

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

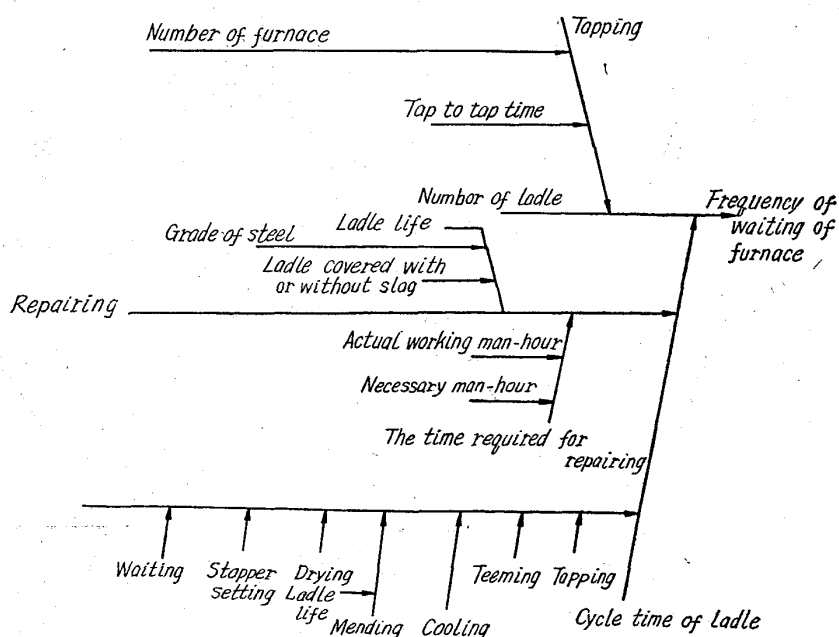


Fig. 1. Diagram of characteristic factors.

てその間隔とした。

4. Out put Data

- イ. 鍋の待機時間分布。
- ロ. 平炉の鍋待回数および待時間とその分布。
- ハ. 遊び工数。
- ニ. 持続回数とその分布および換算使用回数。
- ホ. 修繕開始 および 終了時刻における 鍋の状態の分布。

以上の要因, 条件を勘案して, 現場作業をうまくシミュレートすべくモデルを作成した. その flow chart を Fig. 2 に示す.

III. シミュレーションの結果と考察

上記したモデルにしたがつて, IBM 7070 機により数次の計算を行なった. Fig. 3 および Fig. 4 に計算結果の代表的な例を示す. Fig. 4 は平炉の鍋待ち回数とその時間を示す. 取鍋本数が減少すれば待ち回数, 待ち時間はともに増加し, 取鍋本数が 13 本になると急激に

増加することが分る. ここに示される計算結果はいずれも 10,000 時間についての結果であるがこれを 100 時間 (約 4 日) に直して考えると取鍋 14 本では待回数が 0.5 回で待時間は 14 分となる. この値は現場的に問題とならないが, 13 本に取鍋を減らすと, かなり大きな値となり問題が生じる. したがって待時間だけを考慮すると, 14 本の取鍋があれば作業上支障はないことが判明した.

Fig. 3 は鍋が使用可能となつた時点から実際に使用されるまでの時間 (待機時間) を示す. 鍋本数が減少すると待機時間の分布の中央値は徐々に減少し鍋本数が 13 本で急激な減少が見られる. 鍋数が 14 本のときの中央値は, 約 300 分 (5 時間) であり, かなり大きな値である. 待機時間が 5 時間 (平均値) のときは大きな待時間を生じないが, これがさらに減少して 3~4 時間になると, 大きな待ち時間を生じる. したがって待ち時間を無視できる程度に押えるためには待時間の平均値が 5 時間必要となる. このように多くの時間を必要とする理由は, 平炉の製鋼時間がバラツクことに起因する. この問題は製鋼時間の要因が解析され明らかになつた時点で解決されるものと確信している. 現在この方面の検討を実施中である. 取鍋修繕要員についても遊び工数を計算したが, この値も上記の製鋼時間のバラツキのためにかなり大きな値となる. したがって, 人員を一人減らして計算すると莫大な待ち時間を発生する. われわれの工場では現在内挿鍋が大部分を占めているが, 徐々に外挿化されて行く状態にある. 外挿化の場合についても計算を行ない有力な指標とした.

IV. コスト計算

取鍋保有数をコスト面から考察を行なった. その基本的な考え方は,

- a. 取鍋を余分に保有する時のメリット—鍋待時間の減少によるコストの低下.
- b. 取鍋を余分に保有する時のデメリット—鍋付量の増加, 煉瓦原単位および在庫負担の増加, 金利負担 および 減価償却費の増加, 請負費用の増加.

