

6.3 品質管理

6.3.1 品質管理の現状

(1) 概要

品質管理活動が1982年より開始され、品質管理課の設立、鋼鉄廠品質管理委員会の運営をはじめとするTQC活動が続けられている。

標準類の制改訂、管理図、パレート図等のQC手法の採用、提案制度、奨励制度の導入、QCサークル活動の実施など活発な品質管理活動が行なわれている。

(2) 品質管理体制

廠長を委員長、総工程師を副委員長、主要工場の主任と室課の長を委員とする廠品質管理委員会が2回/年開催されている。品質管理課の専任担当者4人が推進と、とりまとめを行なって、実務レベルでは1回/月の品質管理会議が行なわれている。

工場には、1名の工場主任と1～2名の専任（あるいは兼務）の技術者による工場品質指導グループが品質管理業務を推進している。

班、組には品質管理担当者がいる。

品質管理課には、166人が在籍している。

(3) 技術標準、作業標準等の制定、改訂の状況

1) 製品、生産用原材料、耐火材料、製品の物理的性質の検査測定、原材料の化学分析に関する標準や工場部標準、国外の先進標準が7分冊にわけて制定されている。

2) 焼結工場、製鉄工場、転炉工場、電気炉工場、合金鉄工場、ドロマイト工場、中形圧延工場、小形圧延工場の作業標準（技術操作規程）が制定されている。

(4) 品質情報連絡方法

品質検査員が「情報伝達カード」によって品質異常を工場幹部に報告している。

品質成績は日報にまとめ工場幹部へ報告しており、品質の分析検討会議や品質の抜取チェックが行なわれている。

(5) 生産製品の実行標準

普通炭素構造鋼、上質炭素構造鋼、低合金構造鋼、熱間圧延鋼片、熱間圧延

鉄筋棒鋼等の12品種についての標準が制定されている。

鋼鉄廠で制定した標準と冶金工業部で制定された標準がある。

(企業標準による数年間の試作段階を経て実績データを積み重ねたのち、一番すぐれた企業の標準が、冶金工業部標準研究所によって国家レベルの標準に統一される。)

(6) 管理図、パレート図等のQC手法の導入状況

パレート図、特性要因図、問題点に対する対策書は、室課の指導者や技術員の間で広く使われている。

QCサークル活動でも、パレート図、特性要因図、問題点に対する対策書は柔軟的に多く使われ良い効果を得ている。

製鉄工場、圧延工場においては、管理図を使っているところもある。

1985年における電気炉鋼および転炉鋼の廃却重量、鋼片および圧延および圧延製品の廃却重量に関する原因別のパレート解析結果が提出された。

また、1985年主要生産品の品質指標(合格率)も以下のとおり提出された。

		合格 率 (%)
鉄	鉄	: 99.62
電 気 炉 鋼 塊		: 95.53
転 炉 鋼 塊		: 98.80
鋼	片	: 99.44
製	品	: 97.16
(内 訳)	中形圧延材	: 96.28
	小形圧延材	: 97.21

(7) 提案制度、奨励制度の実施状況

1) 「優秀QCサークルとTQCの積極的推進者」の評定選抜・基準にしたがって、毎年1回、鋼鉄廠で成果発表会を行ない、表彰と奨励を行なっている。

2) 冶金工業部、省、市レベルでそれぞれ優秀なQCサークルに対して奨励金を与えて表彰している。

石家荘鋼鉄廠では、転炉工場のQCサークルが冶金工業部および河北省の優秀QCサークル賞を受賞しており、また小形圧延工場のQCサークルが河

北省の優秀QCサークル賞を受賞している。1985年のQCサークルの登録数は27サークルである。

3) 創造的な仕事に対しては、毎年まとめて表彰を行ない、国家規定の奨励方法を実施している。

4) 経済責任制品質審査細則にしたがって、毎月各職場の作業成績(品質、消耗量、生産高、コスト)の優劣を評定委員会で審査し、ボーナスあるいはペナルティを査定する。

(8) 中国では、毎年9月を品質管理月間として全国的に品質管理の重要性を強調する運動が展開されている。

他の鋼鉄廠に対する品質監査も行なわれている。

(9) 中国国内における鋼鉄廠間の技術交流も行なわれており、工場見学、資料交換、新開発設備の公開テストなどが行なわれている。

(10) 試験設備としては、以下の装置を有している。

1) 引張試験機	50t × 1台
	60t × 1台
	100t × 1台
	ワイヤー用 × 2台
2) 捻り試験機(ワイヤー用)	1台
3) 衝撃試験機	1台
4) 硬度計	
ブリネル式	1台
ロックウェル式	4台
5) 金属組織顕微鏡	2台
6) 熱処理炉	4基
7) 乾燥炉	2基

6.3.2 品質管理についての提言

(1) 石家荘鋼鉄廠における品質管理の導入は軌道に乗り、成果が上っているように思われる。

鋼鉄廠幹部の方々が、熱意をもって工場運営と改善に当たっておられ、現在の生産規模、生産品種のもとでは対外的には大きな品質上の問題もなく、比較的順調に

生産が続けられている。

- (2) 品質管理体制をはじめとして、品質管理に関する活動は定石通りに行なわれているが、今後もより一層密度を高め高度化への努力をされることを期待したい。

計測装置を使った計量化、統計的手法、実験計画法、等の面ではさらに改善向上の余地があるように思われる。

QCサークル活動については、もっと活動範囲と活動サークル数をふやすよう目標をかかげて推進すれば、さらに大きな成果が上る素地がすでにできていると思われる。

参考として日本K社(従業員数28,900人)におけるQCサークル活動状況を示すと次のとおりである。(1985年度)

QCサークル数	:	2,430サークル
参加人員	:	16,900人
完了テーマ件数	:	14,100件/年
1サークル当り完了テーマ件数	:	5.8件/サークル・年
発表件数(社内)	:	5,000件/年
(社外)	:	100件/年

なおK社が作成したQCサークルマニュアルを調査報告書(ドラフト)説明時(1986年6月)に鋼鉄廠へ提供した。

- (3) 標準化については、冶金工業部の指導のもと、文書化された国家的統一がなされているものが多く、情報の正確な伝達徹底と製品の均一化をねらう上で、プラスになっていると思う。
- (4) 国内あるいは省内の鋼鉄廠間の定期的な専門別技術交流会(日本鉄鋼協会共同研究会のようなもの)を開催し、お互の技術情報交換と切磋琢磨をはかれば、技術水準の向上に役立つものと思う。
- (5) 近代化計画においては、生産量の増大、製造品種の拡大と高級化が計画されているが、最新技術をとり入れたすぐれた生産設備を導入して、品質のすぐれた製品を効率よく製造できるようにするとともに、品質保証システムについても十分に検討しておく必要があると思う。

プロセスの変更(連鋳化、ホットチャージング、圧延の高速化など)による

品質への影響についても、定量的に把握できる体制（非破壊検査装置の導入など）をつくっておくべきであり、また高級鋼製品のユーザーにおける加工条件と品質要求についても予め、よく調査しておき、品質設計に反映する必要があると思う。

高級鋼の製造に当っては、試作－試用を積重ね、徐々に品種とサイズの拡大をはかるべきと思う。

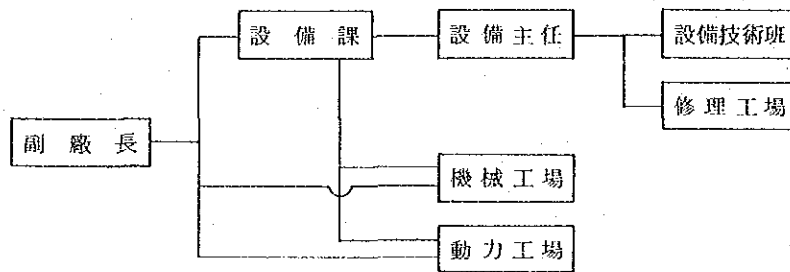
- (6) 生産量の増大、製造品種の高級化に伴ない品質のチェックおよび研究開発のための検査試験がふえるので、試験片の運搬、品質試験結果のフィードバック等の面で、迅速に円滑な運営ができるようにするため、製造現場に近い適当な場所に、試験センターをつくり集約することが望ましい。

6.4 設備保安全管理

6.4.1 鋼鉄廠における設備保全の現状

(1) 設備保安全管理組織

石家莊鋼鉄廠における設備保安全管理は設備担当の副廠長が管掌し、その組織図は次のようになっている。



(2) 保全計画

- 1) 小修理、日常点検は各職場が担当し、毎月保全計画を設備課へ提出して承認をもらう。
- 2) 中修理は各工場から委託をうけた設備課が機械工場、動力、土木工事修理建設班の関係部署を組織して点検補修する。
- 3) 大修理は毎年5月に予備計画書（初步意見）を出し、設備課が予算のバランスを考えて7月に河北省冶金局へその計画を報告の後、許可を得て実施される。

4) 予備品管理

各工場で予備品計画を作成し、工場内で製作できるものは4半期単位で計画し、毎月進捗状況をチェックしている。

また外部から購入するものは年間の計画を作成する。

(3) 定期修理の現状

各工場における定期修理の状況は次のとおりである。

1) 燒結工場

24～36時間/月（1～2回/月）、コークス工場と同時に修理を行っている。

2) 製 鉄 工 場

24時間/月(1~2回/月)、熱風炉のバルブを交換するときに修理を行なっている。

3) 電 気 炉 工 場

電力制限による休止日に修理を行なっている。中修理は2回/年実施している。

4) 転 炉 工 場

1回/年、13~15日間休止して中修理を実施している。

1回/年、年末に72時間休止して小修理を実施している。

5) 中形圧延工場

4日/月、圧延設備の補修、加熱炉微粉炭燃焼の灰の除去のため休止している。

6) 小形圧延工場

24時間/月、休止して修理を行なっている。

2回/年、中修理(加熱炉の点検修理など)を行なっている。

(4) 設備保全要員

設備保全は設備課を中心にした機械工場、動力工場、土木建設修理班による保全と各工場の保全班による保全がある。

前者の設備保全要員は次のとおりである。

機 械 工 場

設備技術管理係	12
鑄 造	110
仕 上	30
機 械 加 工	66
溶接、ガス切断	45

合 計 263名

動力工場

動力管理係	36
電力班	28
供電班	39
電動機修理班	31
動力班	63
用水班	83
材料調達班	9

合計 289名

土木建設修理班

管理係(幹部含む)	10
瓦葺作業	18
木工作业	7
枠組	8
防水	8
運転手	3
保全	6
補助作業	10

合計 70名

(5) 予備品管理

1) 予備品、消耗品の管理方法

- A. 予備品管理は「石家荘鋼鉄廠予備品管理制度」に従って行なわれる。
- B. 消耗品管理は工場で消耗品の消耗計画を作成し廠内の倉庫より払い出される。

2) 予備品、消耗品の供給方法

- A. 工場によって作成された月間、4半期、年間の予備品計画によって設備課が審査し外部に製作を依頼したり、廠内の機械工場で製作する。
- B. すべての消耗品は資材供給課が工場の需要計画によって購入し、工場は倉庫から払出される。

3) 耐火物の種類と管理方法

種類： 粘土質レンガ、ハイアルミナレンガ ($Al_2O_3 > 70\%$)、ハイアルミナ粉 ($Al_2O_3 > 80\%$)、ハイアルミナセメント、ジルコニウム、ハイアルミナ/粘土質モルタル、鋼製スキッド

管理： 廠の資材供給課が統一管理している。

4) 耐火材料供給方法

職場が必要計画を作成し資材供給課の耐火材料倉庫から払出される。

6.4.2 圧延工場における設備保全

代表例として圧延工場における設備保全の現状を以下に示す。

(1) 設備保全計画の立案

1) 中形圧延工場

A. 小修理

毎月末の4日間の小修理計画について、設備主任、保全職長、班長、設備グループのメンバーで会議を開催し、主要設備の予備品の交換時期、稼動状況によって修理項目が決められる。

B. 中修理

年に1回行なわれる。中修理計画は、工場の設備技術員(圧延課)より提出され、設備課の承認を得て行なわれる。

C. 大修理

2年に1回行なわれる。大修理計画は工場の設備課と工場の設備技術員と共同して作成される。

2) 小形圧延工場

A. 小修理

設備技術員は毎月18日までに運転状況によって保全計画を作成し、設備課によって総合調整がなされる。

B. 中修理

年に2回行なわれる。通常6カ月毎に設備技術員によって計画され、設備課を経て決定される。

C. 大修理

2年に1回行なわれる。計画は設備課と工場の設備技術員と共同で作成

される。

(2) 圧延工場における設備保全要員

1) 中形圧延工場

	要 員	備 考
設 備 主 任	1	
電 気 班 長	1	
電 気 一 般	$5 \times 3 + 3 = 18$	
保 全 仕 上	6	
圧延機より上流側	8	} 工場を2つの区域に分け保全 を行なり体制をとっている。
下流側	8	
溶 接	8	常 昼 勤 務
普通旋盤	6	
ロール旋盤	5	
ガイド、圧延機	5	
倉 庫	7	予備品倉庫1、補助材料2、 圧延機関係4
職 長	2	
班 長	2	
設 備 電気設備	1	
機械設備	4	
予 備 品	1	
組 長	1	
起 重 機	19	
計	103名	

2) 小形圧延工場

	要 員
設 備 主 任	1
設 備 技 術 員	3
保 全 職 長	2
仕 上	2 2
旋 盤	7
起 重 機	2 1
職 長	2
運 転	1 8
保 全	8
圧延機保全予備品	3
予備品倉庫	7
計	9 4 名

6.4.3 日本における設備保全体制の紹介

(1) 設備保全組織

鋼鉄廠（あるいは中国）の設備保全は日本の場合とシステムが異なっている。すなわち、設備の修理は鋼鉄廠では廠内で実施されているが、日本の場合、保全専門会社に一部または全部を委託するシステムが一般的に行なわれている。

このようなシステムの違いから単純に設備保全組織、保全要員数を比較できないが日本の銑鋼一貫製鉄所における設備保全体制を紹介するので参考とされたい。

(2) 日本の製鉄所の設備保全体制

1) 組織と要員

K社K製鉄所は粗鋼生産600万トン/年の能力を持つ銑鋼一貫製鉄所である。同製鉄所の設備は約40万の機器と約320万の部品で構成されており、これらの保全を効率よく行なうことが安定操業のポイントである。

こうした観点から設備の保全は技術分野別の集中型の組織としている。

設備保全部門の組織と要員を図6.4.3-1に示す。

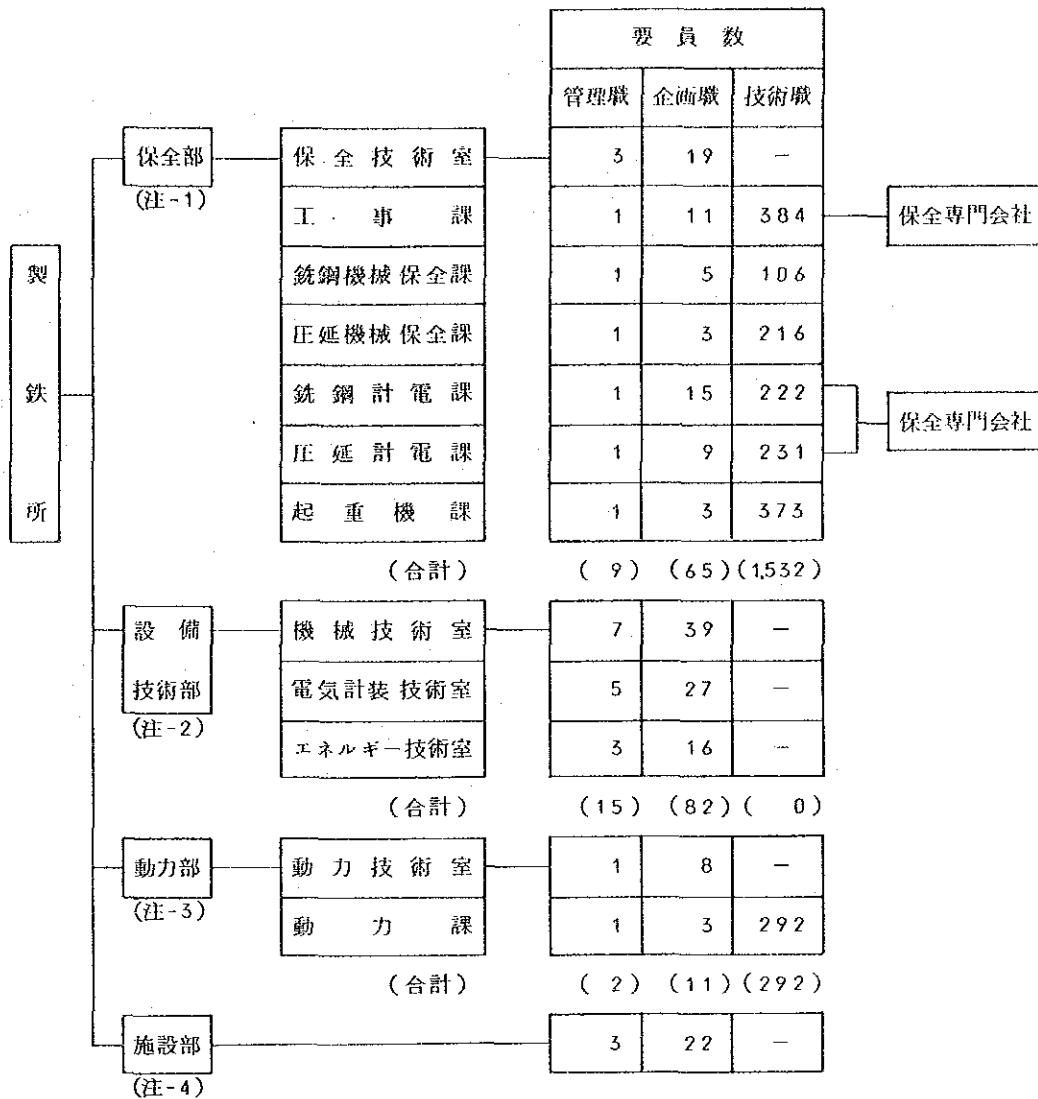
2) 保全の基本的な考え方と業務フロー

当製鉄所では最適な保全を遂行するため、

- ① 役割（分担）の明確化
- ② 保全方式の明確化と管理の充実
- ③ 保全技術の確立

を基本とする規程、標準を定め、設備保全を実施している。

表6.4.3-1に保全業務の分担、図6.4.3-2に保全業務処理フローを示した。



(注-1) 保全部 … 機械設備の保守管理・修理、電気・計測・プロセスコンピューター設備の
 運転および保守管理、起重機の運転と保守管理

(注-2) 設備技術部 … 機械・電気・計測・制御・エネルギー設備に関する計画推進および関連技
 術の改善開発

(注-3) 動力部 … エネルギーとユーティリティに関する諸設備の運転・保守

(注-4) 施設部 … 建屋・道路・基礎・煙突の建設と保守

図 6.4.3-1 設備保全部門の組織と要員

表 6.4.3 - 1 保全業務の分担

部門別	設備計画部門（設備技術部）	設備保全部門（保全部）	設備使用部門（操業部門）
機能	故障のなしに、最小のコストで所期の機能を達成する設備（新設・改造・更新）を作り使用部門に引き渡す	使用部門からの要求、または使用部門への勧告により、故障なしに、かつ最小のコストで所期の機能が維持できるように分解検査・整備・修理を行なう	故障なしに、かつ最小のコストで所期の機能を発揮させることにより、生産計画を達成する
設備管理の主要業務	<ul style="list-style-type: none"> ・設備投資計画（調査研究・経済性評価） ・設備の設計・製作・設置 ・試運転・検収 ・設備の初期流動管理 ・保全予防（MP）活動 ・設備技術の研究開発 ・設備技術標準の設定 ・建設工事予算管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・分解検査・整備・給油・修理の計画と実施 ・使用部門の運転・保全方法に対する指導・助言 ・故障原因の分析と対策 ・設備改善の提案と実施 ・保全技術の研究開発 ・保全標準の設定 ・保全実績記録・保全効果評価 ・保全工事予算の管理 ・設備計画部門への協力 	<ul style="list-style-type: none"> ・正常な運転 ・運転点検・清掃 ・設備異常の早期発見と保全部門への正確な状況連絡 ・必要な分解検査・整備・修理の要求 ・設備の設置・分解検査・整備・修理への協力 ・設備の改善提案

