

第6章 企業の公害防止担当者に対する ヒアリング調査結果

1 調査状況	6 - 1
2 調査内容	6 - 1
(1) 銑鋼一貫製鉄所における環境対策	6 - 1
(2) 銑鋼一貫製鉄所における製造設備の変遷	6 - 1
(3) 銑鋼一貫製鉄所における環境問題と対策	6 - 5
(4) 銑鋼一貫製鉄所における環境対策費用	6 - 9
3 ヒアリング結果	6 - 10
(1) 各工場における大気汚染防止対策の変遷	6 - 10
(2) 製鋼部門における大気汚染防止対策の変遷	6 - 24
(3) 製鉄業における排水処理対策の変遷	6 - 40

第6章 公害防止担当者に対するヒアリング調査結果

第4章及び5章において行政と企業におけるそれぞれの対応状況をみてきたが、本章では、個別企業における技術的側面から見た公害対策の歴史について更に深く掘り起こすことを目的に、過去一番公害問題が激しかった時期に公害防止部門の第一線で活躍されていた方々にヒアリング調査を行った結果をまとめたものである。

1 調査状況

本調査は、日本を代表する企業の一つである新日本製鐵(株)八幡製鐵所在職中に公害問題の洗礼を受け、その過中で実際に公害防止装置等の開発を担当された3名の方々を選び、当時の大気汚染・水質汚濁に係る技術的な対応振りを中心に自由に記述をお願いした。記述内容については特に注文等をつけていない。

なお、ここに記載する内容は、事前に新日本製鐵(株)八幡製鐵所の了解を得ている。

2 調査内容

(1) 鉄鋼一貫製鉄所における環境対策

本調査対象者の3人の方には、それぞれの専門の立場から次のようなテーマについて、記述をお願いした。

分類	項 目	在 職 中 の 職 場 名	氏 名
大気	各工場における大気汚染防止対策	環 境 管 理 室	本 田 勝
	製鋼部門における大気汚染防止対策	環 境 管 理 室	田 中 久 登
水質	鉄鋼業における廃水対策	環 境 管 理 室	江 島 昭 男

なお、鉄鋼業における大気汚染要因の中で、大きな位置を占めていた鉄鋼部門については、①平炉（燃料使用から酸素吹き込み方式）、②平炉（酸素吹き込み方式）から純酸素上吹転炉-LD法（外国技術の導入）、③LD転炉からガス回収装置（OG）の設置（日本独自技術による対応）と製法が変化してきた。

しかし、OG式転炉になる以前は、製法を転換する度に、多量に発生するばいじんに伴う環境問題がしばしば起こったこと、また、OG式転炉による環境対策自体が省エネ効果も含めた一石二鳥の日本型技術開発による対応振りを典型的に示すものであることから、本調査では特にこの部門の大気汚染防止対策について詳細なヒアリング調査を実施した。

(2) 鉄鋼一貫製鉄所における製造設備の変遷

ヒアリング内容をより理解するために、調査対象企業である八幡製鐵所の沿革について述べる。

ア 戦後（1946年～1950年）

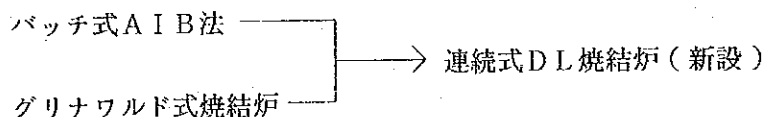
壊滅的な状況であった設備の補修と改善を行った時期で、特に1949年～1951年かけて、アメリカ人技術者による本格的な指導により、平炉の自動制御方式や炉内正圧操業による燃焼管理を徹底し、炉体の製造・計器操業を推進した時期である。

イ 第1次合理化時代（1951年～1955年）

前期導入技術による技術的遅れの回復及びストリップ・ミルを中心とした圧延部門の近代化を行った時期である。

（老朽設備の更新）

(ア) 高炉原料処理技術として鉄鉱石の細粒化による鉱石処理設備の強化とDL焼結炉の新設



(イ) 平炉の大型化と酸素製鋼法の導入と実用化

120吨平炉×7基新設（1952年4月）

西八幡酸素工場の稼働により、逐次平炉酸素製鋼法の本格使用開始（1952年11月より）

(ウ) 純酸素上吹転炉製鋼法の導入

50吨上吹転炉の建設着手（1957年9月稼働開始）

ウ 第二次合理化時代（1956年～1960年）

臨海一貫製鉄設備新設による能力拡大、LD転炉の導入と専用船の建造時代

（戸畑地区への新鋭銑鋼一貫体制の確立）

(ア) 既存高炉の改修→大型化、新大型高炉の建設

(イ) 製銑関連設備の建設（焼結設備、コークス炉等）

(ウ) 平炉から転炉の大型化

(エ) 既存の平炉の赤い煙に対処するため、集じん装置を設置（1959年から順次湿式、または、乾式の電気集じん機を設置し、1961年には赤い煙は少なくなる。）

エ 第三次合理化時代（1961年～1965年）

新規立地製鉄所の新設ならびに大型投資による大幅能力増加する時代

（戸畑地区の拡充整備による新設一貫工場のカンパツアップ）

(ア) 戸畑第3高炉の新設と既存高炉の改修、炉容拡大、コークス炉、焼結炉の増設

(イ) OG転炉（戸畑第2転炉工場）の新設（環境改善に効果）

(ウ) 高炉高圧操業を含む高炉操業技術向上のための実験炉として東田高炉の使用

(エ) 平炉工場の一部転炉化

オ 1966年～1970年間

新鋭拡大投資（高炉・転炉の大型化、連続化、一貫コンピュータ化、連続鑄造の導入）時代

(ア) ビレット用連続鋳造機の導入（1967年）による分塊工程の合理化

(イ) 「八幡マスタープラン」の策定（1969年1月）

「鉄源部門の戸畑集約」、「圧延部門の高級鋼化の推進」を2つの柱に、製鐵所の若返り計画として策定した。

また、当時公害問題が社会的に大きくクローズアップされてきており、公害発生源として大きな製鉄及び製鋼部門が、大型化により発生源の減少及び市街地から離れた時期である。

カ 1971年～1975年間

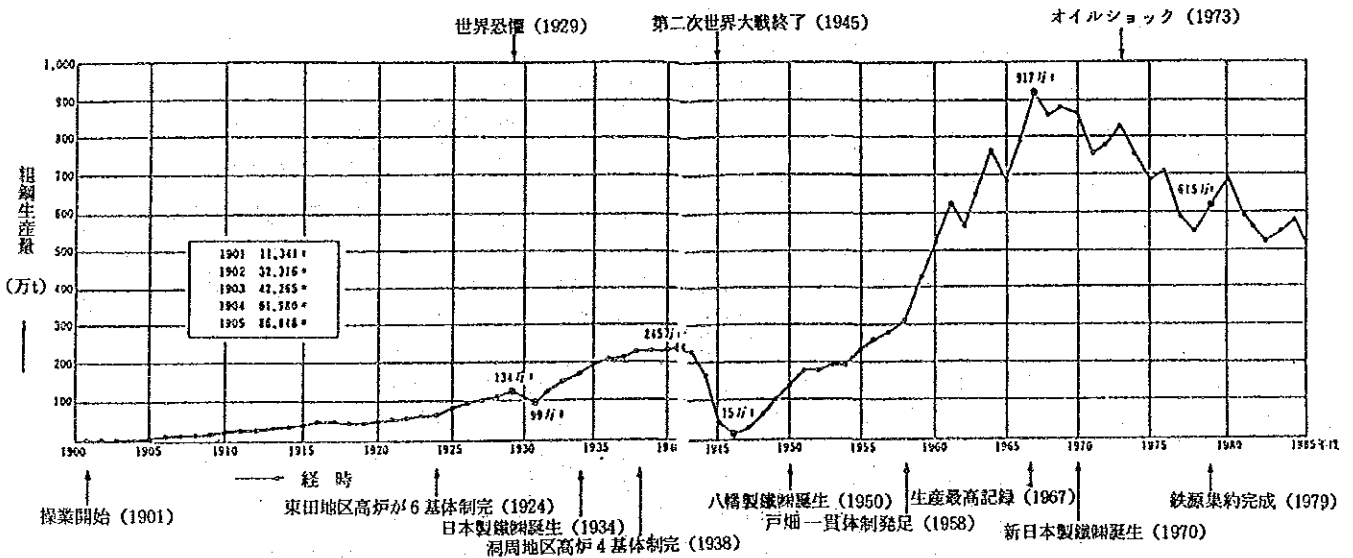
公害防止投資の割合が増加した時代

(ア) 1973年マスタープランの見直し

「鉄源部門の戸畑集約」、「圧延部門の八幡」の2本の柱はそのままの形で継承され、戸畑への鉄源集約は完結し、八幡地区における鉄鋼設備は、1979年8月をもって完全に八幡地区から姿を消した。

なお、図6-1に八幡製鐵所における粗鋼生産量の推移を、また、表6-1に八幡製鐵所粗鋼生産量対全国比等を示す。

図6-1 八幡製鐵所粗鋼生産量の推移



出所：八幡製鐵所総務課編「八幡製鐵所80年小史」（1980年）付表
および本書（126ページ）表19

日本技術2鉄の100年八幡製鐵所より

表6-1

八幡製鉄所(株)・新日本製鉄(株)時代における八幡製鉄所粗鋼生産高の推移(会計年度)(単位:1,000t)

年 度	全国	八幡製鉄所		
			対全国	対全社
1950(昭和25年)	5,298	1,466	27.7	62.8
1951(26)	6,782	1,816	26.8	57.9
1952(27)	6,912	1,815	26.3	57.3
1953(28)	8,033	1,999	24.9	57.5
1954(29)	7,875	1,929	24.5	55.2
1955(30)	9,791	2,361	24.1	55.6
1956(31)	11,678	2,673	22.9	55.9
1957(32)	12,309	2,822	22.9	57.0
1958(33)	12,773	3,064	24.0	57.0
1959(34)	18,247	4,336	23.8	59.1
1960(35)	23,161	5,197	22.4	58.5
1961(36)	29,399	6,271	21.3	56.3
1962(37)	27,250	5,602	20.6	55.7
1963(38)	34,080	6,523	19.1	53.9
1964(39)	40,532	7,689	19.0	53.5
1965(40)	41,296	6,889	16.7	46.1
1966(41)	51,898	7,943	15.3	42.5
1967(42)	63,777	9,166	14.4	40.3
1968(43)	68,987	8,587	12.4	35.2
1969(44)	87,026	8,794	10.1	28.3
1970(45)	92,406	8,651	9.4	26.2
1971(46)	88,441	7,496	8.5	25.0
1972(47)	102,972	7,757	7.5	21.9
1973(48)	120,017	8,301	6.9	20.3
1974(49)	114,035	7,490	6.6	20.3
1975(50)	101,613	6,887	6.8	21.3
1976(51)	108,326	7,047	5.5	20.5
1977(52)	100,646	5,869	5.8	18.5
1978(53)	105,059	5,470	5.2	17.1
1979(54)	113,010	6,152	5.4	18.3
1980(55)	107,386	5,967	5.6	18.8
1981(56)	103,029	5,584	5.4	18.7
1982(57)	96,299	5,104	5.3	18.9
1983(58)	100,200	5,374	5.4	19.4
1984(59)	106,470	5,835	5.5	19.7
1985(60)	103,758	5,161	5.0	18.4
1986(61)	96,379	4,917	5.1	19.2
1987(62)	101,877	5,259	5.2	19.4

出所:「八幡製鉄所80年史・資料編」(1980)その他。

日本技術2鉄の100年八幡製鉄所より

(3) 鉄鋼一貫製鉄所における環境問題と対策

ア 大気汚染防止対策

(ア) ばい煙規制法の施行以前（～1962.12）

- a ばい煙防止に結びつく技術としての熱管理の推進
- b 化学工学における単位操作として集じん装置を考えていた。
- c 酸素製鋼法の導入は赤い煙の発生をもたらし、地域社会への対策としても集じん機の設置の必要が迫られた。

(イ) ばい煙規制法による規制（1962.12～1968.12）

- a 1963年北九州五市の合併により公害行政の一元化
- b 熱管理課によるばいじん濃度測定強化（集じん効率のチェック）
- c 所内周辺における降下ばいじん計（デポジットゲージ）の設置

(ウ) 大気汚染防止法による規制（1968.12～1971.6）

- a 硫黄酸化物のK値規制
- b ばいじんの一般排出基準による規制

(エ) 大気汚染防止法の一部改正による規制の強化（1971.7～）

指定地域制の廃止、燃料規制、特別排出基準の強化

- a 公害対策委員会の設置（1968.8）
- b 上記下部機関として「公害対策基本計画分科会」発足（1969.6）
- c 八幡マスタープラントと対照しながら、対策の検討を進め、総合的かつ効果的な「公害対策基本計画」を作成し、1969年10月マスタープランに基づく「公害対策基本計画」を報告した。（環境対策工事所要資金：概算150億円）
- d 環境管理室の発足（1969.11）し、所内の環境対策の一元化を図る。
- e 環境管理責任者（工場長）を設置する（1970.8）。
- f 八幡、戸畑両地区に排煙監視所を設置する（1971.1）。
- g ばいじん分科会を設置する。

環境、公害問題に対処するため、「ばいじん処理設備」に関する種々のデータ及び手法等をまとめ、計画・設計の省力化、パターン化を行い、集じん装置等について最小費用で最大の効果を図ることを目的とした「ばいじん分科会」を全社的に組織し、環境・公害防止技術レベルアップに着手した。

この分科会では、現状の把握、既存技術との整合性チェック、技術開発及び設備開発ポイント、モデル施設における試験チェックの実施を行い、理論的、実践的検討に基づき「ばいじん処理計画マニュアル」を作成している。

図6-2のグラフで見ると、硫黄酸化物量総排出量及びばいじん・粉じん総排出量とも、1970年代前半に急激に減少している。

図6-2 大気汚染防止対策の効果

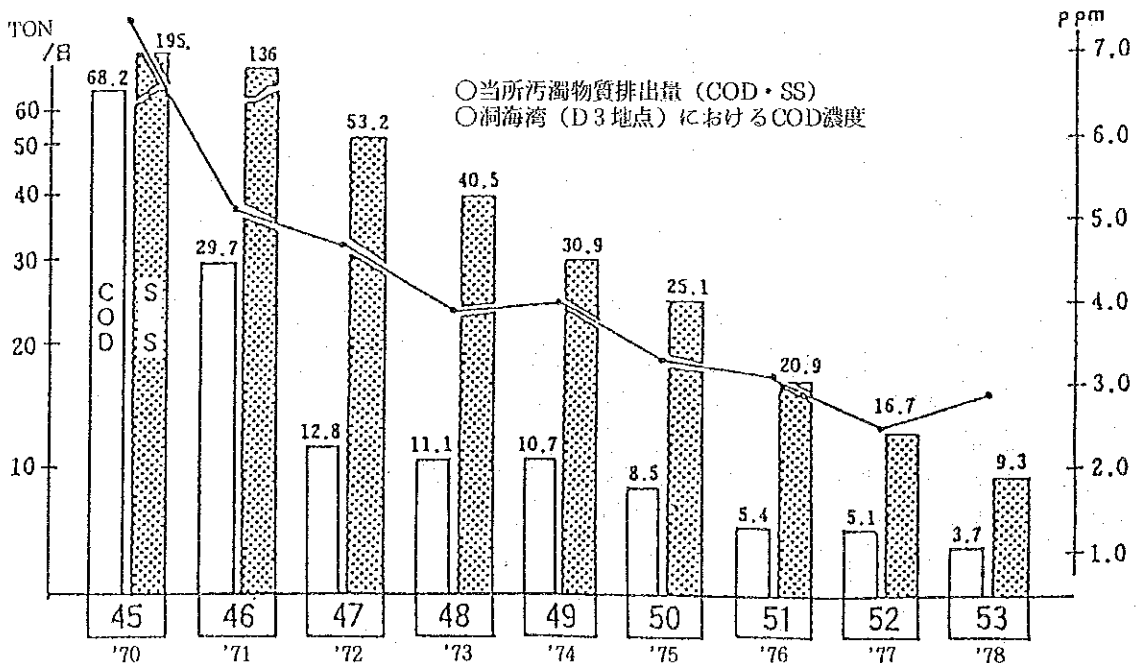
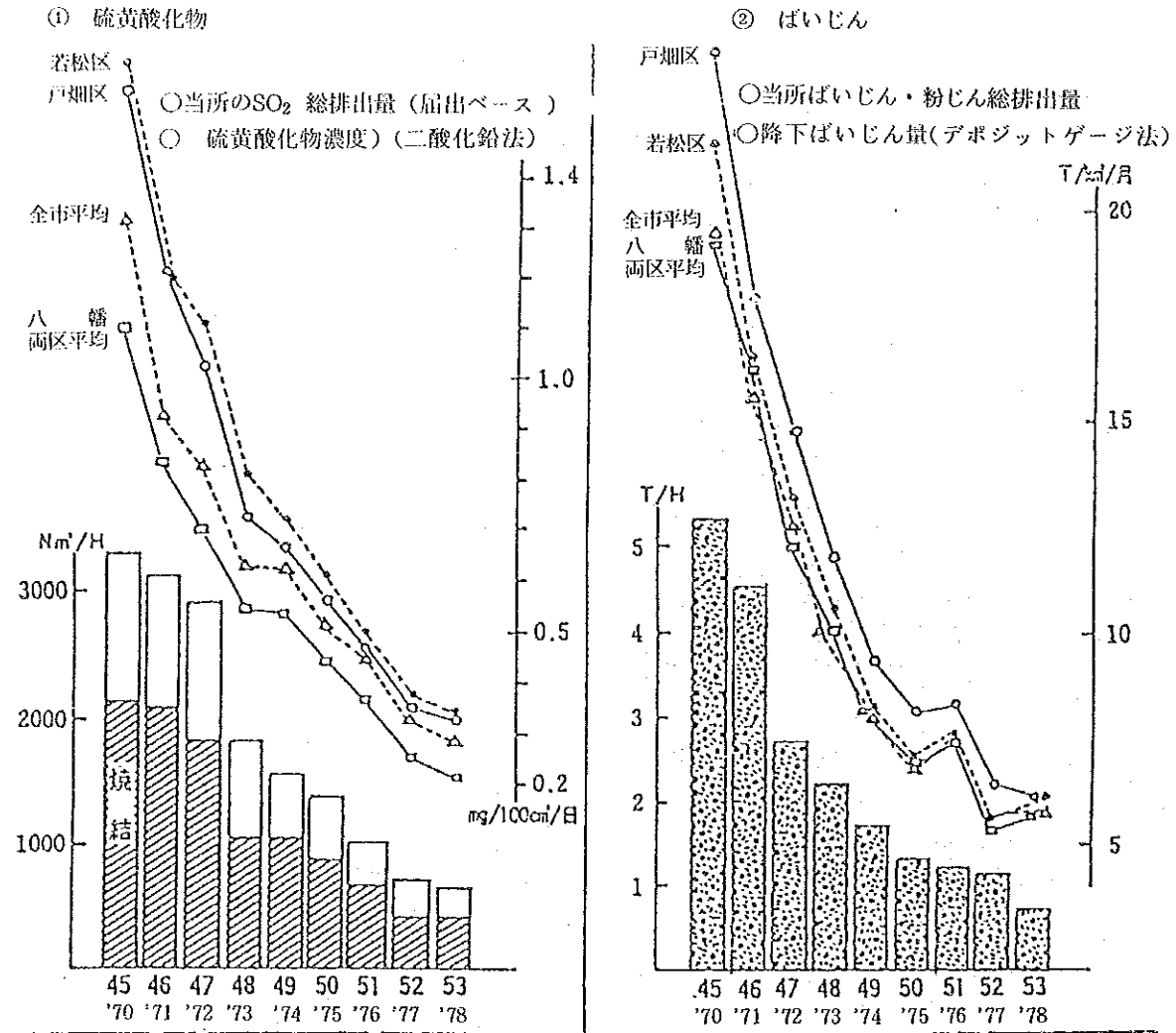


図6-3 水質汚濁防止対策の効果

イ 水質汚濁防止対策

(ア) 水質汚濁保全法及び工場排水規制法以前(～1958.10)

表6-2の排水処理設備年表に見るように、ほとんどなんらの排水処理も行われずに公共用水域に放流されていた。

廃水を循環使用する循環水設備(戻水設備)が、1916年から少しずつ整備されてきた。

- a 戸畑一戻水処理ポンプ場完成(1955年)
- b 戸畑二戻水処理ポンプ場完成(1958年)
- c 戸畑三戻水処理場完成(1959年)
- d 戸畑パーム戻水処理場完成(1959年)等

(イ) 水質保全法及び工場排水規制法による規制(1958.11～1970.11)

本市に関する水域は、1969年2月に板櫃川及び洞海湾の一部(若戸大橋から湾奥部)が水質保全法に基づく指定水域に指定され、さらに1970年11月には響灘等を含めた洞海湾水域全域が同法の指定水域となり、全面的な工場排水の規制が始まった。

1960年代においては少しずつではあるが、排水処理施設が整備されてきたが、まだ不完全な状況であった。1960年代終わりに法による規制が始まるとともに、排水処理対策が急速に進むこととなる。

- a 戸畑中央戻水ポンプ場完成(1962年)
- b 戸畑酸廃液処理場完成(1964年)
- c 珪素排水処理設備運転開始(1965年)
- d 戸畑コークス安水処理場完成(1969年)
- e 軌条戻水場完成(1970年)

(ウ) 水質汚濁防止法による規制(1970.12～)

水質汚濁防止法の制定を境に急速に排水処理施設の建設が進み、洞海湾水域の水質も改善されていくこととなる。

図6-3に示すように、COD(化学的酸素要求量)及びSS(浮遊物質)の排出量の減少とともに、洞海湾(D3地点)におけるCOD濃度が著しく減少していることがわかる。

なお、「鉄源の戸畑集約」に伴い八幡地区から戸畑地区へ主要な工場が移転して行ったことも、当該地点での環境改善に寄与していると考えられる。

- a 八幡コークス安水処理場完成(1971年)
- b 珪素強酸処理場完成(1971年)
- c 戸畑北弱酸処理場完成(1971年)
- d 含油排水処理場設備完成(1971年)
- e 珪素弱酸処理場完成(1971年)
- f 塩酸回収設備完成(1971年)
- g 戸畑コークス活性汚泥処理場完成(1972年)
- h 含油スラッジ焼却炉完成(1973年)等

表 6 - 2 排水処理設備設置年表

工程排水	処理対象	汚染物質	1950 年代	1960 年代	1970 年代	1980 年代
コークス安水	COD	フェノール・アモニア 及びびフェノール	自然沈殿 (排出)	1969.10 フェノール 1971.7 (入槽) → 活性汚泥処理 (排出) 1972.10 (戸畑) → 活性汚泥処理 (排出) 1975.9 フェノール蒸留凝縮分塊炉 (活性汚泥の前)		
高炉集じん排水	SS	フェノール・矽石粉	自然沈殿 (排出)	1972	凝集沈殿処理 (循環)	
転炉集じん排水	SS	酸化鉄	1957	1971. 凝集沈殿 (循環)		
熱延直接冷却水	SS	酸化鉄・油分	自然沈殿 (循環)	1957.11 凝集沈殿 (循環)	1977.7 自然沈殿・圧力濾過 1977.7 凝集沈殿・圧力濾過 (7P)	炉滓処理散水利用 → 1978.11 凝集沈殿・圧力濾過 (7P)
冷延含油排水	SS 油分	鉱物油・牛脂 A-A油・植物油	自然沈殿 (循環)	1959.8 凝集沈殿・圧力濾過 (循環) 1962.1 加圧浮上・凝集沈殿・圧力濾過 (循環)		
酸洗淨排水	酸	硫酸・塩酸 溶解鉄		1971.11 加圧浮上・凝集沈殿・圧力濾過 (排出) 1973.3 加熱濃縮分離 (回収油は燃料に使用) 1975.2 含油入り焼却炉		
アルカリり又は 電解精淨排水	油分 7割り	冷延潤滑油 和剤 (酸) 等 又は他剤		1953. 硫酸鉄 (七水塩) 回収	1971.11 (冷延循環水系に回収)	
メッキ排水	酸 塩類	硫酸亜鉛・硫酸銅 の酸塩・重メタ酸塩		1967. 中和 1967. 中和	1971.11 還元・中和・凝集沈殿 (排出)	
備 考			◎1955.4 福岡県公害防止条例 ◎1958.11 「工場排水規制法」 ◎1958.12 「水質保全法」	◎1970.11 洞海湾水域の水質決定 ◎1971.6 「水質汚濁防止法」 ◎1971.6 「海洋汚濁防止法」 ◎1973.3 洞海湾に係わる 上乗せ排水基準公布 ◎1973.10 「瀬戸内海環境保全臨時措置法」 ◎1978.6 「水質総量規制」公布		

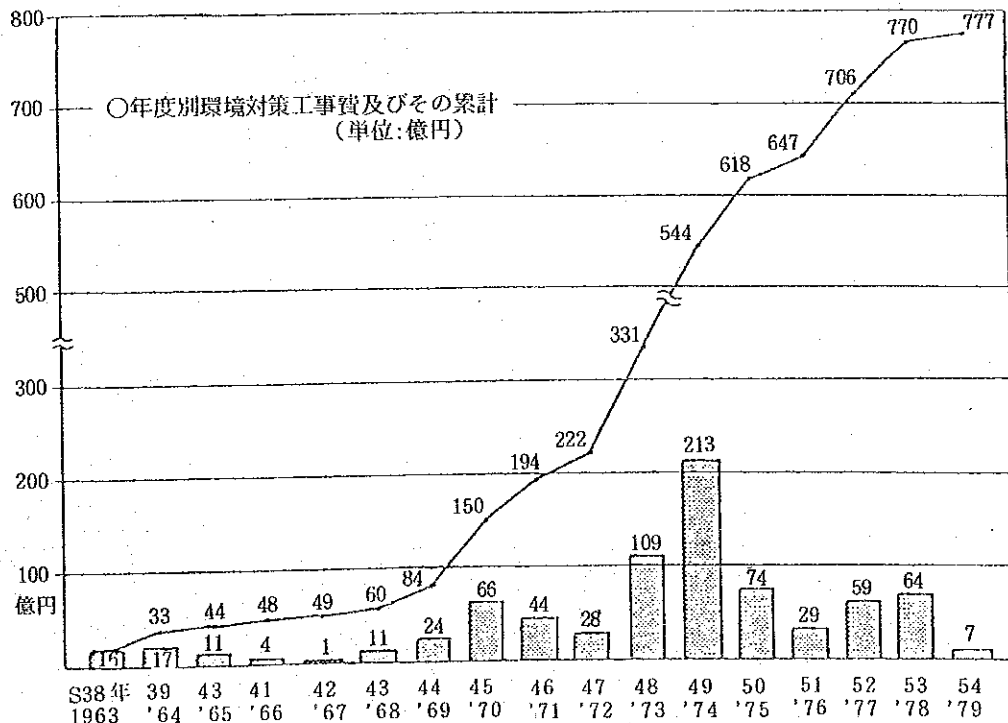
(4) 銑鋼一貫製鉄所における環境対策費用

表6-3及び図6-4に、1963年から1979年度までに、環境対策のためにかけた設備投資額の推移を示している。

表6-3 1963～1979年度環境対策設備投資一覧表

種別 年度	大 気	水 質	騒音作業環境	計
1963(38)年	243	1,369	—	1,612
64(39)	1,095	600	8	1,703
65(40)	1,055	—	6	1,061
66(41)	414	—	—	414
67(42)	100	40	6	146
68(43)	894	223	—	1,117
69(44)	1,957	412	—	2,369
70(45)	2,400	4,200	—	6,600
71(46)	3,400	1,000	—	4,400
72(47)	1,600	800	400	2,800
73(48)	9,130	1,030	730	10,890
74(49)	18,320	550	2,390	21,260
75(50)	6,820	450	140	7,410
76(51)	2,050	280	560	2,890
77(52)	510	3,290	2,150	5,950
78(53)	4,950	1,100	330	6,380
79(54)	76	93	502	671
合 計	55,014	15,437	7,222	77,673

図6-4



3. ヒアリング結果

(1) 各工場における大気汚染防止対策の変遷

1 工場の集約と環境	6 - 10
2 鉄源荷役作業の環境対策	6 - 10
3 焼結工場	6 - 13
(1) 主排風対策	6 - 13
(2) 環境集じん	6 - 16
4 コークス工場	6 - 17
(1) 原料炭装入時の対策	6 - 18
(2) 炉及びろ周辺からの発煙	6 - 19
(3) コークス押し出し時の発じん対策	6 - 20
5 高炉工場	6 - 21
6 その他の工場の対策	6 - 23

はじめに

戦後我国の鉄鋼業は質的にも量的にも大きな飛躍を遂げた。製鉄所の鉄源部門より最終製品に至る各プロセスにおいて前後工程と関連しながら生産効率の向上、大量生産、コスト切り下げを主眼に改革が進められた。

1960年代に至り、環境問題がクローズアップされ、更に1970年代には世界的なエネルギー危機がこれに続いて発生するにおよび銑鋼製造プロセスも、より良い環境を、又より省エネルギー的な方向へと変遷して行った。

1. 工場集約と環境

戦前、北九州は大阪と並んで「煙の都」と呼ばれ「八幡の雀は黒い」と言われる悪環境の街であったが反面市民はそれを誇りにさえしてきた。

戦争はそれに壊滅的な打撃をあたえ、夜々星空の見える街としてくれたが、永くは続かなかった。

日本人の復興に寄せるエネルギーは急速な発展となって1960年代には大空のキャンパスに七色の虹を描かせることとなった。

公害という言葉すらなかった時代ではあるが、当時の技術レベルでは工場のスケールに限界があり増産のためには群小の工場を次々に増設して行かねばならず、錯綜した鉄道線路上を蒸気機関車が黒煙を吐きながら棟間輸送を行っていた。その黒煙だけでさえ、もの凄いもので、八幡製鐵所内の鉄道線路の総延長が、国鉄九州管内（現在JR九州）のそれに匹敵すると自慢していた時代でもあった。

これらの群小の工場群は当然完全な環境対策はなされていようもなく、環境対策設備を追設しようにも発じん箇所も多様で多岐にわたり、設備を設置するスペースもなく、費用は嵩んでも効果は望めない状態であった。

しかし、鉄鋼業の生産性向上に向けての技術革新は用意されつつあり、1955年に政府が「経済自立五カ年計画」を発表するや、八幡製鐵所も戸畑地区に新鋭銑鋼一貫製鉄所の建設に着手した。

以来、鉄源部門の戸畑地区への集約を始めとして群小工場の新鋭大規模工場への設備更新が次々に行なわれ、かつては八幡、戸畑両地区にまたがって12基もあった高炉は新鋭大容量の2基の稼働にとって替わり、1960年代には4工場36の平炉を抱えた製鋼工場も現在は2工場3基のガス回収方式純酸素上吹転炉（OG式転炉）となって、その様相は激変した。

また、コークス工場、焼結工場、圧延工場等も、集じん装置などの環境対策が完備した新鋭工場に更新されたことで、八幡、戸畑の両地区に再び青空をとり戻すことが出来た。

2. 鉄源荷役作業の環境対策

原燃料のほとんどを外国からの輸入に頼っている日本の鉄鋼業の公害の流れを追うとまず最初に出あうのは、これの荷役、輸送、および貯蔵作業である。

順序を追うと、船艙から原燃料を掴み挙げるグラブバケットからの発じん、アンローダーホッパーでの発じん、コンベアーからの発じん、コンベアー乗り継ぎ部での発じん、スタッカー作業での発じん、ヤードパイルからの発じんそして、リクレーマー作業での発じん、コンベアーでの発じんと続いて行く。

原燃料は船艙にバラ積みされて送られて来る。粒度の細かいものは船艙内でグラブバケットで掴む際に発じんし、船艙から立ち昇る。グラブバケットからこぼれて風に乗って飛散していく。アンローダーホッパーにグラブバケットから開放される時には、落差が大きければ当然風に乗って飛散する、また落下のエネルギーによってホッパーの中から吹き上げる。コンベアー、スタッカー等においても同様に原燃料が移動するときは、必ず発じんする。殊に取り扱う場所が海岸であるので風が強く、飛散を防ぐことは難しい。

この対策を集じん設備で行なうとしても、発じん箇所は海岸からヤード全域に非常に広い面積の範囲に広がっており、局所に限っての集じんなら可能であろうがとても全域にわたる集じん対策は考えられない。

また、コンベアーについては、すべてコンベアーカバーをすれば良いのであるが、移動するアンローダーとの乗り継ぎ、又スタッカートリッパーとの取り合等があって、カバーを取り付けられない箇所が大部分であった。

それで考えられたのが水分添加による発じんの防止である。それと並行して、防風板の設置など可能なかぎりの風対策も進められた。

また水分添加量についての検討が行なわれ、発じん限界水分は一般に4%程度と言われ、含水量が4%以上であれば散水の必要はなく、4%以下であればその差だけ散水すれば良いことになり、各箇所における散水装置の能力が決定された。(第1表)

第1表

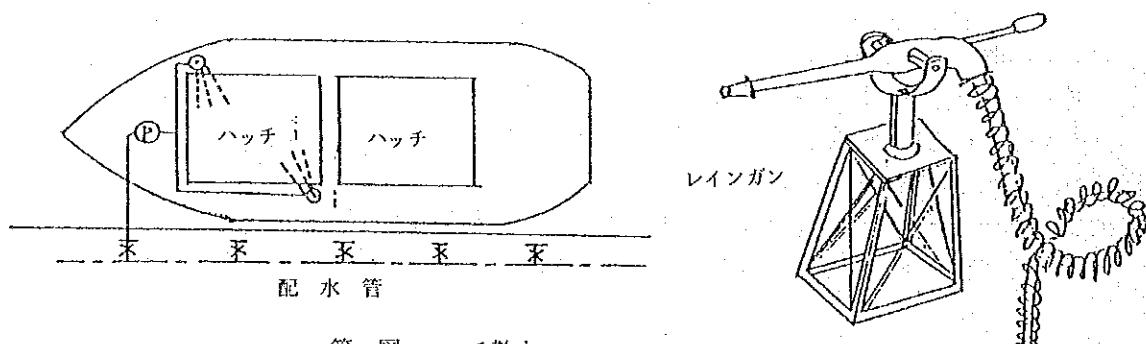
第1表

	船 (ハッチ)	アンローダ ーホッパー	受入 コンベアー	リクレーマ ー	払出 コンベアー
水分添加 (%)	1~2	1	1~2	2~3	1~2

散水方法はヤードにおいては例外を除いては散水車による移動散水が採用された。その他は固定散水方式である。

船艙対策としては艙内の鉱石に散水することで水分を添加してグラブバケットなど後工程からの発じんを防止しようとするもので、海岸に設置した配水管からホースで船の甲板に導き、船のハッチコーミング又は甲板上にレインガンを取り付けて散水する。(第1図)

(第1図)



第一図 ハッチ散水

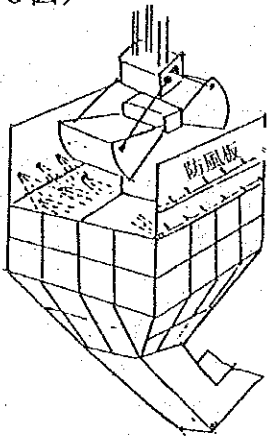
アンローダーホッパーの対策は、ホッパーの両側面に防風板を立てホッパーの4隅と対辺からノズルでホッパーの上面に水膜を作ってシールし、二次的には後工程の加水として防じんした。

