

全自動試験を実施した結果、返鋳温度が急激な変化、 $100\sim 300^{\circ}\text{C}/30\sim 60\text{min}$ をした場合、中性子水分計と2次ミキサー散水操作端の動作無駄時間が大きいため十分な追従性が得られなかつたので、返鋳温度の測定を返鋳槽下部に熱電対を挿入して、 β の返鋳温度による自動補正を $\beta=(AT+B)$ のごとく行ない、ほぼ満足すべき結果を得ることができ、昭和39年5月以降2, 3の技術的問題を残してはいるが全面自動操作を行なっている。

IV. 自動制御結果

最近における操業の一例を Fig. 4 に示す、図中④は成品輸送コンベヤ途上に設置されたメリックスケール検査のため水平回転テーブル形クーラーの掻出装置を外した際、返鋳量が急激に減少しかつ返鋳温度が急激に上昇した場合で、十分な制御を行なっていることを示す。

V. 今後の問題点

今回一応全面自動化を完成したが残された問題は概略次の通り。

1. 1次ミキサー、2次ミキサー調節弁取付部の防塵対策。
2. 全添加水量が $0\sim 3\text{ t/hr}$ に低下した場合の処理。
3. 中性子水分計の精度向上対策。
4. 最適水分値自動制御の推進、ウインドボックスにおける通気度測定による方法を検討中。

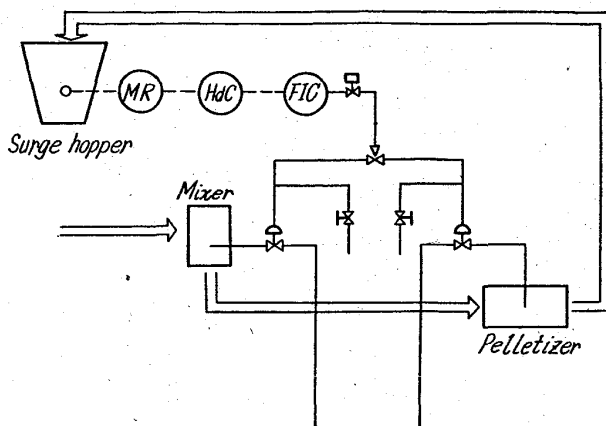


Fig. 1. Control system of mix moisture.

製 作	日立製作所
型 式	RMB 型
目 盛	$0\sim 15\% \text{H}_2\text{O}$
精 度	$\pm 0.3\% \text{H}_2\text{O}$ 以内
線 源	R_a-B_e 5 mC
付 属 機 器	(a) プローブ温度警報装置 (b) 線源容器破損警報装置 (c) ホッパー空杯警報装置 (d) 較正器

2. 測定原理

中性子線源 R_a-B_e と熱中性子のみ感ずる検出器 BF_3 計数管とが収められたプローブをサージホッパーの中央部に装入している。 BF_3 計数管が混合原料の熱で温度上昇することを防ぐためプローブは水冷している。線源から放射された速中性子は被測定物中の水分(水素原子)により減速され熱中性子になりこの熱中性子は BF_3 計数管により検出している。 BF_3 計数管は熱中性子の数を電気的パルスに変換しトランジスターアンプで増巾される。このパルスを直流電圧に変え記録計に電送し指示記録される。

IV. 水分制御装置

混合原料の水分を自動制御する場合制御ループを考え $G_P(S)$, $G_M(S)$ をプロセス, 測定器の伝達函数とすると, $G_P(S)=e^{-LS}$, $G_M(S)=1/T_M S+1$ と表わされる。ただし L はプロセスのむだ時間, T_M は測定器の時定数である。 $G_C(S)$ は制御系の伝達函数であり制御方式として比例制御を考えると $G_C(S)=K_P$ となる。 $K_P=1$ として L と T をパラメーターにとつた場合この自動制御系のボード線図を Fig. 2 に示す。これによると一般に L が大きくなるほど応答性は悪くなり不安定となる。

3号焼結機はミキサー、ペレタイザーを地上に設置しているため散水後サージホッパーにて水分を測定するまでの時間遅れが大きい。ミキサーの場合 $L=5\sim 6\text{min}$, ペレタイザーの場合 $L=3\sim 4\text{min}$ である。したがって連続制御では水分の安定は困難と考え、サンプリング制御を行なうことにした。サンプリング制御装置には時限装置、制御装置、手動操作器、自動手動切換器とからなっている。

1. 時限装置

制御装置の動作を指令する。サンプリング周期は制御

622,785:62-52:543,712

(13) 焼結原料水分の自動制御

(中性子水分計の応用について-I)

日本鋼管, 川崎製鉄所 No.64175

小林 正・林 泰生・村上惟司・○高崎靖人

Automatic Control of Mix Moisture in Sinter Plant.

