

になつたと考えられる添加後 1 分ないし 2 分の時刻に選んでいるため、たとえこれが満たされなくても溶解酸素の時間的減少量が特に大きい場合であるチャージ番号 1, 2 を除いては影響がない。条件 (3) については、チャージ番号 3, 4, 5, 6 などにおいて、³¹Si を添加してから試料を採取するまでの時間を適当に変えてみたが、結果に変動がなかつたことから明らかにすべての場合に満足されていることがわかる。条件 (4) はチャージ番号 1, 2 においては満足されていない可能性もあるが、その他においてはほぼ完全に満足されている。条件 (5), (6) は予備実験の結果よりチャージ番号 1, 2 以外の場合には完全に満足されていることがわかる。

5. 求められた溶解酸素の値について

前述の満たされるべき実験条件はシリコン添加後 1 分を超える時刻の溶解酸素に関するチャージについてはほぼ完全に満足されているため、得られた結果はそのまま修正の必要がない。1 分以内のチャージについては、条件 (2), (4), (5), (6) が満足されていないと、いずれも溶解酸素を低めに評価することになる。この中でも主として効くのは条件 (4) のみであり、このためシリコン添加後 15 秒と 30 秒の真の溶解酸素の値は本実験で求められた値よりもやや高いと考えなくてはならないが、ここで求められた値との差はそれほど大きなものではない。

6 チャージの B 実験は Table 1 から推定できるようにほぼ同じ条件で行なわれているため、その結果を用いて溶解酸素の挙動を示す一つの曲線を決定してもさしつかえない。

またこのような溶解酸素の挙動はシリコン以外の元素による脱酸の場合にも、ほぼ同様であろうと推定される。

IV. 結 言

放射性同位元素を使用してシリコン脱酸時における溶鉄中の溶解酸素を直接的に求める方法について実験を行なつた結果、この方法の正しさを確認することができた。得られた実験結果によると、溶解酸素はシリコン添加後 1 分以内ではほぼ一定の値に急速に減少し、以後極めてゆっくり減少する。この初期の挙動は溶鉄への金属状シリコンの入り方に支配される。

文 献

- 1) N. A. GOKCEN, J. CHIPMAN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 192 (1952), p. 171
- 2) D. C. HILTY, W. CRAFTS: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Met. & Pet. Eng., 188 (1950), p. 425
- 3) 的場, 郡司: Trans. National Research Institute for metals, 3 (1961) 2, p. 81

(85) 戸畑転炉工場における大型取鍋の使用管理について

八幡製鉄所, 戸畑製造所

西脇 実・○福富寿一郎

Lining Maintenance of Large Teeming Ladle in Tobata Converter Plant.

Minoru NISHIWAKI and Jyuichiro FUKUTOMI.

I. 緒 言

製鋼工場における取鍋煉瓦は、その品質の良否が鋼塊品質に少なからぬ影響を与えることと、その煉瓦消費量が造塊における作業費および作業管理上にもかなりのウェイトを占めるため、従来からその管理には強い関心もたれている。取鍋煉瓦の最近のすう勢としては、材質面では高珪酸質、低気孔率へと改善され、他方煉瓦形状は小型化される傾向にあり、それぞれ取鍋煉瓦原単位の低下に寄与している。

八幡製鉄戸畑第二転炉工場は、昭和 37 年 4 月稼働を開始したが、平炉における大型取鍋の操業経験を参考にして、逐次煉瓦積の改善と作業管理の強化によつてその持続回数は次第に向上安定している。特に最近においては、煉瓦原単位で 3kg/t 前後の好成績を維持するに至つたので、その使用管理の概要をとりまとめて報告する。

II. 取鍋の使用条件

取鍋の保有数は 8 個であり、通常は 2 個を交互に使用し、修理中、乾燥昇熱中、予備がそれぞれ 2 個となつている。転炉の出鋼量は約 145 t/ch で、出鋼ピッチは 40~50min であり湯口の取替およびストッパー取付作業はこのピッチに合致させている。出鋼々種は大部分が低炭リムド鋼で、出鋼温度は 1580~1600°C、注入所要時間は鑄型によつて異なるが約 30 分程度である。

