

UDC 669.162.12 : 622.341.1-185 : 622.341.1-188 :  
669.094.2 : 669.162.263.2 : 669.162.267.34

論 文

高炉塊状帯の内部状況について\*  
(高炉解体調査-2)下村 泰人\*\*・西川 潔\*\*・有野 俊介\*\*  
片山 力\*\*・肥田 行博\*\*\*・磯山 正\*\*\*\*On the Inside State of the Lumpy Zone of Blast Furnace  
(Report on the Dissection of Blast Furnaces-2)Yasuto SHIMOMURA, Kiyoshi NISHIKAWA, Shunsuke ARINO,  
Tsutomu KATAYAMA, Yukihiko HIDA, and Tadashi ISOYAMA

## Synopsis:

Hirohata No. 1 BF and Kukioka No. 4 BF of Nippon Steel Corporation were blown down in a usual operating state and dissected very cautiously after quenched with water. The conditions in the reducing zone of the furnace shaft are explained in this report.

From these investigations burden distribution, gas flow at the shaft deduced from the burden distribution, changes of burden properties according to the progress of reduction, and the behaviors of Zn, S and alkali materials in the shaft were clarified. Both furnace conditions were carefully compared to the respective operating conditions. The relation between the operating conditions and the changes of burden properties at the shaft were cleared.

Based on the results of dissection, burden testing methods and necessary burden properties are discussed.

## 1. 緒 言

新日本製鉄では、昭和45年に広畑第1高炉、昭和46年には洞岡第4高炉を操業状態のまま吹止め、ただちに注水冷却後、炉頂部より装入物を順次かき出したり、炉内各部のコアサンプルを採るなどして、炉内状況を調査した。本報では、装入物からシャフト部を降下する際の、主としてガス還元による変化についての調査結果を述べる。

これまでも炉外からの測定で、炉内状況を推定していたが、今回の大掛りな解体調査により、炉内の装入物の降下状態、装入物の通気分布からのガス流れ状況の推定、還元進行に伴う装入物の性状変化、炉内におけるS、Zn、アルカリの挙動などが明らかとなった。なお注水冷却に

よる再酸化の問題についても検討した。

これらの解体調査結果にもとづいて、現在行なわれている装入物の試験法の妥当性を検討し、装入物の具備すべき性状などについて意見を述べた。

## 2. 炉内装入物堆積状況

## 2.1 炉頂装入物表面形状

吹止め時の炉頂装入物表面の傾斜角度は、前報<sup>1)</sup>で述べたごとく、広畑1BF、洞岡4BFいずれの場合も20°~25°でほぼ同一である。この値は通常モデル実験などで経験している値より低目になっている。

## 2.2 装入物堆積状況

## 2.2.1 堆積状況外観

炉内にコアサンプル採取用パイプを打込み、炉内装入

\* 昭和49年11月、50年4月、10月、本会講演大会において発表、昭和50年10月27日受付 (Received Oct. 27, 1975)

\*\* 新日本製鉄(株)広畑製鉄所 (Hirohata Works, Nippon Steel Corp., 1 Fuji-machi Hirohata-ku Himeji 671-11)

\*\*\* 新日本製鉄(株)八幡製鉄所 (Yawata Works, Nippon Steel Corp.)

\*\*\*\* 新日本製鉄(株)室蘭製鉄所 (Muroran Works, Nippon Steel Corp.)

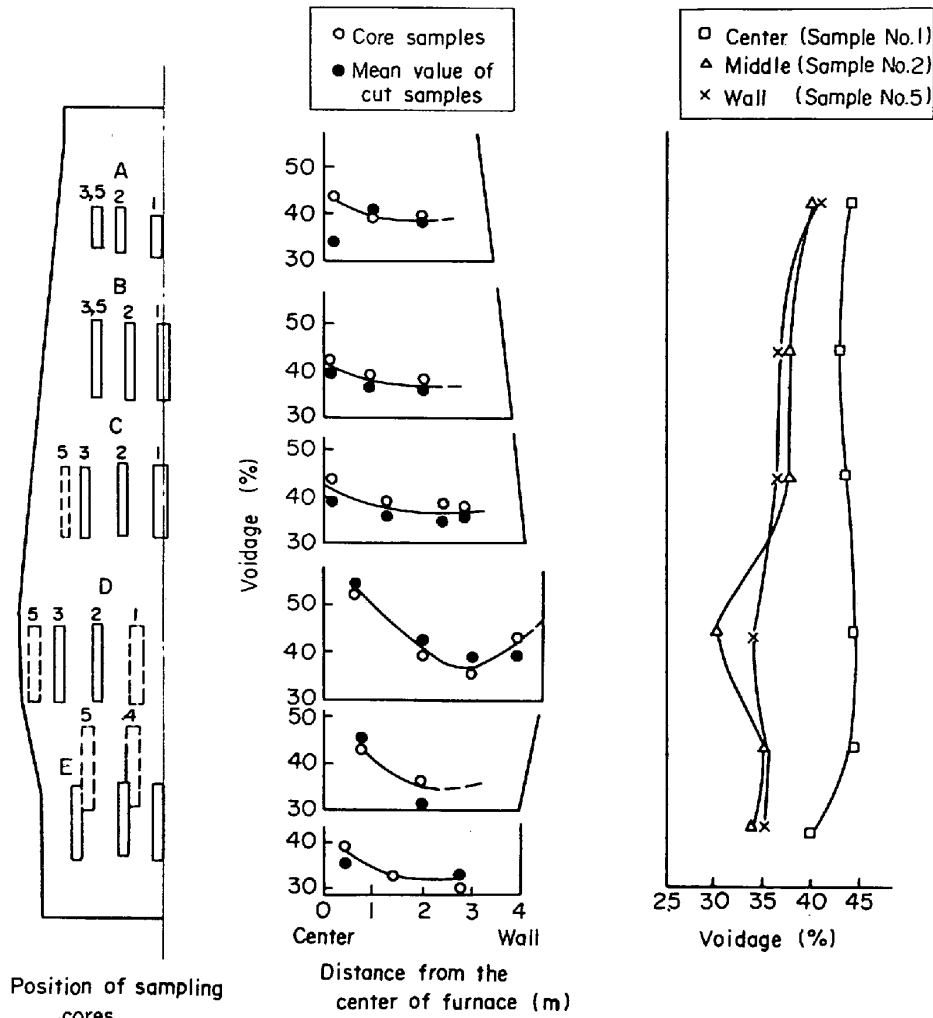


Fig. 1. Voidage distribution.  
(Kukioka No. 4 BF)

物を堆積状態のまま採取した。堆積状況の概観は、広畑 1 BF, 洞岡 4 BF とほぼ同様で、次のようなことがわかった。

- (1) 炉内装入物は混合現象を起さず、層状のまま炉内を降下する。
- (2) シャフト上部から炉腹部にかけての鉱石類とコークスの層厚はしだいに薄くなっている。
- (3) 羽口部で鉱石類の層が消え、コークス粒間にメタル、スラグの滴下物が存在している。

2.2.2 空隙率分布

コアサンプル内装入物の空隙率を、炉高、炉壁方向について調べた。洞岡 4 BF の場合について、Fig. 1 に示す。広畑 1 BF の場合もこれとほぼ同様の傾向を示し、空隙率は中心部が大で、炉中間部、炉壁部が小さくなっている。炉中心部の空隙率が大きいのは、コークス層の占める割合が大きいためである。また炉中間部、炉壁部の空隙率が炉腹以降急激に小さくなっているのは、炉腹

