



Photo. 2. Flow pattern of partially reduced Acari $\times 200$ (1/1)

多量に生成されて軟化が助長される結果、この温度では圧潰することなく一様に降伏軟化するもので、この現象はすべての試料に認められることは Fig. 1 および Fig. 2 に示すごとくである。

(b) ゴア(A)赤鉄鉱

強度変化についてはテマンガンと同様な経過を辿っている。ただ褐鉄鉱の含有量が少ないため、変化率が割に小さく現われるものと考えられる。

(c) アカリ磁鉄鉱

最も堅固で還元性が悪くマイクロ組織も 700°C までは常温とほとんど変わらない。ただ magnetite 粒子が温度の上るにしたがつて相当に結合して大きくなり、強度の増大に与っているものごとくである。Photo. 2 は加熱試料中に生成した Wüstite の Flow を示すもので、半還元鉱の Hot Briquetting の際に見られるものと同様の様相を呈している。

(d) ペレットおよび焼結鉱

Fig. 2 に示すごとく、ペレットに比べて焼結鉱は大気孔の存在により、その強度はかなり低くなっている。常温から 700°C までの間においてペレット B のみが還元の間段階で強度の向上を見ており、ペレット A は 500°C において、また焼結鉱は 700°C において割に激しい強度の低下が認められる。何れも 500°C 加熱試料において大きなクラックを生じ、これが焼結鉱の場合に大きな影響をおよぼさないのは、それ以上に大きな気孔の影響のために打消されたものと考えられる。 700°C 加熱試料では更に微細なマイクロクラックが入っており、これが焼結鉱においてはここで組織を破壊し得る丈の network ができ上つたものと解され、またペレット B では原料自体の magnetite の成長とあいまつて還元期の成長が進んでクラックが融着されたものと見られる。ペレット A においては先の大クラックの影響が残存していて、これがマイクロクラックによる破壊力、並びに還元相の成長による融着力を越え結果において 500°C と大差ない強度を示したものと考えられる。要するにこれらの Agglomerated material においては、褐鉄鉱と同じくクラックの強度におよぼす影響が大きいことが明らかとなつた。そのクラック発生の原因としては炭素析出、気孔、Wüstite の還元相⁹⁾、あるいは Bond の熱変化などがあげられる。

IV. 結 言

10mm 角の試料 6 種類について還元気流中における熱

間耐圧強度試験を行なつた結果、熱間における耐圧強度は、結晶水の放出、炭素析出作用、還元作用および気孔などに基く弱化作と、還元相の成長肥大などに基く強化作用の何れが優勢であるかによつて定まり、磁鉄鉱においては後者、それ以外のものの低温度 (500°C) では前者、中温度 (700°C) では後者が一般に優勢である。さらに高温 (900°C) になればいずれも軟化することを明らかにした。

文 献

- 1) 田所, 須賀: 鉄と鋼, 28 (1942) p. 247~261
- 2) 佐藤, 笠間, 鎌田: 日曹製鋼技報, 1 (1961) p. 101~145
- 3) 八幡製鉄: 学振 54 委 662 (1962)
- 4) J. E. MOORE et al: Agglomeration, (1962) p. 743~785
- 5) J. O. FOSTRÖM: Jernkont. Ann. 142 (1958) p. 401~466

622,788; 622,341-492

(48) 粉鉄鉱石利用による高還元度のブリケットの製造法

八幡製鉄所, 技術研究所 No. 64210
工博〇城 博・村田 通

Manufacture of High Reduced Briquettes from Fine Iron Ore. pp. 1673-1675

Dr. Hiroshi Jō and Tohru MURATA.

I. 緒 言

粉鉄鉱石は塊鉄鉱石にくらべて次の特色がある。(1)取扱が不便である。(2)価格が安い。(3)還元されやすい。(1)(2)の特色に対応する塊成法には焼結法、ペレット法¹⁾²⁾などがあるが、(1)(2)(3)の特色を合せ活用する塊成法はまだ明確でない。これについて一応の検討をすすめた。究極の目的はかかる塊成法を基盤にして新しい製鉄法を見出すにある。

II. 研究経過

粉鉄鉱石に適当な還元剤を加えてこの混合原料を加压成型して生ブリケットとし、これを高温還元した。生ブリケットの製造に際し製造費の低下を期し次の点に留意した。(1)成型作業は常温で成型する。(2)成型用の結合剤は安価にして製鉄、製鋼作業に有害にならないものを選定する。(3)生ブリケットはこれを高温焼成するときに必要な強度を保持する。

1. 生ブリケットの製造条件

i) 原料

鉄鉱石としてはイポー粉鉄鉱石を、還元剤としては石炭を、結合剤としては石炭タール、C重油、ペースト状消石灰を使用した。これらの主な性状を第1表に示す。ペースト状消石灰は試験の結果結合力の大きい生石灰:

Table 1 Characteristics of main raw materials.

