

## (22) 装入炭乾燥による高炉用コークスの製造について

日本鋼管, 技術部 水野 実  
川崎製鉄所

小林 正・○高橋鳩輝・石渡文夫

Pre-drying of Coal for Manufacturing Blast Furnace Coke

Minoru MIZUNO, Tadashi KOBAYASHI  
Yasuteru TAKAHASHI and Fumio ISHIWATA

## 1. 緒 言

優良な高炉用コークス製造のためには、強粘結炭の使用は不可欠であるが、経済的あるいは政策的理由から、世界の各国では、この強粘結炭を可能な限り節約しようという研究が古くから行なわれてきた。わが国でもたとえばコーライト法ソバコ法、などが調査、研究されていたが、最近特に研究開発されている方法に成形炭全量装入法（鉄鋼協会共同研究として昭和 40 年実施）と予熱炭装入法がある。後者の装入炭を乾燥または予熱してコークス炉の装入密度を高める方法については、多くの実験的なデータが発表されている。わが国では石炭技術研究所によつて、基礎研究および実炉試験が行なわれてその効果について確認されている。

しかしながらコークス炉装入炭の予熱、乾燥法の工業化を考えた場合の大きな隘路の一つは、これらのハンドリングであつて、現在のコンベヤーおよび装炭車のシステムでは、特に炭塵が問題であつて、そのまま応用できない。すなわち新しいシステムの開発を行なう必要が考えられる。一方現在の設備を前提として、乾燥するとすればその程度、およびその効果について、実炉規模で確認することは、今後の応用と開発のためにきわめて有効であると考えられる。

筆者らは以上の見地から、実炉を対象として、装入炭の湿分、強粘結炭の配合量を変えてコークス製造試験を行ない、コークスの品質、コークス炉の生産性などを検討した。

## 2. 試験結果

## 2.1 試験の方法

米国におけるコークス炉作業は、湿分 5~6% の範囲で通常行なわれているので、装入炭の乾燥程度 5% 以下にすることを目標とした。乾燥機としては、ロータリ・キルン型のラクルス・コールズ乾燥機 (10 t/hr) を使用した。使用した石炭は、配合粉碎を行なつたものをコンベヤーより切り落として、乾燥機に運び、一方乾燥したものは、石炭塔炭槽へのコンベヤーへ運搬した。石炭の配合は、Table 1 に示す 3 種 A, B, C, とした。このうち A はこのときの実操業中のものである。各配合とも 1 日につき 5~6 窯ずつでおのおの約 300 t の石炭の試験を行なつた。

## 2.2 操業成績

試験期間中における操業成績を Table 2, コークス性状を Fig. 1 に、副産物に対する影響を Table 3 に示す。Table 2 における石炭水分は試験期間中における通常配合 A の水分を示し、火落時間の比は乾燥石炭を乾留した場合の火落時間と、通常の石炭の平均火落時間との比を表わす。炉の生産性は (装入量増加率) × (火落時間) の比より計算した。Table 3 の値はすべて石炭 (乾量) 1 t 当りです。

## 3. 考 察

## 3.1 炭塵および作業性

現状設備のまま実施したがベルトコンベヤーの乗りつき箇所や石炭塔建屋内ではかなりの炭塵が飛散するので、集塵装置および遠隔制御装置が必要と思われる。コークス炉への装入時は、炭塵、黒煙の発生はもちろんだ

Table 1. Blending ratio and some technical data of coal charges.

	A Blend	B Blend	C Blend	Volatile matter
(1) Name of coals				
Keystone	14	10	10	16.7
Itmann	9	12	9	17
Beatrice	8	—	—	17.5
Vicary creek	17	12	12	21.5
Wollondilly	16	23	18	28
Domestic H. V coals } Strong caking coals (%)	36	43	51	40
Weakly caking coals (%)				
(2) Data of the coal charge screen analysis +3 mm (%)	15.1	20.1	20.1	
Ash (%)	7.6	7.9	8.2	
Volatile matter (%)	28.1	30.7	31.0	

Table 2. Results of the charging of pre-dried blends.

