

2) 石灰焼結鉱を増加すると出鉄量を増加しやすくなり、低コークス比で高い生産性を得ることができる。

3) 良質の石灰焼結を増加するといちじるしいコークス比低下をおこなうことができる、特に 100% 使用では相当な効果が期待できる。

4) 石灰焼結鉱を使用することにより銑鉄の炉内脱硫が良くおこなわれ低塩基度操業が可能である。

以上のように良好な石灰焼結鉱を多量に使用すれば、高炉の能率を飛躍的に増進することが認められたが、焼結鉱の物理的品位を高めることや、使用面にさらに検討を要するようで、今後とも研究を続けるつもりである。

(註 11月 100%石灰焼結使用試験 data は期限のため 20 日までの実績を記載した)

### (9) ラジオアイソトープによる高炉炉壁の侵蝕調査

#### Measurement of the Wear of a Blast Furnace Brick Work with a Radioactive Isotope.

Shiro Shono, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所

工博富永在寛・八塚健夫・〇庄野四朗

#### I. 緒 言

高炉操業中に炉壁煉瓦の侵蝕状況をラジオアイソトープを用いて非破壊的に調査することは、すでに英国、ドイツその他において報告されている。これらの測定に利用されたアイソトープはすべて  $^{60}\text{Co}$  であるが、これは強い  $\gamma$  線を放出し 5.2 年という長い半減期を持っているため、この目的にもつとも適している。しかしその反面、放射線障害を生ずるおそれも大きいためその使用量はできるだけ少なくすることが必要である。

高炉煉瓦積に  $^{60}\text{Co}$  を埋め込みその侵蝕状況を測定する方法としては (1) 侵蝕により脱落した  $^{60}\text{Co}$  の放射能の消滅を炉壁外から検知する方法、(2) 高炉から出る銑鉄中にあらわれる放射能を検出する方法の 2 法があるが、後者についてはすでに当所でおこなっている高炉荷下り速度の測定から少量の  $^{60}\text{Co}$  で可能なことがわかつ

ており (1) の方法について基礎研究を重ねた結果、昨年 8 月に改修に入った当所第 10 高炉壁煉瓦積 11 個所に  $^{60}\text{Co}$  を埋め込み、11 月 18 日吹入とともに測定を開始した。

#### II. 吸収係数の測定

$^{60}\text{Co}$  を高炉煉瓦積に埋め込むと、その放射線は煉瓦目地、スタンプ材、鉄皮などにより吸収され外壁に達するまでには相当弱くなる。その減衰の割合は次式で表わされる。

$$I = I_0 e^{-\mu t} \dots \dots \dots (1)$$

式中  $I_0$  は初めの放射線強度、 $I$  は厚み  $t$  の物質を透過した後の放射線強度、 $\mu$  はその物質特有の放射線吸収係数である。この式から  $t$  と  $\log I$  とは直線関係にあるため両者を実測すれば  $\mu$  を求めることができる。そこで  $^{60}\text{Co}$  を用いて炉壁構成材料および装入物について吸収係数を測定した結果を Table 1 に示す。なおこれについては Voice ならびに Mintrop なども報告しているのでこれらを併記する。

これらのうち高炉煉瓦についての Voice の値は低すぎるように思われ、また焼結鉱およびコークスは粒度などの条件により異なるためそのまま比較することはできない。

#### III. 埋込量および埋込方法

これまでおこなわれた実験ではいずれも 1 個所に 1 個のみの  $^{60}\text{Co}$  を埋め込んだが、これを Fig. 1 のように中心線上に数個深さを変えて埋め込むと外壁で検出される放射線強度は各アイソトープ単独の場合の強度の和として示されるため、放射能の減少から炉壁侵蝕を連続的に測定することができると思われる。また Voice は 1 個所に約 10 mc, Mintrop などは 3~150 mc という大量の  $^{60}\text{Co}$  を使用しており、Voice によれば 34mc/100 t までは許されるといわれるが、できる限り少量に

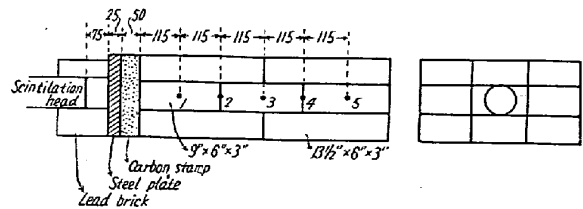


Fig. 1. Brick work of the B. F. shaft.

