

- a) ボールミル 11¹/₂×17 型 ダイアフラム式
1000 kW (自社製) 能力 1000 t/day 2 台
 - b) エアセパレーター S18型 ヒーティングパイプ
付 190 kW (自社製) 内径 5490 2 台
- 5.2 造粒設備
- a) パン型ペレタイザー 5500 ϕ
回転数 4~8 rpm 60 kW (自社製) 4 台
 - b) シードスクリーン 1520×4270
単床ロッドデッキリプルフロースクリーン
(自社製) 4 台
- 5.3 焼成設備
- a) トラベリンググレート 能力 3600 t/day
3m 708 巾×39m 142 長 37 kW CS モータ
(自社製) 14 ウィンドボックス (乾燥 6 脱水 4
予熱 4) 1 基
 - b) ローターキルン 能力 3600 t/day
5m 200 ϕ×35m 000 長 1.5~0.5 rpm (自社製)
150 kW×2 直流モータ 1 基
 - c) アンニュレーター 能力 3600 t/day
12m 500 ϕ×2m 100 巾 1.8~0.6 rpm (自社製)
3.7 kW×2 CS モータ 1 基

6. 結 言

- (1) 神戸工場, 三期合理化工事の一環として, 日産 3000 t の操大型ペレタイジング工場を建設した。
- (2) 1966 年 9 月完工以来順調に操業し, 10 月末で最高日産 3500 t を記録した。
- (3) 運転開始より品質の安定したペレットが得られ, 1BF (炉内容積 753 m³), 2BF (炉内容積 1243 m³) に 80% まで装入試験を行ない, 満足すべき結果が得られた。さらに 1966 年 10 月 28 日の 3BF (炉内容積 1843 m³) の火入れ以来, 全量 3BF に装入し, 順調な操業を行なっている。

(8) ペレタイジング工場の操業経過および成品特性について

(神戸工場ペレタイジング工場の設備および操業経過について—II)

神戸製鋼所, 神戸工場

小南 曠・田口 和正

〃 中央研究所

国井和扶・〇西田礼次郎・三木宗之助

On the Operation and Quality of Pellets at Pelletizing Plant

(On the installation and operation of pelletizing plant in Kobe Works (Nadahama)—II)

Hiroshi KOMINAMI, Kazumasa TAGUCHI
Kazuo KUNII, Reijirō NISHIDA
and Sōnosuke MIKI

1. 緒 言

神戸工場ペレット工場は 1966 年 9 月 12 日に連続運転を開始して以来順調に操業を続けており, 生産量も約 1 カ月後に公称能力 (3000 t/day) を凌駕し, 成品特性

もきわめて良好である。以下操業の経過および問題点を述べるとともに成品特性についても報告したい。

2. 原 料

原料は篩下粉やペレットフィードの混合物で現在使用中の主な鉱石はロンビン, ブラジル, ヤンピーサウンド, 砂鉄, ゴールドワージ, セロイマン (以上篩下粉) およびクリボイログ (ペレットフィード) 等である。

クリボイ・ログの粒度分布および比表面積は Fig. 1 に示すごとくミル成品に比べて微粒部分が少なく, かつ比表面積も 1460 cm²/g と低くペレットフィードとしては粒度に問題のある精鉱である。

3. 粉 碎 工 程

3.1 粉碎粒度の調節

篩下粉を所定粒度 (-44 μ, 70%) まで粉碎する必要があるため 7 月中旬から粉碎工程の調整運転を実施した。

粉碎粒度はエアーセパレータの補助ブレード数を増減せしめることにより調節した。Table 1 に調節経過を示す。粉碎成品の粒度分布の 1 例を Fig. 1 に示す。分級点は 45 μ 付近と推定され, かつ circulating load は 156 でボールミルの能力には余裕のあることが判明した。

現在 1, 2 号粉碎系統ともこの条件で運転しているが両者合せ 100 t/hr までの生産も可能である。期間中に若干の配合変粉更を行なつたが粉碎成品の粒度変化は認められない。

3.2 造粒原料の調整

Table 1. The Results of control operation at grinding unit.

