

も 500°C 以上の温度が必要だが、伝熱の点を十分に考慮すれば 800°C 以上の加熱温度は不要な事が判つた。当電気炉工場では 500~950°C に加熱可能な生石灰脱水用ロータリーキルンを設置した結果、数%の水分を含む生石灰を1時間の加熱によりすべて 0.5%以下に管理し得た。

た鉄鉄および鉄鉱石の成分を Table 2 に示す。

(5) 装入方法: 鋼屑, 鉱石, 石灰をバケツで炉中に装入後, 溶銑を樋により装入口から注入した。

III. 試験結果

(1) 操業結果: 各法の操業結果を Table 3 に示す。

(2) 成分変化: 製鋼反応の概要を表わす一例として脱炭曲線を Fig. 1 に示す。なお参考に第1回試験および Dr. Dür rer の報告の結果もあわせてのせた。

669.187.25:669.162.275.12-404

(41) 電気炉による溶銑操業試験について

三菱鋼材深川製鋼所 6304/
藤岡尚精・皿田 実・岡 正雄
Refining of Liquid Pig Iron in an
Electric Arc Furnace. 364~366
Naoyoshi FUJIOKA, Minoru SARADA
Masao OKA.

I. 緒言

電気炉製鋼法が他の製鋼法に対比される場合、今後考慮されるべき項目の一つに溶銑使用の問題がある。

当社は昭和 35 年 Dr. Dür rer の実験の追試を行ない基礎資料を得たが、今回砂鉄銑を利用し再度試験を実施した。本報ではそのうち製鋼作業について報告する。

II. 試験方法

試験は普通配合の冷材操業と溶銑操業を同一炉同一鋼種で行ない、溶銑操業に対しては酸化剤の影響をあわせて調査の対象とした。

- (1) 試験炉: 8t 塩基性電気炉
- (2) 試験鋼種: Sup 3
- (3) 試験溶解数: 各法4ヒート
- (4) 試験配合, 使用原料: 試験溶解の配合割合を Table 1 に、使用し

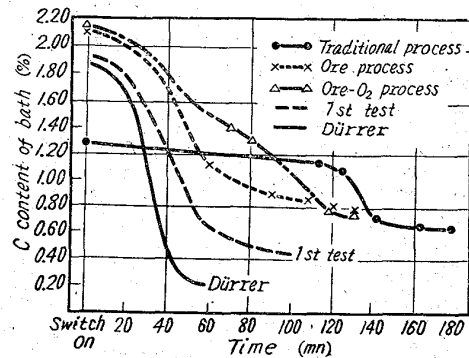


Fig. 1. Decarburization curve.

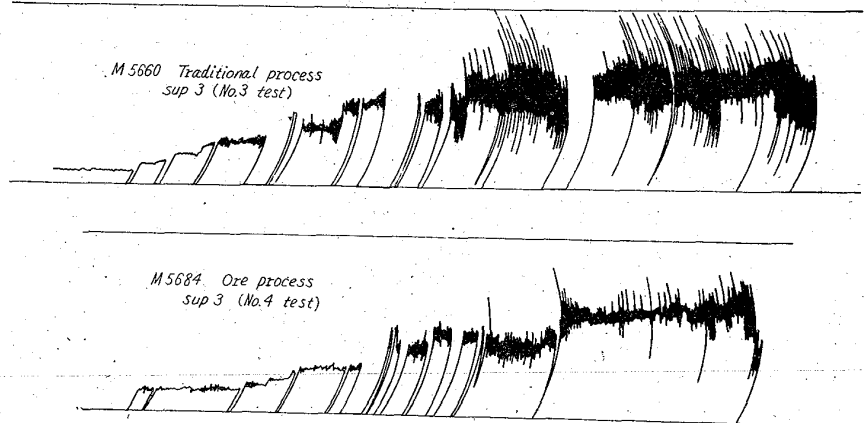


Fig. 2. Input records for traditional and ore process.

Table 1. Proportions of raw materials.

