

IV. 酸素利用による能率上の諸種の弊害

上述の如く、酸素の利用によつて純製鋼時間は Fig. 1 の如く短縮されるが、これがその儘生産量向上になるとは限らない。酸素の利用によつて能率上 2, 3 の弊害が生ずる。

(1) 炉体寿命の低下

酸素を大量に使用する事によつて天井寿命が低下することは前報でも触れた通りであり、全塩基性天井の採用により寿命は向上した。しかし流量原単位の増加は天井寿命を低下させざるを得ない。生産量向上のみを考えれば、従来製鋼時間 (tap to tap) が T の時、天井寿命 C 回だったものが βT の製鋼時間になった場合、天井は αC 回迄変化しても構はない。これに仮定数を入れると Fig. 2 の如くなる。修理時間は B とする。

$$\alpha = \frac{B}{CT(1-\beta) + B} \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式が Fig. 2 のごとく成立する為には修理時間 B が短い時に始めて可能で、B が延長すれば効果は減少する。炉修理時間は現在各種の機械化の結果、修理 76 h, 乾燥 9 h, 合計 85 h の平均になっている。しかし原価的には天井寿命の短いのは損なので、天井抱高さを 2,050 以上とし、煉瓦材質の向上および構築法の研究により寿命の延長に努めている。

(2) 床および穴の持続回数の低下

酸素の大量使用により補修時間の全体にしめる位置が大きくなり、また通常の補修材では焼付時間がなく問題である。現在補修材としてドロマイトクリンカーを使用しているが、その原単位は吹精量の増加につれて増加している。更に MgO の高い合成マグドロマイトを試験中であるが、何れにしろ焼付性の良い持続性のある床補修材の研究開発が必要である。

穴の持続回数を少しでも長くする為に、爆薬開口器の使用率は従来の 100% 近くから 50% 以下になっている。

(3) 操業阻害事故の増加

V. その他の諸種の影響

酸素の大量吹精によつても、製品品質には殆んど問題がない。N に関しては別に報告²⁾した通りで、99.3%以上の純度があれば充分低くなり、最近の低炭リムド鋼では取鋼 N で 20 ppm 前後である若干の問題点としてはドロマイトクリンカーの多量使用による滓の高塩基度が未解決である。

VI. 結 言

上記の結果、36年末には年産 220 万 t を確保する見通しが出来た。以後は労力と原価の節減の各種方策を講ずる事が問題で、天井バーナーの採用、コンピューターコントロールの適用或は装入方法の改善等の面の課題は山積している。

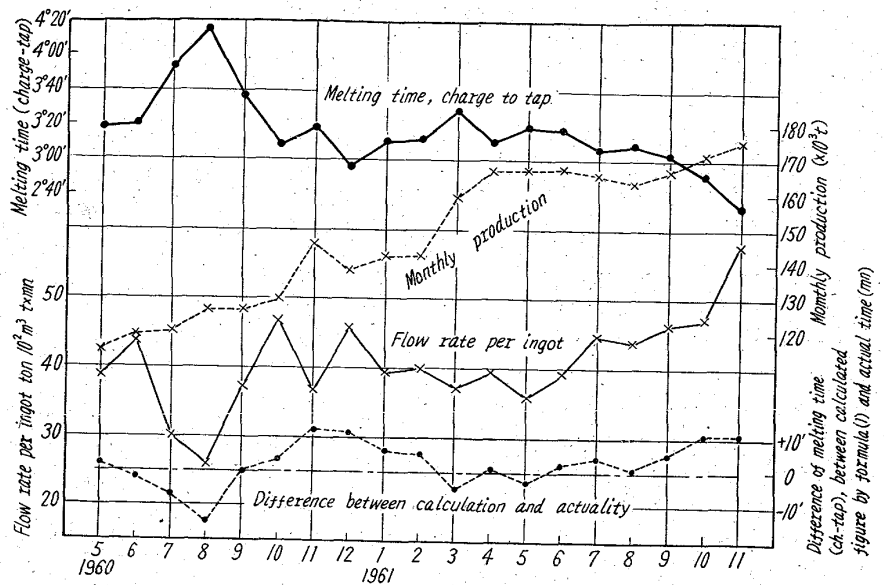


Fig. 1. Progress of monthly production and other data.

