

中華人民共和國工場(石家莊鋼鐵廠)近代化計画調査報告書

中華人民共和國工場
(石家莊鋼鐵廠)
近代化計画
調査報告書

1986年8月

國際協力事業團

一九八六年八月

國際

105
66.4
MPL

工計鉞
86 - 87

中華人民共和國工場
(石家莊鋼鐵廠)
近代化計畫
調查報告書

JICA LIBRARY



103411213

1986年8月

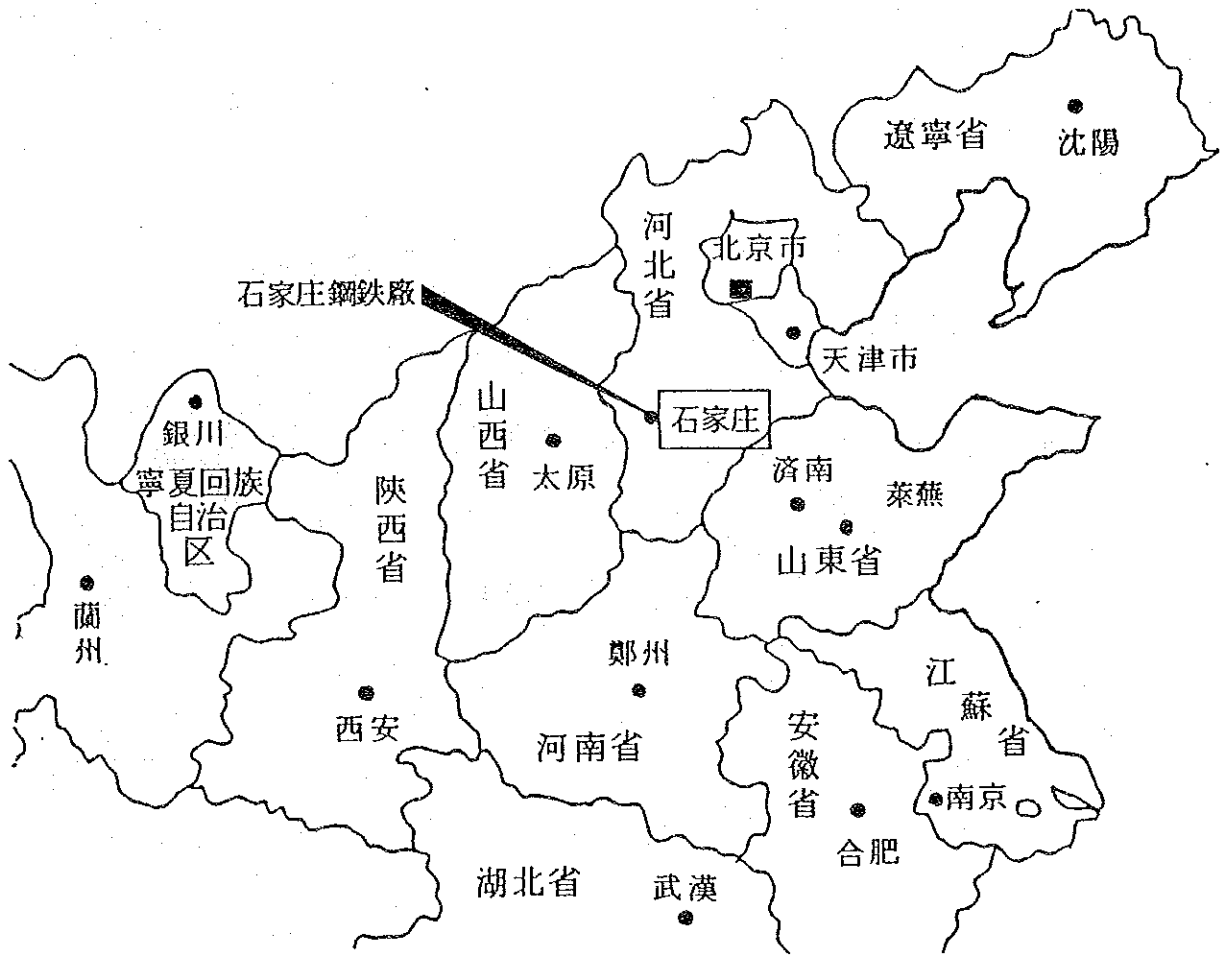
國際協力事業團

国際協力事業団

受入 月日 '86. 9. 05	105
登録No. 15366	66.4
	MPI

中華人民共和国主要部

サイト略図



序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国石家荘鋼鉄廠における鉄鋼工場近代化計画策定のための調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、松田安弘氏を団長とする調査団を編成し、1986年1月13日から1月31日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は、中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後右工場診断の結果をふまえ、関係データの検討、解析等の国内作業を行なった。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、石家荘鋼鉄廠の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当り多大のご協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省及び通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1986年8月

