

技 術 資 料

集塵装置の選定と保全実例*

高 橋 孝 吉**・桜 田 利 雄***

The Methods of Selection and the Practical Examples of Maintenance

Kōkichi TAKAHASHI and Toshio SAKURADA

1. ま え が き

当社では神戸市の誘致もあり、昭和 32 年に鉄鋼第 2 次合理化計画工事の一環として、神戸市灘区灘浜地区の埋立地に、鉄鋼一貫の製鉄所を建設する計画をたて実施に移していった。

昔から製鉄所は発塵の多い工場とされていたのであるが、当工場建設地の背景は、風光明媚な六甲山、その山麓の高級住宅街、ひいてはわが国屈指の酒造地灘五郷をひかえている。工場建設計画時に、灘五郷の酒造組合から「伝統ある銘酒醸造の生命にかかわる問題である」と工場建設に強い反対を受けた。そこで神戸市は、昭和 33 年 1 月に、市長を委員長として、学識経験者、酒造組合、民間人、当社などから委員を選出し、大気汚染の調査を開始し、当社としては無塵工場の方針をたて、これに向かつて各種の対策を推進していった。煤煙防止対策を推進するにあたっては、まず第 1 に、できるかぎり発塵さ

せないことであるが、工場および諸機械の設計には、常にそれを考慮し、それでもなおかつ発塵する箇所には、防塵設備を施すことにした。

当社では全くの新設であるため、発塵箇所、発塵状況の調査は、製鉄各社の実態を調査するとともに、当時、姉妹会社であった尼崎製鉄所（現在当社鉄鋼事業部尼崎工場）において、長期間にわたって調査を行ない、それぞれの設備に最適の集塵装置の検討を行なった。

ほとんどすべての発塵箇所に集塵装置を設置したが、付帯設備としての基数は 81 カ所、金額にして約 40 億である。このように集塵器に対して、ほとんど完璧を期した結果、工場周辺の大気汚染度は、工場建設以前とほとんど変わらないことが判明しており、今後も大気汚染防止には、努力を払っていく所存である。

2. 神戸工場の設備概要

神戸工場の設備の主なものは表 1 のとおりである。製造の工程は（図 2 神戸工場鉄鋼製造工程略図と集塵器配置図参照）。鉄鋼石は、1 次破碎、2 次破碎並びにスクリーンで整粒され、高炉へ送られる。篩下の粉鉱は、焼結工場に送られ、焼き固められて高炉へ送られる。

コークスは、カッター、1 次スクリーン、2 次スクリーンを通り、高炉へ送られる。高炉に装入された鉄鉱石副原料、コークスは銑鉄と鉾滓になる。

高炉から発生するガスは、ボイラー、熱風炉、石灰焙焼炉の燃料にする。銑鉄は混銑炉、転炉、平炉、電気炉を経て

1. 造塊されインゴットになり分塊工場に送られ、分塊圧延されたものは、それぞれ圧延加工され製品となる。

2. 連続铸造され鋼管工場を経て鋼管に、また、スラブ、ビレットより圧延加工され製品となる。

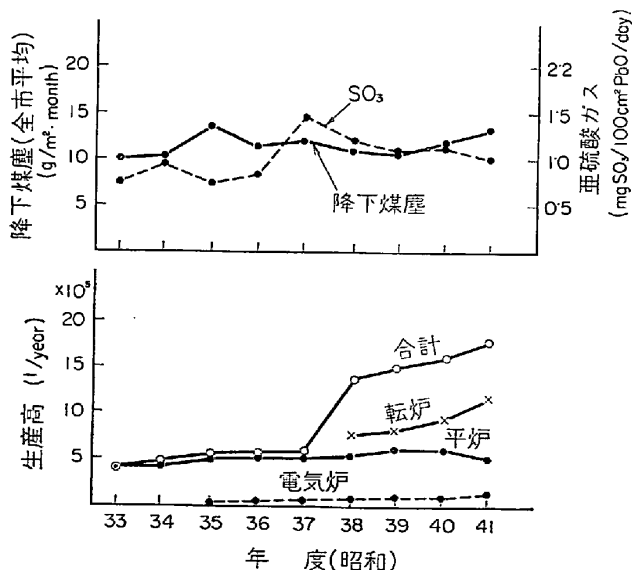


図 1 神戸工場生産高と神戸市降下煤塵、亜硫酸ガス年次推移

* 昭和 42 年 12 月 5 日 受付（依頼技術資料）

** (株) 神戸製鋼所神戸工場 理博

*** (株) 神戸製鋼所神戸工場

表1 神戸工場の主要設備

分類	設備名	基数	型式	能力
運輸設備	主岸壁	2バース	長さ 210m 深さ 9.5m	
	アンローダー (鉱石用)	1バース	長さ 330m 深さ 13m	
	〃	3	走行橋型・水平引込	300 t/hr
	〃	1	〃	700 〃
	〃 (コークス用)	2	〃	100 〃
	スタッカ	6	鉱石用	500 〃
	〃	2	〃	1500 〃
	〃	1	コークス用	140 〃
	ジブローダー	2	鉱石用	400 〃
	〃	2	〃	200 〃
整粒設備	ホイルローダー	1	〃	600 〃
	コンベヤー			
	破碎機	1	ジャイレートリークラッシャー	100 t/hr
	〃	1	〃	340 〃
	〃	1	〃	350 〃
	〃	2	ハイドロコーンクラッシャー	140 〃
	〃	2	〃	150 〃
	〃	2	〃	200 〃
	〃	2	インパクトラクラッシャー	250 〃
	コークスカッター		〃	150 〃
	スクリーン		リップルクロー	300 〃
	〃		〃	400 〃
	〃		〃	500 〃
	〃		〃	600 〃
	〃		ルーズロッドデッキ	300 〃
製鉄設備	No 1 高炉	1	フリースタンディング鉄骨鉄皮式	750 t/day
	No 2 〃	1	〃	1200 〃
	No 3 〃	1	〃	2500 〃
	送風機	1	電動ターボブロー	3500 〃
	〃	1	スチームターボブロー	4000 〃
	〃	1	スチームSRMブロー	4500 〃
	〃	2	蒸気軸流単筒型	10000 〃
	鑄鉄機No 1	1	パターソン式	50 〃
	〃 No 2	1	ステイショナリーローラー式	150 〃
	焼結設備No 1	1	ドワトロイド式	500 〃
	〃 No 2	1	〃	1500 〃
	ペレット設備	1	グレートキルン型	3000 〃
製鉄設備	転 炉	3	純酸素上吹	60 t/回
	平 炉	8	塩 基 性	45 〃
	電気炉	1	〃	60 〃
	混鉄炉 (転炉用)	2	傾 注 式	1300 t (最大)
	〃 (平炉用)	1	〃	600 t (〃)
	連続鑄造	2	垂 直 式	20000 t/month
圧延設備	第2分塊工場	1 式		50000 t/month
	第3 〃	〃		100000 〃
	第3 線材工場	〃		線材 8000 〃
	第4 〃	〃		棒鋼 6500 〃
	第5 〃	〃		35000 〃
	第6 〃	〃		10000 〃
	条鋼工場	〃		15000 〃
	小形工場	〃		7000 〃
	鋼管工場	〃		25000 〃

3. 集塵装置の選定の諸条件

集塵器には、サイクロンから電気集塵器に至るまでそれぞれ要求される性能に応じ多種多様なものがあり、これが設置に際しては、どの方式のものを採用するかを決定することは決して容易ではない。せつかく設置した集

塵器が、所期の集塵効率を得ることがなかなかできず、あるいは寿命が意外に短く、また計画時に予想していなかった多額の維持費用を要したり、苦汁をなめた例は、当社の場合も1, 2の例にとどまらない。したがって設置にあたっては、集塵器メーカーの技術的な助言、他社における集塵器の運転状況の調査など、十分な検討を経