部以降で細粒鉱石、融着物が多く生じるとともに、コークス粒間を埋めるようになるためである。

3. 粒度分布

3.1 炉径方向の粒度分布

コアサンプルを用いて各部の通気度を測定し、その値を使つて計算した炉内ガス流速分布を第 1 報<sup>1)</sup>に報告している。その結果によれば、塊状帯のガス流れは各部の通気抵抗に支配されたピストン流と、ほぼ見なし得るので、炉径方向の装入物の粒度分布はガス流分布と密接な関係を持っている。そこで炉径方向の鉱石銘柄ごとの粒度の分布を、広畑 1 BF, 洞岡 4 BF の代表結果についてそれぞれ Fig. 2, Fig. 3 に図示する。

広畑 1 BF : シャフト上部から中部にかけて、焼結鉱、塊鉱石とも中間部における粒度低下がみられる。それに対して炉壁部ではほとんど粒度の回復はみられないが、中心部では粒度は徐々に大きくなっており、その程度は

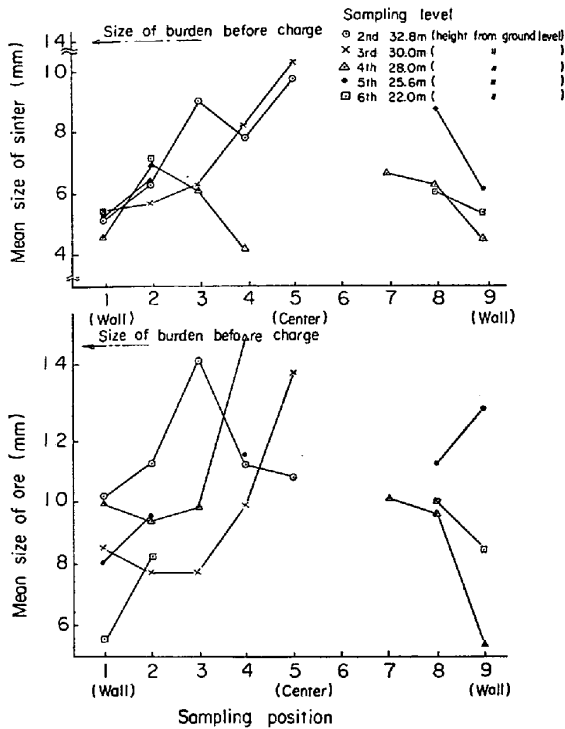


Fig. 2. Change of burden size in lumpy zone. (Hirohata No. 1 BF)

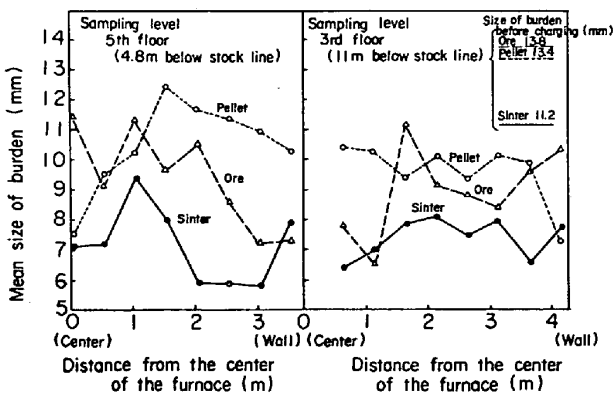


Fig. 3. Change of burden size in lumpy zone. (Kukioka No. 4 BF)

塊鉱石が著しい。採取サンプルの観察結果からみると、このような粒度の回復を示すような変化は、吹止めの影響で、粒度極小を示す部位の装入物が粉化しやすい温度条件に長時間さらされたためであろうと考えられる。

洞岡 4 BF : シャフト上部では各銘柄とも炉径方向粒度差が大きいが、降下するにしたがってその差は小さくなり均一化する。この現象は広畑 1 BF と異なり、ガス流分布と相関を持っているものと思われる。焼結鉱の粒度低下が著しいのは広畑 1 BF と同様である。炉壁部焼結鉱はシャフト上部で急激に粉化し、10 mm 以下になる。一方中間部ではシャフト中下部にかけて粉化を起しており、中心部では炉壁部と中間部の中間の状態を示している。

いずれにしても広畑、洞岡両高炉では、装入物の炉径方向粒度分布に大きな差があり、焼結鉱、塊鉱石は炉内の温度分布、ガス流分布に影響された粒度変化を示すように思われる。一方ペレットは粉化をほとんど起こさず、形状を保っている。

### 3.2 炉高方向の粒度分布

前記炉径方向粒度分布において、炉高方向粒度分布について若干ふれたが、総括して図示すると Fig. 4 になる。この図は洞岡 4 BF における鉱石の水平レベル平均値を図示したものである。

ストックライン下 3~4 m で粉率が上昇し、平均粒度が低下している。銘柄別にみると、焼結鉱と塊鉱石はストックライン下 3~4 m で急激な粒度低下があり、ペレットは、上記 2 銘柄に比べると徐々に粒度が低下している。ストックライン下 7 m 位で焼結鉱の還元粉化は終了し、ペレットのふくれ現象もほぼ完了していると考えられる。ストックライン下 10~12m の位置で粉率の上昇が認められる。これは +5 mm 中焼結鉱割合が減少していることから、比較的粒度の小さい焼結鉱の粉化に原因しているのではないかとと思われる。

なお、広畑 1 BF について、炉高方向粒度分布の検討は割愛した。炉径方向の粒度分布が極端であるため、平均的傾向として検討することは無意味であると考え、前記炉径方向の結果、および次に述べる全体的な結果で表現する。

### 3.3 全体的な粒度分布

高炉内における全体的平均粒度分布について、広畑 1 BF で最も特徴的な焼結鉱の粒度分布を Fig. 5 に示す。また洞岡 4 BF における全鉱石の平均もあわせて図示した。

広畑 1 BF では炉径方向の粒度差が大きく、洞岡 4 BF では炉径方向の粒度差は少ない。これらの差異は炉内の温度分布、ガス流分布が還元粉化域を決定していることに原因していると考えられる。また広畑 1 BF 中心部では、温度が高く、急速還元されるため、たとえクラックが発生してもすぐ融着し粉化にいたっていないと思われる。

### 3.4 粉に関する検討

-5 mm 以下の微粉の各銘柄を肉眼で識別して分離することは非常にむずかしい。そこで装入された焼結鉱が高塩基度であり、他の装入物には CaO が少ないことに着目し、焼結鉱中に含まれる CaO% と照らし合わせることで、-5 mm 粉中に含まれる焼結鉱の割合を推定した。