Operation period	Feedrate of raw material (t/hr)	Sieve analysis of grinded products (-44 μ, %)	Circulating load (%)
1	37	94.4	456
2	37	87.8	416
3	45	82.8	241
4	45	69.7	156

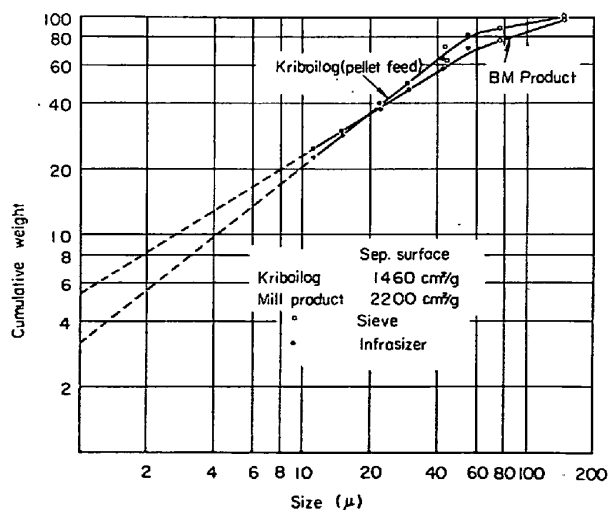


Fig. 1. Particle size of pellet feed and ball mill product.

上記の粉碎成品にペレットフィードを混合するとともにベントナイトを約 0.5% 配合し予備処理を行なった後グリーンペレット製造工程へ送る。ペレットフィードにはクリボイログ精鉱を用いているが、その配合割合は 20, 30, 40, 80% と変化している。

4. グリーンペレットの造粒

当工場における、グリーンペレットの製造時の問題点を述べる。

第 1 点はペレットフィードの割合である。すなわちクリボイログの配合量を増加せしめると Table 2 に示すようにグリーンペレットの落下強度が低下し輸

送時に破壊しやすくなる。クリボイログは Fig. 1 に示したごとく極微粉部分が不足しているため造粒原料の比表面積が低下する結果と考えられる。

この理由によつてクリボイログの配合量は 30% を限度として操業している。

第 2 点はグリーンペレットの粒度である。すなわち Table 3 にクリボイログ 30% 配合時の実際工場で製造したグリーンペレットの粒径と強度との関係を示した。

試験値は圧潰強度の場合 50 コ × 4 回、落下強度では 20 コ × 4 回の平均値である。圧潰強度は粒径が大きくなるにともない高くなるが、落下強度は逆に低下し +20 mm では 8 回程度になる。

以上の結果からグリーンペレットは原料粒度、特に比

Table 2. Effect of Krivoyrog content on green pellets properties.

Krivoyrog content (%)	Strength of green pellets		Disintegration during Sieving & conveying	Specific surface (cm ² /g)
	Crushing strength (kg/pellet)	No of 500 mm drops withstood		
20	2.7	13.1	○	2052
30	2.6	11.0	○	1978
40	2.6	10.3	△	1928
80	2.4	7.5	×	1608

- No disintegration
- △ Slight disintegration
- × Remarkable disintegration

Table 3. Relation between diameter of green pellets and strength.

Physical properties	Diameter of green pellets (mm)		
	10~15	15~20	>25
Crushing strength (kg)	1.7	2.8	4.2
No of 500 mm drops withstood	12.1	11.8	7.8

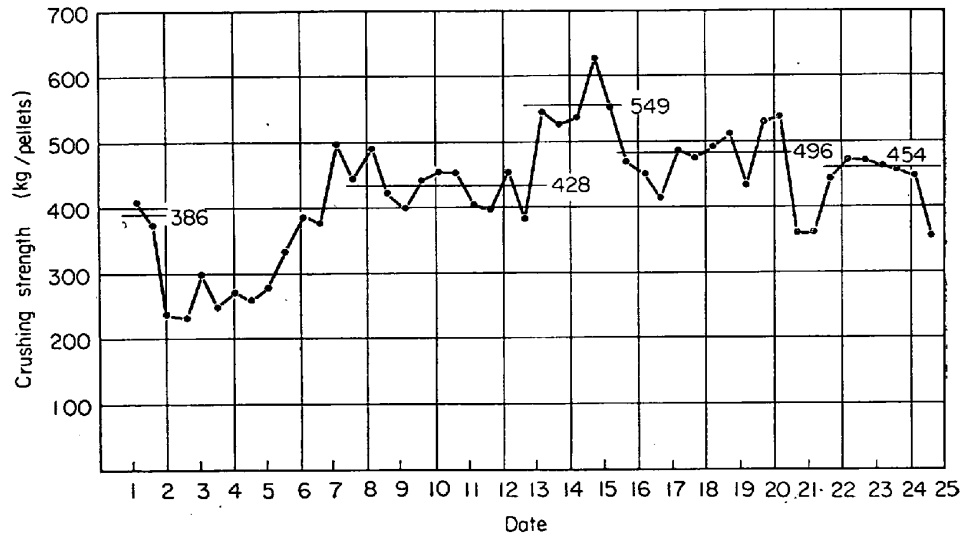


Fig. 2. Operational data of crushing strength of pellets.

