

行ない、次の事柄が判明した。

(1) ペレット用粉鉱石の粉碎性の面では、粉碎に要するエネルギーばかりでなく、粉碎後粒度分布に大きな差が見られる。

(2) いずれの銘柄も、比表面積が大になれば、成型性が増大することが確認された。

(3) 比表面積が同じでも銘柄により成型性が大いに異なる。ペレット強度計強度×歪を求めると、銘柄別の成型性の差を一つの指数で表わすことができる。

(4) 成型性の悪い鉱石に良好な鉱石を加えていくと、強度の大きな向上が見られる。粉碎ばかりでなく、配合を考えることにより強度を向上させ得ると考えられる。

(5) 単味の鉱石については比表面積と強度は相関があるが、各種鉱石を混ぜた場合は、必ずしも比表面積だけで、強度は説明できなくなる。

(8) 銘柄による成型性の差を明確に説明できる見解は得られなかつた。粒度分布および水に対する性質の違いなどが考えられる。

文 献

- 1) 富士製鉄中研: 学振 54 委, 836

(8) 粉状鉄原料を利用した還元ブリケットの製造

八幡製鉄, 技術研究所

工博 石光章利・工博○井田四郎・鈴木 明
On the Reduced Briquette Made from Iron Bearing Fine Materials.

Dr. Akitoshi ISHIMITSU, Dr. Shirō IDA, and Akira SUZUKI.

1. 緒 言

前報¹⁾で所内発生粉鉄原の転炉スラッジ、高炉ガス灰を主原料とする還元ブリケットの中間工業化設備による製造研究を行なった結果を報告した。これによると、十分満足な成績を収めることができなく、とくに成品歩留が低いという現象を認めた。この原因について、いろいろと吟味してみたところ、焼成炉のロータリキルン内雰囲気完全に還元性を保つことが一つの重要な因子であると判断した。そこで、今次試験ではさらに進んで、還元ブリケットの適正製造条件についての検討を重ねた結果、1, 2の問題点は認められたが、所望の還元ブリケットを製造することができたので、この間の経過をまとめた。

2. 研究経過

2.1 適正製造条件の検討

前報で明らかにした通り、試験用ロータリキルンは炉内シールが不完全であつたため、炉内が弱酸化性となる傾向があつて、これが成品歩留を低下せしめる原因となつたことが判明した。それで、キルン内を還元性に保つためには、生ブリケットを焼成する際、生ブリケットとともに粉コークスを装入して、焼成するのが最も容易な操業法であると考えられたので、この方法を採用した。

また製造条件としては、もちろん、上記粉コークスの使用量にも影響されるが、その他、主な要因はキルンの回転数、生ブリケットのキルンへの装入時および排出時の温度ならびに生ブリケットの強度などが挙げられる。生ブリケットの強度に関しては一応ハンドリング中に破損しない程度の強度を具備しておれば、それほど成品性状に影響をおよぼさないことを確めていたので、今回はこの点は問題としなかつた。

2.1.1 生ブリケットの製造

生ブリケットの原料は Table 1 に示す粉鉄原 2 種と還元剤の高島炭 1 種、また結合剤は 2 号タールとベントナイを選定した。

これらの原料を対象とし、Table 2 に示す 2 種生ブリケットをロールプレスにより、常温成型法によつて製造した。この際生ブリケット寸法は 51×41×38 mm (厚さ) と 34×34×18 mm (厚さ) の 2 通りとした。このようにして製造した生ブリケットの強度はクラッシュ強度 33~38 kg, 落下強度の 20 mm 指数 51~65% であつた。落下強度は生ブリケット 10 kg を 2 m の高さから 4 回落下せしめる方法を採用した。

2.1.2 適正焼成条件の検討

焼成条件としては、上述した粉コークスの使用量、キルンの回転数、生ブリケット装入部および排出部のキルン温度などが挙げられる。そこで、粉コークスの使用量は生ブリケット装入量 60 kg/hr に対して、0~15 kg/hr, キルン回転数は 1/2~1/3 r.p.m. 装入部温度は 360~1,000°C, 排出部温度は 1,000~1,200°C に変えた。かくして、上記諸要因を変えて、製造した還元ブリケットの排出物粒度、クラッシュおよびタンブラー強度、化学成分を調べ、適正製造条件を検討した。その結果、次の点が明らかとなつた。

- (1) キルン回転数は 1/3 r.p.m. すなわちキルン内滞留時間は 3 hr 位がよい。
- (2) 粉コークス使用量は 6~15 kg/hr が望ましい。
- (3) 装入部温度は 750~800°C, 排出部温度は 1150~1200°C と考えられる。

Table 1. Chemical compositions of raw materials.

