
高炉の微粉炭吹込み設備

Pulverized Coal Injection System for Blast Furnace

才野 光男(Mitsuo Saino) 芹沢 保文(Yasunori Serizawa) 阪口 泰彦(Yasuhiko Sakaguchi) 中井 歳一(Toshikazu Nakai) 渡辺 洋一(Yoichi Watanabe) 牧 勇之輔(Yunosuke Maki)

要旨：

1984年10月1日に千葉第5高炉に完成した微粉炭吹込み(PCI)設備の特徴は、粉体吹込プロセス、即ち、インジェクション装置と羽口までの輸送配管にある。本設備は吹込量の制御性に優れ、微粉炭吹込時のトータル吹込量の制御性は最大吹込量の $\pm 1\%$ 、羽口毎の任意分配制御性は最大吹込量の $\pm 3\%$ の精度である。またコンパクトな設備でマイクロコンピュータを用いたDDCによる全自動運転が可能である。さらにPCI設備の粉体吹込プロセスは、鉄鉱石粉、炭酸カルシウム、乾燥ダストを単独あるいは混合粉として羽口より吹込む事も可能である。

Synopsis：

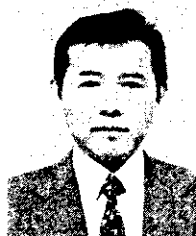
A pulverized coal injection system of Kawasaki's own design was installed at Chiba No.5 blast furnace. The newly developed injection control and piping system permit accurate control of the injection rate to individual tuyere with minimum requirements for maintenance as the control of the injection rate is done without mechanically driven parts. Furthermore, the injection system incorporates facilities for injecting simple or mixed powder of iron ore fines, calcium carbonate and LD dust through tuyeres. Therefore, the system may be utilized for the control of the hot metal chemistry such as [Si] and [S] by injecting various kinds of powder through tuyeres. Operation results demonstrate the following good performance (1) Total injection rate control with an accuracy of $\pm 1\%$ of the maximum injection rate. (2) Arbitrary injection rate control to each tuyere with an accuracy of $\pm 3\%$ of the maximum injection rate. The system has been operated smoothly since it was completed on October 1, 1984.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

Pulverized Coal Injection System for Blast Furnace



才野 光男
Mitsuo Saino
千葉製鉄所 製鉄部
部長



芹沢 保文
Yasunori Serizawa
千葉製鉄所 製鉄部製
鉄技術室 主査(課長)



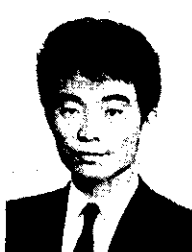
阪口 泰彦
Yasuhiko Sakaguchi
千葉製鉄所 製鉄部製
鉄技術室



中井 歳一
Toshikazu Nakai
鉄鋼技術本部 鉄鋼技
術部高炉改修計画室
主査(課長補)



渡辺 洋一
Yoichi Watanabe
鉄鋼技術本部 鉄鋼技
術部高炉改修計画室
主査(掛長)



牧 勇之輔
Yunosuke Maki
千葉製鉄所 設備技術
部電気計装技術室

1 緒 言

近年、高炉の羽口からの微粉炭吹込み(以下 PCI と略す)が、米国を始め、世界中の鉄鋼メーカーで注目されるようになった。その背景には、次の点が挙げられる。

(1) 第2次オイルショック後、石油価格の高騰のため国内鉄鋼メーカーは羽口からの重油吹込みを中止せざるを得なくなり、オールコークス操業へ移行した。

また、重油代替燃料としてタール吹込み、石炭および油混合吹込なども一部で実施され始めたが、高価なため、より安価な補助燃料吹込み技術が要求され 1981 年頃より PCI が注目されるに至った。

(2) 安価な一般炭は、高炉用粘結炭の需給のバッファーとなり得る。

(3) PCI は、コークス炉更新時や、増産要求に対するコークス不足対策として有効である。

このような状況下で、当社は、千葉製鉄所第5高炉へ新しい技術を持った PCI 設備を建設し、1984 年 10 月に操業を開始し、以後順調に稼働している。

要旨

1984 年 10 月 1 日に千葉第5高炉に完成した微粉炭吹込み (PCI) 設備の特徴は、粉体吹込プロセス、即ち、インジェクション装置と羽口までの輸送配管にある。本設備は吹込量の制御性に優れ、微粉炭吹込時のトータル吹込量の制御性は最大吹込量の $\pm 1\%$ 、羽口毎の任意分配制御性は最大吹込量の $\pm 3\%$ の精度である。またコンパクトな設備でマイクロコンピュータを用いた DDC による全自動運転が可能である。さらに PCI 設備の粉体吹込プロセスは、鉄鉱石粉、炭酸カルシウム、乾燥ダストを単独あるいは混合粉として羽口より吹込む事も可能である。

Synopsis:

A pulverized coal injection system of Kawasaki's own design was installed at Chiba No. 5 blast furnace. The newly developed injection control and piping system permit accurate control of the injection rate to individual tuyere with minimum requirements for maintenance as the control of the injection rate is done without mechanically driven parts.

Furthermore, the injection system incorporates facilities for injecting simple or mixed powder of iron ore fines, calcium carbonate and LD dust through tuyeres. Therefore, the system may be utilized for the control of the hot metal chemistry such as [Si] and [S] by injecting various kinds of powder through tuyeres.

Operation results demonstrate the following good performance

- (1) Total injection rate control with an accuracy of $\pm 1\%$ of the maximum injection rate.
- (2) Arbitrary injection rate control to each tuyere with an accuracy of $\pm 3\%$ of the maximum injection rate.

The system has been operated smoothly since it was completed on October 1, 1984.

