

ークス比は $386 \cdot 6 \text{ kg/t-p}$ 減少し、約 26% を置換えられた。

(2) ガス化率は約 75% であるが、計算によつて真の値を得ることは困難で、 α と β の中間の値であろう。

(3) CO および H_2 の利用率は大幅に改善され、間接還元率が向上した。この結果、粉炭吹込による熱的利益が得られた。

(4) 粉炭吹込のときの成績には熱補償以外の酸素の効果は含まないものと考えられる。

(5) 粉炭吹込によつて H_2 還元が進行し、ソリュー

ション・ロスの減少によつて、実質的な熱補償が行なわれたとみられる。

(6) 熱量計算によつても、みかけ置換率にごく近い置換率がえられた。

このように粉炭に有利な置換が行なわれた原因は、ソリューション・ロスの減少、出銑量の増加に伴なうガス顕熱および熱損失の減少にある。

粉炭の C は熱補償が十分であれば、コークスの C と等価である。

純酸素転炉における各種酸化鉄系冷却剤について*

本間悦郎**・大久保静夫**・大矢竜夫**・松永 久**

On Iron Oxide Coolants in the LD Process.

Etsurō HONMA, Shizuo ŌKUBO, Tatsuo ŌYA and Hisashi MATSUNAGA

Synopsis:

In the LD process, the operation, using sintered ore, briquet, iron sand, and Marcona pellet as iron-oxide coolants, was investigated about the following items comparing with mill scale operation: slopping conditions, total iron contents in the final slag, dephosphorization and desulphurization during the blowing, the metallic yield, oxygen consumption and the cooling effects.

This article shows the results obtained from the test blowing charged with the above-mentioned coolants.

- 1) These coolants slightly increase slopping.
- 2) The addition of iron sand or pellet increases the total Fe content in slag by about 2% respectively, and improves dephosphorization efficiency.
- 3) The use of briquet reduces desulphurization efficiency.
- 4) The use of sintered ore, iron sand and pellet lowers the metallic yield by 0.4%, 1.1%, and 0.3% respectively.
- 5) Oxygen consumption is the same as in the normal operation.
- 6) The relative cooling coefficients of sintered ore, briquet, iron sand and pellet to scrap are 2.6, 1.8, 2.2 and 2.8 respectively.

Considering the handling troubles, the cost of these coolants and the amounts of domestic supply of mill scale, 10k/t-ingot sintered ore and 10 to 15kg/t-ingot mill scale are now used our LD shop.

(Received 27 Jan. 1964)

I. 緒 言

純酸素転炉において鋼浴の冷却剤としては通常屑鉄、ミルスケール、鉄鉱石、石灰石などが使用されている。ミルスケール、鉄鉱石、石灰石は冷却剤としての使用のほか造滓剤としても使用されている。冷却剤としての屑鉄をどの程度配合するかは主として各転炉工場の原料供給状況に支配されることが多い。

広畑製鉄所の転炉工場においては、月間平均の屑鉄配

率は 23~27% の範囲で月々の原料需給状況で変動している。出鋼目標温度 (1570°C ~ 1600°C : 鋼種、出鋼所要時間によつて異なる) まで鋼浴を冷却するためには上記の屑鉄配合率では不足し冷却用副原料を使用している。その原単位は酸化鉄系冷却剤が 20~25 kg/t-ingot, 石

* 昭和38年10月本会講演大会にて発表
昭和39年2月27日受付

** 富士製鉄株式会社広畑製鉄所

灰石が 5~7kg/t-ingot であり、冷却効果からみれば主として酸化鉄系冷却剤で鋼浴を冷却している。

酸化鉄系冷却剤としては通常使用されているミルスケール、鉄鉱石、のほかに焼結鉱¹⁾、転炉平炉ダスト、団鉱²⁾、砂鉄、ペレット、鉄マンガニ鉱石³⁾⁴⁾、などが考えられる。

本報告ではこれらの酸化鉄系冷却剤のうち焼結鉱、団鉱、砂鉄、ペレットを使用した場合ミルスケールを使用した場合に比べてスロッピング、最終スラグ中の(T.Fe)%、脱リン脱硫状況、製出鋼歩留、酸素原単位などの吹錬状況がどのように変わるか、またこれらの冷却効果はどの程度であるかを調査した結果を報告する。

II. 試験方法

試験に使用した純酸素転炉は公称 60t、鉄皮内径 5m050、高さ 8m500、鉄皮内容積 135m³ である⁵⁾。

試験対象チャージとして極軟リムド鋼 (C≤0.10%, Mn=0.25~0.50%, P, S≤0.030%) を選んだ。炉切替後あるいは炉休止後の数チャージは炉が冷えているためスロッピング、スラグ中の (T.Fe)%, 脱リン脱硫状況、製出鋼歩留、酸素原単位などの吹錬状況が連続吹錬中と異なるので試験はこの期間をさけ連続吹錬中に行つた。

試験チャージのうち再吹錬を行つたものは製出鋼歩留が低くなるので、データ整理の際に除いた。

純酸素転炉の操業では炉回数、あるいはランス履歴⁶⁾が変わると吹錬状況が変わってくるのでこの影響を少なくし、ミルスケール使用比較チャージと他の酸化鉄系冷却剤使用試験チャージとの比較を容易にするために、ミルスケール使用チャージと酸化鉄系冷却剤使用チャージとを交互に吹錬した。各試験チャージおよびその時の比較チャージの吹錬条件は通常作業通りであり、Table 1 に吹錬条件を要約して示す。スラグ塩基度⁷⁾⁸⁾、螢石使用量⁹⁾が変化すると吹錬状況がかなり変化するので、試験期間中、スラグ塩基度、螢石使用量はできるだけ同一にした。しかし現場実験のため溶銑成分の変動は止むを得ないので、スラグ量はかなり変動している。副原料の投入時期は次のようである。焼石灰は必要量の 2/3 を前装入 1/3 を吹錬開始後 8min に投入、酸化鉄系冷却剤は 1500kg まで前投入し残りを 10~15min に少量ずつ投入 (団鉱は全量前装入) 石灰石は 10~15min に少量ずつ投入する。

試験に使用したミルスケール、焼結鉱、団鉱、砂鉄、ペレットの化学成分、粒度を Table 2 に示す。

また試験に使用した溶銑の成分、温度の範囲を Table

Table 1. Operational conditions in test heats.