	A Blend	B Blend	C Blend
Moisture content of pre-dried coal (%)	3.3	4.2	3.5
" of ordinary coal charge (%)	7.8	9.0	7.9
{(Predried coal)/(Ordinary coal)} × 100 (%)	112.8	112.5	115.9
Flue temperature (°C)	1184	1195	1196
Increase in productivity due to shorter coking time (%)	3.4	2.5	0.1
Total productivity of the oven (%)	116.6	115.2	116.0

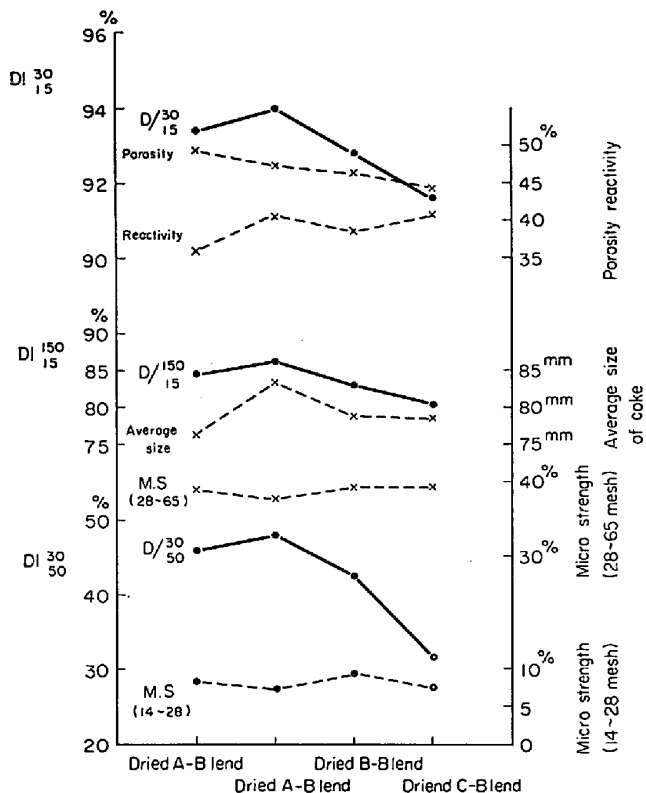


Fig. 1. Properties of cokes.

Table 3. Influence on the byproduct yield.

	Coke oven gas	Coal-tar	Ammonia liquor	NH <sub>3</sub> in coke oven gas
A Blend	400 Nm <sup>3</sup>	41.0 kg	117 kg	4.52 kg
B Blend	421 Nm <sup>3</sup>	44.5 kg	36.8 kg	5.45 kg
B/A	105%	108.5%	31.4%	120.6%

常時よりひどくかつ着火しやすいが、爆発の危険は感じられなかった。とくに水分が4.5%以上のときには炭塵の発生は顕著ではなかった。一方乾燥石炭は流動性がよいため、装入時間は通常時の1/2程度になる。以上のごとき装入作業から判断すると炭塵爆発の危険性は非常に少ないと思われるが、なお慎重な検討をかさねていくべきであろう。

嵩密度の増加による乾留中の石炭の膨張が懸念されたが今回はとくに測定できなかつた。窯出時の押出電流は通常時に比べ5~6%増加した程度で試験操業中なら異状は認められなかつたので、影響はないと判断される。

### 3.2 コークス炉の生産性

石炭水分が3~5%であれば装入量は13~16%増加するが、一方火落時間は1~2%短縮される。このことは乾留期間中の炭化室温度を一定にしたままで操業し通常の石炭と乾燥石炭の場合と比較すると、むしろ後の方が乾留終期が幾分早いことから推定できる。したがってコークス炉の生産性は16~17%上昇するものと推定される。

### 3.3 コークスの性状

#### 3.3.1 外 観

色調は灰色金属光沢があり、とくに配合A, Bではコークスの足の部分の泡はほとんど見られなかつた。

#### 3.3.2 ドラム強度、粒度

高炉用コークスのドラム強度として、 $D1\frac{30}{15}=92\%$ 以上とすると、低揮発分炭は22%、強粘結炭配合率34%で十分使用可能と考えられる。したがって現在の配合率を基準として低揮発分炭5%を弱粘結炭に置き換えても同一のドラム強度を維持できると思われる。

