

## XV 製鉄所におけるばいじん・粉じん大気汚染防止技術

■1994. 11～1994. 12, 中国, 中国北京環境局, 短期派遣

今井三博

### 1. 一般的環境改善設備事例にみる集じん設備システムの種類

途上国においても、公害、作業環境の悪化などによる問題点が大きくクローズアップされている。しかし、問題解決を担う集じん装置にも関心は大きいものの、なかなか設置するまでには結びつかないのが現状である。これはあくまでも集じん装置が付帯設備だからであろうか、それとも装置そのものが大げさでスペースや費用が取れないためであろうか、どちらにしても集じん装置を設置しないで最終的に困るのは、地球上に存在しているすべての生物である。人間は其中で自分で自分の首を絞め、人間の我儘で地球上の生物に多大な迷惑をかけ続けて来た。地球上の生物の一員としてもう少し地球に優しい環境づくりができないものだろうか。

本稿では当社が手掛けてきた集じん装置のシステムについて説明する。

**表 13.1** 及び**表 13.2** に示すように、対象となる作業別、吸引する物質別に集じん装置のスタイルにもさまざまなものがある。

表 13.1 作業別集じん装置の選定

作業の種類		研磨・切削	サンドショットプラスト	粉碎・混合	篩分	輸送						鑄造	鉸山・碎石工	煤煙防止	その他																
						袋詰	梱包	輸送	運搬車	ベルトコンベア	パケットコンベア				包装	袋詰	各種篩機	粉碎機	各種木工機	カッタドリル	鑄込型こわし	砂処理	各種木工機	ポイラ	電気炉	焼却炉	キルン・乾燥	溶射・溶接用	射撃	裁断	防糸・紡績
対象設備		研磨盤	旋盤	フライス盤	各種篩機	ミキシングロール	各種篩機	袋詰	包装	輸送	運搬車	ベルトコンベア	パケットコンベア	包装	袋詰	各種篩機	粉碎機	各種木工機	カッタドリル	鑄込型こわし	砂処理	各種木工機	ポイラ	電気炉	焼却炉	キルン・乾燥	溶射・溶接用	射撃	裁断	防糸・紡績	
吸込フード	型型型 型型型 型型型	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
集塵装置	サイクロン・バグフィルタ併用	□	□	□	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	バグフィルタ	□	◎	◎	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	サイクロン	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	洗淨	ベンチュリスクラバ	△	△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ワイヤフィルム	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	サイクロンスクラバ	△	×	×	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△
	電気	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表 13.2 各種集じん装置の性能比較

型 式	バサグイフクロンタ併用	バッグフィルタ	(サイクロン)	(高性能サイクロン)	洗 浄			電 気		電気集塵併用	サイクロン	慣性集塵	重力集塵
					スベクラチバユリ	フイオルムタ	サイクロン	2 段型	コットレル				
原 理	濾過 + 遠心力	濾 過	遠心力	遠心力	洗浄	洗浄	洗浄	静電	放電	洗 浄 放 電	慣性	重力	
発生箇所の粉塵濃度	大小	○ △	△ ○	○ △	○ △	△ ○	△ ○	△ ○	× ○	○ △	○ △	○ △	○ △
最小捕集粒度 (μm)		0.1	0.1	20	5	0.5	0.5	5	0.01	0.01	0.01	10	100
集 塵 率 (%)		99.8 ~ 99.99	98.0 ~ 99.99	75 ~ 90	80 ~ 95	98	95	95	95	95	99.9	80	70
圧 力 損 失 (mmH <sub>2</sub> O)		150 ~ 300	50 ~ 150	80 ~ 100	100 ~ 200	300 ~ 500	150 ~ 250	100 ~ 200	15 ~ 20	5 ~ 20	100 ~ 200	10 ~ 80	5 ~ 20
設備費	装置本体付帯設備	中 -	中 -	小 -	小 -	中大	小中	小中	大大	大大	大特大	小 -	中 -
運 転 経 費	粉末回収の可否	中可 不要	中可 不要	小可 不要	中可 不要	大不可 多量	中不可 中	大不可 多量	小不可 要	大不可 要	大不可 多量	小可 不要	小可 不要
用 途	適	多粉体・多塵量のゆるい場合	μ粉程度量以10下g	粉粒体の大きい	同 左	の親水性水溶性	同 左	同 左	清浄空気	煤煙除去	同 左	も粒の大きい	同 左
	否	多湿い場合(水分)の	同 左	激付着性の粉塵	同 左	撥水性の粉体	同 左	同 左	大粉の塵場合度			繊維片状・	同 左

