

中性子水分計による高炉用コークスの水分測定

Moisture Analysis of Blast Furnace Coke using a Neutron Moisture Gauge

本田 紘一*・中根 千富*・佐藤 乙丸*・加藤 正夫*

Kouichi HONDA, Chifu NAKANE, Otomaru SATO and Masao KATO

1. 緒言

高炉の炉況を安定させる要因の一つとして Ore/Coke を正確に求めることがあげられる。そのためにはコークス中の水分を迅速かつ正確に測定する必要がある。中性子水分計は従来の乾燥法に比べて

- (1) 単時間(数分間)でかつ連続測定が可能。
- (2) サンプルングを必要としない。
- (3) 測定体積が大きいので試料の代表性がよい。
- (4) 測定値が電気信号で得られるのでオン・ラインでの測定が可能。

などの長所を持っているため、ここ数年のうちに高炉用コークスの水分測定にも用いられるようになってきた。しかし、生研 1t 試験溶鋳炉の 1 回のコークス装入量は 15 kg と少なく、コークスホッパーも生産炉のものに比べて小容量であるため水分計に必要な測定体積を十分にとることができない。またホッパーからのコークスの切出し(取り出し)に伴ってホッパー中のコークス嵩密度が変動するため水分計の読みも変る。したがって、密度計を用いて嵩密度と水分との関係を調査し、水分計の幾何学的測定条件を確立する必要がある。実験に用いたコークスの粒度は高炉用コークス 10~20 mm ϕ である。

2. 測定原理と特性

検出プローブ中の中性子源 ($^{241}\text{Am}/\text{Be}$, 200 mCi) から放射された速中性子は試料中の原子核と衝突し、散乱・減速をくり返し、次第にエネルギーを失なって熱中性子になるが、中性子に対する減速能は質量数のもつとも小さい水素原子核が他の原子核に比べてはるかに大きい。したがって熱中性子の密度が試料の水素原子濃度(試料中の固有水素分一きわめて僅少を除けばすなわち水分量)を示すことになる。熱中性子は検出プローブ中の BF_3 管で検出される。

中性子水分計には挿入型と表面型とがあるが、ここでは 1t 試験溶鋳炉に用いられている挿入型(図 1)についてその特性を述べる。

- (1) 検出プローブを挿入するアクセスチューブの管径・肉厚・材質の変化によって計数値が変わる。
- (2) 試料コークスの嵩密度の変化が計数値に影響を与える。

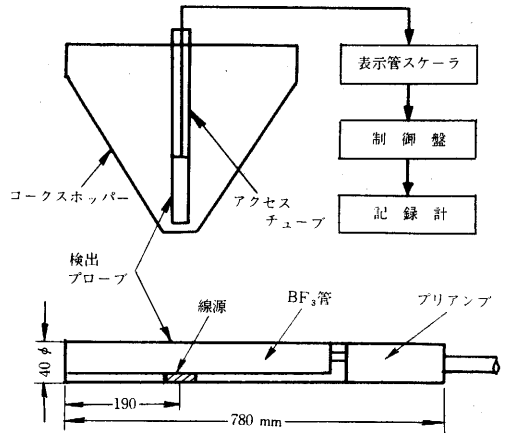


図 1 水分計概略系統図

- (3) 有効測定範囲は試料水分によって異なる。
- (4) 検出プローブ近傍の水分・嵩密度の影響が大きい。
- (5) 試料中に中性子吸収の大きい元素 (B, Cl, Fe...) が含まれていると測定に誤差を生じる。

3. 基礎実験

静止状態にある試料コークスの水分を測定し、水分計の再現性と精度とを調査した。

(1) 均一水分試料の作成

水分が均一に分布するような試料を作るため、コークスをベルトコンベアーで循環させながら水を散布する方法を用いた。この試料の水分偏在の様子は平均水分値に対して $\pm 0.5\%$ の誤差で、ほぼ均一と見なされる。

(2) 有効測定範囲の調査

水分計の有効測定範囲(有効体積)を調べるため、60 \times 60 \times 120 cm の直方体容器の 60 \times 60 cm の面の中心に線源がくるように検出プローブを固定し、コークス層の厚さを 20, 40, 60, 80, 100 cm と変化させたときの水分計の計数値を求めた(図 2)。図からコークス層の厚さが 60 cm 以上では計数値はほぼ一定となる。したがって有効測定範囲は半径約 60 cm の球と考えられる。

