

また炉壁部は撥型クロマグ煉瓦を積んでいる。

これら裏積煉瓦はすべて目地を使用せず空積みとするが、小空隙を生じたさいはクロマグモルタルを水で練らないでそのまま空隙の間に入れる。

炉床は磐城産のマグナーを粉粒一定の割合に混合し、バインダーを用いずスタンプする方法を採用している。

(2) 天井の築造

5t 炉用天井煉瓦の図を Fig. 2 に示す。珪石天井と同様な型式であるが、厚さを 300mm から 280mm に変えた。これは重量の軽減と価格の低下を目的としたもので耐火度よりこの程度で充分と考えた。塩基性煉瓦としてはクロマグ、マグクロ、マグネシヤなどあるが我々は比較的安価な〇社製のクロマグ 3R 煉瓦を使用した。

煉瓦の目地は厚さ 1mm の薄鉄板を使用し、煉瓦粉あるいはモルタルによる目地は一切使用していない。

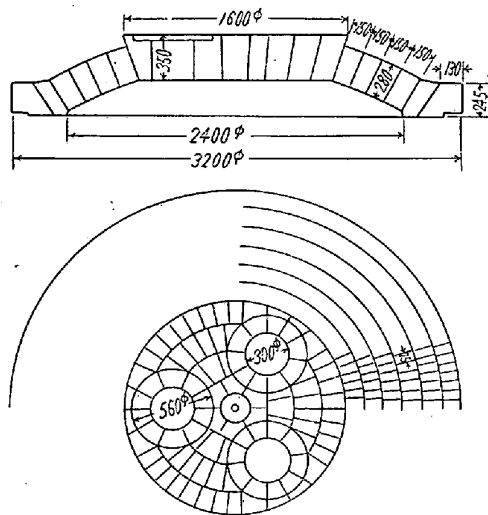


Fig. 2. Bricklaying arrangement of the roof (5 ton furnace).

IV. 使用実績

昭和 32 年 5 月から昭和 33 年 8 月まで使用した珪石天井の平均寿命は 45 回であった。なお天井珪石の熔流物が壁地に流れるため、炉壁上部のクロマグ煉瓦の寿命も短く、天井変換のたびごとに炉壁上部 2~3 段は必ず取替を要する状況であった。

塩基性天井に変更するにあたり、煉瓦のスポーリングによる損傷を最も心配したのであるが、前記構造には充分耐えうることを確認した。ただ天井内面の煉瓦が鉄分を吸収して幾分割れやすくなる。

昭和 34 年 3 月より現在までの 5t 炉における平均寿命は 230 回で、珪石天井に比し約 5 倍の寿命である。

また 10t 炉では 300 回前後の天井寿命となっている。次に 5t 炉における珪石天井とクロマグ天井の一張り

分価格および一操業当り価格を Table 3 に示す。

Table 3. Cost comparison of the roofs.

	A. Cost of one set (¥)	B. Roof life (No. of times)	A/B
Silica bricks	148,000	45	3,290
Cr-Mg bricks	514,000	230	2,235

この表に示すごとく、クロマグ天井の方が一操業当り約 1000 円安くなっている。さらに天井取替回数減少による生産量の増加および炉壁、炉堤におよぼす悪影響の消滅などを考えると経済的に非常に有利である。(クロマグ天井では中間で天井中心部のみを張り換えて再使用するので、中心部は 2 セット使用する。)

V. 結 言

フェロニッケルの精製は原料である粗フェロニッケル中の不純分、炭素、珪素、硫黄、燐、クロムなどが高いにかかわらず製品の不純分は極端に低いことを要求される関係上、酸化精錬にあたり多量の酸素吹込を行なう必要がある。このため炉の損傷がはなはだしく、とくに天井は苛酷な使用条件にさらされるのである。そこでわれわれは珪石天井を塩基性天井に変更して実用試験を行なった。その結果を要約すれば次のごとくである。

