

NIBRASCOペレット工場における生産能力の向上

Increase in Production Capacity of NIBRASCO Pellet Plant

NIBRASCO

池田恒男・植田辰雄・

L.A.Bandeira・E.R.Garcia

新日本製鉄(株)本社

彼島秀雄・野坂庸二

プロセス技術研究所

肥田行博*

1. 緒言

日本向けペレットの製造を主目的として、ブラジル国営会社 CVRD と日本鉄鋼 6 社により設立された NIBRASCO (Cia. Nipo-Brasileira de Pelotizacao) はペレット製造設備 2 基を保有し、1978年5月より自溶性ペレットの生産を開始した。所在地は、ブラジルの鉱石積出し港であるツパロン港に隣接している (Espirito Santo 州)。これまで、ペレットの品質改善をベースに、造粒過程での炭材添加による焼成用オイルの削減、安価な超粘性オイルの使用など、製造コストの低減に積極的に取り組んできた。

ペレット用原料は、ヘマタイトを主成分とする緻密質のイタピライト鉱石微粉が主体である。今後、世界的に優良塊鉱石の枯渇は必至と予測される事から、当工場のペレット生産能力の増強を図ることとし、1991年9月に湿式ボールミル 1 基とディスクペレタイザー 2 基を増設した。その増強によって本工場 (2 基) の生産能力は計画通りに 750 t/h から 880 t/h に向上し、操業コストは約 26% 低下した。本報では、生産性向上による操業コストの削減状況を中心に生産能力増強効果について述べる。

2. NIBRASCOにおけるペレット製造フロー

Fig.1 に製造フローを示す。

貯蔵能力 12 万 t の均鉱ヤードを 2 面持ち、粉碎は湿式ボールミル (増強後: 5 基) で、サイクロン分級による閉回路方式である。

造粒は、直径 7.5 m のディスクペレタイザーを採用し (増強後: 12 基)、焼成機ベッドの通気性を良好に維持するために造粒直後と焼成機装入直前でグリーンペレットを篩っている。なお、造粒促進のバインダーとして消石灰を使用している。

焼成機はグレート移動方式である。グレート面積は 1 基当たり 528 m² で、その内訳は乾燥予熱用が 132 m²、焼成用が 228 m²、冷却用が 168 m² となっている。

焼成ペレットは 5 mm で篩分け、篩上を成品として貯蔵能力 45 万 t のヤードに貯蔵している。

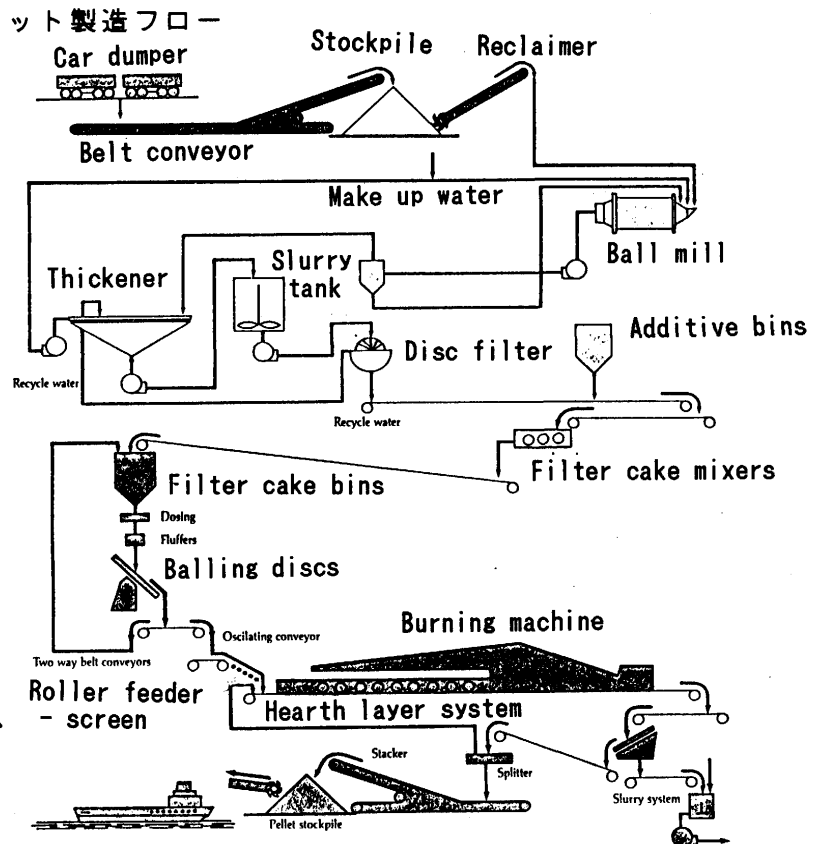


Fig.1 Pellet production flow in NIBRASCO.