また、鉄鉱石粉、炭酸カルシウム、乾燥ダストなどを、単味粉あるいは混合粉として、高炉羽口より吹込み可能な設備を PCI 設備に併設して建設した。この設備は、補助燃料としての微粉炭に加え、各種の粉体を高炉羽口より吹込む事により、溶鉄中の [Si], [S] などの成分の調整も可能としている。当社は、多種類の粉体を高炉羽口より吹込む事が可能なこの設備を多目的粉体吹込み (Multi Purpose Injection: MPI) 設備と名付けている。以下に MPI 設備の中から、主に PCI 設備の特徴と操業結果について報告する。

2 高炉の新しい PCI 設備

2.1 PCI に要求される技術

高炉操業上のニーズおよび高炉設備の特殊性から、高炉への PCI 設備には以下の技術が必要である。

* 昭和60年7月30日原稿受付

(1) トータル吹込量制御と均等分配制御技術

高炉の炉熱調整手段として PCI を使用するためには、トータル吹込量の制御精度が良い事に加え、各羽口への均等分配精度が高い事が必要である。

(2) 信頼性の高い吹込み装置

インジェクション配管内で粉体による閉塞が生じないで、かつ脈動現象が生じない安定した輸送方法および微粉炭による爆発防止対策が重要である。

当社は、デンカエンジニアリング株式会社と共同で千葉製鉄所第2高炉に実験装置を作り、予備テストを行ったのち^{1,2)}、第5高炉に実機設備を設置した。

2.2 設備の特徴

Fig. 1 に吹込み装置の概念図を示す。1個のインジェクションタンクから、複数本の輸送配管を上方向に抜き出し、各羽口まで配管した。また、各輸送ラインの途中から、搬送ガスを供給している。吹込量は、搬送ガス流量 $Q_{N1} \cdots Q_{Nn}$ を制御することにより、各輸送ライン毎に任意に制御が可能である。この原理を実機化した第5高炉の PCI 設備の吹込み装置は、次の特徴を持っている。

- (1) 全ての羽口のトータルの吹込量は、最大吹込量の $\pm 1\%$ の精度で制御可能である。
- (2) 各羽口への吹込量は、任意に制御出来る。すなわち、各羽口への均等分配は勿論、任意分配も可能で、その制御精度は、最大吹込量の $\pm 3\%$ である。
- (3) 吹込量は、空気輸送による制御方式により調整している。

また、1個のインジェクションタンクに、各羽口に分配される多数の PCI の輸送管を配置しているため、設備はコンパクトで、建設、操業および保全のコストが安い。

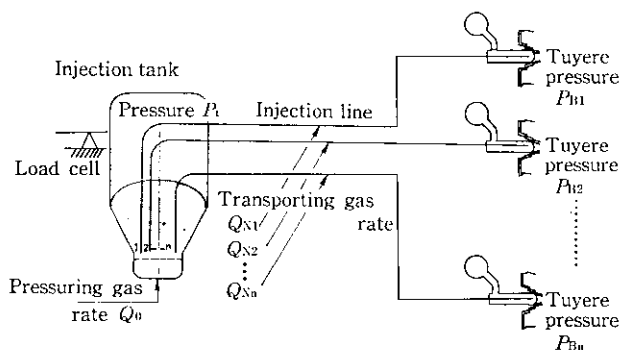


Fig. 1 Conceptual diagram of PCI process

2.3 PCI 設備概要

設備は、次の3つのプロセスから成る。

- (1) 石炭受入れプロセス
- (2) 石炭粉碎乾燥プロセス
- (3) 石炭吹込みプロセス

これらの3つのプロセスには爆発防止システムが設置されている。また、制御はマイクロコンピュータを用いた DDC により行われ、CRT による操業が可能である。

Photo 1 は、MPI 設備の全景を示す。Table 1 は設備仕様、Fig. 2 は MPI 設備のフローシートを示す。

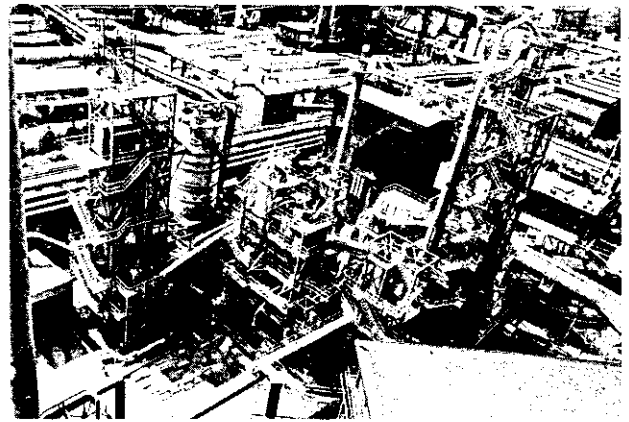


Photo 1 General view of MPI system

Table 1 Major specifications of multi purpose injection system

Item	Specification
Inner volume of No. 5 BF	2 584 m ³
Injection tuyeres/total tuyeres	15 pieces/30 pieces
Maximum PCI rate	9 t/h
Maximum injection rate of iron ore powder	10 t/h
Maximum injection rate of CaCO ₃ powder	9 t/h
Maximum injection rate of mixed powder	10 t/h
Maximum capacity of bawl mill	10 t/h × 1
Maximum capacity of dryer for iron ore powder	12.75 t/h × 1
Maximum capacity of powder mixer	12.5 t/h × 1
Powder storage bin	35 m ³ × 2
Intermediate tank	4 m ³ × 2
Injection tank	4 m ³ × 2
Maximum speed of transporting gas	35 Nm ³ /min by air
Maximum speed of pressurizing gas	5 Nm ³ /min by air or N ₂
Maximum pressure of transporting gas	9.9 kg/cm ² G
Transporting pipe diameter	1" × 15 lines
Transporting length as equivalent length	200 ~ 150 m

3 PCI 技術の開発

3.1 高圧高炉への連続吹込装置

送風圧 2~5 kg/cm²G の高圧高炉への安定した連続吹込みを達成する手段として、インジェクション装置の構成は、Fig. 3 に示す案 (a) と (b) とが考えられる。案 (b) では中間タンクとインジェクションタンクが直列に配置されているので、粉体は、中間タンクの圧力を貯蔵槽と同じ大気圧に減圧、また吹込み用タンクと同じ圧力に加压を繰返すことによって、貯蔵槽から吹込み用タンクに供給される。案 (a) は、インジェクションタンクを並列に配置する。この案では、切替バルブ SV₁ と SV₂ は、粉体輸送中に頻繁に開閉せねばならないので、バルブの摩耗による寿命低下が予想される。それ故、設備の全体高さが高くなる欠点はあるが案 (b) を採用した。