取鍋の寸法および煉瓦積は Fig. 1 のごとくであり、使用煉瓦の品質の一例を Table 1 に示す。

III. 取鍋管理の実施

(1) 取鍋の築造と煉瓦積

現在の取鍋煉瓦積は内張りの溶損状況に適合するよう

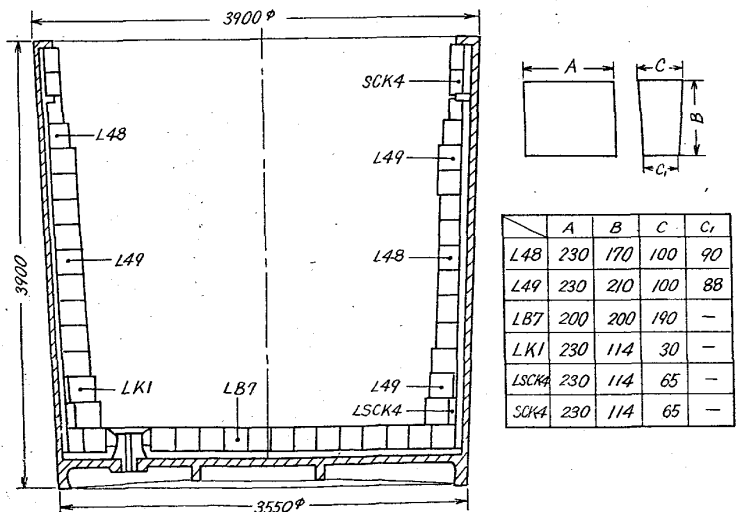


Fig. 1. Lining of teeming ladle.

Table 1. Physical properties and chemical composition of refractories.

Refractoriness (sk)	27	SiO ₂ (%)	73.75
Porosity (%)	12.2	Al ₂ O ₃ (%)	22.91
Apparent density	2.48	Fe ₂ O ₃ (%)	1.15
Bulk density	2.15		
Compressive strength (kg/cm ²)	936		

に改善されてきたもので、その主な特長は次の通りである。

a) 侵食の最も大きい壁下2段、スラグライン、排滓側の壁(1/4円周)は厚巻にしている、また、壁下2段はその裏側に、さらに並型煉瓦を巻いて補強している。

b) 敷煉瓦積はLB7の1段積である。

c) 壁の最上部2段は、パーマネント煉瓦に受煉瓦をはさみ、これによつて固定化し、内張5~6代にわたつて取替えを行なわずに継続して使用できるようにしている。

取鍋築造の要点としては、目地をできるだけ薄くし、煉瓦をよくしめつけることに留意しており、現在の目地の厚さは2mm以下に管理している。取鍋の築造時間は約8hrを要し、2個所の修理ピットを有効に生かして円滑な取鍋回転を行なっている。

(2) 中間修理方式

取鍋の寿命および原単位を同時に満足させるためには、内張りの溶損が均一になるような煉瓦積を行ない、かつ溶損状況に応じてできるだけ経済的な中間修理を行なうことが重要なポイントである。このような観点から、現場的な修繕管理方式として、取鍋1代ごとに管理カードを作成し、中間修理時に各部の残存厚さからその後の持続回数を推定し、煉瓦原単位をその都度試算して修繕の範囲および煉瓦使用量を合理的に決定し、原価的に常に有利な方向に進めることができる。Fig. 2は大修繕および中間修理の取鍋1基当たり煉瓦使用量の推移を示しているが、原単位切下げのための煉瓦積変更の状況と中間修理の管理強化の効果が示されている。現状での中間修理の回数は取鍋1代で2~3回で、使用回数25回以降に排滓側の壁と敷煉瓦の部分修繕を主体として行なっている。

(3) 内張り更新の判定

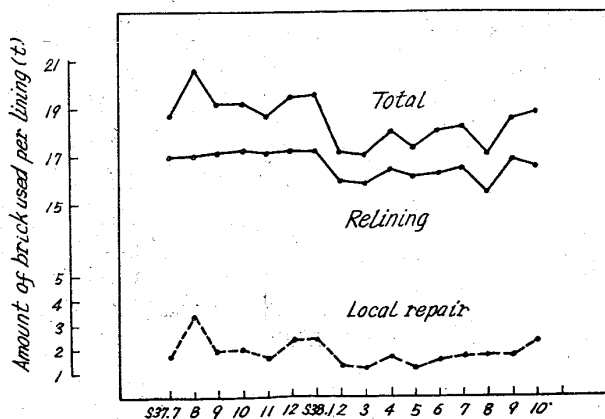


Fig. 2. Changes of the amount of brick used.