3. 生産能力増強の考え方と増強内容

3.1 原料条件と目標生産能力設定

原料は、磨鉱性の悪いイタピライト鉱石微粉100%配合を前提とした。また、ペレット生産能力は、今後の需要増と各設備能力バランスを考慮して440t/h X 2基とした。

3.2 増産に対する各設備能力の検討

440t/h X 2基に対して各設備工程毎に設備能力で十分か検討した結果を Table.1 に示す。

- (1) 生産能力増強前でも、低磨鉱性の原料では、ボールミルの粉碎能力が不足している。
- (2) デスクペレタイザーは増強前の10基では処理できないことが明らかである。
- (3) 焼成機の排風能力は、ブロー前ダンパー開度でみると、十分余裕があった。これは、炭材内装(1984年より開始)により、後述の理由で回収排ガス量が低減できたためである。

3.3 生産能力増強のための対策

Table.1 の検討結果に基づき、既設と同一規模のボールミル1基とディスクペレタイザー2基を増設することを決定した。

Table.1 Capacity of individual equipments of pellet plant in NIBRASCO.

Facility	Nominal capacity before increasing capacity		Operation before increasing (375 t/h x2)	After increasing capacity (440 t/h x2)
	Unit number	Max. capacity		
Blending stockpile	1+(1)	0.12 Mt	161 (h)	134 (h)
Reclaimer	1	1656 t/h	760.5	892.3
Ball mill	4	3.93 MW/unit	4 (units)	5 (units)
Thickener	2	880 t/h	768.7	906.4
Slurry tank	3	2955 t	3.8 (h)	3.3 (h)
Disc filter	14+(2)	1029 t/h	765.0	902.2
Hydrated lime feeder	4	26 t/h	19.1	22.4
Filter cake disc	4	1092 t/h	780.4	919.1
Balling disc	10	1300 t/h	1232.4	1313.8 *
Burning machine	2	6 m ³ /min	3.1	3.7
Screen	2	1429 t/h	750	880
Blower(opening rate)	2	100 %	27	48
Belt conveyer	1	1470 t/h	750	880
Stacker	1	1400 t/h	750	880
Pellet stockpile	1	0.54 Mt	600 (h)	470 (h)

* 2 units were added.

4. 生産率及び操業コストの推移

Fig.2 に生産能力増強前後における生産率及び操業コストの変化を示す。なお、操業コストには人件費等の固定費も含まれている。

設備増強は、1989年12月より土木工事に着手し、1991年5月に完成した。その後5ヶ月間、単体及び総合試運転を行い、1991年10月より440 t/h X 2基の体制が整った。

1992年度は、低磨鉱性鉱石微粉の配合率98.7%で、生産率は当初計画をほぼ達成し、成品の品質は全て保証基準を満たした。

また、操業コストは、生産量の増加とともに約26%改善されていることが明白である。

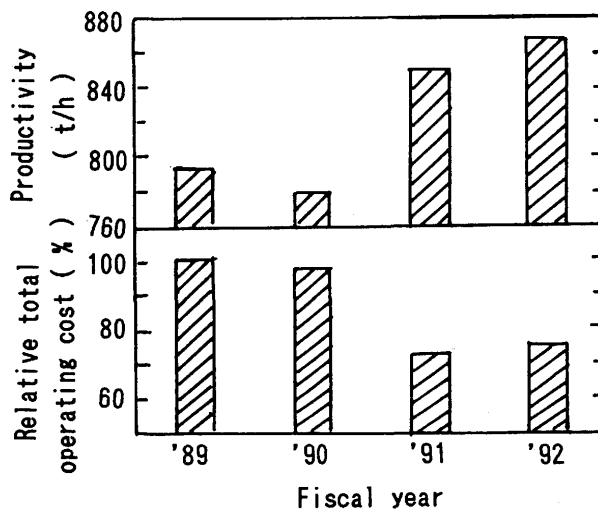


Fig.2 Trend of productivity and operating cost at NIBRASCO.