給水はアンローダーのランウェイに沿って布設したトラフからポンプアップした。

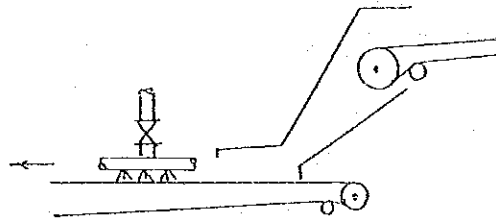
(第2図)

搬送コンベアーではテールに近い部分でノズル又はキリ穴付きパイプで散水した。

(第3図)



第2図 アンローダーホッパー散水



第3図 コンベアーのテール部散水

スタッカーでは、前工程までで十分な水分添加が行なわれているようにすることで、散水をしないで良いことにした。

ヤードパイルでは、ハッチ、アンローダホッパーおよびコンベアーで、すでに発じん限界水分に到達してはいるが、パイル表面から30～60mm程度の表皮が乾燥するので、レインガンを搭載した放水車から定期的に散水することにした。なお、長期にわたり貯蔵するヤードでは、表面硬化剤を添加した。(第4図)

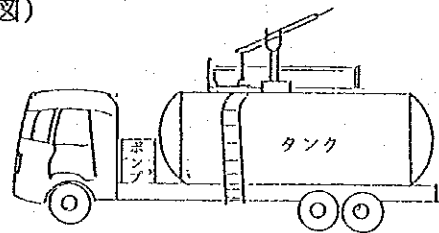
(第4図)

放水車が運行できるようにヤードの両側に車道を確認し、車の進入ができない箇所には例外的に固定レインガンを置いた。

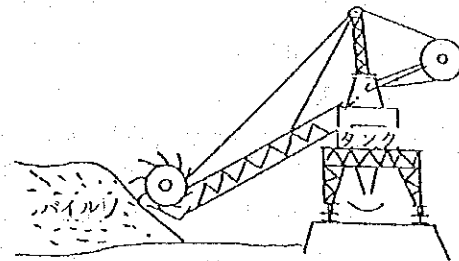
ヤードからの払出しのリクレーマー、ジブローダーでは、ヤードですでに充分散水が行なわれているが、なお不足しているものについては、掻込部でノズルによる散水を行なった。

(第5図)

ヤードでは、道路、平地に堆積した粉じんの風による二次飛散、ベルトコンベアーのリターン側に付着した粉の落鉢の二次飛散が問題になる。堆積粉じんは、スィーパーおよびバキューム車による掃除を行い、ベルトコンベアーのリターン側の落鉢については必要な箇所に水洗を行なった。



第4図 放水車



第5図 ジブローダー掻き込み部散水

3. 焼結工場

鉄鉱石の事前処理は、戦後、高炉の生産性向上を目的として目覚ましい発展を遂げた。戦前の鉄石処理は鉄鉱石の大塊を砕くことから始まったが、高炉に硫黄分の多い原料を装入すると高炉の操業や銑鉄の品質に悪影響が出ることから事前に焙焼することが試みられ、高炉の生産性向上のための鉄鉱石の整粒強化の要請、さらに所内発生粉の有効利用のための手段として焼結法が採用された。

当所は戦前、洞岡にAIB法による焼結機、戸畑にグリナワルド式焼結機が設置され1965年前半まで稼働したが、これらのバッチ式の焼結機の発じんは激しく環境改善も極めて困難であった。

戦後は、洞岡に連続式のドワイトロイド式焼結機が建設され、さらに鉄源集約に伴って戸畑地区に3基、若松地区に1基建設されるにおよび環境対策も万全を期することが出来た。

焼結工場の環境対策は、主排風のばいじん対策と、粉じん対策の二つにわけて述べる

(1) 主排風対策

ドワイトロイド焼結機は連続したパレットにコークス粉を混ぜた焼結原料を装入して着火し、強制通風を行なって焙焼するため、その排風には多量の粉じんを含んでいる。

当初主排風機にはマルチサイクロン式集じん機が設置されていたが、ダスト排出部のシールの困難さからキャリオーバーが発生して集じん効率が上がらなかった。

1971年大気汚染防止法が施行され、焼結主排風も全国一律の規制を受けることになり、更に地方自治体は条例あるいは協定により更にきびしい規制を強いようとしていた。当社としてもそれに先立ち焼結主排風集じん機出口のばいじん濃度の目標値を 0.05 g/Nm^3 と設定し、これを満足する機種の開発にとり組んだ。

集じん機の選定にあたっては、湿式、乾式のEP、ベンチュリースクラバ、バグフィルターを挙げ経済性、保全性、操業の安定性について比較検討を行なった。その結果ベンチュリースクラバは、高圧損のためランニングコストが高いこと、及び水処理がやっかいなこと、バグフィルターはガス中の水分、油分などによる目詰が生じ、保全性に問題があること、また湿式EPについては、耐酸性材料の使用による設備費の増大、水処理がやっかいなことなどが主な理由で、残る乾式EPに期すことになった。

しかし、焼結主排風のダストは微細かつ $10^{11}\sim 10^{13}\ \Omega\text{-cm}$ という高い電気抵抗を持つことから、乾式EPでは、いわゆる逆電離現象が発生して集じん効率が低下するということが問題となった。

当時は、焼結主排風EPの実績は少なく、最初に設置したEPには、この逆電離現象による性能劣化対策を十分にほどこしておらず、ソフト、ハード面において問題をかかえていた。

これに対して、技術陣は超高圧静電集じん法が、高比抵抗かつ微細ダストに有効であるとの見通しを立て、先ず、君津製鉄所で実ガステストを開始した。

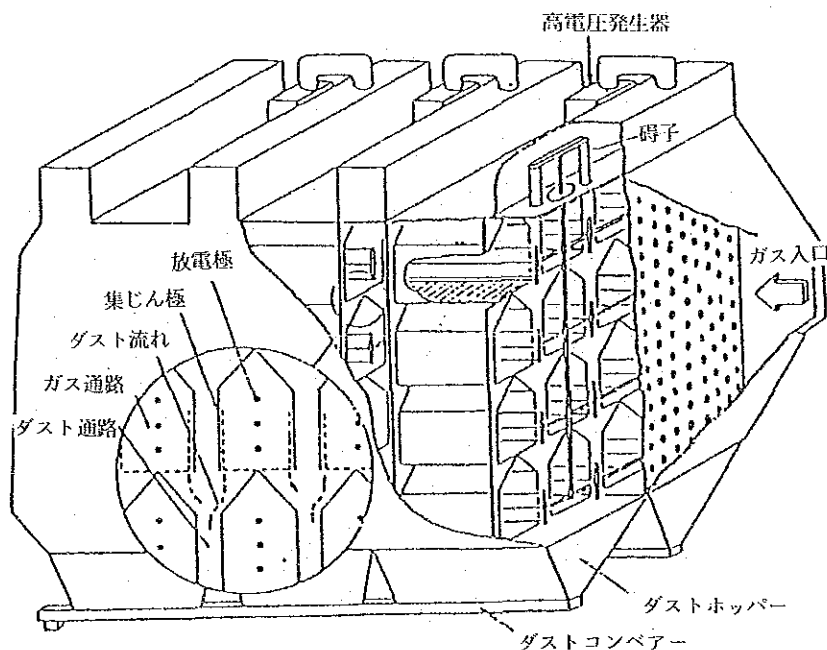
君津製鉄所の第2焼結工場に処理風量 $250\text{ m}^3/\text{mm}$ のモデルを並置して約半年間のテストを行なった結果出口含じん濃度 0.05 g/Nm^3 の性能が満足できることを確認し、堺製鉄所の第1、第2焼結工場に実機として導入することになった。

当初は高電圧碍子の破損、放電線の断線、集じん室内の捕集ばいじんの堆積等のトラブルが発生したが、実機での試行錯誤を経て改善が加えられ、その後は出口含じん濃度 0.05 g/Nm^3 以下という優れた性能が安定して維持されることになり、以後広畑、君津、名古屋各製鉄所に設置された。

この新日鐵により開発された集じん機は、E S C Sハウス型と呼ばれ集じん極間距離 1.100 mm、電圧 20 万ボルトで、集じん室の断面が家型なのでハウス型と呼んでいる。この集じん室を縦横に多数配置して集じん機を構成している。集じん室の天井、横壁、床が集じん極の役をしている。

集じんされたダストは、槌打によって集じん極から剥離し、グレート状の床を通して落下してゆき、下段の屋根でふり分けられて集じん室側壁の間を落下して最下部のホッパーに導かれる。このようにダストはガスの流れとは別の通路を通して排出されるので、ダストの再飛散が少ない構造となっている。(第6図)

また集じん室を積み重ねることによって機内は一種の整流格子となっているので、排ガス温度の上下方向の差によって起こる熱対流が発生しない。(第6図)



第6図 ハウス型ESCS

このE S C Sハウス型は非常に高性能であるが、図からも想像できるように材料の重量が非常に大きく設備費が大であった。そこで、堺製鉄所の実機化と併行して洞岡焼結工場に処理風量 3,000 m³/mmの実機が設置された。(第7図)

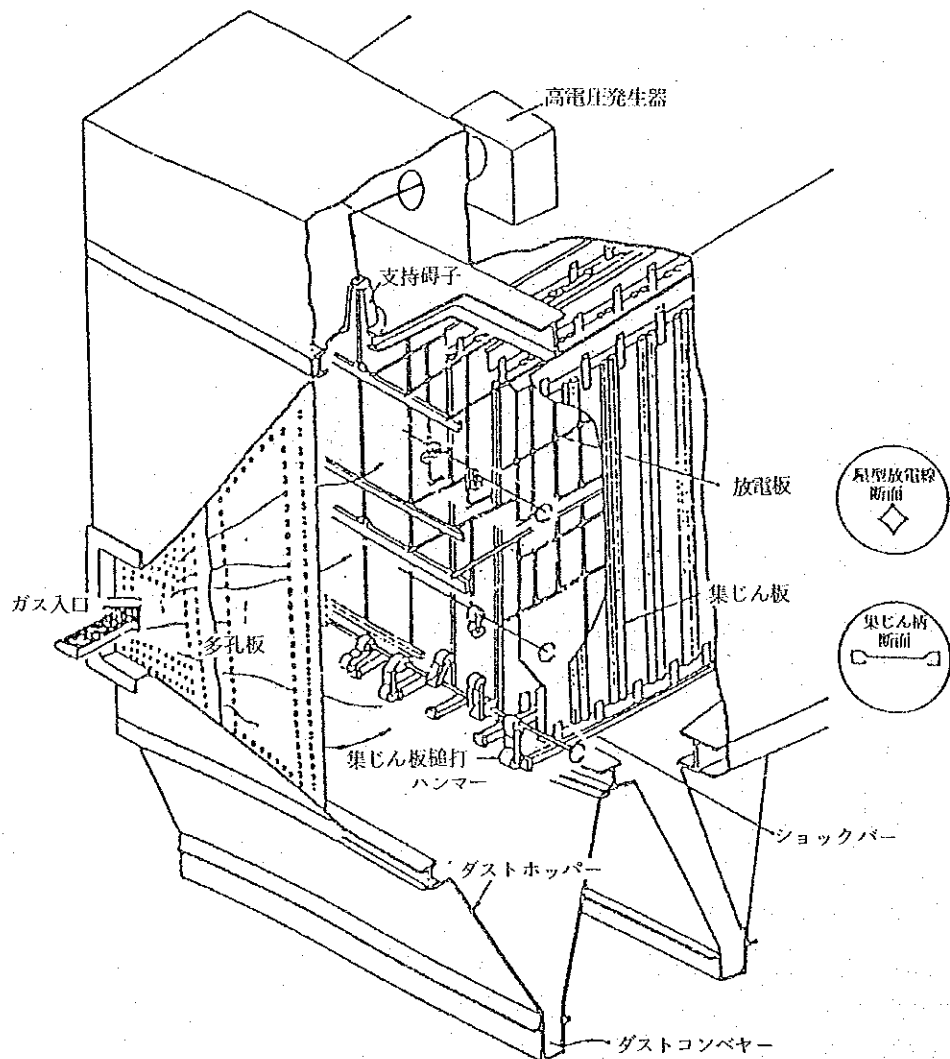
この集じん機は図に示すようにガス通路は垂直に吊り下げられた長尺の集じん極板に仕切られている。この集じん極板は薄い鋼板を冷間ロール成形したもので、両端にポケットを有した構造となっている。

このポケットは集じん極板に剛性を与え、寸法精度の確保および樋打力の伝播に有効に作用すると共に、樋打による再飛散を防止する役目を果たしている。

集じん極板間隔は600mm、電圧は7万ボルトである。放電極は星形線、九形線や異形棒鋼を用い、安定したコロナ電流を得るように、ガス及びダスト性状によって使い分けを行なっている。

また、性能劣化の原因となる集じん極板のダスト固着を防止するため、強力な樋打力を得る研究をかさね、最遠点でも大きな樋打力が得られる構造を完成した。

この機種は形状によってESCSストレート形と呼ばれ、その後戸畑第3焼結工場、若松焼結工場、室蘭製鉄所第5焼結工場に設置され出口含じん濃度は $0.05\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下となっており、平均値ではこの値よりずっと低い値を保ちながら安定した操業を続けている。



第7図 ストレート型ESCS

焼結主排風にはいま一つの対策が必要で、これは原料に含まれる硫黄分のために発生するSO₂の除去対策である。

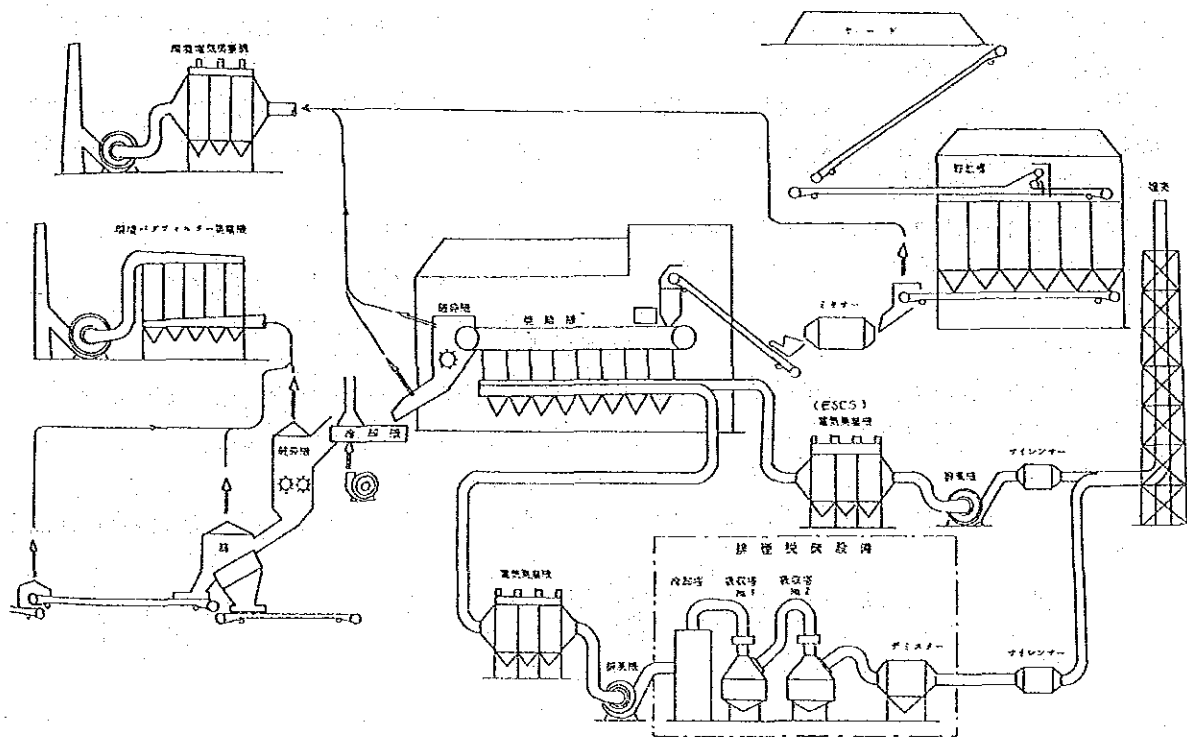
ここにも新日鐵で開発した排煙脱硫装置がある。

SO₂の発生は焼結機の中央部までは低く、中央部以降急激に高くなるので、ウインドボックスの前半をE S C Sで、後半を脱硫装置で処理することにした。

これは一種の湿式集じん機とも考えられるもので主排風は2分割され一方はE S C S系、もう一方は脱硫系に導かれて集じんされて煙突で合流することで、総合した含じん濃度は0.05 g/Nm³をはるかに下回っている。(第8図)

(2) 環境集じん

焼結工場では鉱石の破碎、輸送、シンターの破碎、篩分け、輸送など発じん箇所が非常に多く、これらの集じんには乾式のEPおよびバグフィルターが使用される。(第8図)



第8図 集じん機系統図

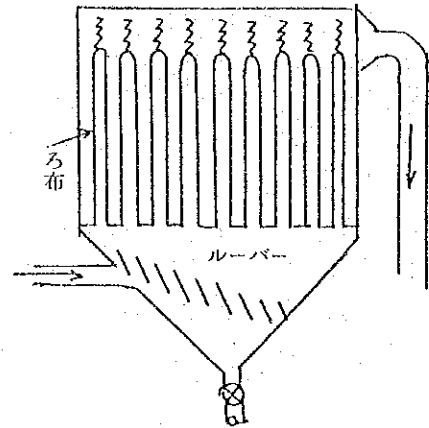
排鉱部の環境集じんでは高温の粗大なダストのためバグフィルターの濾布が焼損して穴が開き、いわゆる吹き抜けが生じてスタッカーから有色煙が出るという事故が頻発したことがある。はじめは原因が掴めず苦慮したが、粒度の粗大なダストが飛来し、温度が低下しないままバグフィルターに到達して焼損することが判明し、プレダスターの検討に入り、バグフィルター下部ホッパーにルーバー式のプレダスターを取り付けることで解決した。(第9図)

桃結工場では、エヤーダクトのダストシュートをはじめ各集じん機のダストなどの取り扱いが非常に多く、ダストコンベアーからの発じん対策も必要である。ダストコンベアーとしては密閉式のベルトコンベアー、IBコンベアー等が発じん防止には有効である。またコンベアー乗り継ぎ部などの密閉化構造についても注意が必要で、ちょっとした隙間から漏れてくるわずかの粉じんが、降下して堆積し、風に乗って二次飛散することが多い。

また、吸引箇所が多数あることから集じんダクトがタコ足配管となるため、圧損バランスがこわれ易く、吸引不能なフードが出現することもあるので、フードごとのVダンパーの開度調整の厳密さが要求される。

集じんダクトはダストの堆積による閉塞を防ぐため 20 m/S 以上の搬送風速であるので管の摩耗が著しい。ベンド部分の摩耗対策と、こまめなメンテナンスが必要で、ダクトに穴が開いた場合は直ちに吸引不能となる。

その他、ヤード地区と同じように道路、平地、屋根などに堆積した粉じんによる二次飛散対策が必要で、スーパー、バキューム車あるいは放水車による洗浄等を行なわねばならない。



第9図 バグフィルター下部ホッパー

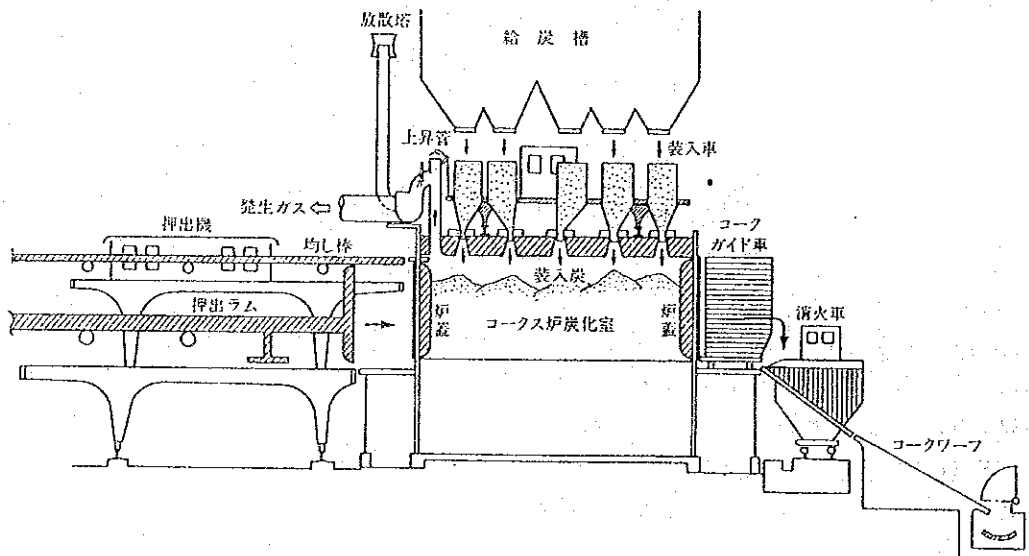
4. コークス工場

コークス炉は戦前、八幡の市街地に近い東田地区に建設され、続いて洞岡地区に建設された。

戦争によって壊滅的な打撃を受けたものの、戦後すぐに東田2号炉が復興、洞岡地区にも4炉団が再建された。現在は鉄源部門とともに戸畑地区に集約されている。

コークス工場も他の鉄源部門と同じように発じん箇所が工場全域にわたって広範囲に分散している。

原料炭関係の発じんはヤード、コンベアー、貯炭槽、破碎機、篩、配合、装入炭槽等がある。



第10図 コークス炉作業工程図

コークス炉本体関係での発じんは、(第10図)

- (1) 原料炭装入時の発じん
- (2) 炉上および炉周辺からの発じん
- (3) コークス押し出し時の発じん
- (4) 消火時の発じん

及び送骸系統の発じんとして、送骸コンベアー、貯炭槽とに大別できる。

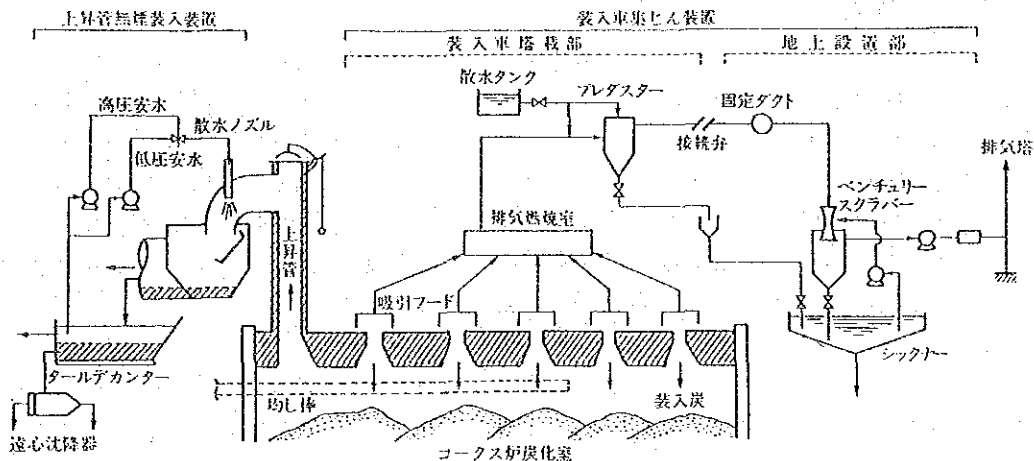
このうち、原料炭系統と送骸系統はヤード荷役作業及び焼結工場の環境対策ですでに述べたと同じような対策が打たれている。ただ、原料炭系統の集じん機を使用する際にはろ布の目詰まり対策が必要であり、主にロートクロンを採用した。

水分によるトラブル防止のため蒸気加温乾燥等も行なった。

ここでは主にコークス本体の対策について述べる。

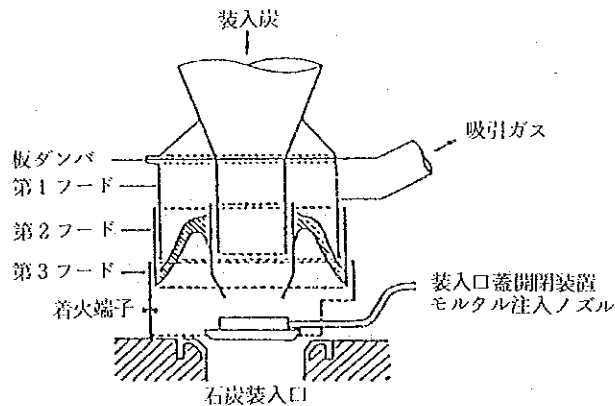
(1) 原料炭装入時の対策

原料炭を炭化室に装入する際の発煙は、高温の炉壁に原料炭が接触することによる水分の蒸発、石炭ガスの発生、また装入された石炭が炭化室の空気を押し除けるなどから、微粉炭をまじえた有色の石炭ガスが炭化室の空気とともに吹き出すもので、この対策は、発生するガスをエゼクターでドライメンの方へ吸引する方法と、装入口から逆流してくるガスを装入車側から集じんする二つの方法を併用することとした。(第11図)



第11図 石炭装入時防じん対策設備

装入車集じんは装入口に上下に伸縮するフードを降ろし装入蓋をS字モーション機構で開き装入シュートを装入口に密着させ原料炭を装入する。装入末期になってホッパー内の石炭がなくなると、シュートからホッパーへとガスが吹き抜けるのを防ぐために板ダンパーでシャットし、S字モーション機構で蓋を閉じ、モルタルシールを行なって終了する。(第12図)



第12図 ホッパー下部構造略図

装入車集じんは当初は集じん機（ロートクロン）を搭載する方法を採用したが、完全集煙を期するため、吸引風量が増大して行き、装入車にかかる重量も、占めるスペースも過大となったこと及び、ロートクロンWでは性能に限界があり、着色煙の除去が困難なことから、地上型集じん機、固定ダクト方式の採用へと移行した。

(2) 炉および周辺からの発煙

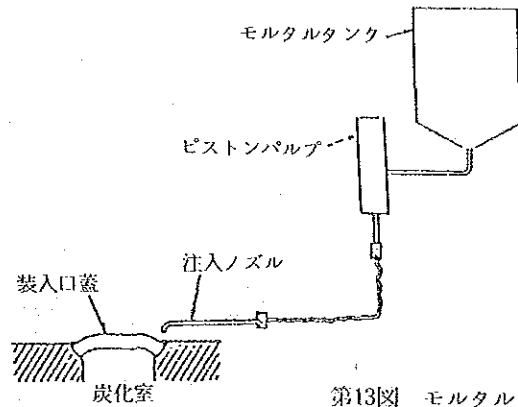
石炭を乾溜する炭化室は隣接する燃焼室との境界壁（即ち加熱室）が厚さ 100 mm 程度の煉瓦で築造されており通常 5 ~ 10 mmAq の正圧である。しかし、原料炭装入後は +100 mm/Aq 以上にも達する。この結果炭化室の各開孔部のシール面から石炭ガスが時としてリークする。上昇管蓋、装入口蓋、両側炉蓋、及び均し蓋などこれ等は耐熱の目的で通常メタルタッチであるが、これらシール部は乾溜末期の昇温歪みやコールタールの凝着固化によって完全なシール状態を保つことは難しい。各シール部の凝着物を機械的に掃除していてもガスリークを完全に防止することはできない、そこで次のような対策を打った。

ア 上昇管シール対策

上昇管は 500 ~ 700 °C の発生ガスが常時通過するので、蓋及び座の熱歪みが大きい。ガスリーク対策として水封化を実施、水の蒸発を考慮し、適度の水流を与えることとした。また、上昇管エゼクターによる圧力変動に耐えるよう水封深度を充分にとることとした。この結果、温度上昇がおさえられ、タールの凝着固化も少なくなり掃除回数も少なくなった。

イ 装入口シール対策

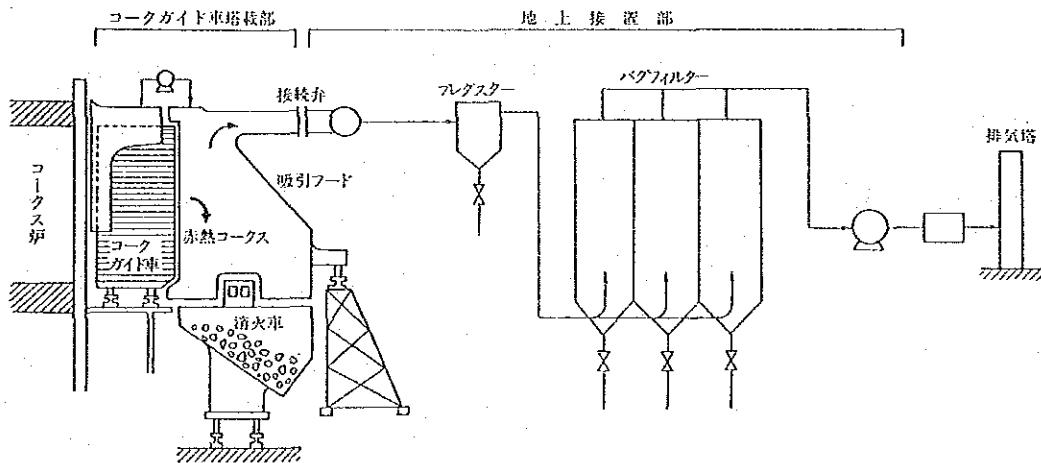
装入口蓋は装入終了後シール部を石炭粉やモルタル粉でシールしていたが数が多いだけにその手間は大変であった。装入口蓋着脱に S 字モーション機構を採用した際、水溶モルタルを自動的に流し込みシールするようにした。装入車にモルタルタンクを付設し、水溶モルタルを一定量ピストンにより吸引し、モルタル注入管を通じて装入口蓋シール溝へ流し込むものである。（第 13 図）



第13図 モルタルシール装置

(3) コークス押し出し時の発じん対策

コークス押し出し時の発煙は、(ア)炭化室両側の炉蓋を開放する瞬間の炉内残留ガス放出、(イ)コークス押し出し中の窯口部からの発じん、(ウ)コークス押し出し中コークガイド格子上部発じん、(エ)格子から消火車へコークスが落下する際の発じん、(オ)消火車がコークスを受け取ってから消火塔まで走行する途中の発じん等に区分される。(第14図)

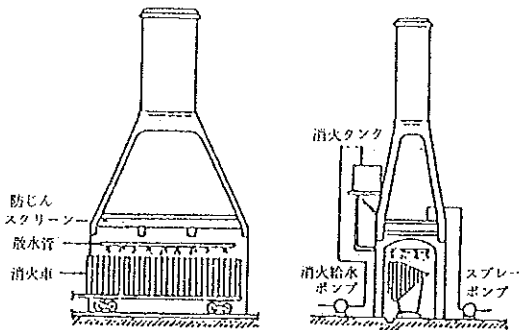


第14図 コークガイド車集じん設備フロー

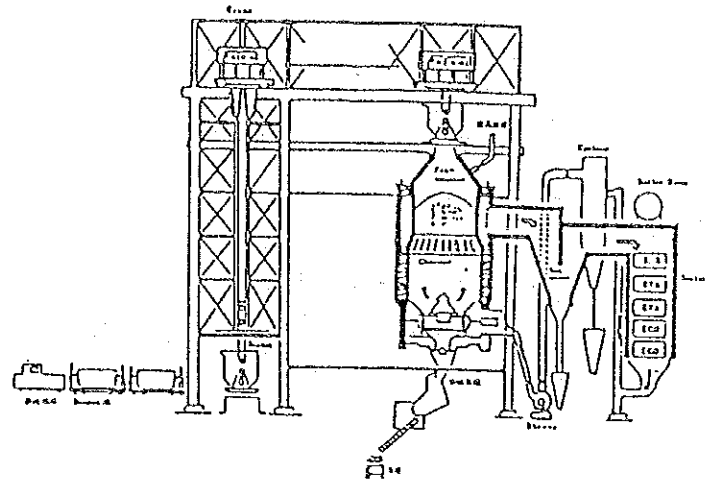
ガイド車にフードを搭載し、コネクターで固定ダクトに接続する方法を採用したが、その後性能、メンテナンスの問題からバグフィルターに取り替えた。

(4) 消火塔対策

消火塔発じんは赤熱したコークスを散水消化する際の発生蒸気が急速に上昇するとき、上昇気流に乗ってコークス微粉が随搬されるもので、ハードルワッシャー型の散水スクリーンを設置することで解決したが、現在は乾式コークス消火設備によって完全に集じんするとともに省エネルギー対策の一役も担っている。(第15図, 第16図)



第15図 消火塔防じん設備



第16図 乾式コークス消火設備

5. 高炉工場

1901年、東田に1号高炉が建設されて以来、東田地区に6基の高炉が建設され、戸畑に東洋製鉄からの2基の高炉、さらに洞岡にも4基の高炉が建設された。

旧国鉄時代の旧八幡駅の目の前に索道で輸送されて来る鉄鉱石が、赤茶けた粉じんを流してビンに落とされる有様を今でも覚えている市民は少なくない。

ビールびんのような熱風炉と、巨大な五衛門釜のようなタンクは八幡駅の印象的な背景であった。

いま、鉄源の戸畑集約によって旧八幡駅前に1901と大きくアピールされた東田高炉記念広場の記念碑的な建造物が残っているに過ぎない。

戦前から戦後にかけての小規模の高炉時代の発じんは、原料輸送系列と溶銑からの発じんくらいのもので、出銑率も低く、他の発生源に比べて特に目立つものはなかった。

しかし、高炉の生産性が向上するに従って、原料の処理量、出銑量も増大し環境に対する影響も大きくなって来た。殊に、高圧操業が行われるようになって鑄床からの発じんが大きな問題となって来た。

高炉の環境対策を見るとき、まず、考えられるのが高炉の炉内から発生する排ガスの問題であろう。

しかし、このガスは戦前からタイゼン或いはコットレル(電気集じん機)で除じんされて、副生ガスとして燃料として珍重されて来た。現在もベンチュリーで除じんされ、燃料として使用されている。

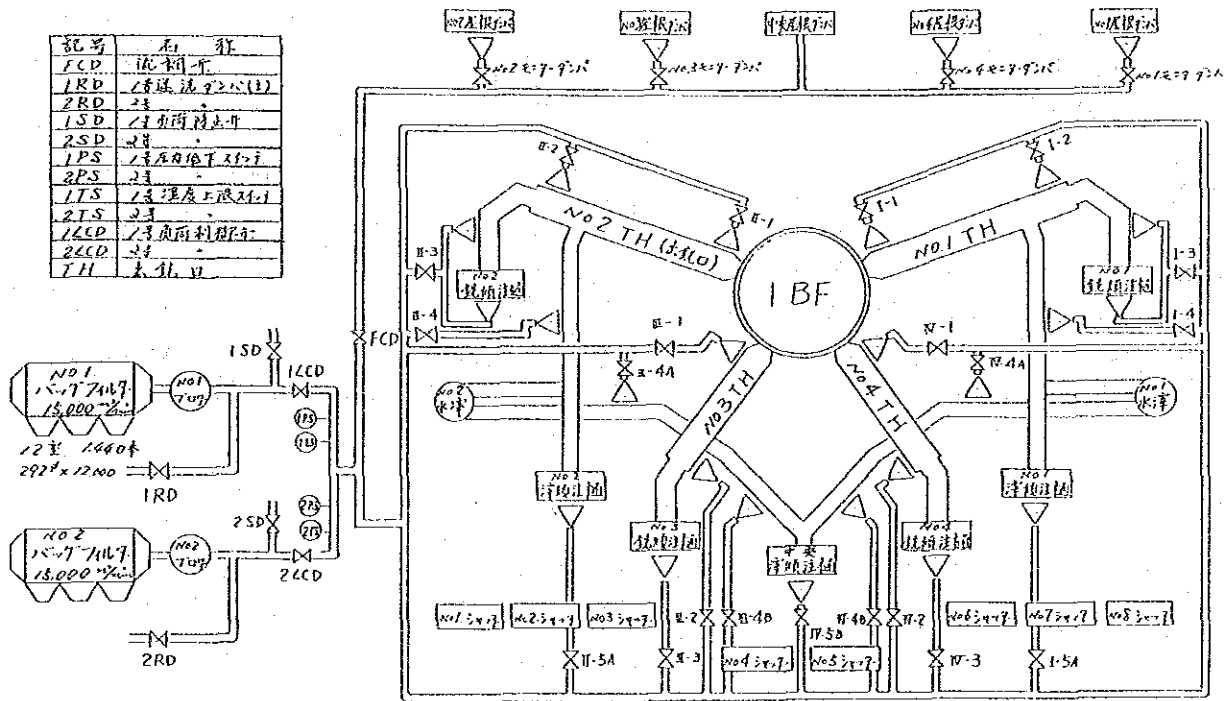
鑄床からトビード車に至る溶銑、溶滓からの発じんこそ、一番頭を悩ました問題である。なお原料系の発じん箇所は貯鉱槽、同切り出し、コンベアー及び炉頂の装入部等があるが、他の原料設備の対策と大同小異である。炉頂には独立した集じん機を設置した。