(3) 計測機器管理

鋼鉄廠の近代化に伴い、導入される計測機器も高度化する。これらの機器を正常に使用できる状態を維持しておくことは工場の運営上不可欠な要素である。計測機器管理の業務フローを図 6.4.3-3 に示す。

各計測機器における標準的な点検周期を表 6.4.3-2 に示す。

表 6.4.3-2 計測機器の点検周期

種 類	取引証明用	工程管理用	環境管理用
長 さ 計	—	1年	—
質 量 計	3～6カ月	3カ月～1年	6カ月
温 度 計	1年	3カ月～1年	—
圧 力 計	6カ月～1年	6カ月～1年	—
濃 度 計	—	1～6カ月	1週間～1カ月
照 度 計	—	1年	—
騒 音 計	—	—	1カ月

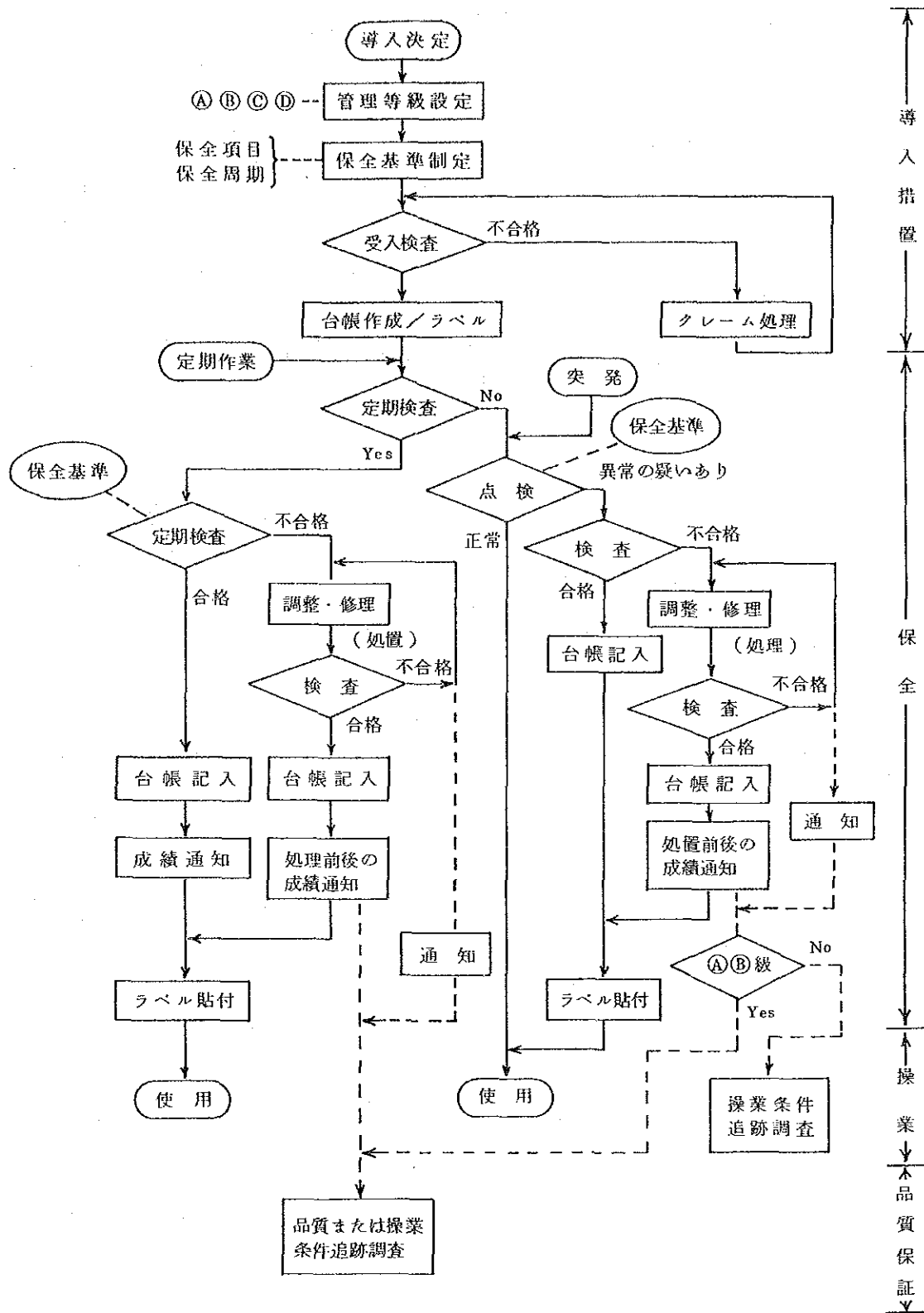


図 6. 4. 3 - 3 計測機器管理の業務フロー

6.5 環境管理

6.5.1 環境管理の現状

石家荘鋼鉄廠では、鋼鉄廠環境管理規準、國家規準を達成するため、定期的な環境測定を行ない、大気、水質、騒音、廃棄物対策を適宜実施している。

表 6.5.1-1 は集塵設備の設置状況を示したものであるが、焼結・高炉地区の集塵設備は設置されているものの、転炉・圧延地区については今後の近代化計画に委ねられている。

表 6.5.1-1 集塵設備設置状況

No	集塵設備	形式	処理能力 万 m^3/h	処理対象	設置場所
1	重力サイクロン二段除塵機	CLP/B-22.5	4~5.9	煙ホコリ	焼結機ホッパー
2	一段サイクロン除塵機	CLP/B-10.6	0.86~1.43	"	一次冷間い
3	"	CLP/B-9.4	0.68~1.13	"	二次冷間い
4	一段バグ式除塵機	DMC-72-2	0.62~1.30	"	原料供給
5	"	LDMD/S-120	1.62~2.16	"	破砕室
6	20 m^2 電気集塵機	20 m^2 ×PⅡ型	12	"	焼結出側
7	一段バグ式除塵機	DMC-96	1.2~1.73	局所ダスト	プロマイト工場
8	"	DMC-120	1.6~2.16	"	"
9	"	DMC-84	1.15~1.51	"	"
10	"		7.2	煙	30t電気炉
11	"	72ZCⅡ-200	0.66~1.65	"	5t電気炉
12	二段式パルス集塵機	DMC-72	0.64~1.29	粉塵	機械修理工場 鑄物砂おとし
13	サイクロンバグ式二段除塵機	YQXC-950	0.62~1.16	"	"
14	重力サイクロンバグ式三段除塵機	脉冲式			第一高炉

とくに転炉については吹錬中の排ガスを煙道から直接大気に放散している状態である。

大気環境管理状況を表 6.5.1-2 に示すが、二酸化硫黄および窒素酸化物については国家規準を満足しているものの、総浮遊粉塵については、今後改善を要す。

表 6.5.1-2 大気環境管理状況

	国家規準 (3級) mg/Nm ³	実 測 値 (1986年4月~6月) mg/Nm ³				
		焼結工場	製鉄工場	電気炉工場	FeSi工場	従業員住宅
総浮遊粉塵	0.50	4.88	2.28	1.37	0.94	0.78
二酸化硫黄(SO ₂)	0.25	0.179	0.081	0.087	0.060	0.232
窒素酸化物(NO _x)	0.15	0.082	0.042	0.059	0.043	0.134

(注) 従業員住宅は鋼鉄廠外500mの所に位置する。

一方、水質、騒音については国家規準を満足するレベルにあり、現在のところ大きな問題はない。表 6.5.1-3 に水質に関する管理状況を示す。

表 6.5.1-3 水質管理状況

管理項目	管理値	実測値	測定頻度
pH	6~7	7	2回/月
浮遊物	500 mg/l	189.7 mg/l	"
COD	100 mg/l	124.88 mg/l	"

廃棄物処理に関しては、除塵設備で集めたダストは全量焼結工場の原料として再使用しており、とくに問題はないものの製鋼スラグについては、廠外20万m²の敷地にあるスラグをどのように処理するかが大きな課題である。

以下に、今後環境管理上必要になると考えられる排煙脱硫技術について紹介するとともに、転炉スラグの焼結、高炉への使用について検討結果を報告する。また、日本における鉄鋼スラグの実情および環境管理について、参考資料を巻末に添付する。

6.5.2 排煙脱硫技術の紹介

(1) 各種プロセスの概要

排煙脱硫のプロセスは下記のように分類される。

1) 湿式吸収法

SO_2 の吸収剤としてアルカリ性の水溶液またはスラリーを用いる方法である。

A. 水酸化ナトリウムまたは亜硫酸ナトリウム水溶液による吸収法

SO_2 を吸収した液の処理法によりさらに細分類されるが、ここでは割愛する。

B. アンモニア水溶液による吸収法

(A) 硫安回収法

(B) 石膏回収法

(C) SO_2 回収法

(D) 硫黄回収法

C. 石灰石粉末または消石灰のスラリーによる吸収法

D. 水酸化マグネシウムのスラリーによる吸収法

E. 酸化吸収法

2) 乾式吸収法

A. 石灰炉内添加法

B. アルカリ金属化合物による吸収法

C. 金属酸化物による吸収法

3) 活性炭吸着法

A. 水洗脱着式活性炭法

B. 加熱脱着式活性炭法

4) 接触酸化法

日本鉄鋼業界の焼結炉はN社にてアンモニア水溶液吸収＝硫安回収法が採用されている以外はすべて石灰石粉末、または消石灰のスラリーによる吸収＝石膏回収法が採用されている。両法の代表的なフローシートを図6.5.2-1および図6.5.2-2に示す。

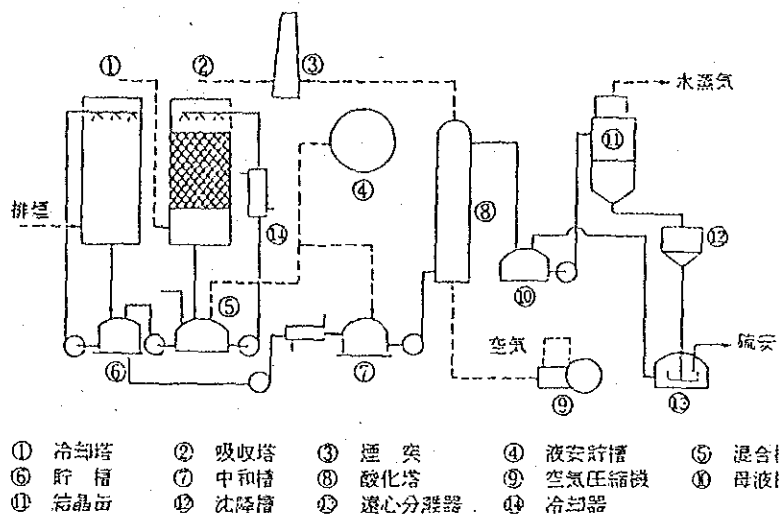


図 6. 5. 2 - 1 (NH₄)₂SO₃ 水溶液吸収—硫安回収法

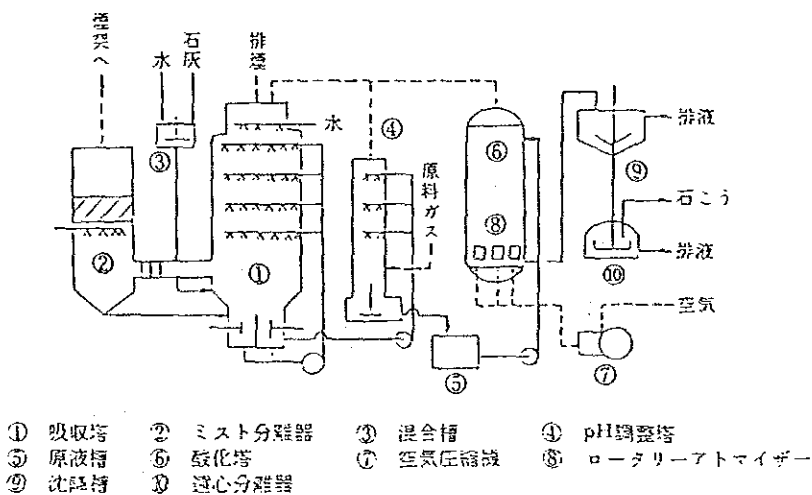


図 6. 5. 2 - 2 石灰スラリー吸収—石膏回収法

以下に石灰スラリー吸収—石膏回収法について、いさ少し詳しく述べるととする。

(2) 石灰スラリー吸収＝石膏回収法

1) 吸 収 剤

本法では吸収剤として石灰石粉末または消石灰を使用するが、石灰石 (CaCO_3) の水への溶解度は消石灰 (Ca(OH)_2) の $1/30$ 程度である。

吸収剤の単価としては石灰石は消石灰の $1/5$ 程度と安価であるが、溶解度が小さいため消石灰法と比べると多量の吸収液を循環させる必要がある。

これらの特質を考慮して、 SO_2 濃度が数千 ppm になるボイラー等には吸収剤のコストの観点から石灰石法が、 SO_2 濃度が $200\sim 300$ ppm 程度の焼結炉には設備コストの観点から消石灰法が一般に採用されている。

また、日本の S 社では転炉スラグの遊離 CaO を利用する方法を採用しているが、この場合は副産物として回収される石膏は不純物を多く含むため投棄される。

石灰吸収法では反応生成物である

$\text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ の酸化速度が吸収反応速度を支配する。

日本 K 社のプロセスでは図 6.5.2-3 に示す関係を利用して、吸収液中の CaCl_2 濃度を適正に選択することにより、吸収塔内での $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ の酸化反応を促進し、実質的な吸収反応速度を大きくすることに成功している。

この結果、単位ガス量当りの吸収液量 (L/G) を小さくすることが可能となり、経済性の高いプロセスとなっている。

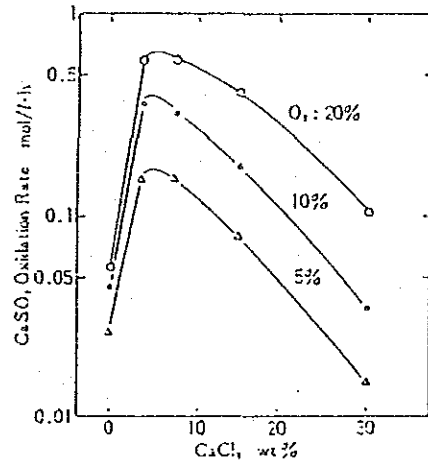


図 6.5.2-3 CaCl_2 溶液中での CaSO_3 の酸化速度

2) 石 膏 回 収

吸収剤を含む吸収液の一部は吸収塔から抜き出され、pH 調整槽で硫酸により未反応の Ca(OH)_2 を $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ とした後、酸化塔へ送られる。酸化塔では下部から空気を微細な気泡として吹き込み、 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ を酸化させて $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ とし、生成した石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) は沈降槽を経て遠心分離器で固体分離回収される。

吸収液中に CaCl_2 を含む K 社のプロセスでは $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ の酸化が吸収塔内でほとんど完了しているため、酸化塔を省略することができる。分離回収された石膏はセメント原料あるいは石膏ボード原料として 100% 利用されている。

3) 塔 槽 材

排煙脱硫装置内の液は酸性でしかも Cl^- 、 F^- 、 SO_3^- 等のイオンを含み、腐蝕性の高いものである。したがって塔槽にはチタン、ステンレス鋼等の耐蝕金属あるいはこれにゴム、レジン等の有機物質をライニングした材料が用いられる。しかし、これらの耐蝕金属あるいは有機物質ライニングも長期にわたる安定性はない。

吸収液中に CaCl_2 を含む K 社のプロセスの場合、図 6.5.2-4 および図 6.5.2-5 に示す CaCl_2 の効果により、塔槽材料の長期安定使用が可能となっている。

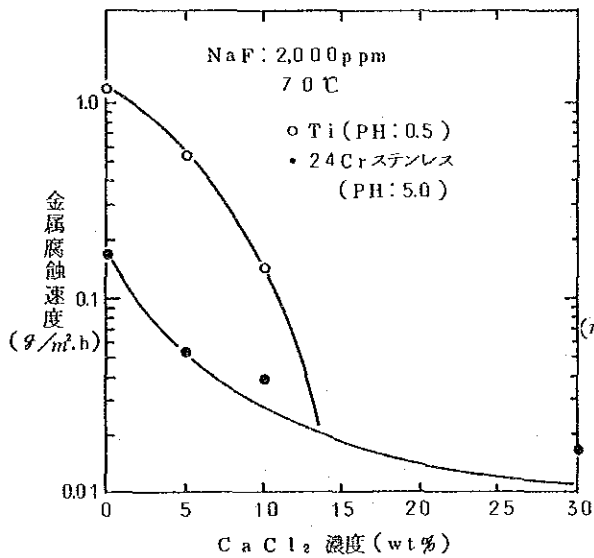


図 6.5.2-4 CaCl_2 溶液中での
金属腐蝕速度

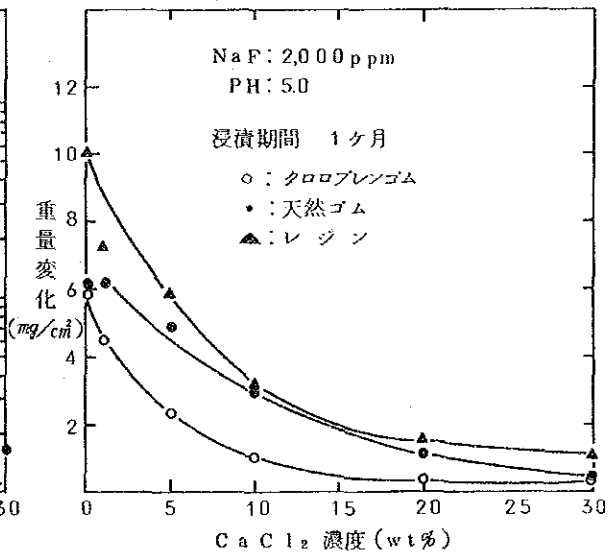


図 6.5.2-5 CaCl_2 溶液中での
有機物質の損耗

6.5.3 転炉スラグの有効利用

現在廃棄されている転炉スラグの一部を焼結および高炉にて再利用する時の利害得失を検討する。

(1) 前提条件

1) 転炉スラグ中の (P)

