

Fig. 2. Relation between  $n$  and mean size with various burdens.

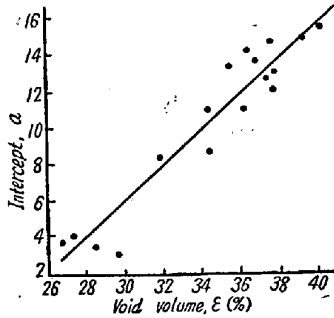


Fig. 3. Relation between  $a$  and void volume with various burdens.

みの函数として表示されないで、粒度組成および空隙率の影響を受けていて、その変化の度合は同一粒度組成では減少勾配が一定となり、空隙率は接辺の大いさと関係があるようである。そこで  $N'Red$  100~300 の領域で減少勾配  $n$  と接辺の大いさ  $a$  を検討すると、Fig. 2, Fig. 3 に見られるように  $n$  は  $D_p$  の函数として  $a$  は  $\epsilon$  の函数として考えることができる。しかもこの関係はコークス粒度組成の装入物層と鉬石類粒度組成の装入物層

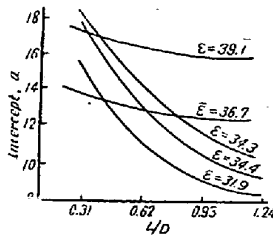


Fig. 4. Relation between  $a$  and  $L/D$  with various void volume.

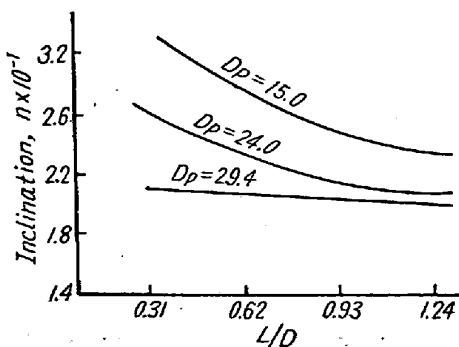


Fig. 5. Relation between  $n$  and  $L/D$  with various mean size.

の層の厚さおよび数には無関係である。さらに  $a$  および  $n$  は  $L/D$  (充填層有効高さ  $L$  と装置の断面積  $D$  との比) によつて Fig. 4 および Fig. 5 のように変化し、 $L/D$  の値が小さい場合には、 $a$  と  $\epsilon$  との関係は不明瞭であるが、 $D_p$  および  $\epsilon$  が大なるにしたがつて  $L/D$  には無関係に一定値に近づく傾向がある。

IV. 結 言

現行の高炉原料の粒度組成を含む種々の粒度組成の装入物の圧力降下について実験し、次の事項を明らかにした。

- 1) 固定層における摩擦係数  $f'$  は  $f' = a(N'Red)^{-n}$  として考えられるが、 $a$  は  $\epsilon$  および  $L/D$  の函数、 $n$  は  $D_p$  および  $L/D$  の函数として考えられる。
- 2) 高炉装入物の圧降下を検討する場合、 $L/D$  についても十分留意することが必要である。

文 献

- 1) W. O. Philbrook: Journal of Metals, Dec. (1954)
- 2) Sabri Ergun: Industrial and Engineering Chem. Feb. (1953)
- 3) 伊藤四郎: 化学工業 8 (1957)
- 4) C. Burns: Iron Coal Trades Rev. 170, 4536号 (1955)
- 5) R. W. Campbell: Blast Furnace and Steel Plant, May~June (1952)
- 6) 久田, 太田, 菊地: 昭和30年10月, 鉄鋼協会第50回講演大会で発表

(38) 熔鉬炉内ガス分布に関する研究 (I)

(放射能による熔鉬炉内ガス通過時間の測定方法)

Study on the Distribution of Gas in a Blast Furnace (I).

(A Radio-Active Technique for Determining Gas Transit Time in a Blast-Furnace)

Y. Takahashi, et alii.

富士製鉄, 広畑製鉄所

工博 葛原義雄・工 芹沢正雄・工〇高橋愛和  
工 神原健二郎・工 宮川一男

I. 緒 言

熔鉬炉内におけるガスの流れがどのようになっているかを知ることは、炉内装入物分布とともに非常に重要なことであるが、そのことに関しては実験の困難さのために

余り報告されていない。著者らは近年長足の進歩を示している放射能測定技術を利用することにより、すなわちラドンを追跡子として熔鋳炉羽口より送入し炉頂でガス採取を行ないその放射能を測定することにより作業中の熔鋳炉内ガス通過時間を測定した。第 1 報では実験装置、実験方法ならびに昭和 30 年に行なつた予備試験について報告する。

