

## 討31 オンライン方式による石炭水分の自動測定

日本鋼管(株) 京浜製鉄所 佐藤武夫 藤村武生 森下良彦  
 ○塚田鋼二 佐藤信吉

### 1. 緒言

高炉の大型化に伴う製鉄用コークスの品質管理の強化及び、オイルショックに端を発した石炭事情の変化に伴う劣質炭の使用量の増加、さらには近年叫ばれている省エネルギーへの対応といった事から、原料炭成分の迅速かつ的確な把握に関するニーズが急速に増大している。

そこで、京浜製鉄所では扇島へのリプレースを機会に各部門でシステム化を推進してきた。コークス製造部門においては(1)リアルタイムでの管理(2)早期アクション(3)情報増による質量両面での精度向上を計るため、石炭水分・石炭灰分・配合炭粒度・コークス強度及びコークス炉の燃焼制御等の自動化に取り組んできた。今回は、これらの中から各種原料炭を配合直前で自動サンプリングし、その水分を測定する水分自動測定システムに関して以下に報告する。

### 2. 検討経過

石炭水分はコークス製造プロセスにおいて物量及び品質管理のために重要な因子であり、さらにはコークス炉での燃焼制御の上でも重要な因子となっている。しかし手動方式による分析法の場合、石炭サンプリングから分析終了までに時間がかかり最終結果を得るまで6~7時間を要しているのが実状であり、これらのデータを直接生産工程の管理に役立てるのは困難となっている。従って、これらのデータは後工程への管理分析値として用いるのにとどまっているのが現状である。

そこで、水分の自動測定システムの開発にあたっては分析値の信頼性を確保するのは当然の事として全てオンライン処理を可能にして測定時間の短縮並びに測定頻度を多くする事が課題であった。

#### 1) 測定方法の検討

水分の測定方法としては直接重量法・誘電率法・赤外線照射法等種々の方法があるが、システム化のし易さや後工程にある灰分計の測定方法との兼ね合いから、水分の測定方法としては直接重量法を採用する事に決定した。

#### 2) 試料の調整方法並びに測定条件の検討

##### ① 試料の粒度目標の決定

原料炭は炭種によって粒度分布が大きく異なる事もあり、試験的に3種類の原料炭について幾水準かの粒度目標まで粉碎し、それぞれの水準における粒度分布を測定した所3mm以下に粉碎すれば各炭種における粒度分布が、ほぼ等しくなる事が分かった。Fig 1に試験結果を示す。ただし余り微粉碎すると降雨等によって原料炭水分が上昇した時、サンプルの調整段階での水分の飛散が生じる事から-3mm 100%を目標とする事に決定した。

それに伴い、碎炭機の形式としては、ハンマーヘッド方式とロールクラッシャー方式とを比較検

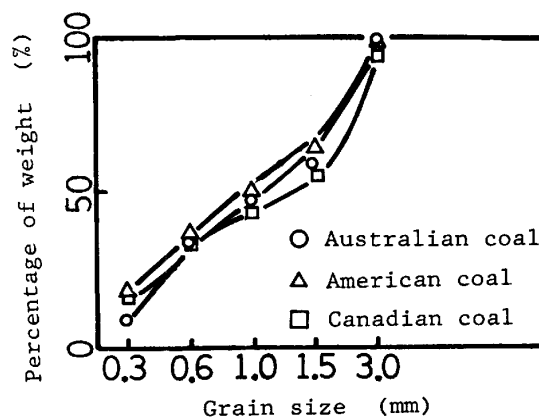


Fig.1 Grain size distribution curves of various coals

討した結果，水分飛散が少ないなど多くの利点を持つロールクラッシャー方式を採用する事に決定した。

設備完成後，碎炭機前後の水分を分析した結果を Fig. 2 に示す。この結果からも分かるように碎炭機前後の水分の間には有意差は認められない。

② 試料秤取量の決定

J I S M 8 8 1 2 には灰分測定に用いる試料は 6 0 メッシュ以下 ( 2 5 0 μ m 以下 ) 1 g と規定されているため，3 m m 以下の試料で同じ分析精度を得るのに必要な試料量を計算すると以下のようなになる。