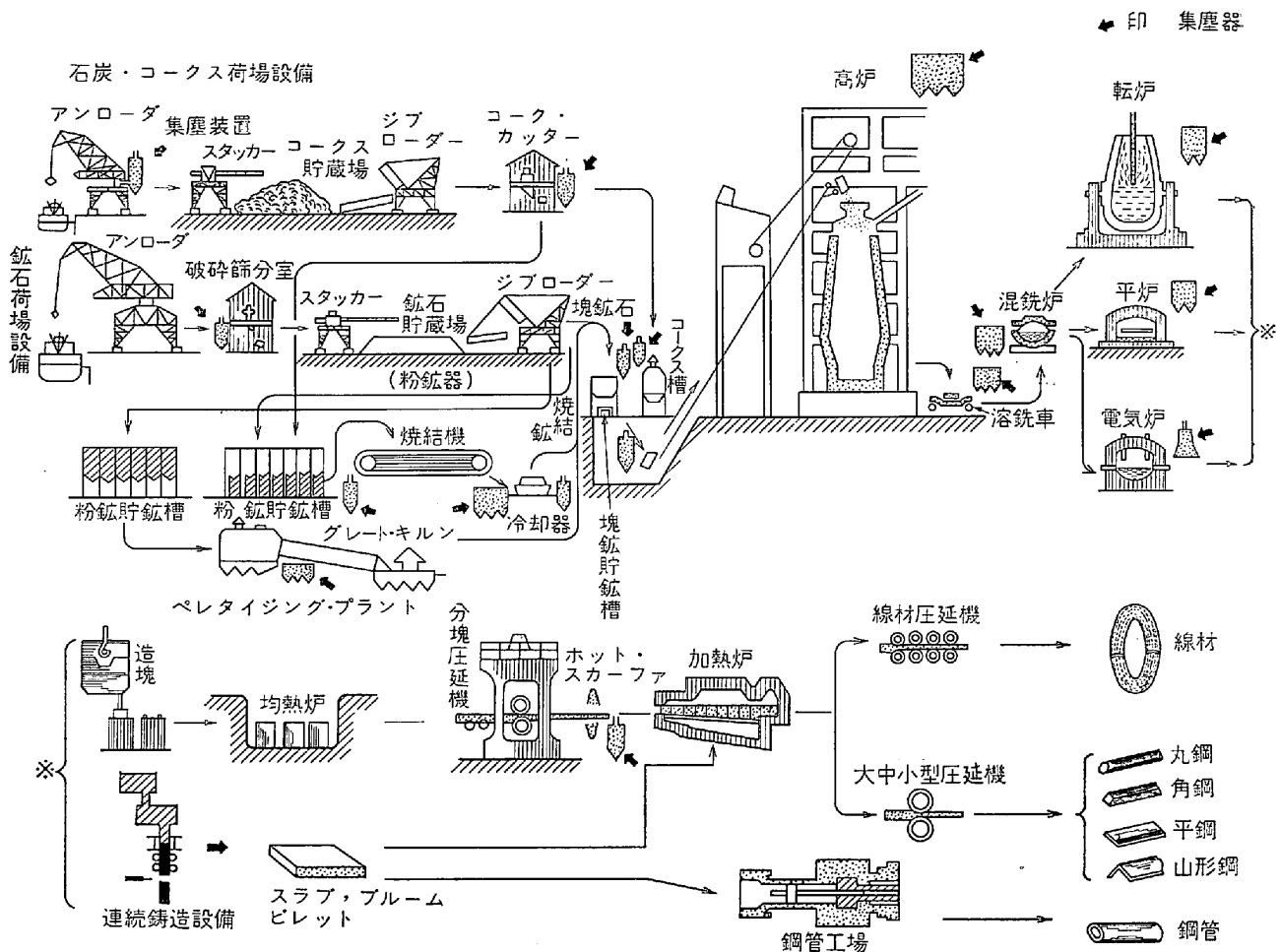


図 2 製鋼一貫製造工程略図と集塵器配置図

て計画を決定する必要がある。

3.1 設備面

3.1.1 重要度

生産ライン内に設置されその休止が主設備の休止を伴う重要な集塵装置は、特に信頼性の高いものであること。このような集塵装置では、休止に至る故障がない場合でも、その効率の低下や変動が、集塵装置の下流に設置された諸設備（排風機、排ガス利用の諸設備など）を著しく害することが多いから、安定した性能が要求される。

3.1.2 要求される効率とその確保性

要求される集塵効率をもつとともに、その効率を長時間維持できるものであること。

3.1.3 稼働率

連続運転の生産設備に付帯し、連続運転される集塵装置は、整備、手入れ、あるいはダストの排出などが運転中に円滑にできるものであること。

3.1.4 品質におよぼす影響

a) 脱塵されたガスを利用するものでは、次工程で要求される清浄度を維持し、バラツキの少ないものであること。

b) 主設備で生産される製品の品質に影響を与える発

塵箇所を設置される集塵装置は、要求すべき性能を十分検討する必要がある。

3.1.5 価格

集塵装置は生産設備でない場合が大半であり、その設備は製品のコスト・アップにつながるものであるから設備費の安いものが望ましいが、寿命、操業費用などもよく調査、検討する必要がある。

3.1.6 製品のコストに占める割合

製品コストに見合うものであること。

3.1.7 寿命

集塵装置は劣悪な環境下（腐食性ガス、高温、高湿、摩耗）で操業されるものが多いので、一般に寿命が短い場合が多い。排ガスの性状にあつた集塵装置を選ぶとともに、特に腐食、摩耗に耐える構造、性能を有する必要がある。

寿命（オーバーホールまでの寿命を含め）は集塵装置の設置される主設備の寿命に合ったものであることが望ましい。

3.1.8 設置のスペース

設備のスペースは広い面積を要しないほうが望ましいが、スペースを主体においた無理な設計は避けるべきで

あるし装置だけでなく、修理保全のスペース、付帯設備のスペースも考慮されるべきであり、特に水処理装置を設ける場合は、できる限り集塵器の近くに設置されることが望ましい。また排出ダストの位置なども付近に支障のない配慮が大切である。

3.1.9 付帯設備の有無

排出処理設備、電気設備、後処理設備の少ないものが望ましい。

3.1.10 回収ダストの利用運搬

回収されるダストは、事後の処理にできるだけ適したもの、すなわち、回収ダストの取り扱い運搬が便利であり、回収ダストが利用できる場合は利用に適した状態で捕捉されるものを選定することが望ましい。

ダスト排出装置については、排出作業に際し、ダストが飛散しない構造になっているか、その作業性かどうかを十分検討する必要がある。

3.2 含塵気体

3.2.1 温度

温度が低いほど、能率がよいが乾式の場合、ガス成分の露点の問題もあり高温の含塵ガスを冷却することは十分な検討を要する。

3.2.2 湿度

乾式集塵、特に汙布を使用するものについては、湿度は能力を大きく左右する場合がある。すなわち湿度の上昇により汉布の圧損の増加、および破損ならびに集塵装置本体、ダストなどにダストの付着堆積がある。

3.2.3 流速

a) フードの流速

発塵源および浮遊ダストを、いかに捕捉するかであるが、周辺の大気風速、ダストの発生量、飛散速度などに影響をうけ、またフードの形状によっても異なってくるが、ダストの粒度：量：比重を十分考慮しないとダストの捕捉が完全にできないことになる。

b) ダクト内の流速

フードから吸引するダストはダクト内に堆積しないよう集塵器まで運ばれなくてはならない。そのためにはダストの性状および配管状態が問題となる。各フードおよびダクトの風速は、それぞれに簡単なダンパーを取り付け、風量調節を行なうのが便利であるが、ダンパー部にダストの堆積摩耗が生じるので注意を要する。

