 1510°C となつた。

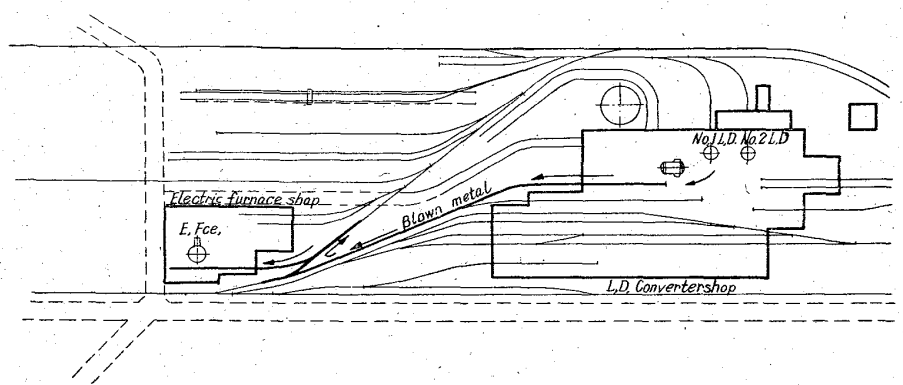


Fig. 1. Flow sheet of blown metal transportation. (1/2000)

Table 1. Transportation time of blown steel. (mn)

Operation	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Mean
From Tapping to leaving L D shop	10	13	6	11	10
Transportation from of L D to E F	4	7	6	7	6
From arrival to charge beginning on E F	14	10	12	11	12
Total	28	30	24	29	28

Table 2. Heat loss of molten steel.

Item	Heat loss (kcal)	Tem. drop (°C)
Lining heat absorption	827300	70
Remelting skull	554400	47
Loss through ladle shell	67500	6
Loss from surface of molten steel	203100	17
Total	1652300	140

Table 3. Steel making time. (h, mn)

Operation	A method	B method	Cold material process
Repairing	24'	20'	19'
Charging	8'	8'	14'
Heating up	26'	34'	Melt 2°29'
Oxidizing period	40'	—	1°04'
Slaging off	12'	13'	12'
Reducing period	58'	53'	1°04'
Tapping	7'	5'	6'
Total	2°56'	2°21'	5°33'

(5) その他の精錬状況

酸素使用については A 法にて 2m<sup>3</sup>/t 使用し、B 法には勿論使用せず、還元期造滓は初期 Si-Mn 脱酸後、引き続き白滓法で作業を行なったが、冷材法に比べ特別変わった現象は見られなかつた。

Table 4. Material balance.

Item	A method (kg)	B method (kg)
Charged metal into L D	61,770	64,275
Output from L D	57,890	59,230
Charged metal into E F	57,590	58,930
Output from E F	55,950	57,250
Ingots	54,300	56,400
Pit scrap	1,600	800
Ladle skull at E F	50	50
Ladle skull at L D	300	250

## V. 結 言

60 t 電気炉にて転炉との合併法を一部酸化期を採り還元作業に移行する方法と、酸化期なしの作業について各々2ヒートづつ、キルド造船材の溶製を行ない次の結果を得た。

### (1) 製鋼時間および生産性

冷材法に比しそれぞれ45%および60%の時間短縮となり、転炉との待時間を考慮した時当所の場合3°00'~3°30'が電気炉1cycleの時間となることが推定された。

### (2) 電力原単位

冷材法の569 kWh/tに比し190 kWh/tおよび123 kWh/tとなり、合併法の場合はピーク電力も要しない。このことは単に電力節約対策としてのみならず電力事情の悪い場合に好都合でもある。

### (3) その他

酸化期の有無による品質上の相異は今回の試験においては認めらつなかつた。

## II. 推定の原理と実験方法

内張煉瓦の溶損機構としては、煉瓦稼働面の耐火度、または熱間粘性が一定値に達したとき溶損が起るものと考えられる<sup>2)</sup>。従つて、使用後煉瓦稼働面の耐火度を測定することにより、操業時の稼働面の温度、あるいは少なくとも温度の相対的比較値が推定できる筈である。

