

5. 操業方法の改善

炉体寿命ならびに炉体煉瓦原単位の成績向上は、一つ煉瓦積改良にとどまらず操業方法の改善も力を大きくおよぼしたものと考えられる。操業開始以来多くの改善策を実施したが、とりわけ大きく効果を奏したと考えられる事項は次のごとくである。

(1) データ解析の結果、(T. Fe)、塩基度、再吹錬率、吹止温度、炉体止率管理の必要を認め厳重に管理した。

(2) スクラップの上に溶銑を落下させ溶銑の削り、磨耗から装入炉壁を護る原料装入方法を採用した。

(3) 多孔ノズルランスの採用により (T. Fe) が減り、炉体止率が下り、煉瓦の反応層が厚くなった。

6. 結 言

広畑 60 t 転炉では操業開始以来4年を経て、積極的に煉瓦積構造の改良、操業方法の改善を行ない炉体寿命の向上、煉瓦原単位の低減に努めた結果、現在では安定して炉回数400回、原単位 3.5 kg/t の好成绩を維持するに至った。

文 献

- 1) W. F. FORD, F. WHITE: Ref. Jour., (1958), 4, p. 171
- 2) C. S. HEDLEY: Ref. Jour., (1959), 6, p. 194
- 3) 大庭, 杉田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 343
- 4) 本間, 小野田, 滑石: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 183

(60) 転炉におけるマンガンについて

富士製鉄, 室蘭製鉄所

林 清造・小野修二郎・○小林武臣

Influence of Various Factors on [Mn] During LD Process.

Seizō HAYASHI, Shyūjirō ONO and Takeomi KOBAYASHI.

1. 緒 言

溶銑中の Mn が転炉操業におよぼす影響は従来からいろいろと調べられている。室蘭転炉においても操業面、品質面、原価面より Mn 源の添加時期、歩留、吹錬への影響等の検討を進めている。そのうちで日常操業における Mn に関係するデータの解析と鉄マンガン鉱石添加試験の結果とを集約して報告する。

2. 日常操業における諸要因間の関係

日常の操業において吹止 Mn および取鍋投入 Fe-Mn 中の Mn の歩留におよぼすほかの要因の影響を溶銑 Mn の変動にからめて調査した。

高炉の事情により溶銑 Mn が 0.5~1.00% の間を変動した時期があつたので、当工場の主力製品である極軟リムド鋼 (吹止 C 0.12% 以下) を調査対象とした。溶銑 Mn の変動のほかは通常の操業である。

2.1 吹止時における諸関係

Fig. 1 に吹止 Mn におよぼす溶銑 Mn, 吹止 Mn, 吹止鋼中 T. Fe の影響を示す。いずれも高度の相関が認められ従来の結果<sup>1)~3)</sup>と一致する。ただし溶銑 Mn の低い範囲まで直線性が成立せず、溶銑 Mn 0.60% 以

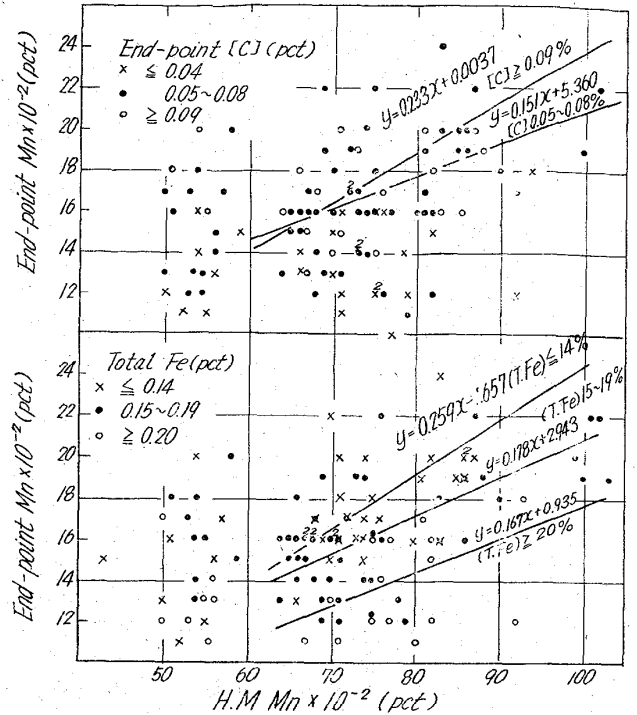


Fig. 1. Effect of hot metal [Mn], end-point [C] and (T. Fe) on end-point [Mn]