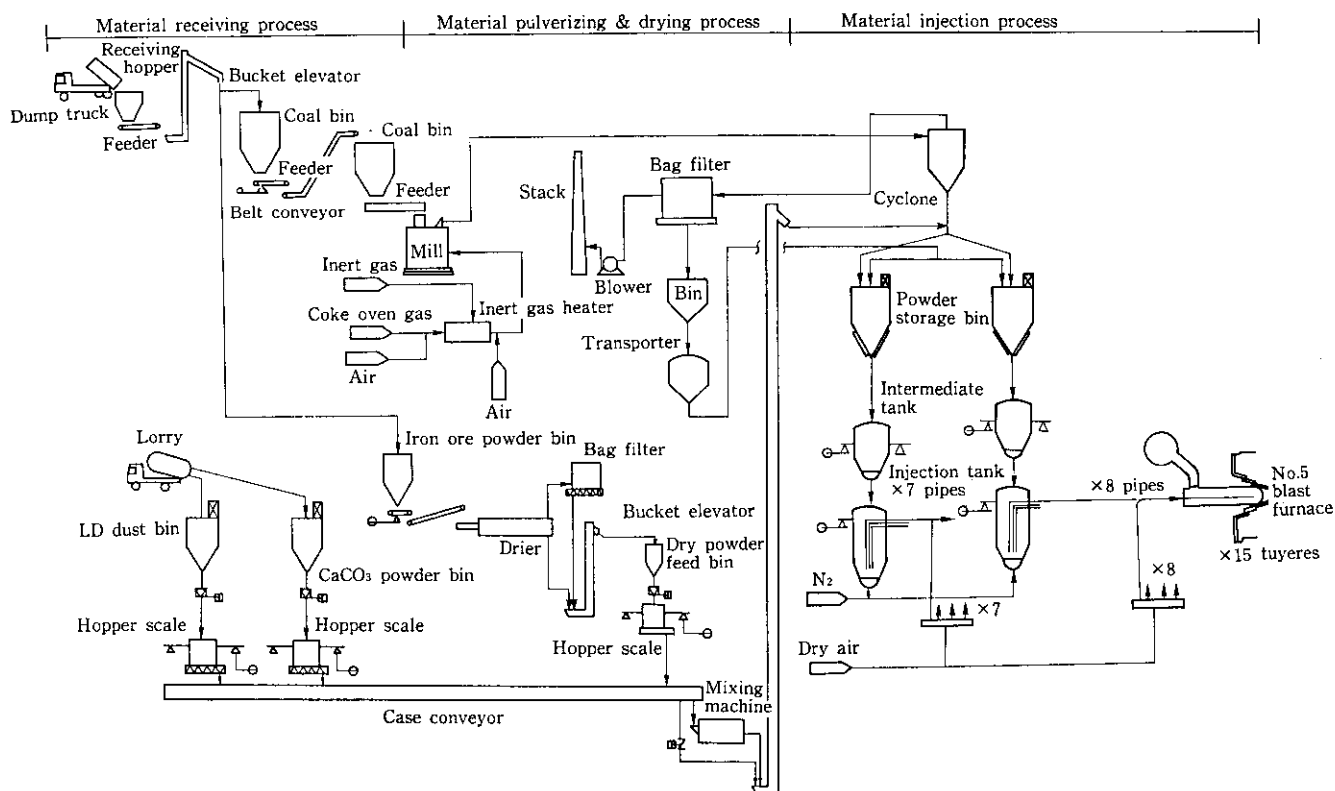


Fig. 2 Flow diagram of multi-purpose injection system for Chiba No. 5 blast furnace

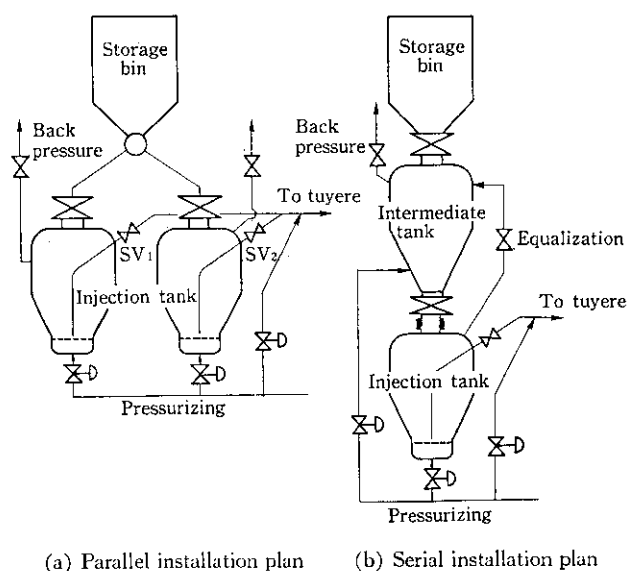


Fig. 3 Comparison of injection tank configuration

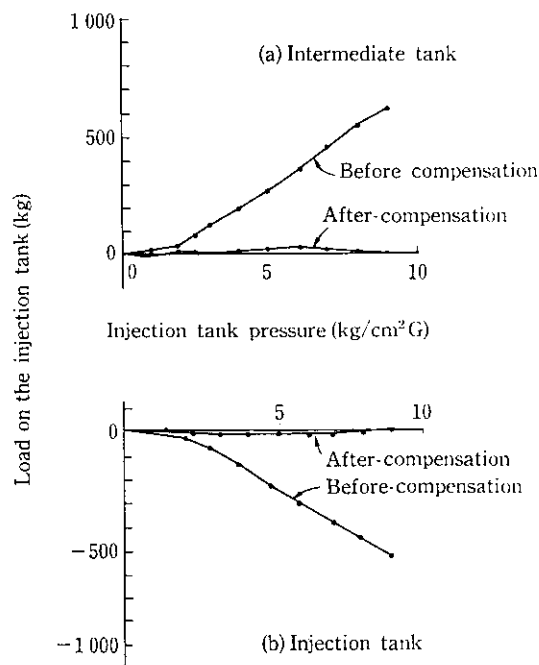


Fig. 4 Pressure compensation

3.2 インジェクション原料受入の制御

本設備では、中間タンクへの受入れ重量とインジェクションタンクからの吹込み重量を正確に測定する事が、トータル吹込量を正確に制御するために必要な条件である。中間タンクとインジェクションタンクは、直列に配置されており、ベローズにより接続する事で、独立してタンク重量測定が行えるようにしている。均圧時にベローズにかかる圧力は、両タンクに反力を生じる。このタンク重量測定時の反力の影響を最小にするために、特殊な2重ベローズ式エキスパンションジョイントを用いた。

