

鉄と決定したので基炭(米炭30%, 開採 6%, 北松 6%, 土威 4%, 大島 2%, 西九州 10%, 筑豊A 26%, 筑豊 16%)に 5% および 10% 配合したフェロコークスを製造したがその主要品質はつぎの通りである。

Table 1. Coke properties.

Properties	Coke	Iron coke		Coke
		5% fine ore mix.	10% fine ore mix.	
Ash %		18.05	21.83	12.17
Drum index (15mm) %		91.80	91.60	91.90
Volatile matter %		2.16	2.31	1.64
Mean size mm		74.8	77.3	73.6
Screen test (+100mm) %		15.0	17.7	11.6

高炉用コークスとして強度は問題なかつたが粉鉄鉱の均一配合が困難であつたためか、成分のバラッキが普通のコークスに比べて大きくなりまたコークス粒度が大きくなつた。

### III. 実績の検討

#### (1) 出鉄量

粉鉄 5% 配合のフェロコークスを使用した期間の出鉄量平均 572 t/d で調整期間の 613 t/d に比べ少いがこれは製鉄量の関係で増風できなかつたためである。粉鉄 10% 配合の場合は増風することができ、平均 632 t/d の出鉄量をあげることができた。

#### (2) コークス比

フェロコークスの使用により見掛けのコークス比は上昇したが、固定炭素によつて補正したコークス比は調整期間 0.746, 5% 配合期間 0.788, 10% 配合期間 0.736 という良好な成績を示している。

#### (3) 鉄成分

先鉄中の破黄はフェロコークス使用期間中平均値および変動共に低下し良好であつたが、珪素は平均値および変動共に上昇し特に 10% 配合期間の上昇は多かつた。この原因はフェロコークス中の固定炭素の変動が大であつたため幾分熱目操業を行つたためである。

### IV. 結論

以上の実績からフェロコークス使用試験の結論としてつぎのことがあげられる。

(1) 普通コークスと比較してフェロコークスの潰裂強度 15mm 指数は変化なかつたが、50mm 指数、平均粒度が上昇した。

(2) フェロコークス灰分は香港鉄石配合割合の増加に伴つて変動が大きくなり従つて固定炭素の変動も大と

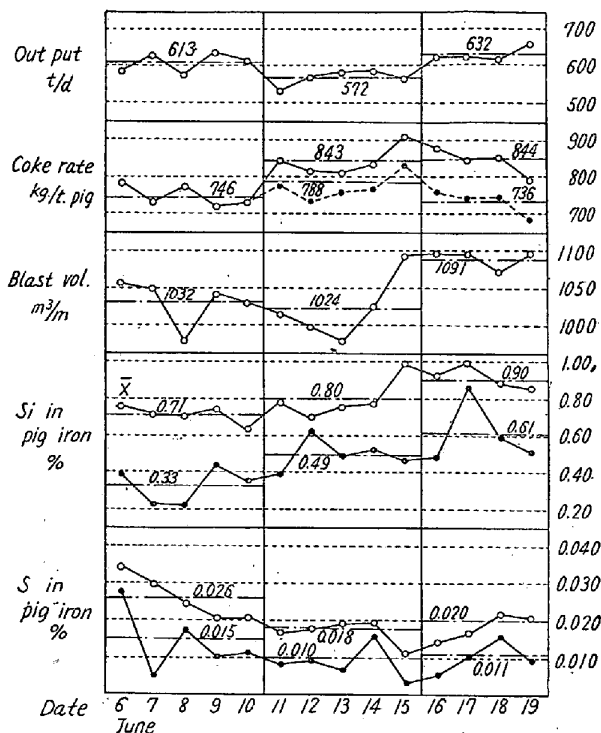


Fig. 1. Operating results.

なつた。

(3) 試験期間中の炉況は良好で出鉄量、コークス比いづれも予期以上の成績をあげることができた。

(4) フェロコークス使用により通風不良、スリップ棚等の傾向は見られなかつた。

(5) 熔鉄成分の変動(特にSi)はフェロコークスの固定炭素の変動によるものである。

### (93) 溢注現象による高炉棚吊りに関する模型実験 (I)

#### A Model Experiment on Hanging in the Blast Furnace Caused by Flooding (I)

K. Segawa, et alius.

八幡製鉄所, 技術研究所

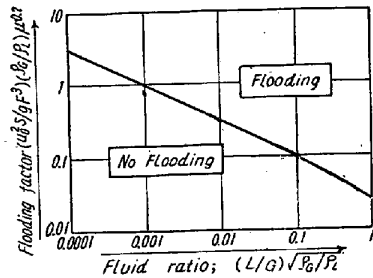
工博○瀬 川 清・工 斧 勝 也

#### I. 緒 言

高炉内で起る諸現象を化学工学的に説明しようとする研究が、最近欧米で盛に行われるようになってきた。炉内の棚吊りの一原因として、溢注現象(Flooding)を考えているのもその一例であつて、特にアメリカで研究されている。溢注現象とは、固体充填物のつまつた塔内を液体が上から下降し、気体の下から上昇するとき、ある程度以上のガス流速になると下降液体が逆流して上に吹き

