

の炉壁厚の実測を併用することにより行なっている。

(2) Fig. 1 に示されるように、和歌山第 1 高炉々壁は、火入後直ちに侵食される朝顔部は火入後 100 日間で 400mm 侵食され、炉腹部および炉胸下部は比較的ゆるやかで、火入後 200 日間でそれぞれ 200mm, 65mm 侵食された。

(3) 朝顔部は外部冷却の開始と共に deposit の形成が認められ、高度の操業度においても安定した炉壁厚となつている。しかし重油吹込操業を外部冷却とほとんど同時に行なつており、また炉腹部、炉胸下部の侵食が速くなつていることから、何らかの影響があると考えられるが、これについては今後の検討に待たねばならない。

文 献

- 1) 富永, 八塚, 庄野: 鉄と鋼, 46 (1960), p.7~10 130~134

669,162,264,4

(32) 洞岡第 1 高炉炉壁煉瓦付着物の性状 63222,

(高炉用煉瓦の侵食に関する研究—Ⅲ)

八幡製鉄所技術研究所 1321~1323

大庭 宏・〇平橋敬資・田中正義

Properties of Scars on Brick Linings in Kukioka No. 1 Blast Furnace.

(Study on wearing mechanism of blast furnace linings—Ⅲ)

Hiroshi OHBA, Keisuke HIRAGUSHI Masayoshi TANAKA.

I. 緒 言

高炉煉瓦の損耗機構に関する研究<sup>1)2)</sup>の一環として高炉吹止め時の炉壁煉瓦付着物を調査した。高炉付着物の

研究は、棚掛け原因の解明のためにシャフト下部附近についてのみ行なわれているが<sup>3)</sup>、煉瓦の損耗原因解明の見地からは殆んど行なわれていない。装入物による化学的侵食反応が高炉煉瓦の損耗主因の一つであるので、装入物と煉瓦の反応生成物の附着物を調査することは解体煉瓦の調査だけでは推論の域を出なかつた侵食機構を明確化する上で参考となる。

II. 試 料

調査の対象とした高炉は当所洞岡第一高炉(第 4 次)で、構造上フリー・スタンディング方式と、朝顔部をカーボン煉瓦で築造したことが特徴である。炉容は 859m<sup>3</sup> で昭和 30 年 6 月 11 日から昭和 37 年 6 月 30 日まで、217 万 t の出銑を行なつた。試料は炉壁の所定位置から解体時に採取したが、附着物と共に残存煉瓦およびモルタルも採取した (Fig. 1)。試料の No. 1 から No. 5 まではシャモット煉瓦, No. 6 はカーボン煉瓦の附着物である。No. 2 および No. 3 には A, B があるがこれは同一位置で色の異なる試料である。

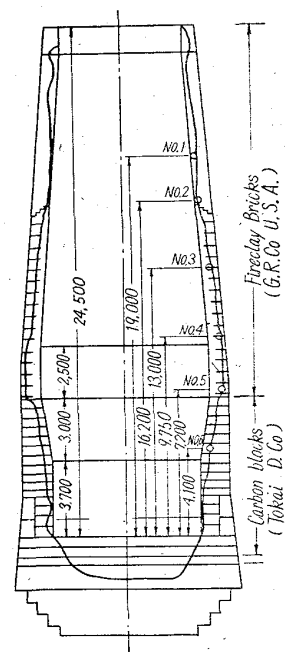


Fig. 1. Vertical section of lining in worn state and positions of sampled scars.

III. 試験結果

附着物の化学組成および銑物組成は微粉碎した試料について、組織は塊状試料について試験した。

- 1. 化学分析 耐火物の分析法に従つて

Table 1. Chemical analyses of scars in the blast furnace.

