

## (34) 広畑製鉄所 No. 2 D.L. 焼結工場の建設について

富士製鉄，広畑製鉄所

芹田 勇・小田部精一・若林 敬一

中山 一之・長谷川 晟・○和栗真次郎

On the Construction of No. 2 D.L. Sintering Plant at Hirohata Works.

Isamu SERITA, Sheiichi OTABE,

Keiichi WAKABAYASHI, Kazuyuki NAKAYAMA

Akira HASEGAWA and Shinjiro WAKURI.

### 1. 緒 言

広畑製鉄所において，溶銑需要の増大と高炉生産性向上に対応する原料処理設備強化の一環として，生産性の高かつ 150 m<sup>2</sup> という大型の第 2 D.L. 焼結工場の建設が計画され，1965年5月着工以来約 8 カ月というハイピッチで建設を完了し，1966年2月5日より操業を開始，その後順調な操業を行なっているのので，ここにその建設と操業開始の概要を報告する。

### 2. 建設計画

#### 2.1 建設動機の背景

従来広畑の焼結工場は G.W. (2400 t/day), No. 1 D.L. (3800 t/day) 計 6300 t/day の成品を生産し，3基の高炉装入鉱石中 60~65% をしめてきたが，ここに大型 No. 2 D.L. を建設するに至った動機を示すと；(1) 最近の良質なる焼結鉱は，高炉装入鉱石中その割合が増大する程高炉の生産性は向上する。(2) 転炉製鋼のウェイトの増大に伴い，溶銑の需要は高くそれに対応する焼結鉱の生産の増加を必要とする。(3) G.W. 工場は生産性が低く，戦時中に建設されたもので設備はかなり老朽化している。(4) ペレット鉱石は最近特に台頭してきたが，まだ焼結鉱に十分対応できる成分性状のものをわが国に数年中に多量入荷を期待するのは不可能である。(5) 世界的に塊鉱石不足の傾向に向いつつあり，また現実塊鉱石，粉鉱石の価格差のメリットがある。上記基礎背景のもとに，生産性の良い大型の新鋭第 2 D.L. 工場を建設し古い G.W. 工場の生産を休止することにした。

#### 2.2 計画における基本線

##### 2.2.1 生産性の向上

特に稼働率の向上を計り，ホットスクリーン，カッターの並列配置，付帯設備の合理的配置，故障発見ならびに表示装置の徹底化。

##### 2.2.2 品質向上

原料の切出・配合，水分添加の円滑適正化，ならびに成品の破碎篩分の徹底による整粒の強化。なお既設の No. 1 D.L. 工場も整粒強化の成品処理系統の改造を行なう。

##### 2.2.3 自動化

精度の高い各種自動制御機器を完備し，操業の完全自動化への道を開く。

##### 2.2.4 工事工期

原料需給上のメリットより極力工期の短縮化を計り，設計・検討の迅速化，機器・工事納期の徹底，また特に本体建屋はコンクリートをやめ工期の早い当所製品の H

型鋼を使用した鉄骨鉄柱式とする。

#### 2.2.5 建設費の削減

混和機等重量物地上設置による本体建屋の軽量化，G.W. 工場付帯設備の再利用，使用頻度，機能の低い付帯建屋機器の削減。

#### 2.2.6 要員合理化の徹底

労働生産性向上のため，運転操作の自動・連動・集中化，相互通話連絡設備の充実，コンパクトな，また機動的工場配置により要員削減の徹底を計る。

#### 2.2.7 工場環境の向上

収塵能力の増大による防塵の徹底とコンペヤーの落鉱防止，安全設備の徹底。

### 3. 建設工程

早期完成のメリットを第一条件としかつ，(1) 工事による減産デメリットを極力避けるために G.W. → No. 2 D.L. の切替工事は第 1 高炉改修時(第 5 次)にあわす。(2) 第 1 高炉火入時には生産を円滑なる軌道に乗せる。の条件を満足すべく，建設方針決定から約 1 年という突貫工程で 41 年 2 月 5 日を稼働開始目標に定めた。実行工程の概要は下記のごとし。