Raw materials	Chemical composition (%)					
	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	T. C	S	Zn
Converter sludge	64.3	47.7	38.5	0.7	0.095	0.54
B. F. flue dust	42.5	14.9	43.2	24.0	0.185	0.69
Tar				91.7	0.524	
Takashima coal	Ash 6.43	V.M 42.05	F. C 51.52	78.23	0.554	

Table 2. Blending ratio of briquette.

No.	Converter sludge	B. F. flue dust	Takashima coal	Tar	Bentonite
(1)	41.5	41.5	8	5	4
(2)	39.5	39.5	12	5	4

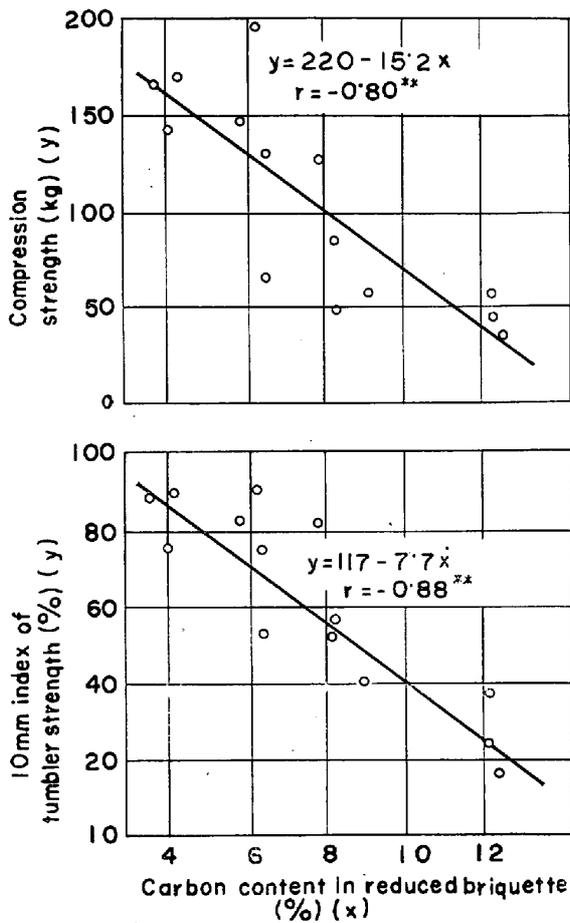


Fig. 1. Relation between compression strength, tumbler strength and carbon content in reduced.

(4) Fig. 1 に示す通り、還元ブリケット中に残留する C 含有量は低いほど、強度は高目を保持できる。

(5) 還元ブリケット中の S はほとんど除去されていないが、脱亜鉛率は 94~98% 位で、焼成温度 1100°C 位から急に脱亜鉛反応が起こる。

(6) 金属化率は (3) に述べた温度条件下では 80~87% 程度が期待できる。

Table 3 に適正条件下での還元ブリケットの製造成績の 1 例を示す。

2.2 還元ブリケットの製造

一応の還元ブリケット適正製造条件が判明したので、今度は前よりも強度の高い生ブリケットを製造し、これを用いたときの還元ブリケットの製造を試みた。

2.2.1 生ブリケット製造

上述した生ブリケットの強度よりも高いものがどうすれば得られるかについて、諸般の研究を試みた結果、某社で開発した特殊結合剤が最も良好な成績を収めることができた。そこでこの結合剤を使用して、生ブリケットを製造した。

生ブリケットの原料は前と同じく所内発生粉鉄原を対象とし、石炭もモーラ炭を採用した。結合剤は 7% 使用し、ロールプレスにより常温成型した。

この際生ブリケット強度は、クラッシュ強度 70 kg、落下強度の 20 mm 指数 70% で、前述した生ブリケット強度よりも高くなっている。なお生ブリケットの大きさは 51×41×38 mm (厚さ) である。

2.2.2 焼成結果

焼成条件は、これまで明らかにした適正焼成条件で、下記の通りである。焼成炉には試験用ロータリーキルンを用いた。

(1) 生ブリケットの装入量 60 kg/hr, 粉コークスの

Table 3. Characteristics of reduced products.