すなわち、-5 mm 試料中の各粒度ごとの CaO 分析

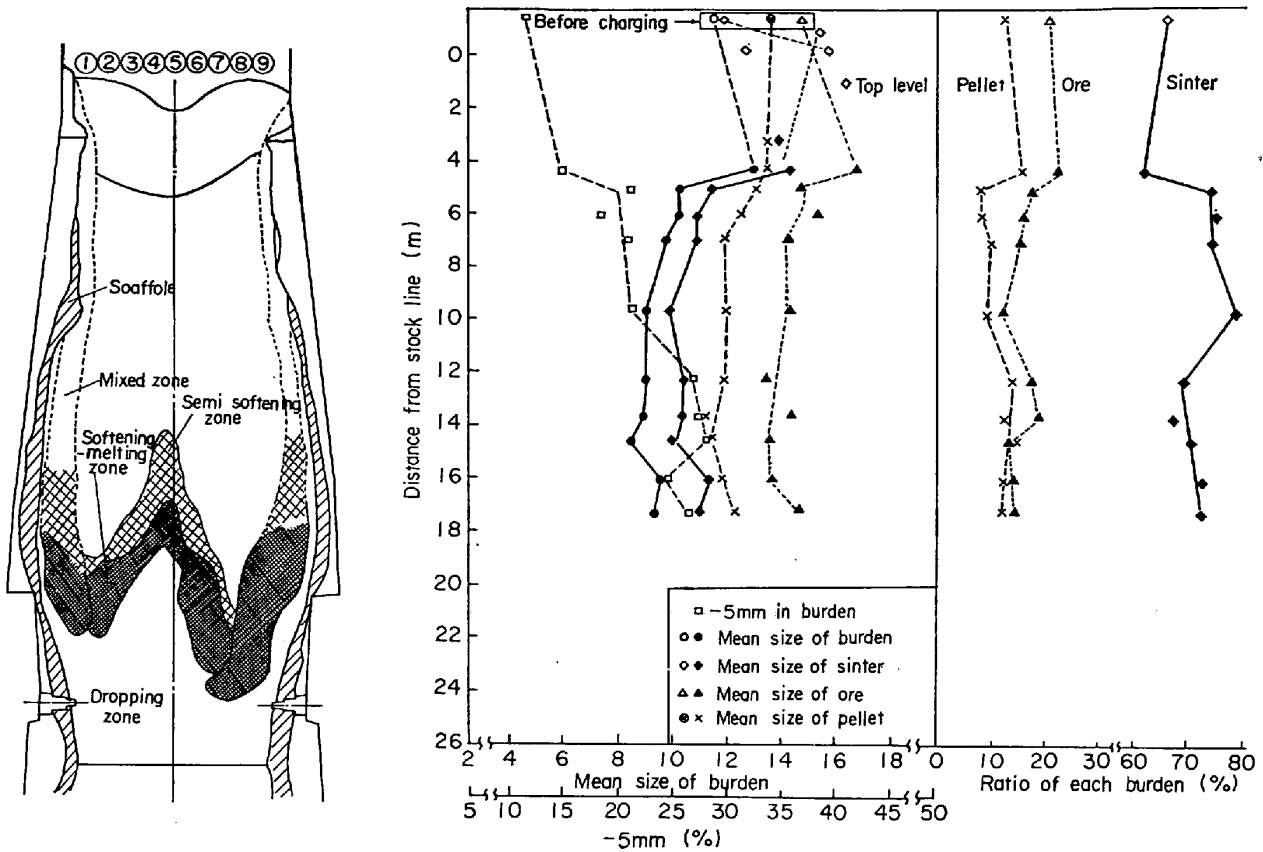


Fig. 4. Change of burden size and ratio of each burden in the vertical direction. (Kukioka No. 4 BF)

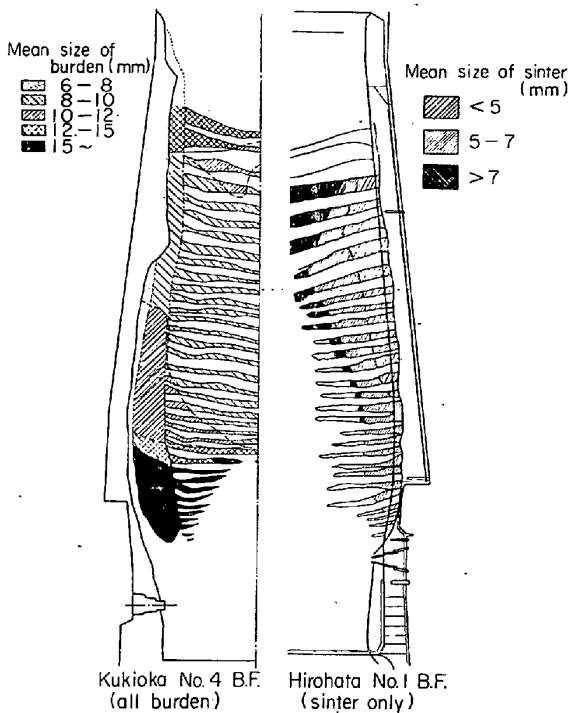


Fig. 5. Distribution of burden size.

値から算出した焼結鉱の量と、肉眼識別顕微鏡分析結果とを比較した。炉内各位置を代表する試料について比較

した結果、各粒度ごとに両法で求めた焼結鉱の量比が異なっていることが判明した。これを補正係数として扱い、残り全試料について適用し、 $-5\text{ mm}$  試料中焼結鉱割合を推定した。(Fig. 5における広畑1BFの粒度分布は本推定法によるものである。)

残り、塊鉱石、ペレット、副原料については、焼結鉱の $-5\text{ mm}$ 粉推定と同様に、肉眼識別一顕微鏡分析を行なった結果から、ペレットおよび副原料の粉量はほぼ一定であることが判明した。そこでペレット3.5%、副原料7%とし、残りを塊鉱石と考え $-5\text{ mm}$ 粉中鉱石類の割合を求めた。

上記推定法により全鉱石中の $-5\text{ mm}$ 粉量および焼結鉱粉量を求めた結果を、広畑1BFの場合について図示するとFig. 6になる。

全鉱石中の $-5\text{ mm}$ 粉は10~40%であるが、そのうち焼結鉱の占める割合は、70~80%である。この比率は洞岡4BFの場合も同一である。また焼結鉱の粉化の起こる位置の温度は $200\sim 500^\circ\text{C}$ 域と一致し、これからみても還元粉化現象によるものと推定される。

また、塊鉱石の粉量が焼結鉱より少ないのは塊鉱石装入量に原因しており、塊鉱石のみの粉化率であらわせば焼結鉱のみの粉化率とほぼ同じで、20~30%である。一

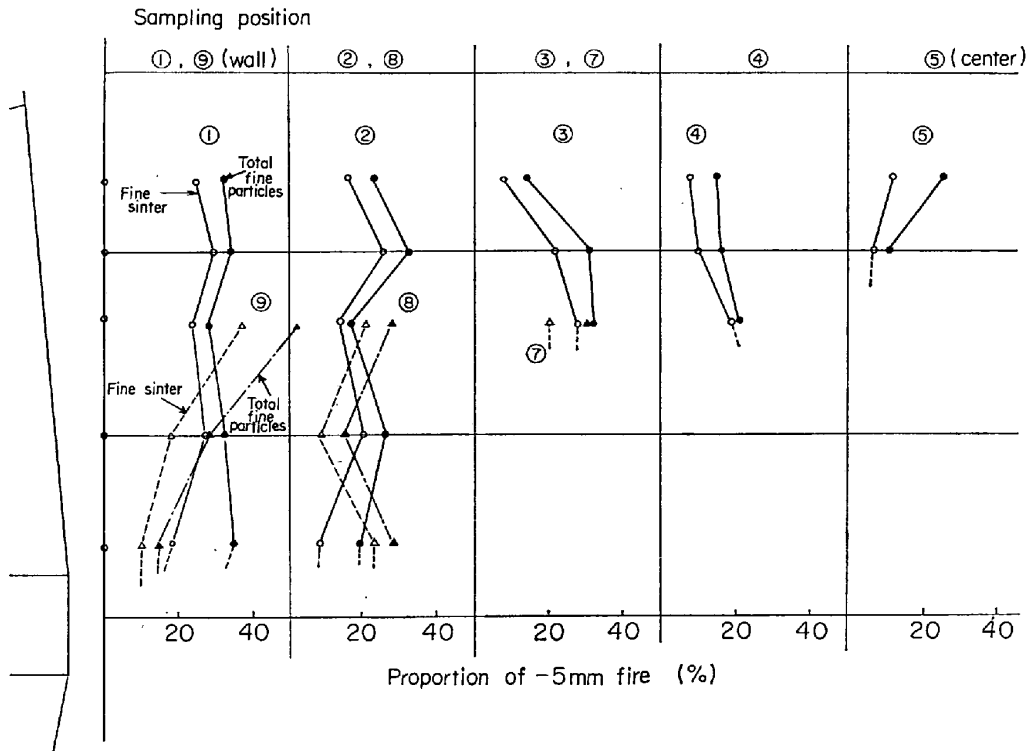


Fig. 6. Ratio of total fine particles and fine sinter (-5 mm) in the burden. (Hirohata No. 1 BF)

