

Preliminary treatment	I				II			
	Ti (%)	Mg (%)			Ti (%)	Mg (%)		
		0.15	0.30	0.45		0.15	0.30	0.45
Fe-Si-Sgr addition	0.15 ₀	●	●	●	0.05 ₆	●	●	○
Scale 20gr. Fe-Si-Sg addition	0.12 ₀	●	●	○	0.05 ₄	●	●	○
Scale 60gr. Fe-Si-Sg addition	0.08 ₂	●	●	○	0.03 ₀	●	●	○
Blowing of O ₂ for 3min., Fe-Si-10gr. addition	0.06 ₄	●	○	○	0.02 ₈	●	○	○

● Flaky graphite ○ Nodular graphite
 Fig. 1. Relation between oxidizing treatment and nodulability of graphite by Mg.

みられる。

IV. 総 括

以上熔銑へのスケール添加処理について酸素吹込み処理との比較のもとに種々検討したが、スケール添加により Ti, V 等の元素が減少し、このような高温での処理は熔銑に酸化の悪影響を示さず後の Fe-Si による接種作用とあいまって機械的性質が改良され、また Mg による黒鉛球状化予備処理として特に Ti 含量高いものに効果を示すことが確かめられた。しかしながらこの際比較せる酸素吹込み処理に較べるとスケール処理は熔銑の温度上昇なくその改良効果も少ない。

文 献

- 1) 青木猪三雄, 鳥取友治郎: 鉄と鋼, **41** (1955) 4, 407
- 2) 鳥取友治郎: 鉄と鋼, **41** (1955) 3, 191
- 3) W.A. Sacharow: Litj, Proisw No. 4 (1954) 23~24
- 4) 井上友喜, 森田志郎, 尾崎良平, 昭和 30 年春期 鑄物協会講演会発表

(59) 鉄鉄とセメントと同時製造に関する研究 (I)

(Study on the Manufacturing of Pig Iron and Portland Cement in Shaft Furnaces (I).

Kenji Takahata, et alii.

富山大学教授 工博 森 棟 隆 弘
 富山大学工学部金属工学教室 工〇高 畑 謙 治
 川崎製鉄株式会社 工 土 井 武 雄

I. 緒 言

熔銑炉の銑滓が直ちにセメントに利用されれば、製鉄工場にとってこれ程都合のよい事はない。従来の高炉セ

メントは、スラグに石灰石を加えて、なお一度廻転炉で加熱しているが、この操作を省略することができれば、工業上極めて有利であることはいう迄も無い。これについてはかなり以前からバゼー法¹⁾があり、我国でも工業試験²⁾をしたが、基礎的研究は報告されていないし幾らか未完成の部分がある様にも考えられる。

本研究はこれ等の理由からこの基礎的事項を調べるための研究であつてスラグに CaO, 石膏, また熔融スラグに少量の生石灰を加えてセメントを同時に造る場合の条件を調べたものである。

この研究が工業的に完成すれば、安価なセメントができるために現在操業を休んでいる様な、小型高炉も操業できるし、また電気炉で製銑することも採算化でき、銑鉄の原価も下げると考えて差支え無い様に思う。

鉄ポルトランドセメント³⁾および高炉セメント⁴⁾石膏スラグセメント⁵⁾は共に強度の差こそあれ、早期強度(3日強度)は、小さいのである。石膏スラグセメントは、スラグを水砕としているから、もう一度加熱しているためにこの乾燥の時の技術および、熱源に問題がある。

II. 実験方法及び結果

炉はクリプトル炉を用い黒鉛ルッポで製煉を行つた。本実験に用いた銑石は、日立硫酸滓で、その化学成分は Table 1 に示す様なもので、また使用した石灰石は Table 2 に示している。

Table 1. Chemical analysis of pyrite cinder (Hitachi)

Fe	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S
57.07	0.297	8.50	1.79	0.50	0.20	1.29

Table 2. Chemical analysis of lime stone (Oyashirazu)

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
54.00	2.02	3.12

また石灰石は硫酸滓が粉末のため 40 メッシュに砕いたものを用いて製煉を行い、装入計算は実用法を用いた。この様に製煉してできたスラグ即ちセメントは 150 メッシュ~200 メッシュに砕き直径 20mm の鋼管の内に入れ 24 時間経つて、鋼管を取りはずし 3 日, 7 日, 28 日間の各々の強度の耐圧試験を行つた。

Table 3 にスラグの化学成分および、その耐圧強度を示す。但しスラグに 3% の石膏を加えたものである。

Table 3. Chemical analysis of slag and its compression test.