をコスト要因と考え, これらにシミュレーション結果を用いて, コスト算出を行なった. この結果を Fig. 5 に示す. 取鍋数に対する総合コストは余剰鍋を屑にするかしないかで数値は異なるが, 最小費用の取鍋保有数は, 待発生か

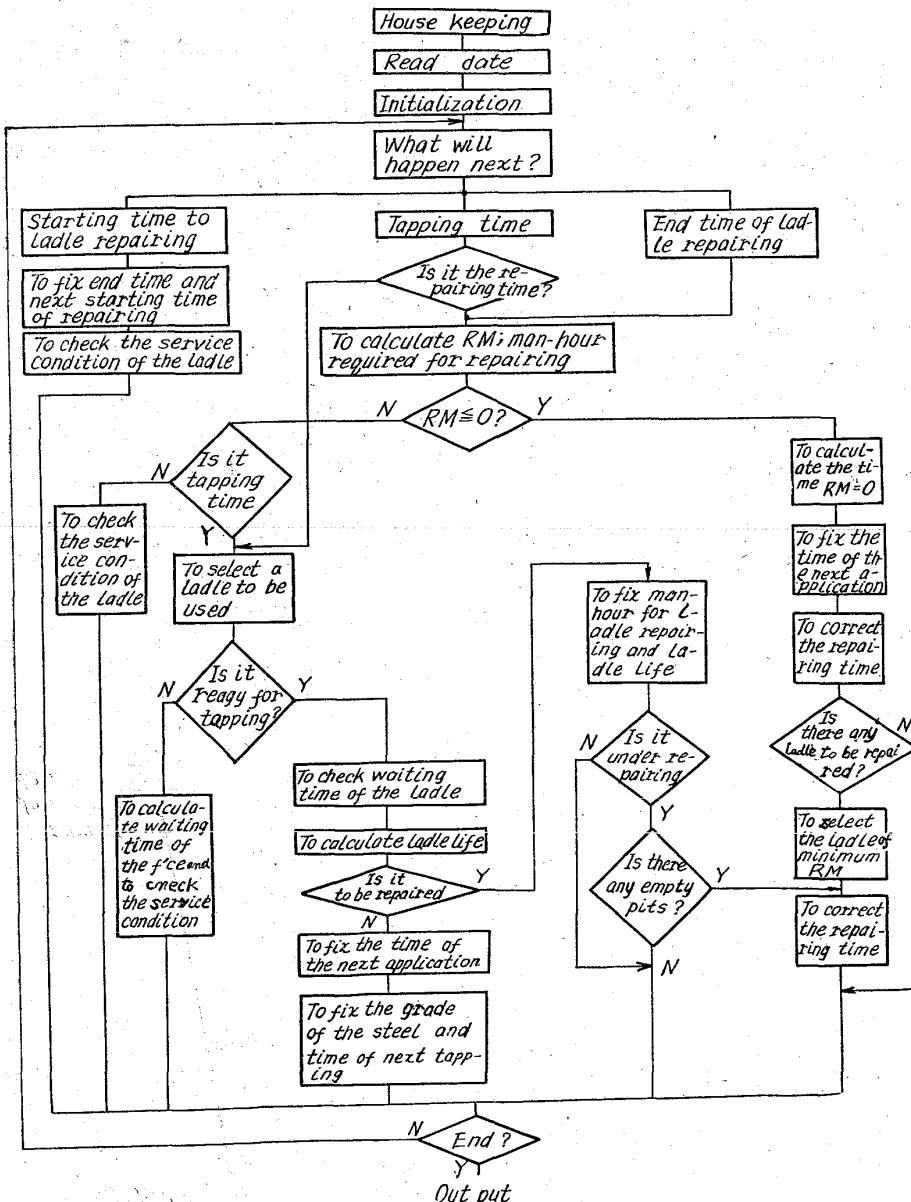


Fig. 2. Flow chart of ladle handling simulation.

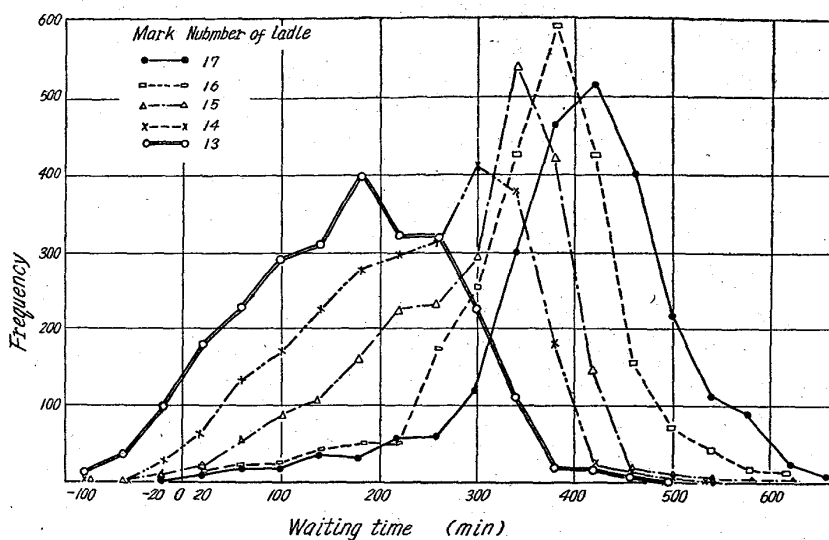


Fig. 3. Distribution of waiting time of the ladle.