(3) 基礎実験

70 ϕ \times 70 cm の円筒状実験容器の中心軸にアクセスチューブをセットし、これに検出プローブを挿入して線源の容器の底面からの距離と計数値との関係を求めた(図 3)。曲線は上に凸で高水分のものほどそれが顕著で

* 東京大学生産技術研究所 第 4 部

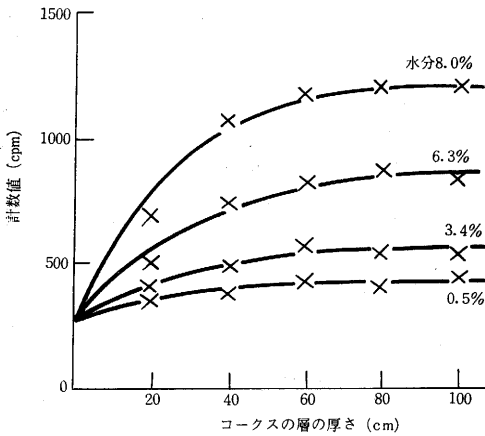


図 2 有効測定範囲の調査

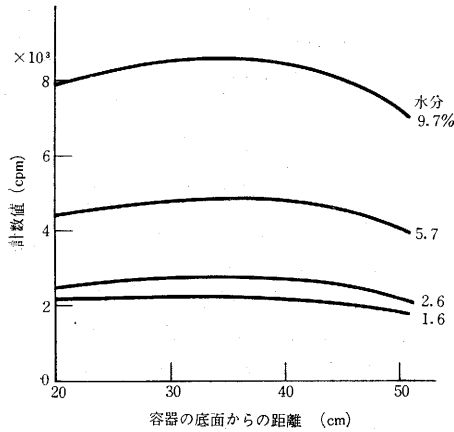


図 3 基礎実験の結果 I

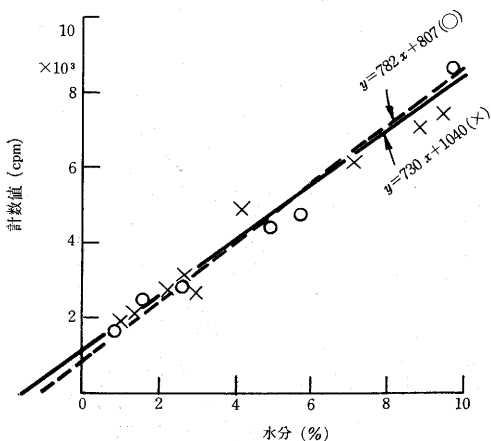


図 4 基礎実験の結果 II

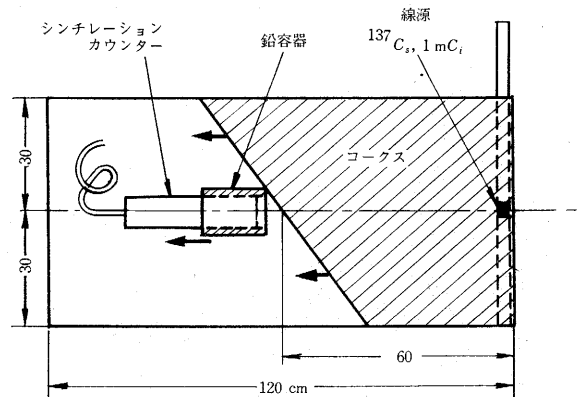


図 5 高密度測定容器

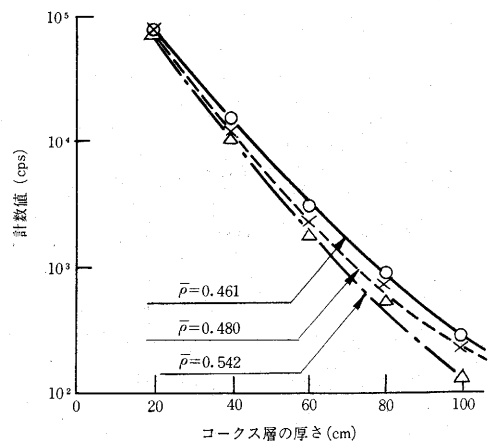


図 6 高密度検量線

ある。またどの曲線も 30~36 cm ではほぼ一定の計数値を示している。水分計の測定原理から高水分の試料ほど有効測定範囲が小さくなることが考えられるが、図の結果はこのことと試料の容積が有効測定範囲より小さいことから推察される。つぎに容器の底面から 32.5 cm の位置に線源を固定して水分と計数値の間の関係を求めた(図 4)。図は測定誤差が $\pm 1.5\%$ 程度ではほぼ直線に近似され、その回帰直線は再現性があることを示している。