鑄床の発じん箇所は、出銑口、スキーマー、溶銑樋、溶銑のトビードへの落とし口、などで、通常出銑状態の発じん状態と出銑初期及び末期の発じんの状態は著しく異なっている。そこで、前者を1次発じん、

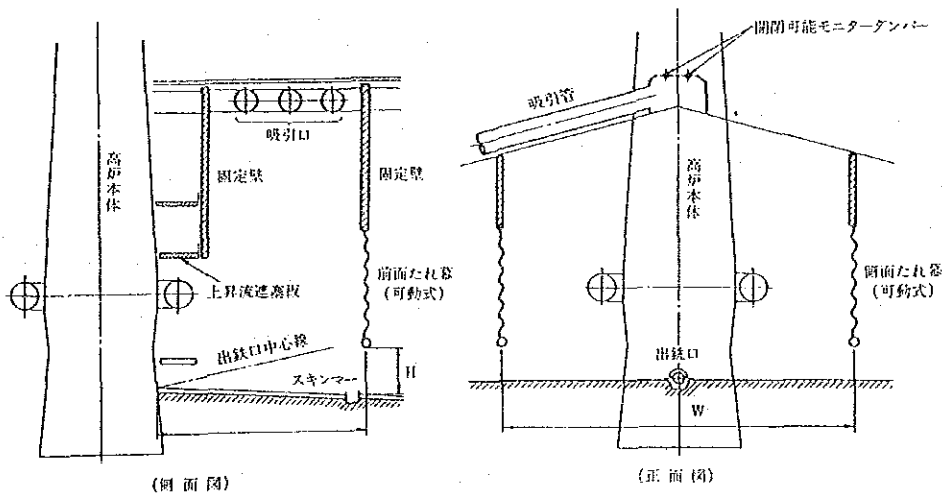
後者を2次発じんと呼んで区別し発じん状態を検討したうえで総合的な集じん方式を決定した。

(第17図)

ただ出銑の初期、末期において、常に異常発じんが発生するものではなく、また異常発じんの規模も大小であることから模型実験でガス噴出のパターンを決定し、たれ幕を用いた可動式フードによる建家集煙方式(たれ幕式)を採用、高炉の建家からの発煙をほとんど100%防止することが出来た。(第18図)



第17図 高炉鉄床集じん設備



第18図 たれ幕式2次集煙略図

6. その他の工場の対策

圧延工場等の均熱炉、加熱炉、焼鈍炉等の窯炉、またボイラー等については、かつては固体燃料あるいは液体燃料を使用し、ばいじんの発生する施設もあつたが、現在はすべて液体燃料に転換したことにより、燃焼管理によつてばいじんの発生を防ぐことができるようになった。また、連続鑄造設備の導入により鋼塊処理、均熱炉などの発生源が減少した。

粉じん発生源としては、半製品のホットスカーフィング、コールドスカーフィング、または、グラインダーによる疵取り作業がある。ホットスカーファーは、現在はほとんど湿式EPによる集じんを行なっているが、その他はバグフィルターからEPあるいはサイクロンとダスト性状に見合った集じん機を採用している。

集煙の極めて難しいものにサンドブラストがある。ショットブラストは概ね密閉式で行なわれるので集煙率は高く、バグフィルターで集じん可能であるので、サンドブラストは近年は姿を消しつつあるようである。

ハンドスカーフィング、あるいはグラインダーによる疵取りまたはガウジングは集じん機そのものより、フードの形状の方が問題が多いので注意を要する。

環境対策は、対策設備を打つことは大事なことはあるが、並行して、公害の発生源である設備の運転管理と、対策設備の運転管理、その両方の設備の保全管理が重要な役割を担っている。

今日、北九州の空が美しくなったのも、それに携わった人びとの日夜の努力の賜であるということをお忘れはなるまい。

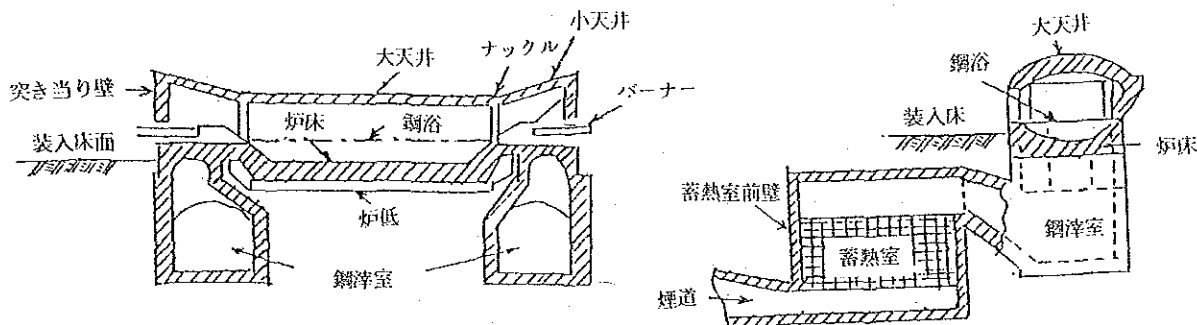
(2) 製鋼部門における大気汚染防止対策の変遷

1 平炉酸素製鋼	6 - 24
(1) 平炉における酸素使用	6 - 24
(2) 集じん装置の検討	6 - 25
2 LD型純酸素上吹転炉（排ガス燃焼方式）の導入	6 - 28
3 OG式転炉（排ガス回収型）	6 - 29
(1) OG法の特長	6 - 29
4 転炉工場環境じんシステム	6 - 32
(1) 混銑車からの溶銑払い出し作業	6 - 32
(2) 転炉への溶銑装入、吹錬、出鋼作業	6 - 33
(3) その他作業	6 - 35
5 製鋼用電気炉	6 - 38

1. 平炉酸素製鋼

(1) 平炉における酸素使用

戦後わが国の平炉燃料は、発生炉ガスが大部分を占めていた。その後、アメリカからの重油放出と米人技師による製鋼技術の指導を契機として、1949年以来重油あるいは重油とコークス炉ガスの混焼形式に転換する傾向をたどり、特に銑鋼一貫工場にあっては、重油とコークス炉ガスを蓄熱室を経由せず、直接バーナーに供給して好成績を収めた。(第1図)

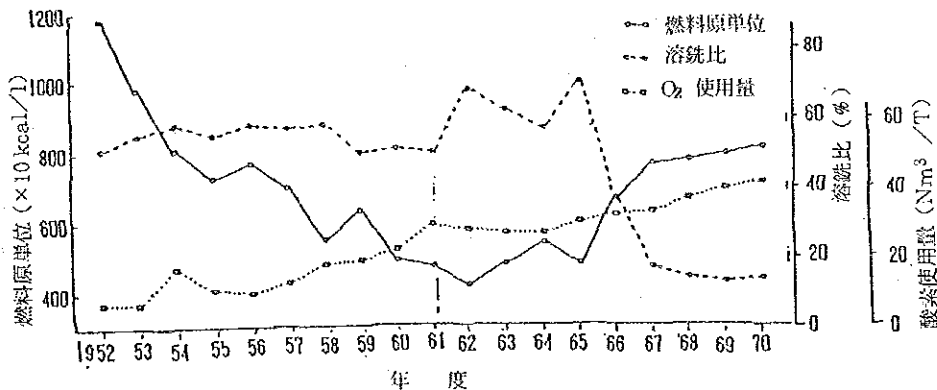


液体燃料使用平炉の長さ方向断面図

平炉の横方向垂直断面図

第1図 平炉の概略図

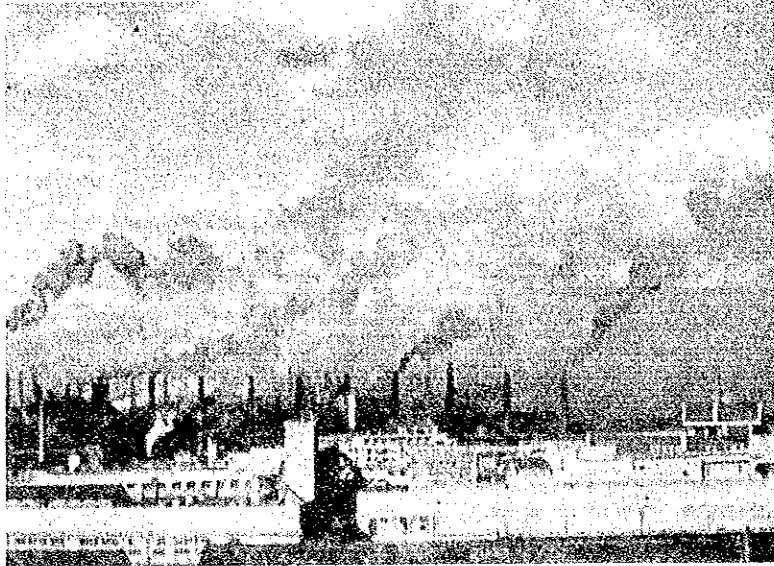
一方、1949年には「酸素製鋼法の実用化」をめざして一連の基礎実験が進められ過渡的に圧縮空気吹き込みによる「ベッセマライジング」が行なわれ、煙突から少ないながら、赤煙が発生するに至った。1953年以降大容量の酸素発生設備の完成もあり、重油燃焼方式と酸素吹き込み(送酸圧力6~7 kg/cuf)による製鋼法が採用され、平炉の能率は著しく向上し、酸素使用前に比較して製鋼率では約2倍、熱量原単位では1/3になる高能率の生産が可能となった。



第2図 燃料原単位の推移

しかしながら、この酸素製鋼法は非常に微粒かつ大量のダストを発生して、平炉の煙突からの赤煙は、環境問題が厳しくなるにつれ住民の非難の的となった。

この赤色排煙は、酸素吹錬時に発生する酸化鉄ヒューム (Fe_2O 、 Fe_2O_3) で、その粒度は 1μ 以下のものが大部分を占める。



“煙濛々天に漲る” 煙突群 (1960年代)

(2) 集じん装置の検討

平炉発生ダストを処理するため、1957年以来集じん装置について検討が進められた。すなわち

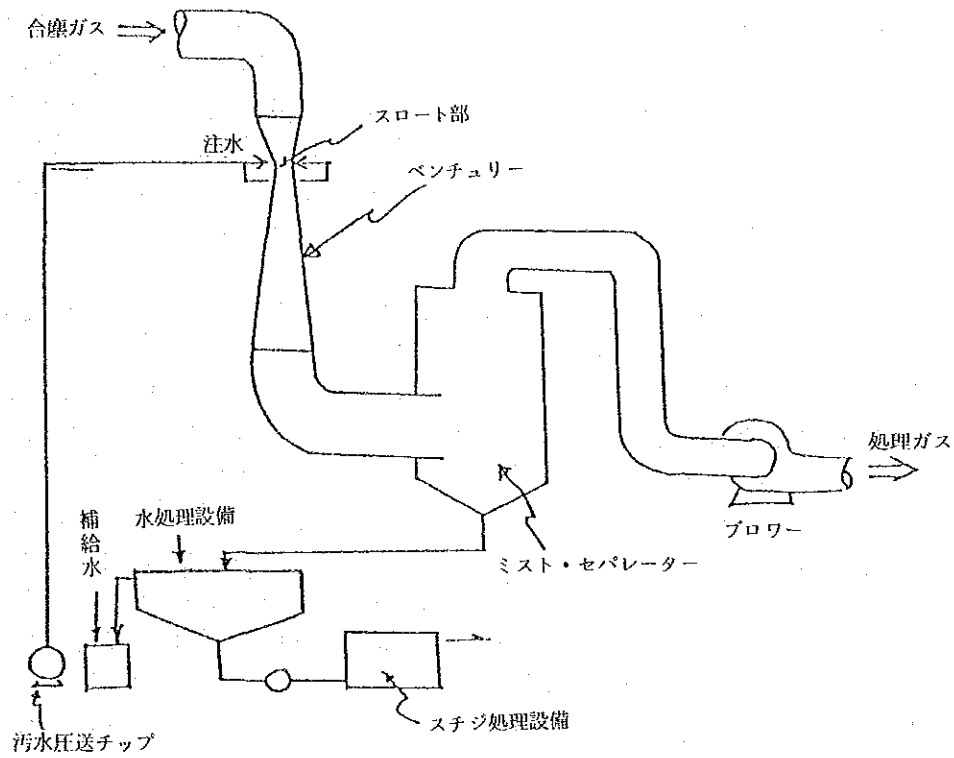
ア 湿式サイクロン

サイクロンの集じん限界粒子径は約 2μ であるから、平炉ダストについては集じん効果がのぞめない。しかし、平炉ダストは水との親和性に富んでいるので採用された例はあるが、捕集効率は50%以下で、煙突から排出される濃度は肉眼的にはほとんど差が見られなく、又腐食の問題もあり不適であった。

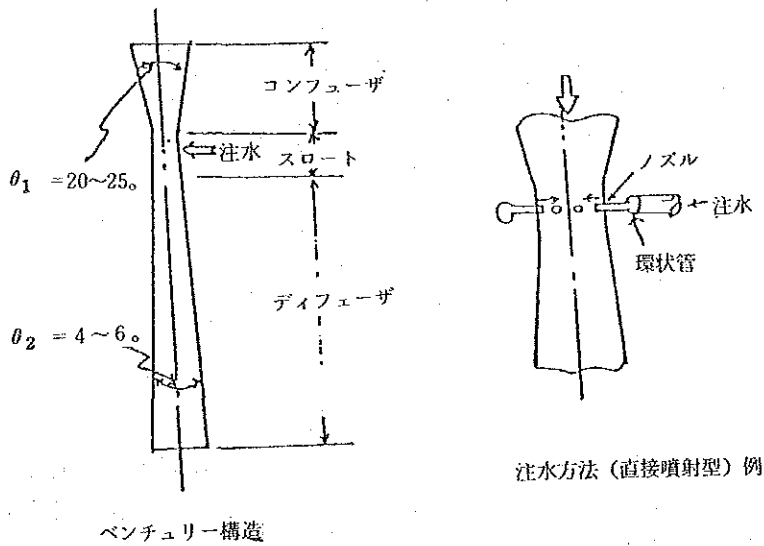
イ ベンチュリースクラバ

ベンチュリースクラバはベンチュリーによって高速気流を作り、ベンチュリーのスロートの部分に注水し、その高速気流によって水を霧化するベンチュリーアトマイザーの部分と、ベンチュリーの部分で衝突と拡散の作用によってダスト粒子と結合したところの水滴を捕集するミストセパレーターの部分よりなっている。

ベンチュリー本体の構造は第4図の如く、コンフューザー、スロート、ディフューザーの部分より成っている。コンフューザーの絞り角 θ_1 は $20\sim 25^\circ$ 、広がり角 θ_2 は $4\sim 6^\circ$ が標準的なものとなっている。



第3図 ベンチュリースクラバ系統図



第4図 ベンチュリースクラバ本体の構造

ベンチュリースクラバのスロート部を通過するガス流速は 60m/s 以上でガスが比較的低温の場合、注水量 0.8 l/Nm^3 以上は捕集率にあまり影響しない。圧力損失は $300\sim 500\text{ mmH}_2\text{O}$ で入口ばいじん量 10 g/Nm^3 ダスト処理後のばいじん量は約 0.2 g/Nm^3 であり、捕集率 95% 以上が得られ視感濃度としてもかなりの効果が得られたものと考えられる。しかし、集じん機から排出される含塵汚水は、ガス中の SO_2 、 SO_3 を吸収するため $\text{PH}=3.0$ 程度の酸性を示し、装置の腐食が著しく集じん水処理の問題、腐食、摩耗のトラブルは完全に解消できなかった。

ウ 乾式電気集じん機

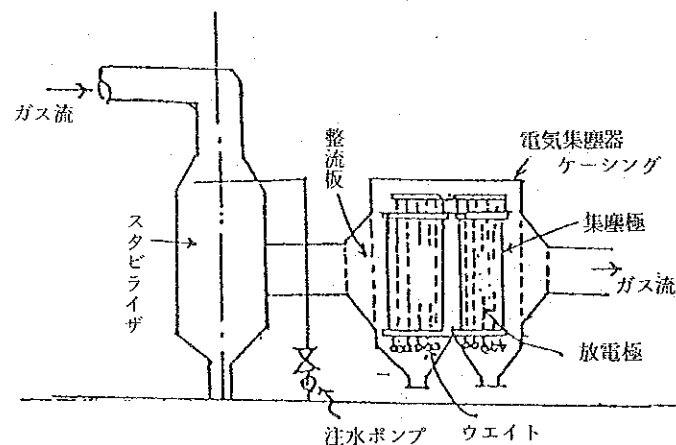
ア、イで述べたような経過をたどって、一部二製鋼既存平炉において試験的に乾式電気集じん機の採用に踏み切った。

電気集じん装置は処理ガス量によって捕集効率が変わり、また平炉排ガス温度は集じん装置入口において $400\text{ }^\circ\text{C}$ 以上と高温のため、集じん装置の前にスタビライザーを設け、水スプレーによってガスを冷却する必要がある。

このように、適切な温度に調節することによって、

①処理ガス量の減少、②ガス中水分の増加による安定運転、③熱歪みの防止などが図られた。

問題としては、ベンチュリースクラバと同等の集じん効率を得られるが、ガス中の SO_2 が H_2SO_4 に反応し、スタビライザー鉄皮の腐食の問題、噴霧水の圧力調整に伴う不良捕集効率の低下などの諸種のトラブルを伴った。



第5図 電気集じん装置の概略図

以上平炉の酸素製鋼の集じん対策として、ベンチュリースクラバ又は電気集じん装置の設置が行なわれ、平常時は赤煙の発生は解消したが、故障が多くメンテナンスに苦勞が絶えなかった。腐食あるいは摩耗の防止対策としては、チタンコーティング、アルミナコーティング等を施したり、集じん水の PH 値制御が行なわれたが、何れも不完全でメンテナンスに多大の費用を要する割には効果は薄く、1962年を境にして平炉そのものが次々に休止となり、1970年をもって平炉製鋼は幕を閉じ、転炉製鋼法へと取って替えられた。

2. LD型純酸素上吹転炉（排ガス燃焼処理方式）の導入

1952年頃オーストラリアのフェースト社リンツ製鉄所において、純酸素上吹転炉法—LD法（Linz-Donawitz）が発明され、画期的な高能率、高生産性を持つものであった。

その情報に基づいて、八幡製鉄所では3 tonの試験炉をつくり、本法を実証的に確認し、その優秀性が認められた。しかし、吹錬時の赤煙対策は大きな問題であって、この頃オーストリーのワグナービロー社が開発した集じん装置がすぐれているとの情報を得て技術者を派遣して集じん器の調査をして実用できることを確認し、酸素転炉の集じん対策の目途がついたのである。それまで製鋼業の分野において主導的地位にあった平炉製鋼法に変わり採用され始めた。

以上のような経過で1957年9月八幡製鉄所でも初めて採用され逐次平炉に取って替わった。

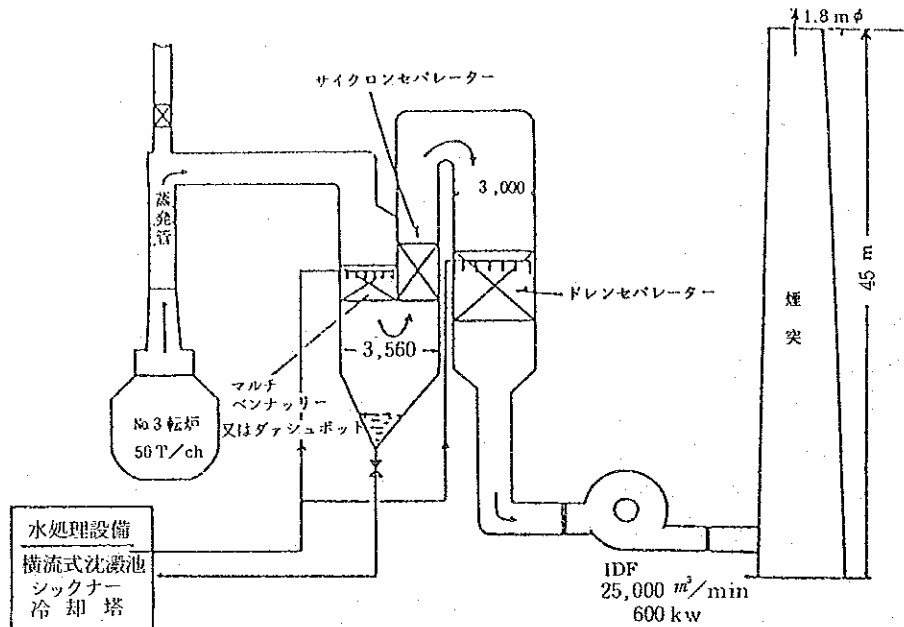
純酸素上吹転炉法は高純度酸素のジェットのスプレッドを吹きつけて、精錬時間15～20分/chの短時間で精錬を完了するものである。

ところで、転炉内での酸化反応の結果発生する排ガスはCOガスであるが、その発生量はランスからの吹き込み酸素量のおよそ2倍である。

酸素吹込精錬時に発生するCOリッチの排ガスを転炉炉口からの侵入空気、および二次空気の供給によって完全に燃焼させ、ボイラーチューブ壁で熱回収した後、ダッシュポット又はマルチベンチュリー式スクラバーで集じんしブローで排出する型式となっている。

排ガス燃焼方式により、多量の酸化鉄を含む高温、高速の排ガスのため、ボイラーチューブの摩耗は甚だしく、又ダッシュポット、ベンチュリースクラバの詰り、あるいは腐食等のメンテナンス上のトラブルの発生が多く、その上湿式集じん器の集じん水循環システムの詰りも発生し、生産性は高かったが環境面での改善の効果はあまり評価できなかった。

更には熱回収による発生蒸気が間歇的であるため他の一般用ボイラーで出力変動せざるを得ず、エネルギー回収面でも余り評価できなかった。



第6図 転炉ボイラー集じん設備概略図

3. OG式転炉（排ガス回収型）

八幡製鐵所ではLD転炉導入直後より巨大な排熱ボイラーによらず、転炉排ガスを非燃焼状態で処理する方法について、すでに魅力的なものとして製鋼技術者の間で論議されており、技術研究所における基礎理論的な研究を経て具体的な構想が描かれていた。工業化への研究開発には、ガスの性質、熱交換、集じんなどの多方面の知識の総合化が不可欠で、当時独自に非燃焼法を検討していた、横山工業(株)との共同開発を行なうこととし、1959年10月、「OG開発委員会」を設置し、以後この委員会を母体として開発が推進された。

OG委員会は2トン試験転炉に、OG装置を取りつけ、各種の試験を行なうことを決定した。2トン転炉での吹錬試験は、1960年から2年半にわたって行なわれ、窒素カーテン方式、爆発防止、パージ法、ガス回収法、集じん法、ガス分析法などの重要な知見が得られ、あらゆる事態に対して全く安全で柔軟性に富むことが確認された。

上記のようにLD転炉導入直後より転炉排ガスを非燃焼状態で処理する方法についての研究が開始され、OG法（Oxygen-Converter-Gas-Recovery-System）の実用の目途をつけ、1962年戸畑第3号転炉改修時にこのシステムを大英断で踏み切って導入した。

その後、国内はもとより世界各国で採用され現在に至っている。

(1) OG法の特長

OG法を他の方法と比較した場合、その最大の特長は純酸素上吹による精錬プロセスにおいて発生するCOに富むガスを、侵入空気による燃焼を極力押さえて、冷却・集じん装置（OG装置）に導き処理することにある。したがって、燃焼方式と呼ばれる他の方法に比較して、次のような特長を有している。

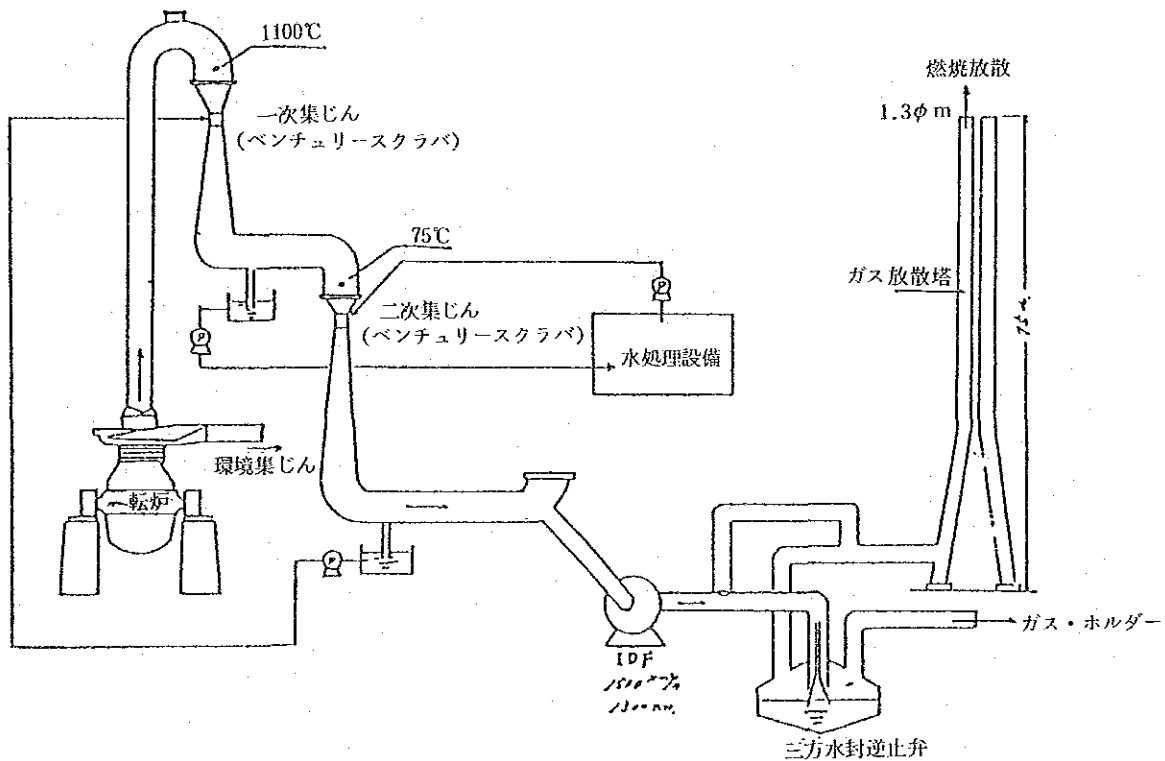
- ① ガス量が1/4以下である。
- ② ガス温度が低い。

③ ダストの酸化度が低く、主にFe、FeOおよびFe₃O₄であり粒度が比較的大きい。

④ COを主成分とするガスを回収できる。

これらユニークな特長を有するOG法では、ガス処理設備すなわち、フード、冷却器、集じん機、煙道、誘引ファンなどが小型になり、ガス処理設備自体の価格が安くなるだけでなく、転炉工場の建家も経済的に設計することができた。また、冷却水および集じん水の量が少なく、したがって所要動力も少なくすみ、ダストの粒度が比較的大きいことから集じんが容易であり、集じん効率が高い。

OG装置の1例として配置図を第7図に示す。

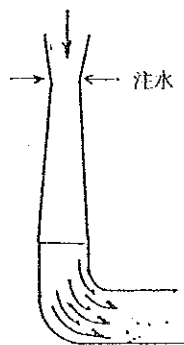


第7図 二製鋼NO.3 OG装置

OG装置には排ガスを冷却する部分として、スカート、フード及び冷却器があり、それに続いて集じん部分として1次集じん機、2次集じん機および集じん後のガスからミストを分離するためのエルボセパレーター (Elbow Separator) がある。さらに吸引ファン、三方弁、水封逆止弁等のガス回収設備がその後に配置されている。

転炉炉口と接する部分がOG装置の入りにあたるスカートであり、このスカートを下降することにより、炉口部を密閉することが可能である。冷却器は輻射冷却部だけとし、冷却器出口の排ガス温度は100℃とするのが標準設計となっている。冷却器出口において温度100℃の排ガスはきわめて簡単な構造の1次集じん機によって急冷され、75℃の飽和ガスになる。集じん機は2段になっていて、1次は低圧損ベンチュリースクラバ (Quencher)、2次は第9図に示すような可変

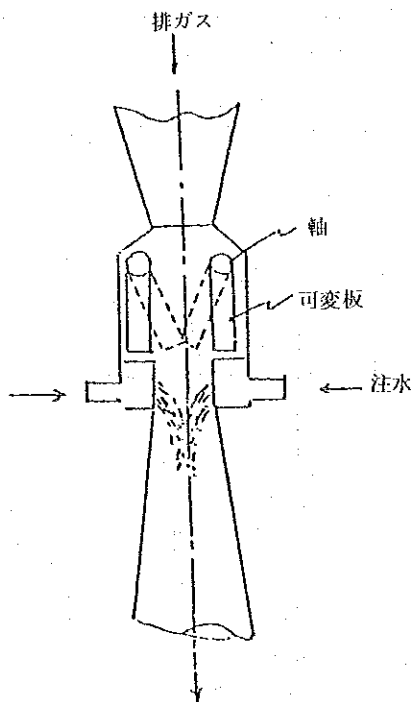
スロート付きのP-A型ベンチュリースクラバ(P-A型 Venturi)であり、それぞれの直後に、ミスト分離器としてElbow-Separatorが設置されている。このような QencherとP-A型ベンチュリーの組合せは、OG装置用集じん機としての条件を満たすと同時にすぐれた集じん効果を発揮した



第8図 エルボセパレーターの図

第1表にOG装置で得られた集じん効率の実績を示す。転炉から発生するダストの排ガス中濃度は $100 \sim 140 \text{ g/Nm}^3$ であり、これが2段の集じん機を通過することにより、 $0.03 \sim 0.07 \text{ g/Nm}^3$ の清浄ガスとなる。ただ吹錬初期、後期のガス成分不安定の短期間は放散塔の頂部で燃焼され大気中に放散される。

回収ガス量は製鋼条件によって変わるが、およそ $100 \text{ m}^3/\text{t-steel}$ である。また回収ガスの組成および成分は第2表に示す通りで、発電用ボイラー、加熱炉その他の燃料として利用されている。



第9図 P-Aベンチュリー概略図

第1表 OG装置のダスト集じん効率事例

		NO.	I	II	III
炉 容		t/ch	250	185	75
吹 酸 量		Nm ³ /H	40,000	33,000	12,000
処 理 ガ ス 量		Nm ³ /H	105,000	66,000	30,000
ダスト濃度	1次集じん機入口	g/Nm ³	103	116	133
	放散塔入り口	g/Nm ³	0.033	0.026	0.031
集 じ ん 効 率		%	99.97	99.97	99.95

第2表 回収OGガスの組成及び発熱量

CO (%)	CO ₂ (%)	N ₂ (%)	O ₂ (%)	発熱量 (cal/Nm ³)
75	14	10	0.3	2,300

既述のように、OG法は従来の転炉排ガス処理法の常識を破った画期的なプロセスであり、したがって数々の特徴を有するものである。すなわち排ガスを非燃焼で処理するため、装置が小型化され、装置の運転コスト、整備コストも安価である。さらに集塵効率がきわめて高く、完全な密閉型であるため環境面でも完璧なシステムであり、大気汚染防止の見地からも特に高い評価を得ている。

4. 転炉工場環境じんシステム

転炉工場内ではOG装置を主集じん装置として、これに炉口周辺換気装置および他の補助換気装置を組合せることにより、下記に示すように転炉吹錬の前後工程における発煙を捕集し、除じんする環境システムが設置され転炉工場からのばいじんの発生を完全に防除することが可能になった。

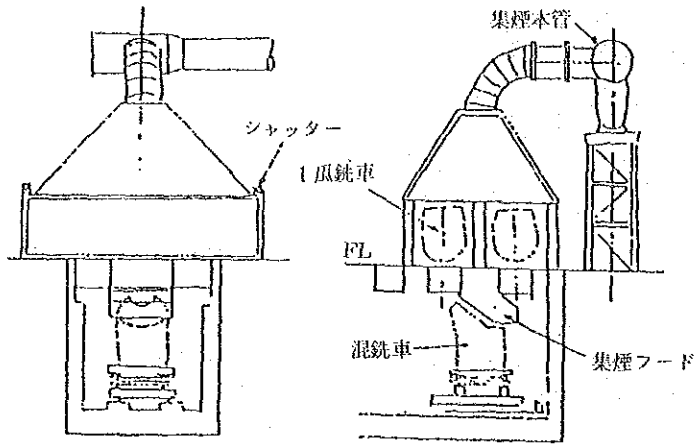
- ① 混銑車からの溶銑の払い出し作業
- ② 溶銑の除滓作業
- ③ 溶銑鍋および混銑車における溶銑の脱硫作業
- ④ 転炉への溶銑装入作業
- ⑤ 転炉の精錬作業
- ⑥ 転炉の出鋼作業
- ⑦ 転炉炉口の付着地金切断作業
- ⑧ 副原料の搬送作業
- ⑨ 溶鋼鍋の付着地金切断作業
- ⑩ 精錬用ランスに付着した地金の切断作業

これらのうち、混銑車からの混銑払い出し作業、および転炉への溶銑装入作業時の集煙を中心とした環境集じんシステムの概要について説明する。

(1) 混銑車からの溶銑払い出し作業

混銑車から溶銑鍋に溶銑を払い出すさいに、溶銑脱硫のためにソーダ灰を投入すると多量の発煙がある。集煙フードにより吸引すべき風量は、フードの構造及び溶銑脱硫用ソーダ灰の使用量によって大きく左右される。

集煙フードは、工場配置に大きく制約され、その配置によって最適なフード形状が異なるが、すべての発煙を完全に捕集するためには、第10図に示すような混銑車を包み込んだ囲い型フードが非常に有効である。