40年5月27日 本体建屋基礎発掘工事開始

7月22日 本体建屋立柱式

11月26日 焼結機据付工事開始

41年1月23日 無負荷連動試運転

1月24日~30日 G.W. → No. 2 D.L. 全面切替工事

1月31日 試焼試運転開始

2月5日 操業開始

実行工程の示すごとく工事着工から，わずか 8 カ月という超スピードで目標通り建設は完了された。

### 4. 設備概要

#### 4.1 工場配置

全体配置概要を Fig. 1 に示す。原料設備を No. 1 D.L. のそれと対称の位置に配置し，それ以降は成品ホッパーまで No. 1・2 D.L. とともにまったくの平行的配列となっており，作業配置の機動性を持たせてある。

#### 4.2 設備諸元

##### 4.2.1 原料設備

(1) 貯鉱槽 250 m<sup>3</sup> × 10 槽 (上部円筒，下部円錐二段)，(2) 混和機 型式ドラムミクサー，寸法 3.3 m φ × 12 m (l) × 2 基 (一次スパイラルリフター付，二次レーキー付)，(3) ロッドミル 能力 25 t/hr (Dry) 寸法 2.25 m φ × 3.6 m。

##### 4.2.2 焼結設備

(1) 焼結機 型式マッキー式 D.L. 型，有効火格子面積 150 m<sup>2</sup>，容量 (巾 × 長さ × 高さ) 3 m × 50 m × 440 mm，(2) 主排風機 型式両吸込ターボファン，能力 4500 kW，15000 m<sup>3</sup>/min at 120°C，-1300 mmaq.，(3) 点火炉 型式直火式，寸法 3.16 m × 7.5 m，バーナー 23 本 × 4 列，燃料 C ガス。

##### 4.2.3 成品処理設備

(1) 冷却器 型式サーキュラー型強制吸込，能力 380 t/hr，有効面積 240 m<sup>2</sup>，トラフ 3.2 m × 450 mm × 42 台，冷却ファン直管型軸流ファン 7500 m<sup>3</sup>/min × 4 台，(2) 篩分装置 ホットスクリーン，単床型グレート方式，