(4) 結果

試料が静止状態にある時は、水分計の精度は $\pm 1.5\%$ で、再現性は十分である。

4. 実験

基礎実験の結果、水分計が高炉用コークスの水分測定用計器として使用可能であるとの結論を得たが、緒言で述べたように、コークスホッパーが小容量であるために有効測定範囲が十分に取れないこと、またコークスの切出しに伴ってホッパーレベルおよびコークスの高密度が

研究速報
 変化すること、などのために水分計の計数値とコークスの嵩密度の変化を測定し、その結果から使用条件を決定することにした。

(1) 嵩密度測定用検量線の作成

コークスの嵩密度を測定する方法としてシンチレーションカウンタと ^{137}Cs , 1 mCi による透過型 γ 線密度計を用いた。容器は前述の直方体容器であるが、線源と相対する面にはホッパーと同じ材質・厚み・傾斜の鉄板を使用した(図5)。図6は嵩密度用検量線である。

(2) ホッパー内での実験

試料コークスをホッパーに満たし、図7のA・B・C点に水分計と密度計線源を挿入し、水分計計数値と嵩密度の変化を測定した(図8)。図から、嵩密度については絶対値はBが一番大きく(約0.48)、以下A・Cの順になっており、変動幅はBがやや大きくA・Cはほぼ一定と見

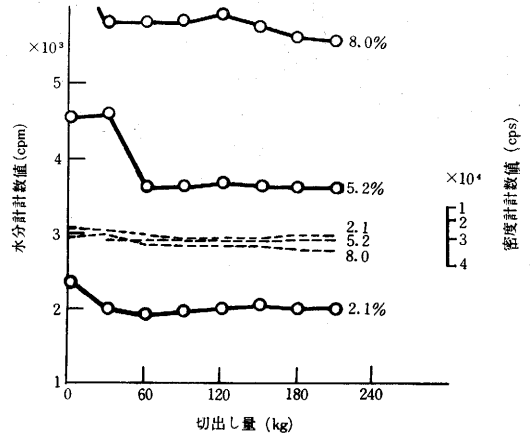


図9 実験結果II

なされる。水分計の計数値についてはAは切出し量0の点を除けばほぼ一定であるのに対し、B・Cは切出し量増加に伴って減少している。これらの原因として、コークスレベルが有効測定範囲を切ることおよび線源付近の嵩密度が変化することが考えられる。したがって、嵩密度の変化が少なくしかもコークスレベルの影響を受けないA点に水分計を設置するのが適切である。ただしこの場合図7から明らかなように、水分の絶対量を測定するのではなく部分量を測定しこれををホッパー全体の代表水分としなければならない。

A点に水分計と密度計線源を固定し、8.0, 5.2, 2.1%の試料について測定した(図9)。密度計の変化は各試料とも一定であるが、高水分のものほど γ 線透過量が減少し計数値が低くなっている。これは高水分の試料ほど嵩密度が大きいことを示す。水分計の計数値については切出し量0と30 kgの点を除けば各試料ともほぼ一定であ