(1) Chemical analysis of Ipoh iron ore.

T. Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P	S	CaO	Mn
60.5	0.4	5.5	0.26	0.094	0.011	0.1	1.2

(2) Characteristics of reducing agents.

Name of coal	Proximate analysis (%)			T. S (%)	Caking index (%)
	Ash	V. M	F. C		
Miike	8.33	41.61	50.06	1.09	94.20
Takashima	6.56	42.34	51.10	0.57	88.70
Tagawa	7.78	39.99	52.28	0.50	85.80

(3) Size distribution of Ipoh iron ore.

1.5~0.9 mm	0.9~0.6 mm	0.6~0.3 mm	-0.3 mm	Total
12.0	21.8	17.6	48.6	100.0

(4) Size distribution of reducing agents.

Name of coal	0.6~0.3 mm	0.3~0.2 mm	0.2~0.15 mm	-0.15 mm
Miike	41.00	13.62	14.57	30.81
Takashima	32.90	13.88	14.34	38.88
Tagawa	38.32	23.81	12.97	24.90

水 = 1 : 3 のものを使用した。

ii) 実験方法

各原料は所定の配合割合に混合し、これを2tの油圧式耐圧試験機(成型物はφ18×25の円筒型)で300kg/cm²の成型圧で成型した。ブリケットの性状としては主として強度(耐圧強度)を検討した。強度としては常温強度のみならず生ブリケットを200~450°Cおよび500~800°Cで焼成した低、中温強度をも測定した。

iii) 試験結果と考察

第2表に生ブリケットの試験結果の一部を載せた。還元剤の石炭としては高島炭を用いた時が普通の弱粘結炭である田川炭を用いた時より強度は高い。特に田川炭使用の場合は熱間における強度が弱い。これより生ブリケットの熱間強度は石炭の粘結成分量に関係すると思われる。更に粘結成分の多い三池炭の場合には更によい結果を得ている。結合剤として2号タール、C重油ともに

使用し得る。

2. 生ブリケットの焼成

以上の生ブリケット強度は高炉使用に堪えないので製鉄法としては高炉以外の製鉄法を想定せざるを得ない。生ブリケットの焼成炉としては一応ロータリーキルンなどが予想される。焼成条件も900~1200°C(被焼成物の温度はこれより約50°C低い)とし実験室的規模の焼成炉で焼成時間73分間で焼成した。焼成により発生するガスのガス量、発熱量、組成も同時に試験した。試験結果の一例を第3表に示す。石炭の配合量は少量であるが相当な還元率を示している。このことは同一焼成条件で焼成した第4表の結果と比較すると明瞭である。これは全原料をブリケットにして焼成するブリケット内で粉鉄鉱石と還元剤である石炭とが共存するので粉鉄鉱石と石炭との接触面積が多く直接固体還元の手間が多くなり、かつブリケット内が常に正圧であるので外部のガスによりブリケット内のガスが汚染されないためと思う。発生するガスは加熱用燃料に適する。本法によるブリケットを焼成すると粉鉄鉱石の還元され易い特色はそのまま生かされるとともに粉鉄鉱石は還元剤と緻密に共存するので粉鉄鉱石の還元性はより助長される。すなわち本法による還元剤の節約が相当期待できる。

3. 生ブリケットの直接溶解

生ブリケットの溶解試験を行なった。溶解はタンマン電気炉で1600°Cで行なった。第5表は溶解試験結果の一例である。溶解生成物は銑鉄の成分を有している。ここにも一つの特色が見受けられる。それは生ブリケットにして溶解すると溶銑中にCが十分溶解することでこれは従来粉鉄鉱石と炭素質とを溶解するとき銑中にCが入り難いといわれている³⁾ことからみると興味のあること

Table 2. Briquetting strength of briquetts from fine iron ore.