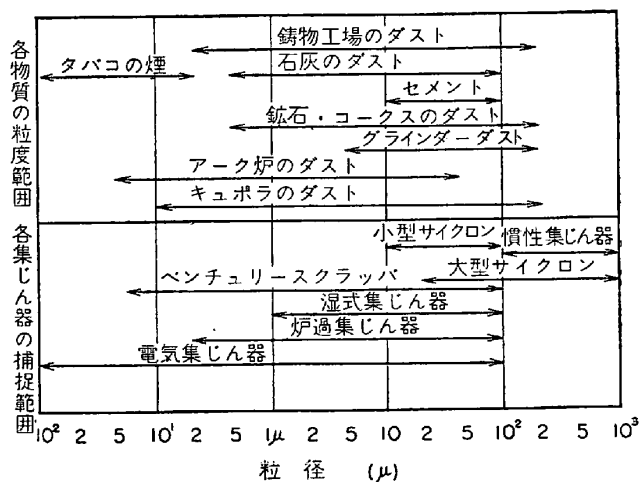
3.2.4 風量

フードの形状、含塵気体の流速などから決定される。

3.2.5 ダスト濃度

発塵源から集塵装置に搬入されるダスト濃度は、集塵器の効率、粒度分布などを勘案し、濃度の高いものを処理する場合は、前処理集塵を考慮の必要があり、総合集塵効率の向上を計る。捕捉されたダストが多量となるとダスト排出装置が過負荷となる場合があり、この面の検討も必要となってくる。

表2 各種物質の粒度範囲とそれに対応する集塵器の捕捉範囲



3.2.6 粒度分布

選定に際して重要な要素で、重量分布で表示される。重量分布は、通過率と残留率の2方法があり、通過率はある粒子径より小さい粒子群の割合を示し、残留率は、ある粒子径より大きい粒子群の割合を示すものである。この粒度分布により各集塵器の特性から最適集塵器を選定すればよい。(表2参照)

3.2.7 ダストの形状

乾式集塵装置のバッグフィルターなどでは、ダストの形状が問題となる。角張った形状のダストは汉布の繊維中に浸透した場合、相当激しくシェーキングを行なっても離脱しないため短時間で圧損が増大するなどの現象の原因となることが多い。その他、設備の摩耗などにも大きく影響する。

3.2.8 吸湿性

ダストの吸湿性は選定要素として重要なもののひとつである。その吸湿の程度により使用集塵器の適否が決定されるが、非常に吸湿性の良いものは、乾式のバッグフィルターなどでは汉布の吸湿にまで進展し、効率に影響するし、吸湿したダストがダスト中に沈降し、蓄積する場合もあり、なかには蓄積したものが硬化し、ダクトおよび集塵器の機能を著しく低下させることがある。

適当な吸湿性(親水性)のものは、一般に集塵が容易であり、親水性の悪いものは乾式集塵装置に頼るしかないが、湿式を採用した場合、微粒子になるほど捕集困難となる。

3.2.9 腐食性

ダストおよびガスによつては、腐食を考慮しなければならない場合がある。硫黄を含む排ガスについては、ガス温度が露点まで低下すると硫酸となり腐食が問題となる。その他、使用水による腐食などが生ずる。

3.2.10 その他

a) ダストの嵩比重

b) ダストとガス量の変動

などが挙げられる。

3.3 安全と運転、保全

3.3.1 安全

爆発性のガス、粉塵に対しては防爆と爆発弁、有害性のガス、粉塵に対しては気密性の十分確保されたもの、運転、保守に対しては作業者の安全なことが必要である。

3.3.2 保全性

調整、修理などの作業が簡単にできるものが望ましいのはもちろんであるが、放置したまま長時間の連続運転が可能であること。

3.3.3 測定の容易性

温度、ガス流速、流量、圧力、サンプリングの容易な測定孔が考慮されていることが必要である。

表 3 集塵器の選定条件

選 定 の 条 件		
項 目	特 記 事 項	
設 備 上	重 要 度	生産ライン内に設置できる信頼性の有無
	効 率	長期間の維持
備	稼 動 率	調整、点検、整備、清掃が容易で休止、故障のないこと
	品質におよぼす影響	圧力損失、清浄度の維持、効率のバラツキ小なること
上	価 格	円/m ³ /min 安価
	寿 命	腐食、摩耗に耐えること、生産設備との見合
設 置	ス ペ ー ス	流量に対し小さいこと、付帯設備の程度
	付 帯 設 備	少ないこと
回 収	ダ ス ト の 利 用	容易なこと
	の 利 用	
ガ ス お よ び ダ ス ト	温 度	低温で処理、露点の問題
	湿 度	吸湿性のダストに対し、温度との関係
	流 速	周辺大気風速、発生範囲と量、比重
	フ ード	飛散速度
	ダ ク ト	比重その他ダストの性質、配管形状
	ダ ス ト の 量	$Q_s = 60 \times A \times V^*$
	濃 度	前処理の要、不要
	粒 度	集塵器の選定
	分 布 状 態	摩耗、汙布からの離脱
	吸 湿 性	材料、ライニングの検討
運 転 ・ 保 全	腐 食	爆発性のものに対して防爆、
	比 重	中毒ガスには気密
保 全	安 全	
	全 定 理 動 費	
測 定	後 振 動	
	運 転 保 全	

* A : フードの開口面面積 (m²)

V : フードの開口面の平均流速 (m/sec)

3.3.4 後処理

捕捉したダストの排出装置以降についても考慮が望ましく、集塵器によつては、排出装置は備わっているが、それ以後については全く考慮されていないと思われるものがある。

3.3.5 音、振動

音、振動に対しては、新設当初および相当期間運転され、能力が低下した時点でのこともあわせ考慮すべきもののひとつである。

3.3.6 運転、保全費

最少限にできるものを選定すること。

以上選定の条件をまとめると表3のようになる。

4. 神戸工場における集塵器の配置、構造、機能

貯鉱場などでは、いかに防塵を行なうか、ということでは、初歩的なこととして、

a) できるだけ発塵させないように取り扱う

b) 掃除、散水を行なう

が考えられる。

鉄鉱石の粉鉱に散水した場合水の浸透は図2のごとくで、この水分が乾燥した後で、これらの鉄鉱石の状態が固化するものは発塵の心配がなく、粉状であれば風が吹くと発塵する。

