

の変動によるその時の [O] の変動を (2) 式より推定し、これを Al で置換するという考えのもとに取鍋内の脱酸度調整のための Al 量追加基準 (Table 3) を作った。

この基準作成に当つては、Al の投入量増加による歩留の上昇と、過脱酸になるよりはむしろ造塊での脱酸度調整の余地を残すことを考えて計算値に修正を加えた。

2. 脱酸度調整のための取鍋内追加 Al 基準の検討
セミキルド鋼の Si 歩留と鑄型内の [O] についての調査結果より次のことが判明した。すなわち、

$$Si \text{ 歩留} \% = -0.56 \times \text{差物前} [O] \times 10^4 + 224 \dots (3)$$

$$\text{鑄型内} [O] = -0.148 \times \text{成品} [Si] + 0.026 \dots (4)$$

この結果をもとにして、取鍋内の追加 Al が Si 脱酸後の [O] に対して働くと考えて鑄型内の [O] を計算すると Table 4 の結果を得た。ただし、この場合 Al 量は、 $2 \times (\text{Al 投入量}) = (\text{Si 投入量})$ として Si に換算して算出した。

Table 4 の計算結果よりほぼ同程度の鑄型内 [O] が得られており Table 3 のセミキルド鋼の取鍋内 Al 量追加基準は妥当であつたといえる。

3. Al による脱酸度調整の効果

Fig. 5 に S. 38. 4 の平炉で溶製したセミキルド鋼の溶製概況を示す。Fig. 5 に見られるごとく非常に安定した成績が得られており、Table 4 に示されたように一定した脱酸度を得ていることを裏付けている。

IV. 結 言

平炉において、脱酸度を変動させる要因としては出鋼前の [O] が挙げられるが、この [O] の変動を差物前の [C] と [Mn] によつて把握し、それに応じて取鍋内の投入 Al 量を変化させることにより一定した脱酸度を得ることができた。

文 献

- 1) Basic open hearth steel making (AIME) 1951.

(52) 平炉における溶落 [C] の管理

八幡製鉄所, 製鋼部

山田 清太・坂本 正博・森玉 直徳
○芹野 文男・杉原 祥弘

Control of Melt Down Carbon in Open Hearth Furnace.

Seita YAMADA, Masahiro SAKAMOTO
Naonori MORITAMA, Fumio SERINO
and Yoshihiro SUGIHARA

I. 緒 言

製鋼工場における各工程間の流れを科学的に管理し、工程間の円滑化を計る目的で原料入荷から鋼塊の出荷に到るまでの全工程をモデル化するために次のように分類して考える。

- (i) 原料ヤードの在庫管理
.....平炉における装入待ち時間の最小化
- (ii) 溶銑輸送鍋保有数の決定

-溶銑注入遅延の防止
- (iii) 製鋼時間の要因解析
.....正確な出鋼時刻の予測
- (iv) 造塊と平炉間に介在する諸問題の検討
.....① 最適出鋼計画の立案および出鋼調整
.....② 最適取鍋保有数の決定
- (v) 鑄型に関する諸問題の検討
.....① 最適鑄型保有数の決定
.....② 最適鑄型発注量の決定

以上の中、(i), (ii) および (iv) については、すでに発表されている。残る (iii) の製鋼時間の要因解析の一端として溶解期燃焼基準の設定と溶落 [C] (以下 M. D [C] と称す) の管理について検討を行なつた。

II. 要 因 解 析

1. 特 性 要 因

平炉における製鋼作業において M. D. [C] は大きな指標となつており、精錬作業におよぼす影響は非常に顕著である。ゆえに M. D. [C] に影響をおよぼす要因を解明して、その標準化を計る意図の下に特性要因図を作成した。勿論、M. D. Temp と M. D. [C] をあわせて考えるべきであるが、その第一段階として、M D Temp. を一定 (予備試験の結果、M. D. Temp. は 1500°C とした) と仮定して、M. D. [C] に関する要因を求めた。その要因図を Fig. 1 に示す。