現地調査時に受領した資料によれば転炉スラグ中の (P) は 0.031 % (P_2O_5 で 0.070 %) となっている。しかしながら、石家荘鋼鉄廠における上下吹転炉でのスラグ比が 100 kg / t 程度になること、吹止め時の溶鋼中 [P] が 0.015 ~ 0.030 % あることおよびスラグの塩基度 (CaO/SiO_2) が約 2.5 であることから、スラグ中の (P) は 0.55 % 程度になると推定される。

したがって、以下の検討では、上下吹転炉スラグ中の (P) は 0.55 % とし て進めることとする。

2) 転炉諸条件

- A. 転炉スラグ比は 100 kg / t - 溶鋼、スラグ塩基度は 2.5 とする。
- B. 吹止め時の溶鋼中 [P] は 0.040 % 以下とする。
- C. 吹止め時の磷分配 ((P) / [P]) は一定とする。

3) 高炉・焼結諸条件

- A. 高炉スラグの塩基度 (1.08) は一定とする。
- B. 高炉へ装入された磷はすべて溶銑中に移行するものとする。
- C. 銑鉄中 [Si] は 0.5 % とする。
- D. 焼結鉄の塩基度は高炉での石灰石装入量が零となるように設定する。

(2) 検討結果

高炉に転炉スラグ塊を装入する場合 (ケース A) と焼結原料に転炉スラグ粉を添加する場合 (ケース B) につき検討した結果を表 6.5.3 - 1 にまとめて示す。

表 6.5.3-1 転炉スラグ利用に関する検討結果

ケース		ベース	A	B
高炉	転炉スラグ(kg/t-銑鉄)	—	38	—
	石灰石(#)	0	0	0
	焼結鉄(#)	1.755	1.730	1.770
	スラグ比(#)	616	630	630
	銑鉄中 [P] (%)	0.073	0.103	0.103
焼結	転炉スラグ(kg/t-焼結)	—	—	22
	焼結鉄塩基度(—)	1.53	1.48	1.52
転炉	溶鋼中 [P] (%)	0.015~0.030	0.021~0.040	0.021~0.042
	スラグ中 (P) (%)	0.55	0.78	0.78

1) 調査時に示された銑鉄中 [P] が上限値 (0.15 %) の場合、転炉スラグの再利用率は 85 kg / t - 銑鉄程度であるが、転炉吹止め時の溶鋼中 [P] は最高 0.06 % 程度に上昇するため実施不可である。溶鋼中 [P] を規格内に低下させるには転炉でのスラグ比、スラグ塩基度の上昇などの対策が必要となるが、これでは転炉スラグの発生量を増加させることになり、本来の目的に反することになる。

2) ケース A およびケース B は転炉吹止め時の溶鋼中 [P] の上限値が 0.04 % 以下となるよう、転炉スラグの再利用率を設定したものである。両ケースは転炉スラグの添加が高炉または焼結でなされる違いはあるものの、転炉スラグの再利用率としては同じで 38 kg / t - 銑鉄である。

近代化後 (銑鉄 30 万トン / 年、転炉鋼 27 万トン / 年) の転炉スラグ再利用率は約 1.1 万トン / 年、発生量に対する再利用比率は約 40 % となる。

(3) 問題点

1) 高炉燃料比

両ケースともに高炉スラグ比が上昇するため、燃料比が若干上昇する。ただベース条件と比較して燃料比変動は両ケースともに $+2 \sim 3$ kg / t - 銑鉄となると推定される。

2) 焼結鉄性状

石家庄鋼鉄廠の焼結鉄は元来 SiO_2 含有量が高く、しかも FeO も高く、さらに低塩

基度であるため、溶融結合が強くち密なものである。ケースBでは転炉スラグの添加の結果、焼結鉱中 SiO_2 が 0.3 % 程度上昇するが、高炉スラグの塩基度調整のため CaO も同時に上昇させる結果、焼結鉱の塩基度はケースAよりも高くなり、総合的にはケースAよりも焼結鉱性状は優れたものになると考えられる。

ベース条件と比較すると両ケースともに焼結鉱性状は劣るが、転炉スラグの再利用を実施する場合にはケースAよりもケースBを推奨する。

3) 高級鋼対策

鋼鉄廠では将来、機械構造用低合金鋼、冷間鍛造用鋼などの高級鋼を製造する計画を有しているが、これらの高級鋼は全般に低磷を求められる。転炉スラグを焼結、高炉に再利用した場合には低磷鋼溶製時は転炉スラグ比、塩基度を上昇させてスラグの脱磷能を上げる必要がある。

(4) 日本での転炉スラグ再利用の現状

日本鉄鋼業界では高炉に転炉スラグを装入している例は高炉2基のみで、装入量も 10 kg/t - 銑鉄以下である。焼結で転炉スラグを添加しているのは10基程度であるが、 20 kg/t - 焼結鉱以上の添加を実施しているのは2基のみである。

焼結に転炉スラグを添加している例でも、焼結鉱中の SiO_2 は 5.5 ~ 6 % と各社焼結鉱の平均 SiO_2 含有量と変わりなく、焼結鉱の性状を良好に保てる範囲内の転炉スラグ添加量としている。

前に述べた 20 kg/t - 焼結鉱以上の転炉スラグの添加を実施しているのは複数の焼結工場、複数の高炉、複数の転炉工場を有する製鉄所である。これらの製鉄所では図 6.5.3-1 のような物流を採用することにより、磷の濃化を回避しつつ高級鋼を生産している。

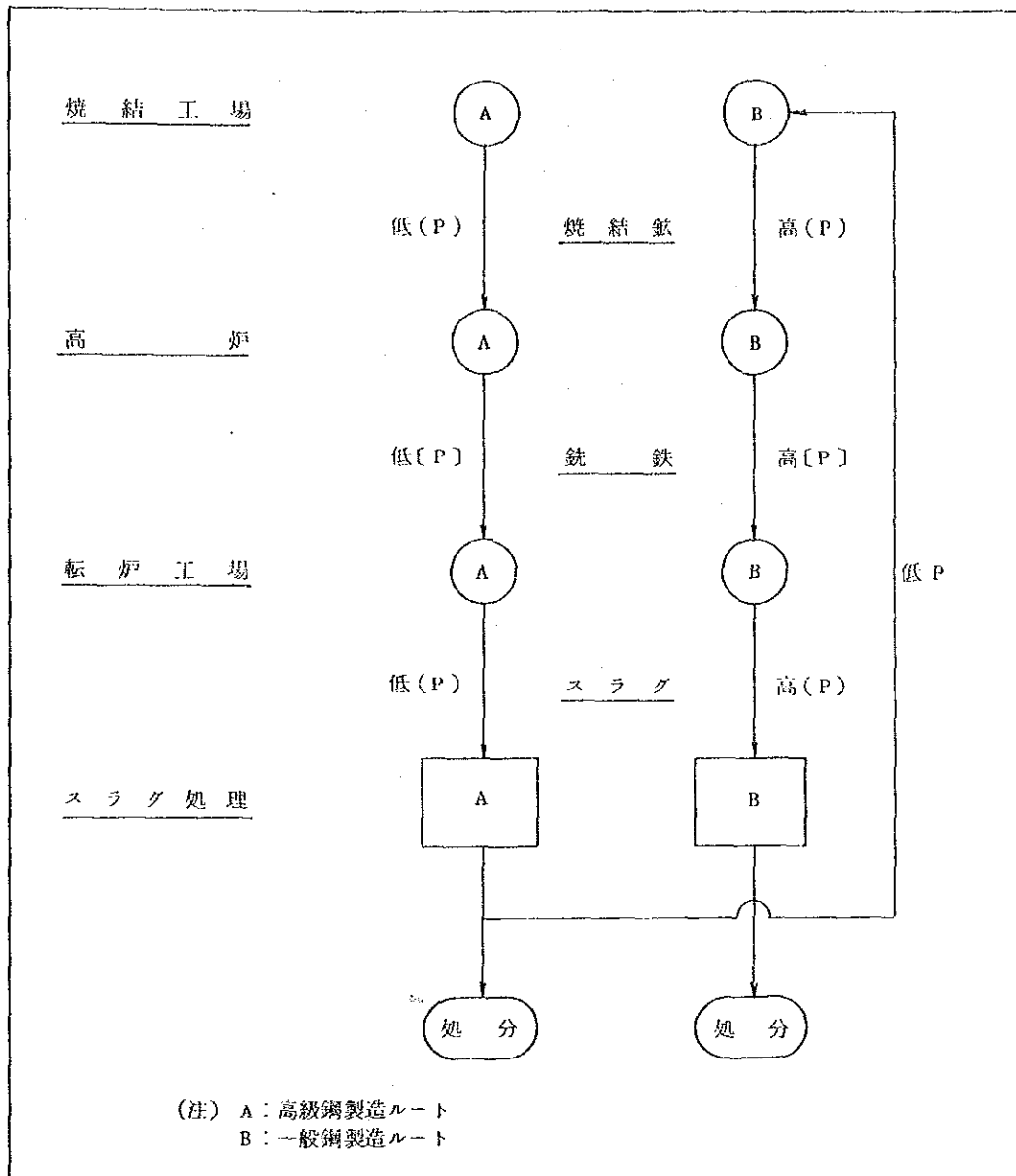


図 6.5.3 - 1 転炉スラグ再利用時の物流

6.6 教育訓練

6.6.1 教育訓練の現状

(1) 従業員の教育レベル(卒業学校)は、次の通りである。

	大学専門	高等専門	高等中学	初等中学	小 学	小学未満	合 計
幹 部	272	161	27	75	28	—	563
作 業 員	3	80	768	1,730	1,426	51	4,058
計	275	241	795	1,805	1,454	51	4,621

(2) 作業員の技術等級が1級～8級にわけられている。

その人員構成は次の通りである。

見習い	一 級	二 級	三 級	四 級	五 級	六 級	七 級	八 級	合 計
105	499	497	592	1,557	539	224	25	20	4,058

(3) 教育実施状況

- 1) 高等学院へ169人、中等専門学校へ4人を参加させ教育を受けさせている。
- 2) 高等中学卒業生64人、初等中学卒業生202人に対して、鋼鉄廠内で教育が実施されている。
- 3) 短期技術教育(897人)、短期管理教育(193人)、外国語教育(105人)が、鋼鉄廠の内外で実施されている。
- 4) 作業員教育を教師1.8人、4教室で実施している。

(4) 教育訓練計画

- 1) 鋼鉄廠内に面積3,000㎡の教室を建設する計画である。
- 2) 幹部教育計画
 - A. 技術員、管理職員に対する教育用マイクロコンピューターが1986年に完成する予定
 - B. 現在、高等学院で高等教育を受けている169人は、1988年までに卒業する予定。
 - C. 初等中学校および小学校を卒業した中間層幹部57人に対して、高等専門学校および高等中学校卒業に相当する教育を1990年までに実施する。

3) 作業員の訓練計画

- A. 2～3年の学制の技術工学校を建て、古参労働者を訓練する。逐次、見習工制度をやめて行く、1986年に90人、1987年以降は毎年180人を募集する。重点課目は、製鉄、製鋼、圧延、機械、電気とする。
- B. 中級者（4級以上）に対して、1986年より技術訓練を開始する。
 - ① 毎年100人が5～6ヶ月間職場を離れて、訓練を受ける。
廠教育課の中等技術訓練班が、機械、電気等について教育する。
 - ② 特殊工学（製鉄、製鋼、圧延等）について、毎年150～200人を教育する。
- C. 1990年以後は、新規採用の作業員全員に対して技術学校で訓練を行う。

6.6.2 教育訓練についての提言

- (1) 鋼鉄廠内外における教育訓練が計画的にすすめられており、その成果に期待したいと思う。
- (2) 教育訓練による人材養成には時間がかかるので、将来の設備増強計画（技術の高度化と増産）にあわせて、今から養成計画をたてておく必要があると思う。
勤勉で豊富な人材を活用し、近代化計画の達成に貢献できるように育成をはかる必要があると思う。
階層別教育、専門職能教育、管理技術教育、情報処理技術教育、技能訓練など幅広い分野にわたる綿密な教育計画と地道な教育の実施が大切だと思う。
- (3) 技術者養成のための工学系高等教育の強化充実、鋼鉄廠間の相互の技術交流、先進国から技術を修得するための海外派遣、技能検定制度の充実など中国全体として今後もより一層積極的に推進すべき人材育成上の課題も残されているように思う。

第4章 近代化のための実施計画と所要費用

第4章 近代化のための実施計画と所要費用

1. 近代化実施計画

各工程毎の改善項目について、年次毎の生産計画を考慮し、3段階に分けた近代化実施計画を表1-1に示す。

表1-1 近代化実施計画

	第1段階 1986年	第2段階 1987年～1988年	第3段階 1989年～1990年
原料・製鉄	<ul style="list-style-type: none"> ○ 63高炉稼働 ○ 溶鉄鍋大型化(35t) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 焼結設備増強(50m²) ● 焼結原料ヤード増強 ○ 鋳鉄機増強 	
製 鋼	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6t上吹転炉設置 ○ 65t混鉄車導入 ○ 電気炉スクラップ予熱装置設置 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 溶鉄脱硫設備設置 ● スラグ処理設備設置 ● スクラップ処理設備設置 ○ ドロマイト工場一部移設 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新転炉工場建設 <ul style="list-style-type: none"> ・20t上下吹転炉 ・600t混鉄炉 ・上吹バブリング設備 ・ビレット連铸機 ● 電気炉工場用ビレット連铸機設置 ● 電気炉工場用溶鋼精錬設備設置 ○ Fe-Si工場増強
圧 延	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小形圧延工場加熱炉増強 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 中形圧延工場加熱炉増強 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新棒鋼圧延工場建設
共 通	<ul style="list-style-type: none"> ○ 酸素発生装置増強(1,500Nm³/h) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素発生装置増強(1,500Nm³/h×2基) ○ ガスホルダー設備 ○ 受電設備増強(40MVA×2台) 	<ul style="list-style-type: none"> (● 石炭ガス発生炉) (注-2)

(注-1) ●印は本調査団が見積した案件を示す。

(注-2) 石炭ガス発生炉はコークス炉ガスの供給が不十分な場合に設置する。

2. 近代化に要する費用

近代化のための改善提案（調査団が検討の案件）に基づく設備の改善に要する費用は概略 215 億円と算定される。

設備費用の概略の内訳を表 2 - 1 に示す。

なお設備費用の算定にあたり見積の条件および範囲は、次のとおりとした。

(1) 設備費用は日本国内市場価格を基にして、FOB, JAPANで算定した。

(2) 見積範囲から除外した主な項目は以下のとおりである。

- 1) 建屋および建屋基礎、機械基礎
- 2) 建屋照明、空調、工場内情報連絡設備
- 3) 予 備 品
- 4) 工場外連絡配管（水、空気など）
- 5) 防 消 火 設 備

表 2-1 設 備 費 用

(単位：百万円)

項 目	費 用	備 考
1. 焼結原料ヤード増強		
(1) 連続式アンローダー (500t/h)	108	レールスパン：12m 軌道を除く
(2) 受入ベルトコンベアー (500t/h)	181	全機長 735m ベルト巾 750m
(3) スタックリクレーマー(2基) (500t/h)	529	軌道を除く
(4) 払出ベルトコンベアー (500t/h)	126	全機長 555m ベルト巾 750mm
(5) 副原料払出ベルトコンベアー (500t/h)	36	全機長 50m ベルト巾 750mm
2. 新転炉工場		
(1) 600t 混鉄炉	335	
(2) 20t 上下吹転炉および付帯設備	1,829	20t/ヒート×2基
(3) O.G 設備	1,925	
(4) 乾式集塵設備	294	
(5) 受鋼設備	401	
(6) 連 鑄 設 備		
・ 溶鋼ハンドリング設備 他	124	120×120mm/150×
・ 連 鑄 機 本 体	419	150mm×3ストランド
・ 電気・計装設備	168	
(7) 起 重 機	765	10基
3. 電気炉工場		
(1) 溶鋼処理設備		
・ 溶鋼加熱装置	383	5MVA トランスは流用
・ 真空処理装置	427	
・ 真空処理用蒸気発生装置	177	
(2) 連 鑄 設 備		
・ 溶鋼ハンドリング設備 他	97	
・ 連 鑄 機 本 体	327	120×120mm/150×
・ 電気・計装設備	131	150mm×2ストランド
・ 電磁攪拌装置	349	

項 目	費 用	備 考
(3) 起 重 機	1 4	2 基 (改造)
(4) スクラップ処理設備	3 2 6	1,000トン油圧シャー 500トンプレス
4. 新棒鋼圧延工場		
(1) 70t/hウォーキングビーム式加 熱炉	1,106	
(2) 圧 延 設 備	5,470	
(3) 電気・計装設備	2,359	
(4) 起 重 機	3 6 6	9 基
(5) ショットブラストおよびビレットグ ライNDER	6 3	鋼片手入用 スィング式ビレットグラ インダー
(6) 磁気探傷機 (ビレット用)	1 0 5	
(7) 磁気探傷機 (棒鋼用)	7 2	
(8) 棒 鋼 矯 正 機	4 5	
5. 水 処 理 設 備		
(1) 新 転 炉 工 場		
・ 転炉/連鑄設備	2 4 3	
・ O G 設 備	9 3	
(2) 電 気 炉 工 場		
・ 電気炉/連鑄設備	1 8 3	
(3) 新棒鋼圧延工場	5 4 5	
6. 圧 縮 空 気 設 備	9 7	新製鋼・圧延地区用
7. 酸 素 製 造 設 備	9 9 8	1,500Nm ³ /h × 2 基 (アルゴン精製装置) 酸素圧縮機 窒素圧縮機 を含む。
8. スラグ処理設備	2 9 5	
(9. 石炭ガス発生炉)	(3,000)	(コークス炉ガス不足) の場合に設置
合 計	2 1,5 1 1 (2 4,5 1 1)	()は石炭ガス発 生炉を設置の場合を 示す。

以上のとおり、普通鋼の棒鋼に限らず高級鋼の棒鋼も製造するために、一連の設備を検討し、その建設費を算定してみたが、粗鋼生産量の増加21万トン/年（14万トン/年→35万トン/年）の割には設備投資額が過大になりそう（土建工事、据付工事等の現地工事に要する費用が不明なので、必要な全体の総建設費は確定できないが、）なので、この計画がfeasible（実行可能）で妥当なものであるかどうか今後さらに検討する必要がある。

したがって

- ① 国家的見地から、ある程度、採算性を度外視してでも、石家荘鋼鉄廠で高級鋼の棒鋼を製造する必要性と利点があるか否か？
- ② 中国全体の高級鋼の棒鋼の需要をまかなうため、石家荘鋼鉄廠以外の鋼鉄廠において、できれば、ブルーム連鑄片あるいは大きな鋼塊より、高級鋼の棒鋼を一括集約して製造する計画の実現性はないか？
- ③ 高級鋼の棒鋼は、ブルーム連鑄片あるいは、大きな鋼塊よりつくられたものを当分の間、輸入できないか？

についても検討してみる必要があると思う。

石家荘鋼鉄廠では普通鋼の棒鋼のみを生産することにした場合の設備建設費も算定してみたが、約48億円削減され、約167億円である。（表2-2を参照）
なお技術指導、訓練等に関する費用は約20億円と算定される。

表2-2 設備費用比較

(単位：百万円)