上げられるようになるが、この現象を溢注といい、充填塔については詳細に研究されている。この現象が高炉の溶解帯附近で起ると、熔融物が吹き上げられ、温度の低い上部で再凝固し棚吊りを起すと考えられる。

そこでこのような原因で本当に棚吊りが起るかかどうかということ、どのような条件で起るかを模型実験により研究した。



- $u_0$ : Superficial gas velocity.
- $S$ : Specific surface of solids.
- $g$ : Conversion constant.
- $F$ : Fraction of void.
- $\rho G$ : Density of gas.
- $\rho L$ : Density of liquid.
- $\mu$ : Viscosity of liquid, centi poise.
- $L$ : Superficial mass velocity of liquid.
- $G$ : Superficial mass velocity of gas,  $= \rho G u_0$

Fig. 1 Correlation of flooding of packed column.

### II. 溢注現象と棚吊り

上記のような溢注現象はどんなときに起るかということとは、化学工学の分野で詳細に研究されている。溢注現象は Fluid Ratio と Flooding Factor の2つの数値によって規定される。これらの数値に関する諸記号は Fig. 1 に併記してある。Fig. 1 のカーブより上のような条件では溢注を起し、カーブより下の条件では起さない。この関係を高炉に適用する場合、溢注が問題になる附近では固体は殆どコークスであるから、コークス粒度が溢注に関係すると考えられる。鉬石の粒度は溢注には関係がないと考えるべきである。しかし実際には鉬石は一挙に溶けるのではなく、表面から順次溶けてゆくのであるから、溢注に関与する液体は鉬石の全量でなく、鉬石の粒度や種類によつて変つてくる。故に、炉内での溢注現象による棚吊りが、いままでに研究された溢注現象と同一条件で起るものかどうかを検討し、上記の鉬石粒度の影響や粘性係数等について研究すれば、コークスや鉬石の粒度とその粒度での限界操業条件との関係を知ることができて、操業条件の決定や炉の設計に役立つ筈である。

### III. 模型実験

溢注現象による棚吊りを調べるために模型実験を実施した。コークスの代りにガラス玉を用い、鉬石の代りに固型パラフィンを用いた。Fig. 2 に示すように、ガラス円筒の上部からガラス玉とパラフィン粒を適当に混合して装入した。装入物は一定速度で降下させ、羽口から約 90°C の熱風を送りパラフィンを溶解させる。ある処でパラフィンは溶け始めて滴下し、もし熱風流速を上げて溢注を起すようになると明らかに棚吊りを起し、このときの条件を測定した。

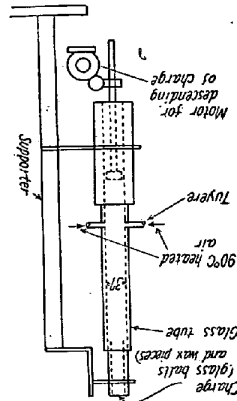


Fig. 2. Apparatus for experiments.

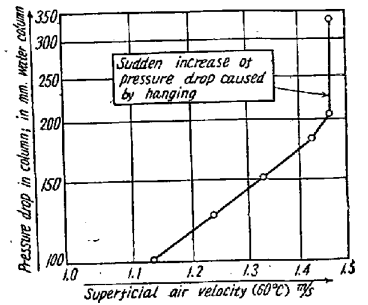


Fig. 3. Correlation of air velocity and pressure drop in column (of glass balls and wax pieces)

Fig. 3 に、ガラス円筒上下の差圧と風速の関係の一例を示したが、棚吊りを起すと差圧（圧力損失）が急増することが認められる棚吊りを起しているときに流速を減少させて減圧すると棚落ちするが、一度棚がかかれば棚吊りを起し易くなる。

実験には、直径 6mm, 10mm, 15mm, の3種のガラス玉を用い、パラフィンの方は 2.5mm, 5mm, 10mm の3種を用いた。ガラスとパラフィンの容積比を色々に変え、降下速度も変えて実験した。パラフィンは熔融点 53°C で 60°C での粘性が 4.5 センチポイズのものを用いた。比重は 0.79 である。

### IV. 実験結果とその考察

実験の結果、溢注による棚吊りは Fig. 1 のカーブよりもある程度上の方で起る。パラフィンの粒度が大きいく程上の方になる。パラフィンの粒度は溢注に関係はない筈であるが、実験結果では関係のあることが認められる。これは、パラフィン粒度が大きくなると溶解に時間がかかり、溢注の起るような場所での液体量は全パラフィン量よりも少なく、これが溢注現象の起る条件に影響するものと考えられる。実験結果によると、fluid ratio 中に含まれている  $L$  は、パラフィン粒度に大略逆比例する。

