

ールの問題がなく、高圧操業の装入装置としても適す。

3.5 制御方法

制御回路には無接点継電器を使い故障のないようにすると共に、制御範囲を装入系統、コークス系統等のブロックにし、一部に故障が起こつてもそこだけを切り離して自動運転ができるようにした。

また、ベルト上の原料位置のトレースはパルスカウンター回路で行ない、これから関係機器の動作指令を出すようにした。

装入スケジュールはパルスカウンター回路にあるパッチボードにより自由に変更できるようにした。

4. 結 言

第2高炉改修に当り、装入設備にコンベヤー方式を採用した。この際、模型装入装置(1/5)による装入物分布試験を行ない、この結果をもとに、当社で開発した断続対称旋回シュート方式の新しい装入装置を設置した。これら設備は非常に順調に稼動しており、Fig. 5に見るごとく火入れ後きわめて順調で操業度も  $1.45 \text{ t/d/1m}^3$ 、コークス比  $490 \text{ kg/t}$  のよい操業成績で推移している。

文 献

第22回製鉄部会資料：“高炉装入装置における炉内分布について”

669.162.211.1 : 620.193.93  
(43) 日本鋼管川崎第2高炉の炉底浸食状況について

日本鋼管、川崎製鉄所

林 敏・○小林 正・斎藤正紀

Reports of Hearth Bricks Erosion at No 2 Blast Furnace of Kawasaki Works, Nippon Kokan K. K.

Satoshi HAYASHI, Tadashi KOBAYASHI and Masanori SAITO.

1. 緒 言

第2高炉は1959年3月12日火入れしたが、同年8月下旬から炉底部に挿入しておいた3カ所の温度計が急上昇し炉底に異常の生じたことが推察された。これに対しては種々対策を講じ一応安定したが、その後1963年7月再度温度上昇を起こすような経過を経て290万t出鉄し、今回予定通り1965年7月13日吹卸した。以下炉底温度上昇と対策、ならびに吹卸時の状況について報告する。

2. 異常の発生

2.1 炉底温度の上昇

第2高炉は Fig. 1 に示すごとくコンクリート基礎摺鉢部断熱用煉瓦積の下をコンクリートの昇温防止のため蛇管によつて水冷する方式をとり、また炉底部の温度分布を知るため各所に温度計を入れておいた。特に炉底最下部については防水用鉄板の上のカーボンスタンプの中に鋼管の保護管を3カ所入れ、Pt-PtRhの熱電対で温度を測定できるようにした。火入後これ等温度の上昇傾向については Fig. 2 に示すごとく、特に異常は認められなかつたが、火入後5カ月を経た8月27日頃から急上昇し始め、温度計1番は9月11日、3番は9月19日、2番

は9月23日それぞれ  $1120 \sim 1180^\circ\text{C}$  の記録で溶断してしまつた。この位置の温度測定は従来行なわれていなかったため、このような温度上昇が炉底のどのような変化を示すか明らかでなかつたが、一応炉底煉瓦の異常浸食と判断されたので、これに関する諸測定を行なつた。

2.2 出鉄量の異常

炉底が急激に掘れた場合、この部分に溶銑が残溜することになるから、計算上の銑鉄量と実際の出銑量の間には差が生ずる訳であるから、これをチェックしたところ Fig. 3 に示すごとく、8月下旬頃からやや計算値より実績値が下廻る傾向が出ているが、9月中旬には両者は一

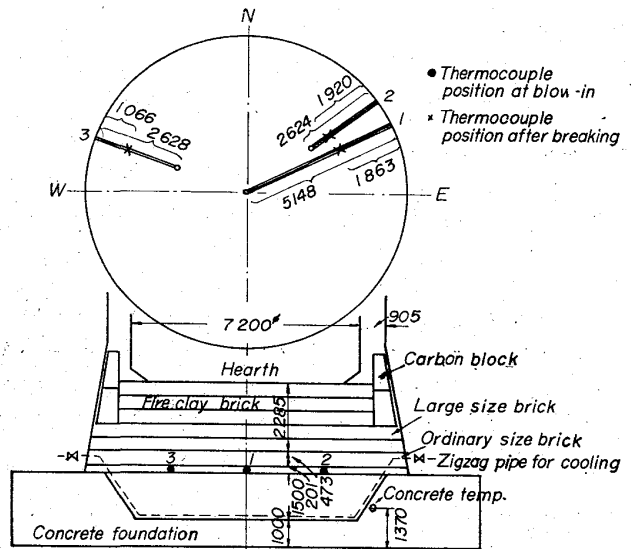


Fig. 1. Thermometers position in carbon stamp.