項 目	費 用			備 考 (普通鋼のみの場合)
	高級鋼および普通鋼の場合	普通鋼のみの場合	差	
1. 電気炉工場				
(1) 溶鋼処理設備				
・ 溶鋼加熱装置	383	0	- 383	設置せず
・ 真空処理装置	427	0	- 427	"
・ 真空処理用蒸気発生装置	177	0	- 177	"
(2) 連続設備				
・ 電磁攪拌装置	349	0	- 349	"
2. 新棒鋼圧延工場				
(1) 70t/h 加熱炉	1,106	604	- 502	ブッシャータイプ
(2) 圧延設備	5,470	3,686	- 1,784	全て水平型圧延機
(3) 電気・計装設備	2,359	1,474	- 885	"
(4) ショットブラストおよび、ピレットグラインダー	63	0	- 63	設置せず
(5) 磁気探傷機(ピレット用)	105	0	- 105	"
(6) 磁気探傷機(棒鋼用)	72	0	- 72	"
(7) 棒鋼矯正機	45	0	- 45	"
計			- 4,792	

3. 実施効果

以上に述べた改善を実施することにより、得られるであろう効果の概略を列挙すると以下の通りである。

- (i) 生産量の増大がはかれる。
(粗鋼35万トン/年の確立。製品ベースで3倍の生産量増大。)
- (ii) 高品質の製品が製造可能となる。
(機械構造用炭素鋼、機械構造用低合金鋼、など)
- (iii) 歩留が大幅に向上する。
(焼結鉄、溶鋼、鋼片、圧延材)
- (iv) 原単位が大幅に改善される。
 - ・ 焼 結 (ブリーズ、無煙炭、点火炉の燃料、電力)
 - ・ 高 炉 (コークス比)
 - ・ 製 鋼 (生石灰、耐火物、キューボラ用燃料)
 - ・ 圧 延 (燃 料)
- (v) 高級棒鋼の製造に対しては、取鍋精錬設備、連鑄機の電磁攪拌装置、水平-垂直ロール配置の圧延機などを設置することにより、品質の向上・安定化がはかれ、品質保証体制を確立することができる。
- (vi) 自動化、省力化がはかれる。
(焼結原料ヤード、圧延工場)
- (vii) 輸送の合理化がはかれる。
(焼結原料ヤード、キューボラの廃止、製鋼・圧延地区)
- (viii) 環境保全が充実される。
(大気(SO_x)、水質、粉塵)
- (ix) 設備不良休止の削減がはかれる。
- (x) スラッグ処理の合理化と有効活用がはかれる。

第5章 結論と勧告

第5章 結論と勧告

1. 工場の現状調査に基づく改善策ならびに近代化の方向

本報告書には、工場近代化計画として、生産量増大と生産品種拡大のための設備増強および既存設備における製造技術、生産技術の改善をはじめとして、品質、省エネルギー、設備保全、環境管理などに関する多岐にわたる改善策を盛り込んでいる。

各工程における設備改善項目について、3段階に分けた実施計画を第4章に示したが、実施に当たって、特に高級鋼の棒鋼の製造に関しては、中国全体の国家的見地から判断し、経済性を考慮して、実行計画を策定されるよう念願する。

2. 近代化のための留意点

近代化に当たっては、新しい設備の建設にとどまらず、必要な技術ノウハウ (know-how) の蓄積、すぐれた品質の製品を効率よくつくるための品質管理活動さらには人材育成のための教育訓練などの充実化も望みたい。

第6章 付 属 資 料

資料1 中華人民共和国工場（石家莊鋼鉄廠）近代化計画調査合意書

資料2 自溶性焼結鉍とペレットの比較

資料3 生まれ変わった鉄鋼スラグ

資料4 鉄鋼業の環境管理

資料 1 - (1)

中華人民共和國

工場（石家莊鋼鐵廠）近代化計画

調查合意書

1986年1月29日

日本國國際協力事業團

中華人民共和國 石家莊鋼鐵廠

合意書

国際協力事業団より派遣された中華人民共和国河北省
石家荘鋼鉄廠近代化計画調査団（以下日本代表団と
言う。）は、1986年1月15日より1月29日にかけて、中国
石家荘鋼鉄廠の誠意ある対応を受け、真剣かつ効果的
現地調査を行なった。

（別紙1および別紙2を参照）

本現地調査を通じ、日本代表団と石家荘鋼鉄廠
は、技術報告書作成に関し、以下の事項について
合意した。

1. 1986年～1991年の生産計画
別紙3、「今後の生産計画」に示した数値とする。
2. 1986年～1989年の設備計画
別紙4、「設備稼働計画」によるものとする。
3. 生産バランス計画（1987年、1989年、1991年）
別紙5、「生産バランス計画」によるものとする。
4. 将来（粗鋼35万トン）の製造品種構成
別紙6、「将来の製造品種構成」によるものとする。
5. 特に留意する技術検討項目。
 - (1) 焼結原料セドにおける効率的原料投入、払出方法
ならびに原料粉の混合方法について検討する。
 - (2) 焼結鉱の品質向上ならびにエネルギー原単位低減の
ための方策について紹介する。
 - (3) 既設および新焼結工場の設備上の問題点に対する改

善策 存らばに適切存高炉炉内の原料構成 について提案
する。

- (4) No.1 高炉 および No.3 高炉 の設備上の問題点に対す
改善案について検討する。
- (5) 既設熱風炉設備の送風温度を安定化させる方法
存らばに省エネルギー対策について紹介する。
- (6) 石灰焙焼炉の燃料転換(無煙炭→ガス燃料)に
おける最適ガス燃料について検討する。
- (7) 製鋼スラック処理方法および高炉焼結工場への再利用
について検討する。
- (8) スラック処理の方法と設備の能力について検討する。
- (9) 新転炉工場(転炉、混鉄炉、連铸設備)の設備仕様と
レイアウトについて検討する。炉外精錬炉を将来増設できる
ように余地を残しておく。
- (10) 製鉄-製鋼工場間の溶鉄輸送に関する方法および
ルートについて検討する。
- (11) 電気炉用連铸設備および炉外精錬設備(将来軸受鋼を
生産する可能性を考慮する)の仕様と工場レイアウトについて検討する。
- (12) 電気炉の高効率操業、製鋼用耐火物などの操業
技術の改善案について提案する。
- (13) 新棒鋼工場の設備仕様とレイアウトについて検討
する。
- (14) 新棒鋼工場では、ホットヤージングが行なえるよう
連铸工場との関係も考慮してレイアウトを検討
する。
- (15) 新棒鋼工場で生産する製品品種別の鋼片手入れ、
製品手入れ、検査試験方法と設備について提案する。
- (16) 新棒鋼工場稼働後の中型工場のありかたに
ついて提案する。
- (17) 中型工場、小型工場における加熱炉の燃焼技術
および省エネルギーの方法について提案する。

(18) 粗鋼生産 35 万トン/年 における エネルギー バランス について 検討する。

6. 本合意書は、日本語と中国語で記入し、二種の文書が同等の効力を持つものとする。

1986年1月27日

石家庄鋼鉄廠
廠長 于瀛洪

国際協力事業団
石家庄鋼鉄廠近代化計画調査団
団長

松田安弘

別紙1.

現地調査の日程

月日	曜	午前	午後
1月13日	月	大阪(11°15'発)→北京(14°10'着)	JL783便
14	火	北京(13°12'発)→石家庄(17°36'着)	列車305便
15	水	挨拶、インセプションホールの説明	工場概況説明、工場見学
16	木	工場概況の説明(注1)	同左
17	金	近代化計画の説明	同左
18	土	工場概況の説明(注2)	同左
19	日	休	日
20	月	担当別調査	同左
21	火	〃	〃
22	水	〃	〃 (工場見学)
23	木	〃	〃
24	金	近代化計画の確認	工場見学(コークス炉、石炭工場、水ポンプ、変電所等)
25	土	〃	担当別調査
26	日	休	日
27	月	担当別調査	質問事項の回答説明(注3)
28	火	〃	合意書(案)の作成
29	水	合意書に関する討議と署名	
30	木	石家庄(7°28'発)→北京(11°45'着)	列車306便
31	金	北京(9°00'発)→大阪(14°40'着)	CA921便

(注1) 石家庄鋼鉄廠より提出された資料 No.1

(注2) 〃 資料 No.2 の 7-33ページ

(注3) 1985年事前調査時に中国側より出された質問事項
(インセプションレポート、4ページ参照)について、4グループに分けて説明した。

別紙2.

石家莊鋼鐵廠に提出された主な資料

資料No.	資料名称	備考
1.	石家莊鋼鐵廠 企業概況資料	
2.	中華人民共和國(石家莊鋼鐵廠) 技術改造計畫調査資料	
3.	石家莊鋼鐵廠 廠区平面總圖集	
4.	製鐵工場 圖面集	
5.	製鋼工場 圖面集	
6.	圧延工場 圖面集	
7.	製鐵工場基本情況紹介	
8.	煖結工場	"
9.	合金鉄工場	"
10.	ドロマイト工場	"
11.	転炉工場	"
12.	電炉工場	"
13.	中型工場	"
14.	小型工場	"
15.	動力工場	"
16.	機械修理工場	"
17.	土木工事修理建設班	"
18.	生産バランス計畫	87, '89, '91年

別紙3.

今後の生産計画

()内は土焼法で生産する焼結鉱の量 単位: 万ト/年

	'86年	'87年	'88年	'89年	'90年	'91年
焼結	22 (8)	22 (22)	22 (34)	60	60	60
銑鉄	15	22	28	30	30	30
粗鋼	電気炉	4	8	8	8	8
	転炉	10	12	13	16	22
計	14	20	21	24	30	35
鋼材	中型工場	1	1	2	2	3
	小型工場	10	12	13	13	22
	新設 圧延工場	—	—	—	—	—
計	11	13	15	15	25	30

別紙4. 設備稼動計画

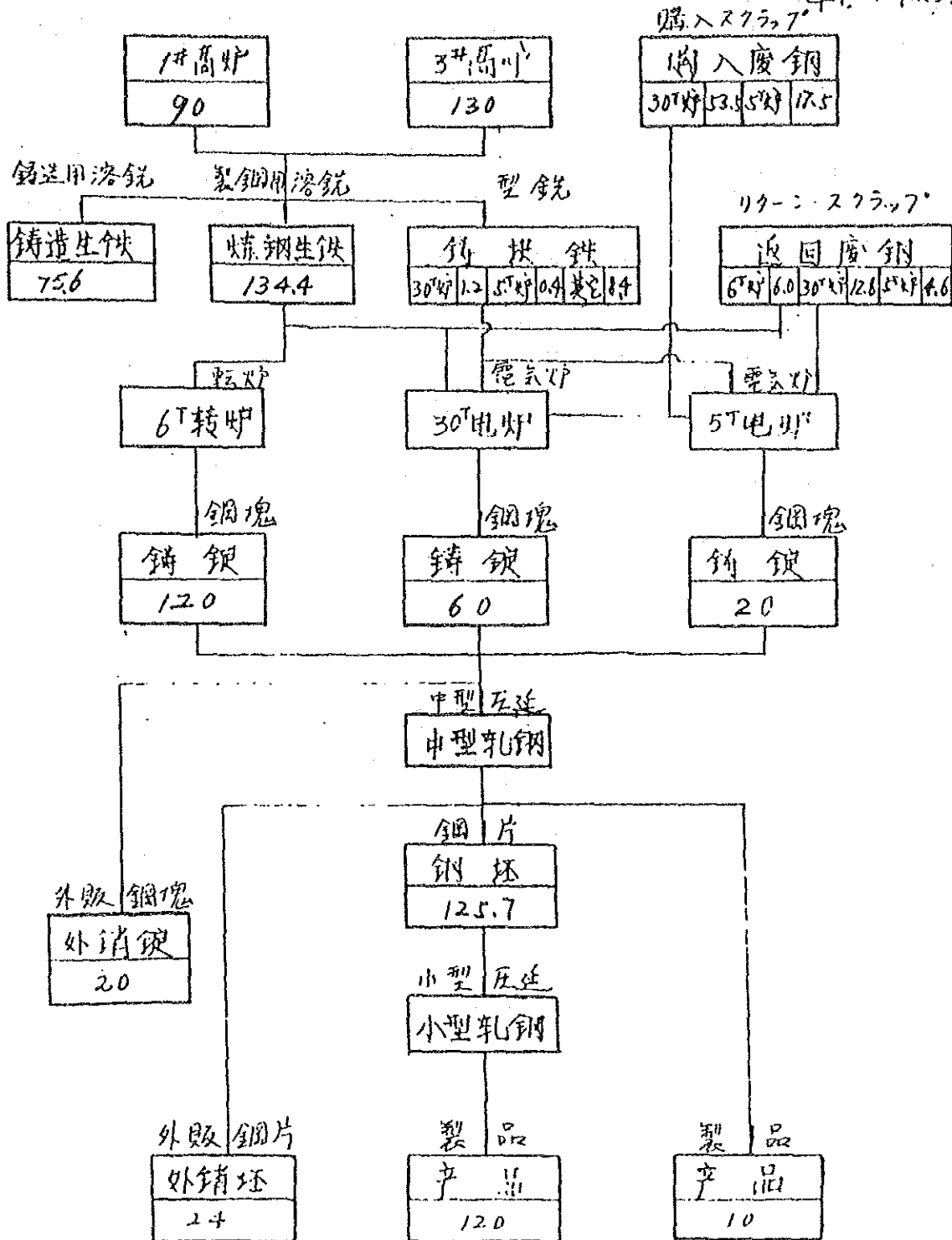
A: 建設中
B: 発注済
C: 稼働済
D: 未着工

部門	改造・新規設備	区分	'86年	'87年	'88年	'89年	'90年	備考	
原料製鉄	焼結設備増強(50機)	C			○11月				
	3号高炉稼動	A	○5月						
	鑄鉄機増強	C		○11月					
	溶鉄鋼(35T)	A	○5月						
	酸素発生装置	1500 Nm ³ /h A 3200 Nm ³ /h C ~4000 Nm ³ /h C	○3月	1500 Nm ³ /h ○8月	3200 ~ 4500 Nm ³ /h ○12月			199年より6T高炉 は1/2増強	
	混鉄車(65T)	B	○9月						
	溶鉄脱硫設備	C		○6月					
	6T上吹転炉・右ボラ転上	A	○9月						
	20T下吹転炉・60T高炉	D	'87年			○11月		09化・ガス炉 FES工場増強	
	転炉用連铸機	D	'87年			○11月			
製鋼	スラップ予熱装置	A	○3月						
	電気炉用連铸機	D	'87年			○6月			
	スラップ処理設備	C			○6月				
	スラップ処理設備	C		○6月					
	小型加熱炉新設	B	○12月						
	中型加熱炉新設	C		○6月					
	新煉鋼工場新設	D	'87年			○11月			
	受電設備	D	'87年			40,000kVA2 ○7月			
	互延								
共通									