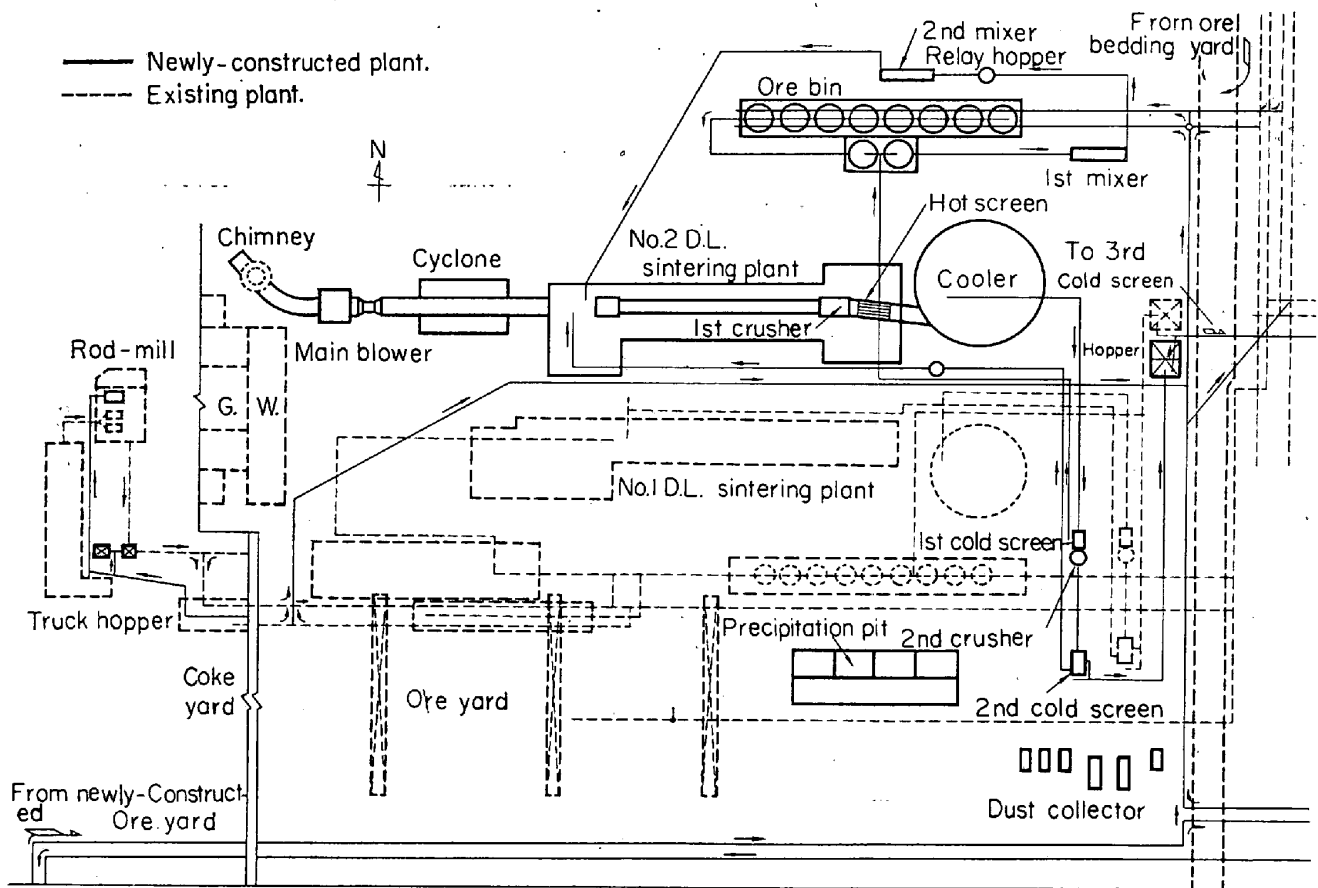


Fig. 1. Layout of Hirohata Sintering Plant

寸法 3 m × 8 m × 2 台 (並列配置 1 基稼動 1 基整備, 能力 500 t/hr, 一次コールドスクリーン, 複床型, 鋼板打抜, 能力 380 t/hr, 二次コールドスクリーン, 単床型, 鋼板打抜, 能力 320 t/hr, 三次コールドスクリーン, 単床型, 鋼板打抜, 能力 600 t/hr × 2 台, (3) カッター, 型式刃付ダブルロール式, 能力 100 t/hr × 2 台, 破碎サイズ -40 mm.

4.2.4 防塵設備

(1) 排鉱部収塵, 型式乾式湿式結合型, 乾式サイクロン × 4 基, 湿式ロートクロン 1500 m<sup>3</sup>/min × 3 台, (2) 成品処理関係収塵, 型式湿式ロートクロン 1500 m<sup>3</sup>/min × 1 台, 800 m<sup>3</sup>/min × 1 台.

4.2.5 制御関係

(1) 全系統 統括制御 (トランジスターサイバック無接点継電方式), (2) 原料配合輸送系統 {ボイドメーター切出制御 配合原料水分添加制御 ホッパーレベル制御}, (3) 焼結機系統 {焼結機装入原料層厚制御 点火炉燃焼温度制御 焼結機速度制御}, (4) 成品処理系統 {冷却器速度制御 床敷ホッパーレベル制御}.

5. 設備の特長

5.1 原料入庫系統

主原料は粉均鉱ヤード, 焼結ヤード, 新設汐入ヤードの 3 つの系統より受け入れられ, 同時に 2 系統より入庫が可能になっている. 原料槽は偏析の少ない総合銘柄としての粉均鉱使用の特徴をいかし, 返鉱 2 槽を含め全部でわずか 10 槽であり, 構造は鉄骨鉄板製, 槽形は下部円

錐部の傾斜角は 70 度にて, しかも最下段部は 2 重ホッパータイプとし品質向上のための円滑なる原料切出しに特に便利なようにした. コークス破碎機は既設 2 台の同一建屋内に大型 1 基新設配置とし, さらに受入トラックホッパーとは別に粗粒コークス, 細微粉コークス等特殊シンターブリーズを破碎機系統へあるいは破碎粉輸送系統に任意な割合で配合切出し可能なる設備とした.