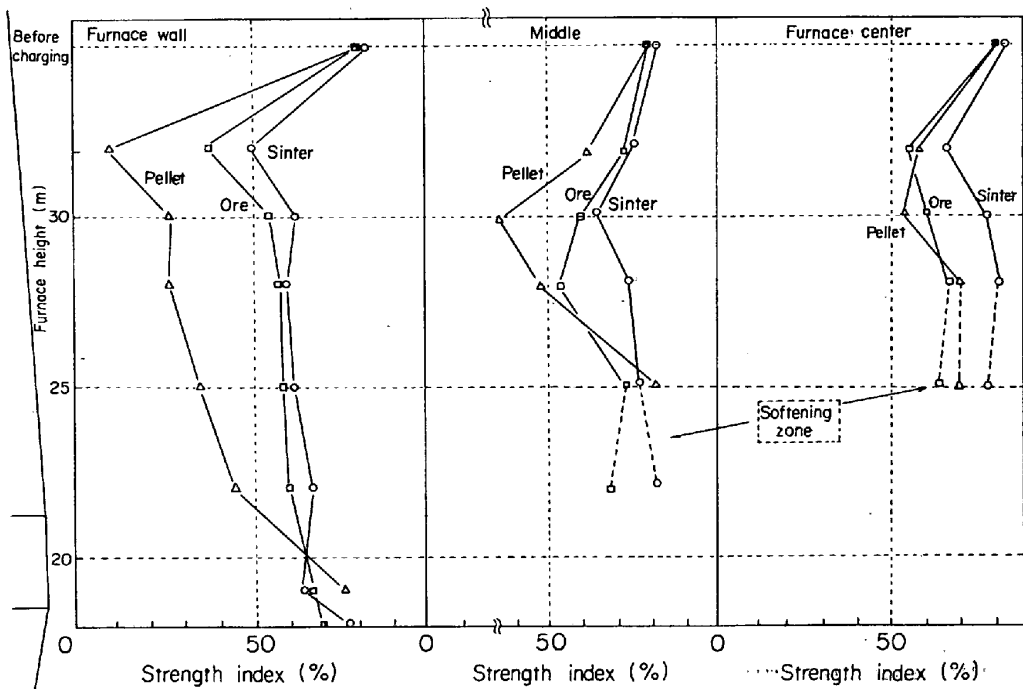


Fig. 7. Vertical change of burden strength. (I-type test, Hirohata No. 1 BF)

方、塊鉱石の粉発生域は 800~900°C であり、還元中の強度低下による熱割れと思われる。

#### 4. 強度変化

シャフト部の塊状帯における鉱石類の強度変化を広畑

1 BF の場合について図示すると Fig. 7 になる。なお鉱石類の強度試験法は広畑 I 型試験法により、強度は +3 mm 残留率で表示した。試験法を Fig. 8 に示す。

##### 4-1 焼結鉱の強度変化

炉壁部：炉頂レベルで強度低下がみられ、それ以下で

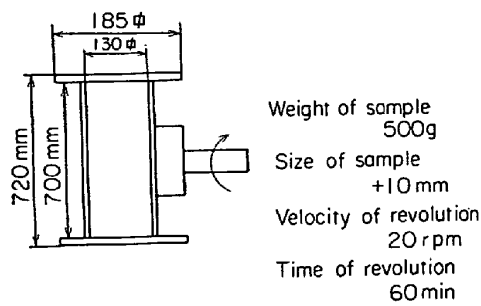


Fig. 8. I-type strength test apparatus and method.

若干程度の回復がみられるが、さらに降下してもほとんど強度上昇がみられない。これは、炉壁部では降下しても、ほとんど還元が進まないことと傾向が同じである。

中間部：強度低下が炉壁部の場合よりさらに下部まで続き、その後降下するにしたがい強度の回復がみられるが、その程度は大きくない。

中心部：炉頂ではやはり低温還元による強度低下がみられ、降下するにしたがい、強度は回復する。その程度は中間部と同じである。

全体的にみると、炉内における焼結鉱の強度回復の程度はさほど大きくないと思われる。

#### 4.2 ペレットの強度変化

炉壁部：炉頂では強度低下が著しく、その程度は焼

結鉱、塊鉱石より大きい。しかし降下するにしたがい、強度は著しく回復し、焼結鉱、塊鉱石より強くなる。還元があまり進行しないにもかかわらず、シャフト下部での強度回復が著しいのは、この付近からメタル生成が開始される（焼結鉱はまだメタルを生成しない）ことと関連があるようである。

中間部：焼結鉱の場合と同じ位置まで強度低下がみられ、その後焼結鉱、塊鉱石に比して急速に回復している。

中心部：炉頂部で温度低下がみられるが、降下してもその程度はかわらない。

#### 4.3 塊鉱石の強度変化

塊鉱石の強度変化は、概して焼結鉱と類似しているが、塊鉱石の強度は焼結鉱よりいくぶん弱いようである。

いずれにしても鉱石類の強度変化は、炉内の還元状態およびガス流状態と相関を持っているものと考えられる。

### 5. 塊状帯、軟化帯における鉱石類の還元性状

#### 5.1 炉内還元状況

炉内より採取した試料の還元率（酸素除去率）変化を調べた。各鉱石銘柄別炉高方向の還元率変化を Fig. 9, Fig. 10 に示す。広畑 1 BF, 洞岡 4 BF とも銘柄による還元率の差は特に認められないが、これは後に述べるように、吹止め後の冷却過程における再酸化による影響が