コークス系のベルトコンベヤーでは粉塵が飛散しないよう、全長カバーを行なっている。

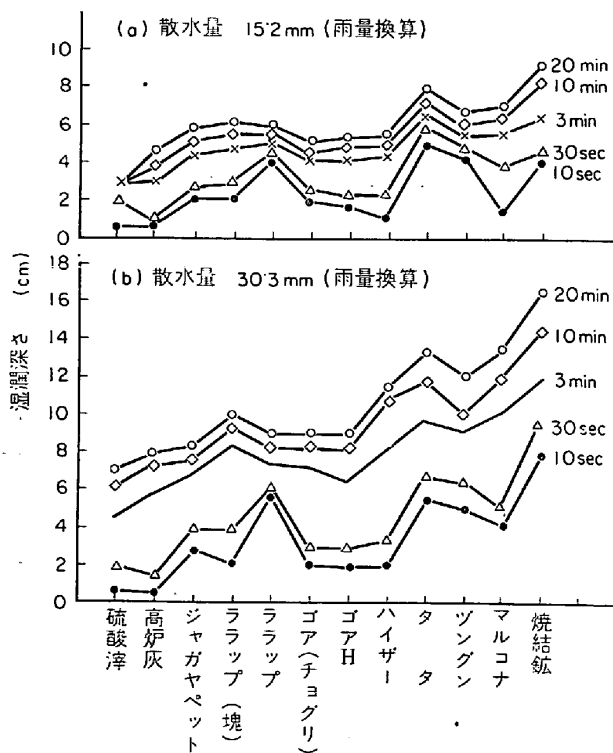


図 3 散水した水が一定時間内に浸透する湿潤深さと各粉鉱石の関係

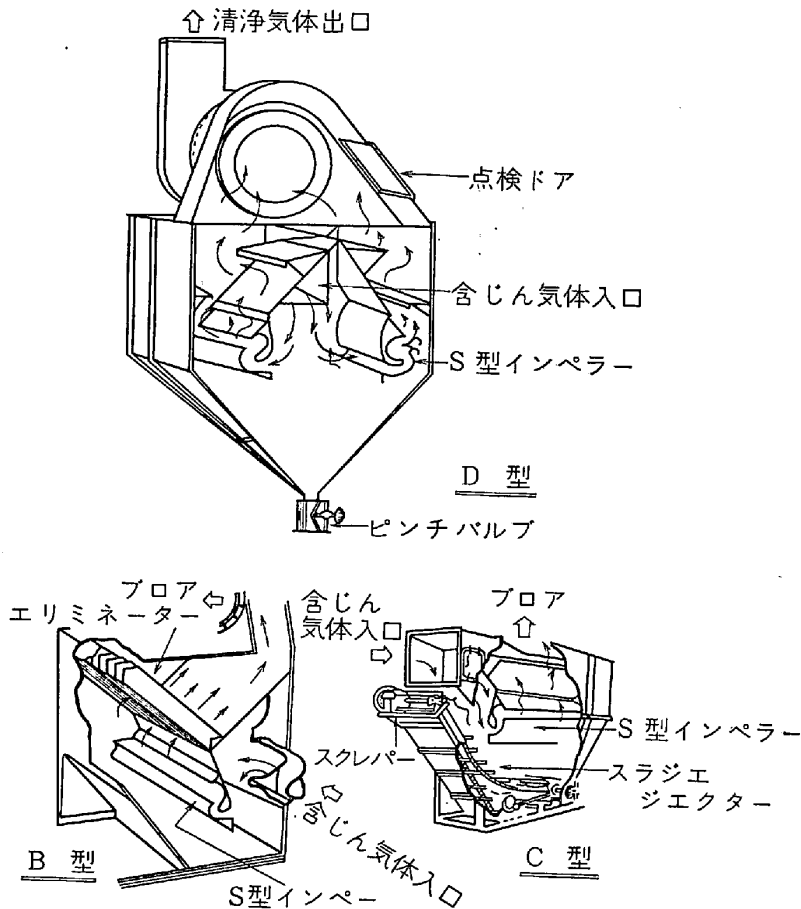


図5 洗浄集塵器

に期待し、マルチクロンを採用した。

ところが、マルチサイクロンで捕捉できる粒度には限界があるため、排出ガス中のダスト量が $0.2\text{g}/\text{Nm}^3$ の成

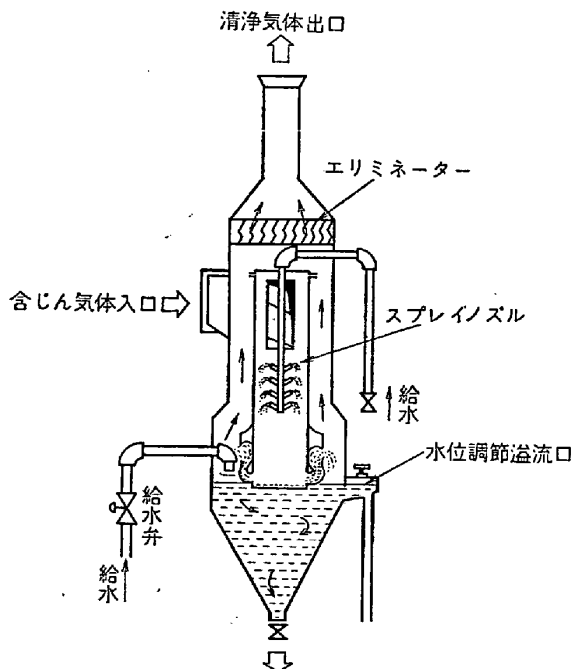


図6 洗浄集塵器

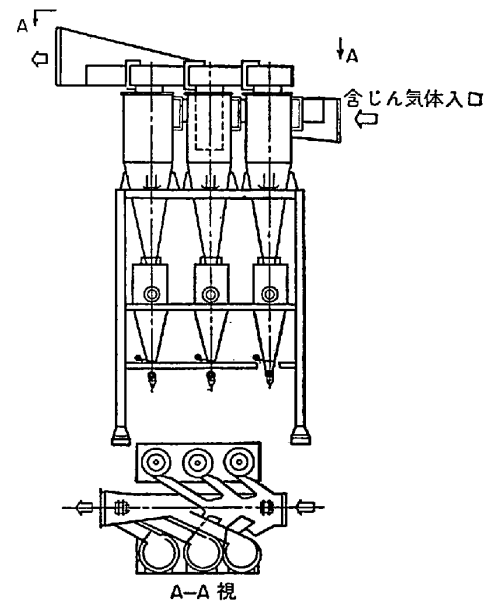


図7 マルチクロン

績で全く期待を裏切った結果となつた。そこで綿フィルターを試用したが、試運転では非常に良好な集塵効率を示し、排出されるガスの色も全く無色であつた。しかし時間の経過とともに圧損が急激に上昇の傾向を示したので、シェーキングを行ない、運転とシェーキングを数サイクル行なつた時点で全く運転できなくなつた。綿フィルターの運転時間と圧

損の関係を図 11 に示す。

次にコークスのダストは親水性が悪いといわれているが、実際どの程度か湿式で処理を試みることにした。湿式の集塵器としては、HSを採用したが、効率としてはかなりの成績であり運転が容易となつた。しかし排水の