Scars		No. 1	No. 2-A	No. 2-B	No. 3-A	No. 3-B	No. 4	No. 5	No. 6
Chemical composition (%)	Ig. Loss	+17.68	1.99	+13.53	65.76	40.47	44.07	52.32	76.89
	SiO <sub>2</sub>	7.90	10.04	11.32	4.38	4.52	14.86	3.54	1.64
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.04	5.11	6.18	3.92	0.64	18.59	1.66	0.57
	Fe	44.00	40.70	23.01					
	FeO	15.08	14.06	20.25					
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.59	0.88	4.46	10.33	10.91	0.83	4.42	0.83
	T.Fe	58.89	52.22	41.83					
	MnO	0.65	0.26	0.42	0.28	0.70	0.37	0.42	0.55
	CaO	10.66	15.95	17.11	2.25	1.09	0.44	0.67	0.44
	MgO	2.34	2.09	2.11	2.00	1.69	0.13	0.38	0.18
	TiO <sub>2</sub>	—	0.41	0.11	—	—	0.23	0.22	—
	Na <sub>2</sub> O	1.70	1.26	2.00	2.27	1.68	2.84	7.30	1.39
	K <sub>2</sub> O	5.65	14.60	4.95	12.30	3.50	23.40	54.90	9.20
	S	0.07	0.00	0.03	0.26	0.94	0.08	0.10	0.27
	CO <sub>2</sub>	2.05	3.54	2.57	3.00	2.50	2.75	20.13	2.40
	C	0.23	7.67	0.12	54.74	12.97	39.04	21.98	58.83
	PbO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	21.38
Refractoriness (°C)		1430	1245	1255	1215	1445	1575	1300	1330

Table 2. Mineral components of scars by X-ray diffraction.\*

Mineral	Scars No. 1	No. 2		No. 2		No. 4	No. 5	No. 6
		A	B	A	B			
Iron (Fe)	++	+	+					
Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	+	+	+					
Zincite (ZnO)					+			+++
Zinc potassium cyanide (Zn KCN)							++	
Kalsilite ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )						+++		++
Kalium carbonate ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )								+
Kalium Bicarbonate ( $\text{KHCO}_3$ )							+++	
Natrium cyanide (NaCN)							++	
Graphite (C)				+		+	+	+++

※ +++ Strong, ++ Medium, + Weak.

全分析を行なった (Table 1). No. 1 および No. 2 は Fe-Oxide が主成分で, CaO が若干含まれる. No. 3 以下には Ig loss と  $\text{K}_2\text{O}$  が多い. Ig loss の主成分はカーボンである. No. 1 および No. 2 の Fe-Oxide には金属鉄が相当含まれている. 特殊成分として No. 5 に  $\text{CO}_2$ , No. 6 に ZnO が多い. 耐火度は  $1215^\circ\text{C} \sim 1575^\circ\text{C}$  の間にあり位置とは無関係である.

## 2. X線回折

粉末法によつて鉱物成分を同定した. (Table 2) No. 1 および No. 2 では金属鉄と酸化鉄だけが検出された. No. 3 では少量の zincite (ZnO) と黒鉛化の進んでいないカーボンが認められた. No. 4 以下の試料は加里化合物が多く, No. 4 と No. 6 では kalsilite ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), No. 5 では kalium bicarbonate ( $\text{KHCO}_3$ ) と zinc kalium cyanide (ZnKCN) が多量に検出された. No. 6 では zincite が多量に検出されるとともに, カーボンは黒鉛の回折線を明瞭に示した. kalium bicarbonate は高炉吹止め後, 大気中の水分と炭酸ガスの影響で生成したもので, 操業中は Carbonate の形で存在すると推定される. カーボンは No. 6 では黒鉛化が相当進んでいるが, 他の試料では, 面間隔  $3.5 \sim 3.3 \text{ \AA}$  の間で, ならぬ曲線を示すだけである. これは黒鉛化が不完全で, 層格子配列の無秩序, 格子構造の乱れ, または結晶子が小さい結果と解釈される<sup>3)</sup>.

## 3. 顕微鏡観察

薄片を作成し透過光で観察した (Photo. 1). No. 1 および No. 2 は微粒の酸化鉄が緻密な焼結組織を, No. 3 は多数の気泡を含む半溶融状態を, No. 4 はカーボンと kalsilite の混合焼結組織を, No. 5 はカーボンと  $\text{K}_2\text{O}$ -carbonate, No. 6 はカーボンと  $\text{K}_2\text{O}$ -carbonate の焼結組織の間隙に Zincite が成長した組織を呈した.