すなわち，石炭を微粉碎した時に全ての粒子が石炭質 ( 灰分 = 0 % ) と鉱物質 ( 灰分 = 1 0 0 % ) に分離すると仮定する。ただし，この仮定は必ずしも正しくは無いが安全側に立って考える場合には適当な仮定である。この様にして分かれた粒子は二項分布に従って存在するはずであるから，測定精度が σ であるとき石炭の真灰分 P を ± β % で推定すると，確率を 9 5 % にすれば必要な粒子数 n は次式で示される。

$$\beta = 1.96\sigma = 1.96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

ここで P = 0.10 ( 1 0 % ) ， σ = 0.001 を代入すると n ≥ 9 × 1 0 <sup>4</sup> となる。

また，この試料の粒子数 n と，その重量 X ( g ) の間には，粒子の粒径を φ ( c m ) ，比重を d とすると次の関係が成立する。

$$n = \frac{X}{\frac{4}{3} \pi \left( \frac{\phi}{2} \right)^3 \times d}$$

したがって，前述したように 3 m m 以下 1 0 0 % にすると石炭の粒度分布は炭種 ( 銘柄 ) に関係なくほぼ等しくなるので Fig. 1 にもとづいて各粒度範囲毎に n が 9 × 1 0 <sup>4</sup> となるような重量 X を求め，これに各粒度範囲毎の分布割合を掛け，それらを合計すれば 3 m m 以下の試料の必要採取量の算出ができる。この計算より 3 m m 以下の試料は，良く混合したロットから約 1 4 6 g 採取すれば良いことになる。したがって試料採取量はインクリメントの大きさを約 1 5 g とし，採取回数を 1 0 回とすることに決定した。

③ 乾燥温度の決定

J I S には 1 0 7 ° C ± 2 ° C という乾燥の際の基準があるが，この温度だと水分が高い場合乾燥に時間が掛かり過ぎる事もあり，またサイクルタイムの短縮という事もあって 1 2 5 ° C で 1 2 分と決定した。

④ サイクルタイムの決定

本システムによる水分測定は配合槽への 1 バッチ輸送毎に行なう事を前提としている。したがって当所における 1 バッチ輸送に要する時間は約 3 0 分であり，配合槽への受入コンベア設備が 2 系統ある事から最終的には 3 0 分間で 2 ロットの分析が可能であるような仕様に決定された。

3. 装置概要

Fig. 3 に水分自動測定システムの構成を示す。試料の流れから順に説明すると，まず石炭の受入ベ

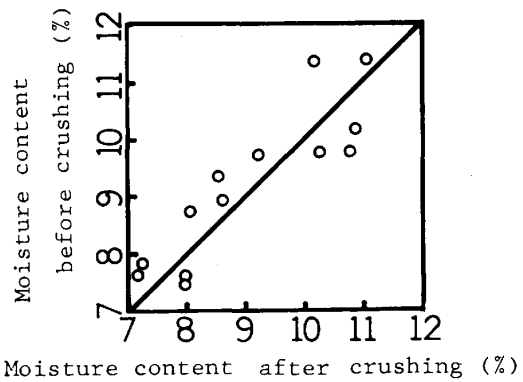


Fig. 2 Relation of moisture content after and before crushing

ルト設備は2系統あり、その乗り継ぎ部よりロータリーカッターを用いて石炭をベルト巾方向にサンプリングする。なお、その際にベルト巾方向の偏析の影響を無くすため、全流巾カットとした。サンプリングの回数及び間隔は管理室に在るデジタルスイッチで任意に設定が可能であり、ロータリーカッターの起動も管理室からの遠隔操作で可能である。こうして得られた試料はカッター下のホッパー（1H、1H'）に貯えられ規定量を取り終えると、その下流にあるベルトコンベア及び砕炭機が順序起動され試料が1系は1H→S1→S2→S3、2系が1H'→S1'→S2→S3という経路を辿ってベルトフィーダー（S3）により1次砕炭機へ試料が供給される。さらに縮分器によって $\frac{1}{4}$ に縮分されたあと2次及び3次砕炭機により粉碎され $-3\text{mm}100\%$ の試料となる。なお縮分器で縮分された残りは排炭ラインへと送られる。こうして得られた試料よりスプーン式の2次カッターによって規定回数サンプリングされ水分計へと送られる。

次に水分計の概要をFig.4に示す。前工程で粒度調整の完了した試料から2次カッターでサンプリングされた試料を試料皿で受け、それを電子式上皿天秤で秤量して、これを乾燥前重量とする。次に $125^{\circ}\text{C}$ に温度を制御された熱風乾燥炉で乾燥した後試料皿が取り出され再度秤量されて乾燥後の重量が得られる。こうして得られた乾燥前後の重量差から演算によって水分含有量を求める。なお、試料のハンドリングはシーケンスコントローラーからの指令によってロボットが自動的に行なう。

最後に、水分測定終了後の試料は灰分計へと送られ灰分が測定される。測定終了後の試料及び縮分器からの排炭は主流のコンベアへと返送される。

4. 使用方法

この水分計による測定は配合槽への石炭受入1バッチ毎に行なっており、1日に約70回の測定を行なっている。測定結果は1回の測定が終わり次第管理室のタイプライターへ打ち出され、さらに、このデータはコークス制御用計算機へ伝送され配合槽の定量切り出し装置の制御用データとして使われる。

Fig.5に自動水分計による測定値と従来のJISに基づく手分析値との対応を示す。この図からも分かるように手分析値との対応は非常に良く充分に信頼できるデータが得られている。