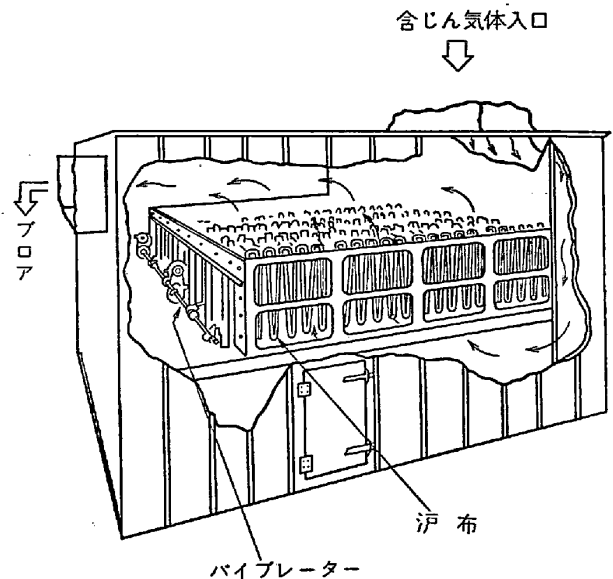


図8 汙布集塵器

表4 各集塵装置の仕様と費用

No	設備区分	集 塵 装 置				排 風 機		ダスト処理	備 考	設備費 (万円/年)
		型 式	圧 損 (mmAq)	給水量 (t/hr)	効 率 (%)	風 量 (m ³ /min)	風 圧 (mmAq)			
1	鉱石1次破砕室(西)	乾式サイクロン 湿式除塵器	70 130	2.5	80 95 } 99	at 30°C 240	250	スラッジエジェクター		1.92 m ³ /min
2	鉱石2次破砕室(西)	乾式サイクロン 湿式除塵器	70 130	12.6	80 95 } 99	at 30°C 1100	250	"		1.64 "
3	コークス1次スクリーン室	乾式マルチクロン 湿式除塵器	150 150	3.0	90 95 } 99.5	at 30°C 330	350	スクリーコンベヤ ↓ パグミル		1.85 "
4	コークス2次スクリーン室	乾式マルチクロン 湿式除塵器	150 150	3.0	90 95 } 99.5	at 30°C 700	350	"		1.00 "
5	1高炉コークスサイロ	乾式マルチクロン 湿式除塵器	150 150	6.0	90 95 } 99.5	at 30°C 465	460	スラッジエジェクター		1.84 "
6	1高炉スキップピット	乾式サイクロン 湿式除塵器	100 100	3.6	95 95 } 99.8	at 30°C 200	240	"		1.93 "
7	No 1 鉱石秤量車	バグ・フィルター	200	—	98	at 30°C 200	240	下部沈降室より 随時とりだす		1.45 "
8	No 2 鉱石秤量車	バグ・フィルター	200	—	98	at 30°C 200	240	"		" "
9	1高炉ガス系(1)	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロップパー 予冷洗浄器 タイゼン洗浄器	80	— — — 30.0 40.0	99.9	at 35°C 1110		乾式ダストはスクリーコンベヤおよびパグミルにて取り出す 湿式はシクナーに圧送		10.00 "
10	1高炉ガス系(2)	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロップパー 予冷洗浄器 タイゼン洗浄器	80	— — — 30.0 40.0	99.9	at 35°C 1100		乾式ダストはスクリーコンベヤおよびパグミルにて取り出す 湿式はシクナーに圧送		10.00 "
11	1高炉鋳床場	冷却洗浄器 ロータクロン	70 130	2.0	99.5	at 50°C 725	300	プレシピテーター		1.02 "
12	1号焼結主排気系	サイクロン(ブローダウンタイプ)	150	—	95	at 120°C 2500	1200	ベルトコンベヤにて返鉱系へ		19.8 "
13	1号焼結冷却器系	乾式ダストキャッチャー ダブブルクロン ロータクロン	50 50 210	40.0	99.5	at 200°C 1700	700	乾式はネコ車にて回収 湿式はシクナーに圧送		2.32 "
14	焼結各所防塵系	ロータクロン	210	40.0	99.5	at 50°C 1320	330	シクナーに圧送		1.01 "
15	No 1 コークスアンローダー	エアーマットダストアレスター	30	—	94.0	at 30°C 500	300	ホッパーよりトラックにてフリーズに混合	現在使用せず水湿による発塵防止採用	21.9 "
16	No 2 コークスアンローダー	エアーマットダストアレスター	30	—	94.0	at 30°C 600	350	"	"	2.17 "
17	No 2 鋳鉄機	湿式除塵器	150	10.0	95	at 150°C 900	200	プレシピテーター		0.86 "
18	鉱石1次破砕室(東)	ロータクロン	150	2.0	98.5	at 30°C 1000	290	スラッジエジェクター		1.11 "
19	鉱石2次破砕室(東)	ロータクロン	150	2.0	98.5	at 30°C 450	270	"		1.44 "
20	焼結配合槽	ロータクロン	150	4.0	98.5	at 40°C 120	200	シクナーに圧送		1.20 "

No	設 備 区 分	集 塵 装 置				排 風 機		ダスト処理	備 考	設 備 費 (万円/年)
		型 式	圧 損 (mmAq)	給水量 (t/hr)	効 率 (%)	風 量 (m³/min)	風 圧 (mmAq)			
21	焼結返鉱運搬系	ロータクロン	150	10.0	99	at 40°C 420	275	シクナーに圧送		1.09 m³/min
22	2 号 焼 結 主 排 気 系	マルチクロン	125	—	85	at 120°C 5500	1200	ベルトコンベヤー にて返鉱系へ		17.2 "
23	2 高 炉 貯 鉱 槽(東)	ロータクロン	150	2.0	99	at 30°C 1000	290	スラッジエジェク ター		19.8 "
24	2 高 炉 貯 鉱 槽(西)	ロータクロン	150	2.0	99	at 30°C 1000	290	"		19.8 "
25	2 高 炉 コークスサイロ	乾式ダブルクロン 湿式除塵器	90 150	10.0	80 95 } 99	at 40°C 540	330	プレシピーテーター		17.6 "
26	2 高 炉 スキップピット	乾式マルチクロン 湿式除塵器	90 150	13.0	80 95 } 99	at 30°C 740	330	"		14.5 "
27	2 高炉ガス系 (1)	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロップパー 湿式電気集塵器	80	— — — 465	99.9	at 30°C 1572		乾式ダストはスク リューコンベヤー よびバグミルに て取り出す 湿式はシクナー に圧送		19.5 "
28	2 高炉ガス系 (2)	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロップパー 湿式電気集塵器	80	— — — 465	99.9	at 30°C 1572		"		19.5 "
29	焼 結 排 鉱 部 系	慣性集塵器 ロータクロン	30 150	75	20 98 } 98.4	at 40°C 2500	290	シクナーに圧送		2.35 "
30	2 高 炉 鑄 床 場	冷 却 洗 浄 器 ロータクロン	80 150	2.2	70 95 } 98.5	at 150°C 1250	340	スラッジエジェク ター		1.54 "
31	混 鉄 炉 (1)	冷 却 洗 浄 器 ロータクロン	80 150	30	70 95 } 98.5	at 40°C 1440	340	"		1.64 "
32	転 炉 頂 部 バ ン カ	エアーマットダスト アレスタ	30~90	—	99	at 30°C 130	220	シュートよりトラ ック		3.84 "
33	転 炉 排 ガス系 (1)	乾式電気集塵器	35	15 (スタビ)	99.8	at 150°C 2000	190	ポッパよりトラ ックでベレット原 料へ		45.1 "
34	炉 材 工 場	ロータクロン	150	2.5	99.5	at 30°C 595	335	スラッジエジェク ター		1.82 "
35	1 号 焙 焼 炉 排 ガス系	L P スクラバー セパレーター	170 80	14	98.5	at 40°C 350	2000	—		1.09 "
36	2 号 焙 焼 炉 排 ガス系	L P スクラバー セパレーター	170 80	14	98.5	at 40°C 350	2000	—		1.09 "
37	石 灰 サ イ ロ 副 原 料 槽	ロータクロン	150	4	99	at 30°C 320	280	—		2.28 "
38	石 灰 排 出 系	ロータクロン	150	4	99	at 30°C 310	240	—		1.55 "
39	石 灰 ベ ル ト コンベヤー系	ロータクロン	150	2	98	at 30°C 100	250	—		2.50 "
40	3 分 塊 ホ ッ ト ス カ ー フ	ベンチュリースクラ バー	1100	60	97	at 40°C 1080	1400	スケールピット	ファン：スクラバ ーをベンチュリー スクラバーに変更	2.35 "
41	3 分 塊 シ ョ ッ ト ・ プ ラ ス ト	サ 湿 式 除 塵 器	70 120	1.0	97	at 30°C 100	250	スラッジエジェク ター		1.95 "