## IV. 考 察

### 1. 附着物の特徴

高炉の棚掛は粘土煉瓦表面が  $\text{K}_2\text{O}$  によつて軟化し, コークスおよび鉄鉱石が附着堆積するのが原因と報告されているが<sup>4)</sup>, 今回の調査でも炉胸下部の No. 4 で kalsilite をバインダーとする類似の附着物が見出された. 炉腹および朝顔では加里が carbonate および cyanide として存在し alumino silicate は殆んどないことは, 高炉操業および煉瓦損耗上興味ある現象である. 炉胸上部の鉄鉱石を主成分とする附着物に相当量の金属鉄が, また炉胸中部の附着物だけが半溶融していることも注目

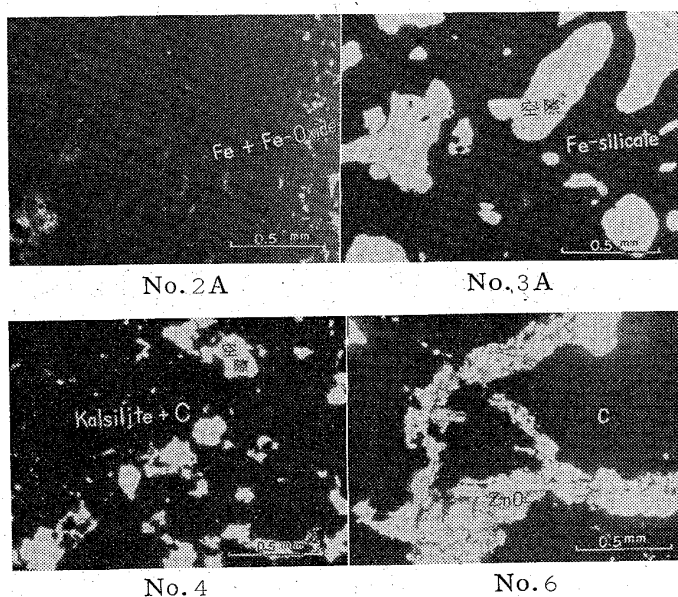


Photo. 1. Microphotographs of scars in the blast furnace.

すべきことである.

### 2. 煉瓦損耗との関係

#### (1) カーボン沈積

附着物のカーボンは, No. 1 および No. 2 の上部では含有量少なく, No. 3 以下の下部で多く, かつ黒鉛化が小さい. 一酸化炭素分解によるカーボン沈積は煉瓦損耗の主因の一つであるが, このカーボンが一酸化炭素起源かコークス起源かは明らかでない.

#### (2) 酸化鉄

内張煉瓦の損耗が激しい部分の附着物には酸化鉄少なく, かつ酸化鉄の多い No. 1 および No. 2 では煉瓦損耗は少なく, 酸化鉄は煉瓦の損耗の原因とはならない.

#### (3) $\text{K}_2\text{O}$

解体煉瓦では炉壁全面に亘つて稼働面から約 200mm まで  $\text{K}_2\text{O}$  が侵入し, alumino-silicate 結晶およびガラスを生成し侵食の主因となるが<sup>2)</sup>; 附着物では No. 4 だけが alumino-silicate で他は carbonate および cyanide である. 両者の相異は今後の研究課題である.

#### (4) ZnO

内張煉瓦と同様に<sup>2)</sup>カーボンの間隙に zincite が成長しているが, 附着物では析出位置が朝顔部および炉腹部

の比較的下部となつている。これは朝顔のカーボン煉瓦使用、過冷却なども一因と思われる。

V. 結 言

高炉用煉瓦の損耗機構研究のため高炉附着物を調査して次の結論をえた。

1. 炉胸上部では鉄鉱石が緻密に焼固していた。
2. 炉胸中部では鉄鉱石が半熔融し、気泡が生成していた。
3. 炉胸下部では kalsilite が多量生成し、カーボンと焼固していた。
4. 炉腹では加里が carbonate および cyanide となり、カーボンと焼固していた。加里がこの部分で carbonate 化していることは煉瓦の侵食機構との関連性から今後の研究課題である。
5. 朝顔では加里は carbonate および kalsilite となりカーボンおよび Zincite と焼固していた。

文 献

- 1) 大庭 宏, 他: 鉄と鋼, 49 (1962) 3, p. 290
- 2) " " " " , 48 (1962) 11, p. 1207
- 3) 石光章利, 他: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1312
- 4) G. R. RIGBY: J. Iron & Steel Inst.(U.K.), 161 (1949) 7, p. 295

669, 162, 275, 4 = 669, 054

83:621, 928, 8

(33) 高炉シックナー灰の磁選および焙焼試験

(各種スラジの利用-I)

八幡製鉄所技術研究所

工博 石光章利・古井健夫・菅原欣一

Several Tests on the Blast Furnace Dusts Collected in Thickener.