	Number of heats	Charge (t)	Hot metal ratio (%)	Pig iron ratio (%)	Oxygen pressure (kg/cm ²)	Oxygen flow rate (Nm ³ /hr)	Lance height (mm)	Lime
I Heats with sintered ore	112	79~95	75	78	6.3	10.000	1,300	Quantity for V=3.5
	100	//	//	//	//	//	//	
II Heats with briquet	20	//	78	83	//	//	//	//
	32	//	//	//	//	//	//	//
III Heats with iron sand	10	//	78	80	//	//	//	//
	10	//	//	//	//	//	//	//
IV Heats with pellet ore	21	85~100	73	76	8.3	12.000	1,000	//
	23	//	//	//	//	//	//	//

	Lime stone (kg/ch)	Spar (kg/ch)	Mill scale (kg/ch)	Sintered ore (kg/ch)	Briquet (kg/ch)	Iron sand (kg/ch)	Pellet ore (kg/ch)
I Heats with sintered ore	300~500	100~150	0	800~2500	—	—	—
	//	//	800~2500	0	—	—	—
II Heats with briquet	//	//	700~1700	—	500	—	—
	//	//	1000~2000	—	0	—	—
III Heats with iron sand	//	//	0	—	—	1800~3300	—
	//	//	1800~3000	—	—	0	—
IV Heats with pellet ore	//	//	0	—	—	—	1200~2200
	//	//	1200~2300	—	—	—	0

Table 2. Chemical compositions and grain sizes of iron oxide coolants.

	T.Fe	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Cu
Mill scale	75	35	63	2.4	—	—	—	0.09
Sintered ore	57	70	11	6.5	7.5	2.5	—	0.10
Briquet	57	81	0.5	2.7	2.6	0.5	—	0.04
Iron sand	60	60	23	3.0	—	—	10.0	0.01
Pellet ore (Marcona)	68	96	1	1.7	0.2	0.5	0.2	0.02

	P	S	As	Zn	Moisture	O ₂ Nm ³ /t	Grain size
Mill scale	0.048	0.060	—	—	0.5	171	—
Sintered ore	0.050	0.045	—	—	—	164	1~5 mm
Briquet	—	0.254	0.02	2.0	8.4	178	30~40
Iron sand	0.029	0.040	—	—	0.5	162	< 1
Pellet ore (Marcona)	0.07	0.013	—	—	0.05	208	6~20

Table 3. Chemical composition and temperature of hot metal.

C	Si	Mn	P	S	Temperature
4.10~4.50	0.45~0.80	0.75~1.00	0.130~0.200	0.020~0.040	1270~1320°C

3に示す。

III. 試験結果ならびに考察

(1) スロッピング

純酸素転炉の操業において炉口からスラグ溶鋼の噴出する現象、スロッピングは稼働率、製出鋼歩留ににおよぼす影響が大きく、その大小は転炉操業者にとって関心が深い。

スロッピングの程度の定量化は非常にむづかしいのでここでは観察員の目による判断で「無し」を0、炉口から一様に噴出するものを3としその間を4段階に分け、

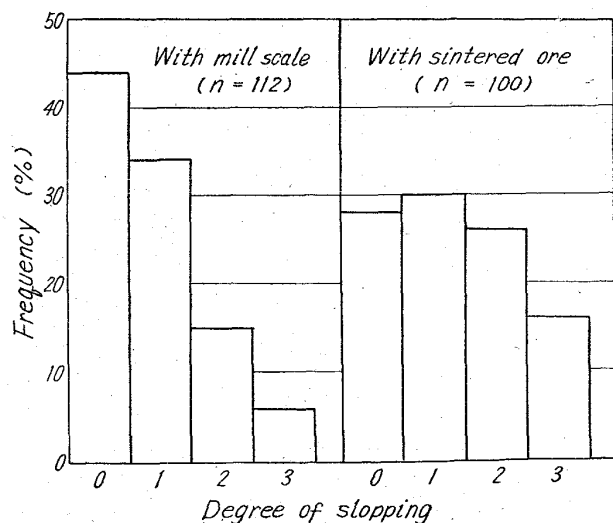


Fig. 1. Degree of slopping in heats with mill scale (left) and with sintered ore (right).

各グレードの頻度分布で示した。焼結鉱使用試験チャージ、団鉱使用試験チャージ、砂鉄使用試験チャージ、ペレット使用試験チャージのスロッピング程度の分布をそれぞれ Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 に示す。

これらから見られるように、焼結鉱使用チャージ、団鉱使用チャージ、砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージはいずれもミルスケール使用チャージよりもスロッピングが増大している。

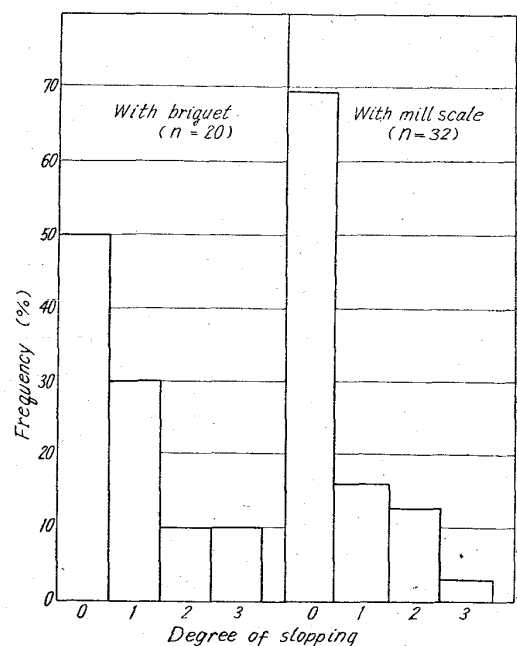


Fig. 2. Degree of slopping in heats with briquet (left) and with mill scale (right).