第10図 混洗車溶銃払い出し時集煙フードの配置例

集煙フードで吸引すべき風量 (F_h) は、次式によって決定される。

$$F_h = F_o + (F_{a1} + F_{o2})$$

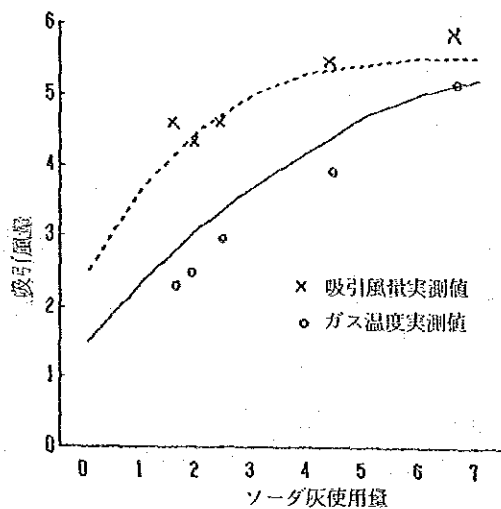
ここで、 F_o : ソーダ灰投入時の鍋からの発煙量

F_{a1} : フード開口部からの外気浸入量

F_{o2} : ソーダ灰を投入しない時の鍋からの発煙量

上記の F_o , F_{o2} は、溶銃量、ソーダ灰使用量、及び鍋形状によって決定されるもので、種々の実験及び実測結果に基づき決定する。

一方、 F_{a1} については、フードの高さ別にフード側面の開口部を把握し、ドラフトを計算する。ソーダ灰使用量と所要吸引風量の関係についての1例を第11図に示す。

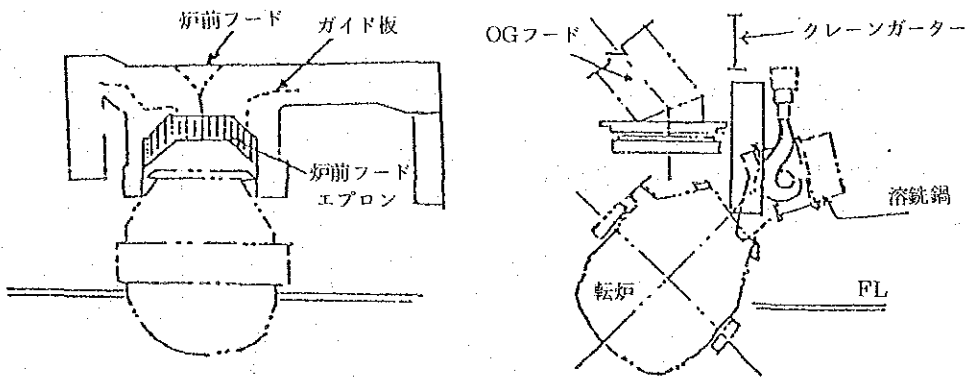


第11図 ソーダ灰使用量と吸引風量の関係

(2) 転炉への溶銃装入、吹錬、出鋼作業

転炉への溶銃装入、吹錬、出鋼、炉口付着地金の切断作業時に発生する煙は、転炉装入側の上部に設置された集煙フードにより吸引処理する。

集煙フードの設置例を第12図に示す。

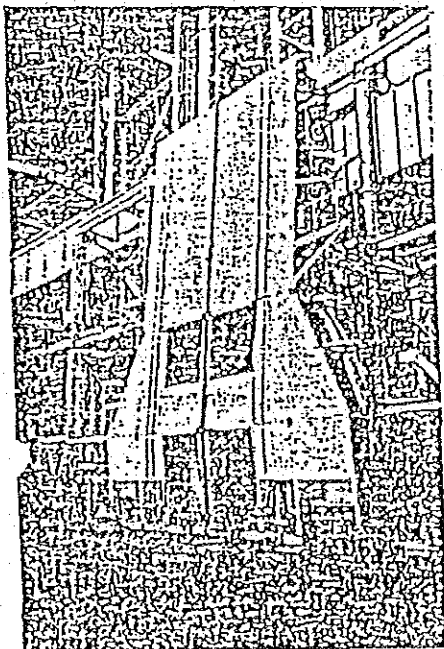


第12図 溶銑装入時集煙フードの設置例

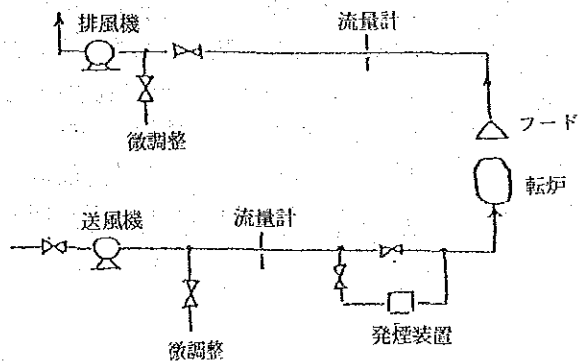
転炉精錬、出鋼、炉口付着地金の切断作業時の発煙をできるだけ少ない吸引風量で処理するためには、装入側に対し左右移動可能な“防風板”を設置するのが有効である。第13図に防風板の設置例を示した。

転炉周辺の集煙フードによって吸引すべき最大風量は、溶銑装入時の吸引風量によって決定される。この吸引風量は模型実験によつて決定している。

この模型の概略系統図を第14図に示す。



第13図 防風板設置例



第14図 転炉周辺の集煙模型の概略系統図

模型実験の結果から次式をもとに実機フードの所要吸引風量（ F_p ）を決定する。

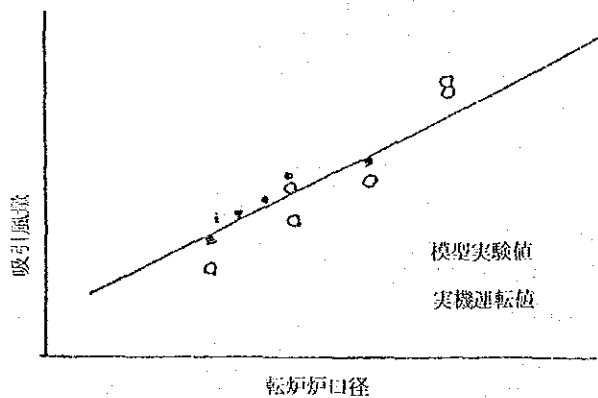
$$F_p = F_{op} \times \frac{F_m}{F_{om}}$$

ここで、 F_{op} : 実機転炉からの発煙量

F_{om} : 模型転炉からの発煙量

F_m : 模型フードで完全吸引時の風量

所要吸引風量決定の1例を第15図に示す。



第15図 吸引風量の決定方法（例）

第16図はC鋼溶銑装入時の実験をスケッチした1例である

(3) その他作業

転炉工場においては、前述の混洗車からの溶銑払い出し作業、および転炉への溶銑装入作業等の集煙フードの他に、溶銑の除滓、脱硫、副原料のハンドリング、溶鋼鍋およびランスの付着地金切断時の発煙のための集煙フードが設置され、これらの吸引された煙も環境集じんシステムによって処理される。集じん機としては、一括してバグフィルターを採用している。

第17図に環境集じんシステムの概略系統図を示す。これらの集じんシステムの開発は新日本製鐵環境対策委員会のばいじん分科会で研究開発したものである。

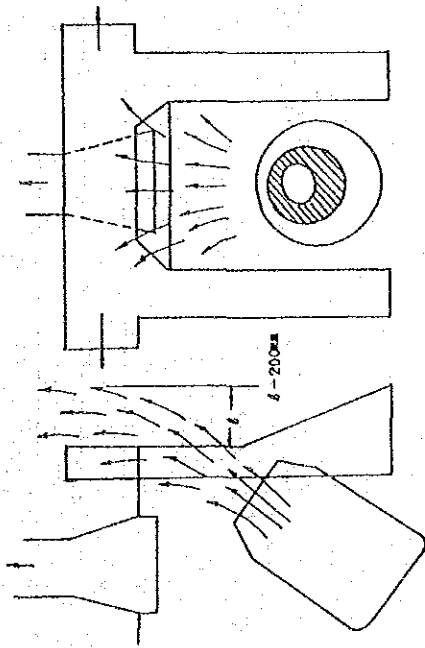
第16図 C鋼溶銲装入時の実験をスケッチ

1. C鋼フード (巾650mm)

吸引風量 31m³/min (980.0m³/h)

炉口発煙速度 3.5m/S (11m/S)

漏洩率 40%

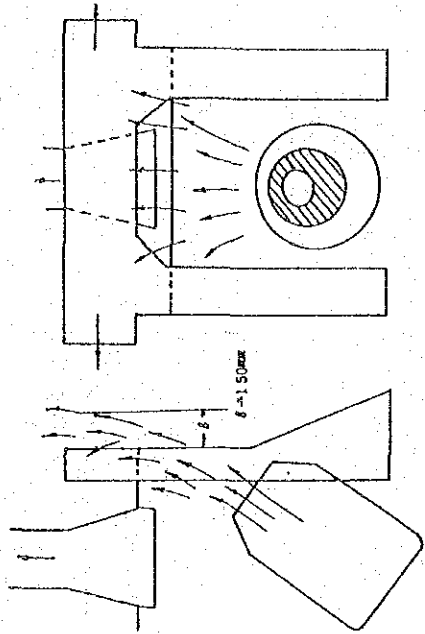


1. C鋼フード (巾1000mm)

吸引風量 30m³/min (950.0m³/h)

炉口発煙速度 3.2m/S (10m/S)

漏洩率 30%

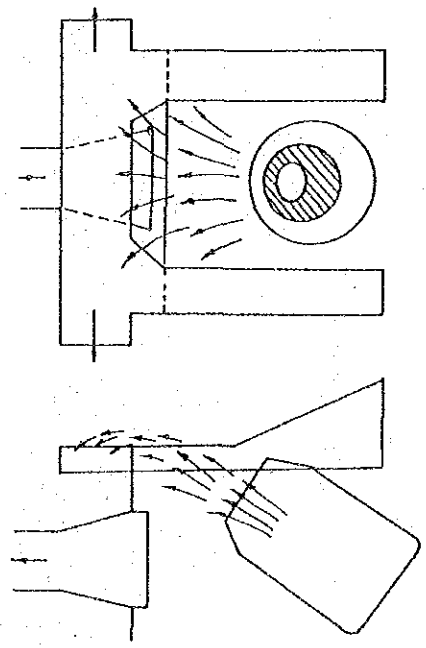


2. C鋼フード (巾650mm)

吸引風量 45m³/min (1420.0m³/h)

炉口発煙速度 3.2m/S (10m/S)

漏洩率 0%

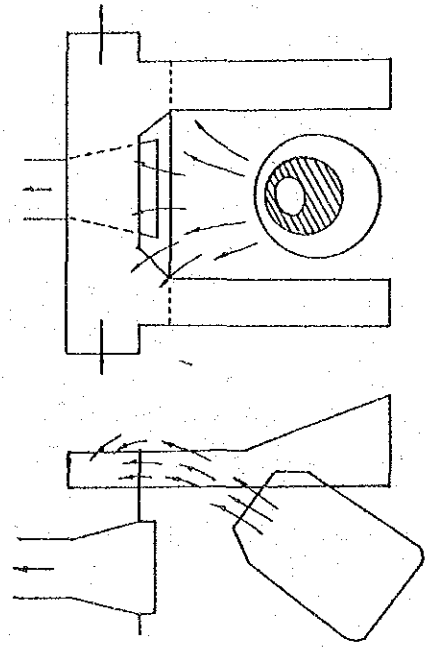


2. C鋼フード (巾1000mm)

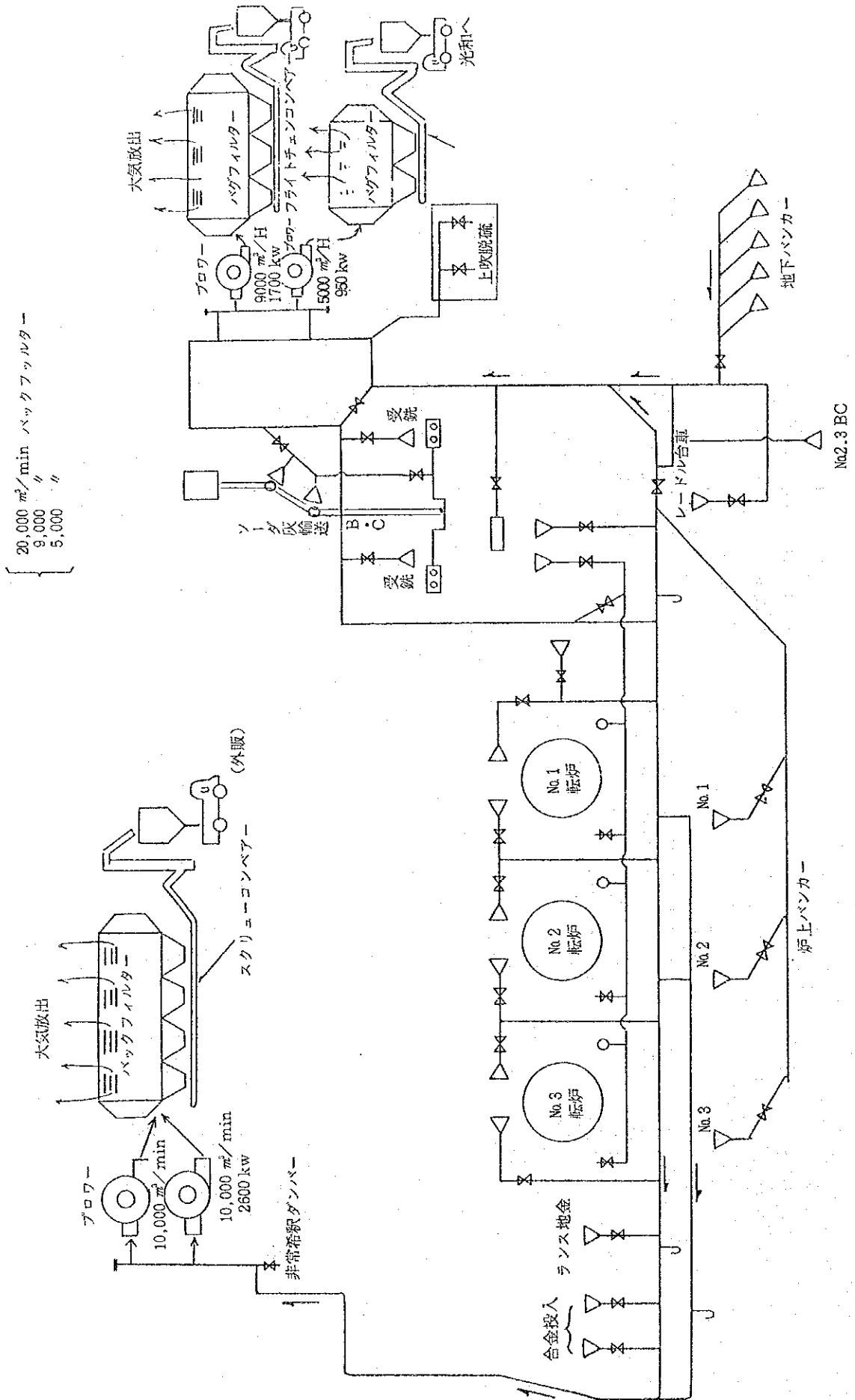
吸引風量 48m³/min (1380.0m³/h)

炉口発煙速度 3.2m/S (10m/S)

漏洩率 0%



第17図 二製鋼環境集じん設備



5. 製鋼用電気炉

戦後まもなく電炉工場は再開されたが、1957年新厚板工場の稼働に伴いない、特殊鋼需要が増加したのを機に工場の合理化が図られ、1961年までに、30トン及び60トン 電気炉各一基への集約大型化が完了した。

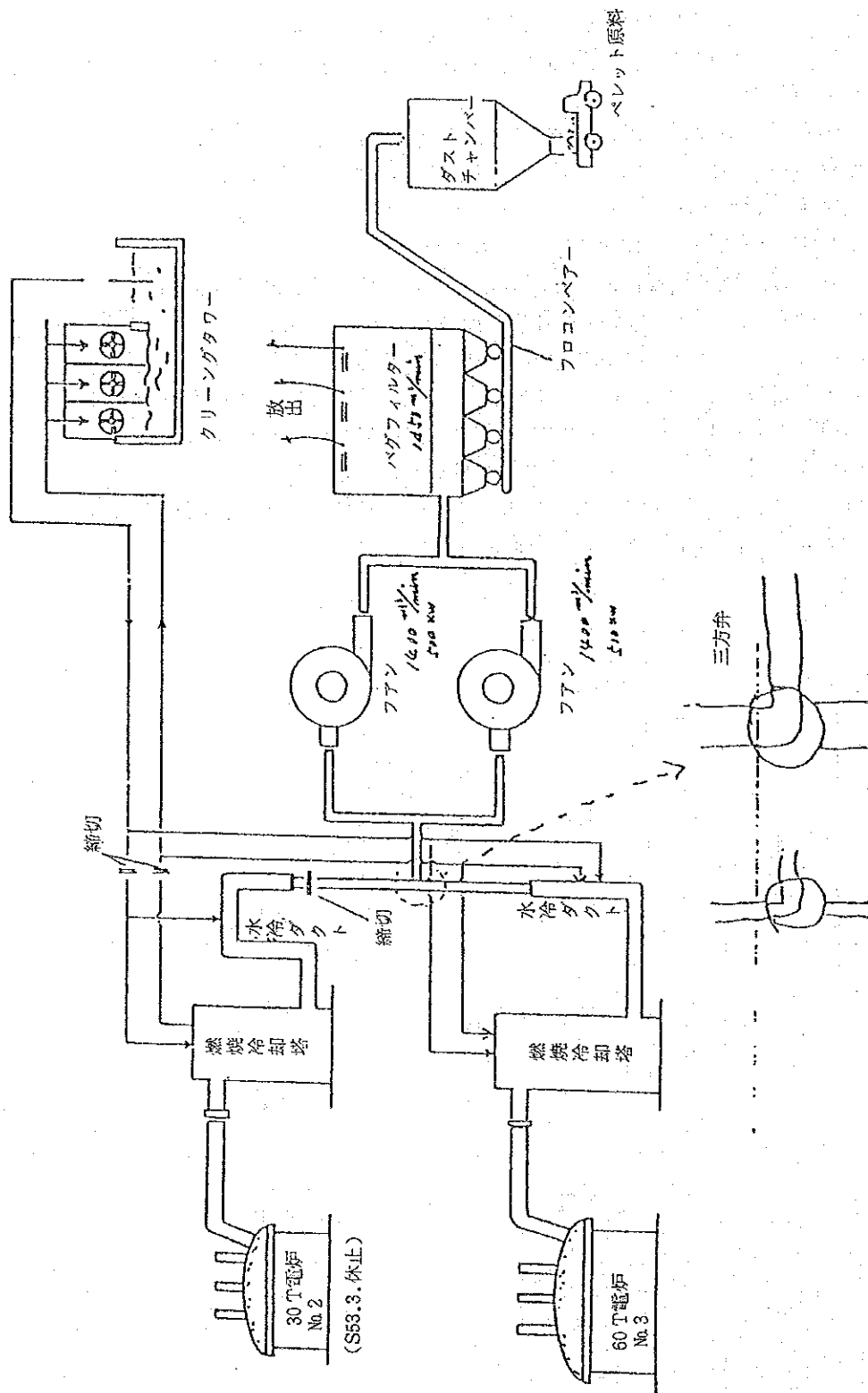
電気炉から出る煙は溶解期、酸素吹錬期、精錬期と操業時期によって性状、量とも異なり、又原材料の種類によつても異なってくるもので非常に困難な問題が累積していた電気炉の発生ガスに含まれるダスト量は $10 \sim 30 \text{ g/Nm}^3$ 前後であり、ダストは平均粒度径 0.2μ 前後といわれる。

第18図は電気炉2基に対する集じん装置のレイアウトである。

発生ガスは炉蓋の煉瓦にガス吸引孔をもうけ、直接吸引方式を採用しているが、炉からの含じんガスは温度が高く、このため吸引孔の周囲の煉瓦は特殊なアルミナ質の星形煉瓦を用いている。エルボから出たガスは、燃焼冷却塔で必要な外気を取り入れ、ガス中のCOが燃焼し、安定した状態のガス(CO₂ガス)となって水冷ダクト(二重管)に導かれ、燃焼熱を冷却したのち、バグフィルター集じん装置によって処理されている。排煙濃度は、 0.1 g/Nm^3 を超えないために排色煙は肉眼で見ることにはできない。完全な集じん装置といえることができる。

ろ布(バグ)は特殊織りのテトロンを使用しており、ガスの最高温度は 150°C で設計し、常用温度を 120°C を最大として設計してある。

第18図 五製鋼No. 2, 3 電気炉集じん設備



(2) 製鉄業における排水処理対策の変遷

1	はじめに	6 - 40
2	洞海湾水域の水質規制	6 - 40
(1)	八幡製鐵所の生産量と使用量	6 - 40
(2)	八幡製鐵所周辺の地域事情	6 - 42
(3)	洞海湾水域の指定	6 - 44
(4)	洞海湾水域の水質規制に関する水質基準の設定	6 - 45
3	水質汚濁防止法の施行過程	6 - 48
(1)	水質汚濁防止法の施行過程	6 - 48
(2)	水質汚濁防止法の鉄鋼業における特定施設	6 - 50
4	製鉄工場の生産過程における用水と排水	6 - 52
(1)	製鉄用水と排水	6 - 52
5	廃水処理	6 - 57
(1)	現在までの水質汚濁防止対策	6 - 57
(2)	工場廃水対策の基本要項	6 - 62
(3)	廃水処理	6 - 64
6	工場排水の管理	6 - 79
(1)	環境管理体制の強化・整備	6 - 79
(2)	環境技術開発の推進	6 - 81
(3)	各工場における排水の管理	6 - 81
7	工場排水処理の効果と洞海湾の清浄化	6 - 82
(1)	工場排水処理の効果	6 - 82
(2)	洞海湾におけるCOD経年変化	6 - 83
(3)	洞海湾の清浄化	6 - 85
8	むすび	6 - 85

1 はじめに

1960年代に入り産業の高度成長と人口の集中化によって用水の需要が大幅に伸びてきたが、その反面、工場排水と都市下水によって河川や湖沼、海域の水は年々汚され、蓄積も加わって、大都市周辺や工業地域の公共用水域は著しく汚染されてきた。

その頃は、社会情勢のなかで、公害問題が大きく取り上げられ、公共用水域の汚濁防止対策は政府、地方自治体、企業が取りくむべき重要な課題となっていた。この様な事態のなかで、水質保全体法による洞海湾水域の指定は1970年11月20日に告示され、さらに、1958年に制定された水質保全体法と工場排水規制法は水質汚濁の未然防止に十分に対処し得ないので廃止され、1970年12月24日に新しく水質汚濁防止法が公布された。

洞海湾の汚染は魚介類の生息も認められない程進行し、周辺企業は社会的責任のもとに企業の存亡をかけて工場排水対策を立案し、推進した。

八幡製鐵所も生産行程から排出する工場廃水は多種多様で、公共用水域に排出する排水系統も複雑多岐にわたっており、工場廃水対策は難しいことではあったが、蓄積された排水処理技術を駆使して全力をあげて対処した。その結果、洞海湾の清浄化は進み、1975年には洞海湾海域の環境基準を達成し、八幡製鐵所の専用港の奥には「ぼら」や「このしろ」の姿がみえはじめた。

北九州市公害対策局の調査では、1988年には72種類の魚が生息し、洞海湾全体が魚のすめる水域に戻ったことを裏づけたと報告されている。

2 洞海湾水域の水質規制

(1) 八幡製鐵所の生産量と使用水量

日本製鐵業の草分けとして、政府が国内最初の鉄鋼一貫工場を設立した官営八幡製鐵所は、現在の八幡地区にある工場で、1901年（明治34年）に操業を開始して以来拡張を重ね80有余年の長い歴史を有している。

工場は、八幡地区と戸畑地区の2つから構成され、八幡地区の工場面積は約428万㎡（約130万坪）、主として軌条、各種の形鋼、棒鋼類、厚板、珪素鋼板等を生産していた。

戸畑地区の工場敷地の大部分は、海面の埋め立てによって造成されたもので総面積は約690万㎡（約209万坪）あり、この地区では熱延鋼板、冷延鋼板、各種表面処理鋼板等の生産を行っていた。

1969年度の生産実績は第1表の通りである。

第1表 八幡製鐵所の生産屯数（1969年度）

項目	八 幡		戸 畑		合 計	
	基 数	生産高	基 数	生産高	基 数	生産高
銑 鉄	5	330 万t	3	456 万t	8	786 万t
粗 鋼	5	360 万t	6	502 万t	11	862 万t

当時のマスタープランは鉄源と素材供給の集約化、すなわち、製鉄、製鋼部門を戸畑に集約し、公害防止対策の施し難い小規模で老朽した設備を休止させ、高能率な大型工場を公害防止設備とともに建設することにより公害発生源を著しく減少させる計画であった。使用水量は、1日約400万 m^3 で、そのうち270万 m^3 は、間接冷却水として海水を使用していた。

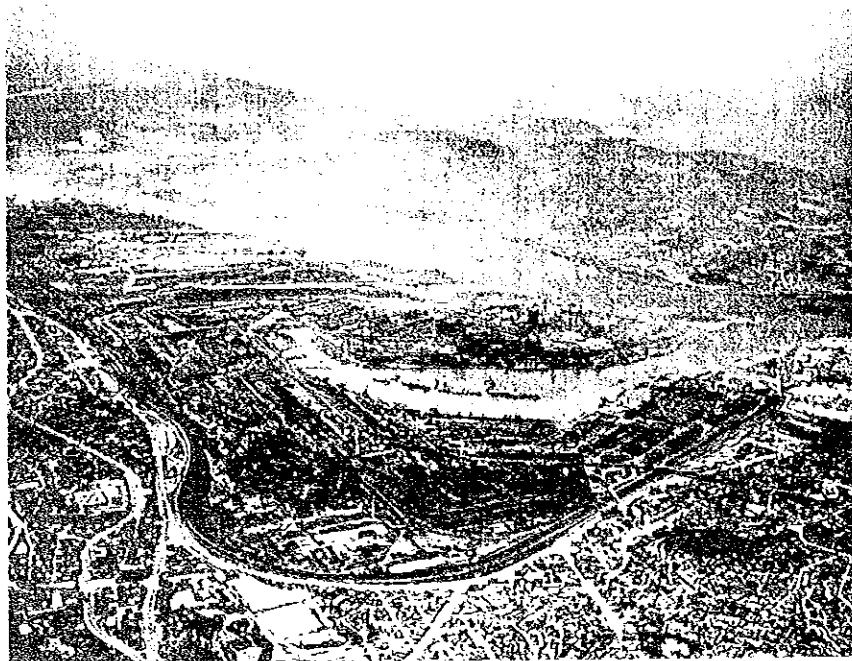


写真1 八幡地区と洞海湾

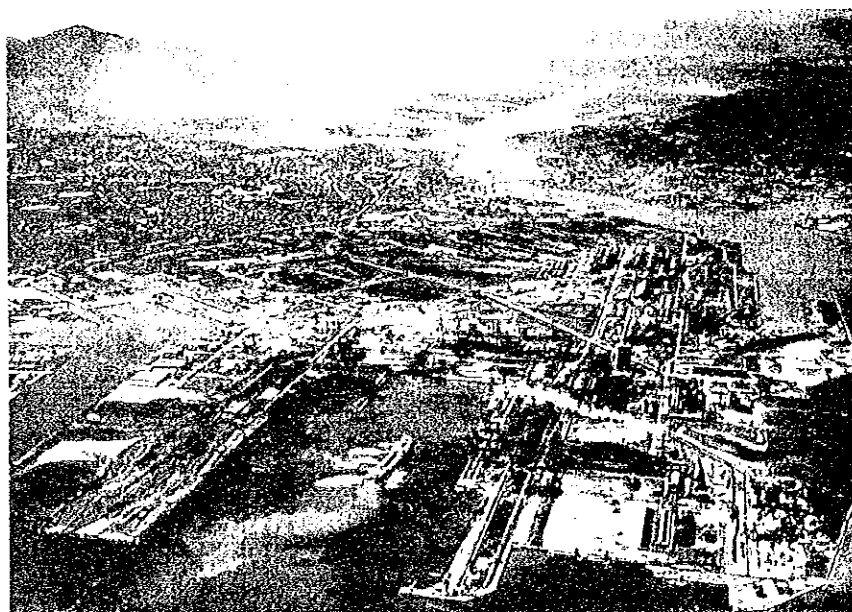


写真2 戸畑地区と洞海湾

淡水は、1日約130万 m^3 を使用し、100万 m^3 (約81%)を回収して循環使用し海域への放流を極力押さえていた。海域汚濁の防止と水資源の確保に努める方針で、その後循環率を高め現在では循環率が92%にもなっている。

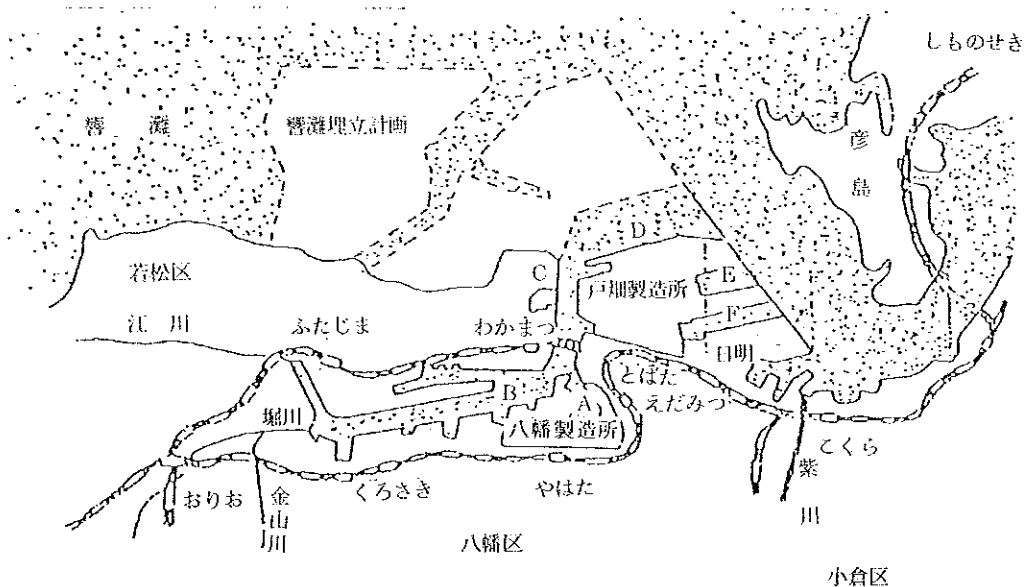
第2表 八幡製鉄所の使用水量(1969年度)

水種		戸畑 (千 m^3 /日)	戸畑 (千 m^3 /日)	合 計	
				水量(千 m^3 /日)	%
使用水量	淡水				
	水	129	147	267	6
	環水	553	789	1,342	32
	計	682	936	1,618	62
	海水	1,589	1,099	2,688	100
合 計		2,271	2,035	4,306	59
拌水量		1,718	1,246	2,964	72
汚水処理量		189	135	324	
循環率		82.4%	66.6%	83.9%	

(2) 八幡製鉄所周辺の地域事情

洞海湾を中心とした水域は、その周辺に大小とりまぜて400余りの工場群をもつ経済圏の中心に位置しており、工業港として長年栄えてきた海域である。洞海湾は奥行が長く12.7 km あって出口は狭く、河川から流れ込む水も少なく、停滞水域となっている。

若戸大橋をほぼ境として、その内側は1930年代後半から漁業権が消滅している。



第1図 洞海湾位置図

洞海湾は広さ1.027万 m^2 で、工場排水量は約400万 m^3 /日と推定され、大半は海水の間接冷却水

であるが、各工場が洞海湾に排出している汚濁負荷のなかに八幡製鐵所の汚濁負荷が占める割合は比較的高い値と推定し、工場排水の汚濁防止対策を緊急な課題として立案していた。

八幡製鐵所の専用港である八幡港も酸化鉄による赤褐色や、コークス工場の安水による黒褐色の色が目視でき、汚濁が進行している状況が認められた。

第4表は洞海湾周辺の大きな工場の汚濁排水で、第5表は水質保全法の水域指定前に福岡通産局が本調査した対象工場である。

第3表 洞海湾の表面積と水量

記号	地区別	表面積 (万㎡)	洞海湾表面積 (万㎡)	水深 (m)	貯水容積 (万㎡)	洞海湾貯水容積 (万㎡)
A	八幡港	7.6	5.04 (7,175m)	約8	6.08	3,176
B	若戸大橋～湾奥	4.28		6	2,568	
C	北湊	4.1	5.23 (5,525m)	5.5	2.26	3,600
D	湾口～若戸大橋	4.82		7	3,374	
E	戸畑泊地	7.4		1.3	9.62	
F	東中原港	8.0		7	5.60	
G	環境基準Bランク 延長の部分	14.4		1.1	1,584	
計			1,027			6,776

第4表 洞海湾周辺4工場の汚濁排水内容

工場名	排水口数	汚濁排水内容
八幡製鐵所 八幡	10ヶ所	酸水による酸化鉄の廃水 他に油脂廃水
戸畑	7	コークス炉から出る安水のフェノール、
三菱化成	3.5	フェノール、ナフトール廃水、染料廃液
旭ガラス	3	PHの高いマグネシウムのアルカリ廃水

第5表 経済企画庁調査対象工場

地区別	本調査対象工場
八幡	八幡製鐵所八幡製造所、三菱化成、旭ガラス、三島興産、黒崎窯業、小野田セメント、三菱セメント ミハラ金剛工業、樽島食品工業所
戸畑	八幡製鐵所戸畑製造所、八幡化学、光和精鉱、京阪煉炭、日立金属、明治製糖、日本水産
若松	日本板硝子、日本炭坑、日華油脂、洞海湾化学、触媒化学

(3) 洞海湾水域の指定

経済規模の拡大に伴い周辺地区工業の発展と著しい都市化現象に加えて、奥深く出口が狭いという地形的特殊性から湾内の汚濁が著しくなり、奥洞海地区で環境衛生上の問題が起こった。

奥洞海地区でタール性の物質が海岸にこびりつき、異臭が漂って窓も開けられないと付近の住民から苦情がおこり、臭気、船舶の腐食、海水中の溶存酸素の減少等の環境上の問題で、1966年頃から洞海湾の汚濁防止が周辺の住民の強い要望となった。

海上保安庁が主催する洞海湾汚濁防止協議会も活発に動き、北九州市長からも県知事に水質保全法による水域指定にする陳情がなされた。そこで、地方自治体として調査対象水域の指定を行うように、1966年から1967年にかけて経済企画庁と折衝した。

その結果、1968年に洞海湾の汚濁状況を把握するための予備調査が実施され、1969年に至り、経済企画庁の委託で、福岡通産局が周辺工場排水調査を、また県衛生部が洞海湾の海水水質を本調査して、1970年度末に答申した。

洞海湾の本調査の水質を第6表に示す。

第6表 洞海湾の海水水質

(単位:ppm)

区 分 項 目	湾 口	中 洞 海	奥 洞 海
pH	7.7	7.1	6.8
DO	6.4	1.0	0.6
COD	8.5	21.4	48.4
SS	2.3	5.8	17.9
油 分	5.6	3.8	3.4
フェノール	Tr	0.05	0.35
CN	Tr	0.2	Tr
Cr	不検出	不検出	不検出
As	0.01	0.04	0.07
Cd	Tr	Tr	0.015