表面積を適当に調整することやグリーンペレット中の大径を除くことが肝要であることが判明した。

現在これらの点に留意してグリーンペレットを製造している。グリーンペレットの性状は水分 8.5~9.0%, 粒径 10~20 mm が約 90%, 圧潰強度 2.3~2.8 kg, 落下強度 11~13 回である。また生産量は 50 t/hr pelletizer できわめて良好な結果を得ている。

5. 成品ペレットの特性について

グリーンペレットはグレートで約 15 min (200~1000 °C), キルンで約 30 min (100~1350 °C) 乾燥, 焼成され成品ペレットになる。グリーンペレットの性状を良好に保つことによつてグレートおよびキルンの操業は円滑に行なわれる。

成品ペレットは圧潰強度を 2 hr 間隔で測定 (n=20), 操業の指針とし、回転強度, 化学成分, 気孔率, 顕微鏡組織, 荷重還元試験¹⁾などは必要に応じ測定している。

5.1 成品ペレットの圧潰強度の推移

成品ペレットの圧潰強度の推移を Fig. 2 に示した。操業当初から圧潰強度は平均 390 kg ではほぼ満足すべきものが得られた。その後クリボイログの配合量を 80% まで上昇せしめたがキルンリングの発生, クーラーの冷却効率の低下などのトラブルが生じ, かつ圧潰強度も約 220 kg まで低下した。再びクリボイログ配合量を減少せしめると同時に操業が円滑となり圧潰強度は順次回復した。以後は順調に生産を続け圧潰強度は 400 kg 以上で安定している。

このように極微粉量の不足しているクリボイログを使用する場合, その配合量は焼成工程や成品ペレットの圧潰強度に大きい影響をおよぼすことがわかる。

5.2 成品ペレットの品質に関する検討

代表的試料について圧潰強度の他回転強度, 気孔率および荷重還元試験を実施しこれらの相互関係を調査した。Fig. 3 に示すごとく気孔率は他の物理特性および還元特性と密接な関係がある。すなわち圧潰強度は気孔率と逆比例を示し, 回転強度も気孔率の低下にともない上昇することが判明した。

上記の結果から操業当初の目標である圧潰強度 300

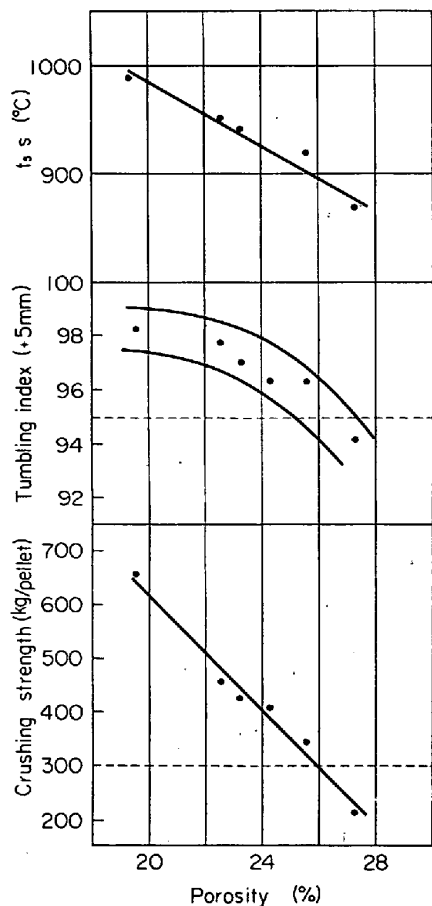


Fig. 3. Relation between porosity and physical properties.

kg, 回転強度 95 以上の成品を得るには気孔率を約 26% 以下になるように製造すればよいことが明らかである。また荷重還元試験によると気孔率の低下にともない t_{5s} は上昇し, 気孔率 26% 以上では t_{5s} は 900°C 以上の値を示す。

気孔率は焼成条件以外にクリボイログ配合量が大きく影響し, Table 4 に示すように配合量が減少すると気孔率は低下する。この理由はクリボイログ中に微粒子が少ないことや焼結を阻害する SiO₂ 質脈石を多量に含有す

Table 4. Porosity of pellets and Krivoirog content in raw material.