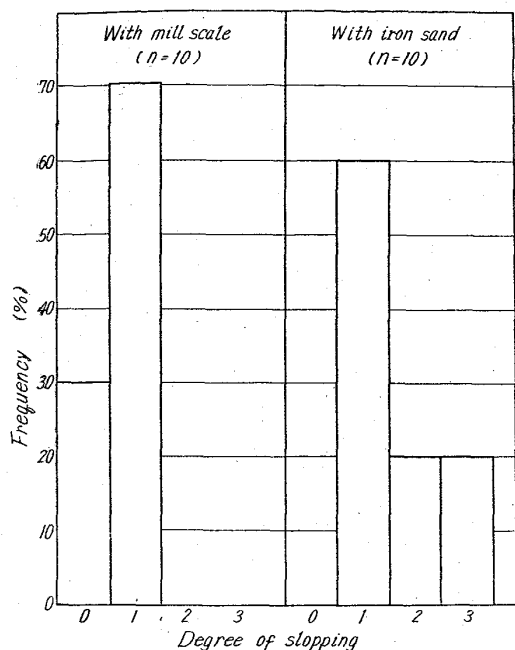


Fig. 3. Degree of slopping in heats with mill scale (left) and with iron sand (right).

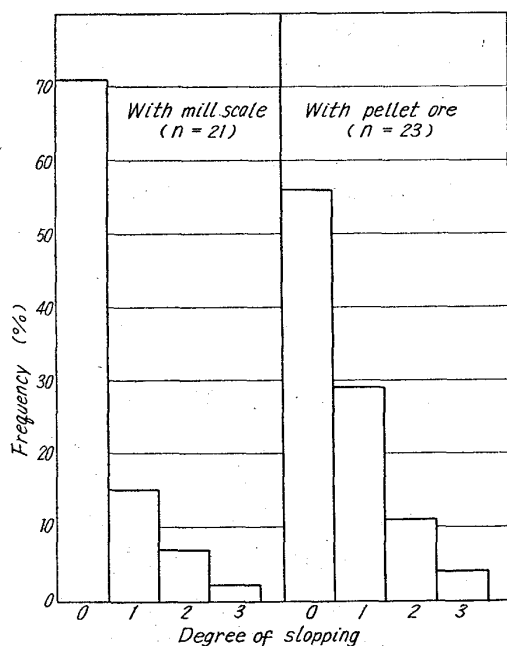


Fig. 4. Degree of slopping in heats with mill scale (left) and with pellet ore (right)

純酸素転炉におけるスロッピングの機構についてはまだ明確な定説はないが、酸素噴流による機械的な溶鋼スラグの噴出⁹⁾あるいは不均一な脱炭反応の進行により突沸的なCOガス発生が起りそのためスラグ溶鋼が噴出する¹⁰⁾といわれている。またこの時のスラグの性状すなわち、流動性、表面張力、foaming性も関係する。スラグ中の(T.Fe)%が高いかまたは螢石を大量に使用してスラグの流動性がよい場合にはfoamingしやすく¹¹⁾、

経験的にスロッピングが大きい。砂鉄使用試験チャージでは(2)で述べるように、最終スラグ中の(T.Fe)%がミルスケール使用チャージより高くなつており、スラグの流動性がよくfoamingしやすいために、ミルスケール使用チャージよりもスロッピングが増大したものと考えられる。焼結鉱使用チャージ、団鉱使用チャージでは(2)で述べるようにスラグ中の(T.Fe)%はミルスケール使用チャージの場合とほとんど変わらないがTable 2で示したように焼結鉱、団鉱、ペレットの粒度はミルスケールのそれよりも大きく、また、鉄の酸化度もミルスケールのそれよりも大きくそのために、滓化がミルスケールの場合よりもスムーズに進行せず突沸的なCOガス発生を惹起しスロッピングが大きくなつたものと考えられる。なおペレット使用チャージでは(2)で述べるように最終スラグ中の(T.Fe)%が高く、スラグの流動性がよくfoamingしやすいことが加重されている。

(2) スラグ中(T.Fe)%

スラグ中の(T.Fe)%は転炉における脱リン⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾脱硫、スロッピング、耐火物原単位¹⁵⁾、取鍋添加剤歩留、製出鋼歩留に関係するので転炉の操業者にとって関心が深い。焼結鉱使用チャージ、ペレット使用チャージの最終スラグ中の(T.Fe)%と吹止[C]との関係をそれぞれFig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8に示す。それぞれのグラフには比較チャージ(ミルスケール使用チャージ)のデータもプロットしてある。

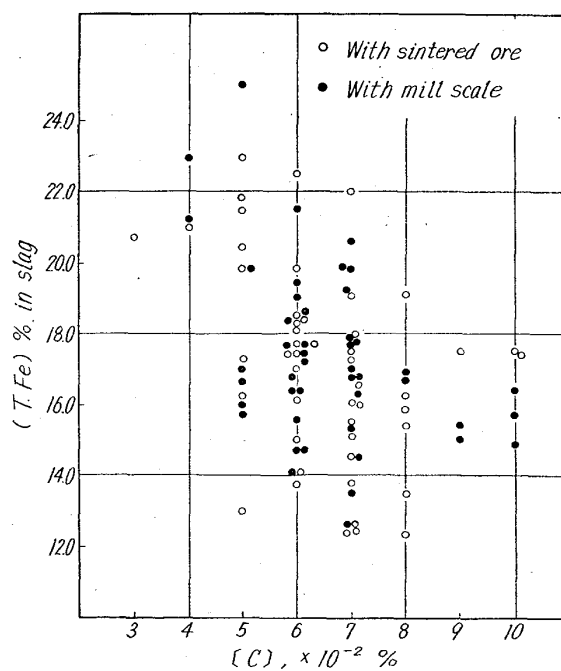


Fig. 5. Relationship between total iron content in slag and [C] in heats with sintered ore and with mill scale.