上についてのみ回帰式が適用される。吹止 C が低く鋼中 T. Fe が高いほど吹止 Mn も低くなっているが、溶銑の高い範囲でその影響が強くなっている。吹止 C による吹止 Mn の変化は直線的であり吹止 C が高いほど吹止 Mn も高くなっている。吹止温度の影響は本調査では有意差が認められなかったが高温吹止で吹止 Mn が高い傾向にあり従来の実験結果と同一傾向を持つている。吹止 T. Fe と吹止 Mn の間には高度の負相関が認められている。また塩基度の影響については一般に T. Fe との正相関が認められておりその効果があらわれており高塩基度で低 Mn になったものと思われる。これらの結果を Table 1 に示す。

2.2 取鍋へ投入する Fe-Mn は鋼種により若干の差はあるが 200~350kg 前後であり高炭素フェロマンガンを使用している。投入 Fe-Mn 量の Mn 歩留を次式で算出して、

Mn 歩留

$$= \frac{(\text{取鍋 Mn} - \text{吹止 Mn})\% \times \text{製出鋼量 kg}}{\text{投入 Fe-Mn 量 kg} \times \text{Mn 含有率}\%} \times 100$$

Mn 歩留におよぼす各要因の影響をみた。

Fig. 2 に取鍋に投入した Fe-Mn 中の Mn 歩留にお

Table 1. Relation between end-point [Mn] and end-point [C], (T. Fe), basicity and temperature.

	y=end-pt [Mn]	r	N
X: end-pt [C]	y=0.732x+11.835	0.5082*	96
"/ (T. Fe)	y=-0.472x+24.736	0.4978*	96
"/ basicity	y=-1.783x+24.63	0.3451**	96
"/ temp.	y=0.0640x-85.39	0.3522	96

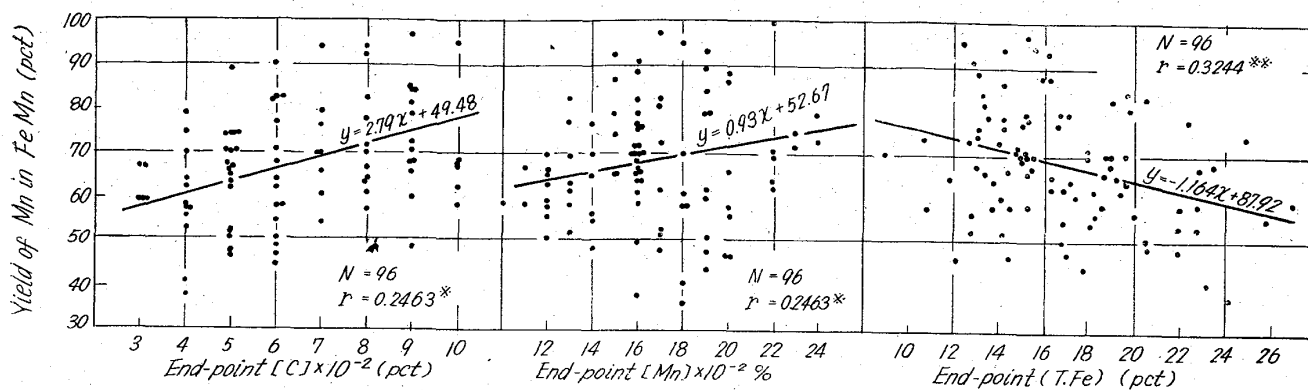


Fig. 2. Effect of end-point [C], [Mn] and (T. Fe) on yield of Mn in Fe-Mn.