## 1.1 バグフィルタ

現在、集じん装置の中でもっともポピュラーなタイプで、含じんガスを濾布の表面で濾過してダストを分離する装置である。力学的には、拡張、慣性衝突、そえぎり、重力などが利用される。

濾布は円筒形または平板型に加工され、何本かをまとめる形で必要濾布面積を得るようにし、一室から教室のバグハウス内にセットされる。濾布表面に付着したダスト層は自らが濾過膜となるが、時間とともに厚くなり、一定限度でエアームしくは機械振動により払い落とす。(図 13.1、写真 13.1)

### <特徴>

- a) 払い落とし機構が確実に作動し、濾布に粉じんの堆積し過ぎることがない。従って、安定した運転ができ、集じん率が高く圧力損失が低くなる。
- b) 濾布が長時間の使用に耐えるように、粉じんによる負荷を直接受けない特殊構造になっているため寿命が長い。
- c) 吸引、濾過、払い落とし、粉じん取り出しをすべて自動化し、運転ミスによる粉じんの再飛散の事故を防ぐ防止をしている。
- d) 乾燥していればどんな厄介な粉じんでも完全に集じんし、公害の心配がないため応用範囲が広い。
- e) 24時間連続でも1日に30分の間欠運転でも最高の性能と経済性を発揮できる。

