

Fig. 3.

の還元曲線をそれぞれ Fig. 2 および Fig. 3 に示す。これまで一般に述べられているように、赤鉄鉱は磁鉄鉱より還元速度が早い、同じ赤鉄鉱または磁鉄鉱内でも被還元性に差があり、この差は磁鉄鉱の方が大きい。これは被還元性が化学的性質にのみ支配されるものでないことを示している。試料の粒度による還元速度の差も一般に緻密で硬い磁鉄鉱で大きく、褐鉄鉱、焼結鉱ではほとんどない。

IV. 被還元性と高炉操業の関係

高炉の操業成績中還元試験結果と最も密接な関係を持つと考えられる因子は装入鉱石の間接還元率である。そこで最近3年間における当所高炉の月別間接還元率を求め、これと還元試験結果から計算した種々の還元係数との間の関係を求めた。

還元試験結果の表示法には色々あるが、この場合はつぎの5種類を採った。

- (1) 90mn 後の還元率
- (2) 240mn 後の還元率
- (3) 50% 還元に達する時間 (mn) の逆数
- (4) 80% " " " "
- (5) 300mn までの還元曲線下の面積

これらから月別の還元係数を月別装入鉱石の平均粒度および装入重量%から計算した。

このようにして計算した月別の高炉間接還元率と鉱石還元係数について回帰分析を行つた結果、240mn 係数と面積係数のみが高炉間接還元率と有意の関係にあるこ

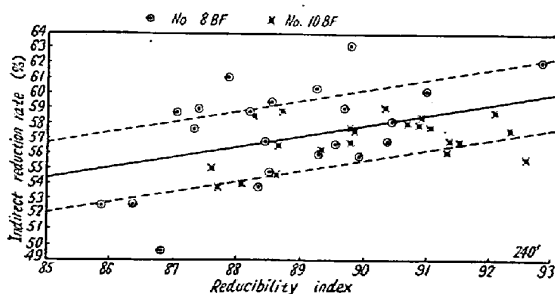


Fig. 4.

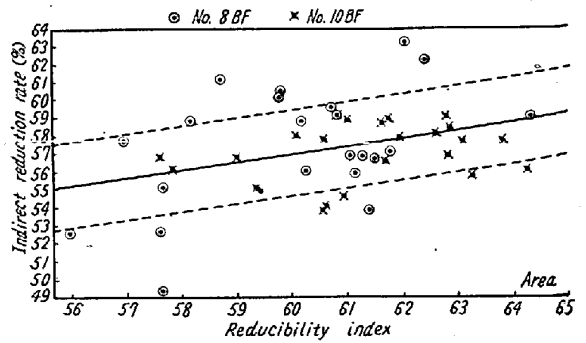


Fig. 5.

とがわかつた。この両係数と間接還元率の関係をそれぞれ Fig. 4 および Fig. 5 に示す。またこれらの還元係数から高炉間接還元率を推定する回帰直線式はそれぞれつぎのようになる。

$$y = 0.695 x_{240} - 4.63 \pm 2.33$$

$$y = 0.473 x_{\text{area}} + 28.5 \pm 2.37$$

V. 総 括

1. H₂ を用い各種鉄鉱石の粒径 10~50 mm の試料の還元試験を行い、銘柄による被還元性の差、粒度による差などを求めた。

2. これらの還元試験結果と高炉操業成績を比較するため、月別の還元係数と間接還元率の関係をもとめ、240mn 係数および面積係数が間接還元率と有意な関係にあることがわかつた。

(47) コークスの発熱量について

(主として工業分析値より発熱量を求める計算式について)

On the Heating Value of Coke

(On the calculation formula of heating value based technical analysis of coke)

S. Nishida, et alius.

住友金属工業製鋼所 理博 鈴木 和 郎

○西 田 重 利

I. 結 言

石炭およびコークスの発熱量を元素分析または工業分析結果より計算式からもとめようとする試みは古くから行なわれ報告されているが、これらは石炭に関する公式が大部分で銘柄が変わると誤差が大きくなる難点があり、またコークスについての公式は比較的少い。しかして石炭公式についての難点はその生因から考えてやむを得ないともいえるが、コークスについては石炭をコークス化

する過程で石炭の前歴による差が一応消去されていると考えられるので検討を加えれば合理的な計算式が規定できるのではないかと考察し実験を行った結果、二、三の事実を明確にすることによって工業分析値を用い簡単に発熱量がもとめられる計算式が得られたのでそれらの結果について報告する。