別紙 5

生産バランス計画
1987年生公計別金属平衡图

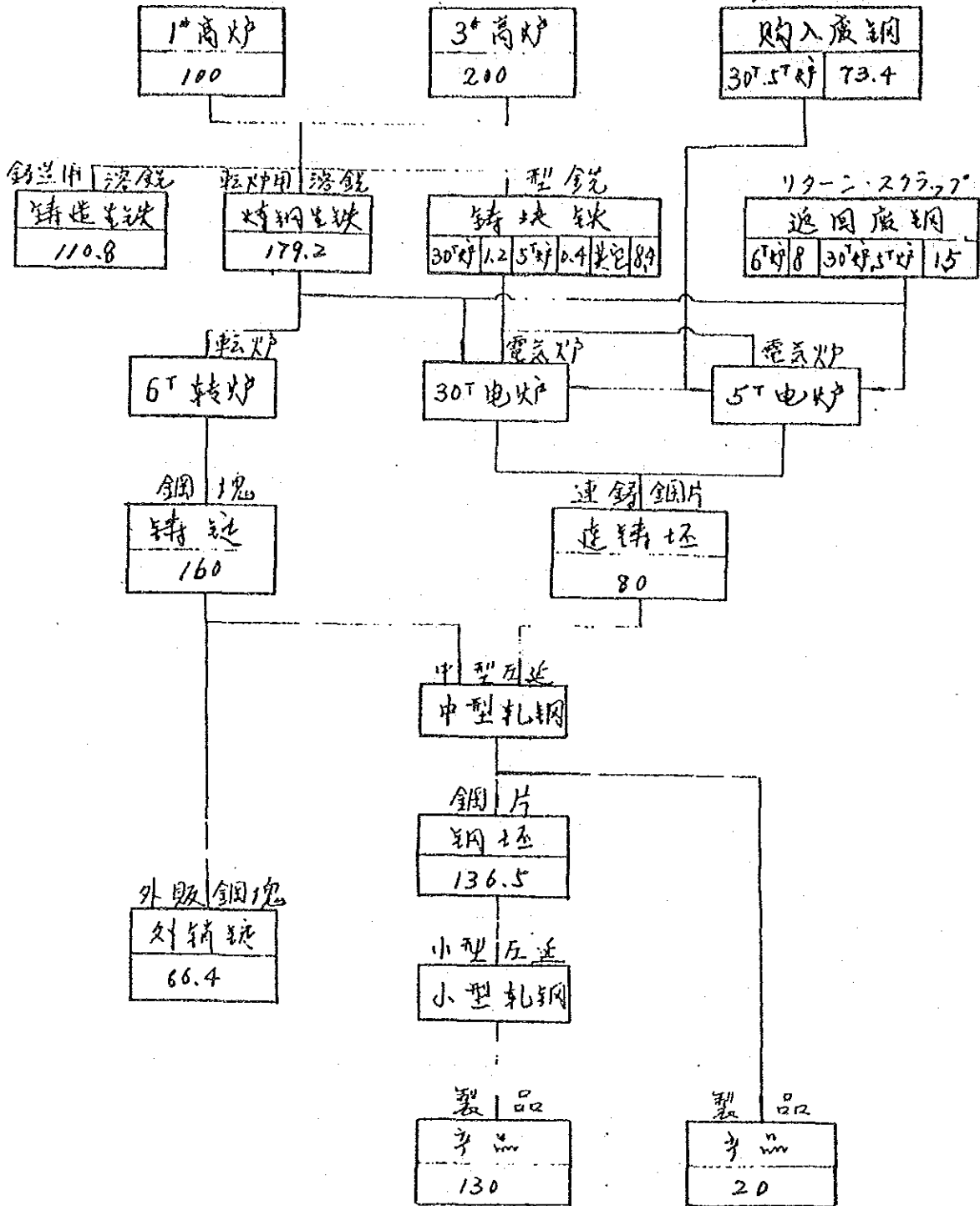
単位: 千噸年



生産計画
1989年生产计划金原平换图

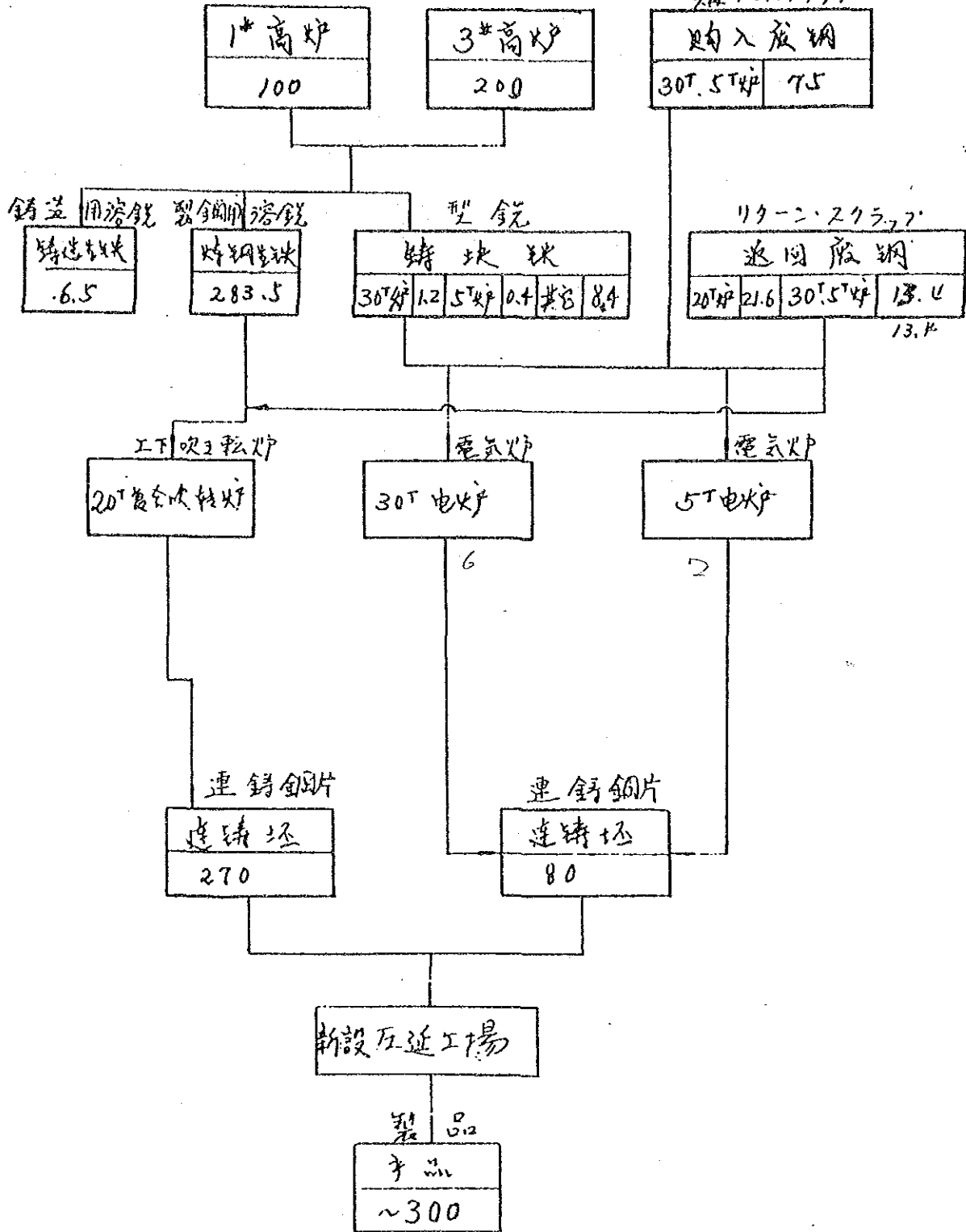
单位 千t/年

購入273.7



生産バランス計画
1991年生产计划金原平衡图

单位: 十吨/年
購入スクラップ



別紙6.

将来の製造品種構成（粗鋼ベース） 単位：万Ton/年

	合計	機械構造用 炭素鋼	機械構造用 合金鋼	普通 炭素鋼	快削鋼 鉄鋼	異形棒鋼
転炉鋼	27	—	—	16.2	1.35	9.45
電気炉鋼	8	3.2	0.8	—	—	4
計	35	3.2	0.8	16.2	1.35	13.45

資料 1 - (2)

中華人民共和國工場（石家荘鋼鉄廠）
近代化計画調査（報告書説明）に係わる議事録

中華人民共和國工場（石家荘鋼鉄廠）近代化計画調査団は、1985年9月14日署名の「中華人民共和國工場（石家荘鋼鉄廠）近代化計画調査実施細則」に基づき、1986年1月15日から同年1月29日まで現地調査を実施した。

上記調査団は、1986年6月18日から6月21日まで石家荘鋼鉄廠を訪問し、上記調査に基づき作成した報告書（案）に関する説明を中国側関係者に行った。

中国側は、日本側調査団の労を讃え、感謝の意を表明した。

主たる変更点は下記の通りとし、その他の事項については細かな字句の修正等を除き報告書（案）通りとすることで双方合意した。

記

- 1、酸素発生装置、スクラップ処理設備、スラグ処理設備についての設備費用を追加する。
- 2、コークス炉ガス供給量（1700 Nm^3/H ）に対する増設が不可能として、石炭ガス発生炉を設置する案を検討したが、コークス炉ガスの供給量を増加し石炭ガス発生炉を設置しない案を加える。また、ガス発生炉の設備費用を追加する。
- 3、環境管理に関する国家基準値と実測値を記述する。

1986年6月21日

日本国
国際協力事業団
中華人民共和國工場
（石家荘鋼鉄廠）
近代化計画調査団
団長

松田安弘

中華人民共和國
河北省
石家荘鋼鉄廠

廠長

于瀛洪

資料 2 自溶性焼結鉱とペレットとの比較

高炉装入鉄

鉱石として必要な性状は、炉内通気性保持と被還元性の面から検討することが重要である。

炉内通気性については、炉内装入物の分布とその安定性、塊状帯での鉱石類の物理的性状（装入粒度、粉率など）、還元粉化性を重視した検討に加え、最近の高炉炉内解体調査から、融着帯での軟化、融着、熔融特性の重要性が指摘されている。

還元性については、炉内通気性を阻害しない範囲で、高炉燃料比低減のため被還元性の向上をはかることが望ましい。

上記の観点から、高炉装入原料として自溶性焼結鉱とペレットとの比較を行なう場合、炉内における両者の違いとして、①装入物の分布特性と堆積層の安定性、および②還元挙動と高温性状とが上げられる。

堆積層の安定性については、ペレット配合時の装入物の静止安息角を図5・72に示すが、ペレット堆積層の安定性を装入物の傾斜角で考えると、ペレット配合率30%以上で傾斜角が急激に変化し、堆積層が不安定になると考えられる⁹⁰⁾。図5・73にペレット配合割合と装入物分布の関係の一例を示すが、ペレット配合率の増加とともに、炉中心部における鉱石/コークスの上昇と、炉中心部でのペレットの流れ込みによるペレットとコークスとの混合層の形成が認められる⁹¹⁾。

次に、炉内での還元挙動および高温性状について述べる。被還元性を図5・74に示すが、一般にペレットの方が焼結鉱に比べ還元性が高く、特に自溶性ペレットでこの傾向が大きい⁹²⁾。次に熔融滴下性につき、予備還元率を因子にし、焼結鉱、ペレット、塊鉄石の比較を調査した結果を図5・75に示す。また、1100°C以上の高温域での還元性につき、ペレットおよび焼結鉱の比較結果を図5・76に示す。焼結鉱はある温度に到達すると急速に軟化熔融するのに対し、ペレットは還元中にFeOを多

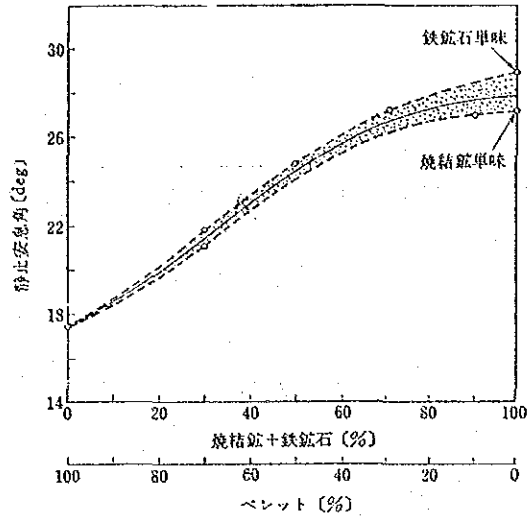


図5・72 ペレット配合率と静止安息角との関係⁹⁰⁾

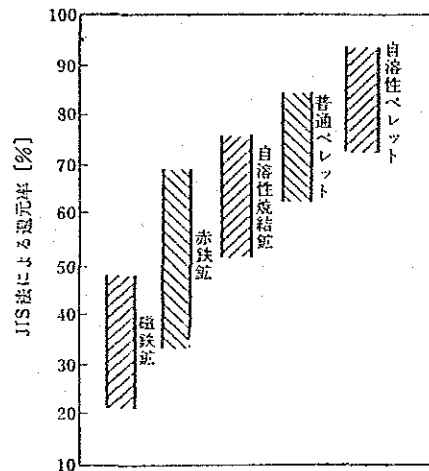


図5・74 各種原料の被還元性の比較⁹²⁾

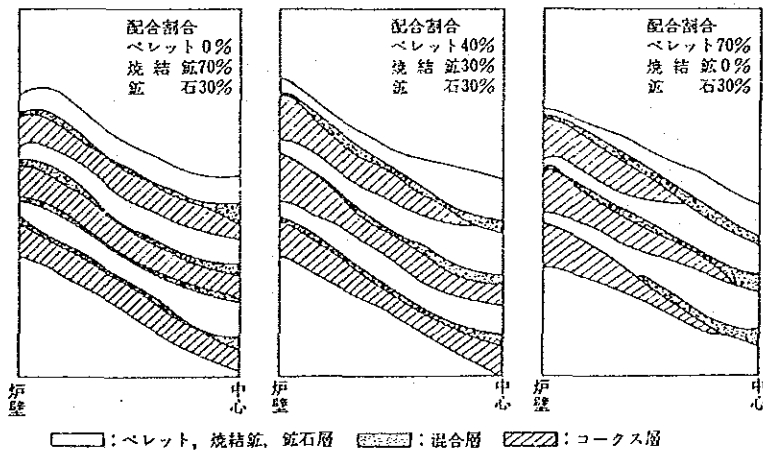


図5・73 ペレット配合割合と装入物分布の関係⁹¹⁾

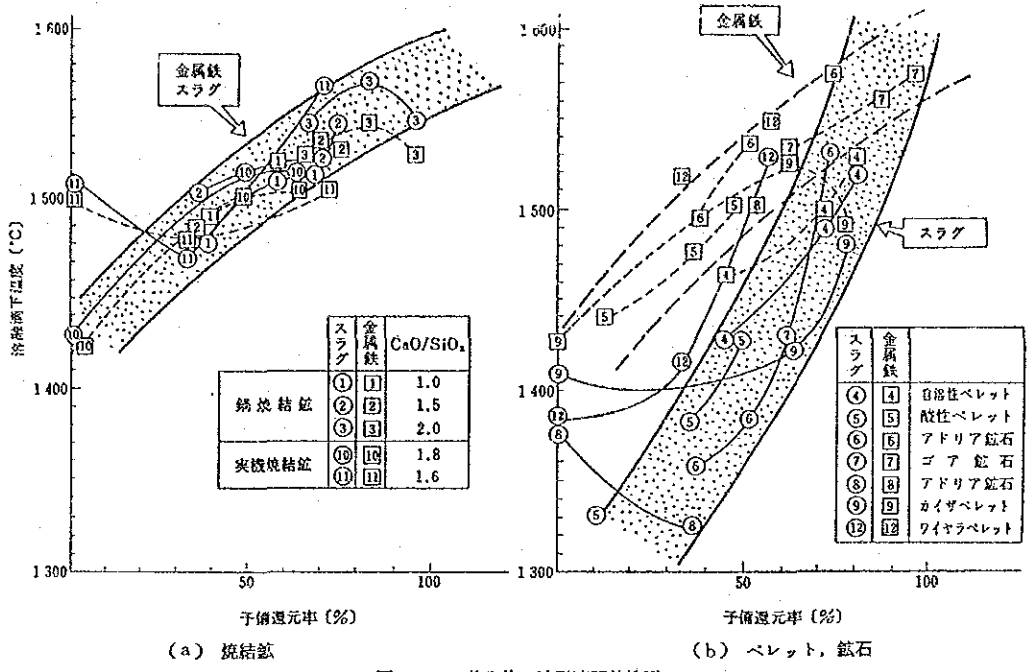


図 5-75 装入物の熔融滴下特性⁹⁹⁾

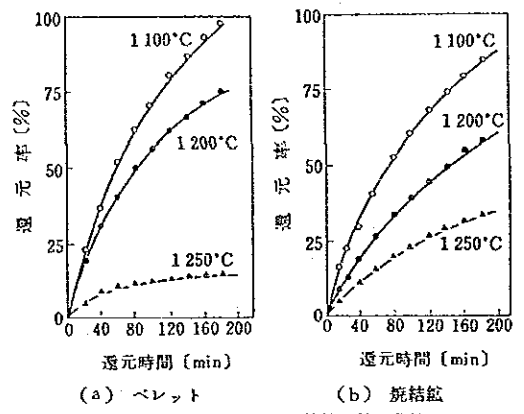


図 5-76 ペレットおよび焼結鉱の還元曲線¹⁰⁰⁾

量に含むスラグが生成しペレット粒子表面にしみ出し、緻密な金属殻、すなわち metallic shell を生成するため、炉内高温部で還元停滞が生じると考えられる。以上、自溶性焼結鉱とペレット（酸性および自溶性）の比較は、装入物分布特性と還元特性、特に高温性状の面から、自溶性焼結鉱の方が優れているとされている。

しかしながらこれらペレットの高温還元域での還元停滞や軟化熔融特性は、CaO 添加量の増加による高塩基度化や、MgO の添加によってペレットの還元中に生成

するスラグ中の FeO 含有量を低下させることにより、著しく改善される¹⁰¹⁾。

各種ペレットと焼結鉱との高温還元性の比較を図 5-77 に示すが、自溶性ペレット、MgO 添加ペレットは酸性ペレットに比べ高温での還元停滞が少なく、焼結鉱に近い高温域での挙動を示している。また、ペレット中 MgO [%] と高温性状との関係を図 5-78 に示すが、ペレット中 MgO 量の増加にともない収縮率の減少、軟化開始温度、溶け落ち温度の上昇が認められる¹⁰²⁾。

ペレット中 MgO 含有量を 0.3% から 1.7% まで増加させた自溶性ペレットを高炉に装入したときの操業成績の一例を図 5-79 に示す。MgO 添加ペレットの使用と高温送風の実施との相乗効果により、高炉コークス比は約 15 kg/pig-t 低下し、操業成績は大幅に改善され、MgO 添加ペレットの効果が認められた¹⁰³⁾。

実際高炉における、焼結鉱、ペレット、塊鉍石の炉内での性状変化につき、定性的な比較結果を表 5-5 (p. 257) に示す。

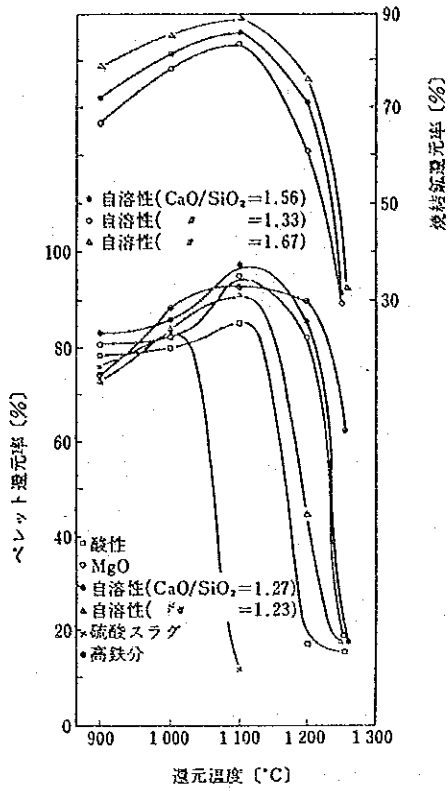


図 5-77 ペレット，焼結鉄の高温還元性の比較¹⁰¹⁾

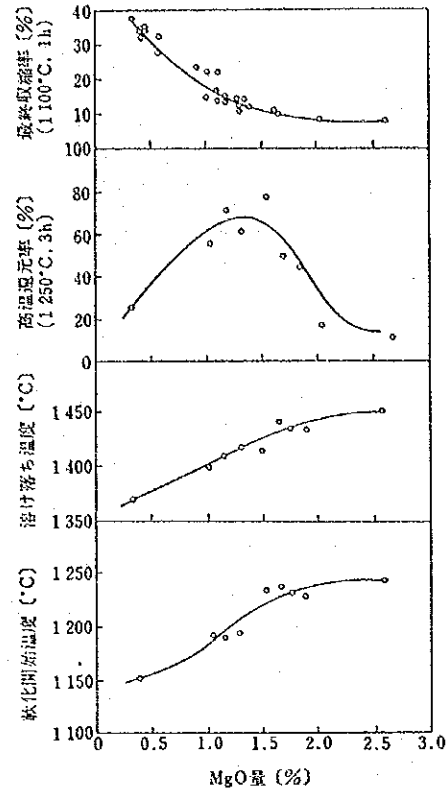
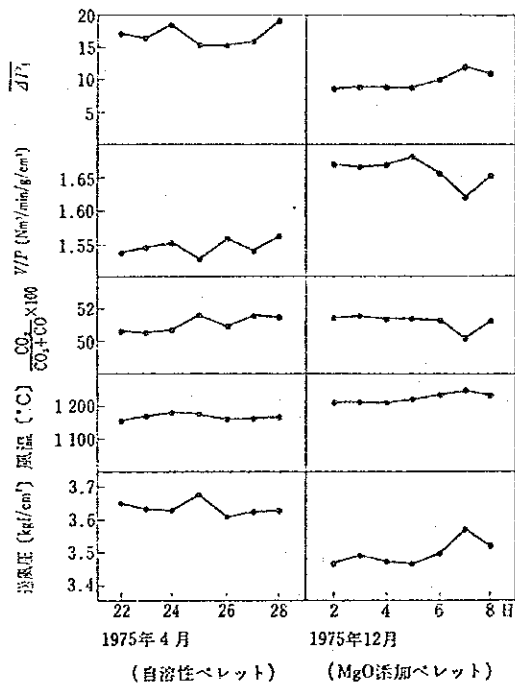


図 5-78 取縮率，高温還元率，軟化開始温度，溶け落ち温度に及ぼす MgO 量の影響¹⁰²⁾



装入物配合割合

ペレット約35%，焼結鉄約53%，塊鉄石類約12%

図 5-79 自溶性ペレットと MgO 添加ペレットとの高炉操業比較¹⁰³⁾

表 5・5 焼結鉱、ペレット、塊鉱石の性状変化の比較¹⁰⁾

高炉内各領域	焼 結 鉱	ペ レ ッ ト	塊 鉱 石	
通気性 に対する 影響	塊状帯	(1) ある温度域において還元粉化による通気障害がある。 (2) ふくれ現象による通気障害がある。	(1) 熱割れ性があり、また一部の鉱石に還元粉化性の高いものがあり、通気障害を起こす。	
	融着帯	(1) 軟化開始温度が高く、かつ初期の収縮率が小さい。 (2) 最終的な収縮率は高いが圧損の上昇は少ない。	(1) 銘柄による差は大きい。一般に収縮率は大きい。しかし、圧損の上昇はペレットよりも小さい。	
	滴下帯	(1) 脈石量が多いため滴下開始温度はペレットよりもやや低いが、通気性は良好である。 (2) メタルとスラグ部分の溶け落ちがほぼ同温度に行なわれるので、通気性は良好である。	(1) 滴下開始温度は焼結鉱よりも高いが、初期には未還元 FeO を含むスラグが溶け落ち、その後メタル部分が滴下する。	(1) 滴下開始温度はペレットよりも低くメタルとスラグ部分の溶け落ちに温度差がある。
還元性 に対する 影響	塊状帯	(1) 還元性は良好である。	(1) 還元性のよい鉱石もあるが、一般には焼結鉱やペレットよりも劣る。	
	融着帯	(1) 良好な通気性を有しているため、ガス還元性は良好である。	(1) 還元の進行にともない軟化収縮が大きくなるため通気性の悪化とともにガス還元性は低下する。	(1) 銘柄差は大きい。通気性はペレットより良好に保たれるのでガス還元性はよいと考えられる。
	滴下帯	(1) 初期スラグ中の FeO は圧倒的に少なく還元性は良好である。	(1) 初期スラグ中に FeO を多量に含み、炉下部における固体による直接還元が増える。	(1) 初期スラグ中の FeO はペレットより少ない。