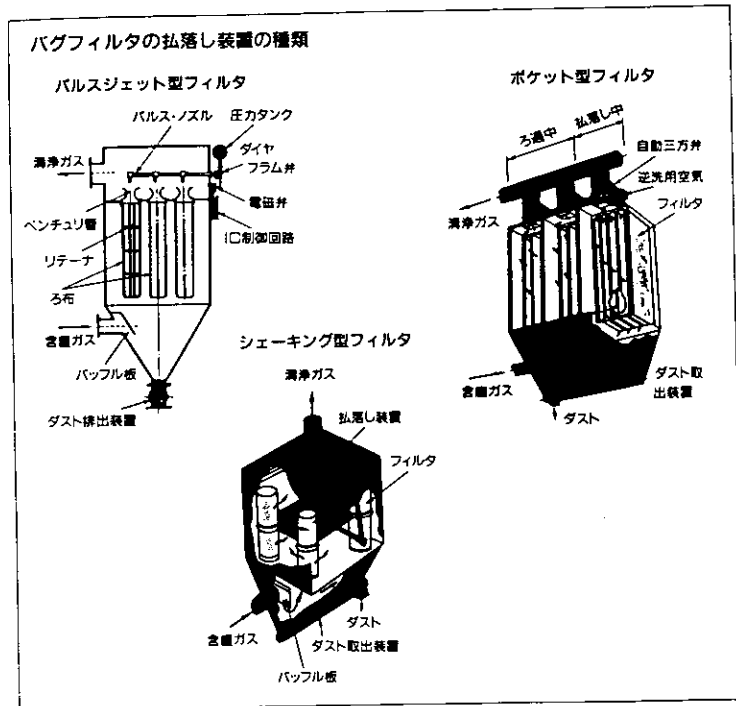


図 13.1 バッグフィルタの払落し装置の種類

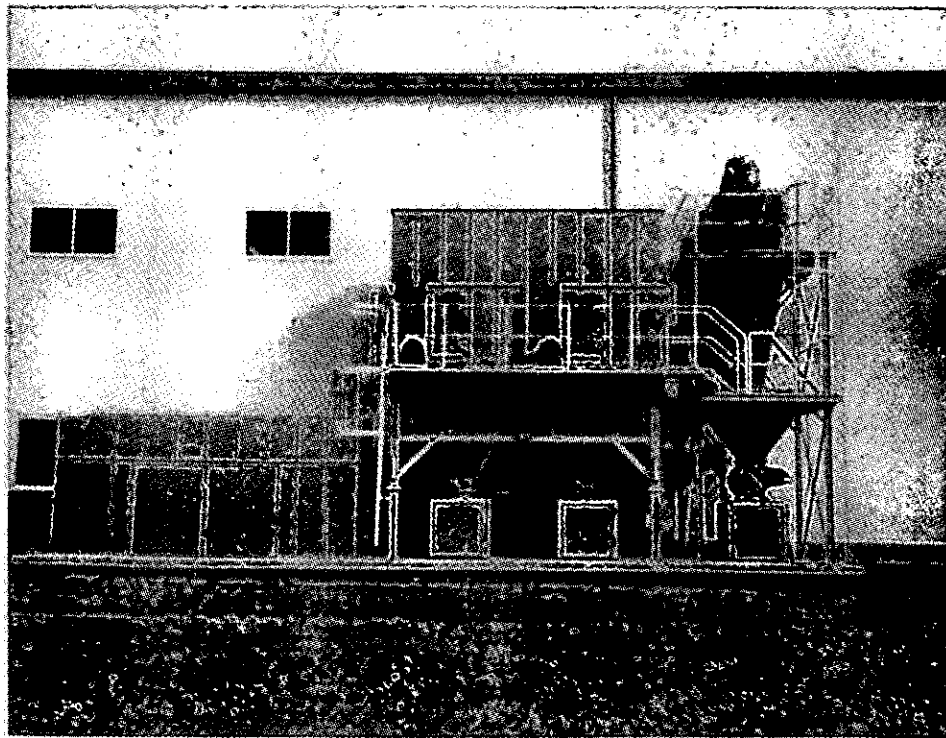


写真 13.1 型式 BF-200 型 研磨機用集塵装置

## 1.2 サイクロン

集じん装置として古くから数多く用いられているタイプで、構造が簡単のため用途によっては非常に有効な方式である。

含じんガスを円筒内で旋回させ、その遠心力でダストを外壁側へ追出し、サイクロン側壁にそって落下させる。このとき、ダスト(粒子)に作用する遠心力は重力に比し 500~2,000 倍となり、重力の場ではほとんど沈殿しない細粒のうち、5  $\mu$  m以上の真比重の大きな粉じん補集にもっとも適し、バグフィルタの前処理などで多く用いられる。

(図 13.2、写真 13.2)。

### <特徴>

- a) 製作費が安く構造が簡単なわりに性能がすぐれている。
- b) 処理ガス量のわりに小さなスペースで据え付けられる。