3.2.1 中間タンクへの受入重量の計測と制御

中間タンクは、粉体貯蔵槽からの受入れをインジェクションタンク投入直後に行い、その受入量によりトータル吹込量の積算を行う。中間タンク重量値は、上記特殊2重ベローズにかかる圧力に従って、Fig. 4 に示すように補正されている。なお、本設備では、

ベローズにかかる圧力はインジェクションタンク圧力に等しい。

3.2.2 インジェクションタンクの投入制御

単位時間当りのトータル吹込量と中間タンクからの粉体の受入れのタイミングは、インジェクションタンクの重量によって制御されている。中間タンクと同様に、タンク重量は2重ベローズに作用する圧力に従って、Fig. 4 に示すように補正されている。Fig. 5 は粉体吹込プロセスの基本タイムスケジュール、Fig. 6 はタンク重量測定のための制御システムを示す。

粉体が中間タンクから供給されている間は、インジェクションタンク加圧制御弁の開度は一定に維持される。一方、中間タンク下部に入っている加圧制御弁は粉体を流動化するために開かれる。同時に中間タンクの小排気弁が、両タンクの圧力を等しくなるように制

御する。この制御により、インジェクションタンクの内圧は投入中でもほぼ一定に保たれ、後述する粉体の安定輸送に寄与している。

3.3 羽口ごとの吹込量制御

3.3.1 吹込量の制御原理

Fig. 7 は吹込量制御の原理を示すダイアグラムである。Fig. 7 において、位置①はインジェクションタンク内、位置②は搬送ガスが輸送配管に入る地点、位置③は羽口を示す。システムの圧力バランスから、次の式が全ての吹込みラインに関して成り立つ。

$$P_T = \Delta P_{s1} + \Delta P_{g1} + \Delta P_{s2} + \Delta P_{g2} + P_B \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

P_T : インジェクションタンク圧力 (kg/cm²G)

P_B : 羽口圧力 (kg/cm²G)

ΔP_{s1} : 位置①と②間の搬送粉体によるガスの圧力損失

ΔP_{g1} : 位置①と②間の配管によるガスの圧力損失

ΔP_{s2} : 位置②と③間の搬送粉体によるガスの圧力損失

ΔP_{g2} : 位置②と③間の配管によるガスの圧力損失

P_T と P_B が一定であると、次の関係が得られる。

- (A) 搬送ガス量の増加 $\Rightarrow$ PCI 量の減少
 $(\Delta P_{s2} + \Delta P_{g2})$ の増加 $\Rightarrow$ $(\Delta P_{s1} + \Delta P_{g1})$ の減少
- (B) 搬送ガス量の減少 $\Rightarrow$ PCI 量の増加
 $(\Delta P_{s2} + \Delta P_{g2})$ の減少 $\Rightarrow$ $(\Delta P_{s1} + \Delta P_{g1})$ の増加