Process	Proportions of raw materials				
	Pig iron	Return scrap	Purchase scrap	Ore	Lime
Traditional process	Solid 15%	20%	65%	—	16.0 kg / t
Ore process	Liquid 50%	20%	30%	140 kg / t	54.0 kg / t
Ore-oxygen process	Liquid 50%	20%	30%	90 kg / t	45.0 kg / t

Table 2. Chemical composition of pig iron and ore. (%)

Materials	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Ti	V	Sn	As
Pig iron	solid	4.19	0.27	0.64	0.260	0.045	0.010	0.023	0.008	0.14	0.40	0.004
	liquid	3.99	0.09	0.63	0.268	0.013	0.017	0.032	0.010	0.037	0.41	0.004
tr												tr
Materials	T. Fe	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Ig. l.	P	S	Cu	Mn	
Iron ore	55.00	78.00	0.86	3.22	6.99	0.13	0.35	0.088	0.044	tr	0.14	

Table 3. Operational data (average value).

Items		Traditional process	Ore process	Ore-O ₂ process											
Total metal charge (kg)		12,282	11,839	11,989											
Molten steel yield (%)		94.2	98.6	95.6											
Operating time	Melting period (mn)	108.0	90.8	71.0											
	Oxidizing period (mn)	65.3	42.7	58.3											
	Reducing period (mn)	72.0	71.8	60.0											
	Switch-on to tap (mn)	245.3	205.3	189.3											
Power-consumption	Melting period (kWh/t)	458.0	407.3	339.6											
	Oxidizing period (kWh/t)	167.2	115.8	136.2											
	Switch-on slag-off (kWh/t)	625.2	523.1	475.8											
Oxygen consumption (m ³ /t)		7.0	1.4	7.0											
Ore consumption (kg/t)		3.3	142.0	93.8											
Electrode consumption (kg/t)		5.68	5.00	5.63											
Steel analysis	C	Si	Mn	P	S	C	Si	Mn	P	S	C	Si	Mn	P	S
(1st sample) (%)	1.13	0.08	0.44	0.043	0.030	0.91	tr	0.10	0.013	0.018	1.42	tr	0.13	0.013	0.019
(Ladle sample) (%)	0.83	0.28	0.44	0.018	0.012	0.83	0.26	0.45	0.014	0.010	0.81	0.24	0.44	0.014	0.008
Gas analysis of molten steel	O ₂	H ₂	N ₂	O ₂	H ₂	N ₂	O ₂	H ₂	N ₂	O ₂	H ₂	N ₂	O ₂	H ₂	N ₂
(Before tapping) (ppm)	96	3.9	67.3	135	4.1	40.8	120	4.3	38.5						

(3) 電力負荷: 電力負荷の実例を普通法および鉍石法について Fig. 2 に示す。

IV. 考 察

(1) 操業について: 溶解作業は順調であり, 溶銑と鉍石, 石灰の反応も円滑に進む。ただ溶落 Mn は第 1 回試験と同様低目であり, Mn 鉍石の使用その他を考慮すべきである。操業は比較的安定し, 溶落成分, 溶解電力量, 溶解時間, 出鋼歩留などよりみて再現性は普通法に優ると考える。安全上留意すべき点は反応ガスの噴出であるが, 鉍石の粒度, 装入法に注意した結果危険性は皆無であった。

(2) 出鋼歩留: 出鋼歩留は鋼屑品位, 溶落前流滓の時期および量, 酸素吹精による酸化ロスなどにより左右される。

a) 鉍石法, 鉍石酸素法は鉍石の還元率に大きく影響される。両者の差は鉍石量の相違と酸素吹精による酸化ロスのためと考えられる。

b) 酸化期鋼滓量は鉍石法, 鉍石酸素法, 普通法の順に夫々出鋼 t 当り 19.5%, 16.2%, 11.9% であり, 鋼滓の (T. Fe) も普通法の 10% 程度に比べ鉍石使用の両方法は 15~20% におよび歩留に影響するので鉍石の還元率は高い程よいが, 脱磷との関係もあり今後の作業管理上の問題点である。