Table 1. Linear absorption coefficient ( $\text{cm}^{-1}$ )

	B. F Brick	Carbon brick	Steel plate	Sinter ore	Coke
By authors	0.104	0.075	0.35	0.075	0.025
"/ Voice	0.060	0.060	0.35	0.053	0.014~18
"/ Mintrop	0.097	0.059	0.34	—	—

することが望ましい。そこで前記の吸収係数を用いて検出可能な最低必要量を計算した。第 10 高炉シャフト煉瓦積は Fig. 1 に示すような構成であり、図に示すように 5 個所に  $^{60}\text{Co}$  を埋めシンチレーション計数器で測定した場合、各放射能試料がそれぞれ 100 cpm の計数をあたえるような放射能を求めると Table 2 のようになる。

Table 2. Radioactivity of  $^{60}\text{Co}$  calculated

Specimen No.	1	2	3	4	5
Distance from detector (cm)	26.5	38.0	49.5	61.0	72.5
Radioactivity of $^{60}\text{Co}$ ( $\mu\text{c}$ )	1.00	6.35	27.7	89.5	367

自然計数を 700 cpm とし、No. 5 試料が落下してその放射能が消滅したことを 99% の有意水準で認めるためには、約 70 cpm の減少があればよいことになり、1 個所の埋込量は Table 2 に示された程度で十分であることがわかる。しかし高炉操業の終まで検出するにはこの 2 倍量必要であり、検出精度を上げるためさらにその倍の放射能を持つ試料を埋め込むこととした。

埋込試料は  $^{60}\text{Co}$  1mc Wire を銑鉄で適当に薄め、その一部を石英管で再溶解し、これをアルミナ管（内径 4 mm、長さ 15mm）に納めた。この試料を実際第 10 高炉シャフトに使用する煉瓦で積んだ Fig. 1 に示すような炉壁模型の所定の位置に置き、その各単独およびこれらを組合せた時の放射能を測定した結果を Table 3 に示す。ただし煉瓦積への埋め込みの便宜上 Fig. 1 の No. 2, 3 および 4 の 3 個所のみについて実験をおこなった。

Table 3. Activity on the outside of B. F. (cpm)

Specimen*	Activity	Difference
2+3+4	2020	—
2+3	1570	450
2	1010	560
None	90	920

\* 2: 0.038mc. 3: 0.117mc. 4: 0.400mc.

その後さらに検討の結果、実際の埋め込みは No. 2 および 4 の 2 個のみとした。埋め込み個所は侵蝕されやすいところに重点をおく方針で Fig. 2 に示すように 4 レベル 11 個所に埋め込んだ。各レベルにおける試料の位置を Fig. 3 に示し、また各試料の放射能の強さを Table 4 に示す。

この量は最大のものでも銑鉄約 150 t に薄まればその

放射能は  $4 \times 10^{-6} \mu\text{c/g}$  程度となり飲料水中の最大許容濃度の 1/100 になるため埋め込み試料が一鍋中にかたまつて落ちてても放射線障害については全く心配のない量である。

IV. 測定方法および結果

これらの放射性試料埋め込み個所外部の鉄皮に 4in ガス管長さ約 100mm のものを熔接し、埋め込み個所の明示と測定器の保持用とした。測定は 1 週 1 回シンチレーション計数器を用い

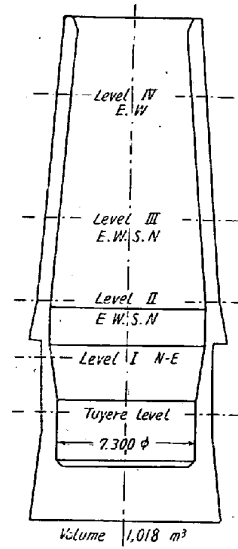


Fig. 2. Profile of No. 10 B.F. and levels of  $^{60}\text{Co}$  specimens.

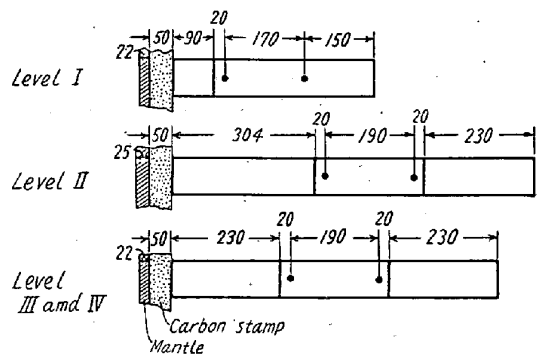


Fig. 3. Position of  $^{60}\text{Co}$  specimens in the brick work.

Table 4. Radioactivities of burried specimens.

Level No.	Position	Radioactivities of specimens (mc)		Counts per minute
		Inside	Outside	
I	South-East	0.39	0.063	16200
	East	0.47	0.040	840
II	West	0.49	0.042	780
	South	0.56	0.038	960
	North	0.44	0.039	780
III	East	0.40	0.053	2340
	West	0.44	0.053	2700
	South	0.42	0.037	2040
	North	0.41	0.050	2640
IV	East	0.55	0.058	3480
	West	0.33	0.053	2700

て測定をおこない、別に各出銑毎に計数試料を採取し炉壁侵蝕の日時を推定することとした。火入翌日（11月19

日)の測定結果を Table 4 に示した. 11月末日現在この測定値は変っていない.