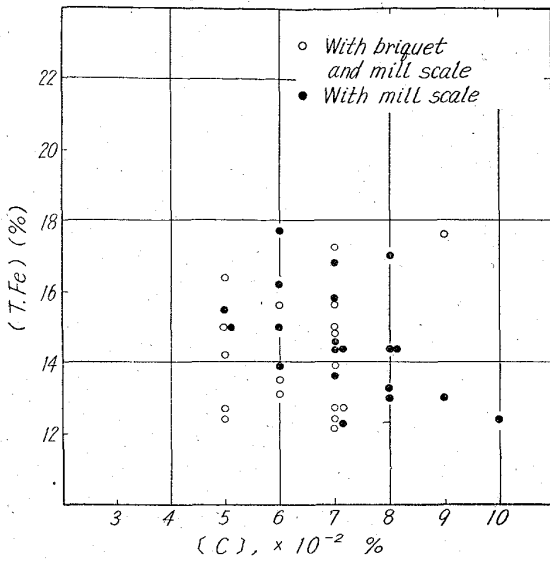


Fig. 6. Relationship between total iron content in slag and [C] in heats with briquet and with mill scale.

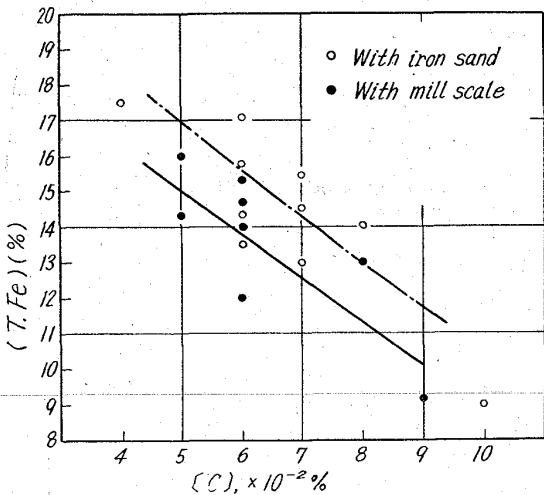


Fig. 7. Relationship between total iron content in slag and [C] in heats with mill scale and with iron sand.

これらを見ると、焼結鉱使用チャージ、団鉱使用チャージではミルスケール使用チャージと比べて最終スラグ中の (T.Fe) % には差が認められない。砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージでは最終スラグ中の (T.Fe) % が同一吹止 [C] に対しそれぞれ約 2% 高い。

砂鉄使用チャージでは、砂鉄からくる TiO_2 がスラグ中に約 3% 含まれているので、スラグの流動性がよくなり¹⁶⁾、そのため foaming しやすくなり溶鋼相からのガス発生を抑制し [O] が大きくなつたためと考えられる¹⁷⁾。

ペレット使用チャージではペレット中の鉄の酸化度がミルスケールのそれよりも大きく、粒度も大きい (Table

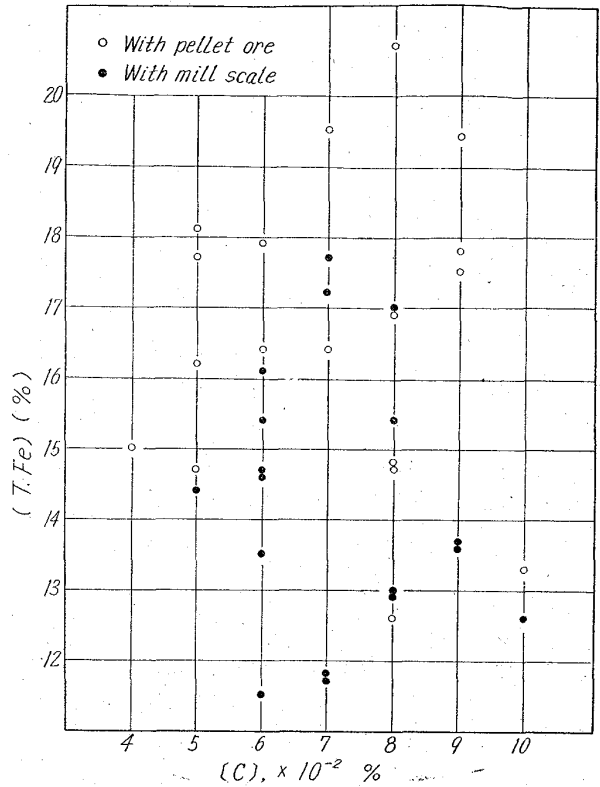


Fig. 8. Relationship between total iron content in slag and [C] in heats with mill scale and with pellet ore.

2) ので還元される速度がミルスケールの場合より遅くなり、スラグ中の (T.Fe) % が高目に移行すると考えられる。

(3) 脱リン脱硫状況

純酸素転炉における脱リン、脱硫に影響する要因としては、吹錬条件 (ランス高さ、酸素圧力) 吹止 [C]、スラグ中 (T.Fe) %、スラグ塩基度、螢石使用量、スラグ量、溶銑配合率などがある。7~10)12)~14)本試験では吹錬条件、スラグ塩基度、螢石使用量、溶銑配合率は同一水準に保つたが現場実験であるため吹止 [C]、スラグ中 (T.Fe) %、スラグ量は変動している。

焼結鉱使用チャージ、団鉱使用チャージ、砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージの吹止 [P]、[S] とミルスケール使用チャージのそれとの比較を Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12 に示す。これらから見られるように、焼結鉱使用チャージではミルスケール使用チャージと比べて、吹止 [P]、[S] とともに有意差はない。これは (2) で述べたようにスラグ中の (T.Fe) % はほとんど変わらず、また、焼結鉱中の P, S 含有量は Table 1 で述べたようにミルスケールのそれとほとんど変わらないからである。団鉱使用チャージでは吹止 [P] はほとんど変わらないが、吹止 [S] は約 2×10^{-3} % ミルスケール使用

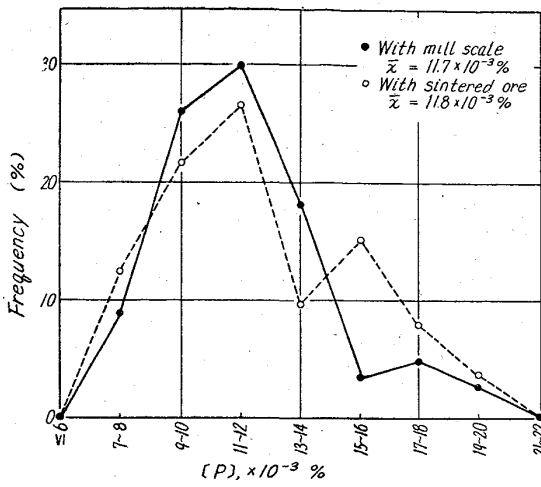


Fig. 9 a. Frequency curve of final phosphorus content in heats with sintered ore and with mill scale.