- c) 比較的高温度にも使用できる。
- d) 粉じん量の多い場合はとくに有効である。
- e) 可動部分を伴わないので保守、点検が容易。

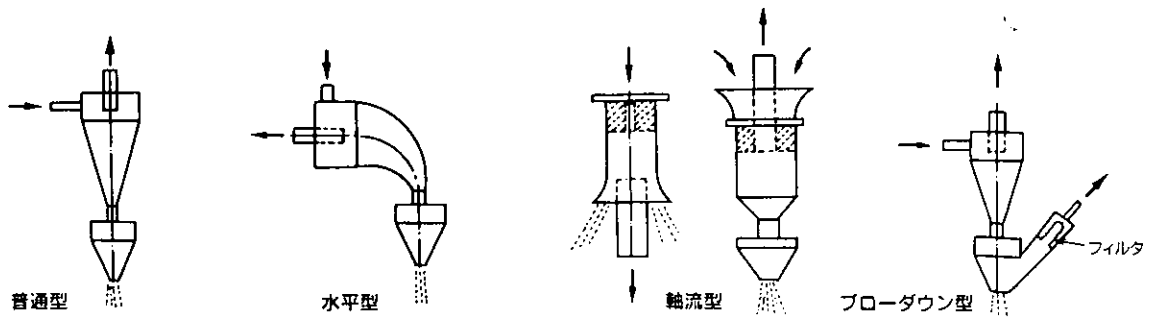


図 13.2 サイクロンのいろいろ

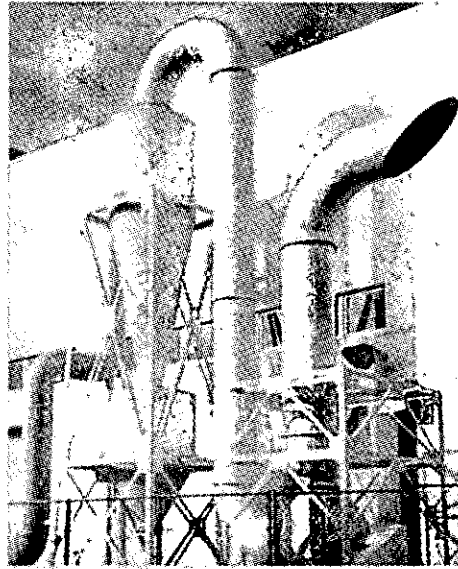


写真 13.2 型式 CY-100 型 切断機用集じん装置

### 1.3 スクラバ

スクラバは水または水に適当な添加物を加えた液で含じんガスを洗淨し、液滴、液膜に粉じんを付着させて補集する。従って、ガス中に含まれる有害ガス成分の吸収除去や化学的中和処理を行うことができる。

集じん原理は、①粉じん粒子と液滴との慣性衝突、②高濃度領域から低濃度流域への拡散効果か、③凝集作用などの総合効果と考えられる。スクラバは単に空気中の粉じんや有害ガスを水中に移しかえるだけの装置であるため、補集された粉じんと有害ガスを水と分離する排水処理装置が必要となる。（図 13.3、写真 13.3）