Table 2. Composition of iron-manganese ore.

T. Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
16.52	23.62	11.45	1.00	3.95
MgO	Mn	P	S	
0.16	31.06	0.243	0.005	

よぼす吹止 C, 吹止 Mn, 吹止 T. Fe の影響を示した。いずれも高度の相関があり吹き下げた場合鋼中 [O] の増加により Mn の歩留の低下をきたすものと思われる。出鋼温度と Mn の歩留の関係には特に相関が認められない。また出鋼所要時間が長いほど空気酸化と温度低下によつて Mn の歩留が低下することが考えられるが本調査では負相関が見出されなかった。

### 3. 鉄マンガングル石添加試験

Mn 源として鉄マンガングル石を転炉の装入原料に用い操業面、原価面への影響を調査検討した。使用した鉄マンガングル石の組成を Table 2 に示す。

#### 3.1 試験方法

この試験は溶銹 Mn 含有量の異なつた時期に 2 回にわたつて実施した。鉄マンガングル石 1 t/ch, 2 t/ch, 3 t/ch を添加した試験チャージと普通チャージとをできるだけ交互に吹錬を行ない各対の操業条件もなるべく一定になるように配慮した。鋼種は極軟リムド鋼のみを対象とし後吹きしたものは除外した。

#### 3.2 試験結果および検討

各試験法ごとの結果を集約しその平均値を Table 3 に示した。各試験とも吹止 Mn, 添加 Fe-Mn 量に顕著な差があらわれている。製出鋼歩留は鉄マンガングル石の使用によつて低下しているが砂鉄の使用量の減少による装入鉄分の減によるものと考えられる。また吹止 P には一部差異が認められる。そのほかの操業上の問題としては次の諸点があげられる。

(i) 鉄マンガングル石の冷却効果は砂鉄とほぼ同等で砂鉄と同様な冷却材として使用できる。

(ii) スロッピングについても砂鉄と同様な挙動を示し 3 t/ch 程度の使用ならば問題とならない。

鉄マンガングル石を使用した場合グル石中の酸化マンガングルがどの程度まで解離して前装入 Mn の歩留に影響をおよぼすかに関心のもたれるところである。ここで前装入

Mn 歩留とは次式に表わされる意味をもつ。

$$\text{Mn 歩留} = \frac{\text{吹止鋼浴 Mn 含有量 (kg)}}{\text{前装入中の Mn 含有量 (kg)}} \times 100$$

$$= \frac{\text{吹止鋼浴 Mn 含有量}}{\text{H. M 中の Mn 量} + \text{屑鉄中の Mn 量} + \text{鉱石中の Mn 量}} \times 100$$

Fig. 3 からわかるように鉄マンガングル石を多く使用するほど前装入 Mn の歩留が低下しており酸化マンガングル石の解離が進行せず酸化マンガングルのまま鋼滓に残留しているものと考えられる。さらに Fig. 4 から鋼滓と鋼浴のマンガングル分配比の状況がよみとれるが鉄マンガングル石を多く使用した場合には分配比が増大している。以上の事実から鉄マンガングル石を添加したものは確かに吹止 Mn も増加するがグル石添加量を増加するほど酸化マンガングル石の解離が悪くなり溶銹だけの場合にくらべて (MnO)/[Mn] も遥かに大きくなつて平衡からずれたものとなりかならずしも有利でないことが判明した。