国際協力事業団

総 裁

有田 聖輔

目 次

要 約	1頁
序 章	39
1. 調査団派遣の経緯	39
2. 調査の目的	39
3. 調査対象範囲と内容	40
3.1 現地調査	40
3.2 国内解析	42
3.3 現地調査時における両者の基本的合意事項	42
3.3.1 近代化についての鋼鉄廠の基本的な考え方	42
3.3.2 業務範囲に関する確認	43
3.4 調査報告書(DRAFT)説明時における両者の基本的 合意事項	50
4. 現地調査団の構成と日程	50
4.1 調査団の構成	50
4.2 調査団の日程	51
5. 調査報告書(DRAFT)説明のための調査団の構成と日程	52
5.1 調査団の構成	52
5.2 調査団の日程	52
6. 主要面談者名	53
第1章 石家荘鋼鉄廠の概要	57
1. 工場・沿革	57
2. 位置付け	57
3. 工場概要	58

	頁
第2章 生産工程の現状と問題点	65
1. 製鉄工場の現状と問題点	65
1.1 現状設備と操業実績	65
1.2 製鉄工場の特徴と問題点	76
(1) 焼結工場	76
1) 原料ヤードでの焼結原料の混合状態	76
2) 焼結原料の切出精度	77
3) 成品歩留、燃料原単位	77
4) 点火炉燃料原単位	78
5) 工程管理、品質管理	78
6) 焼結工場稼働率	78
(2) 高炉工場	81
1) 高炉使用原料	81
2) 燃 料 比	81
3) 送風温度のバラツキ減少と省エネルギー	82
4) 高炉工場稼働率	82
2. 製鋼工場の現状と問題点	83
2.1 現状設備と操業実績	83
2.2 製鋼工場の特徴と問題点	93
(1) 転 炉 工 場	93
(2) 電 気 炉 工 場	95
3. 圧延工場の現状と問題点	98
3.1 現状設備と操業実績	98
3.2 圧延工場の特徴と問題点	112
(1) 中形圧延工場	112
1) 加 熱 炉	112
2) 圧 延	115
3) 精 整	120
4) 保管、出荷	121
(2) 小形圧延工場	122

1) 加 熱 炉	122 ^頁
2) 圧 延	126
3) 精 整	130
4) 出 荷	131
(3) 中形圧延工場と小形圧延工場の稼働状況と問題点	133
1) 運転休止時間の内容と問題点	133
2) 中形圧延工場と小形圧延工場の設備的問題点	135
(4) 中形圧延工場と小形圧延工場の水処理設備	135
1) 工業用水	135
2) 圧延工場の水処理設備	135
3) 圧延工場で使用される水量	136
3.3 鋼塊、鋼片および製品の手入と検査	137
(1) 鋼塊、鋼片の手入と検査	137
(2) 製品の手入と検査	137
第3章 工場近代化計画	139
1. 生産計画	139
2. 製造工程の検討	141
2.1 基本的考え方	141
2.2 高級鋼製造に対する配慮	141
2.3 工程流れ図	147
3. 製鉄工場の近代化計画	149
3.1 製鉄工場の近代化についての提案	149
3.1.1 焼 結 工 場	149
(1) 焼結原料ヤードの機械化	149
1) ビンブレンディングとヤードブレンディングの比較	150
2) 焼結原料ヤード機械化の検討	155
(2) 焼結原料の擬似粒子化技術	189
1) 擬似粒子の構造と役割	189
2) 擬似粒子化に影響する要因	190