5.2 原料配合輸送系統

原料の切出し → 一次混和機 → 中継槽 → 二次混和機の一連の原料流れを落鉱と蛇行の少ない U 型コンベヤーの活用により, 渦巻型とし, 諸設備配列をコンパクトにまとめ点検監視と作業の機動性の便を計っている. 原料切出し精度の向上とレベル制御の円滑化のため大型の中継槽を設置し切出しは頑丈なロールフィーダータイプとした. また混和機はレッカー車の有効利用を考え完全屋外型とし建屋, クレーン等を節減した.

5.3 焼結機系統

ウインドボックスは両側吸込方式の左右対称型とし, またパレットのギャップは自動調整方式にする等熱歪, 摩耗, 衝撃損耗を極少にし, かつ洩風削減の徹底を計る構造となっている. 点火炉は表面均一点火と上層部品質向上を計り保熱機能を備えた大型炉とした.

5.4 主排風系統

主排気管は焼結機建屋下を 1 本通し, 主サイクロンに継がれておりサイクロン内部は耐摩耗性にすぐれたシュメルトバサルトラインング張りとした. 煙道は極力短縮

化と地上化を計り煙突は旧 G.W. 分を再活用した。主排風機駆動用の大型同期電動機は点検保守上より M.G. セットを止めシリコン整流器方式となつている。

#### 5.5 クーラー返鉱系統

クーラーは土地有効利用のサーキュラー型で、以後の成品処理設備耐熱保護を考慮し、冷却ファン能力を十分取つた。返鉱はホットならびにコールドリターンの外主排風系統ならびに排鉱部収塵サイクロン発生ダストを全部集めるようにし、ダストのハンドリング除去と有効利用を計っている。

#### 5.6 破碎篩分成品処理系統

クーラー以後ホッパーまでの処理設備は No. 1・2 D. L. とともに平行配列とし、篩、カッターは同一架台に設置し土地、建設費の有効利用と作業の機動性の徹底を計っている。カッターは焼結鉱の気孔性を加味し、ペレットサイズに対応する -40 mm 破碎机 2 台を並列配置し、破碎の強化と成品粒度の安定管理を考慮した。篩はホットスクリーンも含めて 4 回の分級とし、特に 4 次篩はホッパーと高炉鉱石槽中間に配置し、高炉装入鉱石として弊害の多い微粉除去の徹底を期している。

#### 5.7 制御関係

運転関係については全系統の統括制御集中管理方式とし、また管理室とコントロールセンターの直結、相互信号通話装置の充実、集中故障表示器の設置等集中、安全、迅速、機動性の徹底を期しており、一方自動制御関係においては、特に原料配合、水分添加の時系列的適正制御、点火炉の焼結着火温度制御、焼結機の焼結速度制御等特に均一かつ良質な品質向上を重点にした制御装置機器計装を備えている。

### 6. 操 業 経 過

試焼の時点より良好なる焼結鉱を生産し、41年2月5日の稼働開始日は稼働率 100% という順調なスタートで操業を開始した。その後も高炉が 1 基改修中であることと、焼結機が予定を上廻る快調なる立上りのため、ホットラン後数カ月生産調整休止を余儀なくされ、逆に機体の熱ならしの立場からいかにこの休止を避けるかに努力を傾注するほどであつた。品質的には塩基度 1.3 でスタート、強度、粒度、気孔、FeO 等諸性状はめきわて良好で、特に塩基度等成分の変動は少なく初期の重点目標である均一で良好なる品質の生産を続けている。なお第一高炉改修後の広畑 3 基の高炉焼結鉱使用率は No. 2 D. L. の完成により 80% に達し、高炉の生産性向上に大きく寄与している。

### 7. 結 言

(1) 溶銑需要の増大ならびにペレット、塊鉱等鉱石需給の諸状勢の展望より有効火格子面積 150 m<sup>2</sup> の大型 D.L. 方式焼結機を建設した。