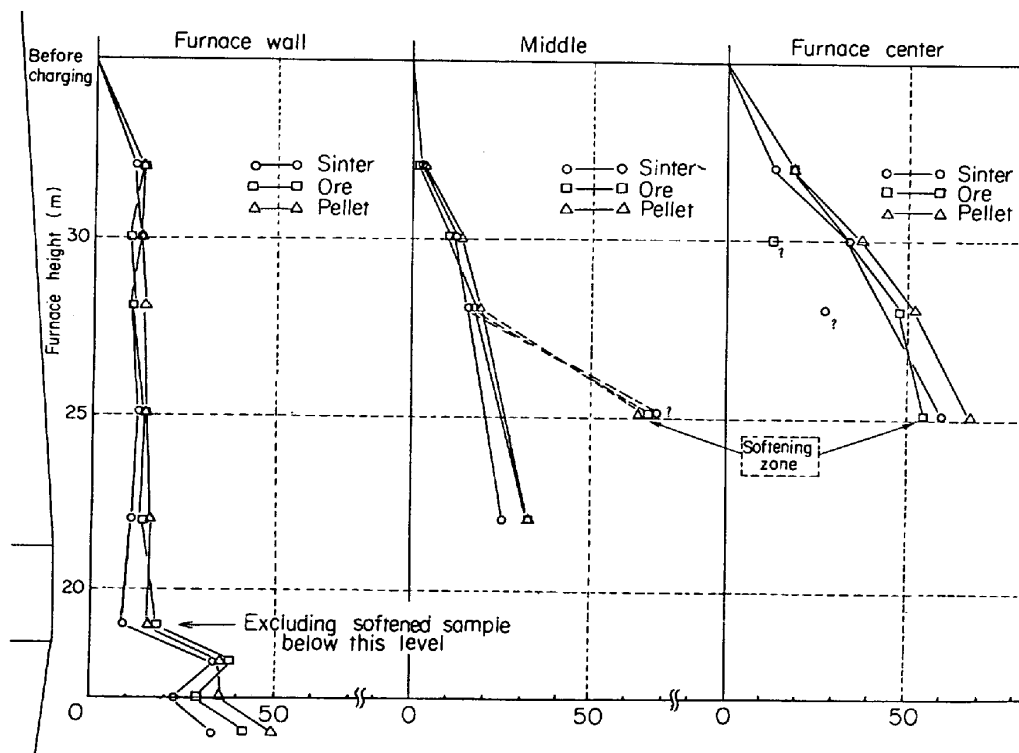


Fig. 9. Change of reduction degree of burdens in vertical direction. (Hirohata No. 1 BF)

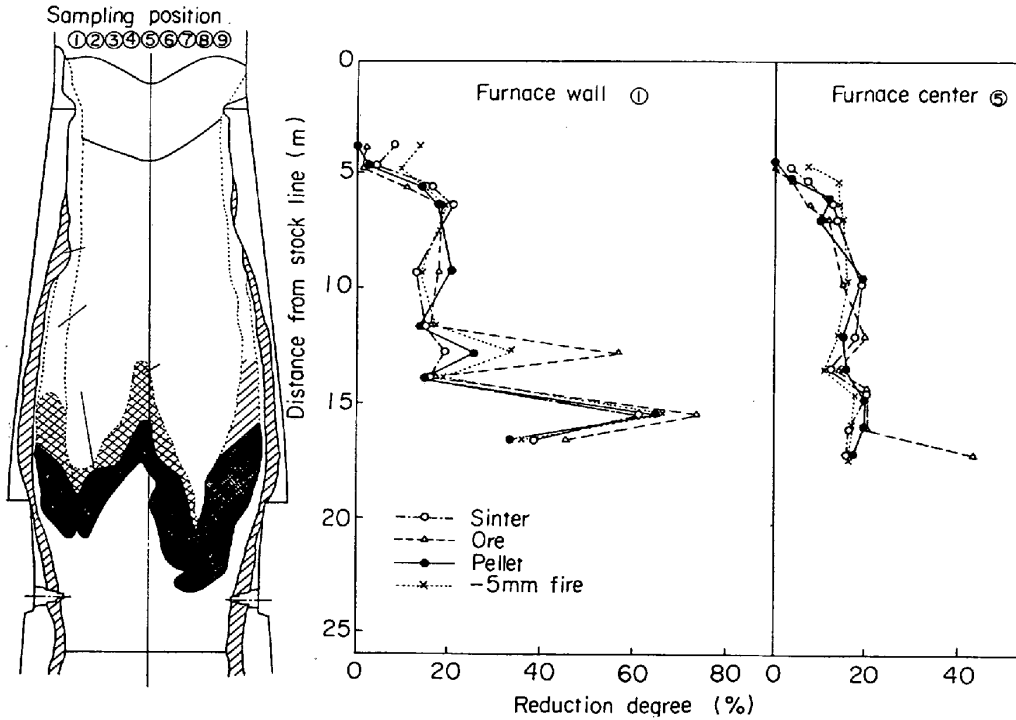


Fig. 10. Change of reduction degree of burdens in vertical direction. (Kukioka No. 4 BF)

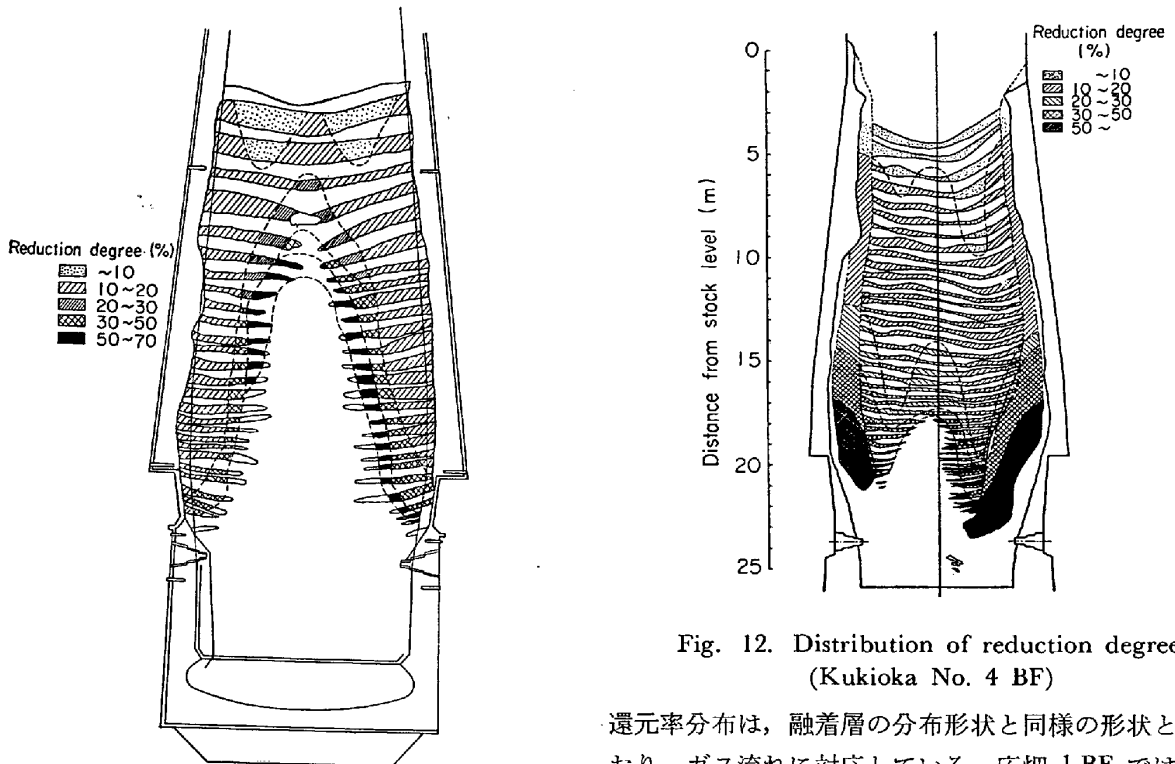


Fig. 11. Distribution of reduction degree. (Hirohata No. 1 BF)

Fig. 12. Distribution of reduction degree. (Kukioka No. 4 BF)

大であるためと考えられ、今後検討を要する問題である。

炉内各銘柄の還元率より平均還元率を算出し、炉内全体の還元状況を調べ、広畑 1 BF と洞岡 4 BF の比較を行った。結果を Fig. 11, Fig. 12 に示す。両高炉とも

還元率分布は、融着層の分布形状と同様の形状となっており、ガス流れに対応している。広畑 1 BF では炉壁部の還元がほとんど進んでおらず、10~20%の還元率である。炉中心部は下降に従い急速に還元が進み、シャフト中部で 50~70% の還元率を示し、一部金属鉄が生成している。

それに対し洞岡 4 BF では、炉壁部で最も還元が進んでおり、中間部では遅れている。特に軟化融着の遅れて

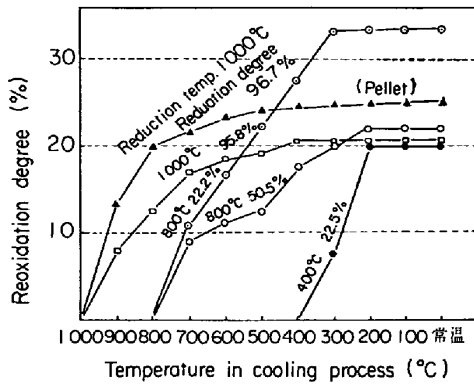


Fig. 13. Reoxidation test result of reduced sinter.