Size distribution of discharge (%)			Strength (kg)	Tumbler strength (%)		Chemical composition (%)							M. Fe/T. Fe
>20 mm	20~10 mm	<10 mm		>20 mm	>10 mm	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	C	S	Zn	
83.4	4.3	12.3	196	87.0	90.0	69.3	58.9	8.9	5.0	6.2	0.17	0.026	85.0

Table 4. Results of test.

(1) Blending ratio of raw materials

No.	Converter sludge	B. F. flue dust	Sinter dust	Moura coal	Special binder
(1)	52.6	26.8	0	7.4	7.2
(2)	48.1	27.9	9.4	"	"

(2) Characteristics of reduced products

No.	Size distribution of discharge (%)			Strength (kg)	Tumbler strength (%)		Chemical composition (%)							M. Fe/T. Fe (%)
	mm >20	mm 20~10	mm <10		mm >20	mm >10	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	C	S	Zn	
(1)	82.1	1.8	16.1	498	97.1	97.6	69.6	61.2	8.6	2.5	2.8	0.41	0.024	88.0
(2)	82.4	4.1	13.5	866	98.2	98.5	71.4	68.2	3.0	1.2	2.5	0.43	0.011	95.5

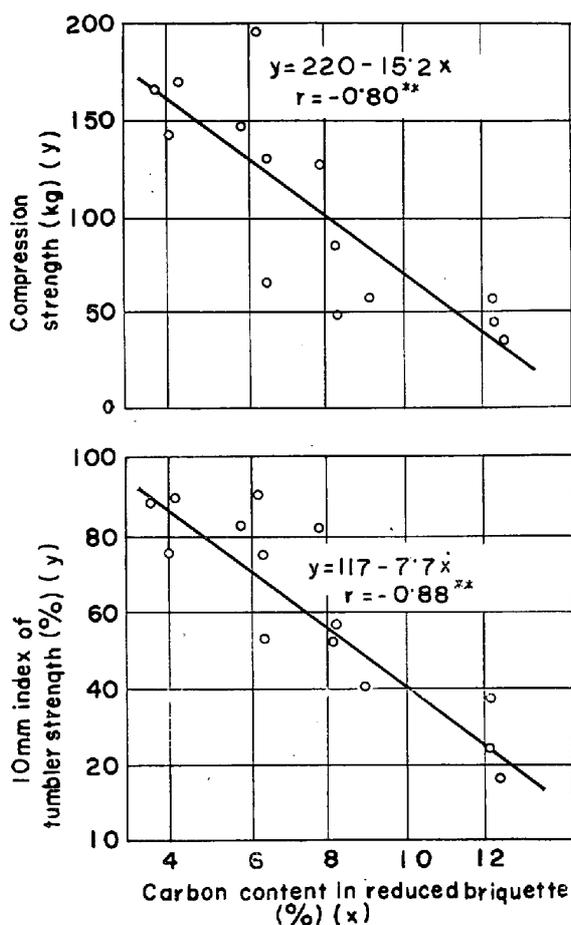


Fig. 1. Relation between compression strength, tumbler strength and carbon content in reduced.