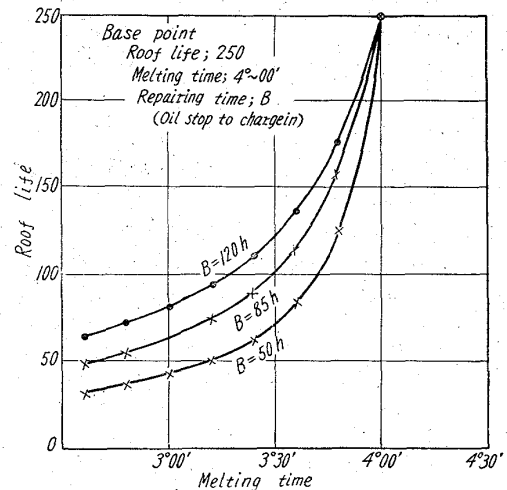


Fig. 2. Equivalence diagram for products (Melting time to roof life).

文 献

- 1) 第 54 回講演会発表: 鉄と鋼, 43 (1957) 9, p. 1035~1037
- 2) 第 61 回講演会発表: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 333~335

169.183.2/8.5/8:
658.562:669.141.241.3

(64) セミキルド鋼の出鋼作業の標準化

日本鋼管川崎製鉄所
北村洋二・長 昭二・○楯 昌久
技術管理部 田 口 喜代美

Standardization of Operations for Tapping Semikilled Steel.

Yōji KITAMURA, Akiji CHŌ,
Masashisa TATE and Kiyomi TAGUCHI.

I. 緒 言

従来平炉作業において、最も主要な目的である取鍋

[C]% の制御には、炉内の諸条件、反応などがきわめて複雑であり、これら諸条件を総合的に定量化した作業標準がなく、専ら炉前作業員の経験と勤によつて行なわれている。

すなわち作業員は精錬末期の脱炭状況、鋼浴温度、鋼滓の流動性、燃料通入量、試料の火花の目親、破面観察などにより、最終的に鋼浴中の [C]% を推定し、取鍋 [C]% の目標値を定めて出鋼作業を行なっている。

しかしながらこのような方法は技術的に一定の作業ではなく、作業員の経験依存度が高いため、この判定には個人差があり、その結果として、出鋼成分の変動が多く、製鋼作業上の一つの問題点である。今回この取鍋 [C]% を制御するためにいろいろの要因を撰定し、これについて統計的手法を用いて検討した結果、取鍋 [C]% に影響を与える要因をつかむことが出来、その検討結果を実際の出鋼作業に応用し良好な結果を得たので、その一例としてセミキルド鋼についての結果を以下に報告する。

II. セミキルド鋼の概要

(1) 化学成分

本報告におけるセミキルド鋼の化学成分はつきに示す通りである。C=0.21~0.27%, Mn=0.30~0.60%, Si=0.05~0.15%, P<0.040%, S<0.050%

(2) 脱酸方法

脱酸剤および合金元素の添加方法は全て取鍋投入法を採用しており、添加合金元素は装入トン当り、Mn=3.5 kg/t, Si=1.0 kg/t, Al は出鋼前の鋼浴中の [O] 量*により投入量をコントロールしている。

(* 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1379 参照)

- (3) 出鋼温度 1575~1590°C
- (4) 鑄込方法 上注法 (1 ヒート 150 t 出鋼)
- (5) 鋼塊の大きさ
鑄型: 614mm φ (Top) × 668mm φ (Bottom) × 2200mm (height)
重量: 6,000 t

III. 要因解析

(1) 特性値

精錬末期の鋼浴中の最終分析 [C]% と取鍋 [C]% との関係を採用した。

(2) 要因

精錬末期の最終分析 [C]% と取鍋 [C]% の関係に影響があると考えられる 19 要因を選定した。その一例

を示すつぎの通りである。すなわち (i) 脱炭勾配, (ii) 炉別, (iii) 天井回数, (iv) 温度カーブ (Table 1 に示すような温度カーブ 4 種類), (v) 出鋼所要時間 (mn), (vi) 最終分析試料採取から出鋼開始までの時間 (mn), (vii) 最終 [C] 分析値, (viii) 燃料通入量, (ix) 一次空気量, (x) 二次空気量などである。

- (3) データの数.....126 ヒート
- (4) データの構造.....(1)式に示す。

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_{1i} + \alpha_2 x_{2i} + \alpha_3 x_{3i} + \dots + \alpha_{19} x_{19i} + \epsilon_i \dots \dots \dots (1)$$