II. 実験結果および考察

コークス中の発熱要素は工業分析の項目より見ると固定炭素および揮発分中の有効ガスであるといえる。そこで当所に入荷したコークスの分析結果から両者の関係を検討したところ、計算式によって正確な発熱量をもとめるためには揮発分による補正が必要であることがわかった。同時に揮発分と有効ガス量との関係および固定炭素の燃焼熱ならびに絶対値の信頼性について確認するため以下の実験を行った。

(1) 揮発分について

揮発分は水分、灰分とともに固定炭素量をもとめる基準になる。しかしながら現行 JIS 法では坩堝の形状、温度および時間を規定することによって定値を得るように操作をしているだけで真の発生ガス量を測定しているとはいえない。そこで揮発分とガス量との関係を把握する目的で Fig. 1 の装置により、試料 1g を白金ボートにとりアルゴン気流中で 950°C に加熱して減量および水分量からガス量を測定した。なお、アルゴン流速は水分の空実験値が安定しかつ最小となる 70cc/分で行った。

その結果、揮発分 3.34% の試料の真のガス量はその

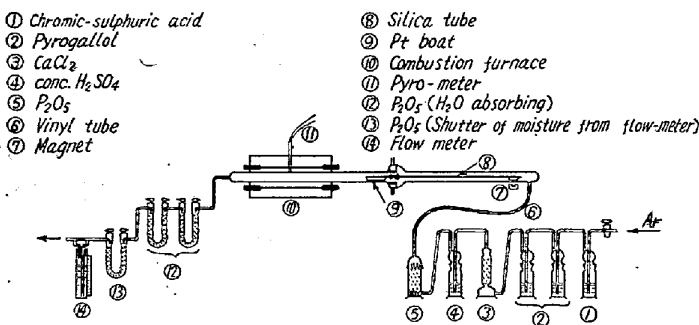


Fig. 1. Messuring apparatus of amounts of gas in volatile matters.

約 53% であつて残りの 47% は炭素の燃焼による減量であることがわかった。したがつてこの割合は揮発分量が変れば当然変化すると考えられるので乾溜温度を変化してその組成を変えたコークスについてつぎの実験を行った。

(2) 乾溜温度およびコークス組成と発熱量との関係

田川および大峰中塊炭を 5mm 以下に粒度を揃えて粉碎し等量づつ混合したのち 86φ×200mm 黒鉛坩堝に充填し黒鉛の蓋をしてタンマン炉で加熱し一定温度になつてから引続き 30 分間乾溜した。その工業分析値を Table 1 に示した。

これらのコークスを Fig. 1 の装置によつて処理し実験した。検討項目に対する定量または算定方式はつぎの通りである。実験結果は Table 2 に示した。

- (A) 950°C 減量: I. (1) の操作により定量した。
- (B) 水分量: 同上
- (C) ガス量: (A) - (B)
- (D) JIS 揮発分に対するガス量: (C) / 揮発分 × 100
- (E) 残渣の発熱量: (A) および (B) を定量した残渣をボンブ熱量計により実測した。
- (F) ガスの発熱量: コークスの発熱量 - (E)
- (G) 炭素の燃焼熱: (E) の残渣は固定炭素および灰分である。したがつて, (E) / 残渣の重量 - 灰分

乾溜温度が高いほどガス量が少くなるのは当然であるが同時に JIS 法で定量した揮発分に対するガスの割合も急激に小となる。この (D) の値と揮発分との関係をもとめると揮発分が 4.75% において (D) は 100% となる。すなわち揮発分が 4.75% 以上の場合は揮発分定量時に発生するガスにより酸素が消費されるので炭素の燃焼は起らずその値は真のガス量と一致するが、それ以下のときは炭素の燃焼によつて常に揮発分量は高値の誤差をとまなつてゐることが判明した。この結果は現行 JIS 法の揮発分測定方法を揮発分 4.75% 以下の試料に適用することは不合理であることを示している。この関係は Fig. 2 の C 曲線で示される。つまり JIS 法では縦線の範囲だけ揮発分の値は高値の誤差を生じており従つて固定炭素の値は真の値よりも低くなつてゐることが

Table 1. Composition of coke distilled on various temperature.

Temp. of distillation (°C)	Composition	Hygroscopic water (%)	Ashes (%)	Volatile matter (%)	Fixed carbon (%)	Sulphur (%)	Heating value (cal)
650		4.38	12.10	27.59	55.93	0.27	6930
950		3.26	13.94	4.07	78.73	0.32	6680
1250		0.13	14.87	2.64	82.36	0.25	6820
1550		0.07	11.93	2.08	85.92	0.25	7080

Table 2. Experimental results on coke distilled at various temperatures.