3) 擬似粒子化技術の開発例	193	頁
(3) 燃料原単位(ブリーズ、無煙炭)の低減	201	
1) 原燃料賦存状態の改善	201	
2) 上部脆弱層の減少	208	
3) パレット幅方向のバラツキ低減	209	
4) 鉄鉱石熔融特性	210	
5) 微粉部(-125 μ)成分調整	217	
6) 熱レベル、ヒート・パターンの制御	219	
(4) 点火炉燃料原単位の低減	222	
1) 点火炉燃料原単位の低減の考え方	222	
2) 実施例	222	
3) 点火炉用バーナーについて	224	
(5) 工程管理、品質管理の強化	228	
1) 原材料管理	228	
2) 成品管理	229	
3) センサーによる工程管理	229	
(6) 既設設備の改善課題	230	
1) 焼結原料切出精度	230	
2) 2次ドラム・ミキサの振動	231	
3) 成品熱間篩の廃止	235	
4) 主排風機インペラーの磨耗対策	240	
(7) 新焼結工場に対するコメント	247	
1) 原料系	247	
2) 給鉱部	247	
3) 点火炉	249	
4) 焼結機	249	
5) 成品系	250	
6) その他	250	
3.1.2 高炉工場	251	
(1) 合理的な焼成鉱の組合せ	251	

1) 焼成鉄品質に対する基本的考え方	251	頁
2) 焼成鉄の品質評価法	252	
3) 焼成鉄の組合せ評価	253	
(2) 高炉燃料比低減技術	259	
1) 安定操業達成のための手段	259	
2) 低燃料比操業のための手段	269	
(3) 既設設備の改善課題	286	
1) 熱風弁冷却水の軟水化(または純水化)	286	
2) 熱風炉の燃焼制御および送風温度制御	289	
3) 熱風炉の省エネルギー	292	
4) ブローパイプ、羽口の断熱	292	
5) 羽口取替方法	293	
(4) 第三高炉設備に対するコメント	305	
1) 乾式集塵機における高炉ガス温度低下対策	305	
2) 炉頂装入装置の問題点	307	
3.2 近代化のための実施計画と設備投資	309	
3.2.1 近代化実施計画	309	
3.2.2 製鉄工場近代化のための設備投資	309	
3.3 近代化による効果	310	
4. 製鋼工場の近代化計画	311	
4.1 製鋼工場の近代化	311	
4.1.1 新転炉工場	311	
(1) 新転炉工場の主要設備	311	
(2) 転炉および連鋳設備の基本仕様	312	
1) 転炉良塊トン/ヒートの設定	312	
2) 連鋳機の基本諸元	314	
(3) 溶銑受入れ設備	319	
(4) スクラップ設備	320	
(5) 転炉設備と操業技術	320	

1) 日本における転炉上下吹実施状況	322	頁
2) 転炉上下吹の方式、羽口、ガス種類、ガス流量	323	
3) LD-OTBプロセスについて	323	
4) 転炉上下吹化による効果	329	
(6) 受鋼・溶鋼処理設備	329	
(7) 連 鑄 設 備	333	
1) 溶製炉の基本諸元	333	
2) 連鑄機の基本諸元	333	
3) 連鑄機の主な設備仕様	333	
4) 連鑄設備の概要	334	
5) 装 置 の 特 徴	334	
6) 連鑄機の概要図	335	
(8) 新転炉工場全体レイアウト	341	
4.1.2 電気炉工場の近代化	347	
(1) 電気炉の操業技術	347	
1) 酸素吹精の効率的な方法について	347	
2) 炭素吹き込み装置の使用による溶解促進	348	
3) 複滓法から単滓法への溶製方法の変更	349	
4) 助燃バーナーの設置	350	
5) 炉壁への水冷パネルの設置	352	
6) フリッカーの発生とその抑制対策	353	
7) その他の設備、操業上の改善	354	
(2) 溶鋼処理設備	357	
1) 溶鋼処理設備の目的とする機能	361	
2) 溶鋼処理設備の基本仕様	361	
3) 設置時期および設置場所	361	
4) 溶鋼処理設備の概要図および配置図	361	
(3) 連 鑄 設 備	365	
1) 電気炉工場の稼働体制	365	