大修繕を実施するかどうかの判定は、取鍋使用回数と熱間観察によるパーマネント煉瓦の露出の有無によつて決めるが、冷却後、さらに詳細に点検し原単位とのバランスをみて最終的に判定を下す。したがって、内張煉瓦の残存厚さは場所によつて若干異なるが、大半はパーマネント煉瓦が露出する程度にまで使用している。

(4) 取鍋の乾燥

取鍋乾燥台は3基あつて、いずれもCガスによる倒立乾燥である。最近になつて、乾燥設備の改善により乾燥時間は著しく短縮され、新鍋の乾燥時間は10hrとなつている。

(5) その他の日常管理

取鍋持続回数におよぼす要因は多数あるが、その中でもslagの性状およびその量は強い影響をおよぼすものである。現場的には、出鋼時に約250kgの石灰を投入して、いわゆるslag chillを励行し、転炉出鋼孔の形状管理を強化して取鍋内のslag厚さを150~170mmに管理している。実際のslag厚さの値は160mm前後でそのばらつきも極めて少ない。

IV. 使用成績の推移

取鍋持続回数および原単位の操業開始以来の推移を、Fig. 3に示す。この経過を大別すると次の4期に分けられる。

第1期(37.4~5): 稼働開始直後でもあり、作業は比較的不安定で、持続回数は20回前後で非常に低い。出鋼杯数の少ない時期でもあつたので、取鍋回転にはやや苦労した程度で作業ピッチに影響を与えることはなかつた。

第2期(37.6~11): 取鍋各部の溶損状況を細かく調査し、溶損のバランスをはかるため煉瓦積をいろいろ検討した時期である。概して持続回数は30回のレベルに達したが、ばらつきが大きく、煉瓦原単位は4kg/tを若干上廻つていて、時には取鍋回転に不安があつた。

第3期(37.12~38.4): 持続回数はほぼ35回程度を確保できる見通しを得たので、原単位切下げを主体として研究、努力した時期で、始めて3.7~3.8kg/tを維持することに成功した。

第4期(38.5以降): 時期別に計画的な対策を講じてきたが、これらを総合的に推進し、その効果が発揮され

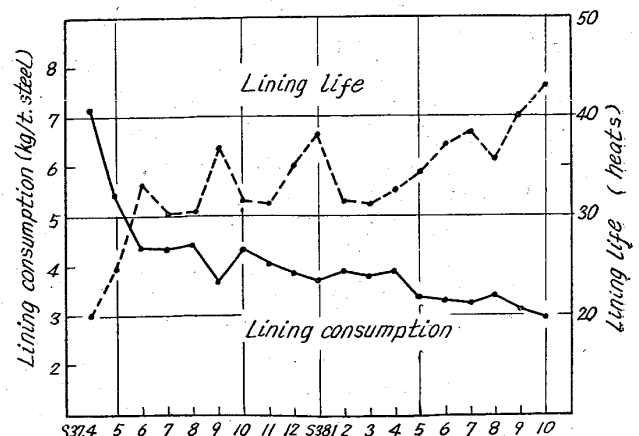


Fig. 3. Changes of lining life and lining consumption of teeming ladle.

ている。最近では、持続回数は 40 回を越え、煉瓦原単位は 3kg/t を下廻る好結果をおさめている。

V. 結 言

戸畑第 2 転炉工場は稼働後すでに 1 年半を経過したが、取鍋の溶損状況に適合した煉瓦積に逐次あらため、これに伴って細かい作業管理を強力に実施してきた結果、最近では、寿命、原単位においてほぼ満足すべきレベルに達した。近年における取鍋煉瓦の形状、材質の著しい進歩発展は、製鋼工場でのきめの細かい取鍋管理と相俟つて、品質、原価両面に貢献しているが、製造、研究、使用の各分野の相互協力によつて、さらに新しい発展と合理的使用方法の開発が期待される。

(86) 最適取鍋保有数の検討

(製鋼工場のシステムシミュレーション—Ⅲ)

八幡製鉄所、製鋼部

井上敏郎・高木清八郎・工藤和也

○石田 存・前田重男

〃 作業標準部 野口 浩

Determination of the Most Suitable Number of Ladles.

(System simulation of a steelmaking plant—Ⅲ)

Toshiro INOUE, Seihachiro TAKAGI,

Kazuya, KUDO, Tamotsu ISHIDA,

Shigeo MAEDA and Hiroshi NOGUCHI.

