

(28) 焼結用燃料の X 線評価

八幡製鉄所技術研究所

石光章利・○若山昌三・沢村靖昌

Evaluation of Fuel for Sintering by X-Ray Diffraction Analysis.

Akitoshi ISHIMITSU, Shōzō WAKAYAMA and Yasumasa SAWAMURA

I. 緒 言

鉄鉱石を焼結する目的でもつとも多く用いられている燃料は、冶金用コークスの粉であり、等量の使用で比較をする場合、さらにすぐれたものがない。しかし、最近高炉での焼結鉄使用量が増してきたため、粉コークス以外の燃料についても注意が向けられ、数多くの研究がなされている。

この研究は、天然でコークス化されたという特質を利用し、燧石を焼結燃料として使用しようとするもので、焼結実験によつて適性を調べるとともに、その工業分析結果に現れる成分値のみによらず、炭素の結晶構造にも着目すべきではないかと考え、X線回折法を用いて実験しこれが焼結燃料の価値判断をする重要な指針となることを知った。

II. 実 験 要 領

(1) 燧 石

使用した燧石は筑豊産のもので、主として弱粘結炭が火成岩の貫入によつて熱変質を受けたものであり、その特性からみて、冶金用コークス原料として使用することは難しい、その工業分析結果は Table 1 に示す。

(2) 小型試験焼結機による実験

各種燧石の焼結燃料としての適否を、粉コークスとの比較において判定するのが実験目的の一つであるため、試験焼結機による焼結実験をおこなつて焼結鉄強度、歩留その他から判断することにした。焼結は上部の径が 104mm、下部の径が 82mm および高さが 200mm、容積 1.36 l の小型焼結鍋でおこなつた。使用した配合原

Table 2. Chemical analysis of raw material. (%)

T. Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃
54.26	11.45	6.49	4.90	0.93

料の化学成分は Table 2 に示している。

(3) X 線 解 析

焼結燃料としての適否を燃料成分値との関連において調べたこれまでの研究において、成分の面では固定炭素量に大きく影響をうけることがわかったが、さらに炭素の結晶構造にまで考えをおよぼし、定量的評価をしようとした。

X線試料は、100 mesh 以下に粉碎した燃料から化学処理によつて灰分を取り除き、灰分鉱物による回折の影響を避けた。X線回折は、まず写真法による比較検討をしたのち、回折強度のもつとも大きい範囲をえらんで、X線ディフラクトメーターによる記録をおこなつた。

III. 実 験 結 果

(1) 焼結実験結果

燃料配合割合は固定炭素量に換算して 3.0%、3.5% および 4.0% でおのおの3回繰返して実験し、落下強度、歩留および生産率などについて検討したが、落下強度、のみを Fig. 1 に示した。図は燃料添加率の変化による落下強度の変化を 5mm 指数について示したものである。この結果から焼結燃料として適当な燧石銘柄を選択することができるが、概観すると日吉燧石(杉谷坑土間尺層)日吉燧石(海八坑土間尺層)、稲築燧石がコークスと同程度の強度を示している。このように固定炭素量を等量にして配合しても落下強度に差を生ずる。

(2) X 線解析結果

写真法 (Co ターゲット) による回折では、バックグラウンドの黒化が大きく、回折線の比較は難かしかつたが、石炭との間にははつきりした差が認められた。グラ

Table 1. Approximate analysis of natural coke. (%)

	Moisture	V. Matter	Ash	Fix. carbon
Hiyoshi (Hasshaku seam in Sugitani pit)	2.91	4.57	17.48	75.04
Hiyoshi (Domashaku seam in Sugitani pit)	0.53	6.58	19.76	73.13
Hiyoshi (Domashaku seam in Kaihachi pit)	3.18	4.05	17.65	75.12
Tagawa	4.82	4.26	25.29	65.63
Buzen	3.12	6.94	19.74	70.20
Shimameguri	4.34	5.30	20.52	69.84
Shimameguri (coarse)	4.25	4.75	18.73	72.27
Inachiku	3.97	5.76	20.70	69.57
Coke breeze	1.57	3.05	12.63	82.74