#### <特徴>

- a) 粉じん量が少ない場合であれば、粉じんとガスの同時補集が可能
- b) 高温のガスなどでは、洗淨水により冷却効果も期待できる
- c) さまざまなタイプの洗淨方式があり、使用目的にあわせれば効率も高い
- d) バグフィルタで処理できない、湿気が多い含じんガスの処理も可能



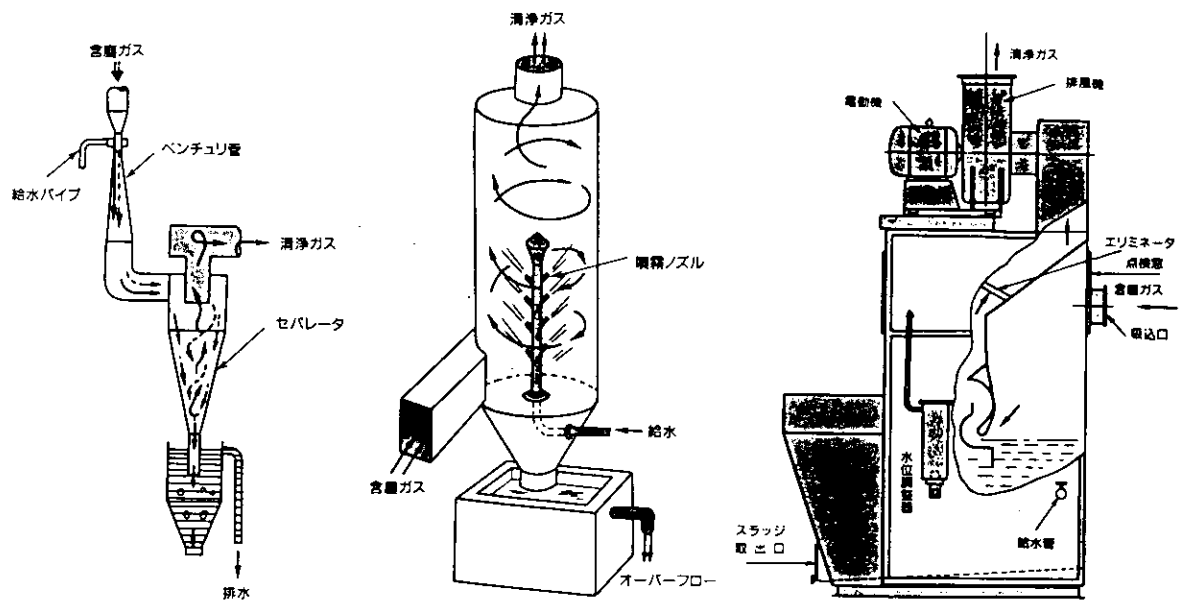


図 13.3 スクラバの代表原理

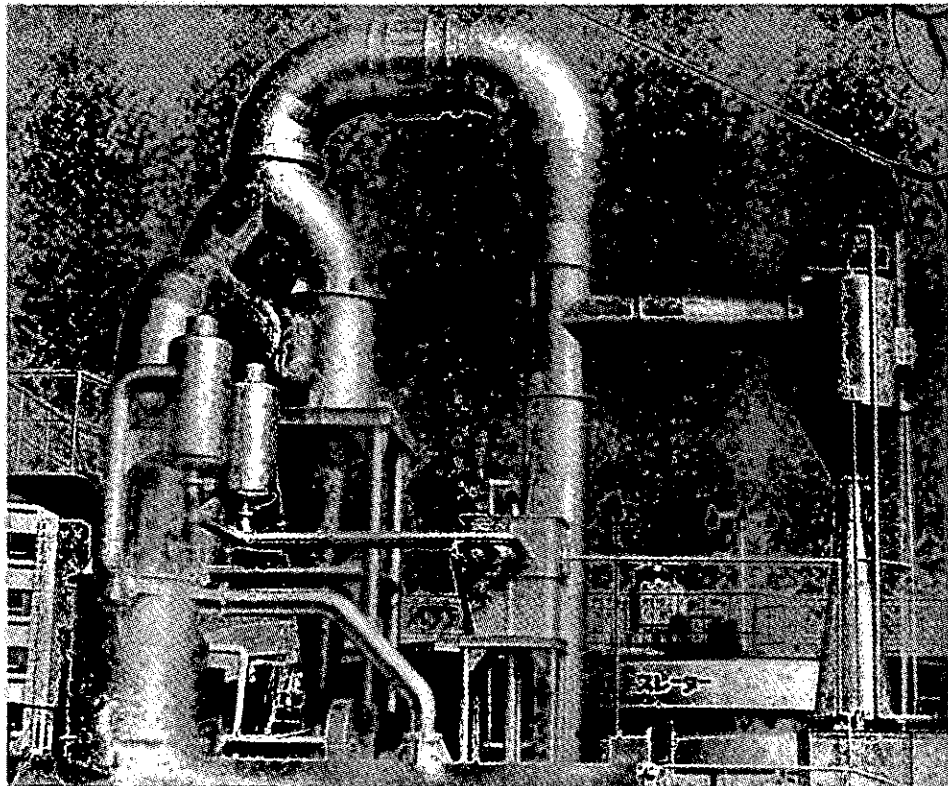


写真 13.3 型式 JS-300 型 ガス処理装置

## 1.4 電気集じん装置

電極間に 15,000～, 70,000V の高電圧を与え、放電極周辺にコロナ放電を起させる。このとき、負イオン、正イオンが発生し、正イオンはただちに放電極に中和され、負イオンが集じん極に向って移動する。ここに岸じんガスを通すと粒子とイオンが衝突し荷電されて電気力が働き、集じん極に分離補集される。古くから広範囲に利用され、バグフィルタと並ぶ高性能の集じん装置である。(図 13.4、写真 13.4)。

### <特徴>

- a) 1  $\mu\text{m}$ 以下の粒子補集において集じん率が高い
- b) 高温のガスの処理に適している
- c) 粉じんの電氣的性質によつて集じん率が変わる
- d) 圧力損失が小さい
- e) 電気抵抗値の極端に高いものや逆に低い粉じんの場合には、乾式集じんでは補修しにくいため湿式タイプを採用する場合もある
- f) 軽量かつ丈夫なFRPにカーボンを複合させて本体を形成し、腐食性ガスの処理に対応できる