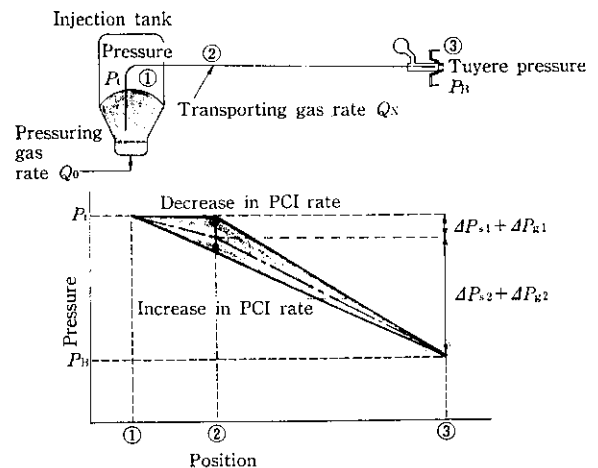


Fig. 7 System diagram of PCI process

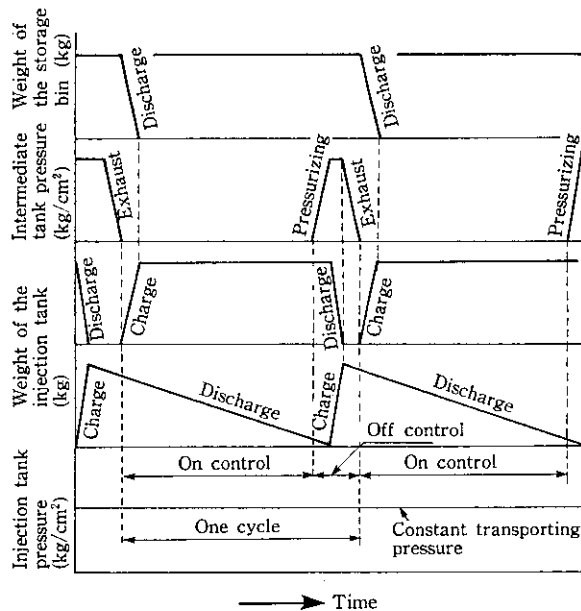


Fig. 5 Basic time schedule of injection tank

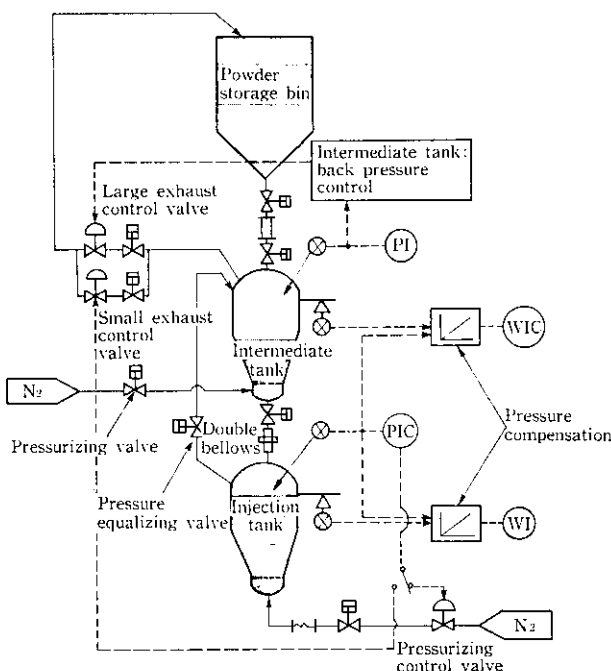


Fig. 6 Control system of tank weight measurement

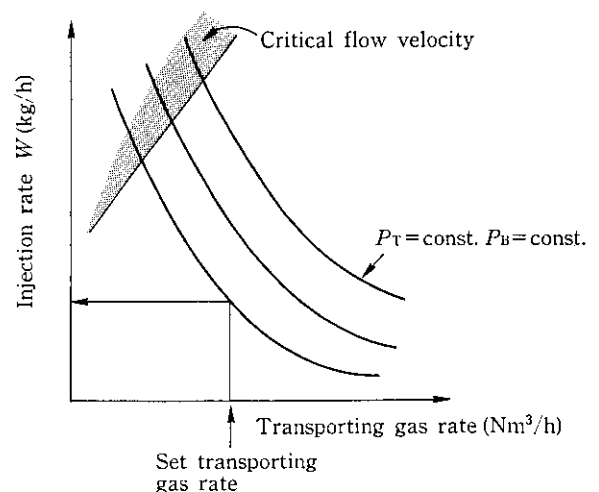


Fig. 8 Characteristic curve of injection rate

Fig. 8 は P_T と P_B が一定の条件での搬送用ガス量 Q_N と吹込み量 W との関係を示す特性曲線である。圧力条件が一定で、特性曲線が既知ならば、搬送用ガス量を設定して吹込量を調整する事ができる。

3.3.2 各羽口への実吹込量制御

上記吹込量制御原理では、インジェクションタンク圧力 P_T と羽口圧力 P_B が一定であると仮定されている。しかし、現実にはこれらの圧力は変動している。そこで、 P_T と P_B が変動する場合の各羽口への吹込量制御方法を以下に示す。式 (1) は、Fanning³⁾ の式を用いると次式となる。

$$Q_N = -k_2 W + \sqrt{k_2^2 W^2 + \frac{1}{k_1} (P_T - P_B)(2 + P_T + P_B)} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、

Q_N : 標準状態での搬送ガス量 (Nm³/h)

W : 吹込み量 (kg/h)

k_1, k_2 : 装置定数

ここで装置定数 k_1 と k_2 は、各々の搬送ラインと粉体の種類によって異なる。従って、あらかじめ各々の搬送ラインの k_1 と k_2 を求めておく必要がある。Fig. 9 は No. 10 羽口の PCI によって得られた特性曲線の例である。Fig. 10 は No. 2 羽口の鉄鉱石粉吹込によって得られた特性曲線の例である。図中のプロットはインジェクションタンク圧 5 kg/cm²G と 6 kg/cm²G の実測値を示す。実測値と式 (2) から、装置定数 k_1 と k_2 が得られる。 k_1 と k_2 が得られれば、式 (2) から設定吹込量に対する必要搬送ガス量を計算によって求めることができる。 P_T と P_B は実測値を用いている。