No. of example	Blending ratio of raw materials by weight (%)							Condition of briquetting		Briquetting strength		
	Ipoh fine iron ore	Reducing agent			Binder			Briquetting pressure kg/cm ²	Briquetting temperature (°C)	At normal temperature	From 200°C to 450°C	From 500°C to 800°C
		Miike coal	Takashima coal	Tagawa coal	Binder tar	Heavy oil	Slaked lime in paste					
1	70.0		15.0		5.0		10.0	300	Normal temperature	21.9	14.8	17.7
2	70.0			15.0	5.0		10.0	〃		12.2	4.3	0
3	67.0				5.0		8.0	〃		19.7	22.8	25.9
4	62.0		18.0				20.0	〃		30.3	34.0	35.2
5	62.0	18.0					20.0	〃		32.6	34.8	46.2
6	60.0	20.0					20.0	〃		30.3	29.3	59.2
7	65.0	15.0			5.0		15.0	〃		25.3	32.3	38.7
8	62.0	18.0			2.0		18.0	〃		31.5	36.6	56.6
9	65.0		15.0		5.0		15.0	〃		23.4	18.4	24.6

Table 3. Reducing test of briquettes.

Ipoh fine iron ore	Blending ratio of raw materials by weight (%)					Briquetting pressure (Kg/cm ²)	Briquetting temperature (°C)	Ratio of reduction (%)	Components of produced gas by volume (%)					Volume of produced gas (Nm ³ /t)	Calorific value of produced gas (Kcal/Nm ³)
	Reducing agent		Binder						CO ₂	C ₂ H ₄	CO	H ₂	CH ₄		
	Miike coal	Takashima coal	Binder tar	Heavy oil	Slaked lime in paste										
65.0	15.0			5.0	15.0	300	900~1200	88.8	17.3	1.6	47.8	23.7	9.6	335	3112
65.0		15.0		5.0	15.0	∥	∥	88.2	17.6	1.5	49.5	21.5	9.9	329	3118
70.0		15.0	5.0		10.0	∥	∥	91.1	18.6	1.4	48.9	21.8	9.3	330	3042
62.0	18.0				20.0	∥	∥	85.0							
62.0	18.0			2.0	18.0	∥	∥	84.8							
70.0		15.0	5.0		10.0	0	∥	84.3	19.4	1.0	49.2	21.6	8.8	318	2946

Table 4. Variation of reduction when Change size of iron ore.

No. of example	Blending ratio of raw materials by weight (%)		Size of Ipoh iron ore (mm)	Briquetting pressure (Kg/cm ²)	Reducing temperature range (°C)	Ratio of reduction (%)
	Ipoh iron ore	Takashima coal				
1	85	15	15~10	0	900~1200	55.6
2	∥	∥	10~6	0	∥	62.6
3	∥	∥	6~3	0	∥	70.6
4	∥	∥	3~1.5	0	∥	74.4
5	∥	∥	1.5~0.6	0	∥	76.3

Table 5. Chemical components of smelt pig iron.

Blending ratio of raw materials by weight (%)				Briquetting pressure Kg/cm ²	Smelling temperature (°C)	Chemical components of smelt pig iron (%)			
Ipoh iron ore	Takashima coal	Binder tar	Slaked lime in paste			T. Fe	M. Fe	FeO	T. C
66	17	6	11	300	1600	93.9	93.9	0	3.20
3	3	3	3	0	3	95.3	89.5	7.4	2.00

Chemical components of smelt pig iron (%)

Si	Al	P	S	Cu	Ti	Mn	Cr	Ca	Ni
0.16	0.040	0.142	0.022	0.022	0.032	2.19	0.008	0.029	0.014
0.10	0.100	0.160	0.044	0.026	0	1.80	0.008	0.090	0.009

である。

III. 結 言

(1) 全原料を常温成型 (成型圧力 300 kg/cm²) して約 30 kg/cm² の強度を有する生ブリケットを製造し得た。このとき使用する石炭は粘結成分に富む石炭が好ましい。

(2) 生ブリケットを 1200°C で焼成し従来にない少量の還元剤使用により高還元度の焼成ブリケットを得た。

(3) 生ブリケットを高温溶解すると C は容易に溶鉄中に入る現象を確認した。

文 献

- 1) JACOB WILLEMS: Stahl u Eisen, 79 (1959)
- 2) 八幡製鉄所計画部: 直接還元法集録, 昭和 34 年 12 月
- 3) 石光章利他: 八幡製鉄所技研報告 (B-35~6), 昭和 39 年 2 月