2) 電気炉工場での高級鋼溶製についての対応策	365
3) 連鋳機の基本仕様	366
4) 連鋳機の主な設備仕様	370
(4) 電気炉工場全体レイアウト	377
4.1.3 スクラップ処理設備	383
4.1.4 耐火物技術	386
(1) 転炉用耐火物	386
1) 石家荘鋼鉄廠の実情	386
2) K社上下吹転炉の築炉構造と耐火物材質	389
3) 補修技術	391
4) スラグコントロール技術	392
5) 新炉の昇熱方法	393
(2) 電気炉用耐火物	394
1) 石家荘鋼鉄廠の実情	394
2) 電気炉用耐火物に対する提案	395
(3) 溶鋼鍋用耐火物	397
1) 石家荘鋼鉄廠の実情	397
2) K社240トン溶鋼鍋のレンガ積構造	397
3) 取鍋補修方法	399
4) 取鍋精錬に対する溶鋼鍋材質への配慮	400
4.1.5 スラグ処理設備	400
(1) 転炉スラグおよび電気炉スラグの処理、活用方法	401
(2) スラグ処理に対する提案	401
4.1.6 分析設備	415
(1) 原理および分析手順	415
(2) 外形寸法	416
(3) 分析精度	416
4.1.7 酸素製造設備	417
4.1.8 溶銑脱硫技術	420

(1) 取鍋置注ぎ法	420 ^頁
(2) K R 法	420
(3) 脱硫剤吹込み法	421
4.2. 近代化のための実施計画と設備投資	423
4.2.1 近代化実施計画	423
4.2.2 製鋼工場近代化のための設備投資	423
4.3. 近代化による効果	424
5. 圧延工場の近代化計画	426
5.1 圧延工場の近代化についての提案	426
5.1.1 圧延工場の近代化計画	426
5.1.2 中形圧延工場、小形圧延工場に関する提案	426
(1) コブルの発生原因の解析	426
(2) ロール冷却方法の改善	427
(3) ロール原単位の低減対策	428
(4) 圧延機の入口側にローラーガイドの使用	431
(5) 加熱炉の省エネルギー対策	432
5.1.3 中形圧延工場、小形圧延工場における加熱炉の 省エネルギー対策	433
(1) 現 状	433
1) 加熱炉の設備仕様と操業諸元	433
2) 操業状況と問題点	433
(2) 対 策	434
1) 炉体について	434
2) 操炉作業について	435
3) 日本における圧延工場の省エネルギー	436
(3) 自動燃焼制御システムの紹介	438
5.1.4 親棒鋼圧延工場の建設	440
(1) 新棒鋼圧延工場の基本計画と概要	440
1) 基本計画	440
2) 連鋳鋼片寸法と製品寸法について	440

	頁
3) 新棒鋼圧延工場の概要	443
4) 圧延設備主要諸元	443
5) 孔型スケジュール	444
6) 新棒鋼圧延工場設備配置図	445
(2) 新棒鋼圧延工場のために留意すべき事項	451
1) 加熱炉用燃料の選択	451
2) 水処理設備の新設	451
3) 高級鋼製造のための鋼片手入、検査設備および 製品手入、検査設備の導入	457
4) 高級鋼製造のための物流を考慮した設備配置	457
5) 作業員の技能向上	457
(3) 高級鋼圧延のための鋼片、製品の手入設備と検査設備	457
1) 高級鋼に要求される品質特性	457
2) 新棒鋼圧延工場の製品と要求品質	457
3) 検査と手入	458
(4) 高級鋼棒鋼の製造に必要な試験設備	464
5.2 近代化のための実施計画と設備投資	469
5.2.1 近代化実施計画	469
5.2.2 圧延工場近代化のための設備投資	469
5.3 近代化による効果	470
6. 工場管理の現状と提案	471
6.1 生産管理	471
6.1.1 生産管理の現状	471
(1) 受注システム	471
(2) 生産計画の作成	471
(3) 生産管理システム	471
(4) 在庫管理	472
(5) 運輸管理	473
6.1.2 生産管理についての提言	475
(1) 生産管理システム	475