ここで y: 特性値(最終分析 [C]% と取鍋 [C]% との差)

x: 要因, ε: 誤差項, α: 比例係数。

(5) 解析結果

上記の諸要因につき多変量解析の方法を用い電子 I B M 計算機によつて解析を行ない、有意な要因について技術的検討を行なった結果、i) 最終分析 [C]%, ii) 最終分析試料採取より出鋼開始までの時間 (mn), iii) 温度カーブ, iv) 出鋼所要時間, の 4 要因を選定した。この解析結果を Table 1 に示す。この結果データの構造は (2) 式のごとくなる。

$$y = 4.684 - 1.240x_1 + 2.056x_2 + 0.334x_3 + 0.324x_4 + 0.530x_5 \dots \dots \dots (2)$$

また寄与率は Table 1 に見られるごとく、約 50% で推定可能であることが判明した。

IV. 現場作業への応用

最終分析 [C]% と取鍋 [C]% との差の値に影響を与える主要因は解析の結果上述した 4 要因であることが判明したのであるがこれらの 4 要因は、いずれも現場作業上アクションを取り得るものであるか、または推定出来るものである。したがつて (2) 式を現場作業に実用化するに当つて、取扱いを容易にするために図表化を行なった。この計算図表を Fig. 1 に示す。図中の矢印は使用手順の一例を示す。





V. 応用結果

150 t 炉出鋼のセミキルド鋼について、目標取鍋 [C] を 0.24% として出鋼した時の成績を以下に示す。

(1) 取鍋成分 (C, Mn, Si) の変化

取鍋 [C] の分布を計算図表を用いた場合とそれ以前の場合について比較図示すると、Fig. 2 のごとくなる。すなわち出鋼作業に計算図表を応用することにより、

Table 1. Results of multiple regression analysis and temperature curves.

| Characteristics | Factor | Constant | Time for tapping (mn) | Time from sampling to tapping (mn) | Final [C] analysis at refining period (% × 10 ²) | Temperature curves | | | | \bar{y} | V_T | V_E | r |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|--|---|---|--|---|-----------|-------|-------|-------|
| | | | | | | A | B | C | D | | | | |
| | | | | | |  |  |  |  | | | | |
| y_i | \bar{x} α_i t_i | — 4.684 5.743** | 7.60 0.334 2.530* | 5.73 0.324 3.964* | 30.33 0.530 6.361** | 0.048 -0.179 -0.199 | 0.293 -1.240 -1.802 | 0.595 -0.638 -0.969 | 0.063 2.056 2.425* | 6.174 | 9.223 | 4.779 | 0.694 |

\bar{y} : Mean of characteristics value.

V_E : Error variance of characteristics value.

V_T : Total variance of characteristics value.

r Multiple correlation coefficient.

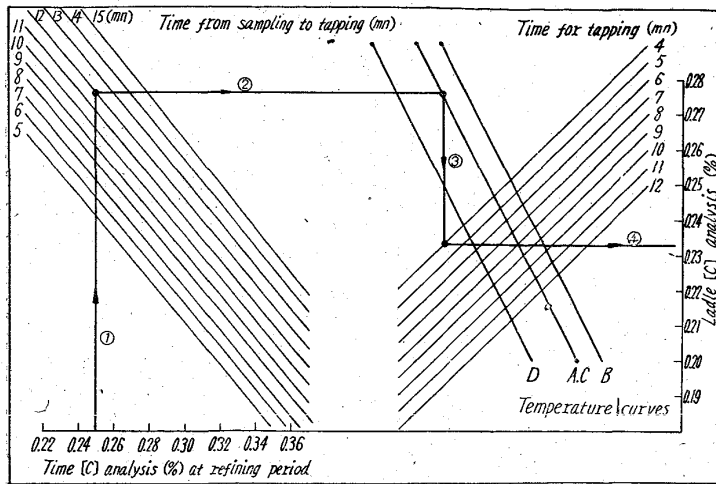


Fig. 1. Nomogram for controlling of ladle carbon content (%).