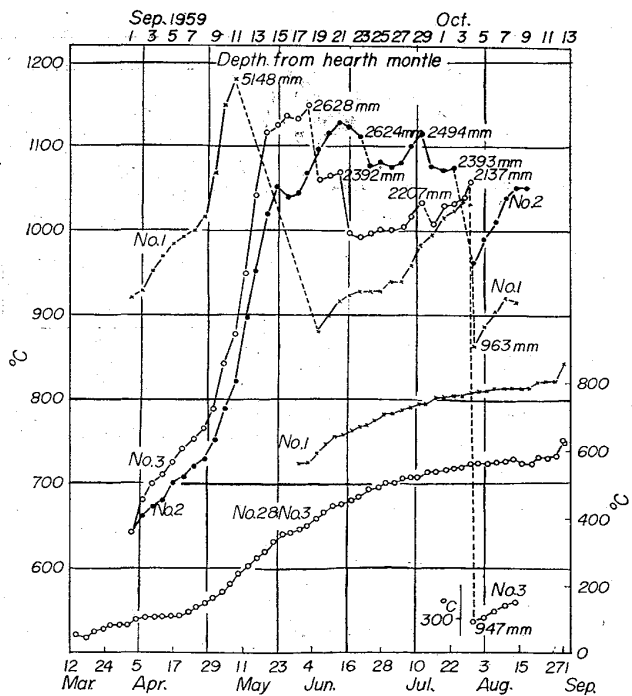


Fig. 2. Change of temperature at carbon stamp after blow-in and breaking process of thermocouple.

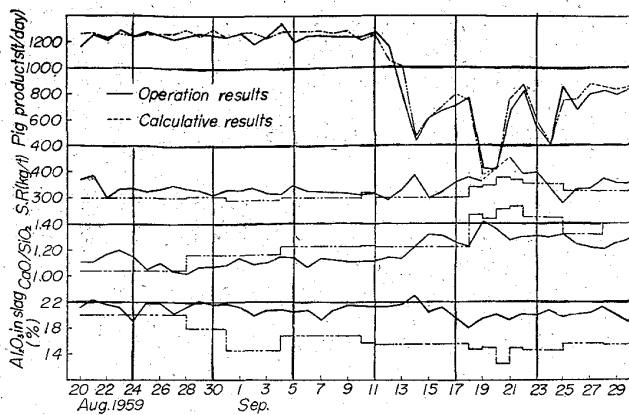


Fig. 3. Comparative figure of operation results with calculative result.

致するようになってくる。

2.3 高炉滓比の傾向

煉瓦溶損により計算と実績値の間に差が生じているか否か比較したが、明らかな傾向は見られなかつた。

2.4 塩基度および滓中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の傾向

煉瓦成分は SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が多いため塩基度の低下, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の上昇が生ずるはずであるが、Fig. 3 に示すごとく8月下旬に計算と実績値の間に異常が生じている所があるが、かなり長期間この傾向が続いているので果して煉瓦成分の影響かどうか疑問である。

2.5 銑鉄の保護管への浸入

温度計の熱電対が断線したので、これを入れ替えるべく引抜いたが、挿入時、奥が詰まっているので、圧縮空気保護管内を清浄したところ、長さ 300 mm の円筒形の白銑が出てきた。この成分は場所によつて異なり下記の

ごとくであつた。

	T.C	Si	Mn	P	S	Ti
No. 1	3.54	0.55	0.22	1.067	0.077	0.07
No. 2	3.74	2.71	0.26	0.273	0.075	