(1) クロマグ煉瓦で無吊り天井とし、目地として薄鉄板を使用すれば充分好成绩を挙げうる。ただ内面の煉瓦が鉄分を吸収して幾分割れやすくなる。

(2) 寿命は珪石天井の約 5 倍で、一操業当り約 1000 円安く、さらに生産量の増加、修理費用の低下など経済的に非常に有利である。

(3) 珪石煉瓦の熔流がないため、炉壁、炉堤の損傷が少なくなる。

(81) 塩基性電弧炉における粉末吹込法による脱燐と脱硫

川崎製鉄兵庫工場

池田 稔・村島 明・〇江本寛治
片山善行・一ノ井陽典

Dephosphorization and Desulphurization in a Basic Electric Arc Furnace by Injection of Powdered Materials.

Minoru IKEDA, Akira MURASHIMA, Kanji EMOTO,
Yoshitura KATAYAMA and Yōsuke Ichinoi

I. 緒 言

石灰、その他の脱燐、脱硫に有効な粉体をガスによつ

て溶鋼中に直接吹込み、溶鋼との反応表面積を増大せしめその反応をいちじるしく促進しうる。これを応用して最近とくに上吹転炉において OLP 法、LDAC 法などの名称で代表される方法がいちじるしい成果を収めていることは衆知の通りである。しかし、この方法は平炉あるいは電気炉に対しても適用性を有すると考えられる。粉末石灰あるいはカルシウムカーバイドによる溶鋼の脱磷、脱硫については実験室的な実験報告はなされているが、これは実際作業、とくに電弧炉に適用した例はほとんど見当たらない。

われわれは数年前から、溶銑ならびに溶鋼に対する本法の適用性について種々実験検討してきたが、ここでは昭和 34 年 5 月～8 月にわたって電弧炉において行なつた若干の実験結果について概要を報告する。

II. 粉末吹込装置および実験方法

圧延棒鋼材を対象にして 10 t 塩基性電弧炉で実験を行なつた。粉体吹

込装置の概略図は Fig. 1 に示す通りである。本装置の貯槽容器は約 200 kg (CaO wt.) で平均噴射速度 50 kg/mn (最大 60 kg/mn) の能力を有する。粉体はエアホースを介して 1 in. ランスパイプで鋼浴中に吹込まれた。

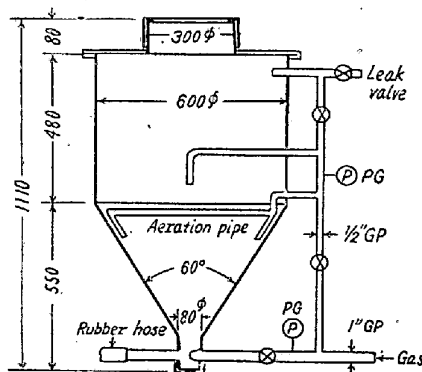


Fig. 1. Injector type feeder designed to introduce powder directly into the steel bath.

粉体吹込法による精錬ヒート (injection heat) と通常の精錬ヒート (normal heat) とを比較するためおの

おの 5 ヒートづつ同時期に試験を行なつた。injection heat では溶落後 CaO+CaF₂ (CaO wt. の 15%) を 21.3 kg/t 吹込み、その後酸化末期まで所要 C% に達するまで酸素単吹精を行なう。ほぼ完全に除滓後還元期に入つて脱酸剤を添加し、ただちに裸湯のまま (CaO+CaF₂) (10.8 kg/t)+CaSi (2 kg/t)+CaC₂(3 kg/t) 混合粉体を吹込む。その後出鋼までほとんど何の処理も行なわない。normal heat では injection heat で使用した造滓剤と等量あるいはそれ以上の造滓剤を使用するようにし、試料も後者の採取時期に対応せしめて適時採取した。また、温度は浸漬温度計により測定し、時間も溶落からストップウォッチにより正確に測定した。粉体輸送ガスは酸化期では 98% 酸素 (操作圧力 5 kg/cm², 流量 4 m³/mn) 還元期では窒素 (操作圧力 2 kg/cm²) を使用した。使用した粉体の粒度は CaO+CaF₂ 混合粉末が平均 100 mesh CaSi および CaC₂ は 200 mesh 程度の微粉である。