(2) 運 輸 管 理	479	頁
6.2 エネルギー管理	481	
6.2.1 現状のエネルギー使用状況	481	
6.2.2 近代後のエネルギー上の問題と提言	485	
6.3 品 質 管 理	507	
6.3.1 品質管理の現状	507	
6.3.2 品質管理についての提言	509	
6.4 設 備 保 全 管 理	512	
6.4.1 鋼鉄廠における設備保全の現状	512	
(1) 設備保全管理組織	512	
(2) 保 全 計 画	512	
(3) 定期修理の現状	512	
(4) 設備保全要員	513	
(5) 予 備 品 管 理	514	
6.4.2 圧延工場における設備保全	515	
(1) 設備保全計画の立案	515	
(2) 圧延工場における設備保全要員	516	
6.4.3 日本における設備保全体制の紹介	518	
(1) 設備保全組織	518	
(2) 日本の製鉄所の設備保全体制	518	
(3) 計測機器管理	522	
6.5 環 境 管 理	524	
6.5.1 環境管理の現状	524	
6.5.2 排煙脱硫技術の紹介	526	
(1) 各種プロセスの概要	526	
(2) 石灰スラリー吸収＝石膏回収法	528	
6.5.3 転炉スラグの有効利用	530	
(1) 前 提 条 件	530	
(2) 検 討 結 果	530	
(3) 問 題 点	531	

	頁
(4) 日本での転炉スラグ再利用の現状	532
6.6 教育訓練	534
6.6.1 教育訓練の現状	534
6.6.2 教育訓練についての提言	535
第4章 近代化のための実施計画と所要費用	537
1. 近代化実施計画	537
2. 近代化に要する費用	538
3. 実施効果	543
第5章 結論と勧告	545
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	545
2. 近代化のための留意点	545
第6章 付 属 資 料	547
資料1-(1) 中華人民共和国工場(石家荘鋼鉄廠)近代化 計画調査合意書	547
資料1-(2) 中華人民共和国工場(石家荘鋼鉄廠)近代化 計画調査(報告書説明)に係る議事録	559
資料2 自溶性焼結鉍とペレットの比較	560
資料3 生まれ変わった鉄鋼スラグ	564
資料4 鉄鋼業の環境管理	572

要 約

要 約

1. 調査の概要

1.1 調査の目的

調査は中華人民共和国石家庄市石家荘鋼鉄廠の製鉄工場、製鋼工場および圧延工場などを対象に、その現状を調査し、その結果を基に鋼鉄廠の近代化計画を立案することを目的としたものである。

調査団は日本鉄鋼連盟の傘下にある榊神戸製鋼所からの4名の専門家によって1986年1月13日から同年1月31日の間に行なわれた。

調査団は鋼鉄廠の工場診断を実施し、その結果に基づき既存工場設備の活用を基本とした製造技術と生産管理技術に関する現実的、かつ、実現性の高い近代化計画案を立案・提出することを目的とした。

1.2 調査対象範囲と内容

事前調査で合意された実施細則に基づき、調査団各専門家による鋼鉄廠の現地調査を行ない、調査結果を勘案して工場改善ならびに近代化計画を立案する、というものであった。

1.2.1 現地調査

石家荘鋼鉄廠の製鉄設備、製鋼設備、圧延設備他を対象とし、生産工程としては原材料管理から圧延製品(As Rolled)の出荷検査までとした。

1.2.2 国内解析

現地調査の結果に基づき石家荘鋼鉄廠の現状レベルを日本の現状と対比することにより、差異を明確に把握し、その原因を解析した。

更に、近代化調査内容を組み入れ、段階的近代化計画を立案した。

ただし、設備計画はベックプランである。

2. 石家庄鋼鉄廠の概要

2.1 工場・沿革

石家庄鋼鉄廠は1958年4月に河北省石家庄市に設立されて以来28年を経ている。粗鋼年産13万トン(1985年)の高炉、製鋼、圧延設備をもつ銑鋼一貫製鉄所であり、中型企業に分類されている。

石家庄鋼鉄廠は華北の鉄道交通の要衝で、河北省の工業の1中心地である石家庄市の東郊にあり、河北省産の鉄鉱石、石炭をベースに立地した工場である。周辺は工場地帯となっており、北側にはコークス工場(別会社)があり、ここからコークスおよびコークス炉ガスが供給されている。

近代化に関しては既に生産能力を粗鋼ベースで年産35万トンに拡大する計画が作られており、高炉(300 m^3)、電気炉(30トン)の建設も完了しており、今後最新技術をとり入れた効率のよい設備を建設して生産鋼種の拡大と生産能力増強を行なうことを目標としている。