以上の検討の結果、炉底異常浸食と判断し次の対策を行なつた。

3. 対策

炉底浸食を防止できるような明確な対策はないが従来の経験から考えられる良さそうな対策を行なつた。

3.1 砂鉄の増使用

TiO<sub>2</sub> が炉床の汚染および炉底沈積を生ずることは従来の操業経験および解体時の観察により明らかなので、主として炉底に付着物を生ぜしめる目的で砂鉄の多量投入を行なつた。もちろん一方で操業を継続せねばならないので、投入量にはおのずから限度があるが、炉況を見ながら下記のごとく投入した。

砂鉄使用量 kg/pig-t	
80	9月11日まで
150	12 //
300	18 //
200	25 //
170	10月2日 //
100	31以降

この間漸減

この結果湯と滓の分離は非常に悪く、湯もべとつき、しばしば滓口および滓口周り煉瓦の破損を生じたが、操業は継続できた。

3.2 成分の調整

(1) 炉底保護のためのグラファイトの析出を多くするため、および、TiO<sub>2</sub> の溶銑への還元促進のため、滓の CaO/SiO<sub>2</sub> を増加せしめ 1.30 にした。もつとも、先に述べたように、この時期の計算上の塩基度は 1.40 で

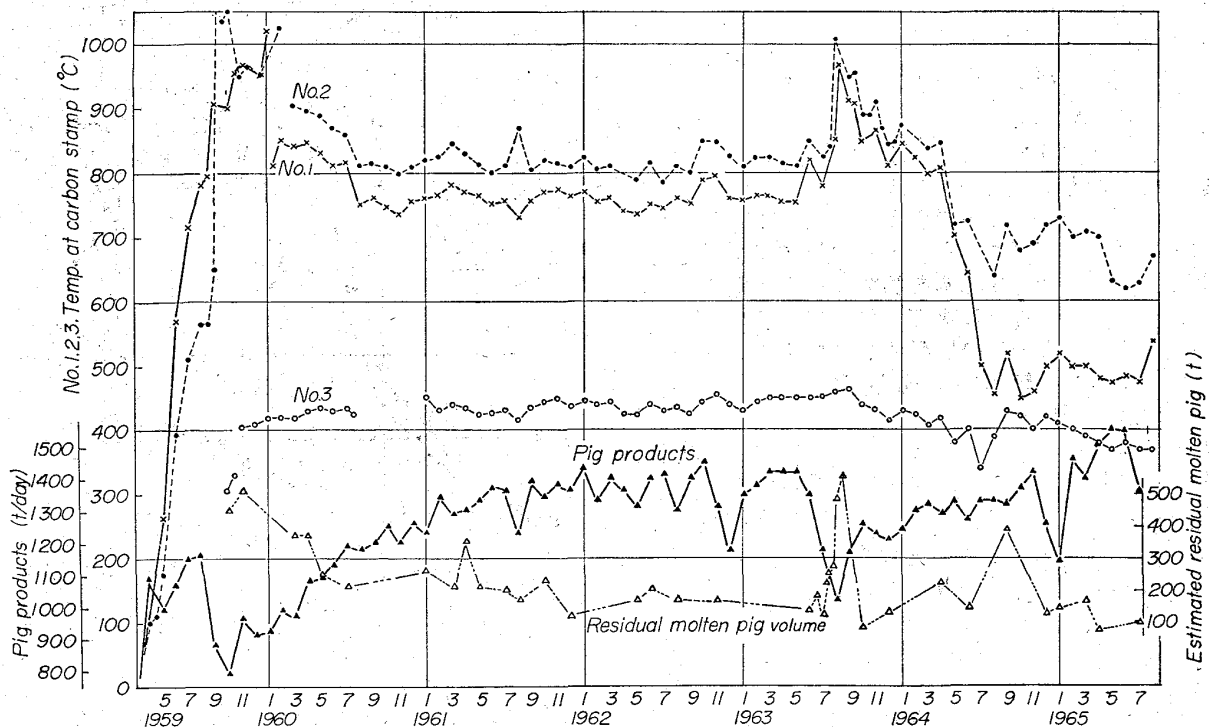


Fig. 4. Temperature at carbon stamp and residual molten pig volume. (From blow-in to blow-down)