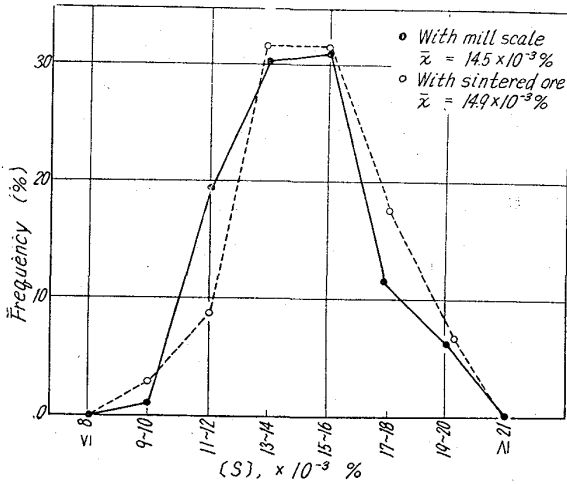


Fig. 9 b. Frequency curve of final sulphur content in heats with sintered ore and with mill scale.

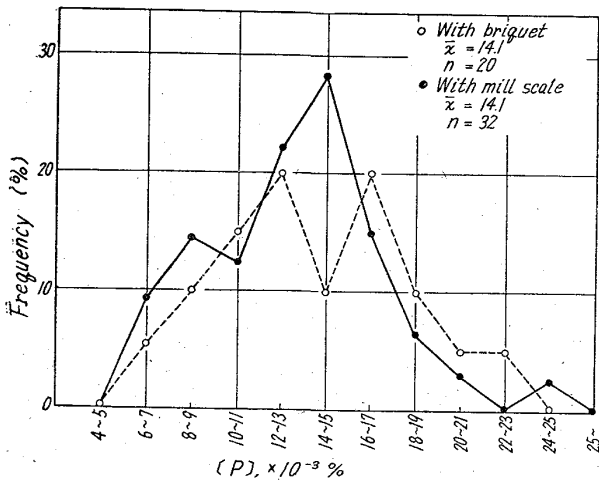


Fig. 10 a. Frequency curve of final phosphorus content in heats with briquet and with mill scale.

チャージより高い。これは [P] については焼結鉄使用チャージの場合と同様の理由であるが [S] については Table 2 に示したように団鉄中の S 含有量がミルスケールのそれより高いため、input S の増加と大体見合

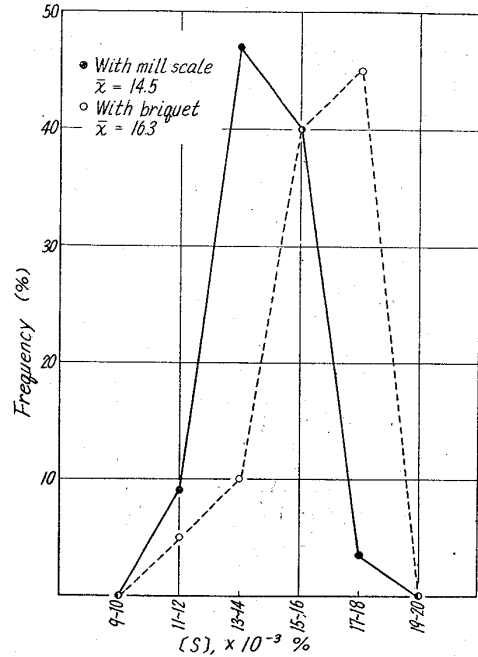


Fig. 10 b. Frequency curve of sulphur content of steel with briquet and with mill scale.

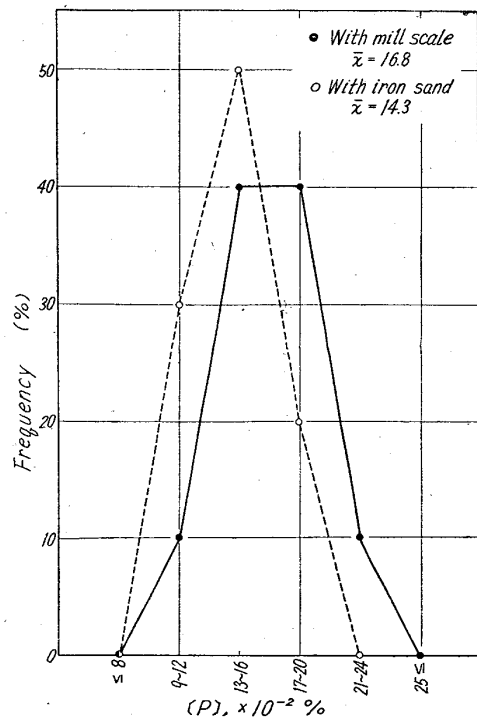


Fig. 11 a. Frequency curve of phosphorus content of steel with iron sand and with mill scale.

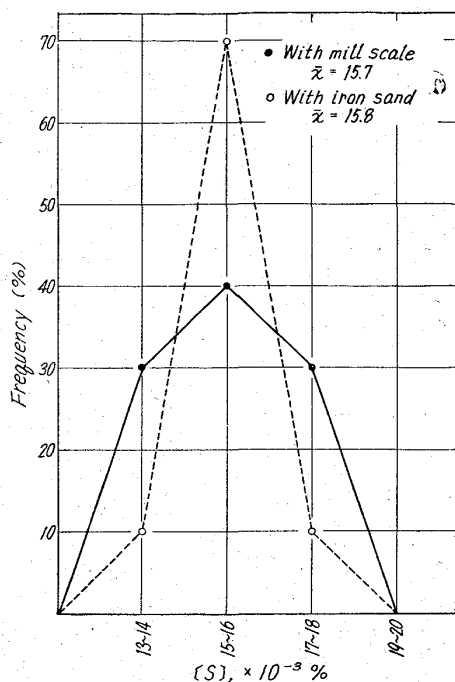


Fig. 11 b. Frequency curve of final sulphur content in heats with iron sand and with mill scale.