こうして、マイクロコンピュータで常時、式 (2) を利用して算

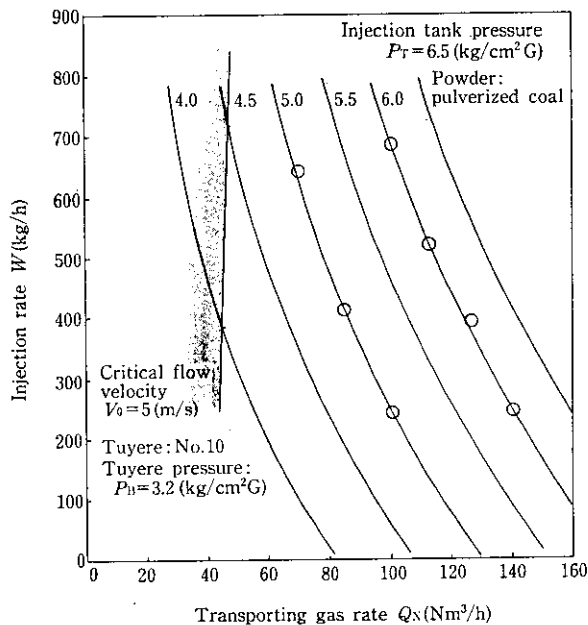


Fig. 9 Characteristic curve of pulverized coal injection rate

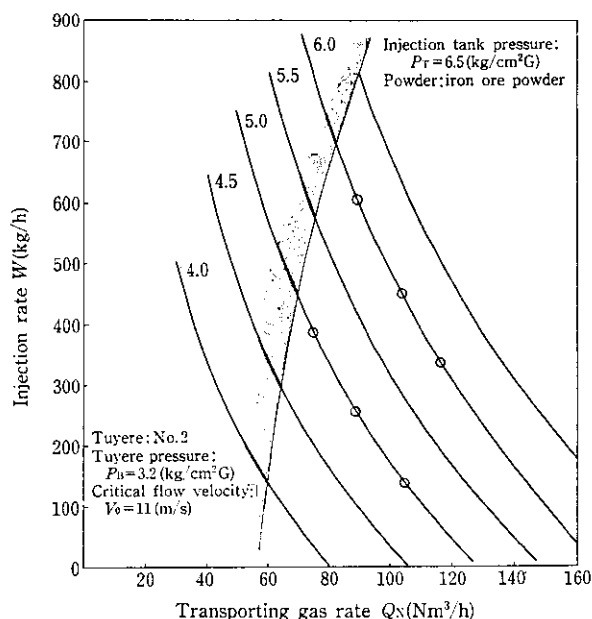


Fig. 10 Characteristic curve of iron ore powder injection rate

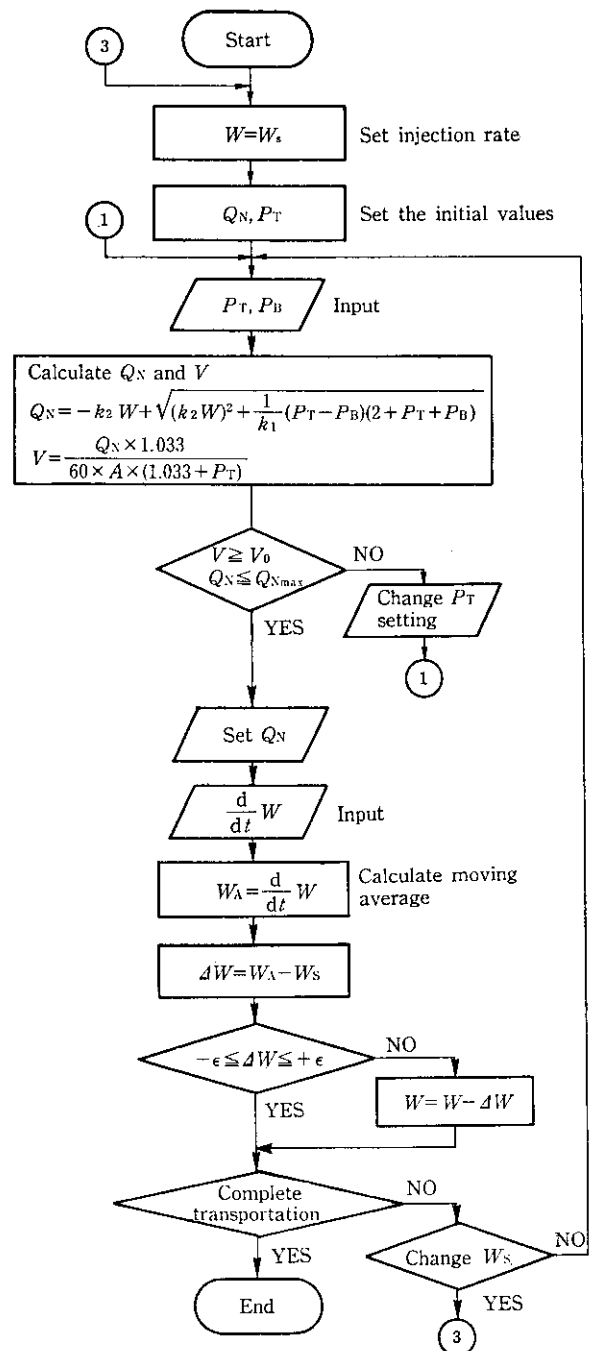


Fig. 11 Control flow of injection rate at each tuyere

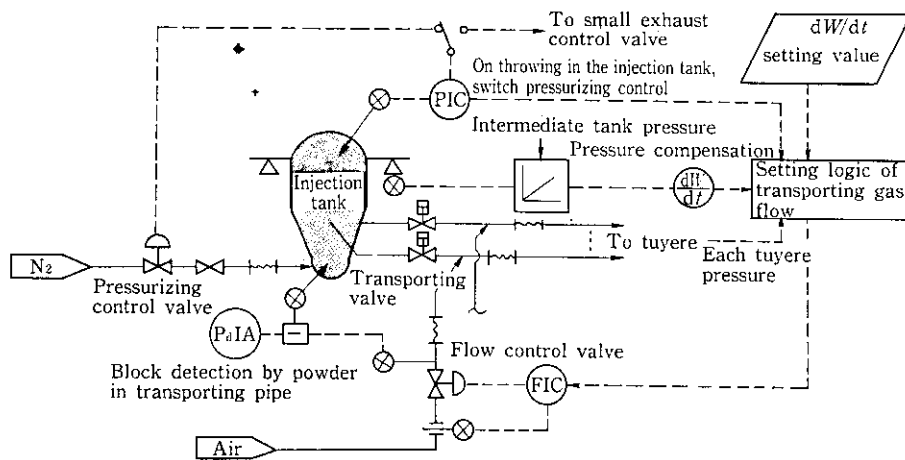


Fig. 12 Control system of powder injection rate

出した搬送ガス量を設定することにより、配管ごとの特性を考慮し、しかも圧力変動の外乱に対する応答性のすぐれた各羽口への実吹込量制御を実現できた。Fig. 11 は上記制御方法を示すフローチャートである。

3.4 トータル吹込量制御

Fig. 12 にトータル吹込量制御システムを示す。全ての羽口でのトータル吹込量は、タンクの重量変化率から算出した実吹込量と設定吹込量の偏差に基づいて、式(2)における各羽口の吹込量 W を補償する事により、一定レベルに制御する事ができる。

3.5 粉体流量計

PCI の流量制御は、各羽口に対して、従来の重油吹込みと同じ精度で行いたい。そこで、第2高炉で開発を手がけた固気2相流流量計を本設備にも設置し、吹込量の監視に利用している。その基本原理は次の通りである。粉体流量計の構成図を Fig. 13 に示す。粉体の密度 ρ_s は静電容量で測定される。粉体の速度 V_s は静電容量のゆらぎから相関法で求められる。粉体の重量 W_s は密度 ρ_s と速度 V_s の積で得られる。ロードセルの測定値との比較により、その精度はフルスケールの $\pm 5\%$ 程度である事を確認した。Fig. 14, 15 に微粉炭と鉄鉱石粉のそれぞれの測定結果を示す。