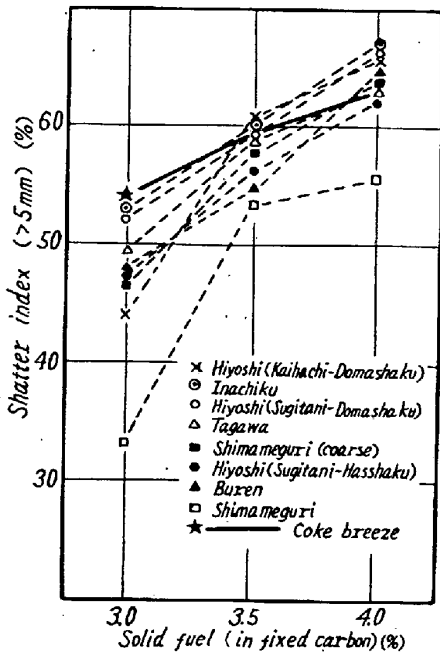
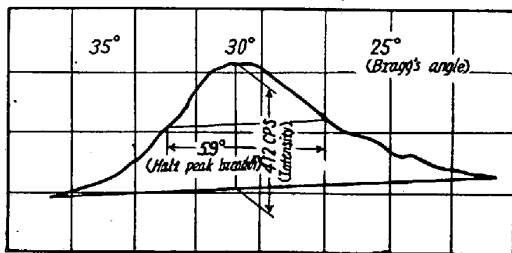


Fig. 1. Strength of sinter cake by addition of different natural cokes and coke breeze.



Instrumental conditions
 Full scale count per second: 1000 cps
 Scanning speed: 0.5°/mn
 Chart speed: 20 mm/mn
 Time constant: 5 s
 X-ray source
 Target: Co
 Filter: Fe
 Volt.: 65 kV
 Amp.: 13 mA

Fig. 2. Schematic chart of X-ray diffraction on coke breeze.

ら、写真法では区別の難かしかつた $2\theta = 20^\circ \sim 36^\circ$ の範囲の回折線についての検討を、X線ディフラクトメータによっておこなつた。Fig. 2には粉コークスについてのX線回折記録を示し、検討したX線回折密度と半価巾とを図中で説明した。この様にコークス燧石等のX線回折には鋭い方向性がなく、なだらかな傾斜をもつた曲線となる。これは成層格子的な構造をもつ結晶における層の積み重なり方の無秩序、その他の格子構造の乱れによつて起るものと考えられるが、結晶が非常に小さくなつたために生じたものであるとも解釈される。

Table 3. X-ray diffraction analysis of fuel.

	Intensity	Half peak breadth
Hiyoshi (Hasshaku seam in Sugitani pit)	325 cps*	5.3°
Hiyoshi (Domashaku seam in Sugitani pit)	408	5.3
Hiyoshi (Domashaku seam in Kaihachi pit)	333	5.2
Tagawa	333	5.4
Buzen	300	5.4 ₅
Shimameguri	304	5.7 ₅
Shimameguri (coarse)	325	5.5
Inachiku	360	5.6
Coke breeze	412	5.2
Coconut-Shell (carbonized in low temp.)	150	8.8 ₅
Coal	117	8.0

* cps: count per second.

ファイトの粉末写真資料をみると、最大強度を示す回折線は面指数(002)によるものであるか

各燧石、コークスおよび比較にした低温乾留コークスセル(焼結用燃料として不適であるとわかっているもの)、石炭についてもX線回折をおこない、Fig. 2と同様の記録について求めた結果はTable 3に示す通りである。このようにコークスと石炭とを比較した場合、回折強度はコークスの方がはるかに大きく、コークス化によつて無定形炭素に変化した様子を示している。燧石についてみると、天然コークス化によつて回折強度はコークスにほぼ近くなつており、炭素の本質において大差のないことがわかつた。そして燧石の種別によつて現われる回折強度の差が焼結燃料としての適否をきめるものと考えられる。

また半価巾についてラインブロードニングの考え方を採り入れると、コークスおよび燧石の微小結晶粒度が20Å程度のものであり、グラファイトの単位格子がわずか集つて構成されているものと推察される。

(3) 焼結強度とX線回折強度

X線回折強度が無定形炭素の量的割合を示すという考えから、この値と焼結実験で得られた焼結強度の関係を示したものがFig. 3である。落下強度の5mm指

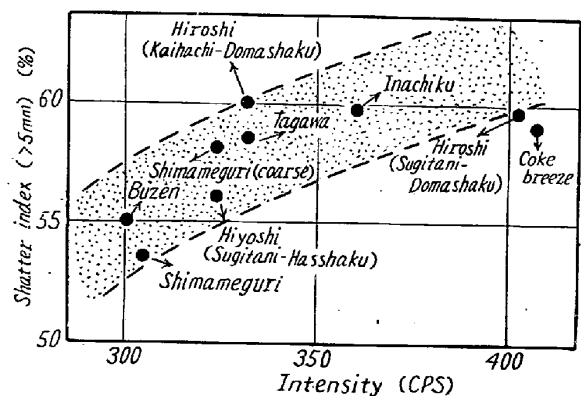


Fig. 3. Relation between strength of sinter cake and X-ray diffraction intensity.