う値である。砂鉄使用チャージでは吹止 [P] は平均値で 2.5×10^{-3} % ミルスケール使用チャージより低くなっているが吹止 [S] は変わらない。これは [P] については (2) で述べたように、スラグ中の (T.Fe) % がミルスケール使用チャージより高くなっているためである。[S] については、焼結鉱の場合と同様な理由である。ペレット使用チャージでは吹止 [P] は平均値で約 1×10^{-3} % ミルスケール使用チャージより低くなっているが吹止 [S] はほとんど変わらない。これは砂鉄使用チャージの場合と同様な理由によるものである。

(4) 製出鋼歩留

製出鋼歩留は主原料原単位に直接関係し、鋼塊原価におよぼす影響が大きいので、転炉の操業者にとって関心深い問題である。転炉における製出鋼歩留 (= 製出鋼量 / 溶鉄量 + スクラップ量) に影響する要因としては、鉄鉄配合率、溶鉄 [Si]、酸化鉄系冷却剤原単位、炉令、スロッピングなどが考えられる⁸⁾¹⁰⁾。酸化鉄系冷却剤の種類によつて (1) で述べたようにスロッピングの大小が変わり、また、原単位が変わるので当然製出鋼歩留も変わってくる。

Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16 にそれぞれ焼結鉱使用チャージ、団鉱使用チャージ、ペレット使用チャージの製出鋼歩留の頻度分布を示す。

これらを見ると団鉱使用チャージでは、ミルスケール使用チャージと比べて製出鋼歩留に差が認められない

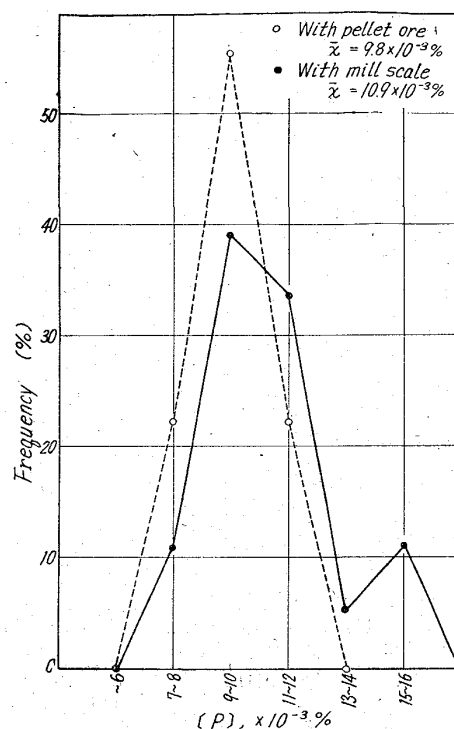


Fig. 12 a. Frequency curve of final phosphorus content in heats with pellet ore and with mill scale.

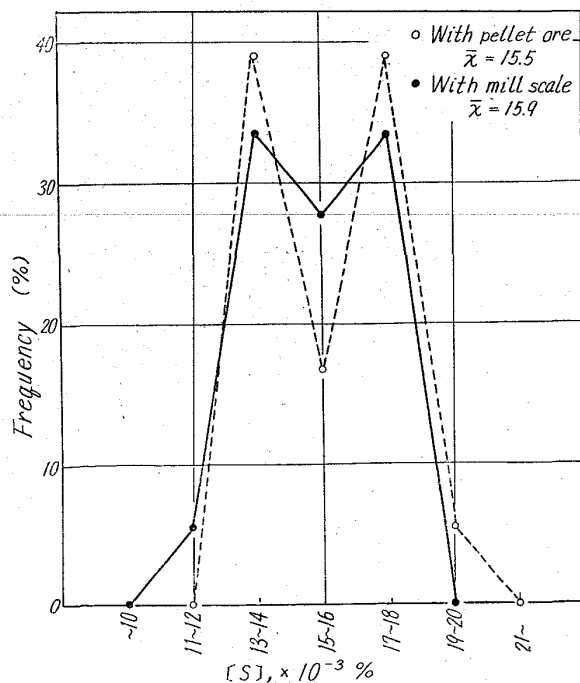


Fig. 12 b. Frequency curve of final sulphur content in heats with pellet ore and with mill scale.

が、焼結鉱使用チャージ、砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージでは平均値でそれぞれ 0.4%, 1.1%, 0.3% 製出鋼歩留が低くなっている。

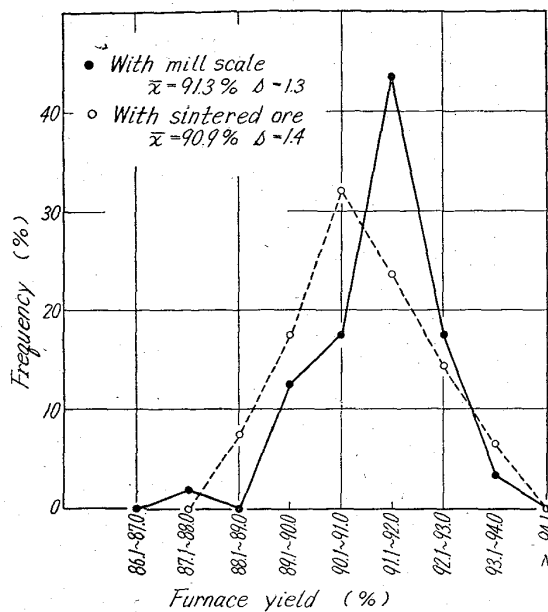


Fig. 13. Frequency curve of furnace yield in heats with mill scale and with sintered ore.