Temp. distillation (°C)	(A) Loss of weight at 950°C (mg)	(B) Amounts of moisture (mg)	(C) Amounts of gas (mg)	(D) (C)/Volatile matters (%)	(E) Heating value of residue (cal)	(F) Heating value of gas (cal)	(G) Heating value of carbon (cal)
950	59.5	30.0	29.5	72.0	6450	230	8060
1250	10.5	2.5	8.0	29.0	6750	70	8040
1550	3.1	0.1	3.0	15.0	7070	10	8070

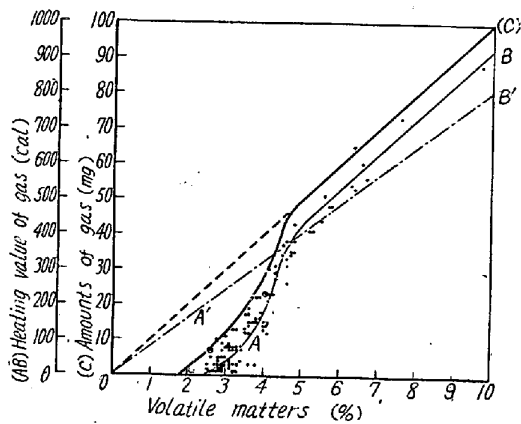


Fig. 2. Relation of heating value between amounts of volatile matters and gas.

わかる。

つぎに炭素の燃焼熱は実験によりもとめた平均値の 8060 cal を用い固定炭素量を Fig. 2 C 曲線によつて補正し、ポンプ熱量計で実測した試料の発熱量と 8060 × 固定炭素との差を揮発分中のガス発熱量としてもとめた値を図示すると揮発分とガス発熱量との間にはほぼガス量に比例した規則的な関係が得られ、実験によつて得たガスの発熱量もよく適合し、その傾向は Fig. 2 の AB 曲線によつて示されることが判明した。

従つて揮発分を無視して 100 - (水分 + 灰分) を炭素と見做しこれに炭素の燃焼熱として 8100 cal を乗ずる一般的手法においては揮発分の発熱量は Fig. 2 の A' B' で示される。すなわち揮発分が 4.75% 以下のコークスではポンプ実測値に比較して常に高値の誤差となりその値は約 200 cal に達する。また 4.75% 以上では常に低値となり揮発分の増加とともに誤差が大きくなる不合理性を確認した。

以上の実験結果を基礎にすればコークスの発熱量 K は (1) 式で表わされる。

純炭素 1% 当りの発熱量: 80.60 cal

純炭素量 (%): pC

揮発分 1% 当りの発熱量: fV cal とすれば

$$K = 80.60pC + fV \dots \dots \dots (1)$$

つぎに、固定炭素量 (%) を C,

揮発分 (%) を V とすれば Fig. 2 より pC および fV の値は次式で表わされる。

$$pC = C \quad [V > 4.75]$$

$$= C + (-0.75V^2 + 4.73V - 5.62) \quad [V 3.01 \sim 4.74]$$

$$= C + 1.8 \quad [V < 3.00]$$

$$fV = (V - 0.70) \times 100 \quad [V > 4.75]$$

$$= (3.23V - 10.97) \times 100 \quad [V 4.01 \sim 4.74]$$

$$= (0.85V^2 - 4.25V + 5.36) \times 100 \quad [V < 4.00]$$

したがつて発熱量は固定炭素および揮発分より合理的にもとめることができる。そこで 133 個の実際試料についてポンプ熱量計による実測値を基準にして上式よりもとめた計算値の誤差を検討した結果は標準偏差 $\pm 47 \text{ cal}$ であり、良好な正確度および精度でもとめられることを確認した。

III. 結 言

(1) 現行 JIS 揮発分測定方法を揮発分 4.75% 以下のコークスに適用するといちじるしい誤差を生ずる。

(2) 揮発分の燃焼熱は揮発分 4.75% 以上においては揮発分量に比例するが、それ以下になるとガス組成の変化により急激に減少する。

(3) コークス中の炭素の燃焼熱は約 8060 cal で、コークス化によるグラハイトへの移行は認められない。

以上の諸点を明確にすることにより所期の目的を達成することができた。なお、従来の計算式は上記 (1),

(2) について考慮していなかつたために大きな誤差を生じていたものである。