いることから、ガス流れが少なく温度が低かつたと考えられる出銑口側の中間部では還元率が低い。

### 5.2 吹止め後の再酸化に関する検討

吹止め後の冷却過程における再酸化の影響を調べるため机上実験を行なった。実炉における冷却条件を机上でそのまま再現することは困難であるが、ここでは以下の方法で再酸化の程度を調べた。

#### (1) 実験方法

各還元率の試料に同量の水をかけ、各還元率に対する酸化の程度を調べた。

- i) 還元温度 400°C, 800°C, 1000°C
- ii) 注水量 1.5cc/g の散水 : 散水量300cc/200g  
10分ごとに所定水量をピペットで散水
- iii) サンプル冷却速度 200°C/hr の降温
- iv) 冷却雰囲気 窒素
- v) 試料 焼結鉱 200g (一部ペレット200g)
- vi) 装置 塊状還元装置

#### (2) 実験結果

実験結果を Fig. 13 に示す。この図より

i) 還元温度、還元率が異なっても  $N_2$  雰囲気中で散水量が同じであれば、最終再酸化率はほぼ同じで 20~25% になる。つまり還元が進んでおれば、それに比例して再酸化量も増加する。

(再酸化率 = 酸素付加率 / 酸素除去率)

ii)  $N_2$  雰囲気注水冷却の条件下では、再酸化の試料温度が 300°C 付近までで、それ以下の温度では酸化はほとんど進まない。

一方、本結果と比較する意味で、シャフト型モデル炉を用い再酸化実験を行なったが、ほぼ同様の結果が得られており、実炉における再酸化程度の一応の目安はついたものと思われる。

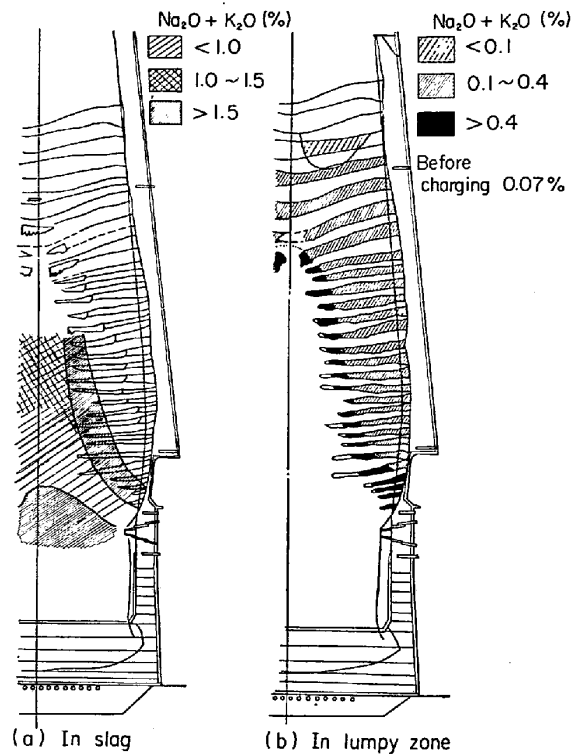


Fig. 14. Distribution of alkali in blast furnace.  
(Hirohata No. 1 BF)

## 6. 各種成分の挙動

### 6.1 炉内アルカリ分布

アルカリの炉内分布を広畑 1 BF の場合について Fig. 14 に示す。アルカリ分布は炉内融着層プロフィールおよび炉内温度分布によく一致しており、ガス流れと深い関係にあることがわかる。塊状部では、装入量の約 2 倍の量が濃縮されている程度であるが、融着層部に入ると、急に濃度が増加する。この理由は、次のように考えられる。アルカリの沸点は 800~900°C であり、この温度以上の還元雰囲気のもとで、アルカリ酸化物は還元され、金属単体もしくはシアン化物となつて揮発する。融着層下部の滴下帯および羽口上部で、この反応がさかんとなり、アルカリは大部分ガス中に移行する。融着層部では、この高濃度のアルカリを含んだガスから、逆に吸収して装入物中のアルカリは増加する。このように、アルカリは、炉内の高温部、低温部を循環している。広畑 1 BF のアルカリ循環状態を Fig. 15 に示す。

### 6.2 炉内亜鉛分布

Zn の炉内分布を広畑 1 BF について Fig. 16 に示す。装入された Zn 化合物は分解あるいは還元され、Zn 酸化物として降下する。ZnO は  $CO/CO_2=1\sim5$  の雰囲気のもとでは 1100~1200°C で還元されて、金属 Zn となり揮発する。このようにガス化した Zn は、一部は



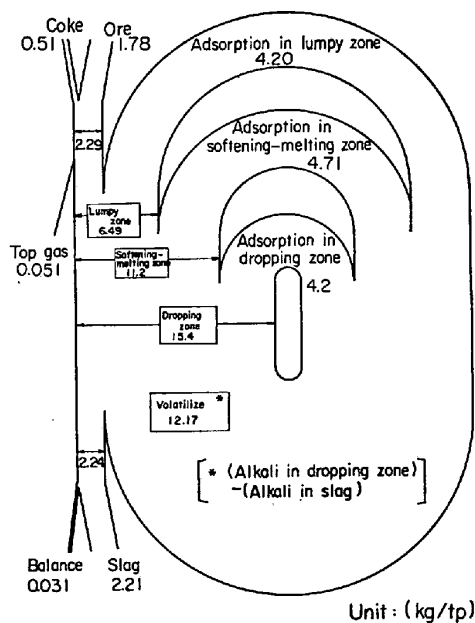


Fig. 15. Circulation of alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) in blast furnace. (Hirohata No. 1 BF)

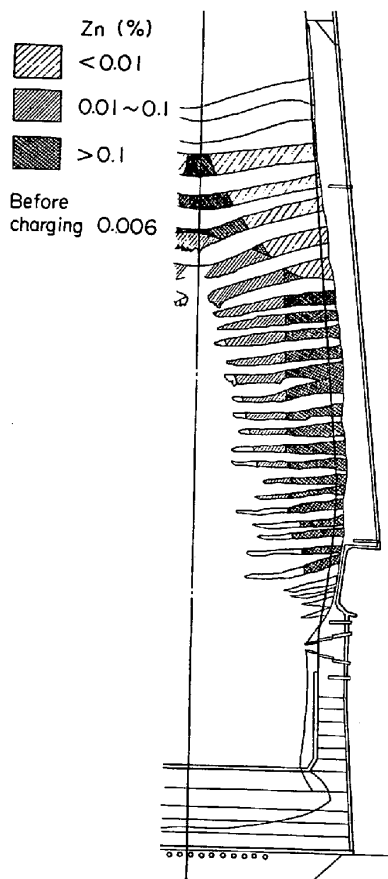


Fig. 16. Distribution of zinc in blast furnace. (Hirohata No. 1 BF)