(4) Fig. 1 に示す通り、還元ブリケット中に残留する C 含有量は低いほど、強度は高目を保持できる。

(5) 還元ブリケット中の S はほとんど除去されていないが、脱亜鉛率は 94~98% 位で、焼成温度 1100°C 位から急に脱亜鉛反応が起こる。

(6) 金属化率は (3) に述べた温度条件下では 80~87% 程度が期待できる。

Table 3 に適正条件下での還元ブリケットの製造成績の 1 例を示す。

2.2 還元ブリケットの製造

一応の還元ブリケット適正製造条件が判明したので、今度は前よりも強度の高い生ブリケットを製造し、これを用いたときの還元ブリケットの製造を試みた。

2.2.1 生ブリケット製造

上述した生ブリケットの強度よりも高いものがどうすれば得られるかについて、諸般の研究を試みた結果、某社で開発した特殊結合剤が最も良好な成績を収めることができた。そこでこの結合剤を使用して、生ブリケットを製造した。

生ブリケットの原料は前と同じく所内発生粉鉄原を対象とし、石炭もモーラ炭を採用した。結合剤は 7% 使用し、ロールプレスにより常温成型した。

この際生ブリケット強度は、クラッシュ強度 70 kg、落下強度の 20 mm 指数 70% で、前述した生ブリケット強度よりも高くなっている。なお生ブリケットの大きさは 51×41×38 mm (厚さ) である。

2.2.2 焼成結果

焼成条件は、これまで明らかにした適正焼成条件で、下記の通りである。焼成炉には試験用ロータリーキルンを用いた。

(1) 生ブリケットの装入量 60 kg/hr, 粉コークスの

Table 3. Characteristics of reduced products.

Size distribution of discharge (%)			Strength (kg)	Tumbler strength (%)		Chemical composition (%)							M. Fe/T. Fe
>20 mm	20~10 mm	<10 mm		>20 mm	>10 mm	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	C	S	Zn	
83.4	4.3	12.3	196	87.0	90.0	69.3	58.9	8.9	5.0	6.2	0.17	0.026	85.0

Table 4. Results of test.

(1) Blending ratio of raw materials

No.	Converter sludge	B. F. flue dust	Sinter dust	Moura coal	Special binder
(1)	52.6	26.8	0	7.4	7.2
(2)	48.1	27.9	9.4	"	"

(2) Characteristics of reduced products

No.	Size distribution of discharge (%)			Strength (kg)	Tumbler strength (%)		Chemical composition (%)							M. Fe/T. Fe (%)
	mm >20	mm 20~10	mm <10		mm >20	mm >10	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	C	S	Zn	
(1)	82.1	1.8	16.1	498	97.1	97.6	69.6	61.2	8.6	2.5	2.8	0.41	0.024	88.0
(2)	82.4	4.1	13.5	866	98.2	98.5	71.4	68.2	3.0	1.2	2.5	0.43	0.011	95.5

使用量 15 kg/hr.

(2) キルン回転数 1/3 r.p.m.

(3) 装入部温度 600~800°C, 排出部温度 1150~1200°C.

Table 4 に結果を示す. 試験の結果, 次の点が判明した.

(1) 排出部粒度

10 mm 以下のものが 13.5~16.1% となつていますが, この部分の化学成分, および磁選結果から算出すると, 成品の 10 mm 以下のものは 1~3% 程度となる. したがつて, 還元ブリケットはほとんど 10 mm 以上となつており, キルン内ではほとんど破損されていない.

(2) 強度

クラッシュ強度は約 500 kg 以上, タンブラー強度の 10 mm 指数は 97% 以上で著しく固いものが得られている.

(3) 化学成分

S は 0.41~0.43% でかなり高く, 脱硫はほとんど行なわれていない.

しかし Zn 含有量は 0.011~0.024% で, 脱亜鉛率 94~98% 位となつている. 金属化率は 88~95% で, 非常に高い値を示している. なお No. 1 と No. 2 を較べると, No. 2 のほうが金属化率が高いのは, No. 1 の場合はロータリーキルンのシールが不完全なときに実験を行ない, No. 2 の場合は修理した後で実験しているのだから, 金属化率に若干の差が生じたものと考えられる.

以上の結果から, 還元ブリケット中の S については問題は残るが, その他の性状に関しては, 塊成鉱として優秀な特性を有するものが製造できた.

3. 結 論

前報に引続いて, 所内発生鉄原を対象とする還元ブリケットの製造を試験用ロータリーキルンにより行ない, 次の点を明らかにした.

