

Fig. 1. Depth and profile of the liquid zone of 110mm square continuous cast ingot.

ーステナイト系不銹鋼の凝固形態は湯面より溶鋼プール最下端にいたるまで溶鋼と凝固殻の界面は直線的であり、プール深さは3,800 mmにも達する。またこの実験により鑄造後の経過時間に対応する凝固殻厚さを実測して、凝固常数 K を算出すると $25 \cdot 7 \text{ mm}/\text{min}^{1/2}$ となり、 $d = 25 \cdot 7 \sqrt{t}$ の凝固速度関係式が得られた。なお前述のように本鋼種の凝固は凝固末期においても規則性を失わずに全凝固まで進むことから、上記関係式は最終凝

固まで適用される。

3) 連鑄鑄片の熱間加工性

鑄片の熱間加工性を調査する目的で鑄込中期の柱状晶部より試験片を採取して、高温捻回試験、高温引張試験を 1200°C で行なった。比較材としては連鑄終了後の余湯を鑄込んだ 85 kg 型鋼塊の柱状晶部より採取した試験片をあてた。

その結果は(詳細会場揭示)連鑄鑄片の方が普通造塊による鋼塊よりかなりすぐれている。したがって連鑄鑄片は普通の鋼塊に比べて熱間加工性がまさる。このことはわれわれは実際の圧延においても経験しているところである。この原因は急冷による結晶粒の微細化、組織の均一だろうと考えられる。

III. 結 言

垂直型鋼連続鑄造機の pilot plant により、オーステナイト系不銹鋼の連鑄条件と鑄片品質連鑄過程における溶鋼プールの形態、鑄片の熱間加工性などについて調査研究した。

オーステナイト系不銹鋼 AISI 304 の本装置における最適の連鑄条件で鑄造された鑄片の鑄肌は良好であり、鑄片内部の収縮孔は軸心部にわずかの巾で存在する粒状晶部に微少キャビティが点在する程度である。鑄片柱状晶部の熱間加工性は普通鋼塊のそれと比べてすぐれており、実際圧延においてもすぐれた圧延性を有していることをたしかめている。圧延品の品質については前報¹⁾で報告したように普通の分塊材と比べて全く遜色はない。

文 献

- 1) 井上, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) p. 447
- 2) 例えば明田, 牛島: 鉄と鋼, 46 (1950), p. 1733
- 3) " M. C. BOICHENKO: "Continuous Casting of Steel" 1957, Moscow
- 4) " H. KRAINER and E. K. KRAINER: Atompraxis, 12 (1957) p. 453

(60) 広畑転炉工場における混鉄炉の炉体管理について

富士製鉄, 広畑製鉄所 No. 64222

本間 悦郎・大矢 竜夫・土屋 一志

Improvement in Mixer Life in LD Plant at Hirohata Works. pp1705~1707

Etsuro HOMMA, Tatsuo OYA and Kazushi TSUCHIYA.

I. 緒 言

混鉄炉は転炉工場内に溶鉄を貯留して、需給を円滑に行なわせるためと、溶鉄成分、温度の均一化をはかり、純酸素転炉の吹錬をスムーズに運ぶために、極めて重要な役割を演じている*1)。混鉄炉が修理などによつて稼働しない場合は、高炉から送られてきた溶鉄を次々と混合しながら使用することになるが、混鉄炉を通過した溶鉄よりも温度が高く、しかも成分のバラツキが的確に把握できにくいため、転炉吹錬において再吹錬、冷却材使用などの異常チャージ発生が避けられない。したがって一般に、製鋼能率が低下するばかりでなく製出鋼歩留、品質の低下が惹起されるなど数々の弊害が認められる。また転炉作業が早いピッチで進行し、それに合わせて溶鉄を必要とする関係で、高炉から出鉄された溶鉄処理に混鉄炉が使用できない場合は、特に作業が繁雑になり、状況によつては溶鉄不足や過剰のトラブルを起して、生産性を阻害したり関係工場に少なからぬ影響をおよぼす場合もある。

このような弊害を可能な限り少くするためには、混鉄炉の寿命をできるだけ延長させると共に炉修所要時間を短縮して、稼働率を上げることが大切である。

広畑転炉工場の 1300 t 混鉄炉は操業以来3年余を経過しているが、以上の主旨にもとずき操業方法の改善、炉修方法の改良を企てて、現在では良好な成績を維持する方策を確立した。本論文においては、その概要を報告