V. 結 言

この実験は初めての試みであるため, 埋め込み個所および1個所の埋め込み個数を少なくして測定結果の確実を期したが, これが成功すればさらに多数の試料を埋め込むことにより炉壁侵蝕の進行状態を正確に知ることができ, 炉命延長に大きな貢献をするものと思われる.

(10) 高炉における炭素および熱量の消費について

(高炉における炭素および熱量的検討—I)

Carbon and Heat Consumption in a Blast Furnace.

(Studies on the consumption of carbon and heat in a blast furnace—I)

Jyun Sawamura, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所, 製鉄部

○沢村 惇・太田 奨・福田隆博

I. 結 言

最近の製鉄作業における品質管理の強化は, 作業設備および計測設備の強化と相まって, 作業成績の理論的評価を可能ならしめる段階にきたように思われる. これらの理論的評価を逆に製鉄作業に応用することにより熔鋳炉操業が大きく進歩し, これまでの永い間の経験による操業から完全に脱することも可能であろうと考えられる.

熔鋳炉における炭素熱量の消費は, 物質消費とともに製鉄作業の重要な点を占めることはここで強調するまでもないが, 本報告では熔鋳炉において炭素の消費はいかにしておこなわれ, その結果発生する熱量がいかに分配されているか, 装入物の熱量消費はどの程度であるかを

検討し, これらの結果の高炉操業への応用について理論と実際の面から考察した.

II. 高炉における炭素の消費について

(1) 高炉における炭素の消費について

高炉に装入された炭素がどのような経路をたどり, 消費されて行くかは熔鋳炉を考察する上で基礎となるものであることはいままでもない. ここではごく大略的ではあるが釜石製鉄所においておこなっている炭素精算の計算方法と方式とを示す.

Table 1 は炭素精算方式を簡略化したものである. なお Fig. 1 は当所第 10 高炉での最近の鑄物鉄吹製時の炭素精算結果の 1 例を流れ図として示したものである.

(2) 高炉ガス発生量とその成分について

炭素精算の面から高炉内各部におけるガス発生量とガス成分を求める理論式について種々検討した結果, 間接還元を推定するにはコークス比と  $CO+CO_2\%$  から求める方法がもつとも簡単でありまた精度がよいことが明らかとなった. この関係をグラフ化しておけば従来おこなっていた複雑な計算をおこなわずに, 簡単に還元状況を把握して操業に利用できることになる. またこれらのガス発生量と成分を求める式は操業計画をたてたり, 炉内反応を考察する上に利用できる.

III. 高炉における熱量の消費について

従来から熱量精算の方法としては, コークスの全発熱量を基準とした第 1 法, および炭素の炉内燃焼熱を基準とした第 2 法の二つの方法がおこなわれてきたが, ここに炭素精算に基づいた熱量精算の方法 (第 3 法) を前二者と熱的な機構の上から比較検討し, さらに第 3 法の計算方法の方式を示した.

(1) 各種熱精算の機構とその比較について

高炉の熱精算の方法として, コークスの全発熱量を基準とした第 1 法は, 炉内に装入された C が全部  $CO_2$  まで酸化されると考えた熱精算方式で, 総発生熱量は 3 つの方法のうち最大となる. したがって第 1 法から高炉の熱効率を考える時高炉は多量の熱量を与えられながら, これを未消化のまま炉頂ガス中に放散のしている効率の悪い熱機関と見られる. また第 1 法からはコークスの高炉における熱的役割と他の熱源 (例えば熱風) の役割との量的関係を議論することは不可能である. それはコークスが実際には第 1 法で考えているほどの発熱をおこなっていないからである.

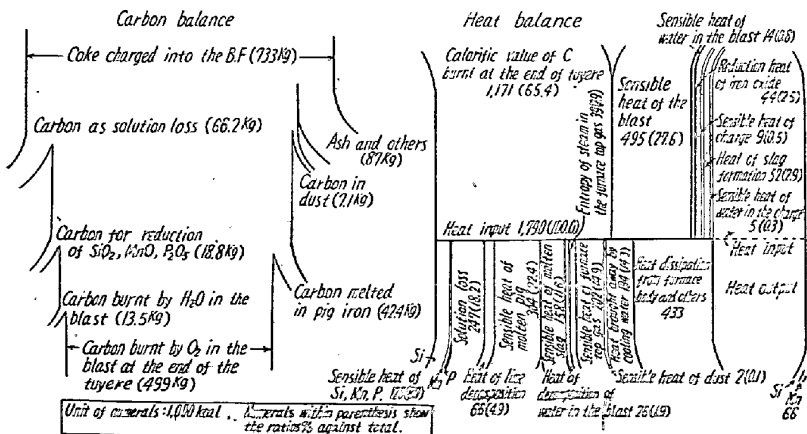


Fig. 1. Flow sheet of carbon and heat in blast furnace.