第 3 版 鉄鋼便覧 II 製鉄・製鋼 より引用。(1979年日本鉄鋼協会)

生まれ変わった鉄鋼スラグ

鉄鋼スラグ協会

目 次

1. 膨大なスラグ量とその資源化対策
2. 鉄鋼スラグの種類と用途
3. 鉄鋼スラグの生産・販売状況
4. 鉄鋼スラグ利用の現況と今後
5. 今後の課題

1 トンの鉄をつくるには約2トンの原燃料がある。そのうち約0.36トンは残りカス(スラグ)になる。

このスラグはもともと種々の非金属元素を含んだ廃棄物で、高度成長時代には製鉄所建設の埋立て用に使えたがその用途にも限界のきざしがみえてきた。

そのため鉄鋼業界では10数年来、スラグのより有効な利用のための研究を続け、年々大きな成果を挙げた。鉄鋼スラグは今やセメント、骨材、地盤改良材など多様な用途に向けられる資源として生れ変わっている。

ここでは鉄鋼スラグ利用の現況と今後の課題についてみてみることにした。

1. 膨大なスラグ量とその資源化対策

最近20年間における粗鋼生産は延べ18億7,000万トンにも及ぶ。

一方生産に消費された鉄鉱石は約20億トン、石炭約10億トン、石灰石約4億トンと積算され、これら原材料からスラグソースとなる鉄鉱石の脈石、石炭灰分、石灰分から推計すればこの20年間に約7億トンに達するスラグ量(1年間に霞ヶ関ビル35杯分)が副生されたことになる。

この膨大な量の鉄鋼スラグは、いわば輸入および国内資源を複合し、固有の特性を備えた貴重な資源である。

昭和30年代後半から40年代にかけて臨海製鉄所建設に伴う用地造成のため大量のスラグが使用された。しかし、40年代後半には製鉄所の建設も一段落となり所内へのスラグ利用は次第に先細りとなった。加えて公共事業の抑制からそれまで道路用材として販売されていたものさえ減少し、スラグの滞貨は次第に増えはじめ、そのまま推移すれば製鉄所の操業にも支障を及ぼすおそれもでてきた。

「鉄鋼界」昭和60年12月号—57

このような事態に対処するため、昭和51年(社)日本鉄鋼連盟に「スラグ資源化委員会」が設けられ、それまで各社ベースで行われてきたスラグの利用技術を結集し、技術開発のテンポを早める態勢が整えられた。またスラグ加工販売会社による既存の「日本スラグ協会」を発展的に解消し、53年10月、高炉各社も参加する「鉄鋼スラグ協会」が設立され、スラグ製品の普及活動に関係する業界が一九となって取り組むこととなり、58年度まで両者は車の両輪となって精力的な活動を進めてきた。

この結果、スラグ製品の規格化、公的認知は著しく進み資源化活動はほぼその目的を達成したため、59年度より鉄鋼スラグ協会は日本鉄鋼連盟からスラグに関わる定常的業務を全面的に継承することになり、一元的効率的運営が図られる体制が確立された。

2. 鉄鋼スラグの種類と用途

鉄鋼スラグは大別して「高炉スラグ」と「製鋼スラグ」の2種類あるが、製鋼スラグはさらに「転炉スラグ」と「電気炉スラグ」に分けられる。これらの利用分野は第1図に示すように多岐にわたっており、資源化活動の成果が現れているものといえよう。

3. 鉄鋼スラグの生産・販売状況

(1) 高炉スラグ

高炉スラグの生産・販売量の推移は第1表および第2図に示すとおりである。

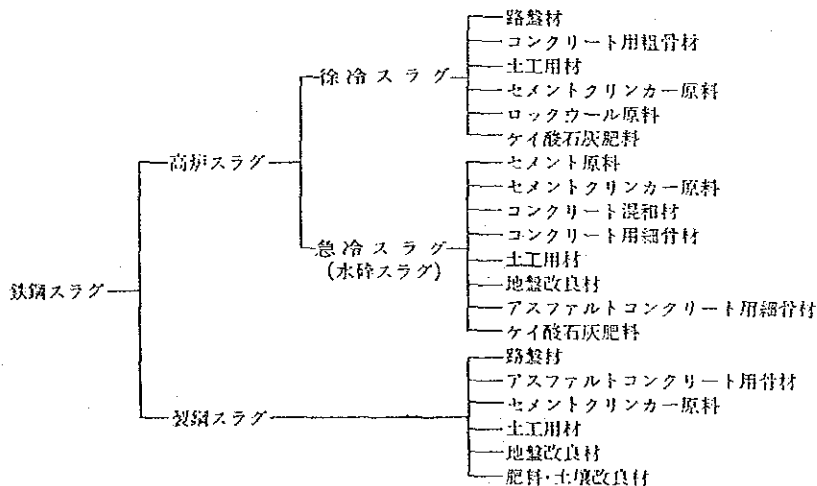
高炉スラグの生成量は、銑鉄1トン当り約300kgでほぼ一定している。したがって鉄鋼生産の変動によって51年度から漸減の傾向をたどってきているが、59年度は若干増加している。生成されたスラグをそれぞれの用途向けに加工したものが生産量であるが、資源化活動を始めた51年度においては、道路用に用いられる徐冷スラグが88%を占め、急冷スラグは12%（水砕化率）に過ぎなかった。

しかし水砕化率は次第に上昇し、59年度には45%に達し、今後もこの傾向は続くものと予想される。これは省資源、省エネルギー面からみて有効なセメント向け急冷スラグの需要が増加してきたのに対し、道路向けの徐冷スラグが公共事業の抑制および天然砕石との競合による採算性の低下によって減少してきたためである。

利用量については、かつての高度成長期に臨海製鉄所が相次いで建設されたとき、自家消費として多量のスラグが用いられていた。

しかし昭和40年代後半以降はこれを資源化し

第1図 鉄鋼スラグの種類と主な用途



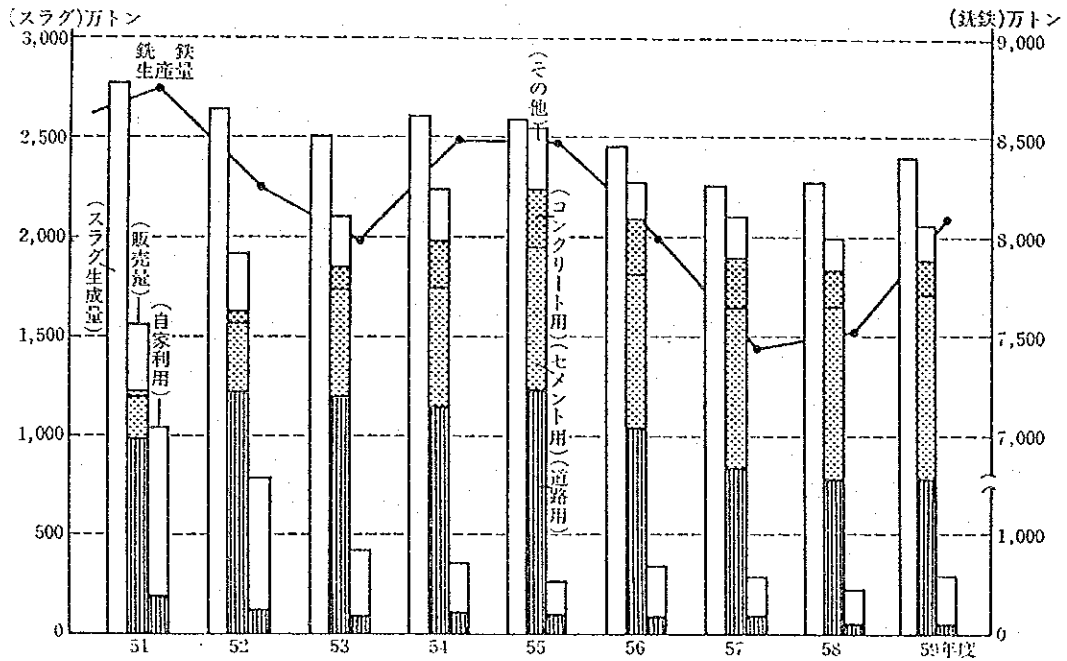
第1表 高炉スラグの生産・販売量の推移

(単位1,000トン)

年度	高炉スラグ生成量	生産			販売								自家消費
		徐冷スラグ	急冷スラグ	計	道路用	地盤改良用	土木用	セメント用	コンクリート用	肥料改良材	建築用	その他	
51	28,046	23,028	3,177	26,205	9,924	1,796	2,189	192	404	301	925	15,731	10,474
52	26,866	22,630	4,625	27,255	12,322	1,520	3,409	636	648	331	434	19,300	7,955
53	25,236	18,326	7,152	25,478	12,079	1,188	5,331	1,232	678	382	277	21,167	4,311
54	26,334	18,268	8,911	27,179	11,496	1,641	5,958	2,384	659	444	152	22,734	3,766
55	26,137	16,723	10,143	26,866	12,428	2,182	7,105	3,020	577	422	15	25,749	2,847
56	24,802	15,211	10,242	25,453	10,380	1,086	7,717	2,889	516	373	27	22,988	3,430
57	22,682	13,170	10,062	23,232	8,403	1,096	8,159	2,432	526	466	33	21,115	2,996
58	22,944	12,869	10,738	23,599	7,794	744	8,760	1,845	586	505	65	20,299	2,221
59	24,795	14,004	11,529	25,533	7,806	805	9,249	1,716	630	453	115	20,774	2,997

出所：鉄鋼スラグ協会

第2図 高炉スラグ利用量推移



外販するための努力が次第に実を結び、有効利用の指標である外販率は51年度の60%から55年度には90%に達し、その後は横ばい状態であるが、一定の構内工事向けの使用量もあり、これがほぼ限界値であろう。

また51年度には道路用63%、セメント用14%であったが、59年度には道路用38%、セメント用45%と大きくその地位を変え、この傾向は今後も続くものと思われる。

(2) 製鋼スラグ

製鋼スラグについては、電気炉スラグの統計が正確に把握されていないため以下転炉スラグについて述べることにする。

昭和51年以降の転炉スラグの生産・販売状況の推移は第2表に示すとおりである。

転炉スラグ生成量は、粗鋼1トン当り約130kgであり、高炉スラグと同様粗鋼生産にはほ

第2表 転炉スラグの生産・販売量の推移

(単位1,000トン)

年度	転炉スラグ生成量	販 売								計	自家消費	その他
		地金その他	道路用	地質改良土木	セメント用	肥土改良材	料塿材	建築用	構外委託処理			
51	12,714	69	185	1,972	157	155	—	215	1	2,756	9,624	338
52	11,363	87	149	2,355	238	160	—	152	37	3,178	7,674	293
53	11,101	103	366	1,353	561	146	2	168	176	2,874	6,666	497
54	11,618	91	649	2,647	541	139	1	284	434	4,786	7,469	—
55	11,348	175	543	2,641	441	153	1	299	138	4,391	7,276	—
56	10,954	139	413	2,089	430	155	1	346	162	3,735	6,980	—
57	9,817	129	533	1,569	420	161	1	315	158	3,286	6,121	—
58	9,735	141	553	1,847	556	183	1	299	209	3,789	5,185	—
59	9,738	124	482	1,347	801	189	1	387	446	3,777	5,481	—

出所：鉄鋼スラグ協会

比例するが、近年新製鋼の広まりもあり生成量は下降の傾向にあり、57年度以降は1,000万トンを割っている。

利用分野については、回収地金を製鉄所内でリサイクル使用しているほか、最近では道路用の路盤材料として単味あるいは高炉スラグと混合して使用され、またセメント工場でクリンカーの鉄原料としての使用が逐年増加している。さらにスポット的な需要である仮設道路、地盤改良等の土木用に毎年かなりの量が使用されている。

一方51年当時は自家消費として相当量使用されていたが、いまだ埋立、土地造成用がかなり多く十分有効利用されているとはいえない。したがって高炉スラグの水砕化志向が高まっている現在、高炉スラグ路盤材の供給が減少するのを製鋼スラグ路盤材で補完しなければならず、そのための実用化の促進が必要となる。

4. 鉄鋼スラグ利用の現況と今後

鉄鋼スラグ利用の主な利用分野および今後の指向されるべき方向について以下に述べる。

(1) セメント用

スラグ需要分野の首位を道路用に代って占めるようになった。スラグの有する特性を最も生

かす用途であるため、今後もこの傾向は持続するものと思われる。

①クリーンカー原料

セメントクリンカーを焼成する際、粘土代替として徐冷または水砕の高炉スラグが使用されているが、最近では低アルカリ原料として評価され増加の傾向にある。また酸化鉄原料としての銅がらみ代替に転炉スラグの使用も漸増しつつある。このことは、スラグの主成分であるCaOが有効に利用されて省資源効果があるばかりでなく、スラグは一度熔融されたものであるため、石灰石、粘土のように分解熱を必要としないので省エネルギー効果もある。

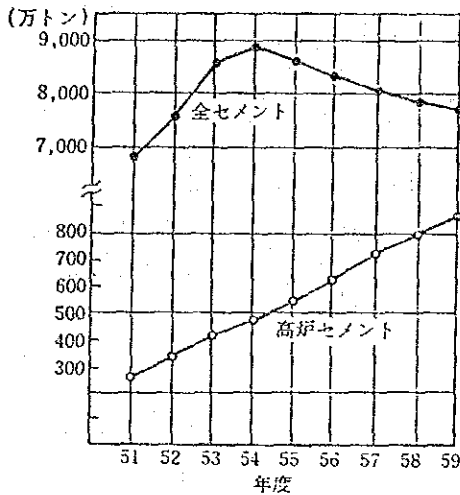
②高炉セメント用

高炉水砕スラグの特性である潜在水硬性を最も有効に利用したものが高炉セメントである。これは高炉水砕スラグの微粉末とポルトランドセメントを混合したものであって、わが国で使用されている高炉セメントの大部分はB種(配合比によりA、B、C3種がある)で、水砕スラグの配合割合は30~60%である。水砕スラグを用いることのメリットは、一つにはセメントクリンカーの製造が焼成工程を必要とするのに対し、水砕スラグは乾燥粉碎のみでよく燃料を大幅に節減できること、二つにはスラグの主成分であるCaO、SiO₂、Al₂O₃が有効に利用されるので、水砕スラグの混合量に相当する石灰石、

粘土の資源使用量を節約することができることがあげられる。さらに最近、コンクリート構造物がアルカリ骨材反応により劣化することが社会的に大きな課題となっているが、欧米等における研究ですでに得られている知見では、水砕スラグ微粉末がこれに対する抑制効果があるとされ、わが国でも高炉セメントへの関心と評価がとみに高まりつつある。

これらのメリットのほか、従来から高炉セメントは普通ポルトランドセメントに比べ、水熱、耐海水性、耐薬品性などすぐれた性質をもつことは定説となっている。

第3図 セメント生産高の推移



このため、近年における高炉セメント生産の伸びは第3図に示すようにめざましく、昭和59年度では全セメントに占める比率が11%を超えるに至り、今後15~20%にまで伸びるであろうとの予測もなされている。

③普通ポルトランドセメント混合材

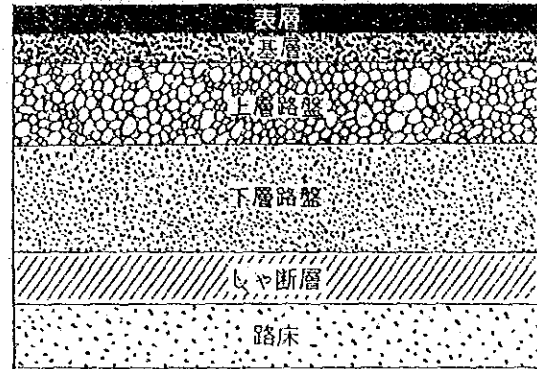
普通ポルトランドセメントに少量の水砕スラグ微粉末を混入しても性能上何ら変ることがないので、JISでは5%以下混合することが認められており、省エネ、省資源の面から多くの量が用いられている。

(2) 道路用

スラグが道路に使われた歴史は古く、わが国でも製鉄所の周辺地域では長年にわたって路盤

材料として利用されていたが、近年は公共道路にも大量に使用されている。最近セメント用スラグの増加から相対的にその使用量は下がったとはいえ、59年度は道路用としてなお約800万トンが使用されている。

第4図 アスファルト舗装の構造
(いずれの層にもスラグ使用)



一般に舗装道路は第4図に示すような構造でできているが、最近では路盤材料のみならず、路床用、表層用材料としてスラグの特性を生かした使用方法が着目されてきている。

①スラグ路床改良材

路床の支持力は強固な道路をつくるための重要な条件であり、軟弱な路床の場合にその一部または全部を良質の天然砂で置換したり、セメントで安定処理をして改良する必要がある。

水砕スラグは非塑性で、透水性が良好であるうえ、潜在水硬性というすぐれた特性をもっているため、最近では水砕スラグにアルカリ刺激材を添加した良質の路床改良材が普及しつつある。

②スラグ路盤材

a. 高炉スラグ路盤材：高炉スラグ路盤は施工実績が多いうえ、JISおよびアスファルト舗装要綱等の公的な規格も整っており、関係官公庁の仕様書にも盛り込まれている。

高炉スラグ路盤材には HMS、MS、CS の3種類あるが、これらはいずれも水硬性があるので、施工後次第に硬化し路盤支持力が向上する

こと、また非塑性で粒子のからみ合わせがよい
ため、ローラーによる締固め特性等の施工性が
すぐれていることなど、天然材にない性能が高
く評価されている。

b. 転炉スラグ路盤材：転炉スラグ路盤材に
は、転炉スラグ単味によるものと、転炉スラグ
に高炉徐冷スラグ、水砕スラグ等を混合しそれ
ぞれの特徴をいかして用いる複合路盤材とがあ
る。

これに関しては、54年度から建設省土木研究
所、(財)土木研究センター、鉄鋼スラグ協会
の三者により進められていた共同研究が58年度
で終了し、その成果を踏まえて設計施工指針が
作成されている。今後施工実績を重ねて JIS が
制定されるようになれば、高炉スラグ路盤材を
補なって需要は増加していくものと期待されて
いる。

③アスファルトコンクリート用骨材

近年アスファルト舗装道路では、札幌、仙台
等の寒冷地におけるスパイクタイヤによる摩耗
と、夏季の高温地域にみられる重交通荷重によ
る塑性変形とが維持管理上の大きな問題とな
っている。