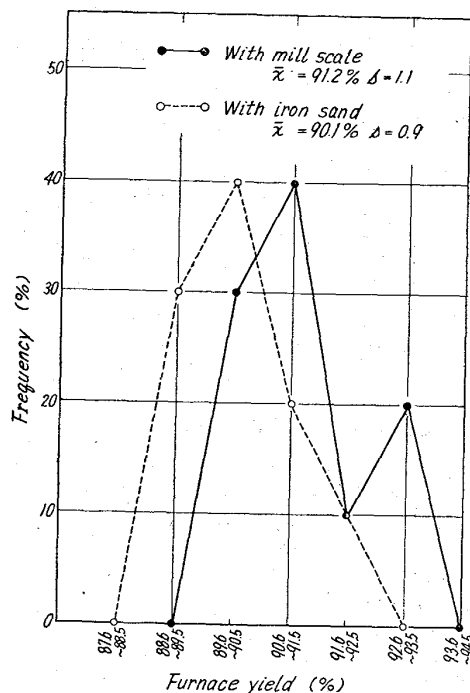


Fig. 15. Frequency curve of furnace yield in heats with mill scale and with iron sand.

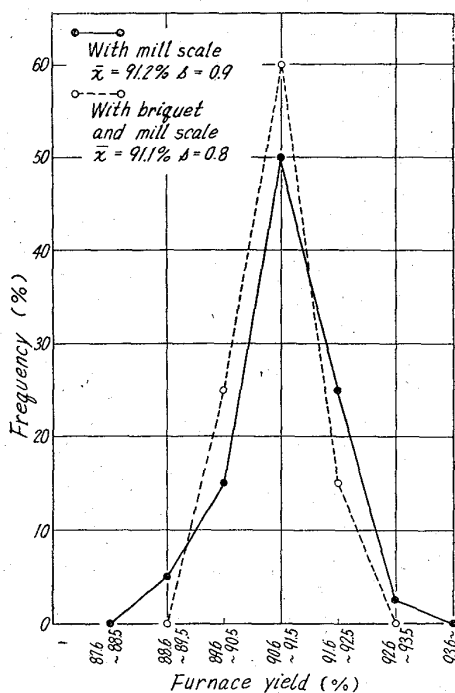


Fig. 14. Frequency curve of furnace yield in heats with mill scale and with briquet.

焼結鉄使用チャージ、砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージで、酸化鉄系冷却剤から炉内に入る鉄分と比較チャージでミルスケールから入る鉄分の差を製出鋼歩留に換算すると、平均値でそれぞれ 0.3%, 0.1%, 0.3% の製鋼歩留低下となる。この他に、スロッピングの増大による歩留低下が加算されて、上記歩留低下となつたと考えられる。

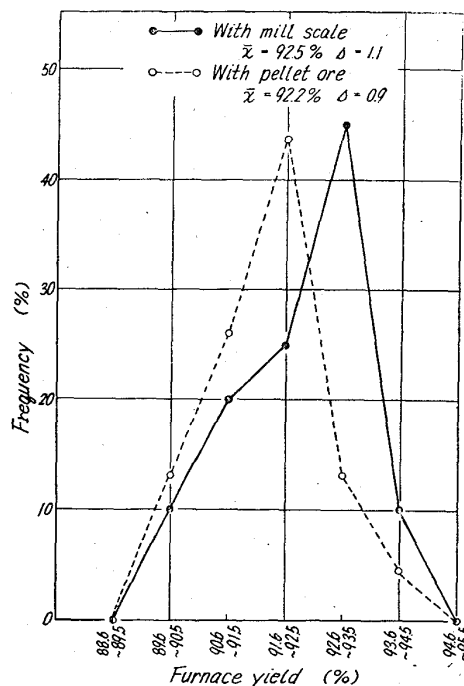


Fig. 16. Frequency curve of furnace yield in heats with mill scale and with pellet ore.

(5) 酸素原単位

焼結鉄使用チャージ、団鉄使用チャージ、砂鉄使用チャージ、ペレット使用チャージでの酸素（気体酸素）原単位の平均値を Table 4 に示す。

これから見られるように、いずれもミルスケール使用

Table 4. Mean value and standard deviation of oxygen consumption.

	Mean oxygen consumption (Nm ³ /t-pig)	Standard deviation	n
I Heats with sintered ore Heats with mill scale	51.8	1.4	112
	51.7	1.7	100
II Heats with briquet Heats with mill scale	50.7	1.5	20
	50.7	1.3	32
III Heats with iron sand Heats with mill scale	50.6	0.8	10
	50.6	1.1	10
IV Heats with pellet ore Heats with mill scale	54.9	1.1	21
	55.0	1.2	23

Table 5. Relative cooling effects of iron oxide coolants. (Scrap : 1)

	Relative cooling effect
Mill scale	2.6
Sintered ore	2.6
Briquet	1.8
Iron sand	2.2
Pellet ore	2.8

チャージの酸素原単位と有意差は認められなかつた。酸化鉄系冷却剤によつて系内に入る酸素量は異なるが、酸素原単位に影響する要因が多く、その差が検出できなかつたと考えられる。

(6) 冷却効果

各酸化鉄系冷却剤使用試験において、隣りあつた試験チャージと比較ミルスケール使用チャージとでは換算屑鉄配合率 ($S_c\%$)^{*}が等しいと仮定して、各酸化鉄系冷却剤の冷却係数 (屑鉄のそれを 1, ミルスケールのそれを 2.6 とする) の平均値を求めた結果を Table 5 に示す。

$$*) S_c\% = (W_{sc} + 0.6W_{cp} + 2.6W_m + 1.5W_{CaCO_3} + \alpha_i W_x) / (W_{H.M.} + W_{cp} + W_{sc}) \times 100 \\ + 0.133(60 - [Si]_{H.M.}) + 0.06(1300 - T_{H.M.}) \\ + 0.05(T - 1580) + 0.3([C] - 7)$$

$W_{H.M.}$: 溶銑重量 (kg)

$W_{C.P.}$: 冷銑重量 (kg)

W_{sc} : 屑鉄重量 (kg)

W_m : ミルスケール重量 (kg)

W_{CaCO_3} : 石灰石重量 (kg)

$[Si]_{H.M.}$: 溶銑中 Si 含有量 ($\times 10^{-2}\%$)

$T_{H.M.}$: 溶銑温度 ($^{\circ}C$)

$[C]$: 吹止 C 含有量 ($\times 10^{-2}\%$)

($[C] = 5 \sim 10$)