(2) 本体建屋は大型 H 型鋼を使用するなど工期の短縮と建設費の節減をはかり、工事着工以来 8 カ月の超短期工事で完成した。

(3) コンパクトかつ機動的設備配置、連絡通話設備の充実、全運転系統の連動化等により要員合理化の徹底と稼働率の向上を目し、生産性の増大を企っている。

(4) 配合原料添加水分制御、焼結速度制御等各種新鋭自動制御方式を開発し、特に品質向上をはかつてい

る。

(5) 焼結鉱の整粒強化をねらい、クラッシャーのほかにカッター 2 基、振動篩を 4 基設置した。

41 年 2 月 5 日ホットラン以後順調な操業を続けており、溶銑炉の生産性増大に大きく寄与している。

## (36) 焼結鉱塩基度の変動について

富士製鉄、室蘭製鉄所

加瀬 恣・渡辺幸正・田口敏夫

○塚本 行・大竹信彦

On the Variation of Sinter Basicity.

Tsutomu KASE, Takamasa WATANABE,  
Toshio TAGUCHI, Susumu TSUKAMOTO  
and Nobuhiko ÔTAKE.

### 1. 結 言

焼結鉱塩基度の変動については、いまさらここで繰返すまでもなく高炉操業に与える影響は、甚大なものがあり、その安定化をはかることは焼結工場にとつて重大なる任務である。しかるにその変動要因は、その複雑さのため従来十分あきらかにされておらず<sup>1)~3)</sup>、したがって適切なアクションを講ずることも容易でなかつた。そこでこのたび焼結鉱塩基度のバラツキについて総合的な調査を行ないかなりの成果をあげたので、ここに報告する。

### 2. 塩基度の変動要因

焼結鉱塩基度の変動要因の主たるものは Fig. 1 のようにまとめられ、これらをできるだけ細分して調査した。

### 3. 塩基度変動の推定

配合段階における塩基度のバラツキは次の 2 つにわけることができる。

{ 同一銘柄内の成分変動  
{ 配合率のバラツキ

ところで配合原料中の SiO<sub>2</sub> % (x とする) は次式で表わされる。

$$x = \sum x_i p_i$$

$x_i$ : 各原料鉱石の SiO<sub>2</sub> %

$p_i$ : 各原料鉱石の配合率 (ただし  $\sum p_i = 1$ )

$x_i, p_i$  はいずれもあるバラツキ  $\sigma_{x_i}^2, \sigma_{p_i}^2$  をもつた確率変数であるので、x のバラツキ  $\sigma_x^2$  は次のように表わされる<sup>4)</sup>。

$$\sigma_x^2 = \sum (p_i^2 \sigma_{x_i}^2 + x_i^2 \sigma_{p_i}^2)$$

同様に配合原料中の CaO % (y とする) は次のようになる。

$$\sigma_y^2 = \sum (p_i^2 \sigma_{y_i}^2 + y_i^2 \sigma_{p_i}^2)$$

ところで塩基度 z は y/x であり、そのバラツキ  $\sigma_z^2$  は次式のとおりととなる<sup>4)</sup>。ただし x, y の母平均はそれぞれ  $\mu_x, \mu_y$  とする。

$$\begin{aligned} \sigma_z^2 &= \{ \sigma_y^2 + (\mu_y/\mu_x)^2 \sigma_x^2 \} / \mu_x^2 \\ &= (1/\sum x_i p_i)^2 \{ \sum (p_i^2 \sigma_{y_i}^2 + y_i^2 \sigma_{p_i}^2) \\ &\quad + (\sum y_i p_i / \sum x_i p_i)^2 \sum (p_i^2 \sigma_{x_i}^2 + x_i^2 \sigma_{p_i}^2) \} \end{aligned}$$

ここで  $\sum x_i p_i = \text{SiO}_2$ ,  $\sum y_i p_i = \text{CaO}$  であり、 $\sum y_i p_i / \sum x_i p_i = \text{CaO/SiO}_2$  は塩基度でこれを B で表わすと上式は