添加された鉄マンガングル石の酸化マンガングルがどの程度解離したかを検討するために Table 3 の各試験グループの平均値を一對として、

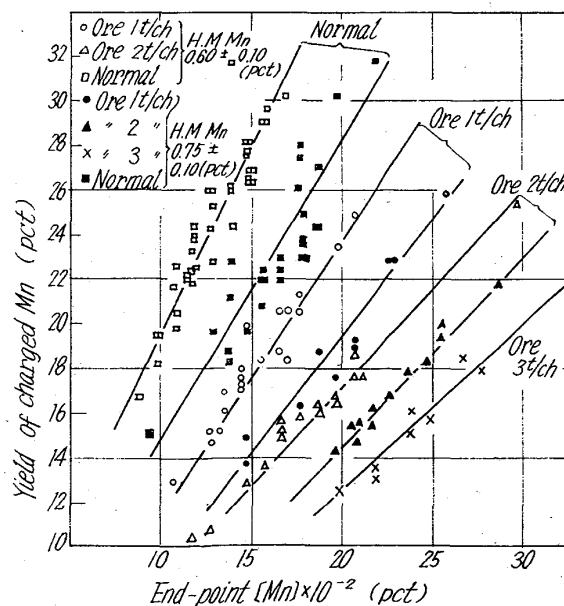


Fig. 3. Relation between yield of charged Mn (Mn in H. M + Mn in Fe-Mn ore) and end-point [Mn].

Table 3. Operational result of iron-manganese ore charge.

	A		B		C		A'		B'	
	ore 1t	normal	ore 2t	normal	ore 3t	normal	ore 1t	normal	ore 2t	normal
Number of heat	9	10	10	9	7	7	16	16	10	14
H. M. Mn	0.742	0.777	0.760	0.770	0.681	0.669	0.535	0.536	0.554	0.552
End-point [C]	0.076	0.054	0.0680	0.0563	0.084	0.0714	0.0625	0.0594	0.0645	0.0586
" [Mn]	0.207	0.163	0.233	0.175	0.234	0.170	0.158	0.134	0.183	0.134
" [P]	0.0087	0.0093	0.0150	0.0116	0.0110	0.0120	0.0119	0.0122	0.0123	0.0116
" [S]	0.0168	0.0203	0.0143	0.0143	0.0130	0.0143	0.0149	0.0162	0.0140	0.0146
Yield of manganese in charge	19.6	21.5	17.1	23.8	16.9	25.8	18.5	25.0	15.23	24.61
Ladle [Mn]	0.30	0.30	0.297	0.310	0.33	0.34	0.295	0.285	0.295	0.300
Fe-Mn consumption (kg)	190	293	114	234	175	305	279	303	245	346.3
Ore consumption (T·ch)	1.00	0	2.00	0	2.75	0	1.00	0	2.00	0
Yield of Mn in Fe-Mn	70.8	69.3	67.1	74.2	67.9	76.7	65.3	66.3	67.72	63.79
Yield of tapping steel	90.3	90.70	90.9	91.1	90.6	92.0	91.3	91.3	89.82	91.34
Pig ratio	81.1	80.7	79.0	78.7	82.0	82.4	81.0	81.1	78.79	78.78
Calculated basicity	3.52	4.77	3.27	3.96	3.94	5.09	3.55	3.93	3.54	4.20
Oxygen consumption N m <sup>3</sup> /t-steel	46.8	46.4	46.2	45.7	48.6	47.1	46.0	45.7	46.30	46.00
Oxygen consumption N m <sup>3</sup> /t-pig							52.0	51.5	52.60	53.11

Ladle Mn 0.25~0.40 (pct).

End-point [C] 0.04~0.10 (pct),

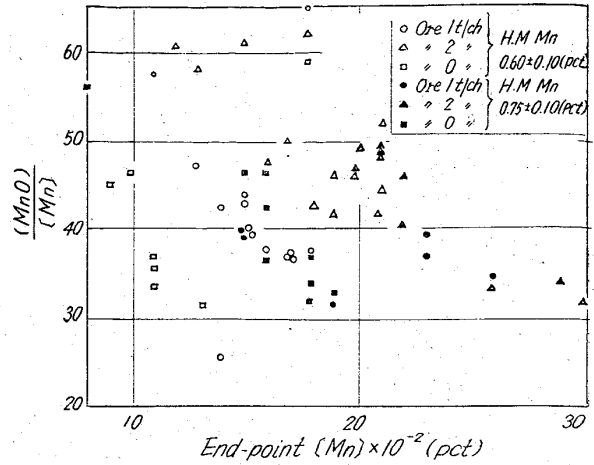


Fig. 4. Relation between end-point [Mn] and (MnO)/[Mn].