(Application of neutron moisture meter-I)

Tadashi KOBAYASHI, Yasuo HAYASHI,

Tadashi MURAKAMI, and Yasuto TAKASAKI.

I. 緒 言

中性子による混合原料水分の測定実験の結果、工業化できることが判明したので、川崎3号焼結機の混合原料水分測定に中性子水分計を設置し水分値が一定になるようサンプリング制御を行なっている。従来の触感による水分調節では $\sigma=0.35$ (水分変動)であつたが、中性子水分計による自動制御では $\sigma=0.30\sim 0.37$ になつた。中性子水分計による自動制御の概要と制御状況を述べる。

II. 制 御 系 統

Fig. 1 に示すごとく、サージホッパー内の混合原料水分値を中性子水分計にて検出し水分記録計に記録する。その水分値をサンプリング制御し流量指示調節計にてペレタイザーまたはミキサーへの散水量を調節する。自動調節は三方コックにてペレタイザー、ミキサーのいずれかを選択できるようにし、他方は手動減圧弁にて一定流量を散水する。

III. 中 性 子 水 分 計

1. 仕 様

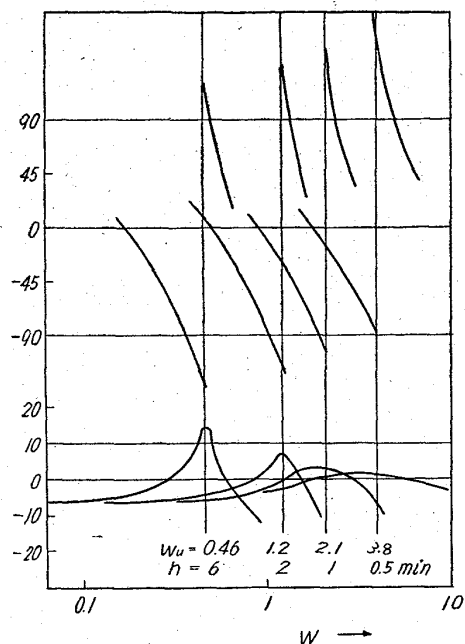


Fig. 2. Bode diagram of control.

装置が目標値と原料水分値との差を間歇的に検出する周期のことで 72~240 sec の間を 12 sec 間隔でセットできるようにした。

2. 制御装置

時限装置で決められたサンプリング周期で中性子水分計で測定した原料水分値を入力とし、目標値との偏差に所定の演算を行なう。この演算値を出力とし流量指示調節計のセットポイントに変える。サンプリング周期を $T=L/2$ とし 1 次おくれ系の 2 周期整定用の函数を使用している。

$$G(z) = \left\{ -\frac{1}{K(1-b)} \right\} \frac{1+b+b^2+b^3+b^4}{1+b} - \frac{b^2(1+b+b^2)}{1+b} z^{-2} \times \frac{1+b+b^2}{1+b} z^{-3} - \frac{b(1+b+b^2)}{1+b} z^{-4}$$