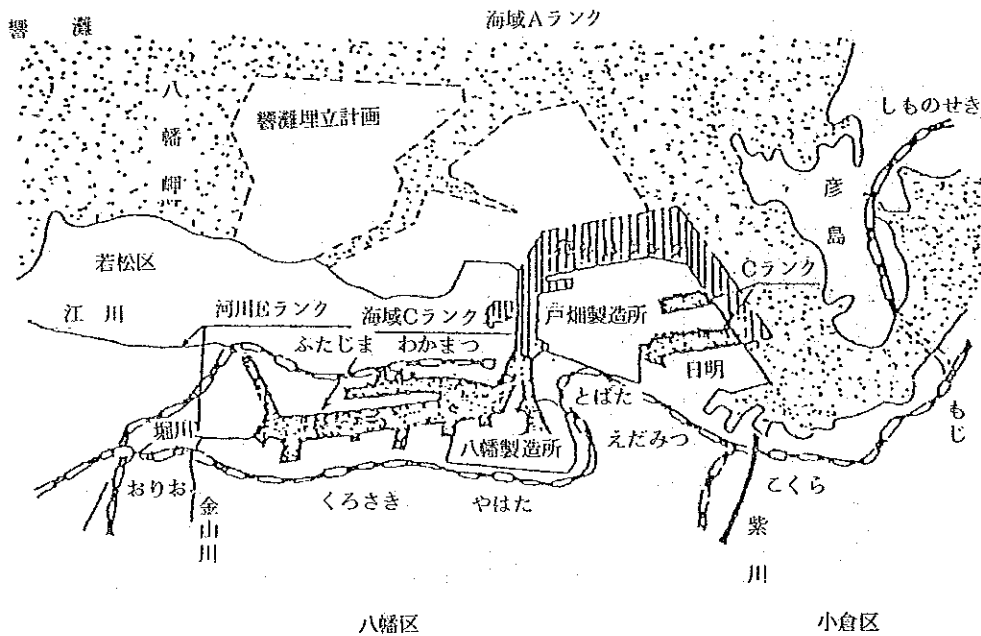
洞海湾での本調査の水質結果の一部が新聞に報道されてから、さらにエスカレートし、国会でもしばしば問題となった。

1970年6月5日に洞海湾部会(第37特別部会)が発足し、水質審議会の会長みずから部会長になる異例な人事で、7月7日に小倉で現地部会が開催された。9月10日に第2回の部会が開かれ、第4図に示すように、我々が想定した以上の環境基準が決定された。9月30日に第3回の部会が開かれ、洞海湾水域と工場排水水質の規制値が決定された。その規制値を表8にあげたが、11月20日に告示され人の健康に係る項目は告示即日施行された。

汚水処理施設を建設する期間は1年しかなかった。

年度	S 4 3	4 4	4 5	4 6	4 7
項目			4 5.1.1.2 0		
			水域指定告示		
水質規制時期	予備調査				
		準備水質 検討 測定 本調査	現地部会 (4 5.7.7) 経 水質審議会 企 庁 検 討	4 6.1.1.2 0 告示後 1 年	4 6.1.1
				猶予期間	

第 2 図 水質規制時期



(注) 達成期間は 5 年以内であるが、新日鉄戸畑洞地と境川洞地は直ちに達成。

第 3 図 洞海湾水域環境基準

(4) 洞海湾水域の水質規制に関する水質基準の設定

ア 洞海湾水域の被害の実態は、湾奥および感潮河川に発生する悪臭による環境衛生問題が主たるものであり、他に出入港船舶の腐食損耗、湾口の漁業への影響等がある。

イ 水質基準設定の基本方針は、環境基準達成と、湾奥および感潮河川に発生する悪臭の除去を目的とする。

ウ 指定水域の範囲

洞海湾および八幡岬から日明臨海工業造成地の西北端に至る陸岸の地先海域並びにこれに流入する公共水域。

エ 環境基準

第3図及び第7表参照

オ 工場排水水質基準

第8表参照

カ 新增設の工場については、響灘に面する区域は大規模な埋立計画があるので汚濁海域面積を極小にするため厳しい基準を設定するものとする。

キ シアンについては、特に鉄鋼業、有機化学工業製品製造業に係る排水量が多い工場については0.5 ppmとする。全国一律の排水基準は1 ppmであるが、八幡港と奥洞海からシアン1 ppmで排出した場合の洞海湾の環境基準は、0.2～0.12 ppmが予想され、0.5 ppmで排出した場合にはじめて環境基準（検出せず）が達成されると想定される。

ク 油分については、湾内の海水の油分濃度の現状が5 ppm程度であるので大量の海水を冷却水として使用する工場については、当面、排水基準を6 ppmとし、逐次湾内が浄化されるのをまって、1973年1月1日から2 ppmとする。

鉄鋼業及び有機化学工業製品製造業の工場の一部とコークス製造業は油臭魚発生防止のため、油分の除去に活性汚泥法による処理を行なわせる。フェノールは、魚類に対して鉱油系油分と同等の着臭があることを考慮して1 ppmとする。

ケ 留意事項として洞海湾および流入河川の悪臭の解消と環境保全のため、堆積汚泥を浚渫すること。浄化水の導入について検討すること。

第7表 水質汚濁の環境基準 (1970年4月21日)

人の健康の保全に関する環境基準 (全公共用水域について下表の通りとする)

項目	シアン	アルキル水銀	有機リン	カドミウム	鉛	クロム (6価)	ヒ素	総水銀
基準値	不検出	不検出	不検出	0.01 ppm 以下	0.1 ppm 以下	0.05 ppm 以下	0.05 ppm 以下	不検出

生活環境の保全に関する環境基準 (海域)

項目 類型	利用目的の適応性	基準			値	
		PH	OOD	DO	大腸菌数	n-ヘキサン抽出物質 (油分等)
A	<ul style="list-style-type: none"> マダイ、ブリ、ワカメ等に適した水質 水浴できる水質 	7.8 8.3	2ppm 以下	7.5ppm 以上	1,000 MPN 100mℓ 以下	不検出
B	<ul style="list-style-type: none"> ボラ、ノリ等に適した水質 工業用水用の水質 	7.8 8.3	3ppm 以下	5ppm 以上	—	不検出
O	国民の日常生活において不快感を生じない限度	7.6 8.3	8ppm 以下	2ppm 以上	—	—

この他に〔河川〕、〔湖沼〕の基準が設けられている。

第8表 洞海濁水域の工場排水基準 (鉄鋼業の場合)

		既設設備の適用期間				新増設	
		*S45年9月9日(八橋)	S45年11月20日	S46年11月20日	S48年1月1日		
健康 阻害 項目	シアン	1 ppm	} 同 左	} 同 左	} 同 左	} 同 左	
	アルキル水銀	検出されないこと					
	有機リン	1 ppm					
	カドミウム	0.1 #					
	鉛	1 #					
	6価クロム	0.5 #					
	Totalクロム	2 #					
	ヒ素	0.5 #					
総水銀	検出されないこと						
一般 項目	pH			5~9	} 同 左	6~9	
	COD			15~20 ppm		10~15 ppm	
	SS			40~50 #		20~25 #	
	油			6 #		2 ppm	2 #
	フェノール			1 #		同 左	1 #

3 水質汚濁防止法の施行過程

(1) 水質汚濁防止法の施行過程

ア 水質保全法の水質基準の設定の状況

経済企画庁は、1957年12月25日に公布された水質保全法に基づき1962年から1969年までに42水域について指定水域の指定および基準値の設定を行っている。法施行（1959年3月）から1967年までの指定水域数が22であったのに対し1968年度においては8水域、1969年度には12水域が指定され、さらに1970年度においては29水域が指定されている。このことは、水質汚濁問題の急激な進展に対応して、水質基準設定の迅速化が計られたことを意味している。（洞海湾水域は1970年11月20日告示された。）

イ 水質汚濁防止法の概要

水質汚濁防止法は、従来の指定水域制度を廃止し、全水域を対象とする一律の排水基準の設定、都道府県条例による上乘せ排水基準の設定、排水基準違反に対する直罰等を主な内容として、旧法の水質保全法と工場排水規制法とを一本化したものであり1970年12月25日に公布されている。

ウ 瀬戸内海環境保全臨時措置法の概要

水質汚濁防止法による特定事業場の排水を規制する方式によっては、瀬戸内海の環境保全を図ることが不十分であることにかんがみ、水質汚濁防止法の規制方式を広域的にとらえ直し、規制を強化する法律として1973年11月2日から施行された。

この法律では瀬戸内海に排出される産業排水に係わるCODの汚濁負荷量を3年以内に1972年当時の $\frac{1}{2}$ 程度に減少させることを目途にしている。

エ COD総量規制

広域的な閉鎖性海域の水質改善を図るため、その海域に流入する汚濁負荷の総量を削減する水質総量規制が、瀬戸内海環境保全臨時措置法及び水質汚濁防止法の改正として1978年6月13日公布された。

1980年7月1日から施行されたが、負荷率の高い工程排水はCOD連続自動測定が採用され、CODの負荷量の測定が義務づけられて、COD総量規制となった。

第9表 水質汚濁防止法の施行過程

区分 年月日	旧水質保全法 旧工場排水法 (河海淡水域規制) (水質規制値は加重平均)	水質汚濁防止法 (排水口毎の水質規制)	毒物・劇物取締法	港則法
S・45・11・20 12・23 12・23	<p>施行</p> <p>特定施設届出</p> <p>健康阻害項目水質規制(加重平均)</p> <p>(違反の恐れに対して改善命令)</p>	<p>公布</p>		
S・46・6・1 6・24 7・23	<p>施行</p> <p>特定施設届出</p>	<p>施行</p> <p>特定施設届出</p>	<p>(CN≧2ppm以上の排水規制)</p>	<p>PHおよび油の排水規制(海域のPH4以下は違反)</p>
11・20 12・24	<p>一般項目水質規制(加重平均)(違反の恐れに対して改善命令・罰則)</p> <p>(油≧2ppm)</p>	<p>排水口ごとの基準規制(違反は直罰)</p>	<p>施行規制改正(CN≧1ppm以上の排水規制)</p>	
S・47・6・24	<p>加重平均水質規制は廃止</p> <p>(上乗せ基準が設定されたら)</p>	<p>上乗せ規準の設定期間</p>		
S・48・1・1				
6・24	<p>pH=5~9 SS=40~50ppm 油=6ppm フェノール=1ppm COD=15~20ppm</p>			

(2) 水質汚濁防止法の鉄鋼業における特定施設
 水質汚濁防止法が定める鉄鋼業の特定施設は第10表の通りである。

第10表 鉄鋼業における特定施設

号	名 称
61. イ	タール及びガス液分離施設
ロ	ガス冷却洗浄施設
ハ	圧延施設
ニ	焼入れ施設
ホ	湿式集じん施設
65	酸又はアルカリによる表面処理施設
66	電気メッキ施設
72	し尿処理施設 (500人槽以下を除く)
64の2	自家用工業用水道の浄水施設 (浄水能力 10,000 m ³ /日未満を除く)
イ	沈でん施設
ロ	ろ過施設

(注) 64-2項は1971年5月25日
 追加制定

第11表 水質汚濁防止法工場排水水質規制値

1. 人の健康の保護に係る項目

項目	シアン	アルキル水銀	有機リン	カドミウム	鉛	クロム(6価)	ヒ素	塩素	PCB
排水口毎の 基準値	最大	検出されな いこと	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
	1ppm		1ppm	0.1ppm	1ppm	0.5ppm	0.5ppm	0.005ppm	0.003ppm
県上乗せ基準	0.5ppm	—	—	—	—	—	—	—	—

2. 生活環境の保全に係る項目 (一般項目)

項目	pH		BOD		COD		SS		大腸菌数
	河川・河沼	浄水	日間平均	最大	日間平均	最大	日間平均	最大	
排水口毎の 基準値	5.8~0.6	5~9	ppm 120	ppm 160	ppm 120	ppm 160	ppm 150	ppm 290	個/cd 3,000
県上乗せ基準	—		—		15ppm	ppm 20	40ppm	ppm 50	—

3. 生活環境の保全に係る項目 (特殊項目)

項目	油 分		フェノール類	銅	亜鉛	鉄 (溶解性)	マンガン (溶解性)	クロム	フッ素
	鉱質油	動物性油類							
排水口毎の 基準値	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
	ppm 5	ppm 50	ppm 5	ppm 3	ppm 5	ppm 10	ppm 10	ppm 2	ppm 15
県上乗せ基準	ppm 2	ppm 10	ppm 1	—	—	—	—	—	—

4 製鉄工場の生産工程における用水と排水

(1) 製鉄用水と排水

鉄鋼業は用水型産業の代表的なものであり、製鉄から圧延まで、各生産工程に種々の目的に多量の水が使用され、めざましい生産の伸び、生産技術の進歩、製品品質の向上のため水使用量は激増した。

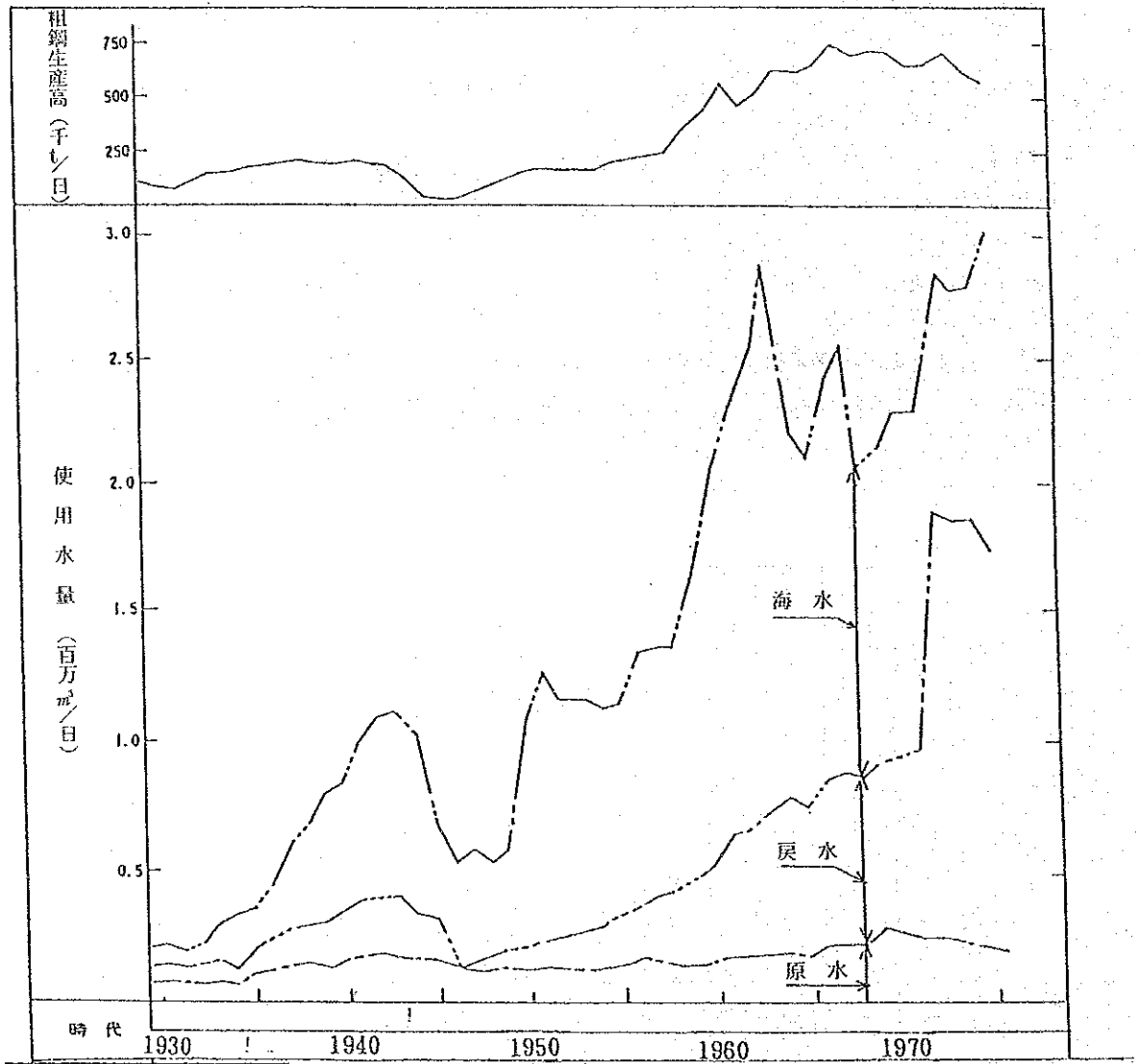
粗鋼屯あたりの用水原単位は淡水で $40 \sim 50 \text{ m}^3/\text{t}$ 、海水で $130 \sim 150 \text{ m}^3/\text{t}$ 合計 $170 \sim 200 \text{ m}^3/\text{t}$ の水を使用している。

八幡製鐵所が 1969 年度に使用した水量は 148,436 万 m^3 で、一口に 15 億 m^3 といっても、洞海湾の水を約 20 回干あげた膨大な量である。

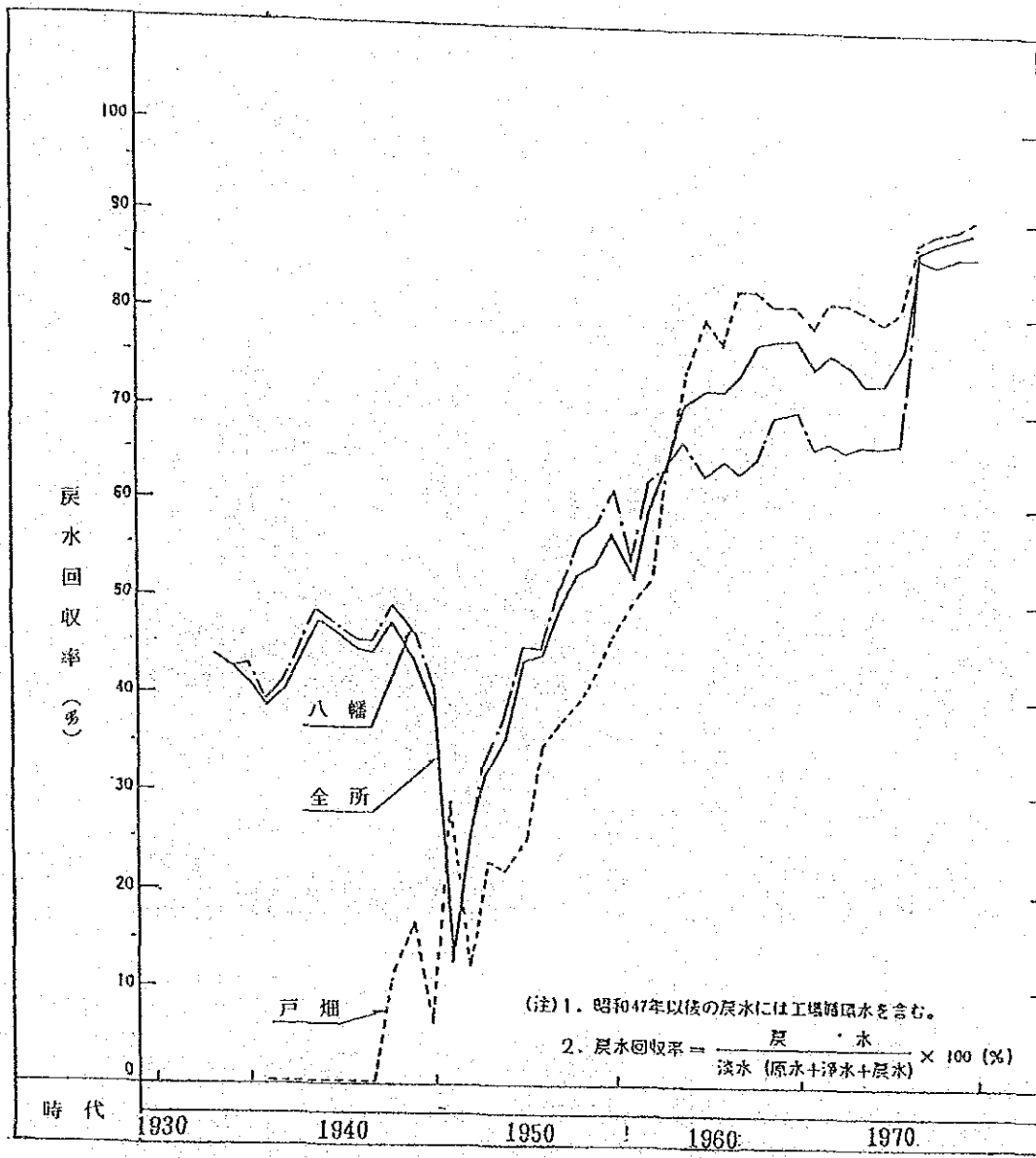
製鉄工場は原料取得と製品の運輸の容易さから臨海地帯に立地しているので海水は豊富に取水できるが、公共用水域の汚濁には特に注意して汚濁防止のため排水処理施設を設ける必要が生じることになる。

従って、淡水は工場廃水を再生し、循環水を使用することが一般化され、水源開発にも益する用水計画となっている。

第 6 図は製鉄工場の工程図を示しているが、用水上において水量、水圧、水質、不断給水等種々問題があるけれど、廃水においては、なお難しい水処理上の問題が生じる。



第4図 工業用水使用量及び粗鋼生産高



第5図 循環率

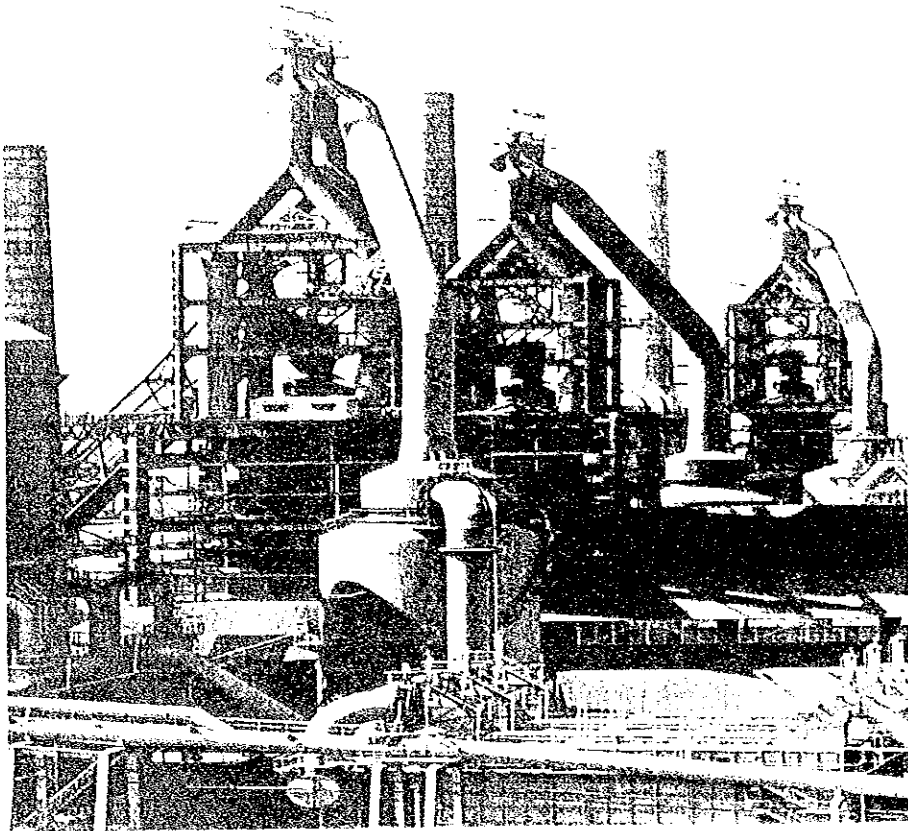


写真3 戸畑溶鉱炉

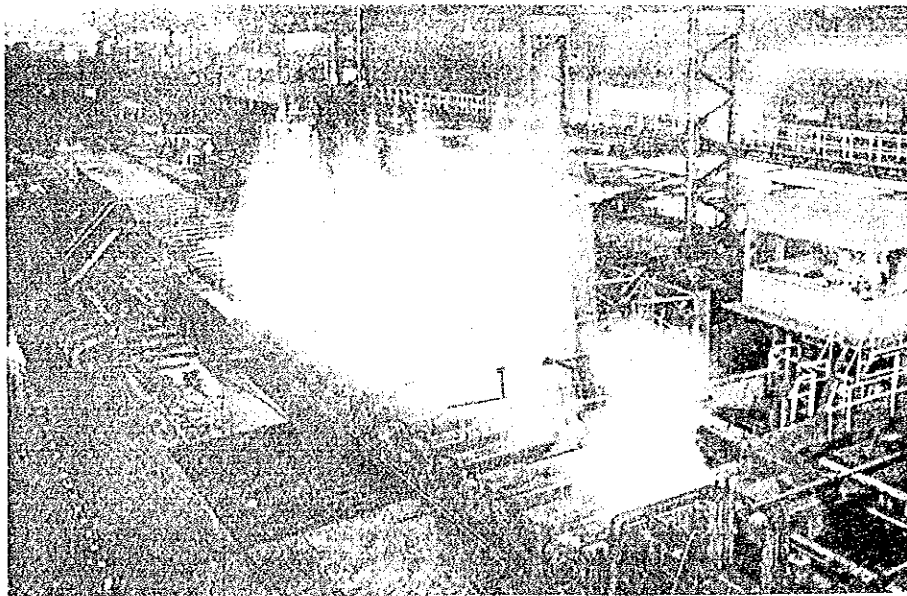
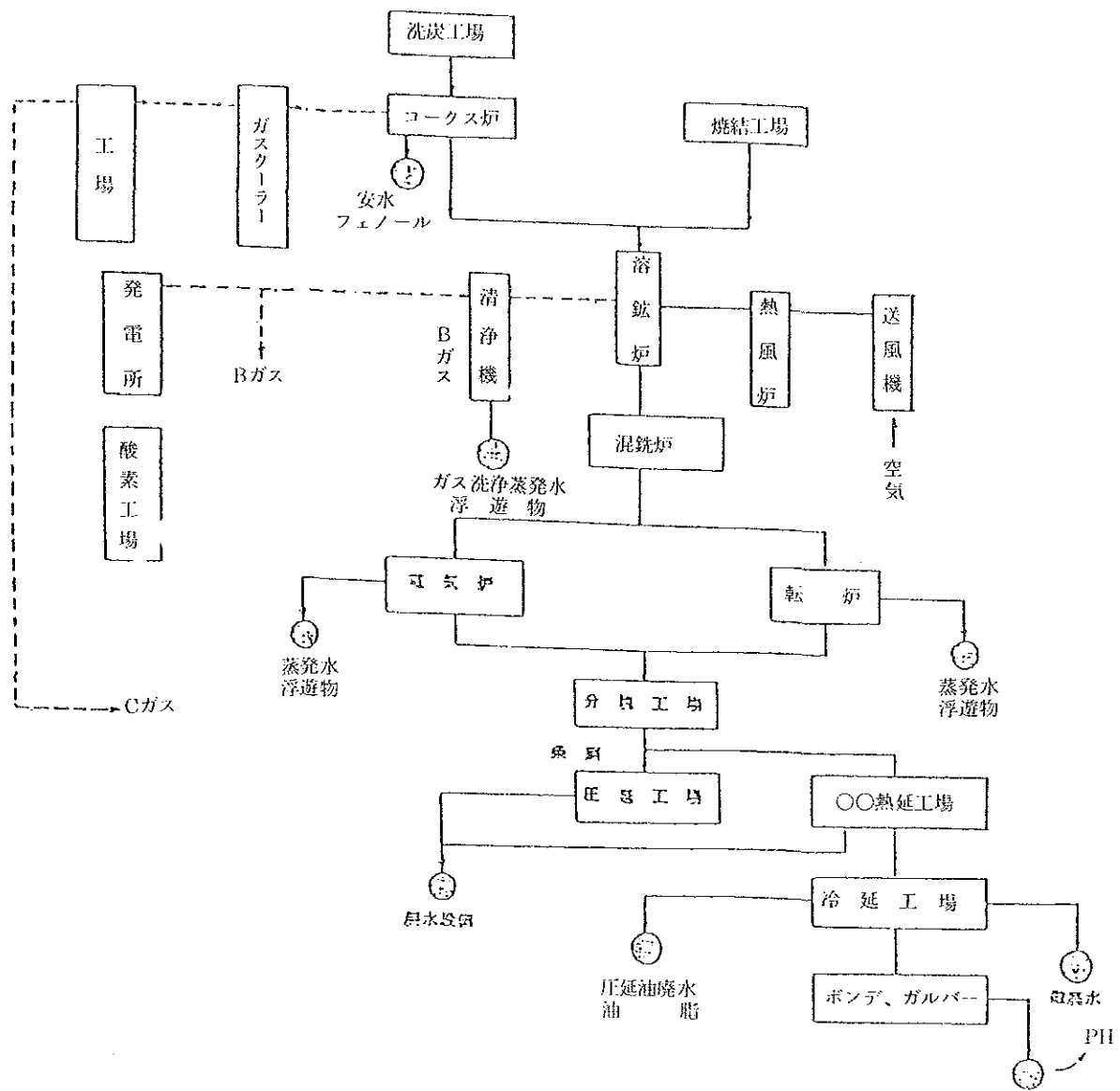


写真4 厚板工場クーリングスプレー



第6図 製鉄工場の工程図と廃水

5 廃水処理

(1) 現在までの水質汚濁防止対策

八幡製鐵所の排水は水量も多く、水質は pH, S S, 油分等多種多様であり、排水処理設備の内容も多岐にわたっている。

1901年操業以来逐次増強されてきた関係上、排水処理対策についてはかなり困難な状況であったが、その時点で技術的に可能な限り、積極的に処理設備の新設、あるいは増強を行ってきた。排水を循環使用する循環水設備は1916年から運転開始され、現在では90%の戻水回収率をあげている。1970年の洞海湾水域指定直後には溶鉱炉、転炉等の集じん水処理設備、廃酸回収設備、酸洗リンズ水排水処理設備及び安水処理設備等数多くの処理設備が建設され排水水質の向上に多大の成果をおさめた。(第13表参照)

これは設備強化と相まって管理体制の強化、更には社員一人一人の環境意識の向上による協力体制がより大きく効果を発揮した結果といえよう。

ア 酸処理

各連続酸洗設備から排出される酸洗廃液は、戸畑では1953年頃から冷却法による硫酸鉄回収設備によって、また八幡では1965年から真空濃縮法による硫酸回収装置により処理していた。

1970年12月公共用水域の汚濁の防止を図ることを目的とする水質汚濁防止法によって、一段ときびしい規制を受けることになった。このため、戸畑では酸洗を硫酸から塩酸に変更、焙焼法による塩酸回収装置を1971年11月に完成させた。

弱酸処理場としては、1967年に南弱酸処理場を完成した。その後、南弱酸処理場は四次にわたり、還元中和、凝集沈殿及び脱水設備等の増強を行った。

1971年10月11日には珪素弱酸処理場、北弱酸処理場を設備した。1970年11月の法規制に対応して、濃厚酸廃液は酸回収法で、またリンズ水などの希薄酸排水は消石灰などによる中和処理によって、完全な処理ができるようになった。

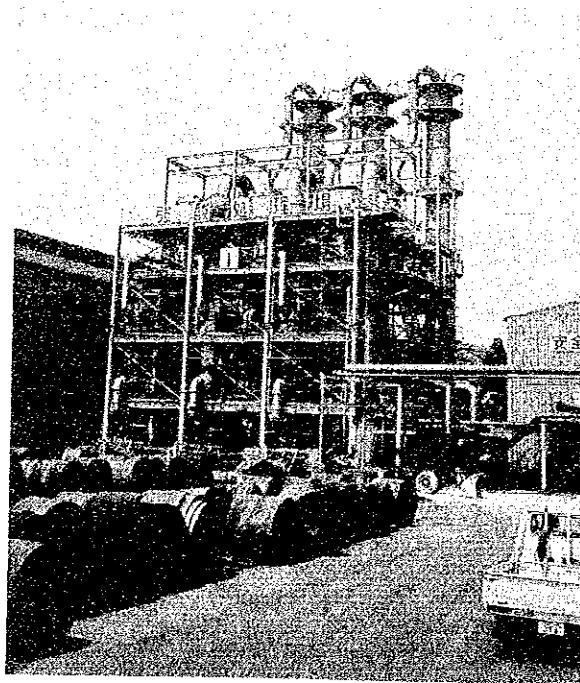


写真5 八幡珪素鋼板工場強酸回収設備

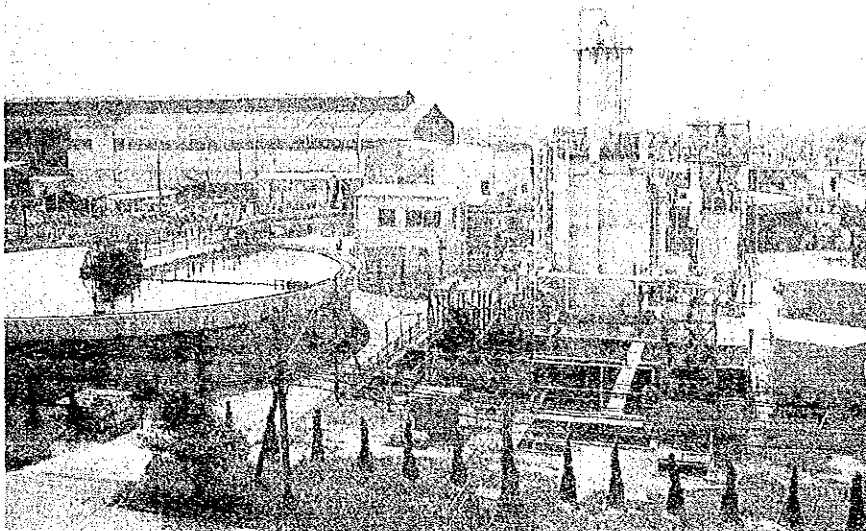


写真6 北弱酸処理場

イ 安水処理

コークス炉で石炭乾溜中に発生する安水中には、フェノール、アンモニア及びタール類などの水質汚濁物質を含んでいる。これを除去するため、1967年頃からその処理法について検討した結果、当時もっとも実績の多い、粗ベンゾールをフェノールの抽出溶剤とした処理設備が、1969年10月に建設された。さらに、その後も処理技術が発展して、1972年に活性汚泥法、さらには1975年にアンモニア除去のため安水蒸留燃焼分解設備が設置されるなど、逐次処理方式の高度化が図られてきた。

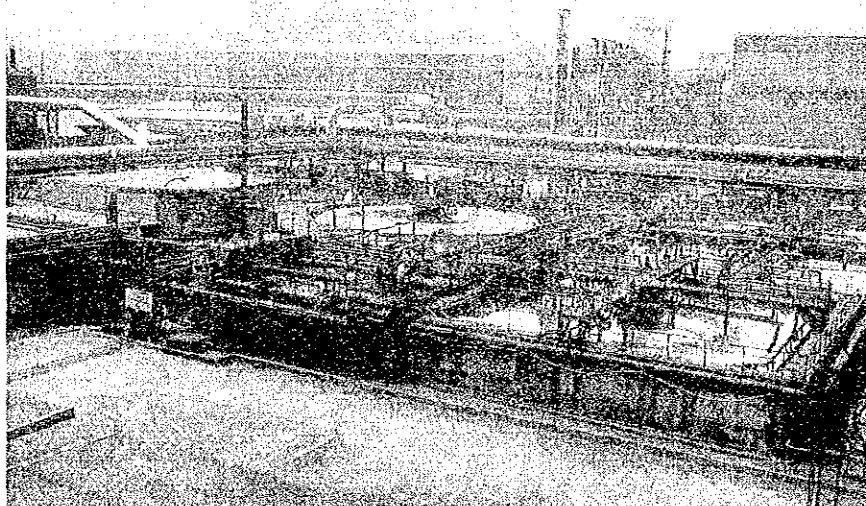


写真7 戸畑コークス安水処理場活性汚泥処理設備

ウ 油処理

冷延設備から大量に排出される含パーム油排水処理のため、1959年8月凝集沈殿処理法によるパーム戻水場が建設された。その後、四冷延工場の新設により、排水量が増大するのに対応し、1962年11月この戻水場に加圧浮上処理設備を追加した。これと凝集沈殿ろ過との組み合わせによる、1日43,000 m³の油排水処理方式を確立し、系外への油流出を防止した。これは当時、斬新な設備として各方面から注目されたものである。