も実績は 1・30 程度であつた。

(2) 溶銹成分については、特に Si を高くするか低くするか問題があるが、この時は上記と同じ理由で Si を高目にすることにし 1・0% 程度にした。

3.3 出銹量

このような状況で出銹量を減ずることが、炉底の保護になるか否か問題であるが、炉底の攪拌作用の減衰、および炉底負荷の軽減を目的として、出銹回数を増加し、また減風により出銹量を抑制した。なお、温度上昇が止まらぬ場合には、休風を行なつて炉底温度の上昇を防止した。実績としては、平常 1500 m<sup>3</sup>/min の風量を、一時 9 月 13 日 800 m<sup>3</sup>/min 程度にし、9 月 25 日から 1000 m<sup>3</sup>/min にして継続した。これらの結果、Fig. 4 に示すごとく、9 月 25 日頃から温度計も横江いになり、操業継続の見通しもできたので上記対策のもとに軽操業を実施した。

4. 吹卸迄の経過

その後の経過は Fig. 4 に示すごとくで、むしろ一時より炉底温度は低下し、以降、横江いとなつている。この傾向を見ながら、漸次、操業度も上げ 1961 年 1 月頃には、平常操業に移行することができた。なお、炉底の浸食状況については、どの程度が明らかでないので何とかして浸食量を知りたいと考え、温度分布等から、熱伝導計算により浸食ラインを推定したりしたが、鉄と鋼第 47 巻第 9 号に報告せるごとく <sup>60</sup>Co の炉内溶銹中への投入による残留銹測定法を開発した。数回の試験によりかなり良く合うので、炉底の監視用として、温度計とともに、<sup>60</sup>Co で定期的に残留銹を測定したのでこの結果を Fig. 4 に示す。炉底もこのまま安定したかに見えたが 1963 年 7 月再び温度の上昇、残留銹の増加を見たので、前記と同じような策をとつた。これも幸い安定したが、1964 年 5 月急低下した。この理由は恐らくコンクリート冷却のための給水管が炉内で損傷し、炉内へ浸水が起こっていると判断されたので、炉底下部鉄皮を開口したところ、水が出てくるのが確認された。依つて以後は、給水量を絞る、この結果、温度計は横江いを示すようになった。なお、このことについては、解体時調査せるところ給水管自体は全く傷んでいなかったが、フランジ部のパッキンが損傷し、そこから少量漏水していた。

5. 解体時の状況

上記のごとき経過を経てきたので、この高炉の状況には非常に興味を持たれた。先ず、吹卸前のサラマンダー抜について残留銹量の推定を行なつたが、この時 <sup>60</sup>Co の

推定では 80~100 t しか出なかつた。しかし、浸食状況から見て、この程度ではないはずで、これ以外は固化しているかどうか問題であつたが、固化と云うことも考えられないので、サラマンダーは 2 段に抜くことにし、上段は建設時炉底レベルの約 700 mm 下に開口し、下段は樋の関係もあるができるだけ下方に開口することにし約 2000 mm 下方にした。しかし、上段からは意外に出銹量は少なく 50 t 程度であつたが、下段からは推定 350 t 程度出銹した。解体時の炉底状況は Fig. 5 のごとくで、(1) 側壁にはチタン化合物らしき付着物が多く、特に浸食は著しくなく、カーボンブロックは全く原型のままであつた。(2) しかし、下方は全く掘れていて、中央部は大型および並型煉瓦は全くなく防水鉄板の層で止まつており、防水鉄板の下には、ほとんど湯のさした傾向すら見えなかつた。なぜ、この層で止まつたかについては、多分、コンクリート摺鉢部には常時水が入つていて、これが冷却の作用をしたのではないかと考える。(3) 残留していた地金は②と④(Fig. 5 中)は全く白銹であつたが