3.6 設備の信頼性と安定性

3.6.1 粉体の安定輸送方法

インジェクション配管内のガス流速は、閉塞のない安定した輸送を保つための、所定の流速以上のレベルに保持しなければならない。この流速を「限界流速」と呼んでいる。この限界流速は粉体の種類によって異なり、本システムの場合、微粉炭と鉄鉱石粉の限界速度はそれぞれ 5 m/s と 11 m/s である。限界流速以下となる時は、搬送ガス流量またはインジェクションタンクの圧力設定値を上げる。

3.6.2 微粉炭による爆発防止対策

各プロセスには、次の安全防爆策がとられている。

- (1) 石炭粉砕乾燥プロセスでは、酸素濃度 12% 以下のイナートガスを搬送用気体として用いている。
- (2) 温度および CO 濃度が危険値を越えた場合には、 N_2 ガスが吹込まれ、温度および CO 濃度は下げられる。
- (3) 発火源をなくすため、金属片除去および静電気帯電除去対策がとられている。さらに、石灰石粉が PCI システムに前もって通

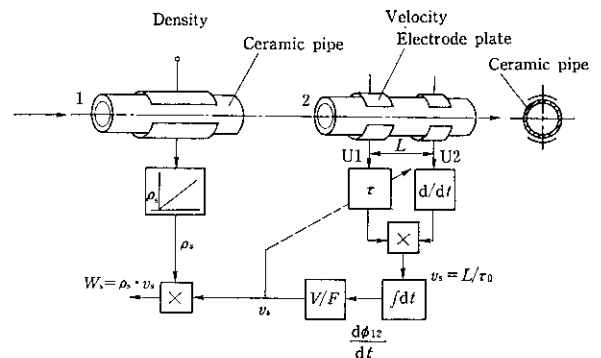


Fig. 13 Configuration of powder flow meter

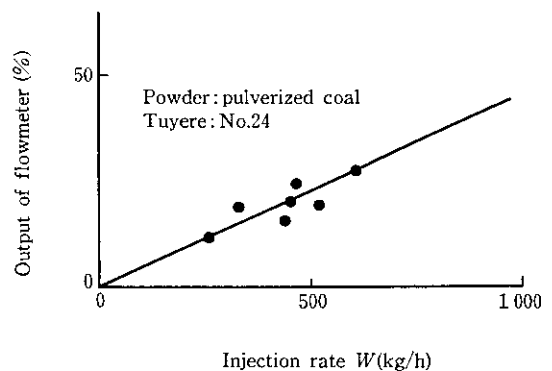


Fig. 14 Measuring result by power flowmeter

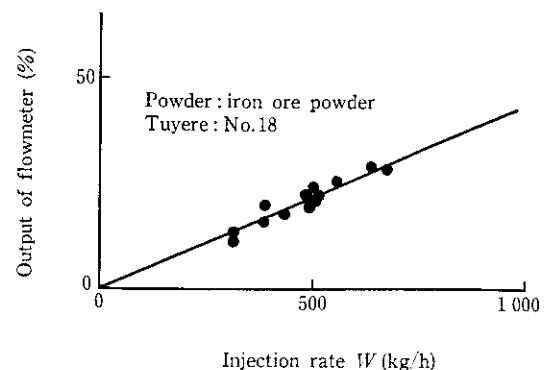


Fig. 15 Measuring result by powder flowmeter

され、各プロセスのコーナー部の dead zone を埋めることにより、微粉炭が堆積しないようにしている。

(4) 万一の爆発時の対策として、破裂板と爆発弁が要所に取付けられている。

4 PCI 操業

4.1 操業方針

初期操業においては、「PCI 設備のトータルシステムの完成」を基本方針に、以下のような操業を計画した。

(1) 第1段階 (1984年10, 11月):

長期安定吹込みによる設備の信頼性の確認

- ・吹込み量 25 kg/t-p (平日平均)
- ・微粉炭と送風頭熱との置換による低送風温度操業

(2) 第2段階 (1985年1~3月)

PCI の高炉操業への影響の確認

- ・吹込み量 30 kg/t-p (平日平均)
- ・微粉炭とコークスとの置換による低コークス比操業

4.2 操業結果

1984年10月1日に微粉炭吹込み操業を開始し、5日目には計画の 25 kg/t-p に達した。現在まで、各設備とも順調に稼働し、吹込み量の制御も計画通りの精度を出している。

Fig. 16 に、千葉第5高炉の操業推移を示す。第1段階では、安定して微粉炭を吹込むのが目的であり、吹込み初期は設備トラブル等を想定し、ore/coke 比を上げずに微粉炭吹込みに対する熱補償は風熱を低下させる事で対処した。その後、設備トラブルは皆無であり、信頼性が高い事が確認されたので、風熱を上昇させると共に