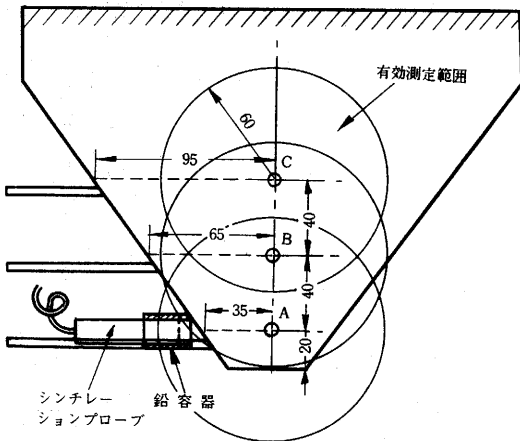


図7 測定位置

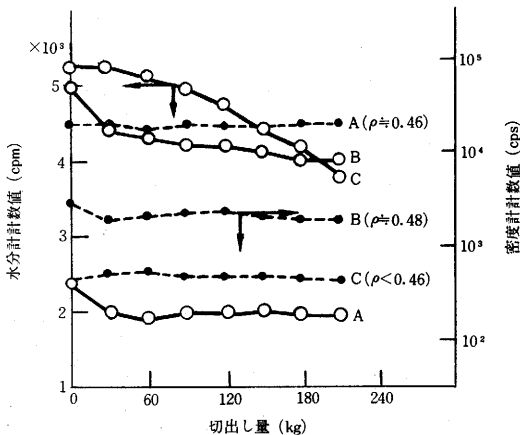


図8 実験結果I

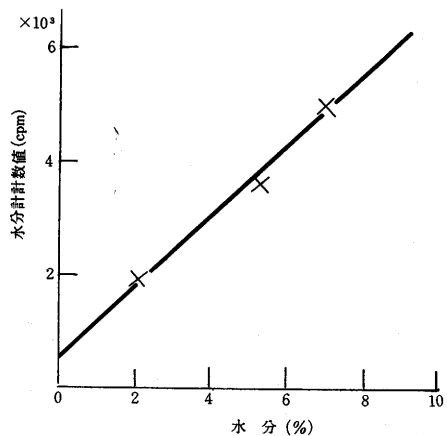


図10 水分計検量線

る. この結果から検量線 (図 10) を求めた.

(3) 実測の結果

第 19 次操業でこの検量線をもとにコークスの水分を連続測定した. 図 11 はその結果と乾燥法による水分との比較である. 全測定点 29 のうち $y=x$ の直線に対して誤差が ± 1.0 以内のものは 76%, ± 2.0 以内は 93%, ± 4.0 以内は 100% である. この誤差の原因として

- i) 乾燥法水分の測定誤差
- ii) サンプルの代表性の違い
- iii) コークス中の固有水分による誤差
- iv) コークスの嵩密度の変動による誤差
- v) 水分の偏在

などが考えられる.

5. 結 言

水分計によるコークスの水分測定誤差を小さく押えるには, 有効測定範囲を十分に取ることが不可欠の条件とされていたが, 測定に参与するコークスの量が不変でかつ嵩密度の変化が少ない位置に水分計を設置すれば, 有

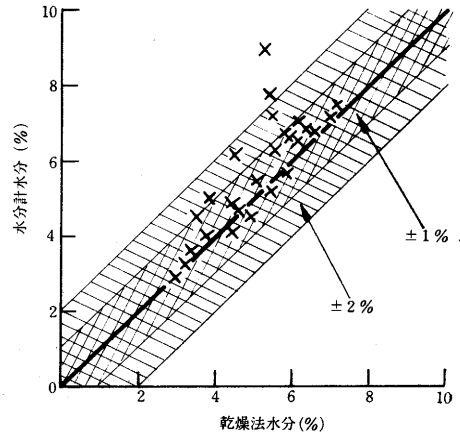


図 11 実測の結果

効測定範囲を満たさなくとも測定は可能である. しかしその測定精度については前述のようなお問題点が残されている. (1969年9月2日受理)

次 号 予 告 (12 月号)

研 究 解 説

ロールフォーミングの製品形状と変形機構.....木 内 学

研 究 速 報

高真空中における二硫化モリブデン摩擦の研究.....	松屋内	永本山	正健吉	久一隆
イオン交換体に捕集された銅 (II) イオンの ESR による研究.....	崎山	岡辺	香代武	子郎
立体梁固有値解析プログラム DYNAPS による応力分布解の実験的検証.....	大森	梶藤	敏	茂雄
壁付着形純流体素子の研究.....	鬼石	頭原	幸智	三男
平面推力軸受の流体潤滑に関する理論的考察.....	上石	原	一智	男
自動車前輪のフラッター.....	沢	登		健
広幅断面のロール成形に関する実験的研究 第 1 報.....	鈴木	木内		弘学
	木	村		紘
	鈴木	木内		弘学
ロールフォーミングに関する実験的研究 第 6 報.....	中市	島山		昭夫
	田		正由	洋勝
伝熱を考慮した流量の式.....	五石	明		一利
対応方位関係をもつ珪素鉄双結晶の粒界形状.....	劉	田		淳
	今	村		善文
	沢	井		三郎
パルス式計重機の計量速度の改善.....	原	島		雄博
	稲	葉		

研 究 室 紹 介

武 藤 研 究 室.....武 藤 義 一