(3) 操業時間: 操業時間を左右するのは反応速度であり, 原料装入方法およびトランス容量などの炉の特性による。

a) 溶解酸化時間は普通法に比しバラツキが少ない。これは溶解が電力消費量で完全に管理可能なことおよび

溶落が安定しており脱磷に特に注意する必要がないためである。

b) 鉍石法, 鉍石酸素法は操業時間で夫々 40 mn, 55 mn, tap to tap では溶銑注入時間増のため 30 mn, 45 mn 程度の短縮となる。

(4) 電力について:

a) 鉍石法・鉍石酸素法の電力消費量(溶解+酸化期)は, 普通法に比し夫々 16%, 24% の節減となり, 概ね熱量計算の数字と一致する。

b) 電力負荷は Fig. 2 にみられるごとく普通法の ±900 kW 程度の振れに対し, 鉍石法, 鉍石酸素法は ±300 kW 程度で安定し溶解期のトリップも全くみられない。この点は電力使用上非常に有利である。

(5) 副資材について:

a) 鉍石粒度は装入法と相まって適当であったと考える。今後の問題として Mn 鉍石ないし自溶性焼結鉍の利用などが残されている。

b) 石灰の装入量は Si, SiO₂ の量を補い, 脱磷に適した塩基度の溶落鋼滓を作るに必要な量で充分であった。

c) 電極消費量は鉍石法が最も少なく, 他の二法は余り差がない。これは酸素吹精の影響によると考えられる。

(6) 製品品質について: 本報では不純物, 溶鋼中のガスについてのみふれる。

a) Cu, Sn, As については含有量の少ない銑鉄を高配合した鉍石法, 鉍石酸素法が当然低い結果となった。

b) P については溶落 P が普通法に比し低い。これは

(FeO), 塩基度の差によるもので, 製品にも影響が残っている. S についても溶落で低い. これは溶銑の含有量が低いことによるが, $(S)/[S]$ と $(CaO)/\Sigma(FeO + MnO)$ の関係を見ると普通法に比し特に酸化初期に $(S)/[S]$ が高目になつていることも一因である. すなわち鉍石法, 鉍石酸素法では溶落時に製鋼反応が相当行なわれている状態であり, 普通法に比べ有利な点の一つである.

c) 溶鋼中のガスについては H_2 は差がなく, O_2 は酸末期より出鋼前まで普通法より稍高目であつたが, N_2 には大きな相違が生じた. しかし今回は冬季水蒸気分圧が低い場合の試験であり高水蒸気分圧下での状況は不明である.

d) V については普通法は酸素吹精後に除去され, 鉍石使用の場合では溶解中にほとんど除かれる. いずれにしても砂鉄溶銑の場合は予備処理による V 回収が今後の問題である.

(7) 経済性について: 溶銑と鋼屑および鉍石と酸素の価格差, 電力単価, 作業費中の能率要素などの多くの要因があり簡単にはいえないが, 一般的にみて鉍石法ないし鉍石酸素法の方が若干有利な結果になつた.

V. 結 言

当社における第 1 回試験の結果を基として, 今回電気炉に溶銑を配合して高炭素鋼を製造する試験を行ない普通法と比較した結果つぎのことが確かめられた.

- (1) 操業は安定しており危険性も皆無である.
- (2) 製鋼作業および受電管理の面で有利である.
- (3) 操業時間は短縮され, 生産能力は増大する.
- (4) 酸化剤としては鉄鉍石の外に Mn 鉍石, 自溶性焼結鉍の活用が考えられる.
- (5) 経済性は一般的にみて若干有利である.

669.187.45:669.014.6:669.787

(42) 塩基性電気弧光炉溶解の酸化期における酸素の挙動

大同製鋼研究所

62042
 工博 浅田 千秋・酒井 稔三郎
 工博 梶山 太郎・〇瀬津 行雄
 鈴木 信雄

Behavior of Oxygen during Oxidizing Period in a Basic Electric Arc Furnace.

Dr. Chiaki ASADA, Kumesaburo SAKAI
 Dr. Taro SUGIYAMA, Yukio NETSU and Nobuo SUZUKI.

I. 緒 言

塩基性電気弧光炉における酸化精錬に際し酸素が鋼浴—鋼滓系に供給され, 反応し系外に逸出する過程について物質精算的な検討を行ない, 酸化期の製鋼反応に関する問題点を見出そうとした.