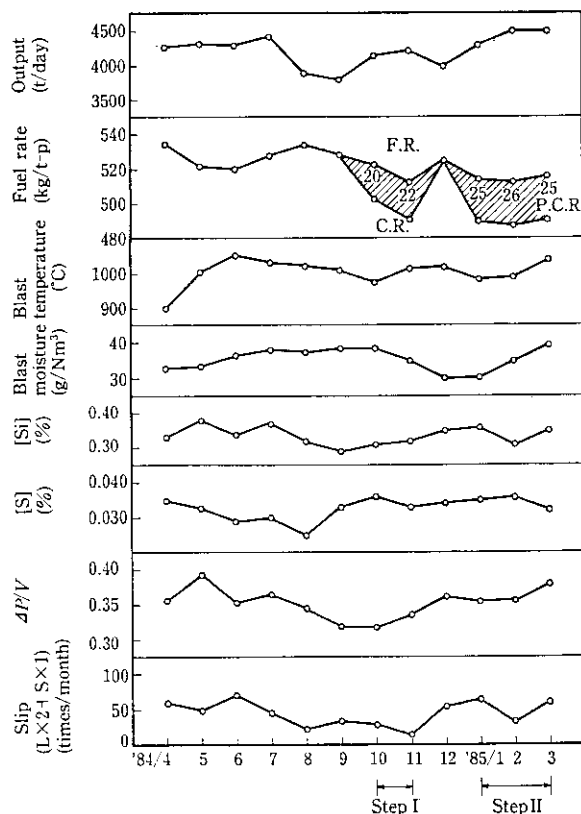


Fig. 16 Operational results

Table 2 Actual replacement ratios of pulverized coal to coke

	All Coke	PCI Coal A	PCI Coal B	PCI Coal C
Coke rate (kg/t-p)	524.9	481.4	480.4	482.0
Pulverized coal rate (kg/t-p)	0	34.1	29.5	29.1
Fuel rate (kg/t-p)	524.9	515.5	509.9	511.1
Sinter ratio (%)	78.6	74.7	76.8	75.9
Slag rate (kg/t-p)	320	303	310	309
Coke ash (%)	11.2	11.2	11.4	11.5
Blast moisture (g/Nm³)	38.5	30.0	39.8	39.6
Blast temperature (°C)	1026	987	1016	1080
Corrected coke rate (kg/t-p)		496.9	497.8	497.3
Corrected replacement ratio (kg-coke/kg-PC)		0.82	0.92	0.95

Table 3 Coal analysis values

	Total moisture	Ash	Volatile matter	Total sulfur	Fixed carbon (%)
Coal A	6.6	9.8	34.3	0.59	55.9
Coal B	8.1	8.0	36.8	0.62	52.7
Coal C	7.5	7.5	34.7	0.60	57.8

ore/coke 比を増し、炉熱調整を行った。

1985年1月以降、第2段階の微粉炭吹込み操業では、吹込み量を最高 35 kg/t-p まで増やし、コークス比を低下させた操業を行った。この期間のコークス置換率は Table 2 に示す。補正置換率は、装入原料条件および送風条件で補正した値で、0.82~0.95 kg-coke/kg-coal であった。Coal A~C はこの期間に使用した石炭で、その性状を Table 3 に示す。補正置換率は灰分の低い炭種ほど大きくなった。

4.3 羽口吹込み精度

各羽口の吹込み量は、式(2)を用いて制御するために、羽口間の分配制御性はすぐれている。Fig. 17 に各羽口の設定吹込み量に対する実測吹込み量の誤差を示す。各羽口への分配精度は、最大吹込量の $\pm 3\%$ 以内、 $\sigma=1.6\%$ であり、計画時の目標値を達成した。一方、微粉炭のトータル吹込み量に対する制御を Fig. 18 に示す。設定したトータル吹込み量に対して、実測値のバラツキは $\pm 1\%$ 以内に収まり、計画時の目標値を達成した。また、設定吹込み量の変更に対しても迅速に対応でき、高炉の炉熱調整手段として本設備が非常に有効である事を確認した。

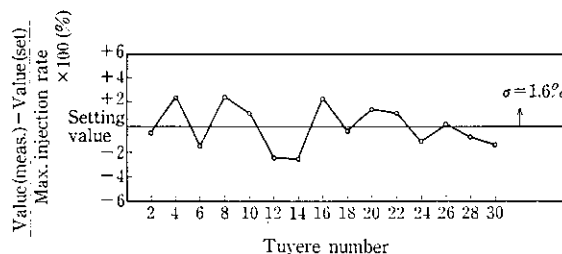


Fig. 17 Distribution of injection rate at each tuyere

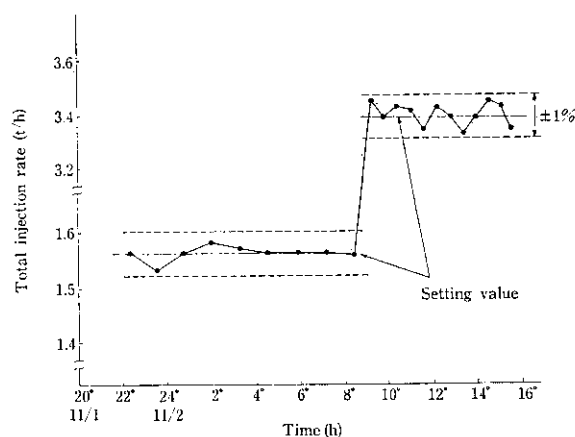


Fig. 18 Deviation of total injection rate from setting value

5 結 言

千葉第5高炉に設置された PCI 設備は、空気輸送による粉体吹込プロセスであり、微粉炭に加え、鉄鉱石粉、炭酸カルシウム、乾燥ダスト等の吹込も可能である。その設備の特徴は次の通りである。

- (1) トータル吹込量の精度は最大吹込量の $\pm 1\%$ である。
- (2) 各羽口への任意吹込量制御ができ、かつ、その精度は最大吹込量の $\pm 3\%$ である。
- (3) マイクロコンピュータを用いた DDC を導入し、CRT オペレーションによる自由度の大きい吹込量制御が可能である。
- (4) 設備はコンパクトで、建設、操業および保全コストが安価である。
- (5) 信頼性の高いインジェクション装置である。

PCI 設備は、1984年10月1日完成後、順調に稼動し、一般炭の吹込みにより、 $0.82 \sim 0.95 \text{ kg-coke/kg-coal}$ のコークス置換率が得られ、かつ安定した高炉操業を維持している。

最後に、本 PCI 設備の開発にあたり、デンカエンジニアリング株式会社の御協力をいただきました。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) S. Sakurai, H. Takahashi and A. Suemori: "Injection of Coal as Auxiliary Blast Furnace Fuel," *Ironmaking and Steelmaking*, 10 (1983), 3, 137-142
- 2) S. Sakurai, M. Saino, H. Marushima and H. Obata: "Kawatetsu-Denka Process (KD-P) Pulverized Coal Injection System." *Fachberichte Hüttenpraxis Metallweiterverarbeitung*, 22 (1984), 10, 924-929
- 3) 化学工学便覧, pp. 101~102, [丸善]
- 4) M. Saino, M. Yoshimoto, Y. Serizawa, E. Akimoto, Y. Sakaguchi and Y. Watanabe: "New Pulverized Coal Injection System for Chiba No. 5 Blast Furnace," Paper presented at the 44th AIME Ironmaking Conference, Detroit, April 1985