I. 緒 言

固有の製鋼時間を有する数基の炉が稼働している平炉工場では、生産を円滑に遂行するためある程度以上の取鍋を保有する必要がある。一方必要以上の取鍋を保有することは遊び鍋を多くするばかりでなく、取鍋回転率の低下を生じ鍋付が増加し、また煉瓦在庫量の増加その他金利負担など経済的不利に加えて、作業安全面においてもヤードの能力を阻害し不利を生じる。従来は取鍋数は生産量に基いて経験と勘によつてのみ決定されていた。現在鍋の外挿化が進んでいる折から最適鍋数の問題が浮び上つてきた。

すでに本誌¹⁾²⁾でシステム・シミュレーション I および II を発表してきたが、当所製鋼部においては製鋼全工程の標準化を目的として製鋼工程を 4 ブロックに分割し、その各々の工程のモデル化を行なつている。今回、システム・シミュレーションの一環として最適取鍋保有数の検討を行なつた。モデル化は平炉工場のすべてについて行なつたが、ここでは第 4 製鋼工場についてその概要を報告する。

II. 作業工程の概要とモデル化

1. 待発生に関する特性要因図

取鍋保有数の検討に当つて待発生が大きな特性値として取り上げられる。待発

生に関する特性要因図を Fig. 1 に示す。各要因について実態調査を行ない、データの不明な項目や、信頼性の薄いと思われる点についてはタイムスタディで調査した。

2. 生産状況

イ. 平炉は通常 7 基整備の 6 基稼働を行なう。各炉とも公称 120 t で、実装入 135 t である。

ロ. 製造鋼種は溶製法、脱酸法など数種類に分類される。

ハ. 取鍋保有数は 17 本である。

ニ. 修繕人員は 8 名である。

ホ. 取鍋の修繕は同時に 2 個しかできない。

3. シミュレーションの設定条件

イ. 稼働平炉は 6 基とする。

ロ. 製造鋼種は出鋼比率より決定する。

ハ. 製鋼時間は鋼種別に固有の平均値とバラツキを持ち、一般に右にスソを引いたポアソン型となるが、-20 の以下を Cut した正規分布に近似した。

ニ. 鍋修繕のポリシー、小修繕は大修繕に優先させ、修繕にかかる人員は最大で大修 5 人小修 3 人とし、最少はいずれも 2 人とする。大修は 700 工数以下となつた時点で小修繕に準じるように人員構成を変化させる。修繕時間は 1 日 7 時間とし、日曜は休日とする。

ホ. 修繕所要工数は大修、小修ともそれぞれ固有の平均値とバラツキを持ち正規分布に近似される。

ヘ. 取鍋の持続回数は受鋼々種により影響されるので鋼種別に分類し、それぞれについて CAB500 を用いて係数を決定した。

ト. 受鋼始より鍋準備完了までの時間はタイムスタディを行なつたところ、それぞれの作業時間は正規分布に近似され、それを合成すると正規分布に近似される。

チ. 小修繕間隔は小修繕と小修繕間の平均回数をもつ

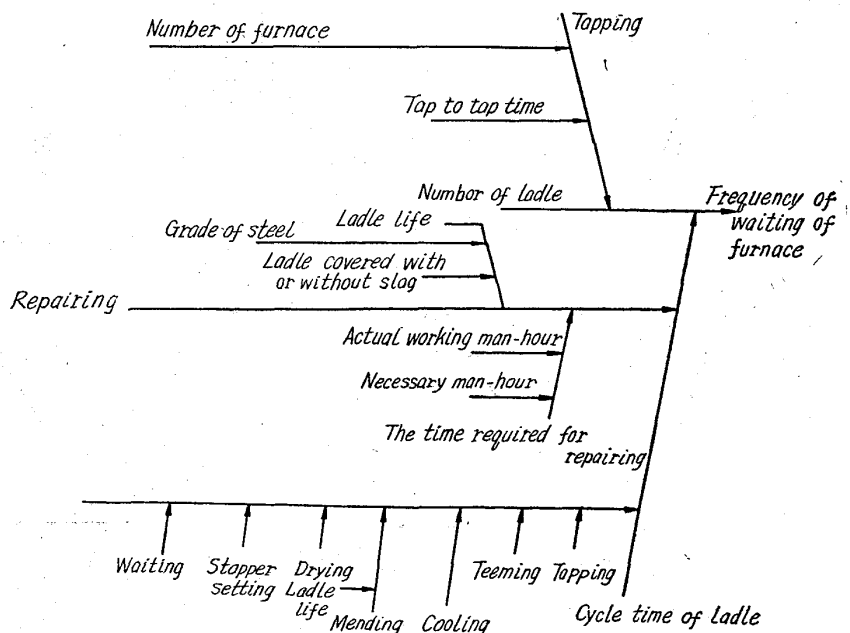


Fig. 1. Diagram of characteristic factors.