M. D. [C] を特性値とする要因の中、特に影響の大きなものとして、銑鉄比、前装入鉄石量、溶解期酸素量、前溶解時間、後溶解時間を取上げて直線回帰を行なつた。

2. 予 備 試 験

入熱量、酸素吹込量を一定にして C と Temp. の関係を求めた。この C-Temp. 図により昇熱曲線を求め、溶落温度決定の判断資料とした。その結果、第一製鋼工場では鋼浴温度が 1500°C になればいかなる鋼種も完全に溶解していると判断された。したがつて鋼浴温度が 1500°C に達した点をもつて溶落と判断した。またその昇熱曲線を利用して、M. D Temp を 1520°C に補正した M. D. [C] の値を利用して M. D. [C] 管理図を作成した。その算出方法は、

$$MD[C] \text{補正值} = MD[C] \text{実績値} - 0.8(MD \text{温度} - 1520^\circ C) \dots (1)$$

3. 直 線 回 帰 式

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \dots (2)$$

y; M. D. [C] % × 100

a₀; 偏回帰係数

x₁; 銑鉄比 (%)

x₂; 前装入鉄鉱石量 (kg/t)

x₃; 溶解期酸素量 (m³/t)

x₄; 前溶解時間 (min)

x₅; 後溶解時間 (min)

としてデータを解析し、偏回帰係数を求める。

4. 解 析 結 果

38 年 1 月のデータを解析して求めた回帰式を (3) 式に示す。

$$y = 265.93 + 0.65x_1 - 0.94x_2 - 4.93x_3 - 0.34x_4 - 0.27x_5 \dots (3)$$

寄与率は 65.0% と高く推定可能なことを示している。

Table 1. Results of multiple regression analysis.

Characteristics	Factor	Constant	Pigratio	Charged ore	Cutting O ₂	Heating time	Melting time
			(%)	(kg / t)	(m ³ / t)	(min)	(min)
	\bar{x}	—	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
y	\bar{y}	—	78.60	56.84	12.91	74.86	126.05
	ai	179.153	1.715*	-0.785**	-4.361**	-0.296**	-0.282*

Level of significance ** 99% * 95%
 Number of factors 5 Number of data 110

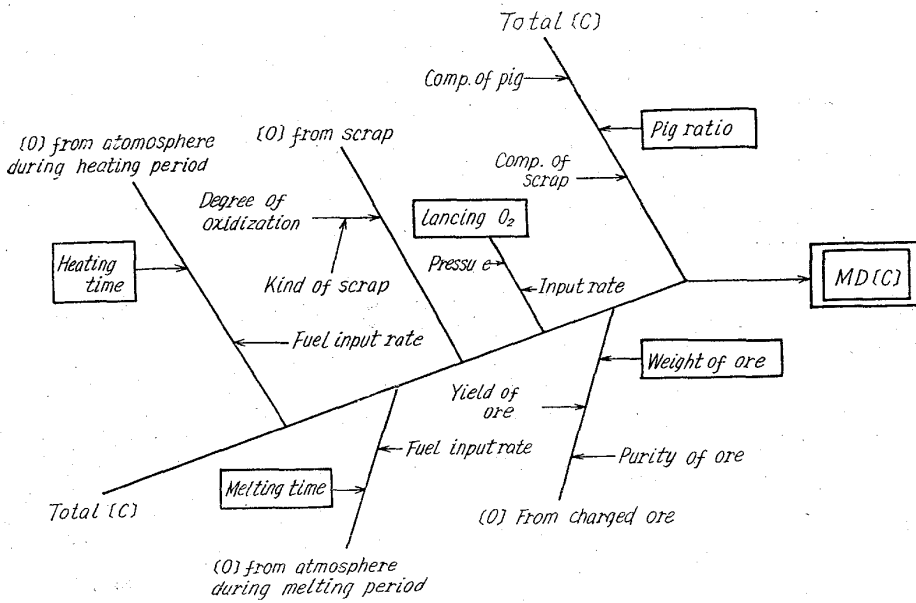


Fig. 1. Tree for meltdown carbon.