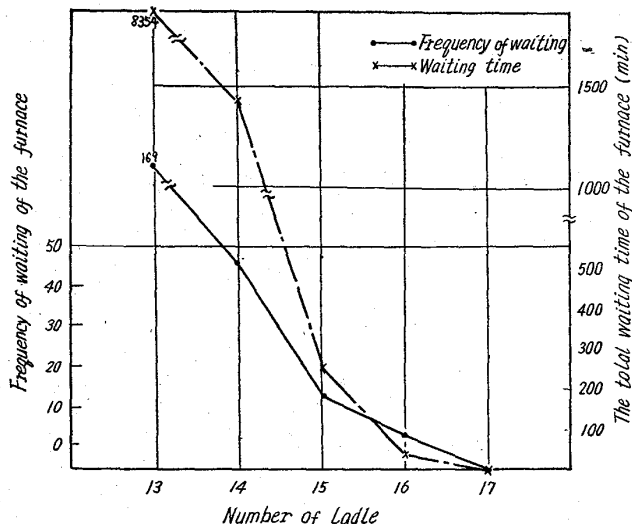


Fig. 4. The relation between times of waiting, total waiting time and number of ladle.

らの取鍋保有数と良く一致する。現在、待発生とコスト計算結果に基づいて、工場実験を行なっているが、今回の数値が妥当で再現性のあるものであることを確認した。

V. 結 言

1. 現在の生産量(6基稼働)でも、取鍋数は約20%減少できる。
2. シミュレーション結果と、それらを加味したコスト計算結果は良く一致した。
3. 平炉工場では、製鋼時間がバラツクことと、集中出鋼のために、5乃至6時間の待機時間が必要である。今回行なったシミュレーションは工場経営に大きな寄与をもたらした。われわれの行なっている一連のシステムの標準化が進むにつれ、製鋼工場の管理形態は大きく前進するであろう。

文 献

- 1) 甲斐他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1321
- 2) 甲斐他: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 360

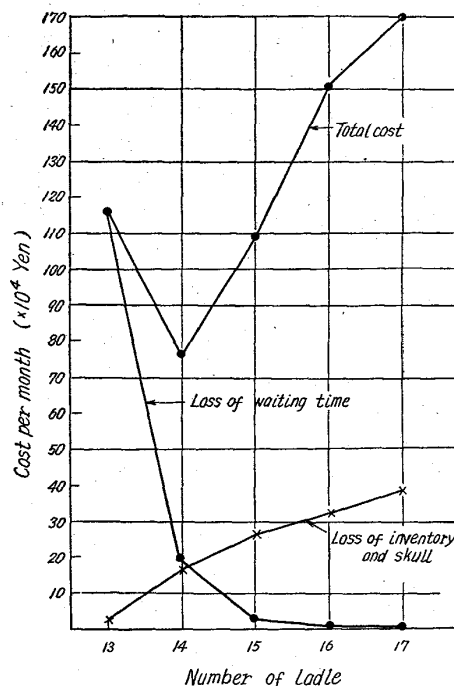


Fig. 5. The relation between the number of ladle and cost accounting.

(87) シェーキングレードルの力学的シミュレーション

八幡製鉄所, 技術研究所

理博 吉田 秋登・島田 道彦
石橋 行衛・○有吉 敏彦

The Dynamic Simulation of Shaking Ladle.

Dr. Akito, YOSHIDA, Michihiko SHIMADA, Masae ISHIBASHI and Toshihiko AKIYOSHI.

I. 緒 言

溶銑の炉外脱流を目的に開発されたシェーキングレードルについては、いまや実施の段階に入り、脱硫試験結果も報告されているが、いずれも実用化に際して必要な力学的考察が十分でない。

シェーキングレードルのような偏心回転運動を行なう円筒容器中の液体の運動は回転数が低い間は静かで、内部の混合攪拌もほとんど行なわれない。回転数の増加に伴ない液面の上下も大きくなり、ある回転数に近づくと液面は不安定となつて上下運動も激しくなる。この現象はブレイクと呼ばれ混合攪拌も強くなるので、シェーキングレードルではこれを利用して溶銑と脱硫剤を混合し、接触を促進して脱硫効果をあげている。

実用化においては、設計上処理能力に対するブレイクの起る回転数、波高、さらに力率を知る必要があるが、われわれは模型実験によりこれらを解析し、無次元表示できたのでここに報告する。