III. 実験結果および検討

酸化期の吹込では吹込時間 5～6 mn, 吹込速度 40～50 kg/mn, 粉体重量/ガス容積比 8～10 kg/m³ O₂, 吹込に要した酸素量は 25～32 m³ であつた。また、還元期の吹込では吹込時間 3～5 mn, 吹込速度 36～55 kg/mn, 粉体重量/ガス容積比 10～16 kg/m³ N₂, 吹込に要した窒素量は 12～18 m³ であつた。

酸化期の吹込により生成した鋼滓の流動性はきわめて良好であつた。また還元期の吹込で生成した鋼滓は幾分酸化気味になる傾向が認められ CaSi および螢石を若干添加したヒートもあつた。Table 1 は両ヒートの酸化末期および還元末期の鋼滓組成を対比したものである。精錬方法の相異なるによる鋼滓組成の差はほとんどなく、ただ injection heat の還元末期 (S) がかなり高いことが注目される。両精錬方法の代表的なヒートの 5 成分、

Table 1. Comparison of slag composition in normal heat and injection heat.

Component	Before slag-off		Before tap	
	Injection heat	Normal heat	Injection heat	Normal heat
SiO ₂	20.2 ~ 27.5	13.7 ~ 25.8	19.8 ~ 24.5	22.8 ~ 25.8
FeO	5.0 ~ 13.2	7.3 ~ 12.2	0.4 ~ 2.4	0.3 ~ 1.2
Fe ₂ O ₃	2.2 ~ 5.9	2.9 ~ 5.9	0.2 ~ 0.8	0.1 ~ 0.3
Al ₂ O ₃	1.5 ~ 5.5	1.7 ~ 3.3	0.8 ~ 1.7	0.8 ~ 1.6
CaO	38.3 ~ 43.8	40.6 ~ 47.8	56.0 ~ 58.0	56.1 ~ 59.8
CaF ₂	1.1 ~ 7.8	2.3 ~ 9.4	5.3 ~ 9.1	3.4 ~ 5.5
MgO	4.8 ~ 10.0	3.5 ~ 6.9	4.6 ~ 7.8	5.6 ~ 9.8
MnO	4.1 ~ 6.2	4.9 ~ 6.5	0.4 ~ 0.5	0.3 ~ 0.8
P ₂ O ₅	0.60 ~ 3.72	0.90 ~ 3.76	0.05 ~ 0.25	0.06 ~ 0.19
S	0.02 ~ 0.36	0.16 ~ 0.39	0.69 ~ 1.22	0.41 ~ 0.55
CaO/SiO ₂	1.50 ~ 1.96	1.72 ~ 2.96	2.37 ~ 2.89	2.17 ~ 2.53

Table 2. Comparison of dephosphorizing and desulphurizing effects in normal heat and injection heat.

	Heat No.	Dephosphorizing ratio (%)			Dephosphorizing rate (%/mn)		Desulphurizing ratio (%)			Desulphurizing rate (%/mn)		(S)
		①~②	①~③	①~⑥	①~②	①~③	③~④	③~⑤	①~⑥	③~④	③~⑤	S
Injection heat	2673	25.3	34.7	33.3	0.00113	0.00068	37.9	50.0	67.8	0.00114	0.00088	42.2
	2677	45.0	45.0	35.0	0.00127	0.00066	44.3	48.1	68.8	0.00141	0.00053	37.2
	2696	58.3	63.9	44.4	0.00167	0.00086	34.0	38.0	61.7	0.00113	0.00045	22.4
	2717	15.1	65.6	69.9	0.00099	0.00261	25.1	44.3	71.2	0.00095	0.00061	33.7
	2723	40.0	77.8	65.9	0.00509	0.00265	34.4	47.6	67.7	0.00102	0.00068	32.8
Normal heat	2678	25.0	35.0	32.5	0.00090	0.00058	9.4	17.0	55.8	0.00021	0.00024	12.6
	2695	—	48.0	42.5	—	0.00091	17.0	22.7	63.2	0.00038	0.00030	13.4
	2718	60.0	71.4	28.6	0.00121	0.00073	—	7.0	58.9	—	0.00007	1.3
	2722	37.0	58.0	51.9	0.00113	0.00119	15.3	30.5	46.3	0.00032	0.00044	12.8
	2725	55.6	61.1	44.4	0.00138	0.00118	11.1	22.2	47.3	0.00030	0.00037	11.1