W_i : 各酸化鉄系冷却剤重量 (kg)

α_i : 各酸化鉄系冷却剤の冷却係数

IV. 結 言

純酸素転炉における酸化鉄系冷却剤として焼結鉱、団鉱、砂鉄、ペレットを使用して実際吹錬を行い、ミルスケール使用チャージと比べてスロッピング、最終スラグ中の (T.Fe)%, 脱リン脱硫状況、製出鋼歩留、酸素原単位がどのように変わるか、およびこれらの冷却効果を調査した。

その結果ミルスケールを使用する場合と比べると、

- (1) スロッピングはいずれの場合も大きくなる。
- (2) 最終スラグ中の (T.Fe)% は同一吹止 [C] に対して砂鉄、ペレットを使用する場合には平均値でそれぞれ 2% 高くなるが焼結鉱、団鉱を使用する場合には変わらない。
- (3) 脱リン脱硫状況については団鉱を使用した場合に吹止 [S] が 0.002% 高くなり、砂鉄、ペレットを使用した場合には吹止 [P] がそれぞれ 0.0025, 0.001% 低くなるほかは変わらない。
- (4) 製出鋼歩留については団鉱を使用した場合には変わらないが焼結鉱、砂鉄、ペレットを使用した場合にはそれぞれ 0.4%, 1.1%, 0.3% 低下する。
- (5) 酸素原単位については差が認められなかつた。
- (6) 焼結鉱、団鉱、砂鉄、ペレットの冷却効果は屑鉄を 1, ミルスケールのそれを 2.6 とした場合それぞれ 2.6, 1.8, 2.2, 2.8 であつた。

これらの調査結果およびハンドリング上の問題、所内発生スケールの需給状況、ミルスケールとの単価差を勘案した結果、現在広畑製鉄所の純酸素転炉工場では酸化鉄系冷却剤として焼結鉱を 10 kg/t-ingot, ミルスケールを 10~15 kg/t-ingot 使用して吹錬作業を行っている。

文 献

- 1) 神戸製鋼: 第11回 LD 技術懇談会資料, 昭38. 3.
- 2) С. И. Дифшиц: Производство Стали в

- Конвертерах, (1960), p. 169 [Металлургия-злат].
- 3) С.И. Аифшиц: *ibid.*, p. 161
- 4) 神戸製鋼: 第11回LD技術懇談会資料, 昭38. 3.
- 5) 本間, 他: 鉄と鋼, 47 (1961), 3, p. 335
- 6) 日本鋼管: 第8回LD技術懇談会資料, 昭36
- 7) 本間, 他: 鉄と鋼, 44 (1958), p. 733
- 8) 武田喜三: 純酸素転炉法の研究 (学位論文), 昭36. 9.
- 9) 本間 他: 鉄と鋼, 48 (1962), 4, p. 468
- 10) 鉄鋼便覧 (新版), (1962), p. 605, [丸善]
- 11) J. F. ELLIOT: *The Physical Chemistry of Steelmaking*, (1958), p. 89, [John Wiley & Sons, Inc].
- 12) 中谷, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), 3, p. 400
- 13) 香月, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), 10, p. 1375
- 14) 堀, 他: 鉄と鋼, 46 (1963), 10, p. 1377
- 15) 広畑製鉄所: 第10回LD技術懇談会資料, 昭37. 10.
- 16) 森: 鉄と鋼, 46 (1960), 2, p. 134
- 17) 日本鋼管: 第11回LD技術懇談会資料, 昭. 38. 3

鋼塊の凝固速度と硫黄, 燐, 酸素および

窒素の偏析との関係について*

(鋼塊の凝固に関する研究—I)

中川 義隆**・百瀬 昭次***

Relations between Freezing Rate of Ingot and Segregations of Sulphur, Phosphorus, Oxygen and Nitrogen.

(Studies on the solidification of ingots—I)

Yoshitaka NAKAGAWA and Akitsugu MOMOSE

Synopsis:

In this report, relations between freezing rate and segregation of sulphur, phosphorus, oxygen and nitrogen on Fe-S, Fe-P, Fe-O and Fe-N systems were studied, and it was shown that in order to prevent segregation, freezing rates should be above 1.2mm/min, in case of oxygen and 1.8mm/min, in cases of sulphur, phosphorus and nitrogen.

Calculation from measured results shows that the value of K_0^* is 0.15 which is larger than old data, and $\delta/D_S=1.6\sim 3.8\times 10^3$ sec/cm, $\delta/D_P=1.1\sim 3.4\times 10^3$ sec/cm, $\delta/D_O=1.94\times 10^3$ sec/cm and $\delta/D_N=1.15\times 10^3$ sec/cm.

(Received 6 Jan. 1964).

I. 結 言

鋼塊が大型になると凝固速度が著しく遅くなるため、凝固過程中残存溶鋼に溶質原子の濃化が著しく進行し、鋼塊内部に偏析を生ずる。この濃化現象は、いわゆる単なる偏析のみならずその条件のいかんによつては、介在物、気泡、ザク疵などを生成せしめることが認められている。したがつて凝固状況と濃化との関係の解明は健全鋼塊の製造上きわめて重要な問題の1つにされている。本問題に対する研究は過去においても、また現在でもさかんに行われているが^{1)~8)}、その機構がきわめて複雑なため単に凝固後の偏析を調べて、凝固状況と偏析との関係を推定するに留まっているものが多い。また基礎実験も

現場の問題解決に即応した方法はいろいろの問題があつて確立されていない。しかしわれわれが日常遭遇する鋼塊や大型鋳物の偏析に起因する問題は多く、早急に解決を迫られているものが多い。

鋼塊や大型鋳物において偏析に起因する欠陥を防止するために、現在、攪拌凝固法、回転凝固法、遠心鋳造法などの特殊な方法が考案され、このような特殊な方法について検討を加えることも勿論必要であるが、根本的な問題に立戻つて凝固速度と偏析との関係を明かにするこ

* 昭和38年4月, 10月本会講演大会にて発表
昭和38年1月6日受付

** 株式会社日本製鋼所室蘭製作所 理博

*** 株式会社日本製鋼所室蘭製作所