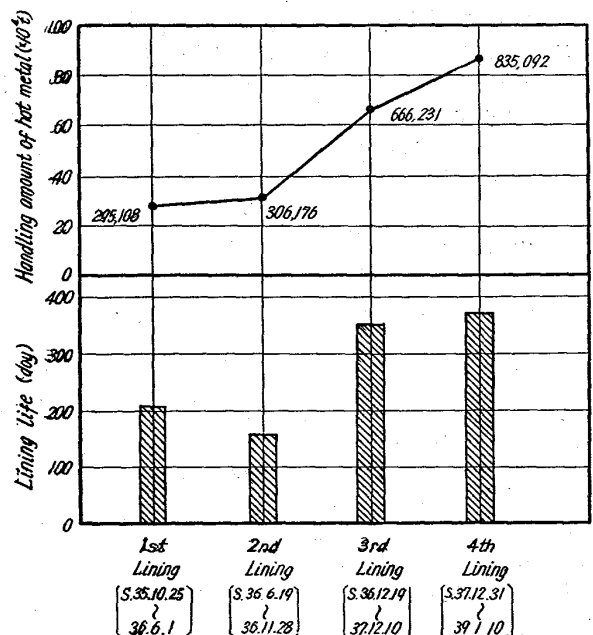


Fig. 1. Results of mixer life.

Table 1. Repairing.

| Repair No. | Brick consumption (t) | | | | Repairing time (day) | | | | |
|------------|-----------------------|--|--------|-------|----------------------|--------------|--------|------------|-------|
| | Magnesia & Mag-Chro | High Al ₂ O ₃ & shamotte | Others | Total | Cooling | Breaking out | Reline | Heating up | Total |
| 1 | 55.2 | 1.9 | 4.6 | 61.7 | 4 | 2 | 5 | 8 | 19 |
| 2 | 158.3 | 14.6 | 19.9 | 192.8 | 5 | 4 | 5 | 7 | 21 |
| 3 | 59.6 | 17.9 | 12.3 | 89.8 | 4 | 4 | 6 | 7 | 21 |
| 4 | 107.3 | 16.5 | 13.8 | 137.6 | 5 | 2 | 8 | 4 | 19 |

するものである。

II. 混鉄炉成績

混鉄炉の寿命延長に関する改善策は、もちろん築炉方法、混鉄炉操業方法の両面にわたってなされるべきであり、当工場においては積極的にこれらに取組み、その結果次第に顕著な成績をあげていった。Fig. 1 に混鉄炉寿命の推移を示す。上図に掲げる処理 t 数は、その炉の稼働期間中には全く修理しないいわゆるノンストップでの成績であつて、数多くの改善策を実施し始めた3代目より著しい伸びをしめし、4代目には 835,000 t を超す良好な処理量を記録するにいたつた。下図には稼働日数を表わしているが、寿命の伸びと同時に上図と合わせ参照することによつて、生産ペースが次第に上昇していること、および処理量の大幅な伸長がうかがわれる。Table 1 に混鉄炉修理状況の推移を示す。当 1300 t 混鉄炉においては溶鉄の触れる炉壁はほとんどマグネシア煉瓦を使用しており、4回の炉修では四面のスラグラインの張り替えを主に行なつた。

III. 出鉄速度の管理

当混鉄炉初代、2代の修理移行原因が出鉄口柱煉瓦の磨耗、溶損であり、しかも国内外においてもほとんど同様な原因で修理に移行している状況に着目、この改善策として出鉄速度の管理を S. 36 年末から実施した。

出鉄速度を早くした場合、煉瓦積とりわけ出鉄口柱のうける磨耗、削りが大きく短命を余儀なくされることは明らかであつたが、転炉吹錬ピッチの早さと混鉄炉溶鉄処理の関係から、従来は2分程度で約 70 t の出鉄を行わざるを得なかつた。しかしこれを

- 1) 転炉と混鉄炉間の連絡方法の改善
- 2) 受鉄時の鉗滓押え方式の採用
- 3) 出鉄時の傾動角度の標準化

などの作業改善を行つて、約 70 t 出鉄に7分所要するいわゆる1分当り 10 t 出鉄の速度に改めた。これは、受鉄作業、連絡作業を合理化してその捻出時間を出鉄に充てるという考え方によるものであり、この作業方式の採用によつて大幅に出鉄口柱煉瓦の磨耗、削り速度を減じることに成功した。