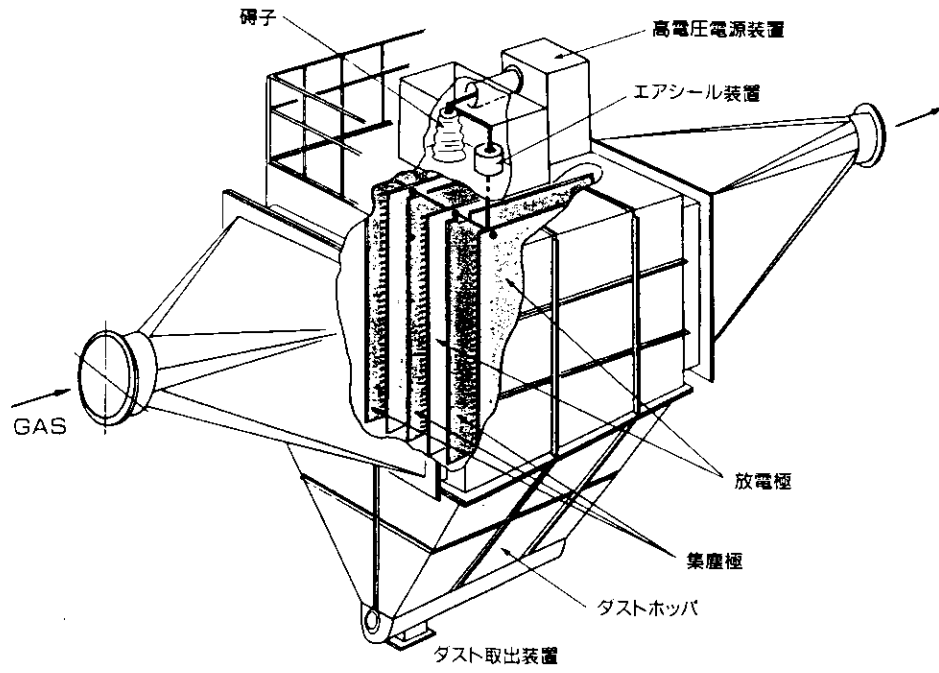


図 13.4 電気集じん装置の原理図

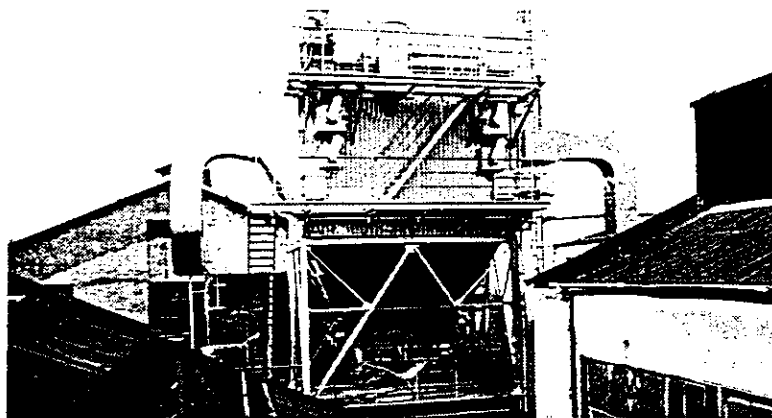
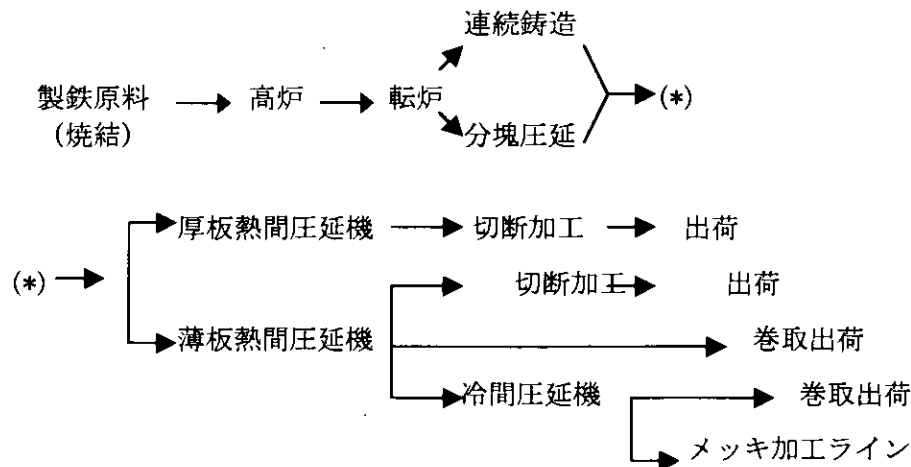


写真 13.4 電気集じん装置設置例

## 2. 製鉄所における環境改善設備

### 2.1 概要

一貫製鉄所の製造工程を一口で言えば、先ず鉱石を高炉（溶鉱炉）で還元して銑鉄を作る。その銑鉄を製鋼工場で脱炭して鋼を作るが、製鋼法には、転炉、電気炉、平炉等の種類がある。高炉から製鋼、圧延までの流れを書いて見ると、下のようなフローになる。



先ず、製鉄原料工場では鉱石ヤードの受払設備、鉱石の粉碎及び振り分け設備、高炉への送り出しコンベヤがあり、各々の設備において発じんするため集じん装置が必要である。焼結工場では、鉄鉱石の微粉と高炉煙道の粉じんとが高炉に装入しやすい形にかためられる。この工程では低速の移動格子の上に鉱石粉、集じんダスト等鉄を含んだ物質とコークス等の燃料を混ぜたものがのせられ、点火されるようになっている。燃烧ガスはこの移動格子を吹き抜け、煙突へと導かれる。この燃烧排ガス中には  $SO_2$  と多量のばいじんが含まれるため集じん装置が必要である。

高炉では、約 60%の鉄を酸化物として含む鉱石を還元して銑鉄を作る。高炉の中で鉱石に含まれている不純物はある程度取り除かれる。この銑鉄はさらに転炉、平炉、あるいは電気炉に入れ精練される。

高炉には、鉄鉱石にコークスと石灰石が交互に装入される。燃烧を促進するために熱風を羽口より吹き込む。1 トンの銑鉄を得るためには、鉱石 1.7 トン、コークス約 0.5 トンのほか、石灰石、スラグ、スケールも合せて装入する。高炉々内で鉱石中酸素と炭素が反応し大量の高炉ガスが発生する。このガスは、湿式集じんされた後、高炉熱風炉及び各工場に燃料として供給される。次に高炉で溶解された銑鉄が高炉下部の出銑口から流れ出て、レール上にある鍋車で受けて搬出される。出銑口近辺からの粉じんは一番粉じんの量が多

く、さらに桶を伝って鍋車に注ぐところでも発じんする。これ等発じん箇所すべてに対応するため高炉鑄床集じん装置が必要である。

高炉に用いられるコークスは粘結炭及び非粉結炭を混合し、コークス炉で乾留されて作る。副産物回収工場で分離される留出品は売却され、残ったガスはコークス炉ガス脱硫装置を通して脱硫した後、コークス炉の加熱、及び他の工場全般への利用に供される。コークス炉上における装炭、でき上がったコークスの取出し、冷却の各操作の間に煙とかガスが逃げ出すので、装炭車集じん装置及びガイド車集じん装置により捕集しなければならない。コークス炉は、通常の状態では密閉されているが、炉扉の閉鎖が不完全なために煙とかガスが漏れる恐れがあるため、炉扉シールの維持管理を十分行う必要がある。