1971年の水質汚濁防止法により、排水中の油分は5 ppmに規制された。

1973年にはこれが2 ppmに強化された。これは、通常設備で処理可能水準以上の厳しい規制値であった。これに対処すべく、各箇所での油水分離処理設備の増強とともに全工場に廃油回収ピットやオイルセパレーター等を設け、これら回収油を総合処理する含油排水処理場を1971年11月に建設した。その後、1973年3月には、加熱濃縮法による油水分離装置を設け廃油処理を実施し、また、1975年2月には含油スラッジ焼却炉を設け、油処理設備はほぼ完成した。

また、各工場長を中心とした管理体制の強化を図り、微小な漏油箇所をも対象とたきめ細かな対策を進め目標を完全に達成した。

回収廃油は、ペレット焼成炉、ボイラーなどで重油と混焼、その熱源も回収する一石二鳥の施策をとった。含油スラッジ類は、スラッジベットおよびフィルタープレスなどでまず脱水し、焼却することにした。その専用ロータリーキルン設備を1975年12月に建設、油処理設備はほぼ完備された状態になった。

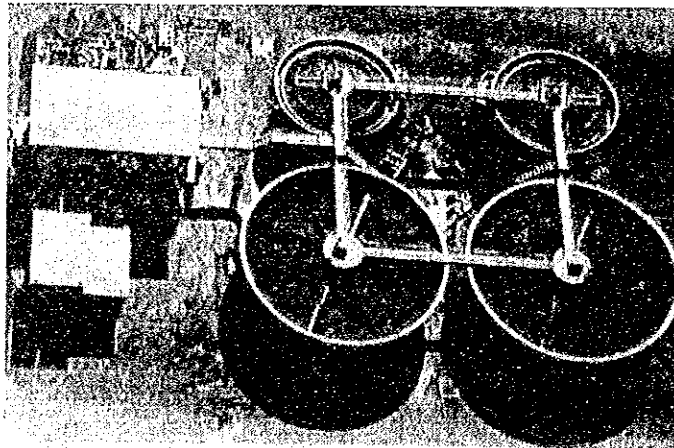


写真8 「パーム戻水処理設備」

第12表 1970年までの排水処理設備

項 目	処理設備至数			建設費	運転費	備 考
	八幡	戸畑	合計			
一般排水処理設備	5	3	8		3.1 億円/年	庄通工場(排水処理装置利用)
黒 じ ん "	4	8	12		2.4	高炉、焼結および製鋼工場
酸 "	1	3	4		1.0	硫酸、冷延、ブッキ工場
油 "	1	1	2		0.5	冷延、執業、六形工場
安 永 "	0	1	1		0.7	コーティング工場
合 計	11	10	27		7.7	

第13表 1971～75年度排水対策工事一覧表

地区別	項 目	工 期
八 幡	洞岡コークス安水処理設備	～4 6. 7 E
	洞岡高炉集じん排水処理設備	～4 6. 8 E
	三製鋼集じん排水処理設備	～4 6. 9 E
	厚板ステンレス酸廃水処理設備	～4 6. 9 E
	西田戻水圧延油スケール除去設備	～4 6. 9 E
	珪素鋼板酸廃液処理設備	～4 6. 9 E
	〃 弱酸廃水処理設備	～4 6. 9 E
	〃 廃油廃水処理設備	～4 6. 9 E
	洞岡高炉集じん廃水循環設備	～4 7. 6 E
	軌条戻水スラッジ処理設備	～4 9. 7 E
	八幡地区排水口上乗せ規制対策	～4 8. 6 E
	戸 畑	1～3 高炉集じん廃水対策
2 転炉集じん廃水処理		～4 6. 1 0 E
1, 4 P L酸洗廃液処理		～4 6. 1 2 E
南弱酸廃水処理		～4 6. 6 E
北弱酸廃水処理		～4 6. 1 0 E
バーム油排水処理		～4 6. 1 0 E
ソリブル油廃水処理		～4 6. 1 0 E
戸畑4 高炉集じん排水循環設備		～4 7. 3 E
戸畑コークス安水処理設備		～4 7. 1 0 E
戸畑地区排水口上乗せ規制対策		～4 8. 6 E
戸畑E T L排水対策		～4 9. 1 0 E
戸畑1 高炉集じん循環設備		～5 0. 2 E
戸畑コークス安水蒸溜設備		～5 0. 1 0 E
北弱酸廃水処理設備(増強)		～5 0. 1 0 E
石炭ヤード排水処理設備		～5 1. 6 E
合 計 建 設 費		5 0 億円

(2) 工場排水対策の基本要項

ア 発生源対策

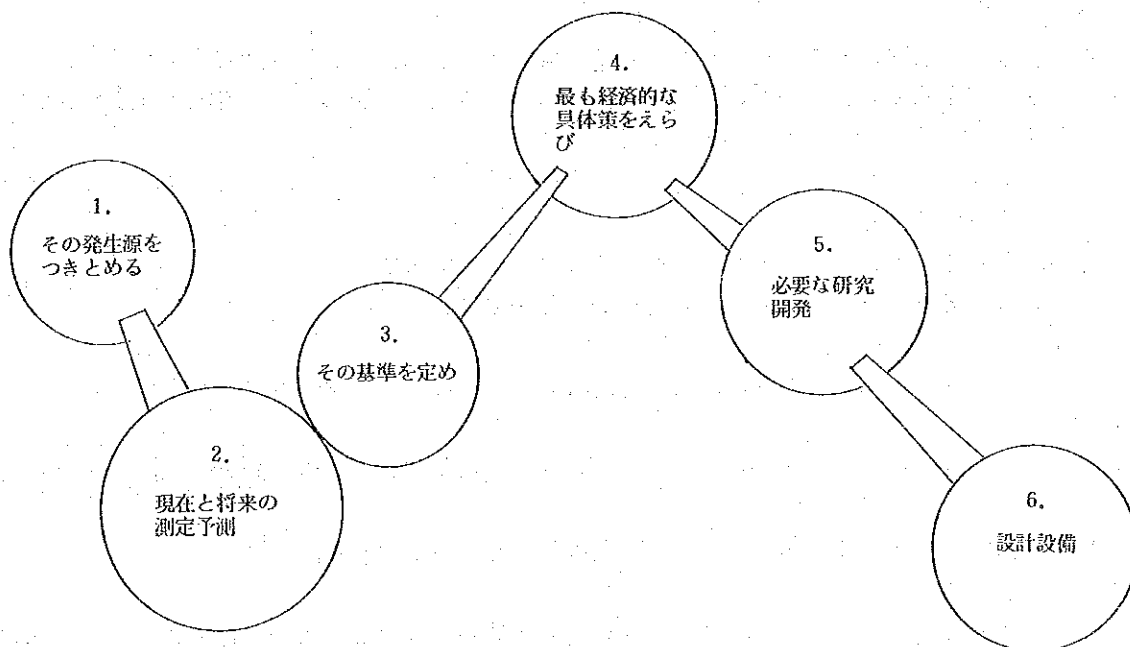
排水処理は工場排水を集めて総合排水処理設備を設けて運転することが最も経済的であるかのように見えるが、次の欠点がある。

(ア) 排水を混合させることによって水質が多種となり、規制水質によって何段も処理が必要となる。

(イ) 排水が大量になるので処理設備が非常に大きくなり、設備場所も膨大となる。

(ウ) 当所の様に既存設備では配水管を集合させることでも莫大な設備資金が必要である。したがって、発生源をつきとめ、配水水質に応じた処理が最も適切である。また処理された工場排水と処理が必要でない冷却水を集合させ、希釈放流することも考えておくべきである。

第7図は排水処理設備を建設するにあたって設計していく考え方を示した。



第7図 排水処理設備設計の考え方

イ 基本方針

(ア) 排水は可能な限り工場内で回収して再使用、もしくは消化せしめて、公共用水域への放流量、すなわち汚染量の減少に努める。

(イ) 公害廃棄物、すなわちスラッジ及び廃油は二次公害としての問題をはらんでおり、これらの発生量の少ない廃水処理設備とする。また廃棄物の処理も本計画の対象とする。

(ウ) 排水処理設備排出側の水質を目標水質基準以下に押さえて、将来の規制強化に対処する計画とする。

(エ) 処理設備の配置、設備仕様の決定に際しては、要員を極力少なくするため、集中化、自動化を前提に考慮する。

(オ) 排水処理費の生産原価への影響を少なくするため、水質基準を遵守できる範囲で運転費が極力少ない設備とする。

ウ 処理方針

(ア) PH

a 強酸廃液は、酸回収で処理し、回収酸は工場で再使用して、公共用水への放流を中止すると共に、廃水処理費の低減をはかる。

b 弱酸廃水および弱アルカリ廃水は中和し、中和スラッジは、沈殿後脱水処理する。

c 中和水は、淡水源として再使用し、水源開発をおぎなう。

(イ) 浮遊物

a スペース的に許せる場合、現有沈殿設備の増強もしくは更新して浮遊物を沈殿分離し、脱水処理する。

b スペース的に許せない場合、現有沈殿設備に凝集剤を添加して浮遊物の沈殿能力を向上させる。

(ウ) 油 脂

a 工場での油脂の回収、除去を強化して、排水への油脂分の混入を極力少なくする。

b ソリブル油廃水は浮上分離法を用い油のエマルジョンを破壊して、廃水から油を浮上させ、回収して公共用水域への流出を減少させる。

c セミソリブル油廃水は、バブリング等を補助手段として、油と水の分離を強制的に行い、浮上油を処分する。

d 浮上油廃水は、オイルセパレーターで油分を分離処分する。

e 油分分離後の排水は回収水として極力再使用する。

(エ) フェノール

a フェノール廃水は、溶剤抽出法、活性汚泥法の単独もしくは併用により処理する。

(オ) クロム

a クロム酸廃水は還元中和法により6価のクロムを無毒化後、中和処理し、中和スラッジは沈殿後、脱水処理する。

b 中和処理水は、他の弱酸廃水同様、淡水源として再使用する。

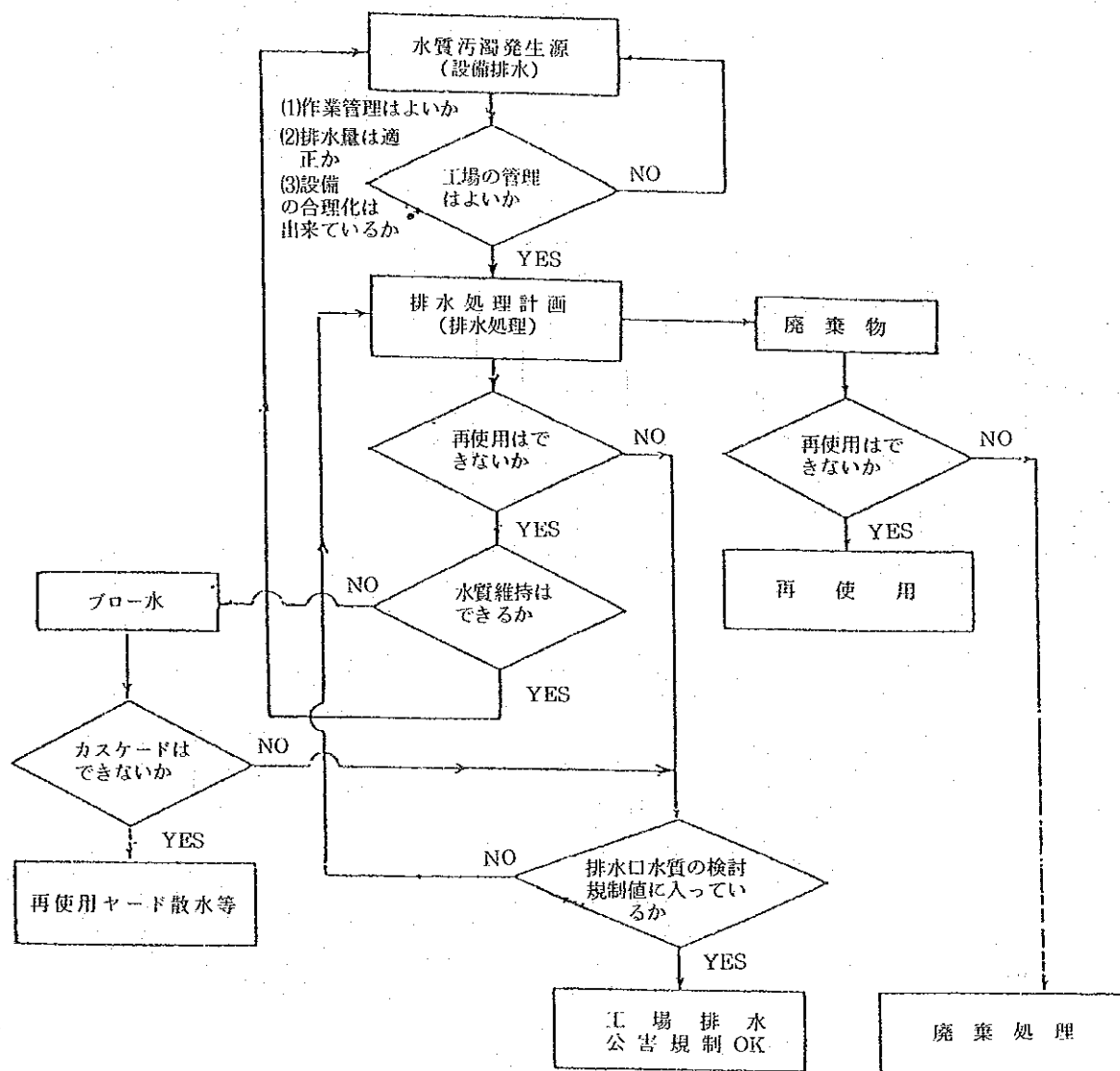
(カ) スラッジ

a Fe含有量の高いものは、ペレットもしくは焼結原料として鉄源に還元させて有効利用を計る。

b 油脂スラッジは、無煙焼却炉により完全焼却する。

c その他のスラッジ(中和スラッジ等)は、良質の埋立土砂の中へ混入し投棄処分する。

工場排水対策の基本的処理は、水質汚濁発生源で処理するとともに、排水を公共用水域に放流しないことであって、工場の給排水の完全循環化が理想である。水質汚濁処理における計画フローを第8図に示しているが、循環水として、再使用することを第一とする。



第8図 水質汚濁処理計画フロー

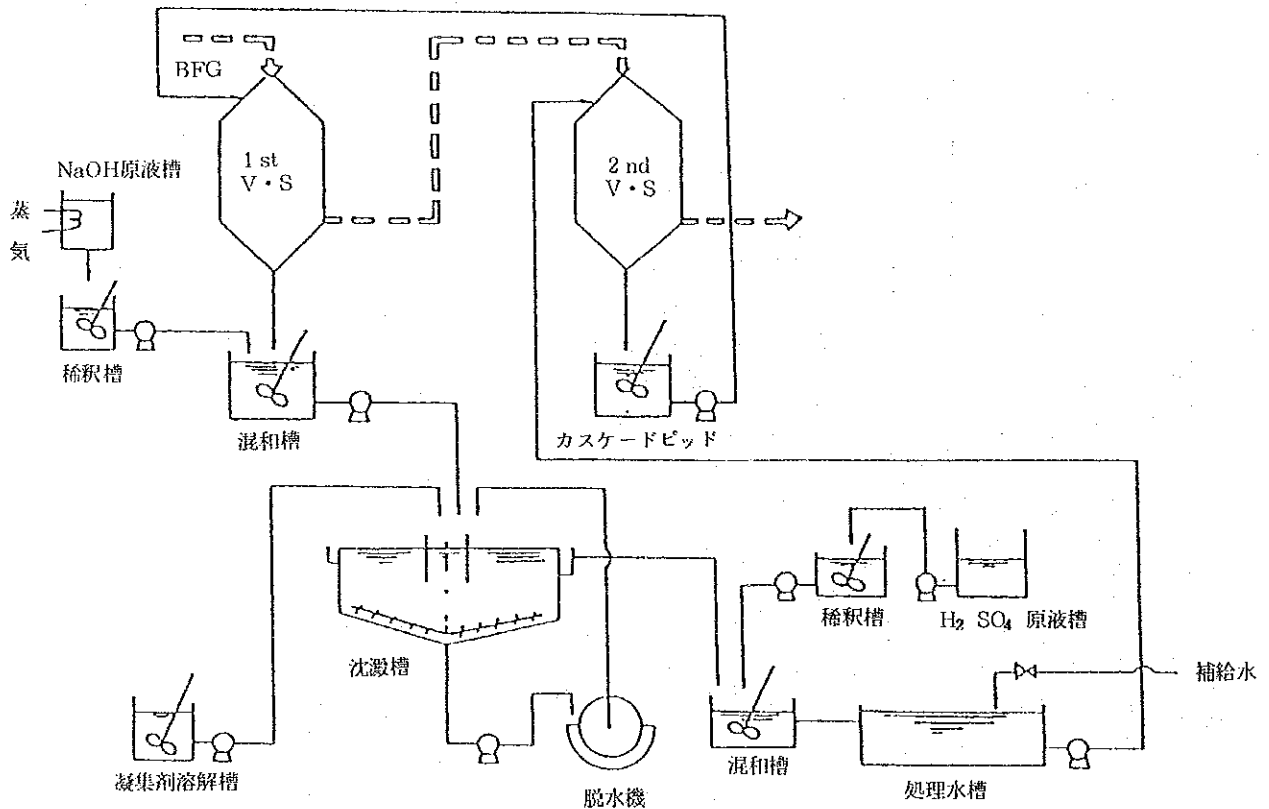
(3) 廃水処理

ア 溶鉱炉ガス清浄廃水処理設備

ガス清浄装置は海水、一部淡水を塔内で散霧し、集じんするが、その廃水は濁度、浮遊物質とも多く、シックナーで自然沈殿を行い、清澄水を流している。シックナーの滞留時間はあらかじめ沈降試験を行い決定するが、だいたい80～100分である。濃縮スラッジは真空脱水機で脱水し、乾燥スラッジは含まれる酸化鉄の量によって焼結に利用している。その処理前後の水質は第14表に示すとおりである

第14表 溶鉱炉ガス清浄廃水のシックナー処理水質の一例

	水 温 ℃	濁 度	P . H	浮 遊 物 PPm
処 理 前	3 1.8	1 8 5	7.0	1 7 5 4
処 理 後	3 0.2	9 0	7.6	1 2 5



第9図 高炉集じん水処理フロー

イ コークス安水処理設備

コークス炉から装入炭の10～13%の安水が発生するが、フェノール、タール類、アンモニアを含み、フェノール、タール類は規制水質に触れるので除去しなければならない。特にCODも高い。

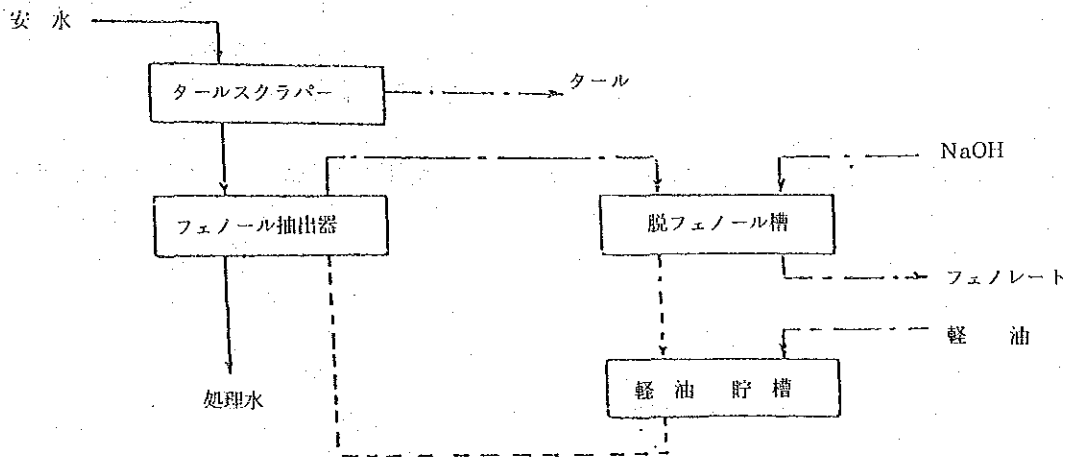
安水処理には溶剤抽出法と活性汚泥法がある。

(ア) 溶剤抽出法

安水の溶剤抽出法はフェノールを除去する目的の処理設備である。戸畑コークス工場に設備している溶剤抽出設備はベンゾールを溶剤としたものでフェノール除去設備の簡易フローシートの一例を第10図に示す。まず、コークスフィルターでタールを除去し、安水にベンゾールを加えフェノールを抽出させる。抽出されたフェノール・ベンゾールは、可性ソーダを加えて

フェノレートに分離回収する。

処理水にはフェノールが残るので、排水口での水質が工場排水基準以上であれば次に述べる活性汚泥法か、他の処理装置を設けなければならない。



第10図 軽油によるフェノール抽出法の簡易フロー

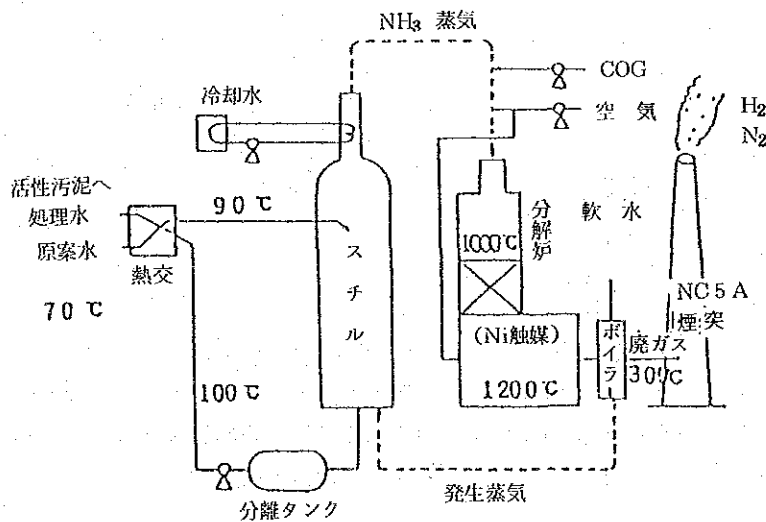
(イ) 脱アンモニア分解設備

脱アンモニア分解設備は排水の脱窒と活性汚泥の前処理の目的で、安水が含んでいるアンモニアを窒素と水素に分解する。フェノールは活性汚泥で処理する。

安水はスチル（蒸溜塔）内で蒸気によって加温加圧されアンモニアを除去したのち、タール分を分離タンクで取り除いて活性汚泥処理設備へ送られる。又アンモニア蒸気は分解炉で還元性雰囲気の状態加熱され、約1,000℃に昇温しニッケルの触媒のもとアンモニアを窒素と水素に分解する。

触媒層を通過したガスは約700カロリー/m³をもつため廃熱ボイラーで完全燃焼し排出する。ここで発生する蒸気はスチルの蒸気源として使用されている。

（第11図参照）



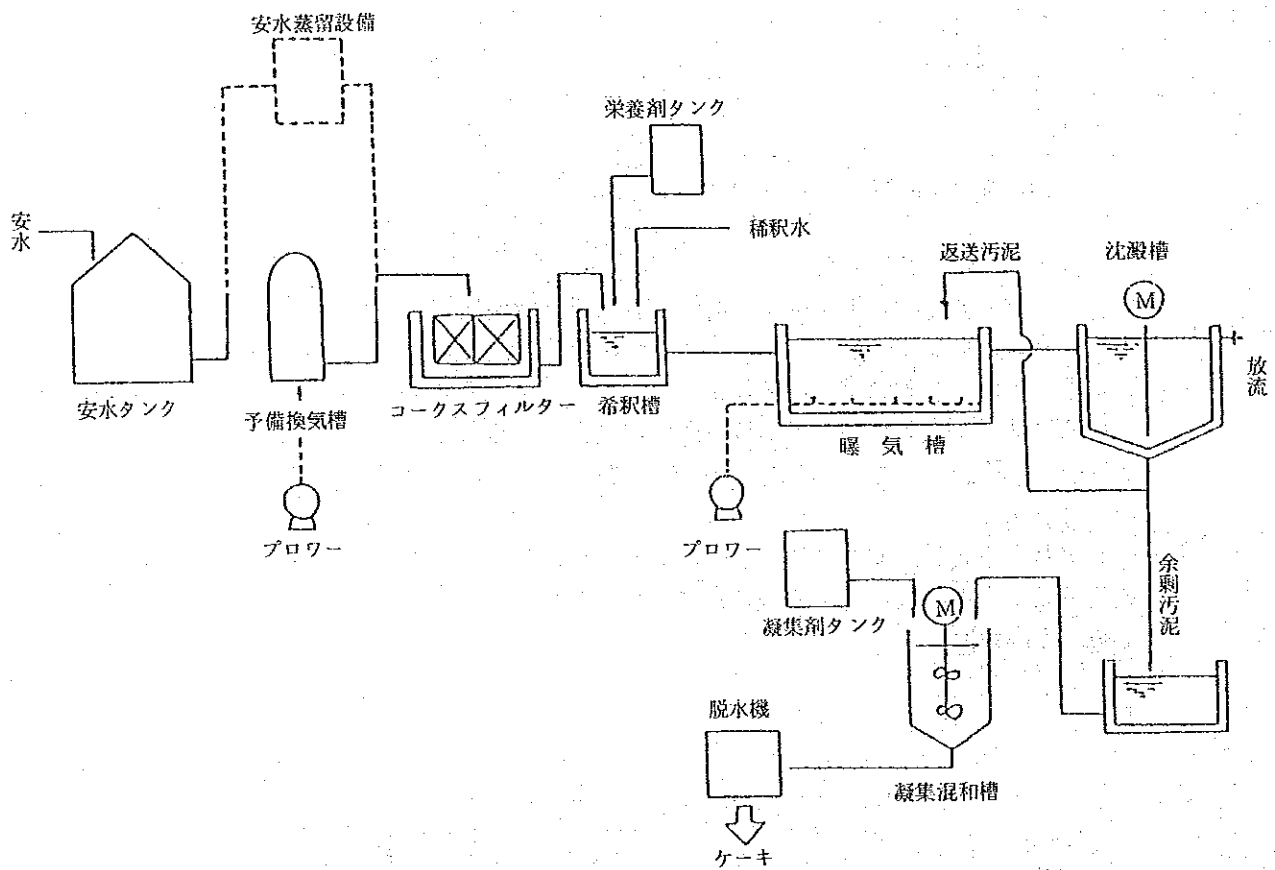
第11図 脱アンモニア分解処理フロー

(ウ) 活性汚泥法

この方法は有機性工場廃水を生物化学的に処理するもので、安水中のフェノールを微生物で処理することである。活性汚泥法はBODが50 ppm以上で処理することが好ましい。

第12図は活性汚泥法のフローシートを示すが、安水中のタールを除去し、海水と淡水で2～5倍に希釈して曝気槽に流入させる。曝気槽内で空気による水の強制循環を行ない、空気中の酸素と磷酸補給による磷とアンモニア中の窒素の栄養源で微生物は繁殖し、フェノールを分解する。曝気槽で処理された水は次の沈澱池に入り汚泥を沈澱して清澄水として公共用水域に排出する。

微生物の補給は沈澱池の汚泥を返送して行なうが、余剰汚泥は遠心分離器で脱水処理される。



第12図 活性汚泥処理フロー

- 前処理
- ① 油分濃度 100 ppm 以下にするためコークスフィルターで吸着凝集させ除去する。
 - ② フェノール許容濃度 300～400 ppm にするため希釈する。
 - ③ 栄養剤として磷酸を 1/100 (BOD) の割合で添加する。

本処理 ① 曝気槽内での溶存酸素 2 ppm 以上の管理を行なう。

② MLSSは 4,000～6,000 ppm の範囲とする。

③ 温度は 25～35℃ に保つよう留意する。

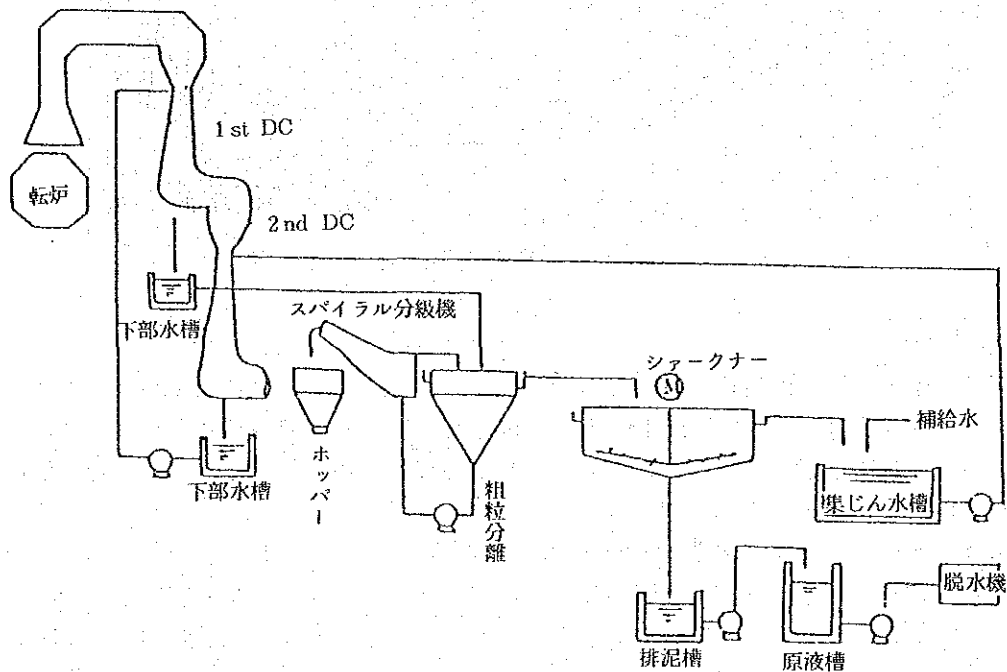
後処理 ① 余剰汚泥は遠心分離器で脱水するが、高分子凝集剤の適正注入で脱水効果を向上する。

以上のごとくコークス炉から発生する安水の処理は方法に異なるものがあり安水量、廃水水質、処理水質、回収利益等の条件を経済比較して設備決定された。

ウ 転炉ガス集じん水の循環設備

製鋼工場に設けられる集じん装置からの排水は排ガス中の SO_2 、 SO_3 、 CO_2 を吸収した酸性の高濁度水で、循環再使用している。廃水水質は集じん装置によって異なるがここでは転炉集じん廃水について述べる。廃水水質は水温 30～65℃、濁度 100～4,000 度、PH 3.5～4.5 で粒子の大きい酸化鉄を多量に含んでいる。

沈澱処理は PH 調整を行いながら、シックナーまたは横流式沈澱池で、スラッジを沈澱させ、濃縮スラッジは真空脱水機で水分 27% のケーキにして廃棄している。この場合の濁度除去を目的とする凝集剤は水温、水量が変化し、さらにガス混入による気泡発生のため高分子の凝集剤が効果的である。



第13図 転炉ガス集じん廃水処理フロー

エ 熱延工場の循環水設備

水源開発と廃水処理を目的とする循環水設備は温度上昇のみで水処理が必要でない間接冷却水の処理、スケールによって汚濁される熱延工場廃水の処理がある。間接冷却水の処理を清戻水処理、後者を汚戻水処理と呼んでいる。

(ア) 清戻水処理

炉体冷却、機械冷却、熱交換器等において利用される間接冷却水は、大部分海水を利用しているが、腐食など冷却設備への影響が大きく、現在なお多くの設備で淡水を用いている。間接冷却水の循環使用において処理上の問題点は水温の上昇と溶存物質の増加であり、他の汚濁された戻水と混ぜることなく独立した戻水系統とすることが望ましい。水処理は冷却塔で温度を低下させ、原水と混合して循環使用している。

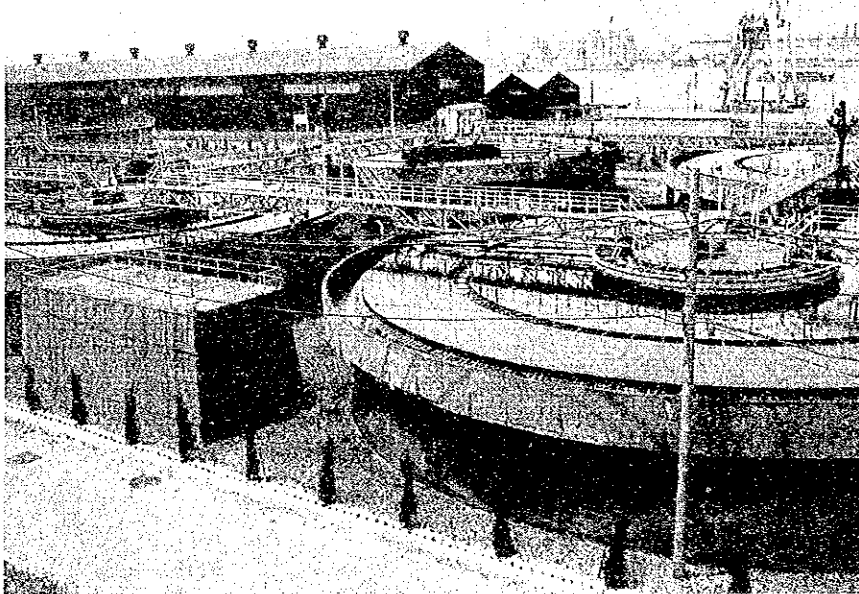


写真9 熱延戻水場

(イ) 汚戻水処理

熱延工場用水は淡水消費の大部分を占め、戻水を強化することは非常に重要である。

分解、形鋼、線材、熱延の圧延工場では要求水質と戻水水質はかなり異なっている。熱延戻排水は一般に温度上昇、油脂汚濁、スケール及び溶存物質の増加がみられる。現在処理している戻水処理方式は下記のとおりである。