IV. 炉内鉗滓管理

炉内の鉗滓塩基度は、流動性と密接な関係があり、煉瓦の浸蝕とも相関があつて、特に重要な管理項目の一つにすべきことは明確である*²⁾が、出鉄中に鉗滓が混入して出鉄量のバラツキを大きくするため、従来では塩基度 0.7~0.9 となるよう管理していた。このため炉内には少量の生石灰を添加して塩基度を調整していたが、浸

蝕性が高く煉瓦積短命の一因と考えられた。そこで

- 1) 炉内塩基度を 0.9~1.2 とする
- 2) 投入生石灰量を増加し細粉に切替える
- 3) 脱硫鉗滓の完全除滓を行う

などの改善を試み、鉗滓の流動性を調整し生石灰が塊状となつて浮上しないようにして、鉗滓の浸蝕性を減少させた。

この改善により炉内鉗滓の性状は粘性を増して、煉瓦積への悪影響を相当防止できることとなつた上、当初懸念されていた出滓による出鉄量のバラツキもさして変わらず、満足すべき結果を得ている。

V. 炉壁温度管理

従来は溶鉄温度の低下および炉内への極端な鉗滓の残留を防ぐため、主バーナーより 300 Nm³/hr 程度の CO ガスを通入していた。しかしながら種々実験の結果、溶鉄温度の低下は少く、炉壁その他への悪影響も認められないので、S. 37 年3月より主バーナーの CO ガスを停止して、特に鉗滓の性状不良の時のみ通入するよう改め、炉壁の温度を 1300°C から 1150°C に低下させ、これによつて溶鉄、鉗滓流動による溶損、磨耗を減少させた。

一般に煉瓦の磨耗、溶損はその温度の低いほど小さい*²⁾から、この改善は煉瓦積特に出鉄口柱部の寿命延長に大きく作用したものと考えられる。

VI. 炉修方法の改良

煉瓦積が浸蝕され使用に耐えないと判断された場合修理に移行するが、混鉄炉の有無が転炉作業に大きくひびくほか、溶鉄処理などの関係で関連部門に多大の影響をおよぼすため、事前にその時期を把みあらゆる対策を樹ておく必要がある。従来ではこの煉瓦の浸蝕度合いを肉限の判定のみに頼つていたため、修理移行が予定より早かつたり余分に煉瓦を残し過ぎて移行したりするなどトラブルがあつた。そこで第4代より浸蝕の激しい炉壁に適当な間隔で放射性同位元素を埋め込み、炉外よりこれを測定することによつて、炉壁の浸蝕状況を知る方法を採用している。

これによつて修理移行の判定が極めて正確かつ容易に行い得ることとなり、従来肉眼判定に頼つていた場合のトラブルが一掃されることとなつた。

また既に述べたように、炉修中は直送溶鉄による吹煉となつて能率および生産が低下するから、炉修時間をできるだけ短縮して直送吹煉期間を最低におさえねばならない。したがつて修理は最短期間で可能な限り各工程を併行させるよう配慮している。操業当初から炉修は非常

にスムーズに進行し Table 1 に示すように目下, 冷却 4~5日, こわし 2~4日, 煉瓦積 4~6日, 後片づけ 1~2日, 昇熱 4~8日 の短期間で完了しているが, さらに短縮のための努力が払われている。

さらに従来の出銑口柱煉瓦積は, コーナー部も含めてマグネシア煉瓦の並べ合わせ式としていたが, 浸蝕が進行して煉瓦が薄くなつた場合一挙に崩落したり, 煉瓦が膨脹によつてせり出して目地が開き, 磨耗, 溶損を大きくするという欠点があつた。そこでこの出銑口柱煉瓦を吊構造として外の鉄皮と連結し, 煉瓦の倒壊を防ぐ方式を採用した。このため柱煉瓦の形状を変えねばならなかつたが, 目地の開きや崩落などの欠点が著しく軽減され, この部の寿命延長に大なき一助となつた。

VII. 結 言

広畑転炉工場の 1300 t 混銑炉は操業以来 3 年余を順調に稼動しているが, この間数多くの改善策を実施し, 結果, 詳述したように成績も顕著な向上をみせ, 転炉吹錬作業に極めて大きく貢献するところとなつている。

文 献

- 1) 本間, 古垣, 宮川, 野村: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 398.
- 2) 大庭, 杉田: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 1317

(61) 669.184.414
戸畑転炉工場における混銑炉操業について No.64223

八幡製鉄所, 戸畑製造所

森田 重明・西脇 実・田中 功
○山口 武和・原 利雄

Operation of Dead Mixer in Tobata LD Plant.