数は、固定炭素で 3.5% 配合した焼結鉱についてのもの、X 線回折強度が高く無定形炭素の量的割合の大きいほど焼結鉱強度を大にするものとする。

IV. 結 言

各燃料から灰分をとり去った試料について、粉末写真法および X 線ディフラクトメーターを使用して X 線解析をおこない、焼結実験を対応させて検討した結果、炭素の結晶構造が焼結用燃料としての価値に重要な役割をもっていることを明らかにした。

(29) 焼結鉱の強度試験について

富士製鉄釜石製鉄所

庄野四朗・千田昭夫・○大淵成二

Strength Tests of Iron Ore Sinter.

Shiro SHŌNO, Akio CHIDA
and Shigeji ŌBUCHI

I. 緒 言

現在、焼結鉱の強度試験は主として落下強度によっているが、この他に強度試験法としては回転強度（タンブラー強度、ドラム強度）、潰裂強度（アンビル強度）および微小強度（マイクロ・ストレンクス）試験等を挙げることができる。落下強度試験法は実際操業において常用化されており、焼結操業の指針となつているが、近年回転強度を採用した外国の例が報告されて来っており、我国においてもこれに関する 2, 3 の提案^{2,3,4}が出されている。そこでこれらの強度試験法について検討を行なうために若干の実験を実施し比較を行なつた。さらに焼結基礎研究を実施するに当つて少量の試料についての強度試験を行なうために用いられる、アンビル強度試験法および最近一部⁵で実施しているマイクロ・ストレンクス

Table 2. Strength test methods and their conditions.

	Testing method	The number of dropping and revolution	Sample size (mm)	Sample weight (kg)
Shatter strength	Dropping from 2 m	2 times	+10	20
		4 times	25~50 +50	
Tumbler strength	(A. S. T. M.) 24±1 rpm 36"φ×18"	40 rpm	+10	10
		400 rpm	25~50 +50	20

試験法について検討を加え、これら強度試験法の関連性について比較した結果について報告する。

II. 試 験 方 法

(1) 落下強度と回転強度

供試焼結鉱は磁鉄鉱原料焼結（特殊焼結）および磁鉄鉱、赤鉄鉱、褐鉄鉱その他雑鉄混合焼結（普通焼結）における成品焼結鉱を高炉送りコンベア上より採取し、粒度別（+50, 50~25, +10mm）に篩分した。上記焼結鉱の原料配合割合は Table 1 に示す、なお試験法および試験の要因については Table 2 に示した。

(2) マイクロ・ストレンクスとアンビル強度

(i) マイクロ・ストレンクス指数測定法

Fig. 1 に装置の概略を示した。測定の場合は、

試料粒度；2~0.9mm

試料重量；4g（おのおのの試料筒に 2g あて）

回 転 数；400 回転（25 r. p. m×16 mn）

試料筒の中に直径 8mm の耐摩耗性鋼球をおのおの 12 個ずつ試料とともに挿入する。試料筒 2 組で 1 実験とする。

上記条件で破碎後 20 mesh (0.833mm) 以上をもつて指数とする。

(ii) アンビル強度測定法

試料重量；100g

6kg の重錘を 1m の高さより落下し試料を破碎し +10 mesh (1.851mm) を指数とする。

Table 1. Proportions of raw materials. (%)
(Magnetite sinter).

Kamaishi concentrate	Kamaishi ore for bedding	Akagane concentrate	Qvatsino	Limestone	Total	Coke (kg/t sinter)
40.0	7.0	16.3	26.2	10.5	100.0	40.0

(Common sinter)

Kamaishi concentrate	Kamaishi ore for bedding	Limonite	Akagane concentrate	Pyrite cinder	Roll scale	Goa ore	Lime stone	Total	Coke (kg/t sinter)
52.0	10.2	7.3	6.8	5.5	2.7	10.7	4.2	100.0	53.0