これに対し、前述の共同研究において転炉ス
ラグ砕石を用いたアスファルトコンクリートは
耐摩耗性と耐流動性にすぐれているとの報告が
なされている。

これまでの実路試験の結果、寒冷地の場合通
常の天然砕石を骨材として用いたアスコンに比
べ摩耗量が50%ほど少ないという顕著な成績を
おさめていることから、札幌市、室蘭市等で採
用され、今後の着実な需要増加が見込まれてい
る。また夏季におけるわだち掘れ防止効果が評
価され、一部の国道で採用されている。

(3)コンクリート用

コンクリート用の高炉スラグ製品には、徐冷
スラグから製造される粗骨材と、水砕スラグか
ら製造される細骨材とがあり、いずれも JIS が
制定され工業製品として認知されている。

62—「鉄鋼界」昭和60年12月号

これら骨材にはコンクリート構造物の鉄筋の
発錆のもととなる塩分を含まず、またその鉱物
組成からアルカリ骨材反応を起こすおそれがな
く、将来の天然骨材の不足も考えられこれを補
完するものとして今後の需要の伸びが期待され
ている。

①コンクリート用高炉スラグ粗骨材

高炉スラグ砕石（粗骨材）は表面が粗である
ためセメントペーストの付着がよく、コンクリ
ート強度がよく発現され、ひび割れ収縮が少な
く耐熱・耐火性や断熱性にすぐれた性質を有す
る。今後は建築構造物、橋梁、舗装、プレキャ
スト製品など広い分野の需要が見込まれる。

②コンクリート用高炉スラグ細骨材

従来用いられてきた良質の天然砂は年々入手
が困難となってきており、コンクリートの強度
および耐久性の低下ならびに海砂の使用による
鉄筋の発錆が問題となっている。

これに対し高炉水砕砂は有機物、塩分等の有
害物を含まず、また粒度分布の種類も多いため、
荒目の不足気味の天然砂の粒度調整用に混
合されることが多く、長期的には生コン業界の
これに寄せる期待は大きくなっている。

(4) 土木用

従来からスラグは、製鉄所建設の際の土地造
成その他多様な土木工事に用いられてきたが、
その水硬性のため良好な土工用材である。

最近では水砕スラグが単位体積重量が小さ
く、透水性がよいなどの特性を利用して、土や
砂で得られなかった急斜面や高盛土の造成、裏
込土圧の低減、軟弱地盤の改良等施工の容易と
安全性の確保などが評価され、新しい材料とし
て注目を集めつつある。

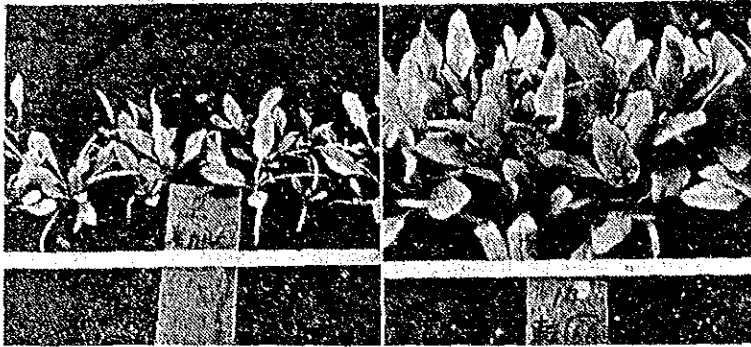
(5) その他

以上、鉄鋼スラグの中で比較的使用量の多い
分野について述べてきたが、このほか興味のある
製品の2、3について紹介することとする。

①肥料・土壌改良材

(炭カル施用区)

(転炉スラグ施用区)



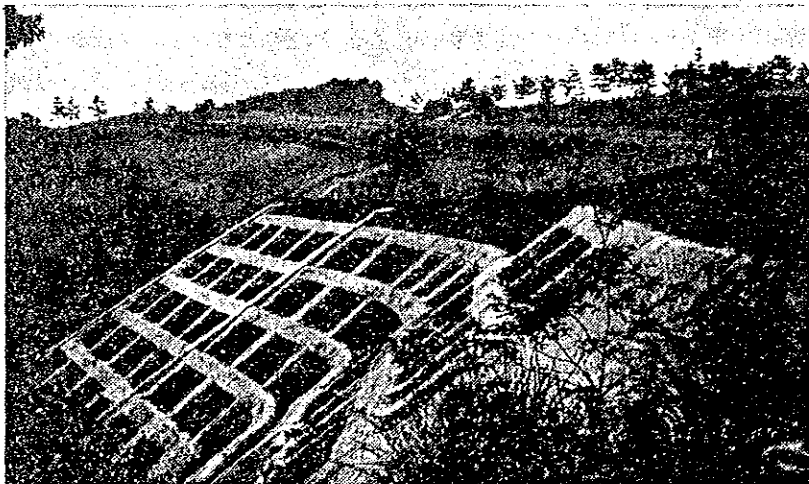
転炉スラグのホウレン草への施用効果

供試土壌：厚層多腐蝕ボク土
 (酸性でリン酸欠乏土壌)
 対象作物：秋蒔ホウレン草
 (アトラス)
 施用効果：炭カル区 155kg/a
 転炉スラグ区 240kg/a

わが国では米作に代表される高密度農業が主体であるため、 SiO_2 、 CaO 、 MgO 等の肥料成分の補給が必要であり、従来年間60~80万トン程度の高炉スラグが稲作用の珪カル肥料として用いられてきている。またわが国の畑地の欠陥である酸性土壌の改良や広く分布する火山灰土壌の改良に製鋼スラグが顕著な効果を挙げており、磷酸分や各種ミネラルが作物の品質向上と増収に好結果を示す実績が関係者の大きな関心と呼んでいる。今後製鉄所と需要地域の運送費の問題が解決すれば相当量のスラグ需要が生ずることになる。

②魚礁

スラグ大塊による魚礁あるいはスラグ骨材を使用したコンクリート魚礁には藻が繁殖しやすく、魚介類が好んで棲息するといわれ、いくつかの研究機関や漁協等の実験報告があり、今後



高炉水砕スラグを使用した急傾斜地の法面

わが国の漁業条件の改善に役立つものと期待されている。

③ロックウールその他

これらのほか、耐火、断熱性、吸音性にすぐれた建材であるロックウール、またさまざまな色彩をもち硬度ではメノウ、オパールに匹敵する装飾品として用いられる人造石もスラグを原料として製造されており、アイデアいかによってはさらに用途の拡がる夢の多い素材である。

5. 今後の課題

ここ10数年、スラグを資源化するためには垣根はないとして、各社が長年蓄積してきたノウハウを提供し合い業界あげてその利用技術の開発と公認化に取り組んできた結果、今日では量的な面ではほぼその目的を達成したといえよう。

水砕スラグは、

- (1) 軽量である
 - (2) 内部摩擦角が大きい
 - (3) 透水性がよい
 - (4) 潜在水硬性がある
- などのために盛土斜面の勾配を普通山土よりも大きくとれて安全である。

しかし冒頭にあげたような大量のスラグ資源を付加価値が高くしかも採算のとれる事業として発展させることは、国家的事業である。このためにはさらに質的な面から掘り下げ解決すべき課題が多く残されており、現状に甘んじることなく業界としては新しい構想を樹立して意欲的に取り組んでいくことが必要である。

(1) 付加価値の高い商品の開発

高炉スラグの資源化はほぼ達成された観があるが、このうち路盤材料、コンクリート骨材等は天然材にないすぐれた品質をもちながら市場で一般碎石との激しい価格競争にさらされ、収益性が改善されないうらみがある。

また製鋼スラグについては、高炉スラグに比べ資源化が遅れており、量的な完全利用が先決問題という段階にある。

したがって、今後は在来資源の単純代替品としてではなく、スラグの特性を十分生かした独自の高性能商品を開発し付加価値の向上を指向すべきで、これは国民経済的な観点からも資源の有効利用となるものであろう。

(2) 安定供給と品質の向上

スラグは鉄鋼生産に伴う副産品であり、計画生産とはいかない制約があり、かつてはオーダーがありながら供給責任を果たせなかった時期もあった。したがってユーザーの信頼を持続するためには、供給量と価格の両面についての安定を図ることが不可欠であり、官公庁をはじめとする需要業界との密接なコンタクトと情報交換に努力することが必要である。

またユーザーから要求される品質を積極的に取り入れ、バラツキの少ない工業製品として供

給することが必要で、このため業界共通の規格設定、充実とその励行など製造、品質管理の徹底を図っていかなければならない。

(3) 資源としてのスラグのPR

スラグとは何か、一般にあまり知られておらず、多少なりとも知見のある人でもかつての産業廃棄物のイメージを捨て切れず、このことが鉄鋼スラグに対する正当な評価を妨げ、進んでこれを利用することの障害となっていることが多い。したがって業界団体としての鉄鋼スラグ協会は、スラグの普及、PRのため今後とも辛抱強くこの活動を継続していくことが必要である。

4. スラグ事業の経営健全化

スラグ事業の特徴として、大半の製品が現状レベルの販売価格では加工、流通コストをカバーできないという実態がある。これはスラグの特性に対する一般の理解が行き届いていないこと、このため販売価格が天然材との競合によって不当に低く抑えられているのに対し、製品の輸送費の占める割合が大きく、また工場内における合理化の余地が相対的に低いことによるものである。

したがって加工工程におけるコスト低減に挑戦することはもちろんのこと、他が追随できない高付加価値商品を開発して独自の市場価格を形成すること、収益的に有利な商品構成へシフトしていくことなどによって、スラグ事業が独立して永続的に発展していくための基盤造りを進めていくことが業界に課せられたテーマであり国民経済的にもかなうことであらう。 ㊦



鉄鋼業の環境管理

——きめ細かな配慮でクリーンな環境へ——

社団法人 日本鉄鋼連盟
環境管理部

目 次

1. はじめに
2. 環境対策からみた製鉄所の特殊性
3. 鉄鋼業の環境対策の体制について
4. 鉄鋼業における環境対策
5. おわりに

1. はじめに

日本経済は、戦後の壊滅的な状態から驚異的な復興を遂げてきたが、その高度経済成長の中にあつて日本鉄鋼業は重要な役割を演じてきた。

しかし、このような急激な経済成長の過程で付随的に環境問題が発生し、大きな社会問題となったため、1970年12月、公害対策基本法等、数多くの環境関係法規が改正・制定され、厳しい規制が行われることになった。

大気汚染や水質汚濁等に関する規制の根拠となる環境基準の数値について、主要各国との国際比較を行うと第1表のとおりであり、わが国のそれは実質的に世界一厳しい水準となっている。

このため鉄鋼業界においては、各種の環境対策を実施するに当って自ら防止技術の開発を図る等、鋭意対策を実施し、1971年から12年間に投資した環境保全投資額は約1兆2,600億円の

巨額に及んでおり、これは同期間の全設備投資額の約13%に相当している。

鉄鋼業のこのような環境保全に対する積極的な姿勢を昭和56年度の環境白書では、「世界の鉄鋼業の中でも最も公害防止対策が進められている」と高く評価している。

鉄鋼業が投資した環境保全投資額の推移は第2表に示すとおりであり、内訳は大気汚染防止対策に約60%、水質汚濁防止対策に約20%、産業廃棄物、騒音・振動等の対策に約20%という構成比となっている。

このような鉄鋼業を含む産業界挙げての環境保全対策推進の結果、大気汚染や水質汚濁を中心とする環境の汚染は総体として著しく改善されるに至っており、1977年、OECD環境

第1表 日本および主要国における大気環境基準の比較（日平均値）

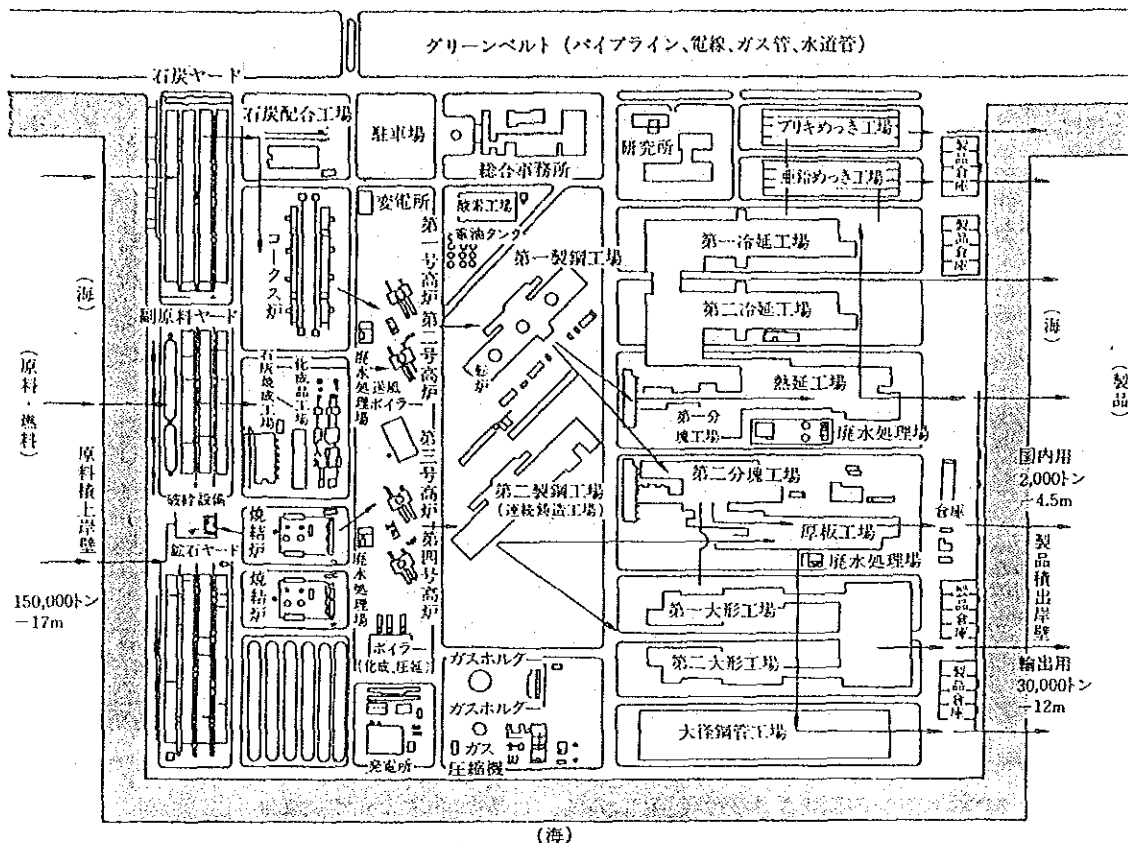
汚染物質 国別	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	浮遊粒子状物質 (mg/m ³)
日 本	0.04	0.04~0.06	0.10
欧州共同体*1	0.12	n. a.	0.25
カナダ	0.11	0.10	0.12
アメリカ*2	0.13	0.13	0.26
西ドイツ*3	0.15	0.15	0.20

*1 欧州共同体はNO₂環境基準を現在審議中である

*2 アメリカのNO₂環境基準は年平均値(0.05ppm)として定められていることから日平均値はOEC D資料(Environmental Policies in Japan, 1977)より引用した

*3 西ドイツの環境基準は短期値と長期値として定められていることから、このうちの短期値を示す

第1図 鉄鋼一貫製鉄所配置図の一例



配され、他産業と比較して立地選択上の制限が大きい。

以上のように、鉄鋼一貫製鉄所では原燃料面あるいは製造工程、生産設備等の面から多くの制約を受ける場合が多く、必然的に広大な敷地に多数の熱設備が分散して建設されている。このような製鉄所におけるさまざまな特殊性の存在が環境対策を実施する上で難しい要因となっており、他産業とはやや異なった格別の創意工夫が必要となってくる。

3. 鉄鋼業の環境対策の体制について

国際的に最も厳しい環境規制の下で鉄鋼業は環境保全対策の重要性を認識し、総力を挙げてこれに対応してきた。

すなわち、1954年には(社)日本鉄鋼連盟に工

場用排水委員会を設置し、引き続き62年には煤煙防止対策委員会を設置した。

1967年には、これらを立地公害委員会(立地、大気汚染、用排水、廃棄物の4専門委員会で構成)に再編成し、以来、幅広い活動を続けている。

さらに1973年には、国により世界に類例をみない極めて厳しいNO₂(二酸化窒素)の環境基準が設定されたことに伴い、これへの対応のためNO_x防除技術の開発が重要な課題となったことから日本鉄鋼連盟に同年、「鉄鋼業NO_x防除技術開発本部」を設置した。

引き続き、同本部の定める基本方針に基づき技術開発を実施する機関として「(財)鉄鋼設備窒素酸化物防除技術開発基金(NO_x基金)」および「鉄鋼業窒素酸化物防除技術研究組合(NO_x研究組合)を設立し、業界あげて積極的な研究開発を推進してきた。

第2表 鉄鋼業の環境保全投資額の推移

(単位：億円)

	設備投資総額 (A)	環境保全投資 額合計 (B)	(B/A) (%)	大 気	水 質	騒 音	産業廃棄物	その他環境 保全関連
1971	7,749	690	8.9	351	178	6	10	145
1972	6,516	859	13.2	520	230	7	12	89
1973	5,928	1,030	17.4	627	215	20	55	113
1974	8,922	1,671	18.7	1,038	238	51	222	123
1975	11,474	2,091	18.2	1,526	301	63	84	119
1976	12,646	2,654	21.0	1,999	410	81	46	118
1977	6,841	812	11.9	520	150	35	45	63
1978	5,805	629	10.8	375	124	17	60	53
1979	6,183	680	11.1	452	172	13	19	25
1980	6,068	321	5.3	125	53	22	94	28
1981	7,922	464	5.9	169	120	14	136	25
1982	10,645	694	6.5	212	153	15	288	25
合 計	96,699	12,595 (100%)	13.0	7,914 (62.8%)	2,344 (18.6%)	344 (2.7%)	1,071 (8.5%)	926 (7.4%)

注：①1982年度は実績見込みである ②投資額は工事ベースである

③各項目とも単位未満4捨5入のため計または合計が合わない場合がある

出所：通産省産業構造審議会産業資金部会

委員会では、そのレビューの中で日本は環境保全対策に関して成功したと評価している。

次に、日本鉄鋼業の環境保全対策の概要について紹介することとする。

2. 環境対策からみた製鉄所の特殊性

鉄鋼工場は大別すると、高炉により生産された鉄銑から鋼、さらに鋼材まで一貫して製造する鉄鋼一貫製鉄所、製銑設備がなく製鋼・圧延などの作業を行う電炉工場、製銑および製鋼設備を持たず単に圧延だけを行う単圧工場の3つに分類される。

中でもとりわけ、鉄鋼一貫製鉄所は他産業とは著しく異なった次のような特殊性を有している。

第1図に鉄鋼一貫製鉄所(粗鋼年産1,000万tモデルプラントの一例)の配置例を示す。

(1) 製造工程が長く、多種多様な設備を有すること

鉄鋼一貫製鉄所の製造工程は第1図の矢印で

示すように、原料の事前処理から始まり製銑・製鋼・圧延を経て最終製品に至るまで極めて長くかつ多岐にわたっており、さらに、製造鋼種も普通鋼あるいは特殊鋼別に条鋼、厚板、薄板、鋼管等多種類の製品を生産している。

(2) 敷地が広大であること

上述のように製造工程が長く多種多様な設備を有するほか、消費する大量の原材料の貯蔵、輸送等の設備、膨大な消費電力を賄う発電設備、あるいはコークス炉ガスを処理する化学設備等、種々の設備を有しており、その結果、いくつかの業種が組み合わせられた一種のコンビナートを形成している。