Shigeaki MORITA, Minoru NISHIWAKI,
Isao TANAKA, Takekazu YAMAGUCHI
and Toshio HARA.

I. 緒 言

転炉作業における混銑炉の役割は, 均一かつ, 安定した成分, 温度の溶銑をタイミングよく転炉へ送ることにある。平炉用に比較して, 高温の溶銑であること, 受銑, 出銑の頻度が著しく高いことのため炉寿命は不利な条件となつている。

戸畑転炉工場には, 一転炉工場に 1350 t 2 基, 二転炉工場に 1500 t 2 基が稼動しているが, 昭和 34 年のスタート以来, 逐次改善を積みかさね, 各炉共補修なしで通過 t 数 60 万 t を安定して記録しており, 大修繕迄の 1 代では 110 万 t 以上の数字も得られている。

ここにこれ迄の操業経過について報告する。

II. 混銑炉通過 t 数

ここでは補修なしの連続作業による通過 t 数についてのべたい。

戸畑転炉工場における一般的な修繕サイクルは,
大修繕 → 中間修繕 → 大修繕
(壁取替 1/2 以上) (出銑口, 受銑口が主)

となつており, 最近の補修なし通過 t 数は次のごとくである。

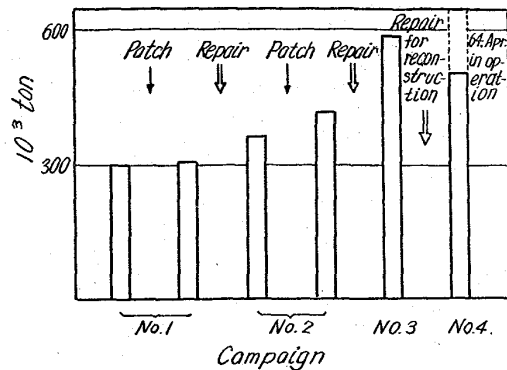


Fig. 1. Hot metal tonnage through mixer without patch. (No. 1 1350 t Mixer)

Table 1. Physical properties and chemical composition of brick for mixer lining.

| | High temp burnt magnesite | Burnt chrome | High alumina | |
|---|--------------------------------|--------------|--------------|------|
| Refractoriness | >38 | >37 | 37 | |
| Apparent specific gravity | 3.44 | 3.87 | 3.0 | |
| Bulk density (g/cm ³) | 2.87 | 3.16 | 2.45 | |
| Porosity (%) | 16.7 | 18.3 | 20.0 | |
| Crushing strength (kg/cm ²) | 972 | 682 | 600 | |
| Refractoriness under-load | 1655°C | 1570°C | 1560°C | |
| Chemical analysis (%) | Lg. Loss | 0.3 | 0.5 | — |
| | SiO ₂ | 5.2 | 4.98 | 32.0 |
| | Al ₂ O ₃ | 0.6 | 24.4 | 62.0 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0.5 | 13.65 | 2.0 |
| | CaO | 0.5 | 1.8 | — |
| | MgO | 92.41 | 21.84 | — |
| | Cr ₂ O ₃ | — | 32.59 | — |
| | MnO | — | 0.15 | — |

| | | | |
|-------|-------|--------|-------------------------|
| 一転炉工場 | No. 1 | 1350 t | 590 × 10 ³ t |
| 〃 | No. 2 | 〃 | 567 |
| 二転炉工場 | No. 1 | 1500 t | 587 |
| 〃 | No. 2 | 〃 | 643 |

一転炉 No. 1 混銑炉を例にとると, Fig. 1 のようにスタート後に較して 2 倍の寿命となつている。

III. 煉瓦材質について

混銑炉内張煉瓦として当工場では高温焼成マグネシア煉瓦を主に使用している。洞岡転炉工場の実績から不焼成に比較して焼成の優位が明らかである。

一方実験室においても

- ④ スラッグ吸収軟化テストによる変形率(%)
タール浸漬マグネシア < マグネシア焼成 < 不焼成
- ⑤ 耐スポールテストによる亀裂開始, 崩壊回数
スラッグ吸収前: タール浸漬 > 焼成 > 不焼成
スラッグ吸収後: タール浸漬 = 焼成 > 不焼成