2.2 工場概要

- 敷地面積 : 692,653 m^2
- 建屋面積 : 116,127 m^2
- 資産 固定資産 : 1984年 ; 4,471万元、 1985年 ; 5,294万元
流動資産 : 1984年 ; 1,926万元、 1985年 ; 3,194万元
- 総売上高 : 1984年 ; 6,317万元、 1985年 ; 6,600万元
- 生産品目 : 棒鋼(丸鋼、異形棒鋼)
- 生産量 : 各工程毎の生産状況を表2.2-1に示す。
- 所在地 : 河北省石家庄市45773

• 主要設備概要

		生産能力 (万トン/年)	建設年度
焼 結 機	24 m ² × 1 基	2.4	1981年
高 炉	150 m ³ × 1 基	1.0	1969年
	300 m ³ × 1 基	2.0	1986年
転 炉 (空気横吹)	6 T × 2 基	1.0	1958年
電 気 炉	5 T × 1 基	2	1958年
	30 T × 1 基	6	1985年
中形圧延工場	ロール径 530 mm φ × 3 台	1.2	1971年
小形圧延工場	ロール径 400 mm φ × 1 台 / 250 mm φ × 5 台	9	1965年

表 2.2 - 1 1985年生産状況総括表

(単位：トン/年)

製品寸法 (mm)		機械構造用炭素鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	合 計
小形棒鋼	12		5,715		5,715
	14	445	14,880		15,325
	16	50	16,084		16,134
	18	215	10,905		11,120
	20	268	4,335		4,603
	22		821		821
	25	1,781	6,835		8,616
	28	3,835	2,645		6,480
小形異形棒鋼	12			3,617	3,617
	14			7,184	7,184
	16			6,491	6,491
	18			4,706	4,706
	20			3,430	3,430
	22			1,510	1,510
	25			6,006	6,006
28			871	871	
小形圧延合計		6,594	62,220	33,815	102,629
中形棒鋼	50	1,796	939		2,735
	55	2,125	1,014		3,139
中形圧延合計		3,921	1,953		5,874
総 合 計		10,515	64,173	33,815	108,503

1. 製 鉄

製鋼用鉄	81,804	すべて鋳鉄による型鉄
鋳物用鉄	21,340	
合 計	103,144	

2. 製鋼：鋼塊

転 炉	102,064
電 気 炉	29,911
合 計	131,975

3. 圧延製品

製品寸法 (mm)		機械構造用炭素鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	合 計
小形棒鋼	12		5,715		5,715
	14	445	14,880		15,325
	16	50	16,084		16,134
	18	215	10,905		11,120
	20	268	4,335		4,603
	22		821		821
	25	1,781	6,835		8,616
	28	3,835	2,645		6,480
小形異形棒鋼	12			3,617	3,617
	14			7,184	7,184
	16			6,491	6,491
	18			4,706	4,706
	20			3,430	3,430
	22			1,510	1,510
	25			6,006	6,006
28			871	871	
小形圧延合計		6,594	62,220	33,815	102,629
中形棒鋼	50	1,796	939		2,735
	55	2,125	1,014		3,139
中形圧延合計		3,921	1,953		5,874
総 合 計		10,515	64,173	33,815	108,503

3. 近代化についての技術的提案

3.1 生産計画

鋼鉄廠と調査団との協議の結果、表 3.1-1 および表 3.1-2 に示す、1991年までの生産計画が立案された。

この生産計画は近代化の検討を行なうための基礎数値である。

1991年の生産量を1985年の実績と対比した場合の主な相違点は次の通りである。

(1) 総生産量(製品ベース)

1985年の108,503トン/年に対し1991年は300,000トン/年と2.8倍の増加となっている。

(2) 製造品種

高級鋼と普通鋼の比率は1985年の10:90に対し、1991年は15:85としており高級鋼が若干の増加となっている。

1991年には機械構造用低合金鋼等の製造を計画しており、鋼種拡大の計画となっている。

また、1992年以降の将来計画として軸受鋼等の高級鋼の溶製を計画している。

(3) 製品サイズ構成

1991年の製品サイズ別生産計画を表 3.1-3 に示す。

表 3.1-1 今後の生産計画量

(単位：万トン/年)

		1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991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	8
	転 炉	10	12	13	16	22	27
	計	14	20	21	24	30	35
製 品	中形圧延	1	1	2	2	3	0
	小形圧延	10	12	13	13	22	0
	新棒鋼圧延	—	—	—	—		30
	計	11	13	15	15	25	30