排水ピット→スケール沈澱池→強制沈澱池→冷却塔→循環再使用

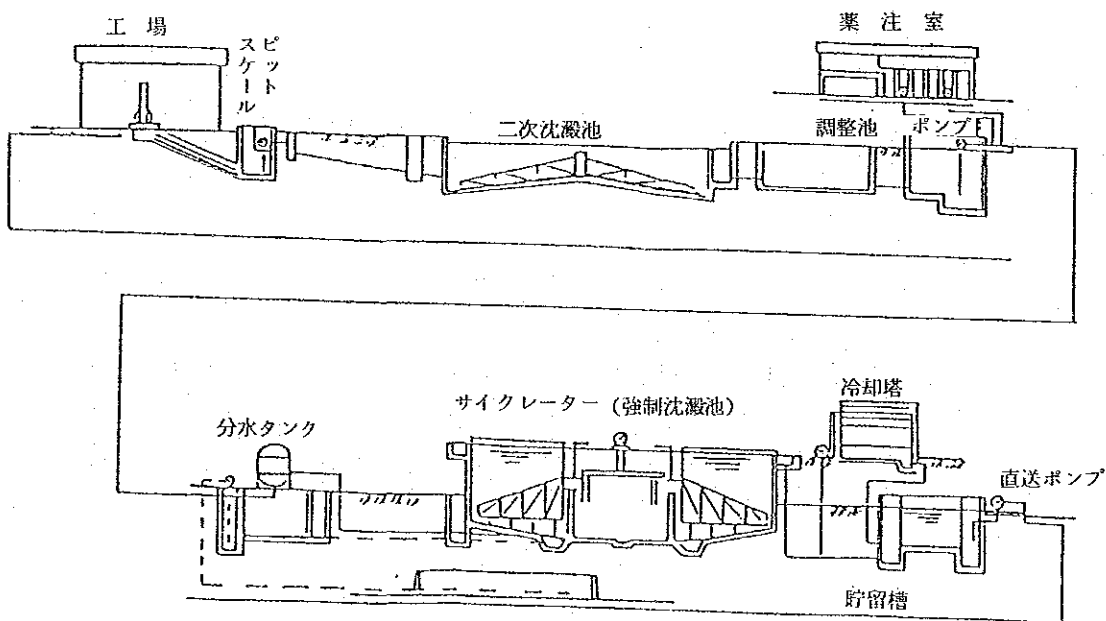
上向流式強制沈澱池を採用した設備はレイアウトがコンパクトになり、処理水質がよいといわれていたが、水温、水量の変動の影響を受けやすく、キャリオーバーする難点がある。

横流式の凝集沈澱池は水温、水量の変動に対して上向式強制沈澱池より安定した処理ができる。集泥は複雑であるが、敷地面積は工業用水水質程度に水処理すれば、上向式強制沈澱池よりあまり大きくない。

熱延戻水に混入するスケールは圧延トン数の1~2%になり、濃縮スケールを乾燥し、廃棄する処置も戻水使用上の問題点である。

第15表 熱延工場戻水の処理前後の水質例

区別	水質	水温	濁度	色度	pH	アルカリ度	総酸度	総硬度	油脂
		℃	度	度		ppm	ppm	ppm	ppm
夏季	処理前	31~41	10~25	8~32	7.5~7.7	28~37	1~1.5	160~210	11~25
	後	26~29	4~8	4~10	7.0~7.4	25~38	2~3.5	160~215	35~45
冬季	処理前	27~32	17~40	19~50	6.5~7.7	19~30	1~3	130~630	6~20
	後		7~13	6~19	6.8~7.1	16~30	1.5~3	130~610	5~14



第14図 熱延戻水処理設備

オ 酸洗排水処理設備

延工場の前処理として帯鋼は、連続酸洗装置を通板させる。帯鋼の表面の酸化鉄は酸と反応して溶解するが、溶解反応度が低下すると逐次新しい酸を補給して劣化した酸洗廃液を排出する。酸は硫酸を使用してきたが、現在酸洗廃液の回収設備が開発され、帯鋼の表面処理効果のため塩酸に切り替えられつつある。酸洗後、帯鋼の表面についた酸を除去すめために水洗浄するが、その廃水を酸廃水と呼び、酸洗廃液の数十倍の水量である。

酸廃水は硫酸、硫酸鉄の濃度がうすく、酸を回収することは不経済で一般に消石灰を中和剤と

して中和処理を行なっている。中和は10～15分で反応し、シックナーで濃縮したスラッジは真空脱水機か、スラッジベットで脱水し、廃棄している。

(ア) 硫酸酸洗廃液処理

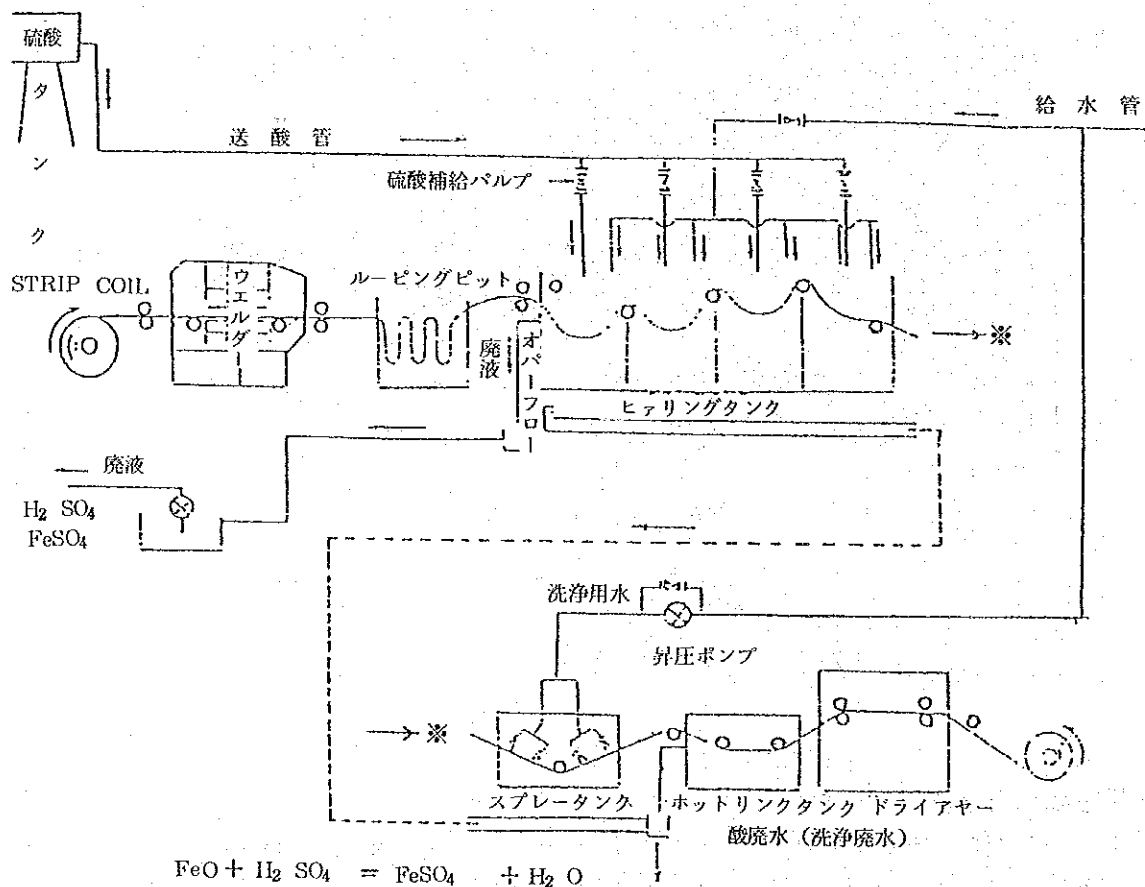
酸洗廃液の代表処理方法として中和処理法、硫酸鉄回収法、硫酸濃縮法の三つがある。

a 中和処理法

中和処理法には中和剤を石灰とした石こう回収法と、アンモニアで中和し、硫酸を回収する方法がある。

(a) 石こう回収法

石こう回収法は酸洗廃液を石灰で一次中和としてpH=3で行ない、遊離硫酸を反応させ、遠心分離器で石こうを回収する。ろ液をpH=9で二次中和し、硫酸鉄を反応させ液体サイクロンで石こう液とし、遠心分離器で石こうを回収する設備である。石こうはセメント用、石こうボード等に利用される。



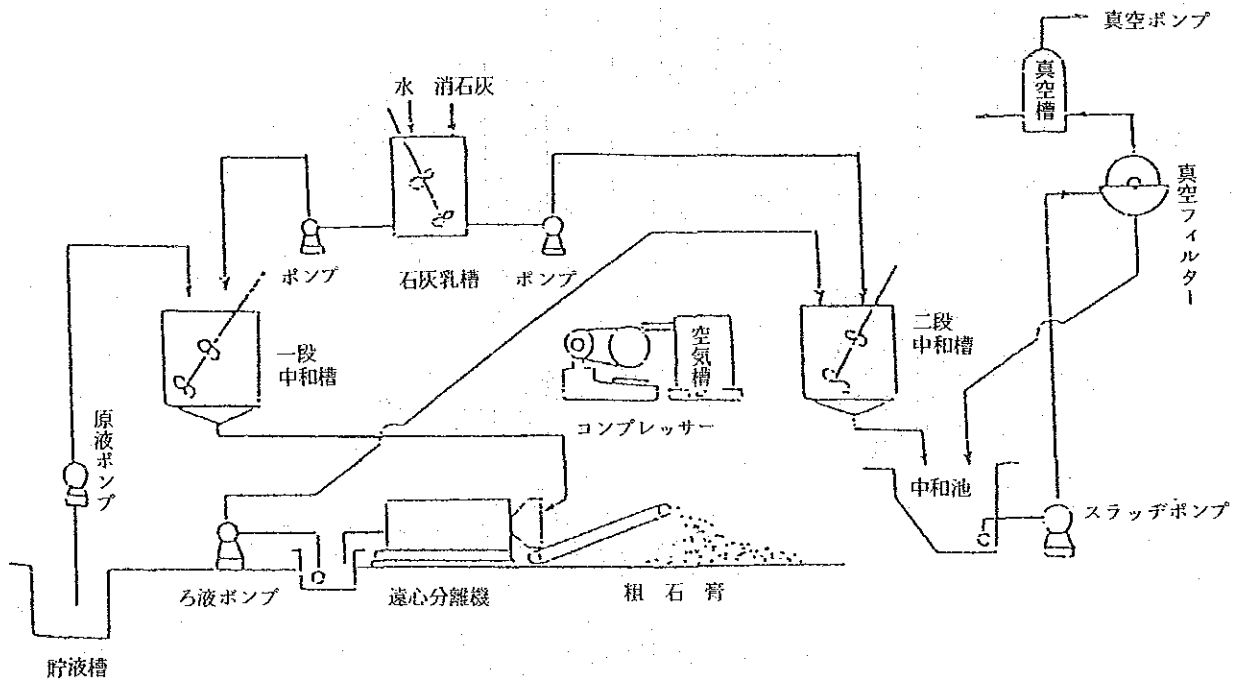
第15図 酸洗装置系統図(硫酸処理)

(b) 硫酸回収法

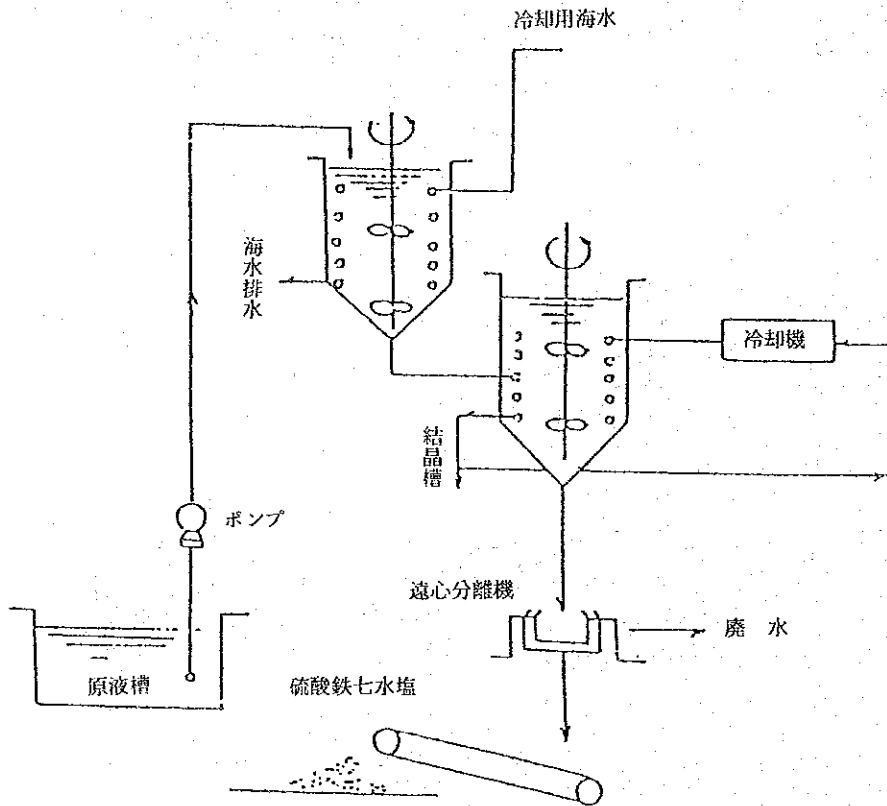
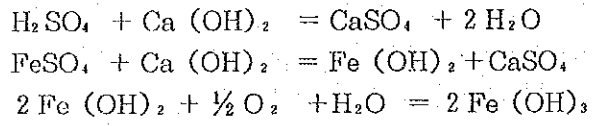
硫酸回収法は中和剤にアンモニアを用い、反応後の硫酸母液から水酸化鉄を分離することが難しく、液温を 90℃ に上げ、空気酸化を行ない酸化鉄を真空脱水機で硫酸母液から分離している。硫酸母液は、真空蒸発によって硫酸を回収する。

b) 硫酸鉄（七水塩）回収法

硫酸廃液中の硫酸鉄を回収するため、液温を 0～5℃ に冷却し、七水塩を析出させ、遠心分離機で分離する。ろ液を回収硫酸として再び酸洗槽に戻すため消費された硫酸分だけ補給し、冷却する設備になっているが、冷却には冷凍機を用いる場合と、真空蒸発冷却による場合と二つある。回収した硫酸鉄は上水および工業用水の除濁に用いるが、一般の市況はよくない。



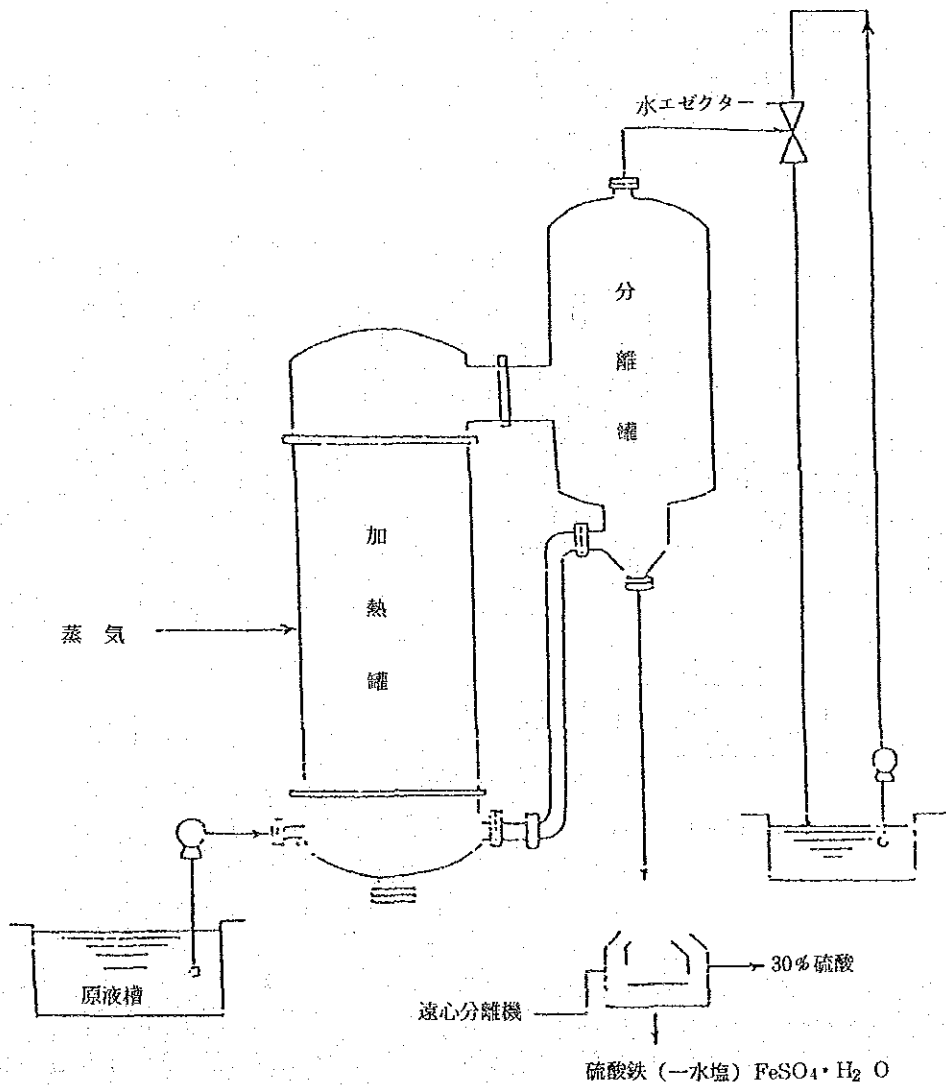
第16図 中和処理法（石こう法）



第17図 冷却における硫酸鉄（七水塩）回収法

C 硫酸濃縮法

酸洗廃液を濃縮することによって、硫酸鉄（一水塩）50%硫酸に分離する方法で、真空蒸発と液中燃焼法の二法がある。真空蒸発は多量の蒸気を使用し、液中燃焼法はコークスガス、重油を使用する。ともに硫酸鉄が多量に生成されるのでパイプに詰まらないような構造に設計する。また、廃液中に含まれる不純物が濃縮するので、この濃縮硫酸を酸洗に使用する場合、酸が接触する機器や管の材質を考慮しなくてはならない。



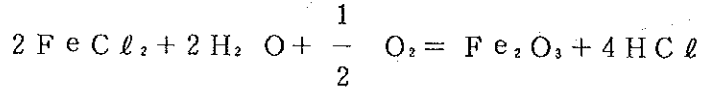
第18図 真空蒸発による硫酸回収法

(イ) 塩酸酸洗廃液処理

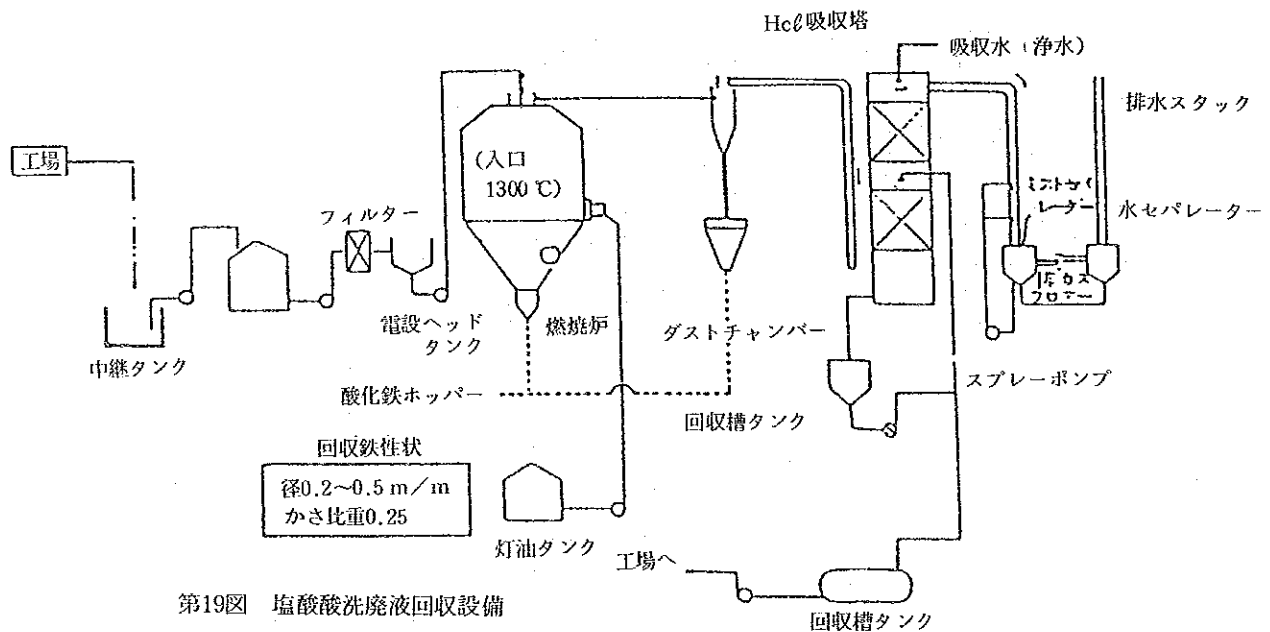
塩酸酸洗では帯鋼のスケール分がHCl液の中に溶けこみ、FeCl₂が生成される。



塩酸の再生回収プロセスではFeCl₂が高温下で分解反応しFe₂O₃とHClになる。



生成されたFe₂O₃は分離抽出されHClは酸洗槽に戻され、再使用する。塩酸回収設備は600℃で焙焼する炉が主体であり、回収酸化鉄は粒子が小さく外販される。(第19図参照)



第19図 塩酸酸洗廃液回収設備

(ウ) 酸洗廃液の回収設備の決定

酸洗廃液の処理方法として数種あげたが、運転が確実であることも大切であるが、副成品の販売が安定していることが最も重要なことである。この処理設備は建設費の償却費、労務費、修理費、消耗品費、用役費、その他間接費を加えた処理費と、副成品の利益、総計が最も経済的であることによって決定される。

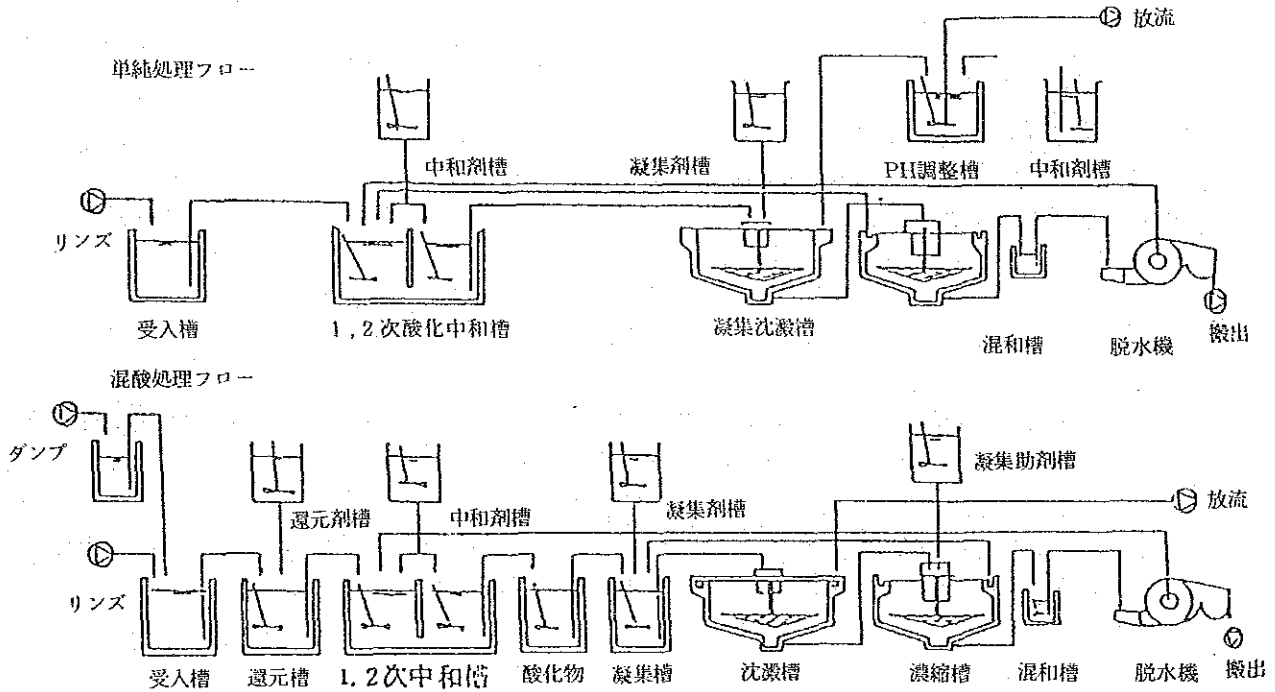
エ 弱酸排水処理

酸洗機から出る水洗水はPHが低く鉄分を含むため、Fe⁺²を酸化後中和し、Fe⁺³は水酸化物として沈澱分離する。

又クロム酸を含んだ混酸処理の場合は、低PHの状態、Fe⁺²の酸化を利用しCr⁺⁶をCr⁺³に還元したのち中和を行ない、Cr⁺³を水酸化物として沈澱分離する。

廃アルカリは中和剤としCa(OH)₂と共に使用する。

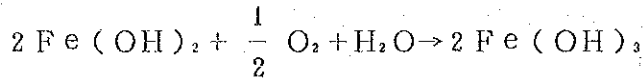
(第20図参照)



第20図 弱酸排水処理フロー

- 受入槽 水量、水質、水温の変動の調整均一化を図る。
槽容量は40～60分間滞流で設計される。
- 還元槽 FeSO₄によりCr⁺⁶をCr⁺³に還元反応する。

$$2CrO_3 + 6FeSO_4 + 5H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(OH)SO_4 + 4H_2O + 3Fe_2(SO_4)_3$$
- 中和槽 酸の中和および鉄イオンの水酸化を行なうために二段中和する。
- | | 一次中和 | 二次中和 |
|------|---------|-------|
| PH | 4～5 | 8.5～9 |
| 中和剤 | 炭酸カルシウム | 消石灰 |
| 攪拌方式 | 急速攪拌 | 緩速攪拌 |
- 酸化槽 Fe⁺² → Fe⁺³ に酸化する。
空気酸化方式



- 沈澱池 生成フロックの沈澱池としてシックナー方式とする。滞流時間3~4 Hr、表面負荷1 m/Hr、排出スラリーは0.3~0.4%濃度である。
上澄水は放流している。
- 脱水機 濃縮槽でスラリーを1~2%濃度に濃縮し、真空脱水機で含水率70%以下にした中和スラッジは埋立廃棄する。

カ 冷延工場の油廃水処理設備

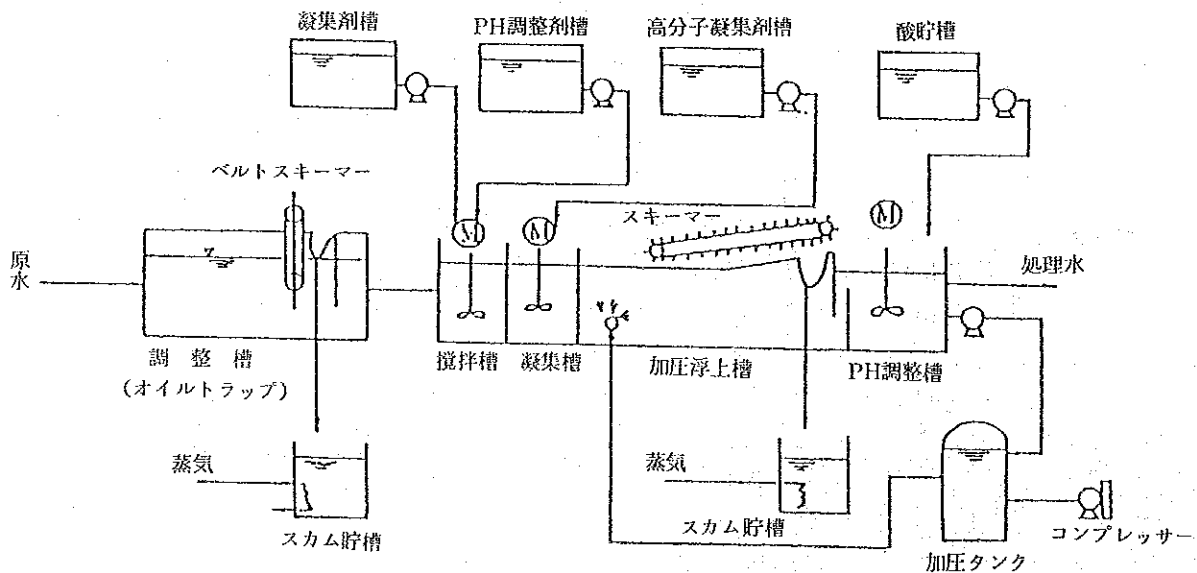
冷延工場の圧延油は帯鋼の厚さにより可溶性油脂と不溶性油脂が使い分けられる。前者は工場自体で循環し、劣化後放流するが、廃水量はきわめて少ない。後者のパーム油廃水は量も多く混入油脂量も多いので処理し、再使用している。

製鉄工場で最も難物の廃水処理は廃油廃水対策である。使用する油は、潤滑油、作動油、切削油、圧延油、その他機械油と多種にわたり、廃水処理では大体4通りに分けられる。

(ア) ソリブル廃水処理

ソリブル油は圧延油として冷延行程に使用するが、ソリブル油は鉱物性、植物性動物性の油を界面活性剤でエマルジョン状に分散させたものである。したがって、廃水処理はエマルジョンを破壊して、油分を集めることを考えねばならない。

第21図は浮上分離法によるソリブル廃水処理のフローシートで、薬品によって水の中にフロックをつくり、空気の微粒子を水中に圧入したものを浮上分離槽で開放し、廃水の中の油を強制的においだして、油と水を分離する装置である。

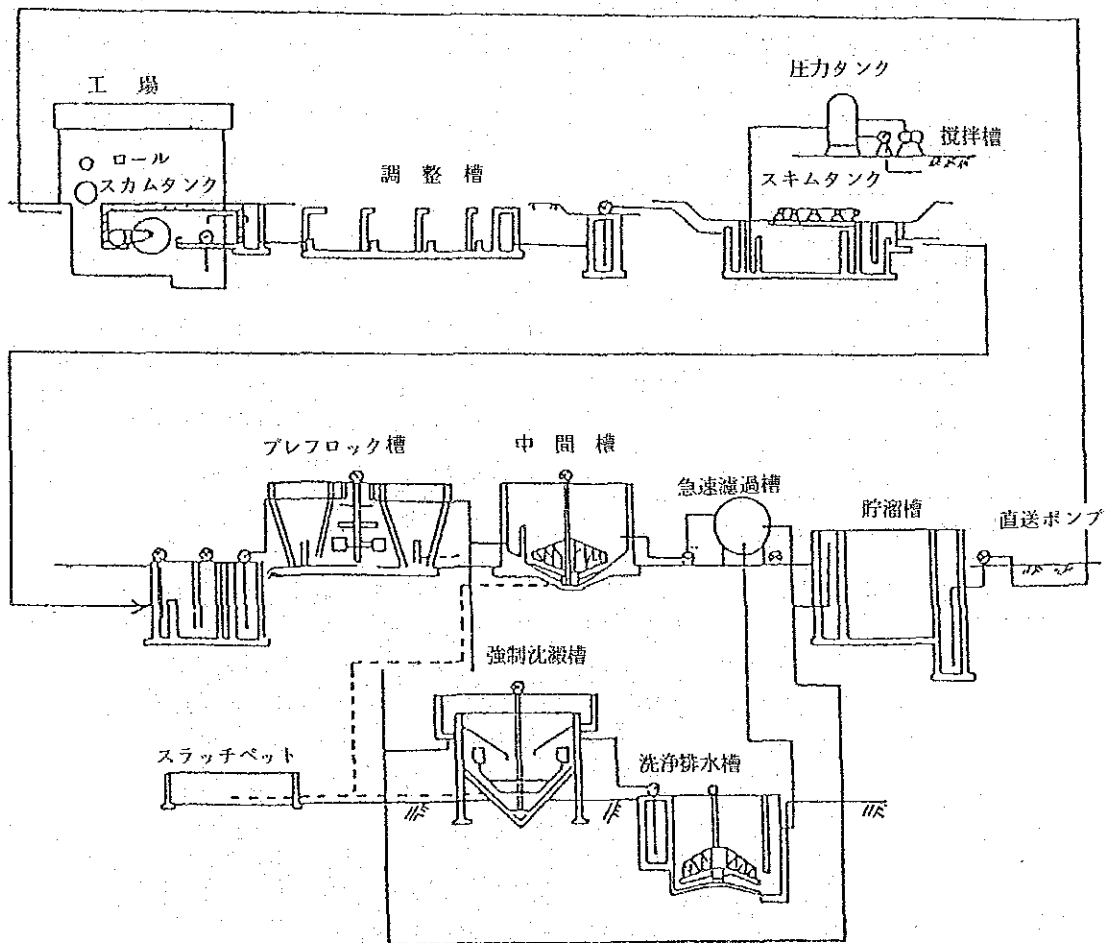


第21図 ソリブル排水処理設備

(イ) パーム油廃水処理

第21図はこの処理フローを示したものである。廃水量の変動はマイクロバブリング水槽の水位を変化させ、浮上油脂の除去を困難にするので、水量を調整する水槽を設けている。戻排水系統で劣化したパーム油は粘着性をもち凝固しやすいので排水管壁に付着し、流水抵抗となる。したがって、調整水槽やマイクロバブリング槽は工場近くに設けるよう配慮されている。

処理設備は硫酸鉄とさらし液を注入し、フロックを生成して油脂を吸着包含させるものでフロックが軽く、水温変動によってスラッジゾーンが乱れ、キャリーオーバーする。在来の凝集沈澱方法では良好な処理が望めず、最終の処理はアンストラサイトをろ材とした急速ろ過槽が設置されている。又ろ材は油脂汚染があるので定期的にもろ材の化学洗浄により再生している。



第22図 パーム廃水処理設備

(ウ) 非ソリブル性圧延油廃水処理

熱延行程に使用する圧延油の廃水で、比較的水と分離し易く、沈澱池でオイルマシンを利用して油を除去している。オイルマシンはスポンジに油をしみ込ませ、次に絞り機構で油を回収する機械である。

(エ) 油回収管理

油の汚濁負荷は普通1t/日位に規制されているが、ドラム罐1本流しても1/5にあたり、廃油回収を管理することは最も重要なことである。

キ 水質総量規制の負荷量の測定装置

総量規制の負荷量測定装置はCOD連続自動測定と流量自動測定によって負荷量を演算器で求めた値を積算する設備である。

(ア) 負荷量の測定

- a 負荷率の高い工程排水はCOD連続自動測定とする。(全負荷の80%相当)
- b 負荷率の低い工程排水は簡易測定器による測定とする。
- c 排水量は流量積算計により測定する。

(イ) 測定設備

地区別	測定対象箇所			備 考
	連続測定	簡易測定	計	
八幡	3	3	6	COD連続測定; COD計, UV計 流量計 ; 電磁流量計 負荷量 ; 演算器
戸畑	4	5	9	
計	7	8	15	

(ロ) 簡易測定対象の測定回数

排水量 100ml/未満で負荷量 6kg/未満の軽負荷排水	30日毎
排水量 50ml以下の生活排水	1年毎
その他連続測定困難と思われるもの	7日毎

6 工場排水の管理

(1) 環境管理体制の強化・整備

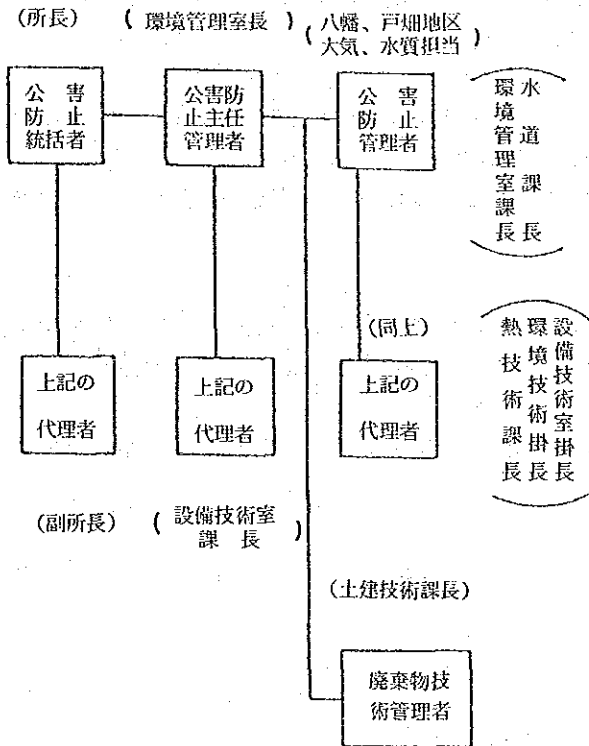
八幡製鐵所は洞海湾水域指定にさきがけて、1968年に環境管理室を設置するとともに、製鐵所の環境管理の基本方針及び諸対策の審議を行なうための環境管理対策委員会を設置する等組織体制を一段と整備強化した。