	A	B	C	D	E	F
Krivoirog content (%)	40	80	40	40	20	30
Porosity of pellets (%)	25.6	27.3	23.3	24.3	19.4	22.6

Table 5. Example of chemical analysis of pellets.

Krivoirog content in raw materials (%)	T·Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Cu	MnO
20	62.25	5.97	0.37	0.42	1.70	0.97	0.025	0.21
30	62.44	6.45	0.49	0.55	1.34	0.42	0.019	0.19
40	62.31	7.14	0.31	0.34	1.52	0.90	0.017	0.21
80	60.58	10.34	0.60	0.45	1.40	0.60	0.015	0.17

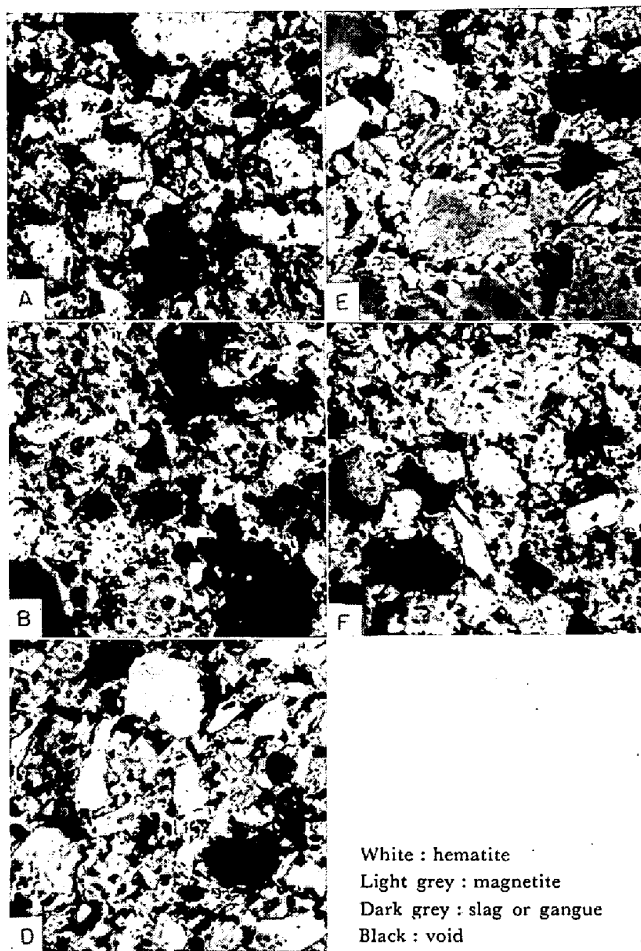


Photo. 1. Microstructure of pellets. ×200 (1/2)

ることが挙げられる。

5.3 化学成分

期間中の成品化学成分を Table 5 に示す。SiO₂ は 6~8% に対し, CaO, MgO が両者合せて 1% 以下で典型的な酸性ペレットである。なお日常分析には蛍光 X 線を用いている。

クリボイログは SiO₂ 10.55% で典型的な珪酸質脈石を伴う磁鉄鉱で, その配合量を変化することにより成品中の SiO₂ は大巾に変動する。

5.4 顕微鏡組織

Photo.1 に成品ペレットの顕微鏡組織を示す。操業当初の A においてはヘマタイト粒子の結合は不十分であるが焼成温度が 1250°C と低温であったためと考えられる。B はクリボイログを 80% 配合したもので微粒子による橋絡結合はほとんど認められない。また未反応の脈石が多量に存在する。安定期の D はヘマタイト結合がほぼ良好で脈石の一部もスラグ化されており十分に焼成さ