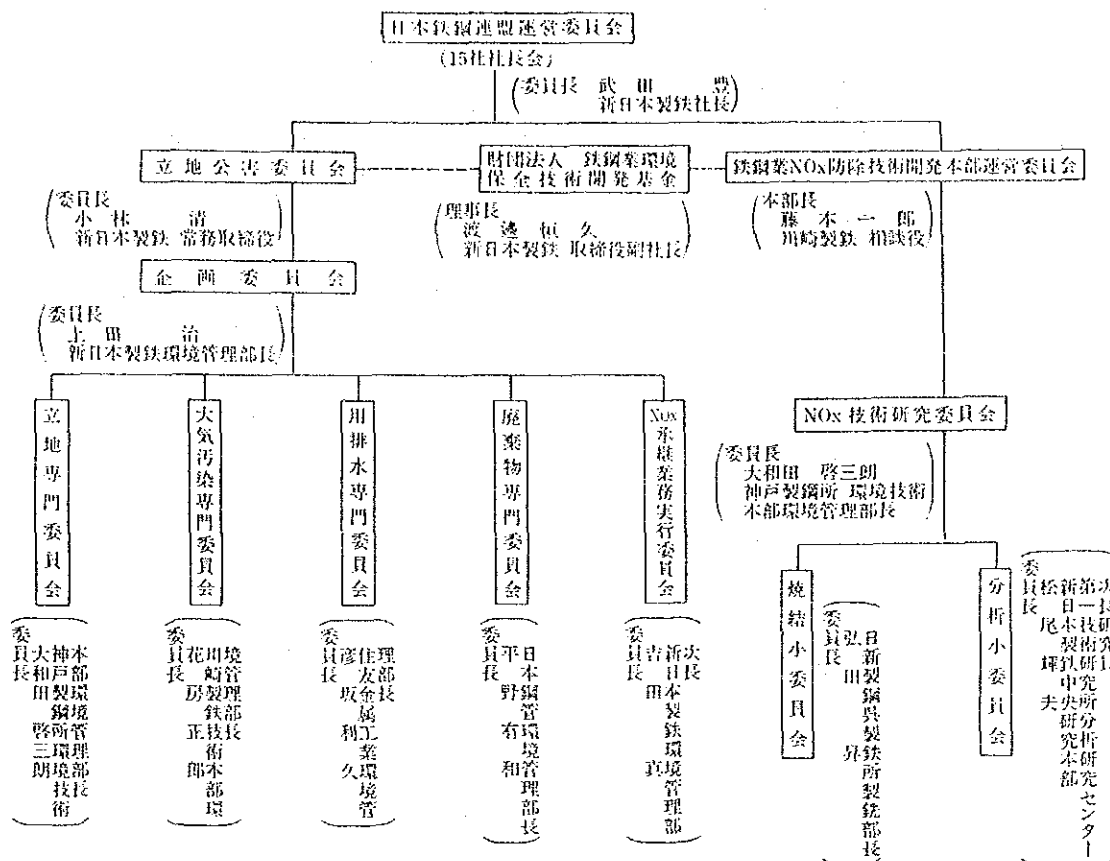
このため、敷地も400~700万㎡(後楽園球場の百数十倍)あるいはそれ以上と、他産業と比較して広大となっている。

(3) 工場立地には多くの立地条件をみとす必要があること

鉄鋼一貫製鉄所の立地は、工場敷地、港湾、輸送条件、工業用水、労働力等多くの条件に支

「鉄鋼界」昭和59年7月号—59

第2図 立地公害委員会・鉄鋼業 NO_x 防除技術開発本部組織図



NO_x研究組合については、1981年、一連の研究を終了したことに伴い解散することになったが、NO_x基金については、従来の窒素酸化物の防除技術開発に関する研究助成から、大気汚染、水質汚濁、廃棄物を含めた環境問題全般の防除技術の開発について研究助成を行うこととなり、80年1月、名称も「(財)鉄鋼業環境保全技術開発基金」と変更し、再出発した(第2図)。

さらに、鉄鋼生産工程において副生するスラグの資源化を促進するために1976年にスラグ資源化委員会を設置し、関係各界の協力を得て鋭意、資源化を推進してきた。

一方、以上のような業界活動と並行して鉄鋼各社それぞれに環境管理組織を設置して、積極的かつきめ細かな環境対策を推進している。

また国際的には1971年4月、国際鉄鋼協会(HISI)に環境問題委員会(ENCO)が設置された

が、日本の鉄鋼業としてもこれに積極的に参画し、鉄鋼業の環境対策についての情報交換・討議並びに各種調査を行うなど活発な活動を行っている。

4. 鉄鋼業における環境対策

鉄鋼業における主要な環境対策は、第3図に示すごとく大気汚染防止対策、水質汚濁防止対策、廃棄物対策等である。

(1) 大気汚染防止対策

鉄鋼業における大気汚染の主要な防止対策はSO_x(硫黄酸化物)対策、NO_x(窒素酸化物)対策、粉じん・ばいじん対策である。

① SO_x対策

SO_xとは重油や石炭等の硫黄分を含んだ燃料

の燃焼に伴い発生し、二酸化硫黄を中心とする代表的な大気汚染物質であるが、鉄鋼業における発生源は、焼結工程からのものと、重油、コークス炉ガス等の燃焼施設からのものである。

鉄鋼業界では、SO_x対策の重要性にかんがみて原燃料の低硫黄化、コークス炉ガスの脱硫、焼結炉の排煙脱硫等を実施し、SO_xを低減させるための対策を鋭意推進してきた。

① 原燃料の低硫黄化

原料の低硫黄化としては、低硫黄重油への切り換えのほか、LPG、LNGの使用を促進してきた。さらに燃料として使用されるコークス炉ガスは、殆どの製鉄所で脱硫している。

② 焼結排煙脱硫技術

焼結炉の排ガスは、排ガス量の最大規模のもので200万 Nm³/hと極めて大きいこと、排ガス中のダスト量が多いこと等、排煙脱硫技術の適用に当っては各種の問題点があった。

このような問題点を解決するため、鉄鋼業界では、高炉7社の共同研究等により各種の脱硫方式を研究し、実用化してきた。

③ コークス炉ガス(COG)脱硫

コークスの生産に伴い副生するコークス炉ガスは、製鉄所の貴重な燃料として有効利用されているが、硫黄分を含むことからSO_x対策の強化の一環として、COG脱硫装置導入のための各種研究を行い、実用化を図ってきた。

現在、殆どの製鉄所において大型のCOG脱硫装置が設置され、SO_x排出防止に効果をあげている。

④ NO_x対策

NO_xとは、燃焼過程において空気中および燃料中の窒素が酸化されて発生するものであり、NO、NO₂が代表的なものである。

鉄鋼業におけるNO_x発生源は、焼結炉、コークス炉の鉄鋼業固有の施設のほか、加熱炉、ボイラー等多種類の施

設があり、且つ施設規模にも幅がある。

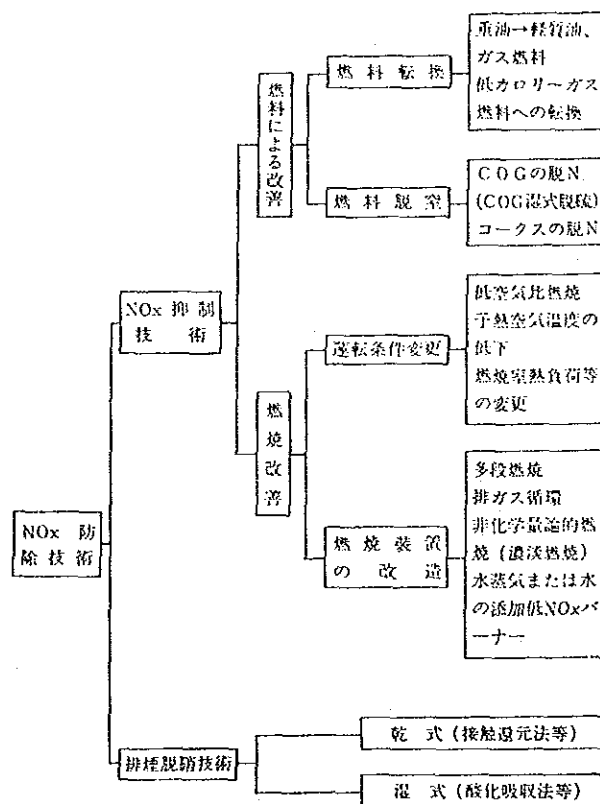
さらに使用される燃料も高炉ガス、コークス炉ガス、重油類、LPG等多種類に及んでいることから、NO_x発生要因も多岐にわたっている。このようなことから、鉄鋼業のNO_x防除技術については施設ごとのNO_x発生要因を研究し、適応性、低減効果、経済性等について検討し、各ケースに適合した技術を採用する必要がある。

このため、鉄鋼業界としては前述のとおり、1973年以降、広く官界、学界、関連業界の協力を得てNO_x基金、NO_x研究組合を中心に、巨額の研究費を投入してNO_x防除技術の開発を推進してきた。

鉄鋼業におけるNO_x防除技術は第4図に示すとおり、NO_xの発生そのものを抑制する方法と発生したNO_xを除去する方法に分かれている。

このうち前者の代表的事例である低NO_xバーナー等の燃焼改善技術については、設置上の視

第4図 鉄鋼業におけるNO_x防除技術



点からも比較的問題が少なく且つ省エネルギーの面でも有効であるため広く採用されている。

また燃料転換は、従来、SO_x対策としてもかなり実施されているが、同時にNO_x対策としても効果をあげている。

しかし後者の代表事例である焼結炉の排煙脱硝技術については、触媒の寿命、膨大な昇温エネルギー、広大な設置スペース等の点で解決すべき多くの重要問題が残されている。

③ 粉じん・ばいじん(ダスト)対策

鉄鋼業におけるダストの発生箇所は多岐にわたり、発生の様態や、ダストの性状等多様であり、かつ処理すべき排ガス量が膨大である等、対策には困難を伴う。

第3表 鉄鋼業における粉じん、ばいじん対策

工 程	粉じん・ばいじん発生箇所	防止対策
原料荷揚	船内ハッチ アンローダーホッパー	散水
原料ヤード	堆積場 スタッカー、ホイロー ダー	散水、表 面固化剤 散布
原料処理	クラッシャー、サイジン グ、コンベア、コンベア 乗継部ホッパー	集じん、 コンベア カバー
コークス炉	石炭粉砕機、混炭機、原 炭槽、石炭塔、装炭車、 ガイド車、消火塔、コー クカッター、スクリーン	集じん、 無煙装入
石 灰 炉	主排気、コンベア、ホッ パー	集じん
焼 結 炉	主排気、クーラー排気、 コンベア、ホッパー、ク ラッシャースクリーン	〃
高 炉	貯鉄槽、貯鉄槽、鑄床、 炉頂	集じん、 建屋集じ ん
転 炉	炉口、炉周系(溶鉄鍋、溶 鋼鍋、副原料等)、主排気	〃
電 気 炉	炉頂、炉周系	〃
圧延設備	鋼材手入れ、圧延	集じん

対策の概要は、第3表のとおりであるが、例えば、原料ヤードからの発じんを防止するために自動散水装置や散水車を設置するほか、製鋼工場の炉口集じんや高炉鑄床の局所集じん、さらには、高炉鑄床の建屋、転炉および電炉の建屋集じんを行う等、可能な限り徹底した対策を講じている。

(2) 水質汚濁防止対策

鉄鋼業は、全製造業における工業用水使用量の3割近くを占める典型的な用水型産業であり、大量の工業用水を冷却用、洗浄用などに使用しており、使用後の排水はその性状に適した方法で処理している。

これらの処理水は環境保全対策上だけでなく、水資源の節約の目的から、再循環または他の工程への補給水として利用され、排水量を極力減少させている。

その結果、用水の循環使用状況を示す戻水率は一貫製鉄所の平均で90%に達しており、新鋭の製鉄所では96%と非常に高い水準に達しているところもある。

製鉄所では水質汚濁防止に関して最大限の努力を払っており、対策技術の開発を積極的に推進して、各系列ごとに実用段階にある最高レベルの対策を実施している。

製鉄所における主要工程排水(第4表)に対して採用されている代表的処理技術の概要を第5表に示す。

特に汚濁物質の指標とされているCOD(化学的酸素要求量)の主要発生源であるコークス炉からの廃安水(コークス炉ガス液)に対しては代表的な生物処理法である活性汚泥処理等が実施されている。

鉄鋼各社では、現在実施されているCODの総量規制に対処するために活性汚泥法の制御管理、例えば、酸化還元電位(ORP)制御の導入等を図って、より一層の操業の安定化に努めている。

以上のような鉄鋼業における水質保全対策に

第4表 主要工程からの排水

工程	排水	主要汚濁項目	備考
原料 コークス	岸壁・ヤード排水	SS	雨水による汚濁水
	コークス洗浄排水	SS	消火塔、集じん機などの排水
	ガス液(安水)	フェノール(COD)、アンモニア、シアソ	クーラー、タールコットレル、配管ドレンなど
製鉄 製鋼 分塊 熱延 冷延	ガス洗浄水	SS	ガス洗浄、集じん機などの排水
	ガス洗浄水	SS、油分	ガス洗浄集じん機などの排水
	圧延排水	SS、油分	ロール冷却、スケール洗浄排水
	圧延排水	SS、油分	ロール冷却、スケール洗浄排水
	圧延排水	SS、油分	圧延油排水
	酸洗排水	pH、SS、油分	酸洗工程の洗浄排水
	電解清浄排水	pH、SS、油分	電解清浄工程の洗浄排水
鋼管	めっき排水	pH、SS、COD、Cr	前処理工程の洗浄排水
	冷却・洗浄排水	SS、油分	機器冷却、スケール洗浄水
	エマルジョン排水	油分	乳化成形油および機器冷却水
	酸洗排水	pH、SS、油分、COD	各種酸洗水、洗浄水
その他	生活排水	COD、BOD、油分	事務所の生活排水

第5表 汚濁物質の主な発生源と対策の概要

汚濁物質	主な発生源	対策技術
COD	コークス炉ガス廃液	生物処理+凝集沈殿+(高次処理)
	圧延工程排水	沈降分離、浮上分離
	冷延酸洗排水	凝集沈殿+中和
油分	熱延工程排水	自然浮上分離
	冷延工程排水	凝集加圧浮上分離

より、製鉄所から排出される COD 汚濁負荷量は 1970 年当時のおよそ 1/5 にまで減少している。

この結果、各製鉄所周辺の殆どの水域で COD 環境基準が達成されるという成果につながっている。

(3) 廃棄物対策

製鉄所では複雑な生産工程において、しかも大量の鉄鉱石、石炭、石灰石などの原料を取扱うために不可避免的に多量かつ多様な発生物が生成する。

鉄鋼業における代表的な発生物を第6表に示すが、一般に発生原単位は粗鋼生産量の約50%とされており、昭和57年度の発生量は約4,000万トンと膨大な量に達している。

鉄鋼業における発生物の発生・処分状況を第7表に示すが、表からわかるように発生物の約90%はスラグであることから、鉄鋼業における発生物対策は当然スラグ対策が中心となる。

鉄鋼業における発生物対策は資源化対策並びに環境保全に十分配慮した埋め立て処分対策に分類される。

膨大な発生物の処理対策の第一義的目標は、いうまでもなく省資源・省エネルギーという時代の要請を踏まえた資源化対策であり、鉄鋼業界ではこのような観点から業界をあげてつとに徹底した資源化対策を推進してきた。

この結果、セメント原料、土木建築材料等に関する各種の JIS 化が進み、現時点において発

第6表 鉄鋼業における代表的な発生物

発生物の区分	代表例	主たる発生工程
スラグ	高炉スラグ、転炉スラグ、電気炉スラグなど	高炉、転炉、電気炉など
ダスト	高炉ダスト、転炉ダスト、焼結集じんダスト、各圧延集じんダストなど	高炉、転炉、電気炉、焼結工場、圧延工場など
汚泥 廃油など	圧延戻水スラジなど 圧延工場廃油など	圧延工場など 圧延工場など

第7表 鉄鋼業の発生物の状況（昭和57年実績）

種 類	発 生 量		資 源 化 量		処 分 量	
	10 ³ t	%	10 ³ t	%	10 ³ t	%
ス ラ グ	36,769.6	100	33,581.5	91.3	3,188.1	8.7
ダ ス ト	4,357.1	100	4,154.8	95.4	202.3	4.6
汚 泥	461.8	100	276.4	59.9	185.4	40.1
廃 油	43.6	100	26.7	61.2	16.9	38.8
油性スカム	39.6	100	6.7	16.9	32.9	83.1
合 計	41,671.7	100	38,046.1	91.3	3,625.6	8.7

生量全体の約70%という資源化が図られ、特にスラグ、ダストでは90%以上資源化が達成されるに至った。

しかしながら、発生物の資源化を強力に推進したとしても、需要動向などによっては発生量の一定量以上を埋立処分に依存せざるを得ないのが実状であり、現在、埋立処分地の確保に関する諸施策が重要な課題となっている。

(4) 騒音防止・緑化対策

① 騒音防止対策

鉄鋼業においては、音源が多種多様で且つ数も多く、連続音のほか間欠音やスポット的な騒音もある。

また工場の規模、レイアウト、気象条件を含めた立地条件により騒音の様相が異なる。

このようなことから鉄鋼業における環境対策のうち騒音対策は困難なものの一つである。

鉄鋼業で行っている騒音対策としては、設備の改良や防音カバー、サイレンサー等の設置により音源の騒音レベルを低減する対策と建屋を防音構造にすることや、防音壁の設置等により騒音を防止する対策がある。

また、設備の新增設あるいは上述の対策の実施にあたっては、事前に地域環境に与える影響を把握したうえで適切な対策を講じている。

② 緑化対策

環境保全のためには徹底した発生源対策を実

施するにとどまらず、自ら積極的に環境を創造していくことがより重要である、との立場から鉄鋼業では従来より緑化対策に対して不断の努力を傾注してきた。

現在、多くの製鉄所では市街地との境界および

構内においてグリーンベルト状の環境保全林が立派に生育しており、緑の中の製鉄所を形成している。

このような緑化対策は、私達に美しい緑の景観を提供するばかりでなく、生態系の均衡に沿った人間生存の場を提供し、且つ粉じん吸着、騒音吸着効果が大きく、天災時の避難場所になるなど優れた環境保全機能をもっている。

5. おわりに

以上、日本鉄鋼業の環境保全対策の実情について紹介してきたが、鉄鋼業では早くから業界挙げての強力な組織体制のもとで環境対策技術の開発に鋭意努力し、且つ実用化を図るとともに巨額の公害防止設備投資を行って対策を推進してきた。その結果、現在では緑の製鉄所の周辺でバードウォッチングが興じられる等、世界で最もクリーンな鉄鋼業を実現することができた。また、製鉄所の周辺海域が格好の釣り場となっているという例にみられるように、製鉄所周辺の環境も大幅に改善されるに至った。

今後とも鉄鋼業界としては、従来からの環境保全対策を引き続き推進していくことはもとより、省資源・省エネルギーを考慮した公害防止技術の開発を図るとともに、より合理的な環境保全対策を追求していくことが重要であると考えている。