(1) 還元ブリケットの適正焼成条件を検討した結果, 焼成中に生ブリケットとともに粉コークスを使用し, キルン内を還元雰囲気とする. この際のキルン回転数は 1/3 r.p.m., キルンへの生ブリケット装入部温度は 750~800°C, 排出部温度は 1150~1200°C とするのが望ましい.

(2) 次に, (1) の適正条件下で, 生ブリケットの強度をできるかぎり高めたものについて, 還元ブリケットの製造を試験用ロータリーキルンにより再実施した.

結果を総合すると, 還元ブリケット中の S が 0.41~0.43% と非常に高かつたが, 成品歩留では +10 mm で 97~99% と, ほとんど粉の発生は見受けられず, 成品強度はクラッシュ強度 500 kg 以上, タンブラー強度の 10 mm 指数 97% と非常に固いものを製造することができた. また Zn 含有量は, 0.011~0.024% で, 脱亜鉛率は 94~98% であつた.

(3) 以上の結果から, 今後の問題点としては, 脱硫をどうすればよいか問題の焦点を絞るべきであると判断した.

文 献

1) 石光, 井田, 鈴木: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 276

(10) 石灰配合ペレットの 2, 3 の特性について

(石灰配合ペレットの製造に関する研究—II)

神戸製鋼所, 中央研究所

国井 和扶・○西田礼次郎・小泉 秀雄

神戸製鋼所, 神戸工場 勝間田 嘉 和

On Some Properties of the Pellets Containing Lime.

(Study of the pellets containing lime—II)

Kazuo KUNII, Reijiro NISHIDA, Hideo KOIZUMI and Yoshikazu KATSUMATA.

1. 緒 言

石灰配合ペレット, とくに自溶性ペレットの高炉における使用については現在のところ疑問視されているが, その疑問の一つに石灰配合ペレットの諸性質とくに高炉内性状に関する解明が不十分であることがあげられる.

そこで石灰配合率の異なるペレットをグレートキルン式の試験工場 (公称能力 20 t/d) において実操業に近い条件で製造し, 得られた各ペレットの諸性質とくに高炉内性状について試験を行なつた.

またすでに報告したように石灰配合ペレットの結合組織は焼成温度の影響が著しいため, 製造にあつては焼成温度を変化せしめ, その影響についても検討した.

その結果石灰配合ペレットは高温焼成 (1,300°C) を行なえば, 酸性ペレットに比べ常温強度にそん色なく, 炉内性状は著しく改良されることが判明した. このように石灰配合ペレットは製造条件さえ適切に選べば優良装入物として期待できるものと考えられる.

2. ペレットの製造条件

試験に用いた原料は混合原料でその化学成分は T. Fe 63.92, FeO 14.06, SiO₂ 3.65, Al₂O₃ 1.81, CaO 0.49, MgO 1.07, S 0.064 各 % で粉碎粒度は -44 μ , 66.6 %, 比表面積は 2,850 cm²/g である. また配合石灰石の粒度は -44 μ , 77.2% である. 塩基度は酸性ペレットとしての石灰無配合の 0.3 より 1.0 を目標として変化せしめた. 生ペレットは圧潰強度 2.0 kg を目標に造粒し, 1,200~1,300°C で焼成した.

3. 試験結果および考察

3.1 顕微鏡組織

Photo. 1 に各種ペレットの顕微鏡組織を示す. 塩基度 0.3 においては, いずれもヘマタイト鉱粒の拡散結合組織である. 塩基度 0.65 では焼成温度 1,200°C では微結晶群のカルシウムフェライトの発生が認められ, 1,250°C では発生したカルシウムフェライトは若干ち密化しヘマタイト鉱粒の拡散結合も進行している. 焼成温度 1,300°C ではスラグが発生し, ヘマタイト鉱粒も自形化, 成長し始める. 塩基度 0.95 では 0.65 とほぼ同様な組織変化を示しているが当然のことながらカルシウムフェライトおよびスラグ量が多い.

3.2 常温における物理特性値

Fig. 1 に常温における物理特性値におよぼす焼成温度の影響を示す. 焼成温度を上昇せしめると圧潰強度および回転強度は向上し, 回転粉率は低下する. 回転強度は塩基度 0.65 の場合 1,200°C で著しく低い, この理