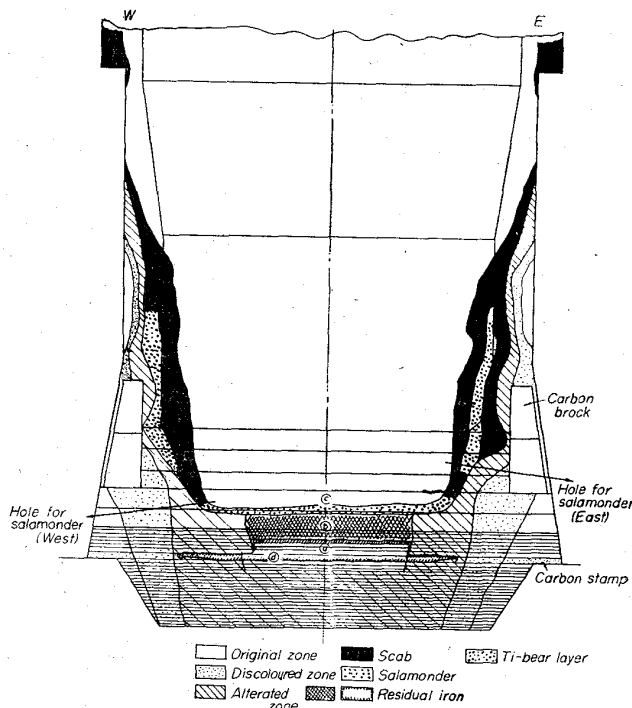


Fig. 5. Profile of erosion and scab in No. 2 BF hearth.

Table 1. Chemical composition of residual pig-iron (wt %)

Sample	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ti	Pb
Salamander (East)	4.30	0.80	0.69	0.185	0.062	0.05	0.19	—
"    (West)	3.78	0.28	0.45	0.160	0.118	0.04	0.07	—
Residual pig-iron A	1.90	0.22	0.27	0.009	0.010	0.08	tr	0.02
"    B	2.70	0.26	0.34	0.089	0.070	0.05	0.04	0.04
"    D	1.52	0.50	0.27	0.026	0.044	0.08	0.20	—
Ti-alloy in brick slit	3.72	0.56	0.41	0.065	0.037	0.03	26.0	—
	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T·Fe	Ti	MgO		
Salamander layer C	15.56	21.59	11.46	13.96	25.25	1.69	—	—

明らかに2層をなし、③と⑥とは肉眼的結晶状態が全く異なっていた。また、③は従来見られたサラマンダーのごときのもので、剝片状、黒色、グラファイトの析出の見られたものもあつて、各部の成分および、吹卸前炉底から抜いた成分は Table 1 のごとくであつた。(4) 一部煉瓦が傾斜し浮上の傾向の見られるものがあつた。

6. 結果の考察

(1) この高炉は、特に異常な操作を行なつたり、あるいは変つた煉瓦を使つた訳ではないが、煉瓦の浮上りを生じたものと推定される。(2) これの対策として種々の方法をとつたが、いずれの方法が有効かは確認できなかった。ただし、TiO<sub>2</sub>の添加は側壁にはきいたが下方には沈積してはなかつた。むしろ、操業度低下、休風溶銑温度低下、等により下方の湯を冷却固化したほうが有効であろう。(3) <sup>60</sup>Coの推定が最後に合はなかつた、これは以前から明らかであつたが、<sup>60</sup>Coの溶銑中における拡散速度が非常に遅いので、このように、すでに安定して静止した残溜溶銑は検出できないのではなからうか、逆に異常時に<sup>60</sup>Coの測定で多量に検出されるのは、炉底で攪拌現象が起こつていゝのではあるまいか。(4) 結果的にではあるが、炉底防水鉄板によつて浸食が止まつていたが、水冷の効果がいかに大であるか推察される。

実際の残銑量測定の場合は、サンプリングが問題となつてくるので R.I. 装入後4タップ間サンプリングする場合は第2式が成立する。

$$I_1 \cdot w_0 = \sum_{i=2}^4 I_i \cdot W_i + I_4' \cdot w_0 \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $m=1$ 、4タップ目の最終放射能を  $I_4'$  とする。

$m=2$  の場合には次の第3式のようになる。

$$I_2 \cdot w_0 = \sum_{i=3}^4 I_i \cdot W_i + I_4' \cdot w_0 \dots\dots\dots (3)$$

第1~3式が成立するための条件は、R.I.が溶銑に均一に混合していることおよび基準出銑後に炉内に残留した溶銑中に R.I. が均一に混合していること、すなわち  $I_m$  が残銑中の放射能を正確に表わしていることである。R.I.が溶銑に均一に混ざつていない時は、溶銑鍋ごとに  $I_i \cdot W_i$  を求めてタップごとの  $I_i \cdot W_i$  を算出すれば誤差は小さくなり実用上この値を用いればよい。

