

## R. I. 検 尺 計

金 森 研 究 室

## 1. ま え が き

いままで高炉の検尺計としては、炉頂より耐熱鋼の棒を入れ、装入物表面に達する棒の長さで示していたが、これは炉頂が高温でダストが多く、また装入物による機械的な力を受け易いことなどの原因で、曲ったり、ひっかかたりして、故障が起きやすかった。とくに小型高炉では、炉頂温度が高くなりやすいので、その影響が多かった。

金森研究室の 1t 試験高炉では、過去 3 回の操業を行い、この型の検尺計を使用してきた。しかし、ほとんど故障ばかり起して、満足に動作したのは、1956 年 8 月の操業で水冷の棒を使用した最初の 1 週間だけであった。

最近、高炉の自動化の傾向に応じ、諸外国でも、超音波、レーダー等を使って装入高を測定する試みがなされているが、結果はまだ十分ではないようである。

そこで、1955 年 8 月に R. I. (Radio Isotope) の  $\gamma$  線の透過を利用して装入高の測定を試み、大体の傾向をつかみ得たが、設備の不良と、測定器の不備のため、満足な結果が得られなかった。

前年の結果から、測定法、測定器を整備し、1956 年 8 月の操業で再び実験し、一応の成果を得たので、次に詳述する。

## 2. 装 置

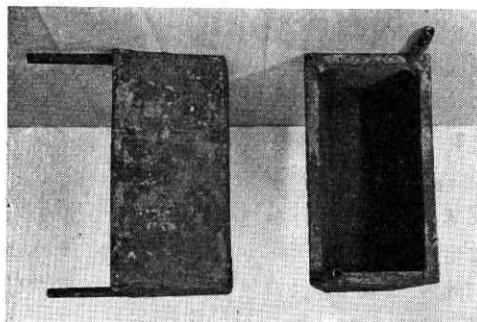
## a) R. I.

R. I. としては、Co 60 1 ミリキュリー (固体棒状) を使用した。これは、予備実験を行った結果 Co 60 と Cs 137 は、ほぼ同じ透過力を示し、Tm 170 は非常に透過力が弱くて使用できず、他の R. I. は手持がなかったので試験しなかった。そして Co 60 の場合、1 ミリキュリーで十分であることが解ったので決めた。

## b) 冷 却 箱

炉頂部の煉瓦の厚さが、片側 140mm あり、煉瓦の外側から  $\gamma$  線を透過させると、透過した  $\gamma$  線強度は約 1/16 になるので、炉壁に R. I. とガイガーカウンターを設置するための鋼板製冷却箱を設置した。 $\gamma$  線強度はこの箱で約  $\frac{1}{16}$  に弱められるだけである。その写真を第 1 図に示す。

## c) 測 定 器



第 1 図 冷 却 箱

## i) プローブ

ガイガー・ミュラー管 (TEN の GM 131) とプリアンプ (6AK5) とよりなる。

## ii) 増幅部分

最初に補償回路 (Miller compensation circuit) と三段直結増幅器とよりなる。プリアンプを含め総増幅度は約 120db である。

## iii) 積分回路

1~6 秒の時定数をもつもので、単位時間のパルス数に応じてメーターを振らせるもの。

## iv) 指示回路

これは普通の真空管電圧計である。

## v) 標準パルス量発生器

これは Sr 90 (他の R. I. でも可) と i) のプローブと同様のものとよりなり、炉頂部が空となった時のパルス量と同じものを、常に作るものであり、なんらかの事情で、指示値に疑問を生じた時に、指示の標準値を決定するために用いる。

## vi) 音声発生器

パルスを音声にして判定に供し、また測定器の故障を早期に発見するのに役立つ。

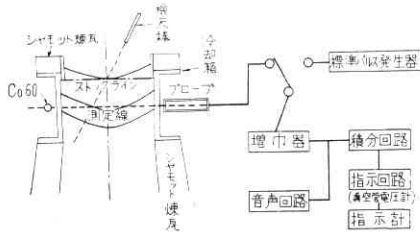
## vii) 電 源

イ) 真空管の B 電源は直結増幅による定電圧回路により、180~350V の間の一定電圧が得られるようになっていて、通常 250V で使用している。

ロ) G. M. 管用高圧電源は直流増幅による定電圧回路により、1,200~1,600V の間の一定電圧が得られるようになっていて、使用する G. M. 管の特性によって決めている。