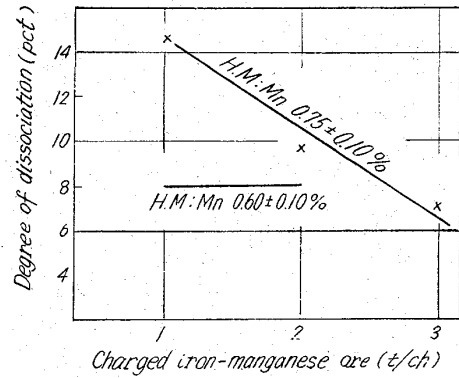


Fig. 5. Relation between quantity of charged iron-manganese ore and degree of dissociation of Mn in ore.

△Mn=試験チャージ吹止Mn-普通チャージ吹止Mnとしこの△Mnが鉄マンガニ鉱石から解離したのとして酸化マンガンの解離率と鉄マンガニ鉱石添加量との関係を Fig. 5 に示す。鉄マンガニ鉱石添加量が多くなるにつれて解離率が悪くなる。ただしいずれの場合も10%前後であり良好とはいえない。

3.3 原価的検討

鉄マンガニ鉱石添加によつて原価におよぼす要因としては次のものがある。

- (i) 砂鉄使用量減
- (ii) 出鋼時の Fe-Mn 使用量減
- (iii) 溶銹 Mn を低下させた場合の溶銹原価減
- (iv) 鉄マンガニ鉱石使用量増
- (v) 鉄マンガニ鉱石中の SiO<sub>2</sub> による生石灰使用量増
- (vi) 砂鉄使用量減による製出鋼歩留減
- (vii) 酸素原単位増による酸素使用量増

以上の要因を Table 3 中の平均値と当転炉工場での原材料単価を用いて計算を行なつた。その結果は、

$$A' < D < D' < A \approx B' < B < C$$

の順序となり通常操業である D, D' 法にくらべて A' 法 (H. M Mn 0.60%, 鉄マンガニ鉱石 1 t/ch) 以外は原価的には効果がない。鉄マンガニ鉱石を添加しても酸化

マンガンの解離が不良でありメリットが生じないものと考えられる。

4. 結 言

溶銑 Mn が 0.5~1.0% の間を変動した時期があつたのでその時期に極軟リムド鋼を対象として吹止 Mn におよぼす諸要因の影響を調査した結果吹止 Mn を高くするためには、

- イ. 溶銑 Mn を高くすること
- ロ. 吹止 C を高くすること
- ハ. 吹止 T. Fe を低くすること
- ニ. 温度をあげること

が有効であることが判明した。

取鍋に投入する Fe-Mn の Mn 歩留については、

- イ. 吹止 C を高くすること
  - ロ. 吹止 Mn を高くすること
  - ハ. 吹止 T. Fe を低くすること
- が歩留の向上に有効であり、

- ニ. 出鋼温度
- ホ. 出鋼所要時間

は特に Fe-Mn の歩留に影響を与えないことが判明した。

鉄マンガン鉱石の使用については、

- イ. 鉄マンガン鉱石は 3 t/ch まで転炉で使用することは可能である。
  - ロ. ただし、その経済性には疑問がある。
- ことがわかった。

文 献

- 1) 板岡, 斎藤, 伊藤: 「日本鋼管技報」, 1962, No. 23, June, p. 1
- 2) 神戸製鋼所: 第 11 回 LD 技術懇談会提出資料, p. 20
- 3) 板岡, 斎藤, 伊藤, 田口: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 144
- 4) J. CHIPMAN, J. GERO, T. B. WINKLER: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 188 (1950), p. 341

(61) 極軟鋼溶製時の転炉における S の挙動について

住友金属, 和歌山製鉄所

荒木泰治・吉田克磨・丸川雄浄

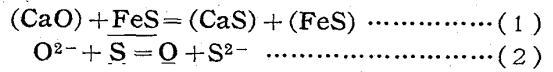
On Sulphur Behavior in an Oxygen Converter in the Refining Process of Mild Steel.