Fig.6には水分測定値の打ち出し表の例を示す。

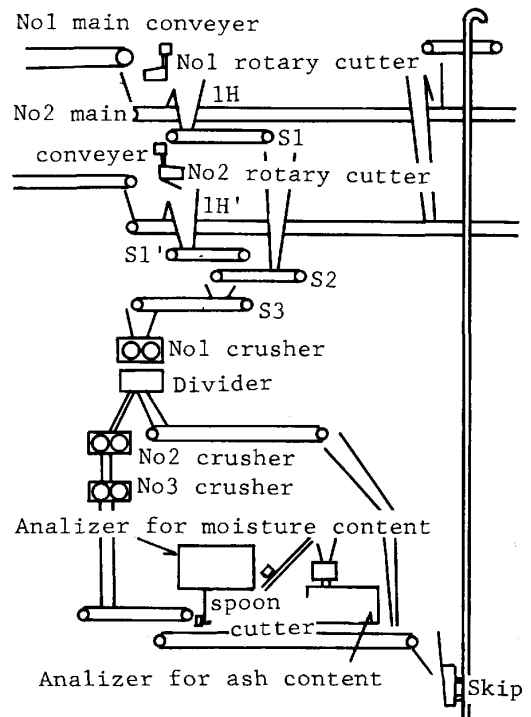


Fig.3 Automatic system of for determination coal moisture

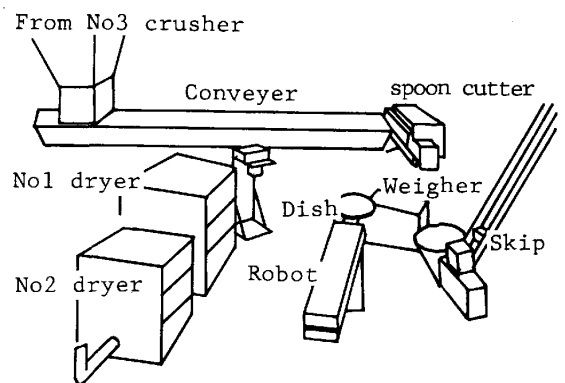


Fig.4 Outline of the moisture determinater

5. 保全実績及び改善点

これまでに行なった主な改造はロールクラッシャーの2個のロールの周速を変更した事と、縮分器の取り付け位置を当初1次碎炭機の前にあったのを1次碎炭機の後へ移設した事などである。前者は2つのロールの周速が同じだと水分が高い場合にフレーク状の塊の発生が見られたので、これを防ぐ目的で行い、後者は1次碎炭機前だと原炭のままの広い粒度分布を持ったままで縮分器にかけられるため、正しく縮分されなかったのを改善するためである。

保全実績としては、主なものとしては1年に1回水分計本体のオーバーホールを定期的に行っているのみでこの時にはロボットの移動機構のベアリング取り替えなどを行なっている。その他には、これまで特に大きな突発故障も無く運転状況は比較的順調である。

6. 結言

従来水分の分析にはサンプリングから測定終了まで6~7時間かかっていたが、水分自動測定システムの開発により約30分と大幅に短縮する事ができ、さらにロボットの使用によって分析作業の無人化に成功した。これらの事によって当初の目的であったリアルタイムでの管理、早期アクション、情報増による精度向上が可能となり、配合精度の向上や物量管理の強化が達成できた。

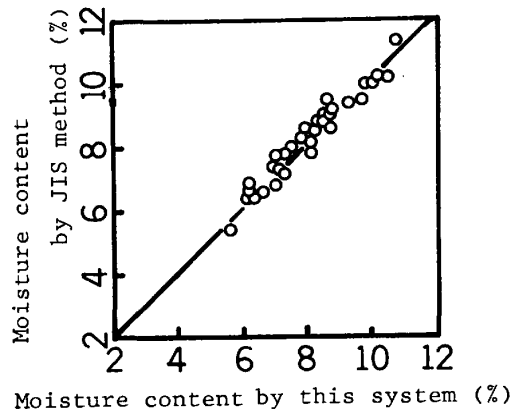


Fig.5 Relation of moisture contents by this system and by JIS method

CA103/203 SAMPLER MOTIDASHI HYO 84Y 9M 28D

1S 15:16

No.	SAMPLE TIME	LOT No.	SO No.*	TM**	ASH***
1	08:51	8-1	3-8	9.0	11.6
2	09:16	11-2	2-1	10.2	8.6
3	09:30	9-1	3-1	7.3	7.5
4	10:09	999-1	1-9	12.1	7.1
5	11:00	101-3	3-7	6.8	9.5
6	13:22	77-7	1-1	9.9	10.2
7	13:55	10-1	3-2	10.9	11.1
8	14:20	7-2	2-5	8.5	6.9

\* Blending bin number  
 \*\* Moisture content  
 \*\*\* Ash content

Fig.6 Example of typing out of results