No. of Test	Lime stone g	CaO/Slag × 100 %	Slag				Fluidity of Slag	Compression test kg/cm ²		
			SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO		3 days	7 days	28days
1	18	30	39.32	28.24	6.10	1.51	bad	71.52	181.92	327.12
1A	18	40	39.32	28.24	6.10	1.51	〃	84.18	218.64	428.52
2	19	30	40.22	28.44	5.37	1.32	〃	71.04	175.26	322.86
2A	19	40	40.22	28.44	5.37	1.32	middle	83.70	230.84	362.90
3	20	30	35.47	29.42	5.42	1.50	〃	70.86	174.72	324.06
3A	20	40	35.47	29.42	5.42	1.50	〃	82.26	210.84	367.26
4	22	30	30.98	29.65	5.26	2.32	〃	72.06	184.32	325.96
5	23	30	28.10	30.14	5.84	1.42	good	75.36	183.16	325.26
6	25	30	35.05	32.21	3.71	1.49	〃	76.26	183.54	332.64
8	28	30	25.42	40.01	4.21	1.47	〃	84.12	205.98	348.06
9	35	20	26.64	42.64	3.95	1.50	〃	49.50	169.62	300.60
9A	35	30	26.64	42.64	3.95	1.50	〃	104.82	223.44	377.52
9B	35	40	26.64	42.64	3.95	1.50	〃	133.92	297.36	480.84
10	40	20	25.44	46.77	3.80	1.54	middle	54.42	195.90	322.86
10A	40	30	25.44	46.77	3.80	1.54	〃	108.12	234.84	396.78
11	46	20	25.34	53.32	3.72	1.53	〃	55.86	178.26	321.66
11A	46	30	25.34	53.32	3.72	1.53	〃	111.18	242.70	448.92
12	48	20	25.44	55.91	3.65	1.52	bad	57.72	178.98	324.06
12A	48	30	25.44	55.91	3.65	1.52	〃	117.12	260.58	454.44
13	50	20	25.00	56.35	3.64	1.52	〃	65.12	189.78	322.26
13A	50	30	25.00	56.35	3.64	1.52	〃	115.62	252.78	460.86
14	55	20	25.05	59.47	3.71	1.49	〃	182.70	315.78	505.32

Table 4. Lime additions to molten slag.

No. of test	Lime stone g	CaO/slag × 100	Slag			Fluidity of slag	Compression test kg/cm ²		
			SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃		3 days	7 days	28days
15	33	20	27.58	53.58	10.52	middle	35.72	255.3	374.9
16	35	20	28.06	53.30	9.44	〃	36.40	257.7	412.8
17	37	20	27.37	58.96	8.83	bad	37.50	260.8	467.6
18	40	20	26.53	66.13	8.69	〃	38.32	262.5	465.1
19	43	20	26.14	68.68	8.65	〃	40.10	266.3	481.5
20	45	20	25.27	71.04	8.42	clinker	40.96	356.3	532.7
21	47	20	24.88	72.55	8.27	〃	41.26	386.1	570.8

Table 4 は熔融中のスラグに 20% (スラグに対して) の生石灰を加えセメントにする時に 1% の石膏を加えたものである。

試料 No. 1~14 まではスラグを出した後生石灰を加えたのに対し、試料 No. 15~21 はスラグの熔融中に生石灰を加えたものである。

また試料 No. 1~14 までは、石膏 3% を加えたが、No. 15~21 は、石膏 1% を加えたものである。生石灰を多く加えたものは 3 日強度は大きい。これは遊離した CaO が加水分解してこの様な強度を出すものと思われる。また No. 15~21 までのものは 3 日強度が非常に小さいのは石膏の少ないためこの様な値になったと思われるが、7 日、28 日強度はこの値でよいと思う。即ち、石膏を加えることにより 3 日強度も大きくなると同様にスラグにアルカリ刺激⁷⁾を与えるから硬化を助けて、強度は大きくなる様に思われる。

以上の実験を普通セメントと比較して見るに、No. 1~8 までは 3 日、7 日、28 日強度は小さく、No. 9~12 までのものは生石灰 30% を加えればセメントとほぼ同様なものになる。No. 13A および 14 は 28 日強度においてセメントよりすこし強度が強くなっている。No. 15~21 までは 3 日強度は非常に小さくセメントの 1/5 ぐらいしかない。しかし 28 日強度になるとセメントよりも強度が大きいものが出てくる。No. 15~21 までは、硬化を助けるアルカリ性のものを加えるかまたは石膏を加えることにより 3 日強度は大きくなると思う。