III. 現場への適用

1. 配合計算尺
 直線回帰式 (4) において、第 5, 6 項は平均値を代用し、第 3, 4 項は実際作業に適合するようにそれぞれ単位量の変更を行なった。

$$y = 121.45 + 1.72x_1 - 5.2x_2 - 29.1x_3 \dots \dots \dots (5)$$

$$y : \text{M. D. [C] \%} \times 100$$

x_1 : 銑鉄比 (%)

x_2 : 前装入鉄鉱石量 (t/heat)

x_3 : 溶解期酸素量 (10³m³/heat)

(5) 式に基づいて作成した計算尺例を Fig. 2 に示す。

2. 補修時間の延長に伴う鉄鉱石量減について

補修時間の延長は間接的に前溶解時間および後溶解時間に影響をおよぼすので補修時間が 10 分間延長するごとに 1 t/heat 減じた。

3. M. D. [C] 管理図の記入

実際作業において、配合時にアクションのとれない因子、例えば、溶銑の成分や温度などの因子も入ってくるので、管理図を作成し、それを利用してその管理を行なっている。その記入方法は、N. D. [C] 補正値をグラフにより求め、配合計算尺により計算した M. D. [C] 計算値との差 ΔC を管理図に記入する。

$$\Delta C = \text{M. D. [C] 補正値} - \text{M. D. [C] 計算値}$$

4. 配合計算尺による配合

銑鉄比 (%), 溶解期酸素量 (m³/heat) により鉄鉱石装入量 (t/heat) を増減して目標の M. D. [C] を得る。その際、M. D. [C] 管理図により最近の傾向を知り鉄鉱石の増減をあわせて行なう。実際的には、[C] の増減を行なつて適切な M. D. [C] を得るようにする。

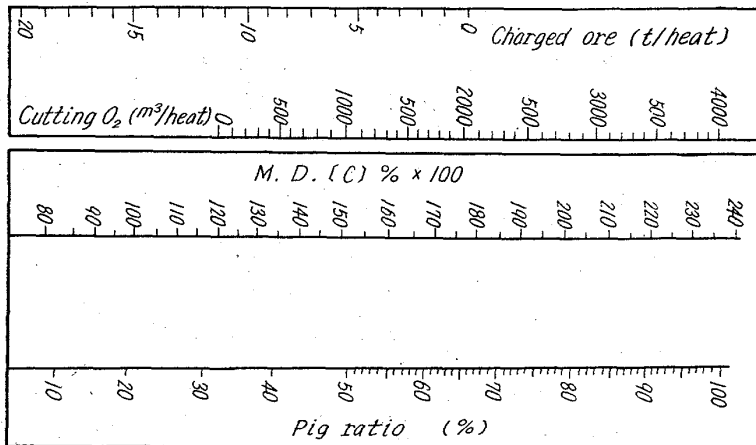


Fig. 2. Nomograph.

バラツキは 25.5 である。なお、原データのバラツキは 42.5 であつた。(3) 式により配合計算尺を作成して現場作業に適用し、再度そのデータ (昭和 38 年 6 月) を解析した結果は Table-1 の通りである。

なおその結果得られた直線回帰式を (4) 式に示す。

$$y = 179.15 + 1.72x_1 - 0.78x_2 - 4.36x_3 - 0.30x_4 - 0.28x_5 \dots \dots \dots (4)$$

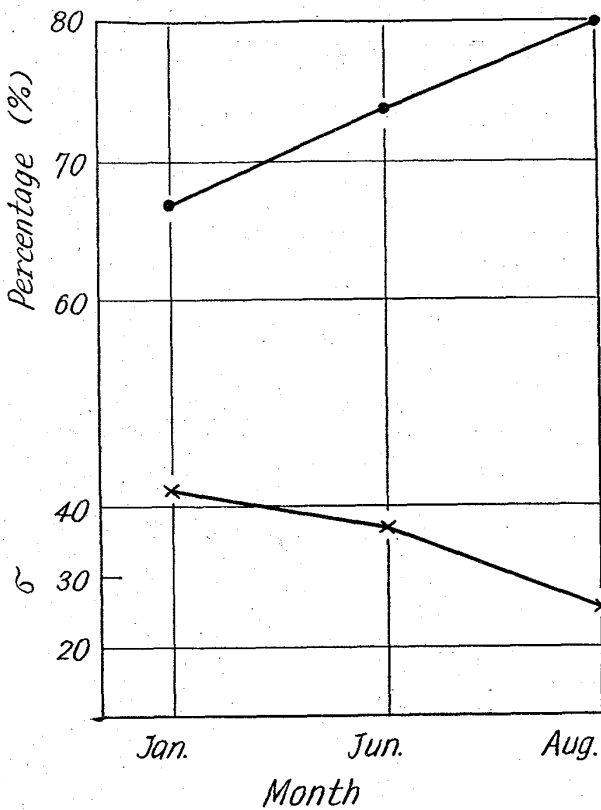


Fig. 3. Change of adoptable percentage of M. D. [C]