(Notes) ① = melt down, ② = after (CaO+CaF₂) injection, ③ = before slag off, ④ = after (CaO+CaSi+CaF₂+CaC₂) injection, ⑤ = before tap, ⑥ = ladle analysis.

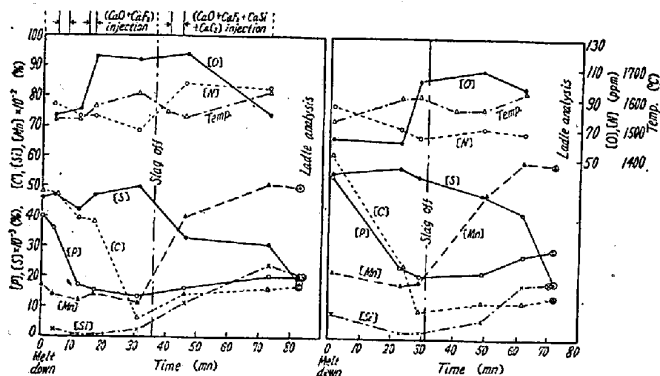


Fig. 2. Behavior of various elements in injection heat (heat No. 2696)

Fig. 3. Behavior of various elements in normal heat (heat No. 2725)

%/mn であるのに対して後者は 0.00007~0.00044%/mn であり粉末吹込によつて脱硫速度はかなり増加する。また粉末吹込後の脱硫はきわめて緩徐でありこの方法ではスラゲーメタル界面反応はあまり重要性をもたなくなつてくることを示している。injection heat で最も注目すべきことは上述の脱硫率などでも示されているが、還元末期の S 分配率 (S)/S が大きく、normal heat の 2 倍にもなつていることである、これは粉体による反応表面積増加の効果のほかに CaC₂ による脱硫が大きく影響しているものと思われる。

CaC₂ 3 kg/t の吹込により鋼浴の C% が約 0.09% 増加したがこれは CaC₂ の純度を約 80% とするとほぼ 100% 残留したことを示す。CaC₂ は脱酸にまず働き、しかる後脱硫反応に寄与すると考えられるがわれわれの実験では酸素の減少は認められなかつた。次に窒素ガスを使用するために鋼浴の窒素含有量が 0.0017~0.0045% 増加したがこれを避けるには Ar ガスを使用する必要がある。また裸湯のまま冷窒素ガスを吹込むために 15~30°C の温度降下が認められた。

本法は利点とともに欠点ももつているが、C% の増加は逆に加炭法としての利用法もあり、また今後は脱酸に対しても粉末吹込法の利用が考えられ、電気炉に対してもかなりの適用性を有すると考えられる。

N₂, O₂, および湯度の推移を Fig. 2 および Fig. 3 に示す。また Table 2 は各ヒートの酸化期における脱磷ならびに還元期における脱硫についてのデータを要約したものである。CaO 吹込による脱磷はそれほど顕著ではなく通常法と比較して有意な差は認められない。因みに CHIPMAN の脱磷平衡恒数式を適用して酸化末期の log K'_p を計算してみると injection heat が 5.666~7.517 の範囲にあるのに対して normal heat では 4.548~6.633 の範囲にあり、後者は log K'_p=40067/t-15.06 平衡線の上側にあるが後者は下側に集まつている。脱磷効果を増大するには粉体重量/ガス容積比をある程度小さくする必要があるだろう。

次に脱硫効果について検討する。injection heat の脱硫率は吹込前後で 25~44%, 除滓前から出鋼前までで 38~50% であるのに対して normal heat では還元期を通じて 7~30% であり粉末吹込の効果が顕著である一方脱硫速度は前者が還元期を通じて平均 0.00045~0.00088