No	設 備 区 分	集 塵 装 置				排 風 機		ダスト処理	考 備	設 備 費 (万円/年)
		型 式	圧 損 (mmAq)	給水量 (t/hr)	効 率 (%)	風 量 (m³/min)	風 圧 (mmAq)			
42	2 号 平 炉	乾式電気集塵器	40	12.0 (スタビ)	99.9	at 150°C 900	250	ホッパーよりトラック		49.1 m³/min
43	3 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
44	4 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
45	5 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
46	6 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
47	7 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
48	8 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
49	9 号 平 炉	"	"	"	"	"	"	"		"
50	電 気 炉	ベンチュリースクラバー	900	80	99.8	at 40°C 382	1300	プレシピテーター		1.85 "
51	小型ショット・ブラスト	サイクロン器	60 125	0	99.9	280	200	ポッパーよりできとりだし		0.71 "
52	1 鋼片ショット・ブラスト	サイクロン	80	0	75.0	at 30°C 60	300	"		1.20 "
53	炉 材 粉 砕 機 (脇浜)	サイクロン ベンチュリースクラバー	70 300	—	99.0	150	800	シクナー		1.93 "
54	1 工作研磨室(東)	サイクロン	80	—	75.0	60	250	ネコ車にて回収		0.84 "
55	1 工作研磨室(西)	サイクロン	80	—	75.0	60	300	ネコ車にて回収		0.84 "
56	1 鋼片ビレット・グラインダー	サイクロン	60	—	80.0	965	350	ネコ車にて回収	移動フードは水封式	1.39 "
57	鉦石 3 次破砕室	ロータクロン	150	2.0	99.0	800	250	スラッジエジェクター		1.21 "
58	コークス 1 次破砕室	ファンスクラバー	80	2.0	99.0	400	80	スラッジエジェクター		0.92 "
59	ペレットエアーセパレーター	1号マルチクロン 2号マルチクロン 3号マルチクロン 電 気 集 塵 器	72 " " 13	—	81.0 " " 99.837	Nm³/min 2170	250	エアーサイドに2原料槽		4.4 "
60	ペレットグレート入口	ロータクロン	140	20	99.0	420	250	シクナー		3.51 "
61	ペレットグレート出口	ロータクロン	140	20	99.0	420	250	シクナー		3.27 "
62	ペレットグレート排気部	マルチクロン	100	—	75.0	7000	450	トラックにて回収		0.78 "
63	ペレット輸送系	マルチクロン ロータクロン	40 150	40	40.0 99.0	1650	400	シクナーに圧送		3.72 "
64	ペレット・コンスタント・フィーダー	ロータクロン	140	5.0	99.0	420	330	シクナーに圧送		1.21
65	3 高炉ガス系	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロッパー 湿式電気集塵器	15~25		99.9	(at 35°C) 2.080	150	乾式ダストはスクリーコンベヤーおよびパグミルにて取出す 湿式はシクナーに圧送		9.69

No	設 備 区 分	集 塵 装 置				排 風 機		ダスト処理	備 考	設 備 費 (万円)
		型 式	圧 損 (mmAq)	給水量 (t/hr)	効 率 (%)	風 量 (m ³ /min)	風 圧 (mmAq)			
66	3 高 炉 ガス系	乾式第1除塵器 乾式第2除塵器 乾式マルチクロン ダスト・ドロッパー 湿式電気集塵器	15~25		99.9	(at 35°C) 2080	150	乾式ダストはスク リューコンベヤー よびバグミル にて取出す 湿式はシクナー に圧送		9.69 m ³ /min
67	3 高 炉 鋳床場	ロー ト ク ロ ン	150	40.0	99.0	1620	260	シクナーに圧 送		2.78 "
68	3 高 炉 スキップピット	ロー ト ク ロ ン	150	2.0	99.0	(at 20°C) 1100	330	スラッジエジェク ター		1.36 "
69	3 高 炉 貯 鉄 槽	ロー ト ク ロ ン	150	25.0	99.0	(at 40°C) 1100	280	シクナーに圧送		1.82 "
70	3 高 炉 コークス・サイロ	ロー ト ク ロ ン	150	2.0	99.0	(at 20°C) 1050	260	スラッジエジェク ター		1.42 "
71	転炉排ガス系 (2)	乾式電気集塵器	40	—	99.9	2170		ホッパーよりト ラックでペレ ット原料へ		20.4 "
72	混 鉄 炉 (2)	ロー ト ク ロ ン	154	2.0	99.0	(at 40°C) 1440	270	スラッジエジェク ターよりシクナーに	取釜フード・エヤ ーカーテン併用	2.36 "
73	3 号 焙 焼 炉 排 鉱 部	ハ ン シ ン H J	150	10.0	99.5	390	320			1.25 "
74	3 号 焙 焼 炉 排ガス系(1)	サ イ ク ロ ン	90	—	75.0	200	450			0.95 "
75	3 号 焙 焼 炉 排ガス系(2)	サ イ ク ロ ン	90	—	75.0	400	450			" "
76	3 号 焙 焼 炉 排ガス系(3)	サ イ ク ロ ン	90	—	75.0					" "
77	2 高 炉 炉 頂	マ ル チ ク ロ ン	70	—	65.0	700	220			0.85 "
78	ペレットディスク ・フィルター	ハ ン シ ン H J	150	5.0	99.5	360	360			1.95 "

「註」 設備費=集塵器本体+付帯設備

表面には、コークスの微粒子が浮遊し、親水性の悪いことを実証したが、一応所期の目的を満足させてくれた。だが排水をどう処理するかが問題として残された。

5.2 コークスアンローダー集塵装置

コークスアンローダーで、船から荷揚げする場合、クラブバケットによりアンローダーのホッパーに、コークスを投入するが、ここでダストが発生する。このためにいろいろ検討の結果、ダストアレスターを採用することになった。ホッパー上面は、ダストの飛散を防止するためにエヤーカーテンを設けた。

運転開始後、圧損が増大するので点検したところ、汙布に捕捉されたダストが完全に離脱しないことが判明したのでシェーキングの頻度を増したにもかかわらず圧損が増大し、所期の運転時間に達せず運転不能となり、汙布の取り替えを行なった。特に降雨時および雨期になると汙布の収縮ならびにコークスダストの水分の増加もあつて、この傾向がはなはだしい。

この設備は、汙布の取り替え、その他保守面でも非常に煩雑で、運転、保全担当当事者が敬遠しがちで労の多い割に効があがらず、稼動を停止させた。

図 12 は集塵器の運転状況を示したものである。

しかし荷揚げ時のコークス粉塵の飛散を放置してはおけないので、荷揚げ作業前、作業中に船内のコークスにスプレィを行ない、さらにアンローダーホッパーに水爆による発塵防止法を採用してやつと粉塵飛散の解決をみた。この方法はコークスだけでなく鉱石荷揚げにも採用し成功している。この散水の効果はこれのみに止まらずコークス鉱石のしめりによつて、ベルト輸送系および破碎室、スクリーン室での発塵を極端に少なくしている。その反面、ベルト、スクリーンのいたみが早いという苦情もきかれるが実施してから間がないため確実なことは不明である。