炉頂ガスとともに炉外に排出され、一部は鉱石層に凝縮される。凝縮温度に関しては、ガス中の Zn 濃度、雰囲気、圧力により異なるが約  $500^\circ\text{C}$  前後でおこり、 $\text{CO}_2$

濃度の高いほど起こりやすい。広畑 1 BF の炉壁部で Zn の高濃度域がみられるのはこのためである。

### 6.3 炉内硫黄分布

#### 6.3.1 炉内硫黄分布

S の炉内分布を広畑 1 BF の場合について Fig. 17 に示す。塊状帯、軟化帯の鉱石類は、ガスとの接触により S を吸収する。そのため炉内の S 分布はガス流とよい一致を示している。融着層部で急激に濃度が増加しているが、これは吸収条件がよいうえに塊状帯部に比べて、ガス中 S 濃度が非常に高いためである。(塊状帯部のガス中濃度が低くなるのは、融着層部でガス中 S がすでに吸収され、その後、塊状部に到達するためである。)融着層下部の滴下帯においても、スラグ、メタルはガス中 S を多量に吸収して炉床にいたる。滴下帯、炉床ではメタルよりスラグへの S の移動(脱硫)がおこる。これについては次に詳細に述べる。

#### 6.3.2 炉内温度と塊状帯鉱石類の加硫

Fig. 18 に広畑 1 BF の、塊状帯鉱石類の加硫におよぼす炉内温度の影響を示す。この図から明らかなように、 $1000^\circ\text{C}$  付近から急激に加硫が始まっていることがわかる。 $200 \sim 900^\circ\text{C}$  域で加硫が少ないのは、この領域ではガス中 S 濃度が高温域よりも低い(高温域ですでに加硫が行なわれているから)ことも考えられ、この図は必ずしも加硫と温度との相関を表わすものではない。なお NEUHAUS<sup>2)</sup> らの基礎研究でも、温度の上昇とともに加硫が進むことが報告されている。Fig. 18 において、シャフト下部、炉壁部の値が曲線から外れているが、これは炉内のガス雰囲気 ( $P_{\text{CO}_2}/P_{\text{CO}}$ ) に関係しているものと思われる。NEUHAUS らによれば、 $\text{CO}_2/(\text{CO} + \text{CO}_2)$  が大きくなり酸化性雰囲気になると、急激に加硫条件が悪くなると報告している。

#### 6.3.3 滴下帯および炉床における硫黄の挙動

鉱石類が軟化溶融しスラグ、メタルが生成し始めるとガス中 S の吸収が大きくなると共に、メタルからスラグへの S の移行も同時におこり、スラグ、メタル間の脱硫反応を考える時は、それぞれ分離して考える必要がある。

Fig. 19 に広畑 1 BF の、滴下直前から炉床にいたるまでの S の分配比 ( $(\text{S})/[\text{S}]$ ) を示している。これによると、スラグ、メタルはほぼ完全に分離しているが、滴下に至っていない融着層部では、 $(\text{S})/[\text{S}]$  は 10 以下でありまだほとんど脱硫はおきていない。さらに還元が進み滴下が始まると、ガス中 S の吸収が大きくなり、スラグ、メタルとも S 濃度は急増するが、 $(\text{S})/[\text{S}]$  は 10 前後であり、まだ十分な脱硫反応はおきていない。滴下が進むと  $(\text{S})/[\text{S}]$  は急激に増大し、脱硫反応が進むことがわか

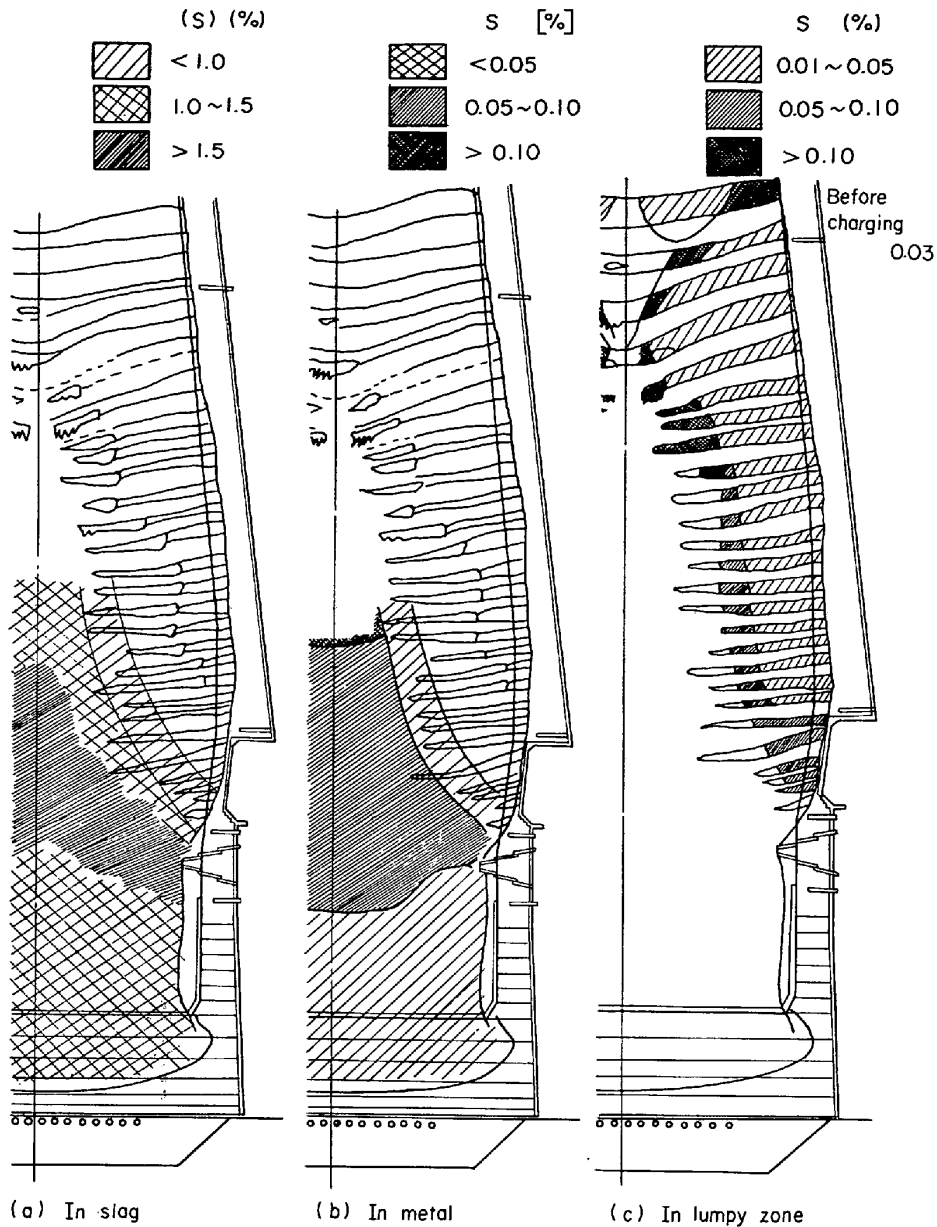


Fig. 17. Distribution of sulfur in blast furnace. (Hirohata No. 1 BF)