Fig. 1 のカーブは高炉に関係のある範囲では殆んど

直線になり (flooding factor)<sup>2</sup> × (fluid ratio) = 1/1000 で表わされるから次式のようなになる。式中の記号は Fig. 1 に附記した。

$$(u_0^3 S^2 \rho G^{1.5} L \mu^{0.4}) / (g^2 F^6 \rho L^{2.5}) = 1/1000$$

この式の左辺を hanging No. と名づけると、この No. が 1/1000 より大きくなると hanging を起すこととなる。S はコークス粒度に逆比例し、L は上記のように鉍石粒度に大体逆比例するから、共に粒度が大きくなると hanging No. 減少し、棚吊りを起しにくくなる。ただし、コークスの方がより大きく影響する。また高圧操業をすると同じ操業速度なら流速  $u_0$  は小さくてよいためから棚吊りは起りにくくなり、それだけ生産速度を上げることが出来る。

## V. 結 論

溢沓現象に起因する棚吊りについて、ガラス玉とパラフィン粒を用いて模型実験をした。その結果、溢沓を起す条件と大体同じ条件で棚吊りを起すことが認められた。ただし、パラフィンの粒度も棚吊りを起す条件の一つであつて、粒度が小さい程棚吊りを起し易い。

hanging No. を考えると、この値が 1/1000 以上になると棚吊りを起し、コークスや鉍石の粒度が大きい程この値は大きくなるが、鉍石 (パラフィン) よりもコークス (ガラス玉) の方がその影響は大きい。

なお、実際の熔鉍炉との対比は追つて研究の予定である。

## (94) 平炉滓添加焼結について

### Sintering Test with Open Hearth Slag Addition

A. Chida, et alii.

富士製鉄、釜石製鉄所研究所

工 八塚健夫・〇千田昭夫・加藤政明

#### I. 緒 言

平炉滓は Fe, Mn 等の有価金属分を含みまた CaO% もかなり高いので高炉装入原料として相当量が使用されている。しかし一方 P, SiO<sub>2</sub> 等が含有され、その使用

が限定されるという面もある。また平炉滓を焼結原料に配合した場合、原料粒度構成の改善、通気性、焼結性の向上等が期待され、それらの点についてはすでに若干の報告もなされている。筆者等は高炉に使用しない 10mm 以下の平炉滓を焼結に利用することの得失を検討する一資料として、平炉滓を添加した場合の焼結試験を行い、焼結作業への影響、成品の化学組成、気孔率、被還元性、顕微鏡組織等について検討を加えた。

## II. 実験方法

試験装置は上面 170mm φ 下面 120mm φ、深さ 300mm、一装入約 7kg のグリナワルト式小型試験鍋で、排風機はルーツ式 1m<sup>3</sup>/mn, 1500mmAq のものを用いた。焼結原料としては釜石粉鉍、砂鉄、硫酸滓、輸入赤鉄鉍、褐鉄鉍を Table 1 のごとく配合し、Table 2 に示されるごとき粒度組成および化学組成の平炉滓をそのまゝ (A)、10mm~5mm (B)、5mm 以下 (C)、と級別しそれぞれ 0, 5, 10 および 15% と添加量を変化させ、これにコークス 4%, 5% の二通として実験した。

成品焼結鉍の気孔率測定は S.K. 法、還元試験は学振法によつた。

## III. 実験結果

### (a) 歩留および強度

平炉滓添加量を増量せしめるに従つて歩留、強度共増加の傾向にあり、これは焼結鉍の造滓成分が増加することと、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> の析出量が増大するためと考えられる。Fig. 1 にコークス 5% の場合の平炉滓添加量変化に伴う落下強度変化を示す。

### (b) 化学組成変化

平炉滓添加により成品焼結鉍の化学組成は当然変化するわけで、T.Fe は減少し、逆に SiO<sub>2</sub>, Mn, P 等は増加の傾向にあつた。CaO は増加するものと考えられたが大した変化はみられず、S は本試験においては問題にならぬ程低い値を示した。

(c) 気孔率測定は S.K. 法により Hg, H<sub>2</sub> を使用して行つたが平炉滓の添加量が増加するに従つて total porosity の値は低下する傾向にある。これは平炉滓量が増加するに伴つて焼結成品は熔融部分が増加し気孔が減少するものと思われる。

Table 1. Proportion of raw mixture (%)

Kamaishi fine	Sand iron	Niigata pyrite cinder	Eagle mountain	Kurikoma	Total	Return ore	
50	15	15	5	15	100		Total
37.5	11.25	11.25	3.75	11.25	75	25	100