## II. 実験装置

### (1) 追跡子

追跡子としては  $Rn$  を採用し、直径 0.7 mm 長さ 3 mm の金管に封入された放射能約 0.6 mC のものを使用した。 $Rn$  は  $Ra$  の崩壊によつて生成するガスで、熔鋳炉内で化合物を作つたりすることがなく、半減期も短く入手も容易であり、追跡子として好都合である反面、 $Rn$  は  $\rightarrow RaA \rightarrow RaB \rightarrow RaC \rightarrow RaD$  と  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$  線を放出しながら崩壊して、 $\alpha$  線を多く出すため保健上特に注意を要すると共に、測定方法も G. M 管等では効率が悪く直接  $\alpha$  線を測定する特殊の方法を必要とする。熔鋳炉ガスは燃料として製鉄所内で使用されるのでその取扱いには特に慎重を要するが、高炉ガスは 60,000 m<sup>3</sup> のガスタンクに一旦貯蔵され配合されるため 0.6 mC の  $Rn$  がガスタンクに入ると  $10^{-8} \mu C/cc$  の濃度に稀釈され、U. S. Bureau of Std. で発表している常時呼吸しても差支ない許容量になるので、ガス試料の採取および測定の際の注意を怠らなければ差支ないという結論に達した。

### (2) 爆薬筒

$Rn$  を急速に炉内に送入するため羽口覗き孔に爆薬筒を Photo. 1 のごとく取付けた。爆薬筒は鋼製で水冷され、点火用プラグによつて約 6 g の黒色火薬を発火せしめ、主として No. 4 羽口より  $Rn$  を炉内に発射した。

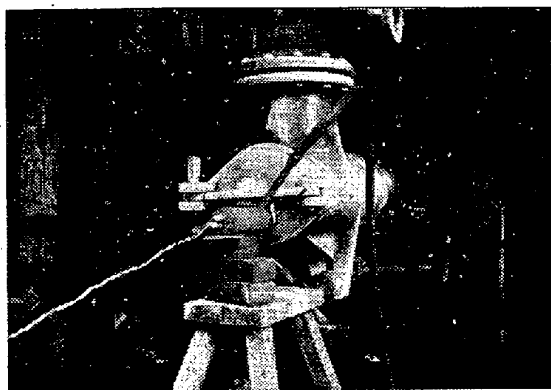


Photo. 1. Burster fitted to the tuyere latch.

### (3) 炉頂ガスの採取

炉頂ガスは No. 3 羽口直上部で採取された。水平面に対し 40° の角度で炉心に向つて 2 in の孔をあけ、パ

ルブおよびガス洩れ装置のついた導入管を設置し、直径 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> in 長さ 6 m のガス採取管を鉾石受金物頂部の炉内壁を通り装入線にそつて入るよう炉内に挿入する。ガス採取管の挿入長さを変えることによつてガス採取位置を選択することができる。ガス採取管とガス捕集装置とはゴム管で連結したが、ガスが採取管を通つて捕集されるまでの管の容積は成可く小さいことが望ましい。

### (4) ガス捕集装置

ガス捕集装置は Photo. 2 に示すような 30 本のガス捕集筒を有する円型の水を張つた容器で、ガスは装置の下部より中央部に導入されハンドル付の回転自由な導管によつてガス捕集筒の下に導かれている。ハンドルの回転開始と同時にマイクロスイッチによつて爆薬筒に点火し、爆発と同時に連続的にガスを水と置換せしめて採取した。

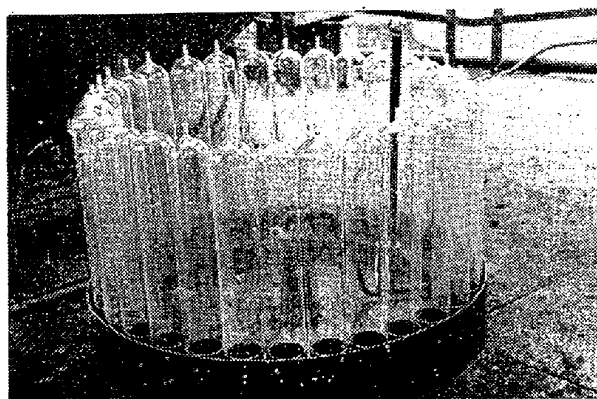


Photo. 2. Gas-sampling apparatus.

### (5) 放射能測定

放射能の測定には  $\alpha$  線を測定する電離函を使用した Pulsed ionization chamber 法を採用し、特別に測定装置を試作して放射能を測定した。Fig. 1 にその配置を示している。この方法は効率は非常に良いが 1~2 mV の電圧を 5~10 V に増巾して測定するため、精密な測定を必要とし、電気的な雑音、電極の汚染、絶縁の不良、

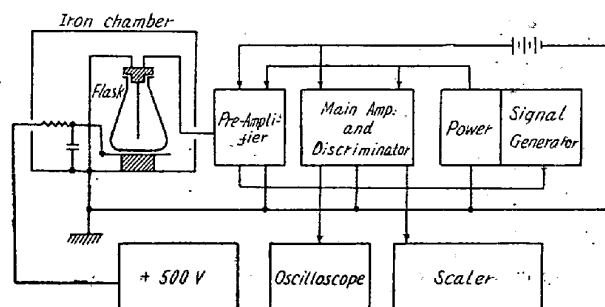


Fig. 1. Measuring apparatus for radioactivity by pulsed ionization chamber method.