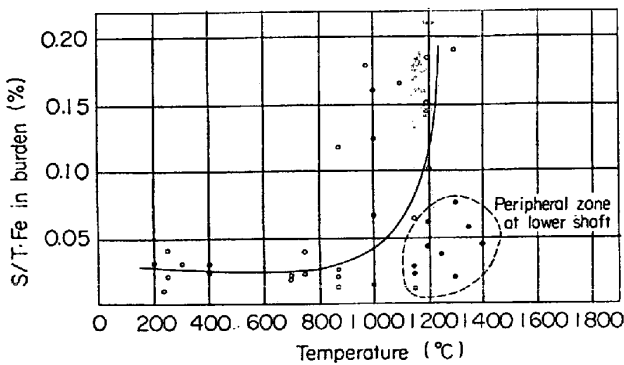


Fig. 18. Relation between temperature and adsorption of sulfur in lumpy zone of blast furnace. (Hirohata No. 1 BF)

る。炉床に至るとさらに (S)/[S] が増大し、脱硫が進行している。この高炉内の滴下中、炉床にいたる脱硫プロセスは、おおむね NEUHAUS らの行なつた基礎的研究と符合している。

6.3.4 硫黄循環図

羽口先、滴下帯の炉内高温域で、ガス相へ移行した S は、前述したように炉頂にいたるまでの間に装入物にとられ、炉内を循環している。炉内採取試料より算出した S の循環形態を Fig. 20 に示す。

7. 考察および結言

7.1 装入物試験法の検討

今回の解体調査で明らかになつた重要な点のひとつ

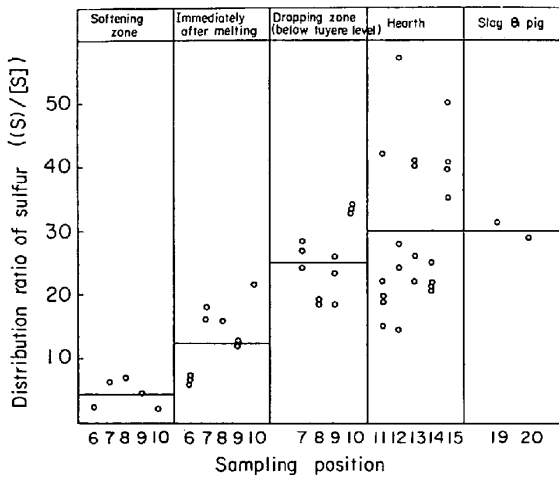


Fig. 19. Desulfurization process in blast furnace.

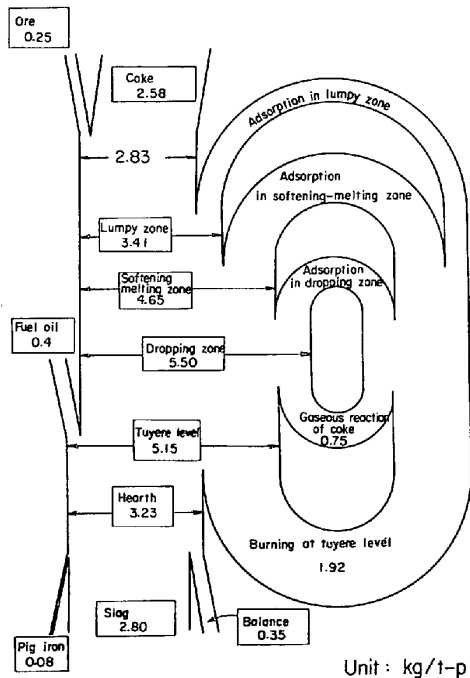


Fig. 20. Circulation of sulfur in blast furnace. (Hirohata No. 1 BF)

は、シャフト部におけるガス流れ状態である。すなわちこのガス温度・成分・時間パターンによつて、塊状帯で原料が還元され、その状況が炉況とその後の軟化融着に大きな影響をおよぼす。現在各種試験法で原料性状をチェックしているが、解体調査結果に照らして、これら試験法の問題点を検討してみた。

Fig. 21 に広畑 1 BF の解体結果から推定した炉内昇温カーブと、各種試験法条件とを対比して示した。昇温カーブは、炉内のガス流れに応じて、中心、中間、周辺の3つを設定した。最近の高出銑率の炉では、中心部がさらに短時間で高温に達すると思われる。実際の場合には、図のようにある温度幅を仮定して試験条件と対比せ

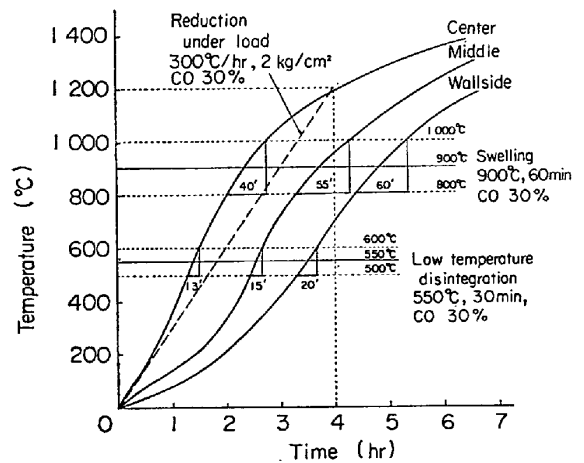


Fig. 21. Comparison of raw material testing conditions and practical time temperature conditions in blast furnace.

ざるを得ないが、焼結鉱の低温還元粉化は操業中は起こりにくく、ペレットのふくれ条件はほぼ対応しており、装入物の荷重軟化は、中心部の昇温条件に近いことがわかる。

ここでは2~3の例を検討してみたに過ぎないが、各種試験法を実際の操業条件に適合するようなものに改善して行くことが必要である。

### 7.2 装入原料性状の検討

これまでも装入物試験結果と高炉操業成績との関係から、装入物の具備すべき性状が決められ、それによる管理が行なわれてきた。今回高炉の解体により、炉内での原料の粉化、還元、強度変化などの状況を観察することにより、より詳しく炉況と原料性状変化との対応を明らかにする事ができた。現在の原料性状では、高炉の通常操業時には特に問題のないことがわかっているが、高炉装入物には、炉内の最もきびしい条件に耐える、または休風やその他の大きな炉況変動にも耐えうる性状をもたらすことで、より高いレベルの操業を可能にすることが必要である。

これまでの検討が不十分であつたが、更に軟化溶解にスムーズに至るためのシャフト部における還元過程といった点にも注目して、装入原料の改善に努めるべきであろう。

### 7.3 結言

広畑および洞岡の高炉解体におけるシャフト部塊状帯の状況について報告した。第1報<sup>1)</sup>で述べられているように、両者は、その操業条件と装入物分布が異なり、それに応じた炉内温度分布、ガス流れがみられる。それにしたがって焼結鉱、ペレット、塊状石の炉内位置における還元性状変化に差を生じている。焼結鉱は低温部をゆ

つくり通過するほど粉化が多く、ペレットには、急速加熱による還元割れ、還元途中における著しい強度低下などの特徴的な変化がみられ、各原料の高炉での使用に対する考え方、今後の性状改善への方向が得られた。

炉内におけるアルカリ、Zn、S の挙動が明らかになり、アルカリ、Zn の循環蓄積の悪影響を除去するために装入量制限が必要である。

装入物の性状試験法は、これまでも大いに高炉操業に役立つて来たが、さらに解体調査結果から得られたよう

な、炉内状況に応じた条件での試験に改善して行くことで、より有効な試験法の確立が望まれる。

#### 文 献

- 1) 神原, 萩原, 重見, 近藤, 金山, 若林, 平本: 鉄と鋼, 62 (1976), p. 535
- 2) H. NEUHAUS, H. J. LANGHAMMER, H. G. GECK and H. SCHENCK: Arch. Eisenhüttenw., 37 (1966), p. 1