$$b = e^{-T/\tau}$$

T ; サンプリング周期 τ ; 時定数
 L ; プロセスむだ時間 K ; 定数

V. 稼動状況

1. 中性子水分計

昭和 38 年 7 月稼動後、故障として次のことが起つた。

(i) 部品不良

取替後良好である。

(ii) プラト特性の変化

この原因には次のことが考えられたのでそれぞれ対策を施した。

(a) 検出部の周囲温度の変化によるプリアンプの性能変化。Ge トランジスターを Si トランジスターに変更した。

(b) 雑音の影響。電子管回路の一部を変更した。

(c) 電源回路の干渉。BF₃ 計数管への高電圧と真空管へ B 電圧が干渉するため回路を切離した。

これらの対策後現在問題なく作動している。

中性子水分計の測定精度は Fig. 3 に原料水分と中性

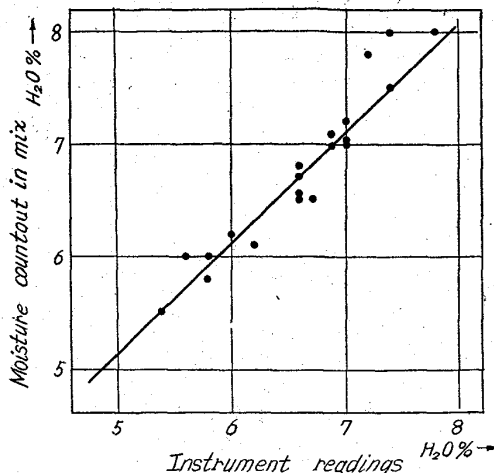


Fig. 3. Effect of mix moisture on neutron moisture meter.

子水分計との関係を示すが $\sigma = 0.26\% \text{H}_2\text{O}$ である。

2. 制御装置

稼動当時ミキサーのみにて散水していたが、むだ時間が大きいと良好とはいえなかつた。昭和 39 年 1 月よペレタイザーで制御することになって制御精度は良好になった。

3. 混合原料水分精度

従来の触感による調節は個人差があり安定した水分を維持することは困難であつた。中性子水分計で自動制御することにより作業が安定した状態では一定水分を維持することができるようになった。しかし現在の設備ではホットリターンは直接ミキサーに入るようになっていたため、返鉱の変動に応じた散水量のアクションが遅れ勝ちである。精度は従来の触感調節の場合 $\sigma = 0.35\%$ 、中性子水分計による自動制御の場合 $\sigma = 0.30\%$ (安定時) ~ 0.37% (変動時) である。Photo. 1 に制御状況を示す。

4. 操業経過と問題点

Fig. 4 に稼動以降の日内の水分変動を示す。7, 8 月は中性子水分の故障などで不安定であつた。1 月よりペレタイザーで散水制御を行ない L が短縮された。4 月は返鉱の変動が大きいと制御が不安定となつている。

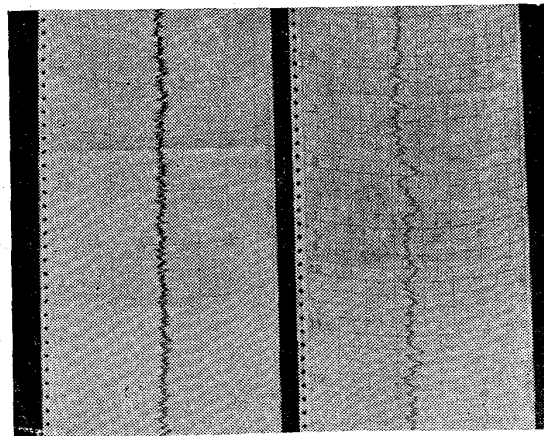


Photo. 1. The chart of automatic control of sinter mix.

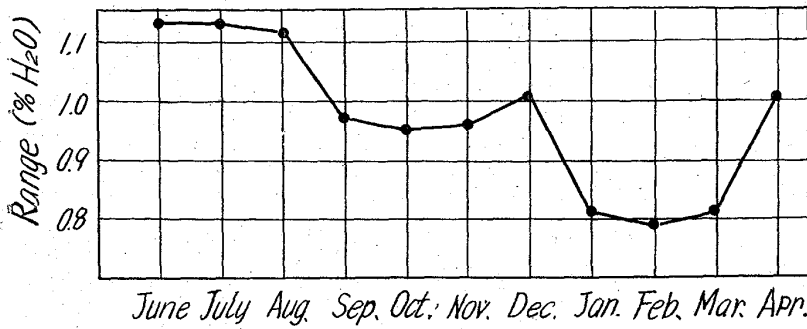


Fig. 4. Operational result of mix moisture.