5. 実機試験操業によるコスト低減効果の解析

5.1 生産能力上限試験とその結果

前掲 Fig.2 中の増産に伴うコスト低減には安価オイルの使用等も含まれている。コスト低減に及ぼす生産率向上の影響を明確にするために増強工事終了後の1991年11月と1992年5月に設備能力上限での試験操業を実施した。

Table.2 にその結果を示す。

期間Aでは、焼成機2基同時運転条件で高磨鉱性の鉱石を配合して行った。期間Bでは、1機が定期修理に入り、ボールミルの粉碎能力に余裕ができたので、内装の炭材も増量し、特に焼成機の実産能力限界を確認することにした。

操業結果を要約すると以下の通りである。ここで、期間Aは生産率が478t/hと当初目標(440t/h)よりも高いが、より高生産の期間Bに対する基準とした。

- (1) ボールミルの粉碎能力に余裕があれば、1基当たりの生産速度は516t/hまで増大が可能である。
- (2) 生産率が増大しても焼成機ベッドの通気性及び通過ガス量は殆ど一定であった。これは、後述する内装炭材増加による効果が寄与している。
- (3) 成品品質は、期間A、Bでは還元後圧潰強度を除いて殆ど変化しなかった。
- (4) 生産率向上による焼成熟量原単位の改善は大きく、変動コストは低下した。

5.2 ペレット増産時の変動コスト

前掲 Table 2 に期間Aの変動コストを100としたときの期間Bでの値及び支配因子の原単位を示したが、これを基にして基準量よりも増産したときの増産分のみに対する変動コストを算出した。結果を Fig.3 に示す。

基準の生産率(本試験では、478t/h)までの通常の変動コストを100とすると、増産分(516-478=38t/h分)の変動コストは29と、約1/3にまで大幅に削減される。増産による焼成熟量原単位が Table 2 に示したように11%改善されており、この効果が大きく寄与している。

Table 2 Result of maximum - productivity test at NIBRASCO's pellet plant.

Item	Unit	Period A	Period B
Productivity of pellet	t/h	478.2	516.1
Specific surface of filter cake	cm ² /g	1753	1717
Fixed carbon of green ball	mass %	0.70	0.80
Quality of product			
• SiO ₂ content	mass %	2.44	2.52
• Compression strength	daN/P	375	386
• Abrasion index	%	3.4	3.5
• Swelling index	%	11.5	11.0
• Strength after reduction	daN/P	86.2	67.0
Firing condition			
• Hood max. temperature	°C	1352	1335
• Wind box max. temperature	°C	484	522
• Wind box suction pressure	kPa	2.84	3.00
• Recycled gas temperature	°C	880	914
• Blower Damper rate	%	72	72
• Total firing energy	GJ/t	1.01	1.01
Energy and material consumption			
• Fuel oil	kg/t	19.5	16.5
• Electric power	kWh/t	56.7	54.9
• Hydrated lime	kg/t	27.0	24.4
• Limestone	kg/t	15.3	14.7
• Anthracite	kg/t	9.5	11.0
• Cylpeb	kg/t	1.88	2.25
Variable cost (relative value)	%	100	95.1

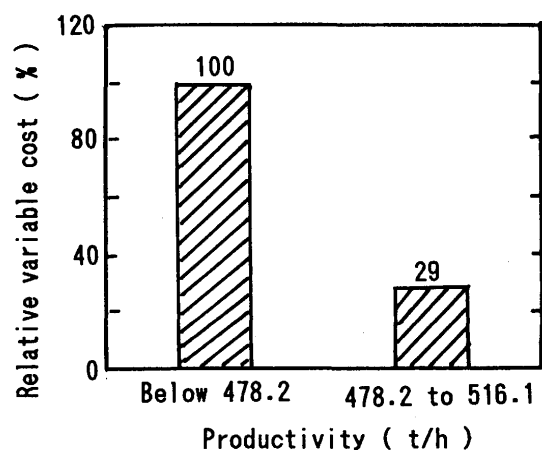


Fig. 3 Effect of productivity on variable cost of pellet.