ハ) 入力 of 交流 100V は鉄共振式の安定装置によって、一応の安定をした。

以上の系統図を第2図に示し、測定器および測定法を第3図に示す。



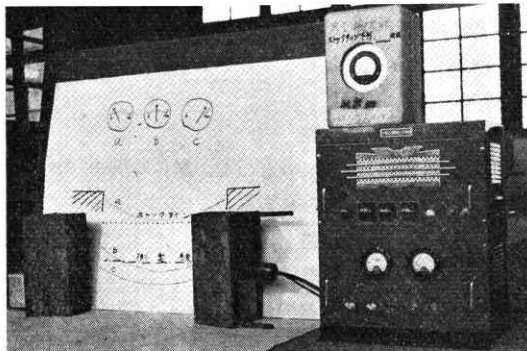
第2図 R. I. 検 尺 計

3. 方法および結果

a) 原 理

R. I. から放射される  $\gamma$  線を、ガイガー・カウンターで測定する場合、空気中でのカウント数は、R. I. の強さに比例し、R. I. とカウンターの距離の自乗に反比例する。

次に R. I. とカウンターの距離を一定にしておいて、その間に物質を置く場合、 $\gamma$  線はその物質により、一部が吸収および散乱されて弱くなる。これを式に書くとき次のようになる。



第 3 図

$I_0$ …吸収がない時の  $\gamma$  線強度

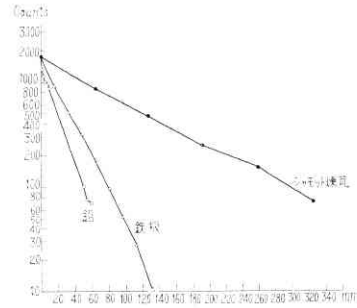
$$I = I_0 e^{-\mu t} \quad I \rightarrow \text{物質によって吸収, 散乱された後の } \gamma \text{ 線強度}$$

$\mu$ …その物質の線吸収係数

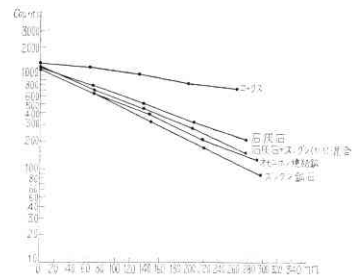
$t$ …その物質の厚さ

この式は実験によっても大体成立することが解る。そこで、 $\gamma$  線強度の対数と透過する物質の厚さは比例するから、 $\gamma$  線強度を半分にする厚さ（半減の厚さ）が計算され、この値とその物質の比重との積は物質のいかんによらず、ほぼ一定である。そこで吸収は比重に比例して起ることがわかる。

予備実験で測定した Co 60 による吸収曲線を第4、5図に示す。第4図は固体によるもの、第5図は粒体によるものである。これらのグラフより、 $\gamma$  線強度が1/2、1/10 になる厚さ ( $T_{1/2}$ ,  $T_{1/10}$ ) を求め、 $T_{1/10}$  とその物質の比重との積を計算すると第1表のようになり、ほぼ



第4図 Co 60 による固体の吸収曲線



第5図 Co 60 による粒体の吸収曲線

第1表 各物質の Co 60 による透過

物 質 名	かさ比重 ( $\rho$ )	$T_{1/2}$ cm	$T_{1/10}$ cm	$\rho \times T_{1/10}$
鉛	11.0	1.3	4.2	46.6
鉄	7.8	1.85	6.15	48.0
シヤモット煉瓦	2.1	7.1	23.5	59.5
コークス	0.48	32.4	108.	51.8
石灰石	1.35	11.0	36.4	49.2
オモンホン焼結鉄	1.76	9.0	30.0	52.8
ブンゲン 鉍石	1.8	8.2	27.0	48.6
ブンゲン 石灰石	1.6	9.4	31.4	50.3

$T_{1/2}$ …放射線強度の  $1/2$  になる厚さ

$T_{1/10}$ …放射線強度の  $1/10$  になる厚さ

コークスの粒度 10~20mm

鉍石, 石灰石の粒度 5~10mm

一定であることがわかる。

そこで Co 60 を使用し、比重 0.75 で厚さ 450mm のものを透過すると、計算からカウントは約 1/5 になることがわかる。ところが本高炉の装入物の見掛比重は約 0.75 であり、炉頂部径は 450mm であるから、 $\gamma$  線で炉頂部を透過させれば、炉内に装入物がある時は空になった時のカウントの約 1/5 を指示すべきはずである。その中途においては透過する距離の減少にしたがい漸次すくなくなるはずである。

その予備実験として、第6図の上図のごとく、本高炉の炉頂部と同一寸法に煉瓦と冷却箱を積上げ、中に石灰石を山形に積上げ、冷却箱の一方に Co 60 1 ミリキューリーを、他方にガイガー管を設置し、測定線を上下して各レベルにおけるカウントを測定した。これを第6図の