以上の様なことから今後の実験としては、硬化を助ける石膏、およびスラグが溶けている間に MgO、Al₂O₃ 等を加えて硬化時間を早くすることである。

III. 結 論

以上の実験を行つて次の結論を得た。

- 1) スラグに生石灰を多く加えたものは初期強度は大きい。
- 2) 熔融スラグに生石灰を加えたものは初期強度は小さいが、28日強度は大きい。
- 3) スラグに CaO および石膏を加えたものは初期強度は大きくなる。
- 4) セメントになり得るスラグの成分は CaO の高い方がよいが CaO 50% ぐらいがよい。
- 5) なお研究を進めれば電気炉、小型高炉に適用し得る見込がある。

文 献

- 1) Basset: St. u. E. 56 Nr. 9 (1936) 268~269
- 2) 藤沢: バツセー法回転炉製銑
- 3) 永井: セメント概論 263 頁
- 4) " : " " 269 頁
- 5) 近藤: 窯業協会誌, Vol. 62, No. 702, 1954, 697~702
" " " Vol. 62, No. 703, 1954, 741~746
- 6) 永井: セメント概論 249~250 頁
- 7) 近藤: 窯業協会誌 Vol. 62, No. 703 (1954) 741
なお本実験は文部省科学研究費によつたもので同省に対して謝意を表する次第である。

(60) 炉内に於けるガス雰囲気分布と
ガス流れに就いて

(Distribution of Air Ratio and Flow of Gases in the Furnace)

Shigeaki Muramatsu.

八幡製鉄所 工博 設 楽 正 雄

岡田 芳 太 郎

工〇村 松 茂 樹

I. 序 論

従来炉内ガス流れを取扱う場合煙道についての考察に重点がおかれた。然るに Two-Way Top-Fired Recuperator Soaking Pitの操業上の指針として燃焼室内のガス流れを明らかにする事は必要である。そこで簡単な Pitot tube を用いて流れの方向を測定し更に炉内のガス雰囲気分布を知つて考察の一助とした。併せて流体力学によつて、考察した。

II. 高温な場に於ける流体力学

煙道中に或る流管を考えると次の様な運動方程式が成立する。

$$\rho V \frac{dv}{ds} + \rho g \frac{dh}{ds} + \frac{dP}{ds} - \rho_0 g \frac{dh}{ds} + B = 0 \quad \dots(1)$$

となり流線に沿つて積分すると、

$$\Delta P = P_2 - P_1 = -g \int (\rho - \rho_0) dh - \int \rho v dv - \int B ds \quad \dots(2)$$

で表わされ、右辺は順次に浮力項、運動エネルギー項、および抵抗損失項と考えられる。

(2) は粘性流体の一般運動方程式である Navier-Stokes の式におよぼされる力を浮力におき換えた式と一致する。

かくして高温流体力学には浮力を考慮すればよい事が分る。Yesmann は慣性と浮力とをのみ考慮して水平と δ の傾きを持つ burner からの噴出ガスについて取扱つているが均熱炉の水平 burner に応用すると

$$y = \frac{T_m - T_i}{2T_i} g x^2 \quad \dots(3)$$

となる。

但し此処で

y : 噴出方向に対して垂直方向

x : 水平方向 (噴出方向)

T_m : 噴出ガスの温度

T_i : 炉内ガスの温度

(4) では噴出ガスは抛物線的に上方に流れ、煙道には吸引されない。

そこで煙突の吸引力を考慮して一方の噴出口に原点をおき噴出方向を x 軸正として上向き垂直方向を y 軸正として次に示す様な運動方程式を考えた。

$$\rho V \frac{d^2x}{dt^2} = \{ [P_x - (\Sigma \Delta P_f' + \Sigma \Delta P_t')] - [P_x - (\Sigma \Delta P_f'' + \Sigma \Delta P_t'')] \} S_x \quad \dots(4)$$

$$\rho V \frac{d^2y}{dt^2} = (\rho_f - \rho) V g - \{ P - 355(a - y) \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_c} \right) - \Sigma \Delta P_f - \Sigma \Delta P_t \} S_y \quad \dots(5)$$

此処で

ρ : 噴出ガスの密度

V : 噴出ガスの考えている部分の容積

S_x, S_y : それぞれ x, y 方向の振り面積

a, b : 燃焼室の高さ、長さ方向の長さ

ΔP_f : 摩擦損失

ΔP_t : 渦波損失

P : 吸込口における吸引力