Taiji ARAKI, Katuma YOSHIDA and Katukiyo MARUKAWA.

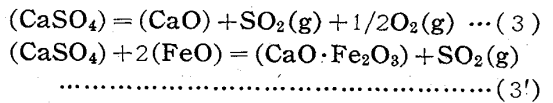
1. 結 言

近年, 深絞り用冷延鋼板などにも極軟リムド鋼が, 多く使用されるようになり, リムド鋼と言えども, 鋼質として, 非常に良質なものが要求されている。その中で加工性に害を与えると考えられる非金属介在物の大きな要因として鋼中 S があり, これを極力低下することが, 非常に重要な問題となる。したがって脱硫機構を十分解明

し, 炉内反応による脱硫を効果的に行なわせるための検討が必要である。製鋼過程における脱硫反応は, 従来からよく知られていることとして, (1) 式または (2) 式の反応がある。



これらの式から脱硫に対して, スラグの塩基度を大にするとともに, スラグまたは鋼浴の酸化度を低くすることが必要であると判断される。しかしながら一方, 平炉のような酸化精錬においては, (FeO) の増大は, むしろ脱硫に効果があるという報告<sup>1)2)</sup>もなされ, 転炉においてもその例が見られている<sup>3)</sup>。このことは, 従来の理論からは説明できないことであるが, 最近 Neuhaus<sup>4)</sup>らは, (3) 式などによつてスラグの酸化ポテンシャルの増大が, 気化脱硫をもたらすものであることを示唆している。



また, Wahlster<sup>5)</sup>も試験転炉や大型転炉のデータを解析し Neuhaus らとは別の観点から (FeO) の脱硫に対する効果を報告している。このように, 製鋼反応の脱硫機構については必ずしも一致した結論を得るに至つてはいない。したがつて, 現在の段階では, S の挙動に影響する要因をさらに正確に求めることが, 重要なことと考えられる。本報告は, 当所 160 t 転炉におけるこれらの点を解明するために数種の実験を行ない, その結果と日常のデータをもとにして, 極軟鋼溶製における S の挙動を検討したものである。

2. 転炉における脱硫経過

炉内反応の機構を知る上には, 精錬過程での組成変化を明らかにすることは重要なことと考えられる。当所の転炉において, 適当な時期に吹錬を中止し, 炉を傾動することによつて分析試料を採取した。同一チャージでの途中止めはただ一回のみとし, 連続する 3 チャージを, すべて同一条件とみなし, 3 チャージを 1 シリーズと考えると 4 シリーズの試験を行なつた。そして, この脱硫経過は Fig. 1 に示す通りである。これらの脱硫経過は, すでに報告されている結果<sup>6)</sup>とほぼ一致し, 脱硫が吹錬

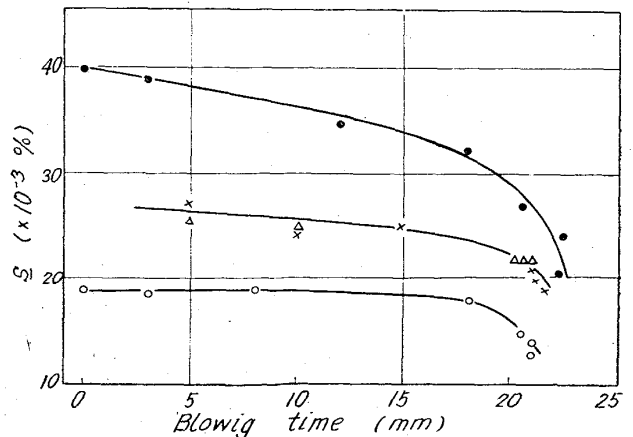


Fig. 1. Sulphur behavior in an oxygen converter.