次に、製鋼工程では屑鉄、銑鉄を炉の中に入れ、精練により銑鉄中の余分な炭素を取り除く。平炉では液体もしくは気体燃料を用いて溶かす。不純物はスラグの形になって取り除かれる。炉の中に酸素を吹き込むことにより製鉄時間の短縮、燃料の節減、鋼鉄の生産量の増加をはかることができる。酸素の吹き込みを行うと煙と粉じんの発生も同時に増加するため集じん装置が必要である。

塩基性純酸素転炉製鋼法は、転炉の上部から高圧酸素を吹き付ける方法である。本法では、溶融浴の表面に高速で酸素が吹き付けられるため、強烈な攪拌が行われ、酸素と銑鉄とが完全に混合される。この際、酸素と銑鉄中炭素が反応し多量のCOと粉じんを含むガスが発生する。このガスは炉外で燃焼させて排出するケースと、高濃度のCOを未燃焼で回収し他の工場の燃料として供給するケースがある。いずれの場合も集じん装置が必要である。

電気炉は普通鋼及び、特殊合金鋼の製造に用いられている。特殊鋼を製造するためにはいろいろな合金成分（ニッケル、クロム、マンガン等）が加えられる。熱源は炉の天井を貫通して装入されている直接電弧型電極によって供給される。最近ではスクラップの溶かし込みの率及び均一性を増大させるためと、電力消費を節減するために酸素が用いられている。電気炉においても溶けた鉄と酸素が激しく混じり合うため大量の酸化鉄粉じんが発生するため集じん装置が必要である。

精練後、溶鋼は連続鑄造機又は分塊圧延によりスラブ又はビレットに加工され、圧延工程に供給される。連続鑄造により出来たスラブを切断する際、酸素とガスが用いられ粉じんを発生する。

スカーパー（Scarfig-Machine）は、スラブ又はビレットを圧延する前に表面の欠損を取り除くのに使われる。これは鋼鉄の表面に酸素のジェット流を吹き付け、金属表面の薄層を急速に酸化することによって剥離させるものであるが、この場合も酸化鉄による粉

じんが発生する。

圧延工程以降においては、粗熱間圧延、仕上熱間圧延時の発じん、圧延成品の切断加工（ノコ、金剛石、ガス、プラズマレーザー）時の発じん、冷間圧延時のオイルミストの発生、また連続酸洗設備や連続鍍金設備における酸ミスト等の発生がある。

その他の付帯設備では、石灰工場での発じん、各種溶解炉鍋の内側に張ってある耐火レンガの張り替え作業時の発じん、耐火レンガの切断加工の発じん等がある。

以上、製鉄所における発じん、発生ミスト、発生ガス等の概要を説明した。高炉をもっている設備は、世界でも設備が大型化するため大手企業が殆どであるが、企業規模が小さくなると電気炉製鋼が多くなり、比較的小さな町で全国的に散らばっている。

東南アジアは高炉製鋼は少ないと思うが、電気炉製鋼所の場合は、一貫工場の中で[高炉+転炉]を[電気炉]に置き換えれば後工程は同じであると考えてよい。

なお、日本の場合、電気炉製鋼の殆どが棒鋼、型钢、鉄筋、特殊鋼の製造を主としている（但し、東京製鉄(株)は板まで生産している）。

環境改善設備の対象は、以上のごとく種類、方法等が多いため、全てを紹介することはむずかしい。ここでは、代表例として高炉鑄床集じんに関して以下に記している。

高炉铸床用集じん装置

所要風量	7,600 m <sup>3</sup> / min × 2 基	プレダスター	100 m <sup>3</sup> × 1 基
所要静圧	650 mm H <sub>2</sub> O	バグフィルタ	4,100 m <sup>2</sup> × 2 = 8,200 m <sup>2</sup>
所要動力	1,100 kW × 4 p	減速速度	1.74 m / min
台数	2 台	ダストサイロ	90 m <sup>3</sup>
	混練機		