II. 実験方法

装入量 2700 kg の塩基性電気弧光炉においては, 溶落後酸素吹精を行ない, その後除滓して還元精錬に移行するが, その溶落から除滓前までの期間(酸化期)を調査

の対象とした. 炉の天井は珪石煉瓦, 炉壁はマグクロ煉瓦, 炉床はマグネシアスタンプである. 装入鉄原料の大部分は屑鉄であり残部は銑鉄である. 炭素含有量の異なる各種の炭素鋼や低合金鋼を溶製したので, 溶落時の C%, 除滓時の C% はチャージにより異なり, 前者は 0.80~0.40%, 後者は 0.40~0.05% の範囲にある.

酸素吹精はポンベ酸素によつて行なつた. ランスパイプには外径 19mm 内径 16mm の鋼管を用いた. 吹精中のポンベ出口の圧力は 4.0 kg/cm^2 に保持した. 吹精後吹精酸素量 (Nm^3) をポンベ容積, 室温, ポンベの使用前後の圧力差から算出した.

鋼浴試料, 鋼滓試料を溶落時, 酸素吹精直前, 酸素吹精直後, 除滓前の 4 時点において採取した. また鋼浴温度はスプーン汲出し光高温計法によつて測定した.

装入時, 溶解期, 酸化期の間に添加する石灰(焼石灰あるいは石灰石)の種類, 量, 添加時期を下記のごとく 3 通りに変化させ, 夫々を数チャージ宛行なつた.

第 1 系列: 石灰石を屑鉄装入時に炉床に 50 kg, 溶落時の試料採取直後に 50 kg, 酸素吹精最中に 50 kg 添加. 合計 150 kg.

第 2 系列: 焼石灰を第 1 系列と同じ時期に 30 kg 宛添加. 計 90 kg.

第 3 系列: 石灰石を, 屑鉄装入時に炉床に 50 kg 屑鉄間に 25 kg 添加してから送電し, 7 分溶の時さらに 75 kg を添加, 溶落後は添加しない. 合計 150 kg.

III. 実験結果

実験結果を要約して Table 1 に示す(一部省略). 鋼浴の P%, S% の含有量は比較的小さく, またその変動も僅少であつて酸素の物質精算の取扱には大した影響を与えないと考えられるので, これを無視した.

IV. 実験結果の物質精算的考察

溶落, 酸素吹精前, 吹精後, 除滓前の鋼滓重量は鋼滓の化学分析結果, CaO の添加量, 補修材の焼ドロマイトの組成より求めた. 酸化期の間の鋼浴重量屑鉄装入量の 94% であるとした.

酸素の物質精算:

本実験の場合には, 酸化期のある期間に鋼浴—鋼滓系に供給された酸素量を次式によつて推定することができる.

$$\{ \text{鋼浴相中の炭素の重量の減少に当量な酸素量 (C-O)} \} + \{ \text{鋼浴相中のマンガンの重量の減少に当量な酸素量 (Mn-O)} \} + \{ \text{鋼浴相中のクロムの重量の減少に当量な酸素量 (Cr-O)} \} + \{ \text{鋼浴相中の溶解酸素の重量の増加 (O-O)} \} + \{ \text{鋼滓相中の酸化鉄の重量の増加に当量な酸素量 (Fe-O)} \} = O_{\Delta}C + O_{\Delta}Mn + O_{\Delta}Cr + O_{\Delta}O + O_{\Delta}Fe \dots \dots \dots (1)$$

(1) 式の第 1 項はその期間において鋼浴—鋼滓系から逸出した酸素の量でもある.

溶落→酸素吹精直前, 酸素吹精直前→酸素吹精直後, 酸素吹精直後→除滓前の 3 つの期間における鋼浴—鋼滓系に対する推定酸素供給量と系からの推定酸素逸出量を (1) 式によつて求めて見た. また酸素吹精量は実測してあるのでそれを酸素吹精直前→直後間の推定酸素供給量と比較した. その結果を Table 2 に示す.

Table 2 から明らかなように, 溶落から酸素吹精開