(Utilization of sludges-I)

Dr. Akitoshi ISHIMITU, Takeo FURUI and Kinich SUGAWARA.

I. 結 言

溶鉱炉より発生するガス灰のうち、ダストキャッチャーで捕集される比較的粗粒のものは焼結原料団鉱などに利用されているが、洗滌塔および集塵機からシックナーに集められる微細粒のいわゆるシックナー灰は、亜鉛含有率の高いことなどの理由から完全には利用されていない。しかもこれら微細粒高炉灰の完全利用は、平炉スラジの利用にもつながるもので、大きな意義があり、これまでも、種々研究されている。本研究もこれら各種スラジの製鉄原料への利用を目的とするものであるが、ここでは第1報として高炉シックナー灰の種々の試験結果を報告する。

II. 試 料

試料は、オリバーフィルターで脱水したもので成分的(特に亜鉛含量)に変動が大きい。その1例をTable 1に示す。

光学顕微鏡によつては、金属鉄、ヴィスタイト、マグネタイト、ヘマタイトおよびコークスが確認された。亜鉛化合物らしいものは、光学顕微鏡では認められないから、これらは極めて微細粒のものと思われる。これら微細粒物質の観察は電子顕微鏡によつたが、制限視野解析により、亜鉛化合物として金属亜鉛、亜鉛フェライトおよび酸化亜鉛の3種の存在が推定された。

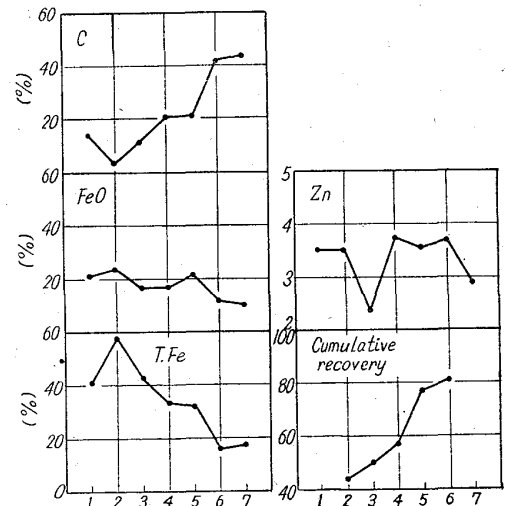
III. 試 験 結 果

1. 磁選試験

a) 小型試験機による磁選

試料を交流小型電磁石および卓上型対極磁選機により6段階に選別し、化学分析および顕微鏡分析を行なつた。この結果をFig. 1, 2に示す。

これらの結果によると、顕微鏡による分析と化学分析の結果は必ずしも一致しない。これはシックナー灰が極めて微細な粒から構成されているにも拘らず、光学顕微鏡では10μ以下の物質の観察が事実上不可能に近いことおよびコークス中のFeは顕微鏡観察では考察されないこと(コークスが比較的小さい磁力しかも交流磁選で可成りの量磁着することはコークスの一部若しくは大部分がフェロコークス化している疑いを持たせるに十分である)などにも理由を求められようが、それは別として、交流湿式磁選でT.Feは可成り上昇することおよびこの



1: Raw material, 2: 400 Gauss (A.C., Wet), 3: 1100 Gauss (A.C., Wet), 4: 1100 Gauss (D.C., Dry), 5: 2600 Gauss (D.C., Dry), 6: 3700 Gauss (D.C., Dry), 7: Final tail.

Fig. 1. Variation of chemical components after separation by hand magnet.

Table 1. Chemical compositions.

No.	T. Fe	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	P	Cu	Zn	T. C	K
1	27.40	11.51	6.86	6.50	5.04	1.41	0.625	0.057	0.046	3.58	29.78	0.24
2	34.10	5.15	6.99	6.10	2.24	1.92	0.666	0.073	0.048	1.89	23.22	0.24
3	32.20	7.20	6.30	6.48	2.94	0.91	0.719	0.061	0.052	3.01	23.50	0.20