特に、工場排水の水質規制に関しては排水口毎に工場長の管理責任者を決め、その管理にあたらせ、異常が予測された場合は関係者を招集して、対策を協議し実行した。

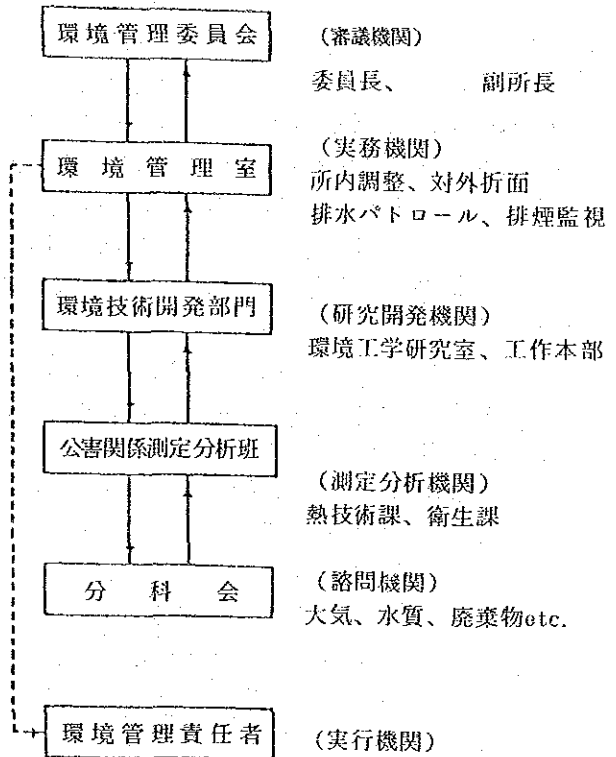
又環境管理室に排水パトロール班を設置し、工場排水の監視にあたらせ、きめ細かな管理で水質規制に対応した。

(1) 法定管理者

公害関係法令により次のようになっている。



(2) 所内組織



各工場長を管理責任者とし、掛長2名以上を副責任者として排煙、排水を管理している。

第23図 八幡製鉄所環境管理組織

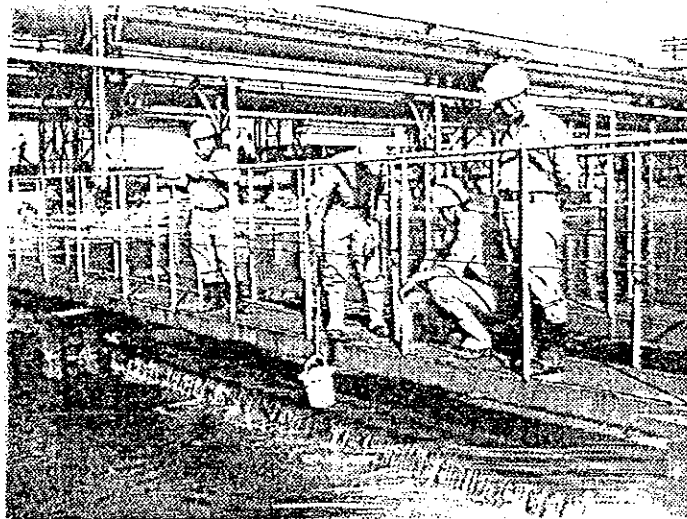


写真10 環境パトロール

(2) 環境技術開発の推進

環境問題の解決にとって、技術開発はきわめて重要な要素であり1970年以降徹底した発生源対策が重要な技術課題となった。この解決を図るべく、全社的に排水分科会が設置され、未開拓な環境技術分野に対して、排水処理設備に適用可能な技術開発の推進に当たった。

1975年には、環境工学研究センターが設置され、全社的に共通のプロセスを対象とし、しかも、既存技術の組合せや改良・改善では規制に対処し得ないような防除技術の開発に取り組むこととなった。全社の有機的かつ密接な連携のもとに開発を進め、かずかずの成果を挙げた。

(3) 各工場における排水の管理

いかに優秀な処理設備が設置されても、十分な管理面での配慮がなされなければ初期の水質の維持がなされないばかりでなく、設備故障、老朽化の促進等のトラブルの原因となる。

工場の生産計画の変更が排水の性状を変え、水処理設備が不安定になる場合も考えられ、工場と水処理側の連絡調整を緊密に行なう必要がある。

ア 点検

少なくとも1日1回特定施設及び排水処理施設の巡視、点検を行ない、汚水放出防止のための標準作業が十分行なわれているかを管理し、工場排水の処理設備事故の未然防止を図ること。

イ 油脂の管理

油脂の回収を確実にしない、排水への油脂分の流出防止に努めること。なお設備上問題がある場合は、油脂を回収できる設備への改造を検討すること。

ウ 排水処理設備の運転

排水処理設備の性能、能力を十分に把握し、運転管理マニュアル等により標準作業の遵守を行ない適正な処理水質の保持を行なうこと。

エ 水処理回収物の管理

処理施設での浮遊物（油、板ぎれ etc）の回収、沈澱スラッジ類の定期的浚渫等を確実にしない、処理水質の悪化および処理能力の低下防止に努めること。

なお、回収物の処分は所定の基準に従って行ない二次公害の発生防止をはかること。

オ 水処理設備の性能チェック

処理水質試験を定期的実施し、原水および処理水の異常の有無を確認し、性能劣化等の早期発見を図ること。

カ 突発事故時の措置

事故発生時には環境管理室、関係工場に迅速な連絡を行ない、事故処理基準による適切な処置と、事故拡大防止等に努めること。

なお、酸、アルカリを使用する工場は、タンク類の事故に備え、常にそれ相当量の中和剤を準備すること。

キ 設備の新設、改造等における排水管理対策の検討

生産計画、設備の新設、改造及び作業工程の変更等で排水処理施設に影響を及ぼすことが予想される場合、事前に対策案について充分関係先と協議検討し、必要な措置を講ずること。

ク 排水口における排水状況の把握

管末排水口における排水の水質検査は試験掛が行ない、排水管理に必要な採集データ（排水量、水質等）の傾向管理によって、排水の水質が正常であることを確認し、その維持に努めるとともに、必要に応じて環境管理室に報告すること。

ケ 排水管理意識の高揚

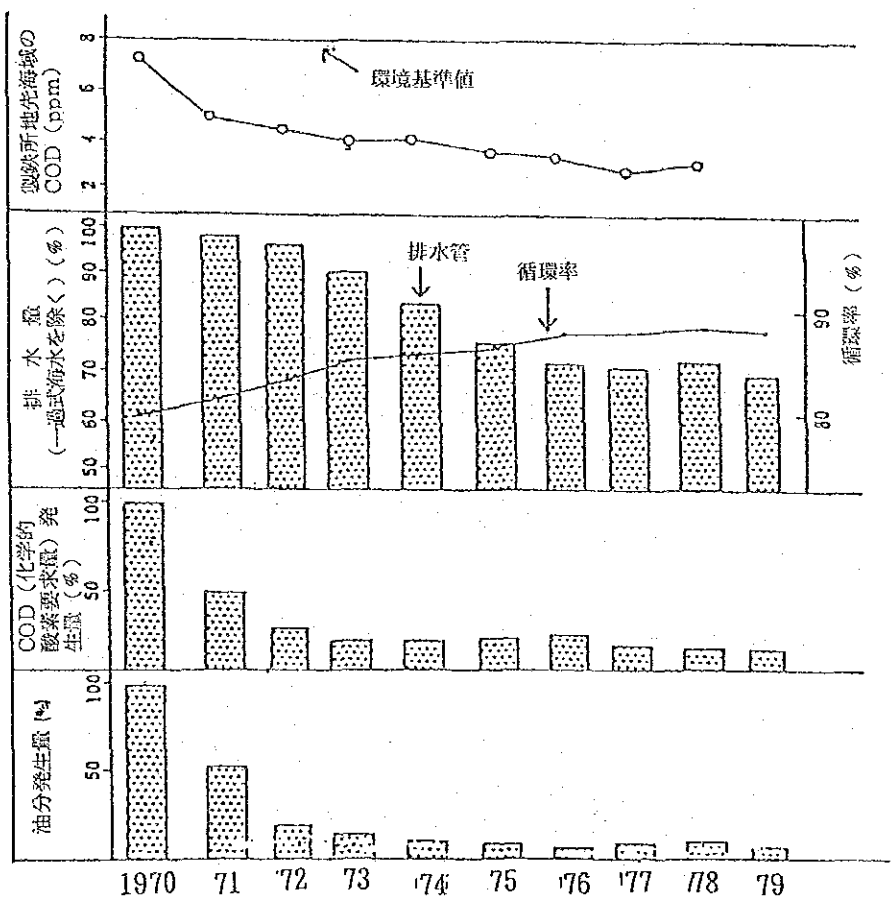
上記の主旨に従い、全従業員の排水管理意識の高揚に努めること。

7 工場排水処理の効果と洞海湾の清浄化

(1) 工場排水処理の効果

1971年に洞海湾が指定水域になって、猶予期間1年と云う短期間に排水処理設備を拡充したことは堅実な技術陣、緻密な工程を組んだ建設工事監督陣、そして試運転即実務運転に入った即応性のある運転技術陣の協力の賜であり、また、環境管理体制の充実によって従業員の末端に至るまで、環境問題の社会的責任を認識して、努力した結果が工場排水の汚濁負荷の削減となり、海域の清浄化となった。

第24図は排水対策の成果を図に示したものである。



第24図 廃水対策の成果

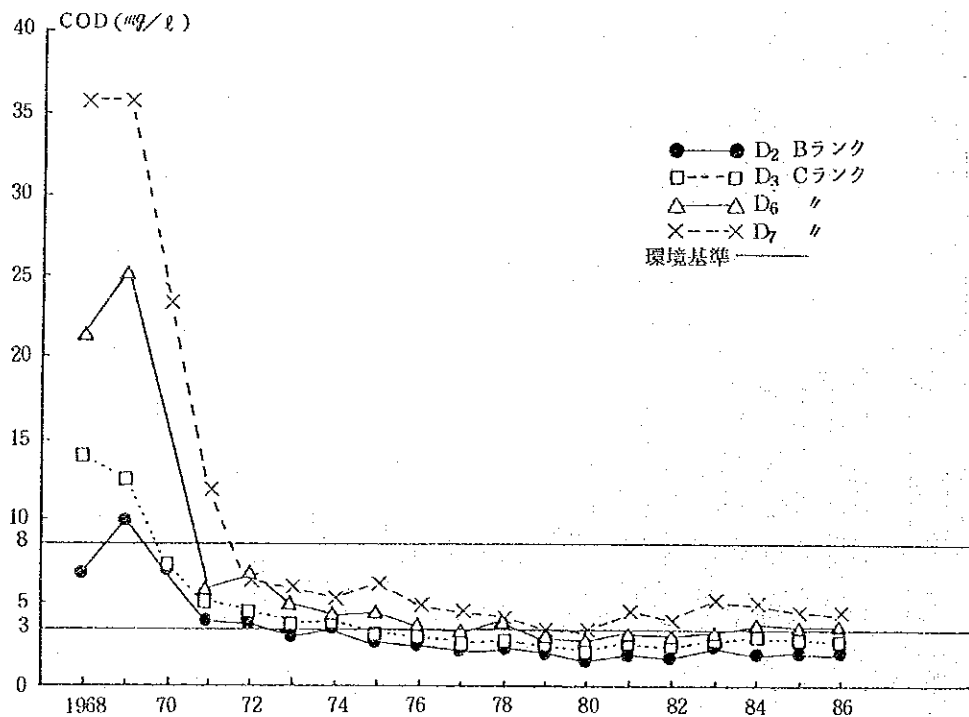
(2) 洞海湾におけるCOD経年変化

北九州市公害対策局の調査 [1987年度版「北九州の公害」第21号] によれば、洞海湾の水質は大幅に改善されたと報告されている。

「北九州市の公害より」

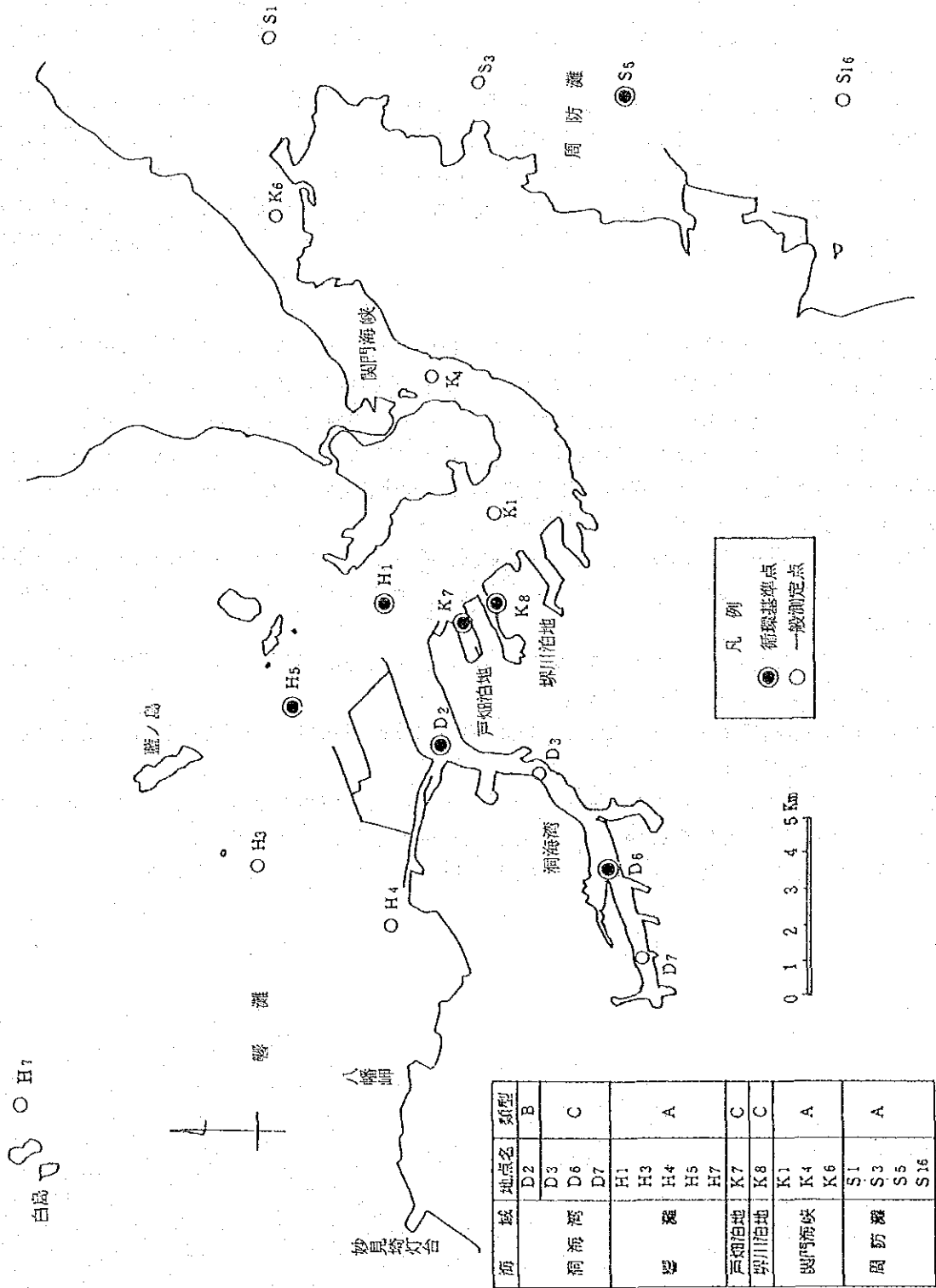
洞海湾

全測定点とも環境基準に適合している。第7-2図の経年変化で見られるように、68～69年度がピークであり、それ以後は、工場排水の規制や下水道整備等の水質汚濁防止対策の推進により、大幅に水質が改善され現在に至っている。



第25図 洞海湾におけるCODの経年変化 (年平均)

第26图 海域水质测定点



(3) 洞海湾の清浄化

水質保全部による洞海湾の水域指定から工場排水の上乗せ規制、総量規制等次々に水質規制がきびしくなったが、洞海湾の周辺企業のCOD負荷削減対策によって洞海湾は1975年には環境基準を達成した。

1974年頃に八幡製鐵所洞岡発電所の海水取り入れ口に「こういか」が生きたままの状態の流れついたこともあり、1975年には八幡製鐵所の専用港の奥に「ぼら」や「このしろ」が生息し始めた。1980年代には洞海湾の湾口で「車えび」漁が行なわれた。1988年には湾奥でも7種類、洞海湾全体で72種類の魚類が生息していると報道されているので、洞海湾も魚類がすめる海域に戻ったと判断される。

8 むすび

八幡製鐵所では従来より公害防止の一環として排水浄化、戻水回収率の向上等に努力してきたが、1971年以降の環境規制強化に伴う処理設備の増強、管理体制の強化等企業の社会的責任を自覚し積極的に処理対策の推進を図った結果、洞海湾及びその周辺の浄化に多大の成果が得られた。

しかしながら、鉄鋼業の場合、排水量が多く、排水水質の内容も工場毎に異なるなど技術面でも管理面でも困難な条件が多く、開発、改善すべき幾多の問題点を抱えており、今後共これらの解決のための努力が必要である。

更に現状での水質規制は濃度規制より総量規制に移行され、工場の新増設時の汚濁負荷量増についてきびしく規制される等、今後の排水処理対策は完全クロードシステム化の採用を前提として計画する必要がある。

クロード化で問題となる溶解塩類の濃縮対策は、今後廃水処理における高次処理技術の研究開発に取り組み解決しなければならない。

排水処理設備の建設にあたっては、工場廃水の規制値と廃水処理原価との相互の経済性をよく検討し、合理的な設備とすべきである。

我々は廃水処理によって公共用水域の汚濁を防止し、生活環境をよくし、臨海工業地帯の水資源を保護して地域社会の発展をはかるべく、積極的な努力を払わなければならない。

洞海湾が魚がすめる海域に戻ったことは当時、排水処理を担当した技術者として喜びにたえない。

参考文献

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1987年度版「北九州市の公害」第21号 | 北九州市公害対策局 |
| 環境管理（Ⅲ工場排水対策）作業長教育科 | 環境管理室 課長 江島昭男 |
| 炎とともに | 新日本製鐵株式会社 |
| 八幡製鐵所土木史 | 新日本製鐵株式会社 |

第7章 本調査研究の成果及び課題等

第7章 本調査研究の成果及び課題等

1 成果及び問題点	7-1
(1) 我が国の公害問題の特性を再認識したこと	7-1
(2) 1971年以前の記録がほとんど失われていること	
(企業・行政)	7-1
(3) 工場等の施設の廃止とともに関係する記録も	
同時に失われてしまうこと	7-2
(4) 公害問題の深刻化とともに、技術的・経済的な	
対策が図られたこと	7-2
(5) 公害問題に対する企業側の貴重な証言を入手できたこと	7-2
(6) 公害防止装置メーカーの情報収集が必要であること	7-3
(7) 本市の公害問題を考える上での資料が収集できたこと	7-3
2 課題について	7-3
(1) 公害問題を把握するための分析技術の調査	7-3
(2) 中小企業及びその他の業種の調査	7-3
(3) 省エネ・省資源と公害防止対策の関係	7-3
(4) 維持管理に必要な人の教育について	7-4
(5) 調査対象技術レベルの程度	7-4
(6) 大気及び水質以外の環境要素について	7-4
(7) 失われたもの及び今後失われようとしている	
技術の収集・保存法	7-5
(8) 開発途上国側のニーズが不明である	7-5
3 今後の調査スケジュール	7-5
(1) 他の業種及び同一業種の規模別企業	7-5
(2) 省エネ・省資源と環境対策	7-6
(3) 技術を支える人の教育の対応	7-6
(4) 実態把握のためのモニタリング・分析方法	7-6
(5) 公害防止担当者に対するヒアリング	7-6
(6) 収集資料・文献等の保存方法等	7-7
(7) 開発途上国のニーズ調査	7-7

第7章 本調査研究の成果及び課題等

本章では、「環境対策に関する適正技術調査研究」で得られた成果及び調査を実施した際に困難と感じられた点、並びに今後の調査研究課題等について検討会の中で各委員から出された意見などを参考にしながら述べていくこととする。

1 成果及び問題点

(1) 我が国の公害問題の特性を再認識したこと

我が国及び本市の公害対策の歴史を調査した結果、環境が果たしている原材料（環境資源）の提供、人間活動等の影響緩和という2つの重要な役割が、人為的に阻害され、十分に発揮されなくなった場合に、公害問題が発生したことがわかった。特に、産業革命以後の急激な科学技術の進歩によってもたらされた強大な技術をもってすれば、環境はたやすく破壊されてしまうもろい系であるという認識も得た。

特に、我が国の公害問題を激化させた要素としては次のようなことが考えられる。

ア 環境資源の過剰な採取

環境は、人間を含めた生物の諸活動に必要な原材料を提供している。原材料として人間活動に入力される資源は、鉱物や石油のように、その賦存量が限られ、使用にともなって大なり小なり枯渇していくもの（枯渇性資源）と、動植物や土壌、水、大気など、使用・採取量が適切であれば、自然の営みの中で再生され、枯渇しないもの（再生可能資源）とに分類できる。

これらのうち、鉱物や石油等については、使用量の増大により枯渇すれば、その価格が上昇するなど経済的な影響により、自ずと使用量の減少につながるものである。

一方、水、大気、動植物等の再生可能資源は、人間の活動が盛んでなかった昔は無限のものと思われていた。産業革命以後の工業化、都市化の過程で経験した種々の問題から、再生可能資源もまた有限なものであるという認識に至った。さらに、再生可能資源は、枯渇性資源のように経済的な評価（金銭的価値）が困難なため、過剰な採取を受けやすく最適な採取強度を超える結果、公害の発生に結びついた。

イ 環境に対する廃物の過剰な投棄

また、環境が持つもう一つの特性である「自然活動はもちろん各種の生物の活動により発生する物質などを受け入れ、これを希釈し、貯留し、同化するという調整機能」という環境が持つ微妙で精密なバランスを保つ系の緩衝能力を越える廃物（汚染物質、廃エネルギー・熱等）が限られた地域に過剰に投棄されたことによって我が国の公害問題が引き起こされている。本調査結果でも、市内の企業においては1950～1970年代ほとんど何等の対策も取られないまま、各汚染物質が環境中に未処理の状態では排出されていた。

(2) 1971年以前の記録がほとんど失われていること（企業・行政）

本調査を通じて過去の公害に関する記録について企業及び行政を中心に調査したが、1971年のいわゆる公害国会で公害関係法規が整備される以前の記録は大部分既に失われていることが判明した。開発途上国の状況は、よく我が国の1950年～1960年代の状

況に警えられており、我が国における当時の状況を詳しく把握することは、本調査研究における重要な課題の一つであると考えていたが、これを補うまでの完全な資料を探し出すまでには至っていない。

なお、このような調査が遅れば遅れるほど、現在入手可能なものでもますます入手できなくなる資料等が増えていくことが予想される。本調査期間中にも、数ヶ月前では存在した資料もあったが、調査時点では破棄処分されていた事例も数件あった。

(3) 工場等の施設の廃止とともに関係する記録も同時に失われてしまうこと。

本調査の趣旨に鑑み、現在の我が国で使用されている最新の製造施設における公害防止設備を調査するだけでなく、過去に存在し、開発途上国でもまだ使用されている製造プロセスについても調査する必要性を感じ、調査対象に加えようとしようとしたが、企業では工場及び施設等が技術革新等により廃止された場合、当該工場等に関する資料は大部分廃棄している。

これは、我が国のように国土が狭く工場敷地も狭いため、無駄なスペース等は極力省くことなどにより、過去の役に立たなくなった資料は廃棄することが当たり前になっているためである。なお、廃止に伴い作成される記念誌等の中に、一部資料が残される場合もある。

また、事務所等の移転や部屋替えに伴い古い資料が保存用施設の容量不足等の理由から往々にして廃棄にいたる場合や、移動過程で紛失することなども起こっている。文書管理規定等により、自動的に処分される場合もある。

このことから、中立的な機関がこれらの紛失・散在していくかけがえのない資料等の保存方法等に関する方策を検討していく必要があると考える。

(4) 公害問題の深刻化とともに、技術的・経済的な対策が図られたこと

我が国の公害問題の悪化のスピードが早かったため、企業及び行政は早急な対応を迫られた。このため、当時としては最高の生産及びメンテナンス技術を活用し、ある程度経済的な検討を度外視した対策を行った。当時既に技術的な蓄積が十分あり、経済的な余力（対応能力）も備わっていたため、苛酷な公害という苦況を乗り越えることが出来たとも言える。例えば、本市の水質を例にとると、死の海洞海湾としてマスコミ等でクローズアップに伴い工場排水に対する規制基準が定められ、猶予期間が6か月～1年間と短く、企業だけでなく、監督・指導する行政においても対応が間に合わない状況であった。このため、当初は排水基準違反等で行政指導等を受ける企業があったが、2～3年経過すると技術的にも安定し、ほとどの企業でも排水基準を遵守できるようになった。また、施設的にみると、当時最新の水処理施設を設けたため、その後の規制基準の強化にも十分対応できるものであった。

なお、このような技術の柔軟性を確保出来るようになるには、我が国でもかなりの長い年月を要していることを忘れてはならない。

このことから、それぞれの技術や経済等レベルが相違する開発途上国にそのままの状態に移転したとしても、その国に根づく技術となるかどうかは疑問が残るところである。

(5) 公害問題に対する企業側の貴重な証言を入手できたこと

紙や写真等の記録は、工場や施設の廃止に伴い次第に紛失してきたことは、既に

述べてきた。今回の調査研究の最大の成果は、公害問題に直面しそれを克服するために骨身を惜しまずに働いた企業の担当者の貴重な証言を入手できたことである。

しかし、これらの貴重な情報を所有する人々は既に多くは退職したり、企業に残っていても産業構造の転換や技術革新に伴い新しい他の分野で活躍をされている人がほとんどである。また、本市を離れてってしまった人も多い。

このため、今これらの貴重な情報を収集する機会を逃したならば、二度と企業や行政において当時行われた対策等の貴重な記憶（情報）さえも失うこととなる。早急な対応が図られることを期待する。さらに、これらの大切な技術を所有する人々の活躍の場所を提供することも必要であると考えられる。

(6) 公害防止装置メーカーの情報収集が必要であること。

今回調査した企業は我が国でも名立たる企業であるが、一部の企業を除いて大部分の公害防止施設はプラントメーカーが製作したものである。

このため、本市における詳細な技術的情報を収集するためには、企業だけでなくこれらの施設を製作したプラントメーカーも調査する必要がある。これらのメーカーに貴重な資料が残されている可能性も十分考えられる。

(7) 本市の公害問題を考える上での資料が収集できたこと

何れにしても、本調査研究によって失われようとしていた重要な公害防止に関する各種の資料が収集できた。今後は、これらの情報を開発途上国に対する技術移転等にもどのようにして有効に活用していくのか、また、再度紛失しないようにする方法等について検討すべき時期にきている。

2 課題について

(1) 公害問題を把握するための分析技術の調査

本調査研究が「適正技術」を重点を置いたものであったため、公害の状況を把握するために必要不可欠な分析技術等について十分な調査を行っていない。開発途上国においては先ず最初に問題となる分野（公害を知る）であるため、早急に調査を実施する必要がある。

(2) 中小企業及びその他の業種の調査

本調査では、我が国でも有数の基幹産業である鉄鋼業、化学工業、電力業、セメント業の対応状況を調査したが、もっと規模の小さな中小企業の対応状況を把握することも重要である。また、その他の製造業種も、例えば開発途上国でも存在し、環境問題が発生する恐れの高い食品製造業、鍍金業、ソーダ工業等を調査する必要がある。

(3) 省エネ・省資源と公害防止対策の関係

産業界において、1970年代のオイルショックを契機に重要な要素として加わり、我が国の公害問題の発生原因である多量の廃物の投棄を減少させるための効果は大である。省エネ・省資源技術と公害防止対策との関係についてももっと深く詳細な調査が必要である。

(4) 維持管理に必要な人の教育について

公害防止施設は、ハードだけで動くものでなく、それを運転したり、維持管理するには、人間が介在しなければならない。特に、公害防止施設のように生産ラインが稼働し続ける間正常に動き続けなければならない施設、万が一でも止まることは即環境汚染につながり、かつこれが止まることは生産の停止を意味し、生産性を低下させる要因になるため、機器の信頼性と運転者の能力を上げることが必要である。この重要な要素の一つである人の能力アップのための教育については、今後の開発途上国でも貴重な情報となることから詳細な調査が望まれる。

(5) 調査対象技術レベルの程度

調査対象である技術については、どのレベルまで調べればよいのか、本調査が計画された時からの問題であった。技術を細分化すれば、ボルトやナットの単位まで分解することができる。今回の調査では、企業の協力を得るため、技術的に詳細な調査を実施していないが、今後の開発途上国側のニーズを踏まえながら、この問題に対処していく必要がある。

(6) 大気及び水質以外の環境要素について

本調査では、大気質及び水質を調査環境要素とし、どちらかと言えばオールラウンドな調査を行ったが、大気質一つを取ってもその範囲は広く、また、深い。このため、今後の調査では、調査範囲を限定することも必要であると考え。また、今回調査していない騒音・振動や悪臭、あるいは自然保護等の分野についても調査範囲を広げていくことも必要である。前項の技術レベルとの関係も考え、垂直方向への奥深い調査も近い将来必要になることも考えられる。

(7) 失われたもの及び今後失われようとしている技術の収集・保存方法

本調査結果、過去の貴重な情報が時間軸の経過とともに、散在し、紛失していつている。このため、散在した資料の収集・保存方法を考えていくとともに、現在する公害防止技術についても、将来同じ運命を辿ることがないように、今から資料の収集や施設の保存について早急に検討していくことが大切である。

このためには、次のような項目について検討を行う必要がある。

ア 資料等の収集方法

失われた資料を回復する方法はないが、市内で失われたものも、他の地域や文献の中で保存されている可能性も考えられるため、調査範囲を市外にも広げていく必要がある。

調査範囲としては、プラントメーカー、国及び関係機関、新聞社等のマスコミ、大学（環境関係）などが考えられる。

イ 資料等の保存方法

収集した資料の保存方法及び保存場所も重要な問題である。紙や映像資料でも収集数が増加することにより、保存エリアも大きく必要になり、実際の機械となると更に大きなエリアが必要である。資料等の整理も考古学的（博物館的）なものとは違い保存が目的ではなく、開発途上国や我が国で環境保全に資するために利用・活用して行くことが目的である。このため、資料等の保存方法等の実践的な活用を前提としたもの、例えばそれらの機器を実習機材として利用できる方法など検討する必要がある。

(8) 開発途上国側のニーズが不明である。

本調査では、開発途上国側の環境の状況や社会情勢等について正確な情報を把握できなかった。このため、本調査研究では我が国の事例の中から、途上国にとって貴重であると思われる事項について調査を実施した。しかしながら、同じ開発途上国でも発展段階には格差があり、必要な情報も違ってくる。また、開発途上国における環境問題の解決に必須の要素についても、技術的なものも重要ではあるが、その他の経済的・社会的要素も無視できないものがあり、それらを十分調査研究した後に、我が国の集積技術のどの部分をどのような形で移転していくべきかなどについて検討していくことが必要である。

また、相手のニーズが把握できれば、情報収集の効率化にもつながるものである。

このため、今後本調査研究を継続していくのであれば、移転しようとする相手国の実情やニーズについても、十分把握しておくことが肝要であると考えられる。

3 今後の調査スケジュール

今後、本調査研究を継続することになった場合、次のような視点からの調査を実施する必要があると考える。

(1) 他の業種及び同一業種の規模別企業

本調査研究の対象企業は、国の基幹産業として不可欠なものを抽出したため、今後は本調査研究でカバー出来なかった部分についての調査及び既調査対象に対する補完的な調査も実施していく。

ア 調査対象企業

- (ア) 未調査業種、例えば、食品加工業、鍍金業、ソーダ工業、木材加工業等
- (イ) 既調査業種で、資本規模及び従業員規模、あるいは製造品出荷額等規模別

イ 調査対象施設

- (ア) 大気質については、既設施設及び廃止施設も調査する。
- (イ) 水質については、水質汚濁防止法施行以降の施設（ほとんど現存施設）について調査を実施する。特に、資本規模別の対策技術は特に必要な調査である。
- (ウ) 騒音・振動、悪臭対策技術についても、調査を実施する。

(2) 省エネ・省資源と環境対策

環境への過剰な廃物の投棄によって、公害が引き起こされてきたことを考えると省エネ・省資源対策が環境保全に結び付くものであることは明らかであり、1970年代後半からの公害対策技術の要素に省エネ等の思想が色濃く反映している。

このため、省エネ・省資源技術と環境保全技術との関係について、対象を絞った調査を実施する。

(3) 技術を支える人の教育の対応

我が国の公害防止対策を支えてきたのは、単に公害防止施設が優れているというだけでなく、常時稼働させるための運転・維持管理（メンテナンス）技術力が優秀であるということである。この優秀な技術力は我が国の高度経済成長を支えた陰の力でもある。

この技術力の保持・教育に関しては、各企業とも相当比重をかけている分野であり、開発途上国への技術移転を行うにあたって、必要不可欠なものである。

このため、本市の企業で実践されている公害防止技術に関する教育方法等について調査を行う。

(4) 実態把握のためのモニタリング・分析方法

環境汚染物質の状況を把握するためにはどうしても必要な技術である。しかし、分析方法で数値結果が微妙な違いを示すこと、また、当時の環境状況を理解するにはその当時の分析手法を把握して、現代に焼き直す（修正）必要がある。このようなことから、我が国における環境に係る分析方法の変遷について調査を実施する。

(5) 公害防止担当者に対するヒアリング

本調査研究の手法の中で、最も効果的な調査方法であった。今後は、鉄鋼業以外の業種や中小企業の人等、対象を拡大した調査を実施する。

なお、公害問題の鎮静化から10年以上を経過し、調査対象者を探し出すことも今後ますます困難な状況になってくるため、他の調査に優先して調査を実施することが必要である。

また、貴重な体験に基づくノウハウを有する人々活用方法についても十分検討を行う必要がある。

(6) 収集資料・文献等の保存方法等

貴重な資料・文献等を収集保存しておくだけでも大切なことであるが、これらの資料・文献等を利用・活用しながら保存することは、さらに重要なことである。これらの資料・文献等には一般的な意味での価値が少ないものが多いものがあるため、保存に対するルール等を確立しておかなければ、折角苦勞して収集した資料・文献等の再紛失につながりかねない。このため、市民及び開発途上国の人々の計り知れない遺産として保存していくための方策を検討する必要がある。

(7) 開発途上国のニーズ調査

本調査研究によって収集された資料等の利用・活用の増進及び効果的な収集のため、開発途上国が期待するものを十分把握する必要がある。このため、開発途上国における環境対策に関する需要調査を実施する。