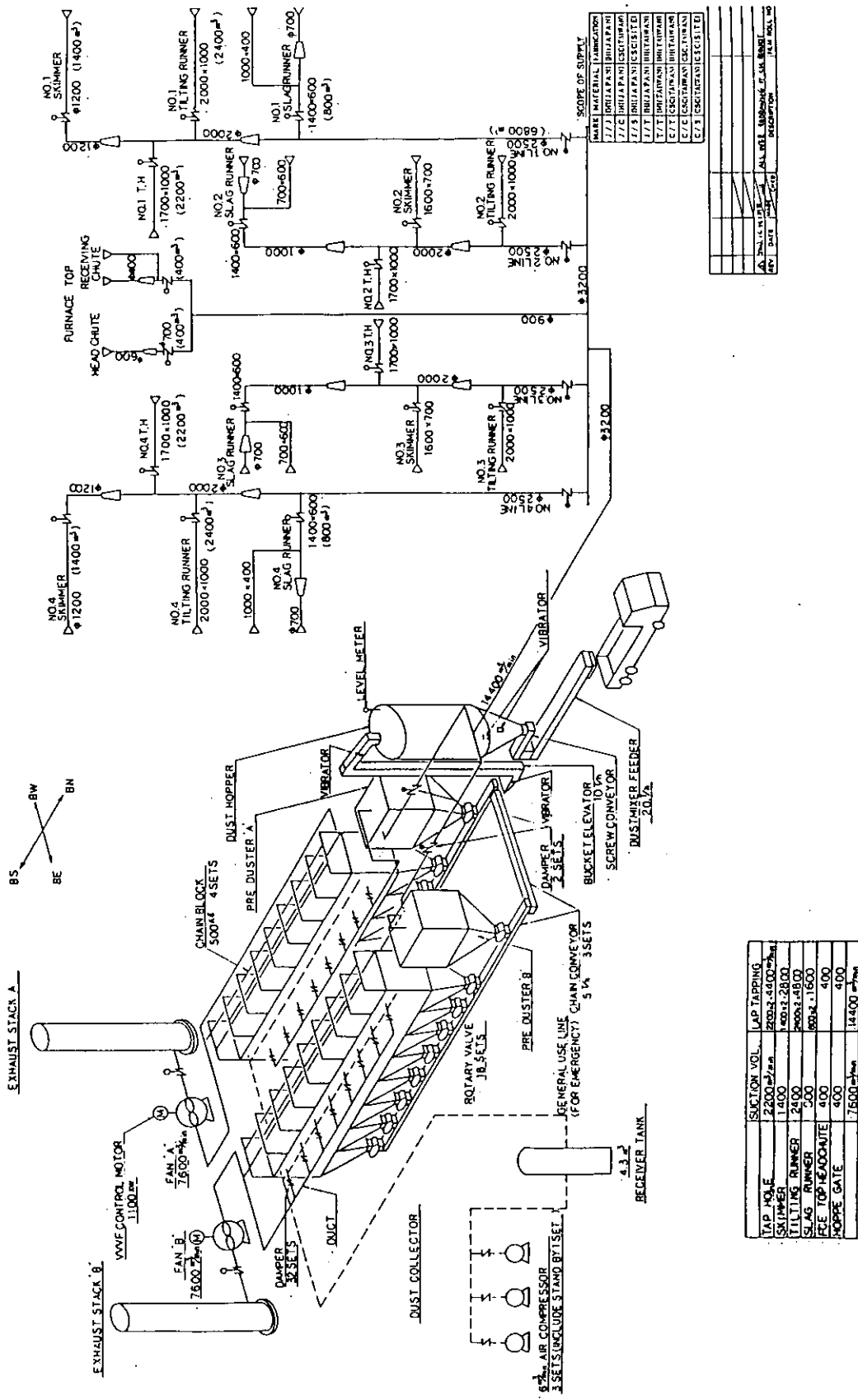


図 13.5 高炉铸床用集じん装置 型式 BF-4000 型 X2 基 (フローシート)

3. 当該技術を途上国に移転する目的途上国の環境改善と地球環境を守るため、会社のPR、将来に向っての商談、引き合いをもらうためのe t c

#### 4. 導入方法

技術提携

現地の機械メーカーの合併会社の設立または技術提携

5. 公害防止機器に関する技術については我が国と欧米との差はほとんどない

#### 6. 当該技術に関する情報一覧

社団法人産業環境管理協会

中央労働災害防止協会

社団法人日本作業環境測定協会

公害対策技術同友会

労働基準調査会

日本保安用品協会

化学工業社

環境庁環境法研究会

社団法人日本空気清浄協会

環境新聞社

環境産業新聞社

労働省（労働衛生課、安全衛生課、環境改善課）

環境技術研究会

財団法人放射線安全技術センター

高圧ガス保安協会

日本経営出版会

この文章のうち、一部は上記の参考書より引用したものがああります。

以上