ゼーゲル錐が溶倒する時の粘性は、F. HARTMANNによれば30~150 Poiseといわれている<sup>3)</sup>。従つて転炉内張稼働面が溶損する場合の稼働面の粘性が、この程度の数値であるとする、煉瓦溶損時の稼働面の温度は、使用後煉瓦稼働面の耐火度と大略一致すると考えられる。実際には炉内溶鋼などの磨耗作用が内張位置により異なるので、理想的な一致は望めないが、温度分布、あるいは内張使用条件の苛酷度の相対的な比較は実用上可能であろう。

実験には、転炉使用後煉瓦の稼働面より厚さ1mmの範囲で試料を採取粉碎し、これを化学分析および耐火度測定に供した。耐火度の測定法は、試錐と試錐台を同一材質により作成し、黒鉛質ケース内に収納し、炭素管電気炉内で溶倒状況を観察、测温した。

测温は1600°C以下をPt-PtRh熱電対で、1600°C以上では光高温計によつた。昇温速度は1000°Cまでを30mn、1000°C以上溶倒開始までを10°C/mn、溶倒開始後は4°C/mnとした。

炉内雰囲気は測定結果に大きく影響すると考えられたので、一部の試料についてはN<sub>2</sub>雰囲気での測定も試みた。測定には同一の試料につき試錐2個を供し、その平均値を採用した。試錐の寸法、形状はJIS R2204に準じたが、測定結果の表示法としては溶倒開始温度(Ta)、1/2溶倒温度(Tb)、完全溶倒温度(Tc)を用いた。

## III. 試料および供試結果

供試煉瓦は、当所洞岡転炉工場1号炉-20代(炉命316回)、45代(422回)および46代(400回)の3炉代に互るので、1号-20代については先に報告した調査結果に基づいて、使用後稼働面の組成に近いものを試薬より合成したものを使用した。

1号46代についての供試結果はTable 1に示した如くで、耐火度は1300~1800°Cの範囲にある。試錐溶倒時の炉内雰囲気を分析した結果、N<sub>2</sub>雰囲気以外の23回の測定値の平均はO<sub>2</sub> 10.1%、CO<sub>2</sub> 7.6%、CO 6.3%、N<sub>2</sub> 76.0%であつた。なおFe-oxideはすべてFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の型で表示した。

## IV. 考 察

### 1. 炉内温度分布の推定

以上の測定結果の中から、1号-46代について内張位置とその稼働面耐火度の関係をFig. 1に示したが、出鋼側、装入側、トラニオン側のいずれを問わず炉頂より33段目付近で最高の耐火度を示している。すなわち、吹煉時のスラグライン付近、あるいは鋼浴面付近で最も耐火度が高い。このことは、この位置では、煉瓦稼働面の高耐火性(高粘性)にも拘らず溶損が起つていないことを示している。高粘性の稼働面に溶損が起る場合を考えると①炉内物体の磨耗作用は中程度で温度が特に高い、②低温度で磨耗作用が特に強い、③温度、磨耗作用とも苛酷な場合などが主に考えられる。

669,184,225:536,12=666,346.6

## (67) 使用後煉瓦による転炉内張温度分布の推定

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・○杉田 清・島田康平

Estimation of Hot Face-Temperature Distribution in Converter linings by Means of Used Bricks. 1386~1388

Hiroshi OHBA, Kiyoshi SUGITA and Kohei SHIMADA.

## I. 緒 言

転炉内張稼働面の温度が極めて高いことは従来から予想されているところであるが、炉底、炉腹、炉頂の各位置によつて温度がどの程度異なるかは明確ではない。

火成岩の生成温度の推定に、岩石中の鉱物を利用したいわゆる地質温度計が利用されるのと同様に、炉内温度を使用後煉瓦から推定することも可能であろうと考えられる。一部の平炉壁煉瓦については、すでにこの種の検討結果<sup>1)</sup>を示したが、今回、当所の上吹転炉について使用後煉瓦による内張の温度分布、あるいは使用条件の苛酷度の推定を試みた。