VI. 結 言

中性子水分計により混合原料の水分変動は少なくなつたが返銼の変動が大きい場合制御が悪くなるので返銼の温度、流量による水分の二次制御を自動制御に組入れることを考えている。中性子水分計による焼結原料水分の自動制御は良好に行なわれている。

543.712 : 669.162.1

(14) 高炉原料水分の連続測定法

(中性子水分計の応用について—II)

日本鋼管, 川崎製鉄所 No. 64176

小林 正・安藤 遼・伊沢哲夫・宮下恒雄

Continuous Measurement of Moisture in Raw Materials for Blast Furnace.

(Application of neutron moisture meter—II)

Tadashi KOBAYASHI, Ryo ANDO,

Tetsuo IZAWA and Tsuneo MIYASHITA.

I. ま え が き PP/590-1592

高炉熱変動の要因は数多くあるが、これを大別すると、衝風、装入物などの外的要因と、炉内諸反応などの内的要因の2つに分かれる。後者についての研究は高炉計算制御としてすでにその概要を報告したので、今回は前者のうちで最も大きな変動要因である装入物水分についての研究結果を報告する。

II. 水分測定の意義

最近計量、計測器の進歩により、各要因とも精密な制御が可能となつたが、まだ満足し得ない状態のものもあり、これら各要因の日常変動が高炉々熱におよぼす影響の度合を推定すると Fig. 1 の通りとなる。

ここで明らかごとく降雨時の装入物の水分変動による影響が大きく、かつ、この測定は従来より乾燥法によつて行なうので連続的に行なえず、少なくとも数時間の遅れは覚悟せねばならず、適時のフィードバックコントロールが不可能な状態であつた。そこで当所においては高炉計算制御の一環として、この原料水分の連続測定法を開発し、その変動を把握して、銼石対コークスの比をドライの状態に一定に保ち炉熱の変動を防ぎ、炉況の安定化および銼鉄品質の安定化を図らんとするもので、36年以降鋭意研究を続け、翌37年に一応完成し試験操業を実施した。その後さらに改良を加え実用化している。

III. 水分測定法の原理

装入物の水分を連続的に測定する方法としては試料の電気伝導率、誘導率、熱伝導率などの特性が水分含有量によつて変化するものであるが、いずれも満足するまでにいたっていない。そこで中性子の減速作用を利用することにした。この方法は試料の大きさが大で、かつ試料数も多く、サンプリング誤差が避けられ、さらに水分を自動補正するための電気信号として取り出せるなど従来法には見られない多くの利点を有している。

ここで問題になるのは原料中の各種元素の減速能であるが、幸い水素は他の元素に較べて桁違いに大きな値を持つており、この特異性を利用して各種周辺条件に影響されにくい水分計を作ることができるのである。ただし試料中に水素を含む物質が水だけであれば問題はないが、水以外に有機物のような水素を含む物質がある場合にはその分を補正せねばならない。またこの方法では銼石中の結晶水と付着水を区別することは不可能であることは勿論である。

IV. 基礎実験結果

工場実験を行なうまえに、表面型および挿入型の水分計を用いて、試料の容積の影響、密度の影響、成分の影響、粒度の影響などについての基礎実験を行なつた。この詳細についてはすでに本学会に報告しており省略するが、およそ次の通りである。

(1) 試料容積の影響

出力は比較的近い部分の試料によつてほとんど決定されてしまうのであまり問題にならないが、近い部分に水分偏析がある場合には問題となる。

(2) 試料密度の影響

Factor	x̄	σ	Variance effects in coke ratio		
			0	20	40
Main material Iron ore	Free water	5%	1.0 (1.5)	21 kg/t	3.2
	Composition (Fe %)	62%	0.5	0.7	
	Grain size (-5mm, +50mm)	8%	1.0	0.94	
Main material Sinter ore	Free water	0.5%	0.2	0.7	
	Composition	58%	0.3	1.75	
	Grain size	10%	1.0	1.56	
Coke	Free water	1.0%	0.1 (1.0)	0.6 (5.5)	
	Fixed carbon	90%	0.1	0.55	
	Ash	95%	0.1	1.0	
Blast	Temperature	900°C	2	0.4	
	Moisture	20 g/Nm ³	0.5	0.3	
	Blast volume	1,500 Nm ³ /min	10	0.5	
OIL	Oil ratio	50 kg/t	0.5	0.65	
	Calorific value	10,300 Kcal	100	0.6	

Fig. 1. Variance of factors and the ireffect at heat level.