れていることを示す。クリボログ配合量を減少せしめた E ではこの傾向はさらに促進され、期間中最高の結合組織を示す。F は再び結合が弱くなり D にほぼ等しい。

以上の成品特性の検討結果からクリボログ配合量の減少にとまらずすべての特性が向上することが判明しその後の操業の大きな指針となつた。

6. 結 言

ペレット工場の稼動と平行して原料条件と生ペレットならびに成品ペレットとの関係を中心として操業状況を調査した。

その結果今回使用したクリボログ精鉱の配合量がペレットの性状ならびに操業状況に大きい影響をおよぼすことが明らかになつた。

これは粉碎原料に比べて精鉱の粒度とくに極微粉部分が少なく、その配合量によつて原料の比表面積が変動するためであると考えられる。

今回の調査結果からペレット原料として要求される比表面積は 2000cm²/g 程度と判断される。

文 献

- 1) 久保, 水渡, 中川, 早川: 粉体, (1962), p. 463 丸善
- 2) 国井, 西田, 小泉, 勝間田: 鉄と鋼, 52 (1966) 9, p. 1301

(11) 転炉ダストペレットの固体還元剤による固定層還元について

(転炉ダストペレットの還元に関する研究—I)

金属材料技術研究所 工博○田 中 稔
 本会共研直接還元委員会 木 下 亨
 金属材料技術研究所 尾 沢 正 也

On the Fixed Bed Reduction of Converter Dust Pellets with Solid Reductants
 (Studies on the reduction of converter dust pellets—I)

Dr. Minoru TANAKA, Tōru KINOSITA and Masaya OAZWA

1. 緒 言

粉状鉄原料を利用した還元ペレットの製造に関する研

究は多く報告されている^{1)~5)}。われわれは転炉ダストを原料とし回転炉を用いて高炉原料としての適正な還元ペレットを製造することを目的として研究しているが回転炉実験を行なう前に予備実験として固体還元剤を用いた固定層による還元実験を行ない固定層の深さ、還元剤混合量、雰囲気、還元剤の種類、偏析の影響などについて結果を得たので報告する。

2. 実験試料

転炉ダストは日本鋼管株式会社のもので空気透過法による平均粒径は 1 ミクロン以下、また X 線により大部分は γ -ヘマタイトであることがわかつた。化学分析値は Table 1 に示す。

このダストに約 12% の水分を加えてディスクペレタイザーで造粒し平均 10 mm のグリーンペレットを篩別、乾燥して使用した。還元剤としては主としてコークスを用いたが木炭、石炭も用いた。これら還元剤は 4.76~9.52 mm に整粒して使用した。その組成と反応性を Table 2 に示す。

3. 実験装置および方法

筆者らは固体還元剤による回転炉還元において還元速度におよぼす因子として層の深さ、コークス混合量などの影響が大きいことを報告⁶⁾したが、さらにペレットと還元剤との偏析、還元剤の種類の影響を知るため坩堝による固定層還元実験を行なつた。電気炉は内径 80 mm, 加熱部分 300 mm のエレマ炉で坩堝は SUS 32 の内径 50 mm, 高さ 100, 150, 250 mm のものを使用した。坩堝にはペレットと還元剤を所定割合に混合したものを所定の層深さに装入し、所定温度に昇温した電気炉中に一定時間入れた後炉外にとりだし蓋をして急冷した。坩堝上を開放にした場合、また回転炉の雰囲気に近いものとして CO₂ 13%, N₂ 87% の混合ガスを 2 l/min 追入した場合についても実験した。坩堝の冷却後スプーンにより固定層上部から試料を順序にとりだし層深さの影響をしらべた。層深さ 200 mm のときは 3 層に、100 mm では 2 層に分割した。ペレットと還元剤の偏析の影響をみるときはおのおのを層状に装入した。還元率は酸化法によつて求めた。

4. 実験結果

4.1 コークス還元における層深さ、コークス混合量、雰囲気の影響
 これらの結果の一部を Fig. 1 に示す。Fig. 1 (a) は

Table 1. Chemical composition of the converter dust.

Composition	T. Fe	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	P	S	Zn
%	64.08	1.98	1.11	<0.03	1.47	0.109	0.53	0.44

Table 2. Composition and reactivity of reductants.

	Ash	Volatile matter	Fixed carbon	S	Reactivity		
					800°C	950°C	1050°C
Coke	10.5	1.6	87.0	0.5	—	15.0	57.0
Charcoal	1.3	6.8	83.8	—	27.5	82.0	—
Coal (Takamatsu)	10.1	38.4	47.6	0.7	—	—	—