震動等の障害を極力防除するように工夫が払われた。

### III. 実験方法

爆薬筒に Rn と火薬とを充填して指定の羽口に取りつけ、炉頂では炉頂ガス採取管とガス捕集装置を連結し準備が完了したら採取管を炉内に挿入し、爆薬筒に点火せしめると同時に連続的にガスを捕集筒に採取し、点火後の時間と捕集筒に捕集せるガス容積を記録する。捕集筒のガスは 500cc のフラスコに移換し、約 2 h 後大体放射平衡に達したところでその放射能を測定する。なお実験の前後に炉頂におけるガス分析試料を採取すると共に炉頂ガス圧、温度等操業記録を記録した。

### IV. 予備実験結果

#### (1) G. M 計数管との比較

G. M 計数管による場合と Pulsed ionization chamber による場合とを比較せる結果、Table 1 に示すように後者の場合には約 1/20 の Rn 量で同じ位の計数値を示し、しかも自然計数が前者では 50 近いが後者ではほとんど 0 である。英国の実験では 40mC の Rn を必要としていることを考え合せても、著者らの採用せる Pulsed ionization chamber の方法がいかに効率の良い方法であるかが知られる。

Table 1. Comparative results obtained by G.M. counter and pulsed ionization chamber.

	G.M. Counter	Pulsed ionization chamber
Rn Introduced (mC)	11.2	0.6
Max. radio-activity (cpm)	487	429
Background (cpm)	46±6	0±1

#### (2) 炉内ガス通過時間の測定

実際に操業中の熔鋳炉においては同じ条件で実験を繰返すことは中々困難なことである。したがって著者らは成る可く差指を一定とし、出銑中、出滓中、平常時と区別して実験を行つた。Fig. 2 に測定結果の一例を示す。金管に封入された Rn の量は必ずしも一定でないので、予め発射前に G. M. 計数管によつて計数し成可く一定のものを選んで使用し、実験記録として整理する場合には上記計数値を 10,000 c.p.m に換算して比較に便ならしめた。またガス通過時間はガス採取管等捕集筒に入るまでの導管を通過する時間を引いて表わしている。Fig. 2 は典型的な結果で初め急上昇してピークに達した後は多少尾を引くような形で現れている。したがっていかなる点をもつて通過時間とするか若干問題はあるが一応最高計数値の点をもつて通過時間を表わした。Fig. 2

からは炉内通過時間がわかるのみならず、その曲線の画く面積の大小を比較することによつてその羽口より流れる空気が炉心の方を通つているか炉壁の方を多く通つているか、その割合を比較することができる。20回に亘る実験の結果、ガスの採取場所や炉況等によつて、計数値一時間の型や最高計数値も大きく変化しているが炉内通過時間は大体 2~10 sec 程度であり、炉壁に比して炉心の方が速い傾向が認められた。また出銑中、出滓中、平常時等の時期によつてもガスの流れが相違するようにも考えられた。

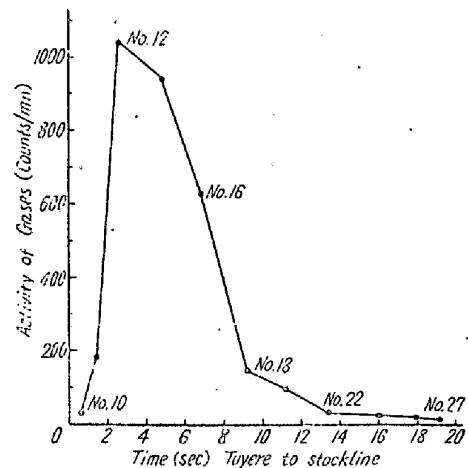


Fig. 2. Results of analysis of gas samples for radio-activity.

### V. 結 言

上述せる如く著者らは追跡子として 0.6mC という少量の Rn を使用し、Pulsed ionization chamber の測定方法の採用によつて、きわめて効率的に炉内ガス通過時間を測定することに成功した。この方法によればガス通過時間のみならず、最高計数値、計数値一時間の型およびその面積の比較により流れるガスの多少をも検討することができるので、熔鋳炉内のガス分布を推測する手段としてきわめて有望であると考えられる。実際の 1,000 t 熔鋳炉についての種々の結果については続報によつて報告する予定であるが、小さな針程の金管に封入された Rn によつて 1,000m<sup>3</sup> をこえる巨大な熔鋳炉の炉内ガスの流れを把握できるということには今さらのごとく放射能の偉力を思い知らされるものである。