3. 試験方法

R.I.として<sup>60</sup>Co等を鋼製パイプを使用して羽口より湯溜部に装入した。装入棒の先端は鋼製カプセルになつており、これが溶落するとパイプ後端より火花等がでるので R.I.が炉内に装入できたことが確認される。R.I.は以前は出銑口から最も遠い羽口1カ所から装入していた。しかし Fig. 1 に示すように混合状況があまりよくなかつたので、出銑口から遠い羽口3~6本からR.I.を装入する方法に改善した結果、Fig. 2 に示すように1カ所から装入する方法に比較し混合状況が良好になつた。

669.162.211.1.620.193.93  
(44) 高炉炉底レンガ浸食状態の測定について

富士製鉄、広畑製鉄所研究所  
工博○宮川 一男・一色 久

On the Erosion Amount of Hearth Bricks in Blast Furnace.

Dr. Kazuo MIYAGAWA and Hisashi ISSHIKI.

1. 緒 言

溶銑炉の寿命は主に炉底レンガの浸食状況によつて決定されるので、その浸食状態を測定することは炉体管理および改修時期の目安上非常に重要である。炉底浸食状態測定の方法として R.I. 希釈分析法を応用して残銑量を測定した報告がある<sup>1)2)</sup>。残銑量より炉底浸食量を推定する場合に炉心体積によつてその浸食量が影響されるので、火入れ直後ならびに改修直前における残銑量を測定して、炉心体積を推定し炉底浸食量を算出する方法を確立した。その炉心の体積については普通圧操業および高圧操業の場合について検討したのであわせて報告する。

2. 残銑量測定原理

残銑量を  $w_0(t)$  とすれば、R.I. 希釈分析法により第1式が成立する。

$$I_m \cdot w_0 = \sum_{i=m+1}^{\infty} I_i \cdot W_i \dots\dots\dots (1)$$

- ただし  $I_m$ : 基準出銑の最終放射能 (c.p.m.)
- $w_0$ : 残銑量 (t)
- $I_i$ : 基準出銑後  $i$  回目出銑の平均放射能 (c.p.m.)
- $W_i$ : 基準出銑後  $i$  回目出銑の出銑量 (t)

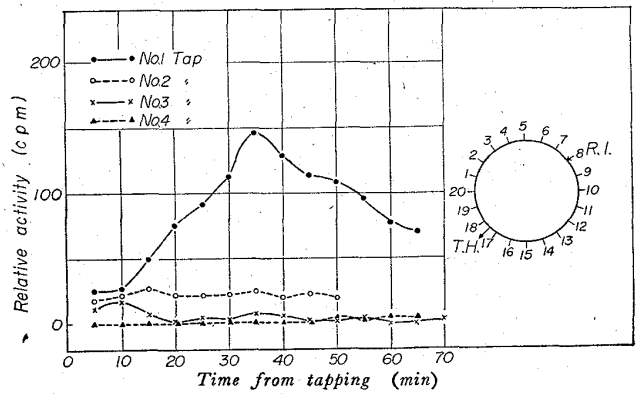


Fig. 1. Distribution of activity in each sample tapped.

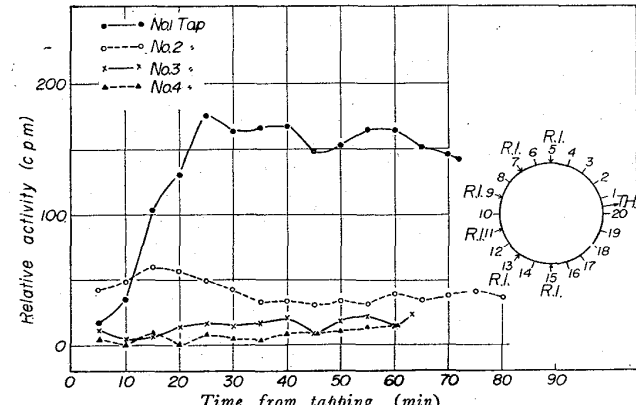


Fig. 2. Distribution of activity in each sample tapped.