粒度に関しては、ワーク前平均粒度は乾燥石炭の場合、大きくなるが、配合Cでは25mm以下の割合がふえ、通常の場合よりやや多くなる。

#### 3.3.3 その他の性状

マイクロ強度は通常時との差は認められず。気孔率は弱粘結炭配合率の増加により低下し、反応性は上昇する傾向を示しているが、パラッキが大きく明確な結論を下すことは困難である。

### 3.4 副産物に対する影響

コークス炉上昇管よりサンプリングして測定したが、コークス炉ガス、タールの発生量がやや増加しているが、揮発分に差があり乾燥による影響はほとんどないと思われる。また乾留過程におけるガス成分の変化も同一傾向を辿っている。安水発生量は当然石炭水分に比例することを裏づけており、ガス冷却負荷は軽減されよう。コークス炉ガス中のNH<sub>3</sub>含有量は約20%増加しているが、ガス中のNH<sub>3</sub>含有量と安水中のNH<sub>3</sub>濃度との平衡関係は変わらないから理論的な推定と大体一致する。しかしコークス炉ガスに、またタール中にかなりの粉塵が混入する恐れが考えられるが、今回の試験では確認できなかつた。

### 3.5 経済性の検討

石炭の乾燥に要する費用のうち、電力費、燃料費、労賃は石炭(乾量)400t/hrの流動乾燥機で、水分4%まで乾燥する場合、t当たり60円前後<sup>2)</sup>と見られる。一方乾燥石炭によるコークス炉の消費熱量の低減量は今回の試験では測定できなかつたが、石炭(乾量)kg当たり40kcal程度<sup>2)</sup>と思われる。乾燥機および付帯設備の減価償却費を見込むと乾燥費用としてはかなり割高になると思われるが、コークス炉の生産性上昇による固定費の低減によりカバーできると推定される。さらに乾燥石炭の乾留は、米国炭のごとき価格の高い低揮発分炭を弱粘結炭に置換が可能であり、これを考慮すると製造原価では相当の低減が期待できよう。

## 4. 結 言

以上平常操業のかたわら、乾燥機能力に制約されて1day5~10窯の乾燥石炭を乾留したにとどまつたが、実際操業が可能なることを確めた。その結果を要約すると次の通りである。

(1) 石炭水分3~5%まで乾燥するとき、コークス炉の生産性は約15%の上昇が期待される。

(2) コークスのドラム強度は上昇する。したがって同一強度を維持するならば、低揮発分炭は数パーセント弱粘結炭に置換が可能であると考えられる。

(3) 作業上、炉の装入時間は短縮されるが、石炭の輸送、石炭塔炭槽への装入、コークス炉の装入作業には

かなりの炭塵が発生するので集塵方法の工夫が必要であろう。

(4) 上記(1), (2)のごとき利点が期待できるので, 早急な工業化が望まれるが, 今回の試験によりその実用化には重大な障害はないと信ずる。

#### 文 献

- 1) 吉田, 佐藤: 石炭技術研究所報告, 39号 (1965), p. 63
- 2) 酒井: 化学工場, 10 (1966) 11, p. 55
- 3) K. BECK, W. WESEKAMP and R. BECKMANN: Glückauf, 19 (1962) 12, p. 1561

### (23) 小型回転炉によるニッケル鉱石のセグレーション焙焼について

富士製鉄, 中央研究所

工博 高橋愛和・工博 小島鴻次郎・○永野恭一  
東海製鉄 小口哲夫

On Segregation Roasting of Nickel Ores by Small Rotating Furnace

Dr. Yoshikazu TAKAHASHI, Dr. Kōjirō KOJIMA  
Kyōichi NAGANO and Tetsuo OGUCHI

#### 1. 緒 言

前報<sup>1)2)</sup>において, 含 Ni 鉱石よりセグレーション焙焼-浮選処理によつて Ni を回収する方法では焙焼処理の際のハロゲン化物の解離によつて生成するガス雰囲気が必要であることを示唆する実験結果を報告したが, ガス雰囲気と鉱石および固体還元剤との反応では焙焼方法が大きく影響すると考えられるので, 焙焼方法を従来のレトルト法からより実際的な回転炉法に変えて実験した結果について報告する。