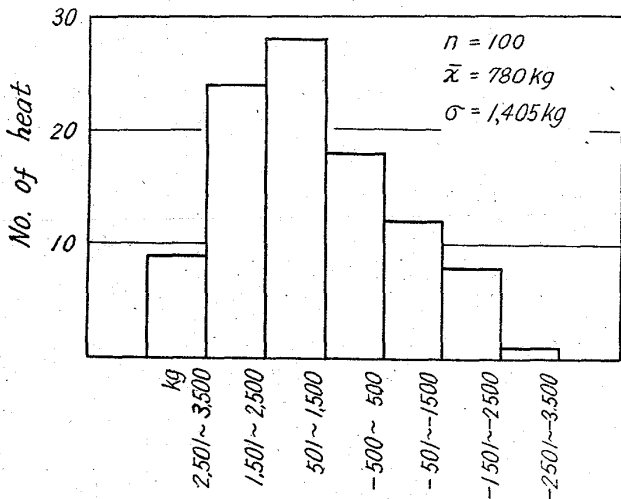


Fig. 4. Distribution of the corrected weight of charged ore.

5. 溶解期燃焼基準の設定

M. D. [C] 管理図によつて前装入鉄石量を増減するとともに溶解期入熱量の適正值を求める意味で入熱量の増減もあわせて行なつた。M. D. [C] の安定後に変更しない方針をとつた。

IV. 結 果

1. MD [C] 適中状況

その推移を Fig. 3 に示す。

修繕初回, その他全てを含むので, 実際にはこれ以上の適中率を考えてよいであろう。試験実施当初 (昭 38 年 5

月) は新しい配合計算尺に不慣れな点と計算値がやや高目に出た関係でやや適中率の低下がみられたが, 以後は良好に推移し, 月ごとに向上している。

2. 鉄鉱石量の増減

配合計算尺を用いて配合を行なう際の M. D. [C] 管理図による前装入鉄鉱石量の増減の結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 にみられるごとく, 配合計算尺はやや硬目配合になつている。

V. 結 言

1) M. D. [C] に影響をおよぼす平炉作業要因を解析した結果, M. D. [C] と鉄鉄比, 前装入鉄鉱石, 溶解期酸素量, 前溶解時間, 後溶解時間との間に寄与率の高い重回帰式が得られた。

2) その回帰式により, 鉄鉄比, 溶解期酸素量, 鉄鉱石量により, 配合計算尺を作成し, 現場作業に適用した結果, M. D. [C] の適中率は非常に高くなり, 操業の安定化に効果があつた。

(53) 平炉鋼の成分適中率向上対策について

日本鋼管, 川崎製鉄所

北村 洋二・○長 昭二
楯 昌久・小柳 弥夫

Some Attempts to improve Out of Specification in Open Hearth Steel.

Yōji KITAMURA, Akiji CHŌ
Masahisa TATE and Yoshio KOYANAGI

I. 結 言

最近合理化推進の一環として, 出鋼溶鋼の成分適中率の向上, 鋼塊品質のレベルアップなど, 鋼塊運用の円滑化に必要な製鋼作業上の基本的問題が取り上げられるにいたつた。当所平炉工場においては, これらの問題に対し一貫して製鋼作業の標準化を押し進めてきた結果, いろいろの改善効果が得られたが, その一例として成分適中率の向上対策として実施してきた事項および効果を以下に報告する。

II. 出鋼鋼種の紹介

当所塩基性 150 t 炉で溶製する鋼種は大別すると継目無し鋼管用管材と形鋼および丸棒鋼用条材ならびに厚板材が主体をなし, 合金鋼を含めてその出鋼鋼種は合計約 150 種に達する。このような出鋼鋼種の構成のもとで鋼塊運用の円滑化を計るためには, とくに出鋼成分の適中率を技術的に向上させる必要がある。

III. 成分適中率向上対策

成分適中率の向上対策として実施してきた事項は,

1. 現場作業員に対する製鋼作業の基礎教育の徹底。
 2. 精錬期のスラグコントロールの実施。
 3. 精錬作業に関する重要管理項目の設定管理。
 4. 脱炭状況の推定方法の確立。
 5. レードル [Mn] の推定方法の確立。
- などであり, これらについて以下に説明する。