5.3 ホットスカーフ集塵装置

圧延工程の第1段階である分塊工場で、ホットスカー

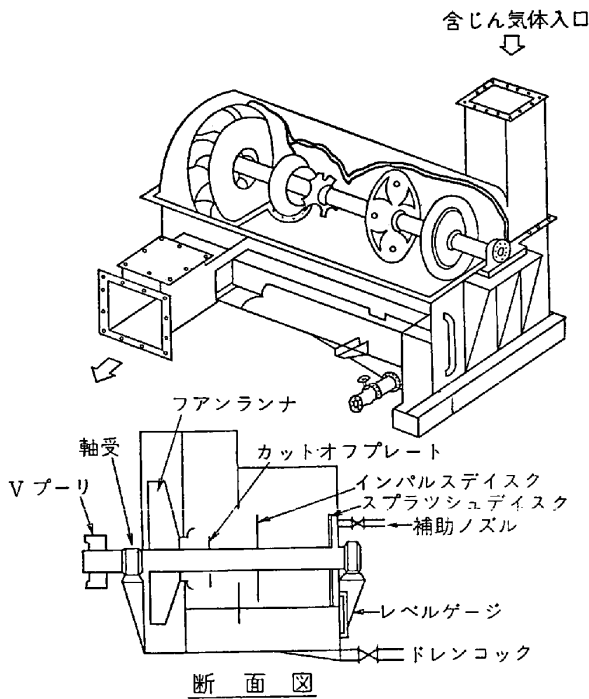


図 9 洗 浄 集 塵 器

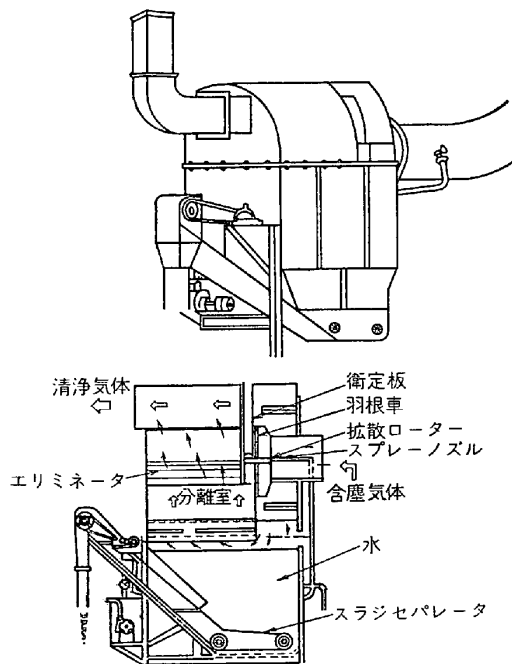


図 10 洗 浄 集 塵 器

フを行なう際に、非常に微細なダストが発生するので、これの処理として設備費および設置面積の都合でロートクロンW型を採用したが、この型式では 0.05μ 程度の微粒の捕捉ができなかった。

そこで蒸気によるダストの凝集をはかつたり、また使用水に凝集剤の添加もしてみたが好結果を得られなかった。現在は自社製のベンチュリースクラバーを設置し良好に稼動している。

煙突よりの排煙は肉眼では見えない程度である。

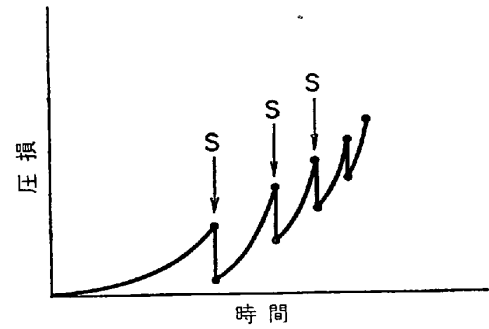


図 11 綿フィルターの運転時間と圧損の関係

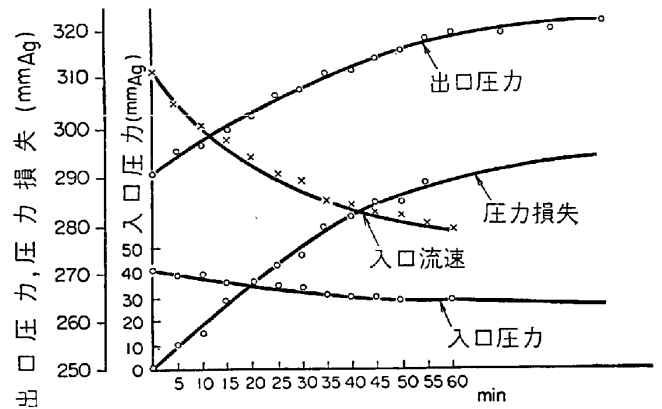


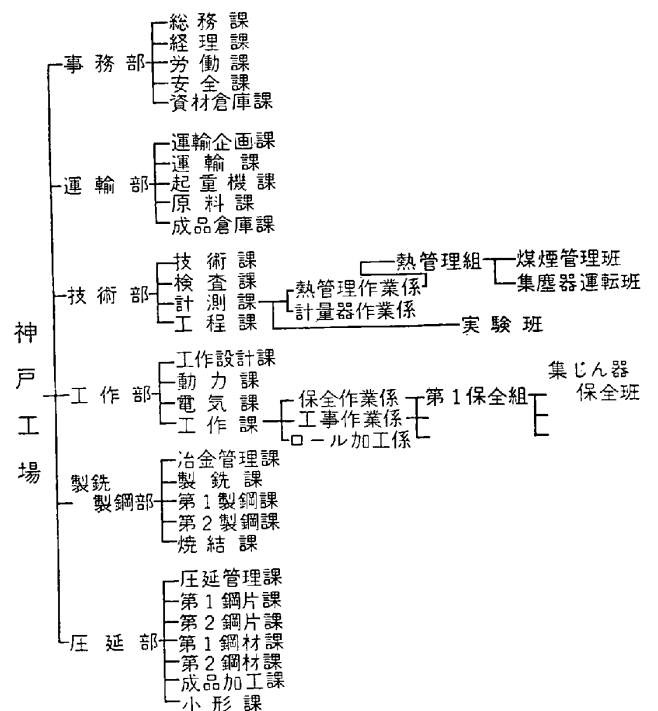
図 12 集塵器運転状況

6. 集塵装置の保全実例

6.1 組織と業務分担

神戸工場の組織を表 5 に示す。

表 5 神戸工場の組織



-----機械計算室

その業務分担は管理責任は設備所属課であるが

計測課— a) 官庁および社内の各種手続ならびに渉外関係

b) ダストおよびガスなどの測定、分析

c) 集塵に関する研究開発

d) その他煤煙管理に関する技術的指導

工作課— a) 集塵装置の点検調整

b) 集塵装置の修理改造工事

6.2 保全費用

当工場で設置している 78 カ所 122 基の集塵器の保全には、修理費、運転費を含めて年間約 4 億円使用している。すなわち当工場の生産 t 当たり原価が 160 円 (年間生産 250 万 t として) も高くなるわけである。

6.3 改善例

新設の集塵装置は運転開始当初から種々の問題が発生し、その目的を達成させるのはなかなか困難で、大は集塵器種の変更から小は一部品に至るまで改善の必要に迫られる場合が多かった。集塵器保全班での改善もいろいろ数多くあるが、その例を挙げると、