#### 2. 供 試 試 料

供試試料はニューカレドニア産ガーニヤライトであり, 110°C で乾燥後 -48 mesh に粉碎して使用した。化学組成は前報<sup>2)</sup>と同一であり省略する。添加剤には市販一級無水塩化カルシウムおよび焼結用粉コークスを -48 mesh に粉碎して使用した。

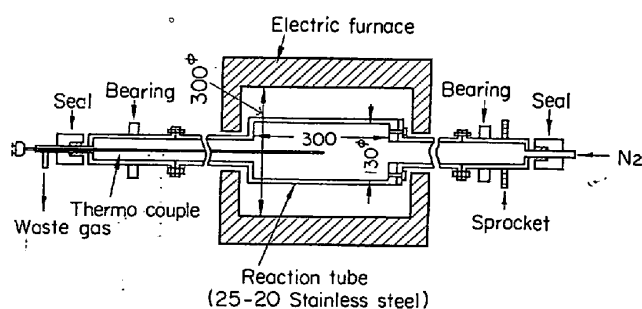


Fig. 1. Small rotating roasting apparatus.

### 3. 実験装置および実験方法

Fig. 1 に小型回転炉焙焼装置を示す。浮選試験はフーガーグレン実験室用浮選機で行なつた。

ガーニヤライトに  $\text{CaCl}_2$  10% および粉コークス 3.5% を配合し容量 5 l の V 型混合機で 30 min 間混合して配合試料とした。またペレット状にして焙焼する場合にはパンチ式ボーリングドラム (400 mm  $\phi$   $\times$  250 mm) によつて配合試料を 6.73~9.52 mm  $\phi$  のペレットに造粒し 110°C で乾燥して使用した。配合試料 1000 g を小型回転炉の反応管に装入し, 2.5 rpm で回転しつつ  $\text{N}_2$  1 l/min を流しながら焙焼した。焙焼終了後電気炉を割り,  $\text{N}_2$  1 l/min を流しながら常温まで冷却して取り出した。焙焼試料は 150 g に縮分し粉状で焙焼した場合はそのまま, ペレット状の場合には鉄乳鉢で -48 mesh に粉碎後, 濃度 30%, 温度 60°C の鉱液とし,  $\text{CuSO}_4$  3.3 kg/t を加えて 30 min 間攪拌して条件付与を行なつた。次にこれを鉱液濃度 6% にうすめ, 60°C にしたのち  $\text{Na}_2\text{S}$  150 g/t を添加し 5 min 間攪拌後, イソアルミザンセート 625 g/t, パイン油 2 滴を添加して 5 min 間粗選浮選を行なつた。ついで粗選尾鉱にザンセート 420 g/t を加えて 3 min 間清掃浮選を行ない, 引き続き粗選精鉱と清掃精鉱をあわせて 3 min 間精選浮選を行ない, 精選精鉱 (Cl-conc), 精選尾鉱 (S-tail) および清掃尾鉱 (S-tail) を得る。

#### 3. 実験結果

3.1 原料の形状および添加物配合方法の影響

Table 1 に粉状の配合試料, ペレット状の配合試料お

Table 1. The effect of samples' form on Ni recovery.

Form of samples	Product	Wt. (%)	Ni (%)	Ni recovery (%)
Fine powder	Cl-conc	8.14	24.31	66.10
	Cl-tail	14.28	2.11	10.05
	S-tail	77.58	0.92	23.95
Pellets containing $\text{CaCl}_2$ and coke	Cl-conc	14.37	16.02	74.57
	Cl-tail	10.00	1.72	5.57
	S-tail	75.63	0.81	19.86
	Cl-conc	12.44	15.81	65.00
	Cl-tail	16.46	1.85	10.08
	S-tail	71.10	1.06	24.92
Pellets containing $\text{CaCl}_2$ (coke was charged)	Cl-conc	8.10	16.33	46.03
	Cl-tail	12.19	3.57	15.14
	S-tail	79.71	1.40	38.83