6. ペレット生産性向上による焼成熱量原単位改善についての考察

NIBRASCOのペレット焼成機における排ガス循環は、Fig.4に示すように完全循環システムとなっている。バーナーによるオイル焚きは、回収される排ガスの温度を上昇させるための追い焚きの役目を担っている。従って、フード内の排ガス温度が上がれば、オイルの焚き量を減少させることが出来る。またグリーンペレットに炭材を内装するとオイルの焚き量が削減でき、かつその燃焼に必要な空気量も低減できるので循環ガス量は下がる。フード内の排ガス循環量を $1500\text{ m}^3/\text{t}$ ($0^\circ\text{C}, 1.013\text{ Pa}$ 基準)、排ガスの比熱を $1423\text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ とすると、テスト期間AとBでの焼成熱量の差は、Fig.5に示すようになる。

- (1) フード内の排ガス温度が 880°C から 914°C に上昇したことにより、焼成熱量は $72.6\text{ MJ}/\text{t}$ 削減する。
- (2) グリーンペレットの炭材内装率増加によって、フード内のオイル燃焼管理温度が低下でき、その焼成熱量の低減は $36.3\text{ MJ}/\text{t}$ となる。

以上の結果より明らかなように、本試験でのペレット生産率向上時の焼成熱量原単位の低下は、炭材内装率を上昇させて排ガス循環量の増加を抑えながら生産率を高めたことにより、フード内の回収排ガスの温度が上昇し、追い焚きの熱量が少なくできることに起因すると言える。

7. 結 言

NIBRASCOのペレット工場では、ボールミル及びペレタイザーの増強により、 $440\text{ t}/\text{h} \times 2$ 基の生産体制を整えた。この生産率向上は操業コスト低下という好ましい結果をもたらした。その理由を解明するために、生産率上限追求実機試験を実施した。その結果、磨砕能力、造粒能力などの向上と共に炭材内装率の増大を図って生産率を増大すると、焼成機フード内の回収排ガス温度が上昇し、焼成熱量原単位の削減が可能となり、増産分の変動コストは、従来の変動コストの $1/3$ まで低減できることが判明した。今後は、品質設計を含めた更なるコスト低減に努力していきたい。

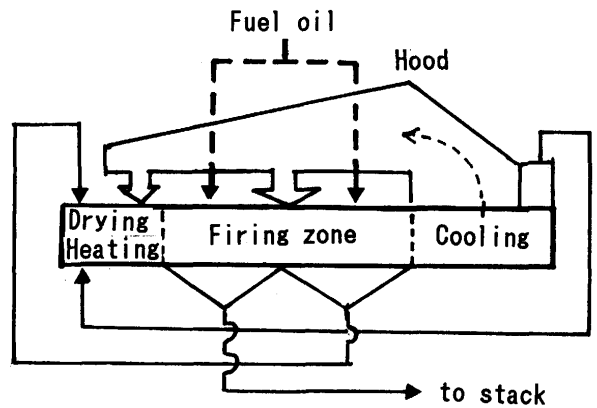
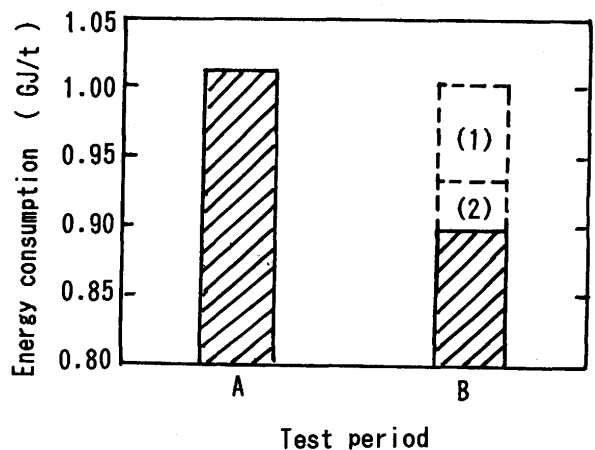


Fig.4 Waste gas recycling system at NIBRASCO's pellet firing machine.



- (1) Effect of increase in hood temperature
- (2) Effect of increasing the solid fuel content in green ball

Fig.5 Cause for energy saving by increase in productivity.