6.3.1 石灰焙焼工場集塵装置

a) 含塵水滴の飛散

イ) 従来、集塵器の排ガスとともに、含塵水滴が飛散し、周辺の機器の汚損腐食がはなはだしく、困惑した。

ロ) 改善は、オーバーフローの上面を図 13 (a)のごとく 15 mm 切断した。

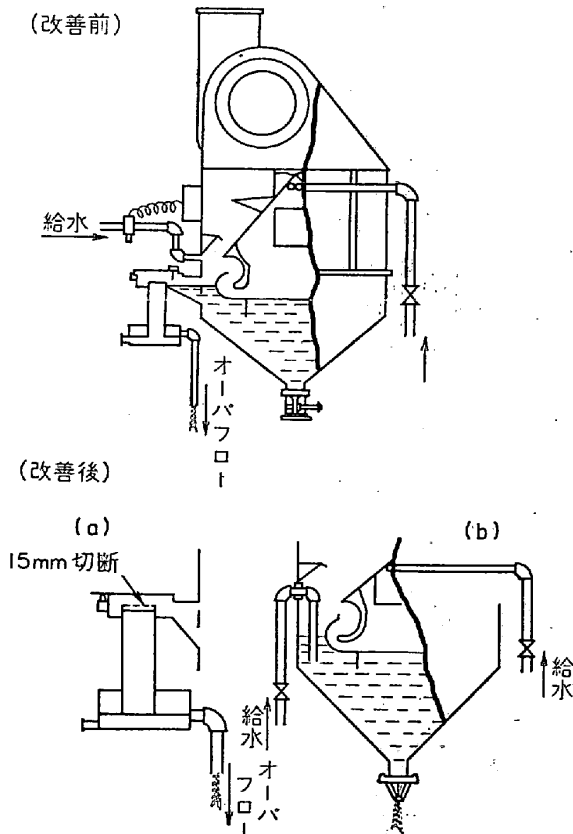


図 13 石灰焙焼炉用集塵装置

ハ) 結果、含塵水滴の飛散はなくなり、ダストが付着しても水位が上昇することがなくなった。

b) 捕捉ダストの排出不能

イ) 従来、ホッパー内に蓄積したダストは固化し排出が困難であった。

ロ) 改善はピンチ・バルブを除去し、図 13 (b)のように常時排水とともにダストが排出するようにした。

ハ) 結果、給水量は若干増加したが、ダストの排出は円滑となった。

c) 集塵器入口にダストが蓄積

イ) 従来、集塵器入口にダストが付着、蓄積し、入口断面が小さくなり能力が低下した。

ロ) 改善は図 14 (b)のごとく S 字インペラー散水管を下部に移設した。

ハ) 結果、ダストの付着がなくなり能力が安定した。

d) 自動水位調節装置

イ) 従来、水位調節範囲に変動があつた。

ロ) 改善は、図 13 (b) に示すように装置を除去し、コックを取りつけた。

ハ) 結果、コックの開度を 1 度調節しておけば放置状態で連続運転に支障がなくなった。

6.3.2 HS 集塵用スプレーノズル

a) 従来、これに取り付けてあるスプレーノズルは、図 15 (a) に示すもので海水、および循環水中の異物ならびに配管のスケールなどが詰まり、この部分での集塵不能と集塵器の給水不良となつた。これはさらにノズル部およびエリミネーターにダストの付着、これが成長することによるダクトエリミネーターの閉塞にまで発展し、集塵器の性能に大きな影響を与えた。

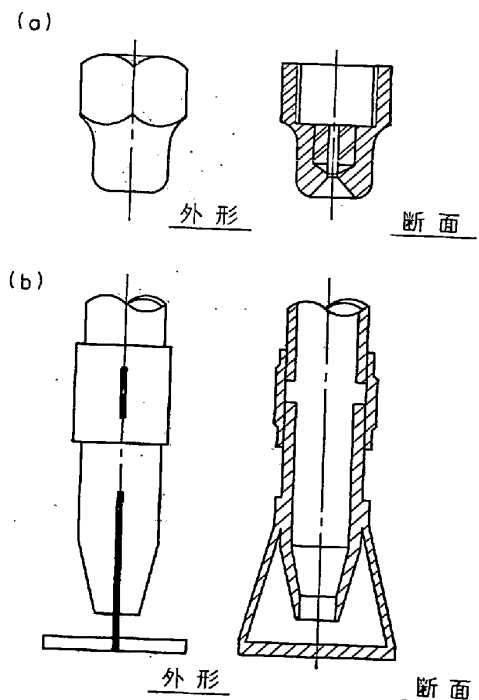


図 14 洗浄集塵器用スプレーノズル

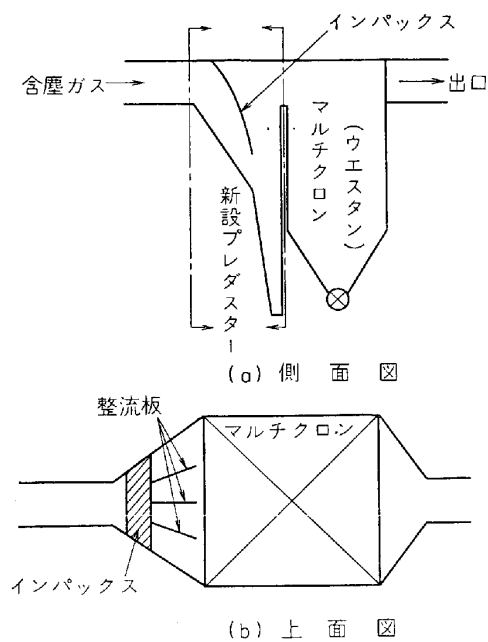


図 15 マルチクロン入口部改造図

b) 改善は、図 14 (b) に示すノズルを考案製作し、従来のものと取り替えた。

c) 結果 10～15 日で詰まっていた従来のノズルと比較するとノズルの詰まりは皆無。したがってノズル部のダスト、エリミネーターのダストの付着成長も一挙に解決し長期の連続運転にも支障がなくなった。

6.3.3 マルチクロンにプレダスター設置

a) ペレット工場ミル系に設置されたマルチクロンは操業当初より仕様の 2 倍半を越す入口含塵量のため圧損が多く集塵管入口ベンにダストが推積し操業に支障を来すことがしばしばあった。

b) 改善は、図 15 に示すように、入口に建家とのスペースは最大限に利用してダスト・ドロPPERをつけるとともに整流板 3 枚を設置した。

c) 結果、図 16 (a) に示すように清掃後 3 日で設計圧損の 3 倍になっていたものが、図 16 (b) に示すごとく清掃後 10 日で仕様の約 2 倍で飽和するまでになり操業に支障をきたすことはなくなった。

6.3.4 電気炉ベンチュリーの改造

a) 電気炉は炉頂フード吸引方式にてガスを吸引しベンチュリーにて処理をしていたが、出口含塵量が 0.4 g/Nm^3 程度であつたことと、煙突が 13m と低いことが相まって、クレームが絶えなかつた。

b) 改善はファンの能力を -850 mmAq より -1300 mmAq に能力変更し、ベンチュリー・スクラパーの

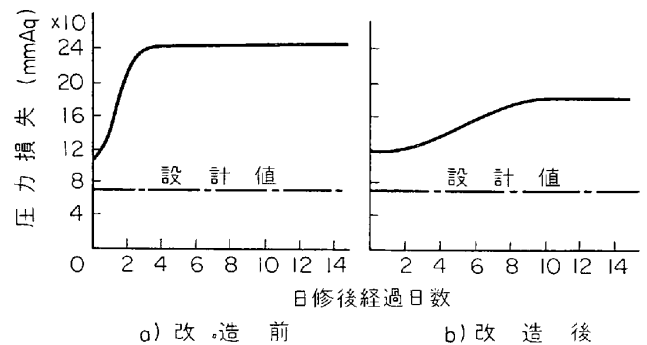


図 16 マルチクロン圧損の推移

スロート部のガス流速を 110 m/sec にとり、混水比を 1.3 l/m^3 とした。さらにスプレーノズルは噴射角を 30° 変化できうるものにした。

c) 結果出口含塵量は最大 0.07 g/Nm^3 、平均で 0.50 g/Nm^3 、となり排煙は肉眼では見えずクレームは絶滅された。

7. ま と め

以上は神戸製鋼所神戸工場に設置された集塵装置についてその一端を述べたが、当工場が第 1 期工事を行なった昭和 32 年頃では、まだ集塵に関しては一般に普及しておらず、国内においては未開発の状態にあつたため、採用についてはいろいろ多くの難問題の中で暗中模索の状態で開催したものもあつたので、設置運転に入ってから当分の期間はトラブルの続出で、これらの対処に追われたが、このことを反省してみると選定の条件の事前把握がいかに大切であつたか痛感する。続く第 2 期工事、第 3 期工事と合計 3 度の試練を受けた今、製鉄工場における集塵装置全般に対して、やつと神戸工場独自の見解を持てるまでになった。しかし集塵器そのものについては、理論的に解明されていない部門があまりに多くあり、さらにダストの解析はほとんどなされていない。集塵器メーカーがすべての種類のプラントの種々の発塵体に対し適切な集塵装置の選定を行なうことは現段階では無理であろう。したがってわれわれ公害対策業務にたずさわる技術者は、メーカー製品の性能向上とあいまって自社の粒塵の性質を十分解析し、最適な集塵器を選定して、最少の経費で最大の効果を上げようという一層の努力が必要である。

最後にわれわれ各産業が公害防止のため、多大の投資と努力を払っていることを十分に認識してもらい、かかる生産に寄与しない公害防止設備全部に対して政府の免税措置を願うものである。