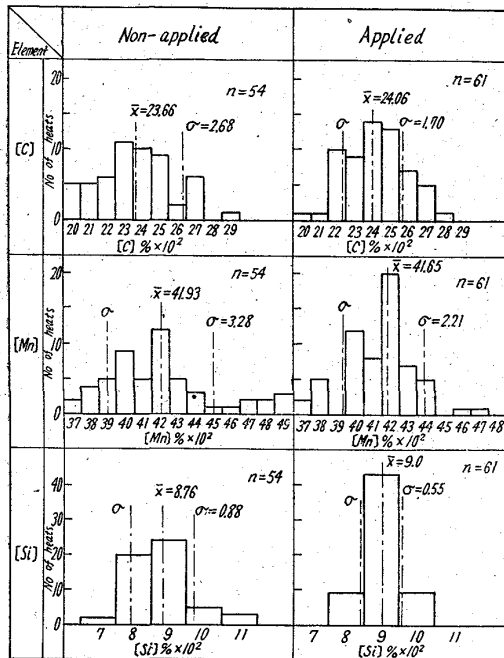


Fig. 2. Comparison of ladle analysis (%).

取鍋 [C]% の適中率は向上し、バラツキが減少して来ることが確かめられた。また目標取鍋 [C]% = 0.24% に対する実績との差から精度を検討すると、当工場における [C]% の管理限界は $\pm 0.03\%$ で、目標 [C] = 0.24% とすれば、取鍋 [C] = $0.24\% \pm 2\sigma = 0.24\% \pm 2 \times 0.017 = 0.27\% \sim 0.21\%$ となり、 2σ の精度で十分使用可能であることが判明した。取鍋 [Mn] および [Si] は全て取鍋投入により添加しているが、出鋼時の溶鋼中の [C]% を計算図表を使用して一定範囲内に入れることにより、取鍋 [C]% の適中率の向上が認められるとともに取鍋 [Mn] および [Si] のバラツキが減少し、特に [Si] については歩留の向上が確かめられた。

(2) 精錬中の昇熱状況と取鍋 [C]%

精錬中の昇熱状況は製鋼作業上重要な作業条件であり温度の上昇状況を4つのグループ (A, B, C, D) に分類して温度カーブ別に取鍋 [C]% におよぼす影響の調

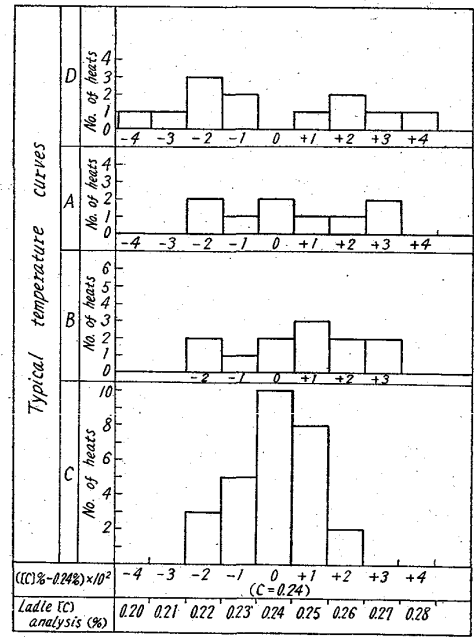


Fig. 3. Effect of temperature curves on ladle carbon content (%).

査を行なった。この結果を Fig. 3 に示す。C型のように直線的に温度が上昇したものが最も取鍋 [C]% の適中率が高く、これに対してA, B, D型のように精錬中の温度上昇の一定しないものは取鍋 [C]% のバラツキも多くなっているのが認められる。

VI. 結 言

セミキルド鋼の取鍋 [C]% に影響をおよぼす平炉作業要因を解析し、解析結果を同鋼種の出鋼作業に応用した結果、

(1) 取鍋成分については、[C]% は目標値に対して適中率が高く、目標取鍋 [C]% は $\pm 0.03\%$ の範囲内に入り、 2σ の精度をもつて、取鍋 [C]% を安定化することが出来る。[Mn] および [Si] も [C]% の安定化に伴って二次的に安定化し、[Si] については歩留も向上することが判明した。

(2) 精錬作業については取鍋 [C]% を安定化させるには、精錬中の温度上昇が一定であることが望ましい。

(3) セミキルド鋼の出鋼作業に計算図表を使用することにより、出鋼作業を技術的に標準化することが可能となった。

(65) 製鋼工場における鋼滓処理について

八幡製鉄所製鋼部

御手洗良博・西村 悦郎

On Handling of Slag in Steelmaking Plants.

Yoshihiro MITARASHI and Etuo NISHIMURA.

I. 緒 言

製鋼工場における鋼滓処理の方法には大別して次の2方式がある。