()内は土焼法で生産する焼結鉄の量

表 3.1-2 将来の製造鋼種構成(粗鋼ベース)

(単位：万トン/年)

	一般構造用 炭素鋼	鉄筋コンク リート用鋼	機械構造用 低合金鋼	機械構造用 炭素鋼	快 削 鋼 鉄 螺 鋼	合 計
転 炉 鋼	16.2	9.45	—	—	1.35	27
電 気 炉 鋼	—	4	0.8	3.2	—	8
合 計	16.2	13.45	0.8	3.2	1.35	35

表 3.1-3 1991年の製品サイズ別生産計画量

(単位: トン/年)

鋼種 製品 寸法	高		級		種		鋼		通		鋼	計
	丸		棒		鋼		鋼		鋼			
	機械構造用炭素鋼	—	機械構造用低合金鋼	—	快 冷 鋼	鋼 鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	異形種鋼	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1.0mm	—	—	—	—	—	—	5,000	1,7	1,0,000	3.3	15,000	5.0
1.2	—	—	—	—	—	—	15,000	5.0	15,000	5.0	50,000	10.0
1.4	—	—	—	—	—	—	36,000	12.0	20,000	6.7	56,000	18.7
1.6	3,000	1.0	—	—	—	—	37,000	12.3	24,000	8.0	64,000	21.3
1.8	3,000	1.0	—	—	—	—	37,000	12.3	20,000	6.7	60,000	20.0
2.0	3,000	1.0	1,000	0.33	500	0.2	3,500	1.2	5,000	1.7	13,000	4.5
2.2	3,000	1.0	1,000	0.33	500	0.2	2,500	0.8	5,000	1.7	12,000	4.0
2.5	3,000	1.0	1,000	0.33	1,000	0.33	2,000	0.7	4,000	1.3	11,000	3.7
2.8	3,000	1.0	1,000	0.33	1,000	0.33	1,000	0.3	3,000	1.0	9,000	3.0
3.2	3,000	1.0	1,500	0.5	1,500	0.5	—	—	3,000	1.0	9,000	3.0
3.6	2,000	0.7	1,500	0.5	2,000	0.7	—	—	3,500	1.2	9,000	3.0
4.0	1,500	0.5	—	—	2,000	0.7	—	—	2,500	0.8	6,000	2.0
4.5	1,500	0.5	—	—	1,500	0.5	—	—	—	—	3,000	1.0
5.0	1,500	0.5	—	—	1,500	0.5	—	—	—	—	3,000	1.0
合 計	27,500	9.2%	7,000	2.3%	11,500	3.9%	139,000	46.3%	115,000	58.3%	300,000	100.0%

3.2 製造工程の検討

近代化実施のための製造工程検討について以下に記す。

3.2.1 基本的考え方

- (1) 既存設備および現在建設中の設備はできるだけ活用して、粗鋼生産35万トン／年を達成できるように設備増強を行ない製造一貫体制を確立する。
- (2) 省エネルギーをはかるため、現状の転炉への冷銑装入（キュボラで溶解して装入）を溶銑装入へ変更する。
- (3) 歩留、品質、エネルギー消費等の改善をはかるため現状の小鋼塊を連鑄鋼片に置換える。
- (4) 連鑄鋼片の断面寸法によって、品質上製造可能な高級棒鋼の品種、用途と最大断面寸法がきまってくるが、できるだけ良い品質の製品をつくり、製造可能範囲を拡げるために、取鍋精錬設備を設置し、また連鑄機には最新の技術を導入する。
- (5) 現在、二工場がある圧延（分塊も含む）工程は、一つの新棒鋼圧延工場に生産を集約する。
生産性、歩留、品質、省エネルギー等の面で改善をはかるため新しい技術を取り入れたすぐれた圧延設備を設置する。
- (6) 連鑄鋼片の新棒鋼圧延工場加熱炉への装入は、条件がそろえば（鋼片手入が不要で、圧延のタイミング上、支障のない品種の場合）ホットチャージングを行なって省エネルギーをはかる。

3.2.2 工程流れ図

調査団が推奨する近代化実現時（1991年の生産計画）の工程流れ図を図3.2.2-1に示す。

(単位：千トン/年)

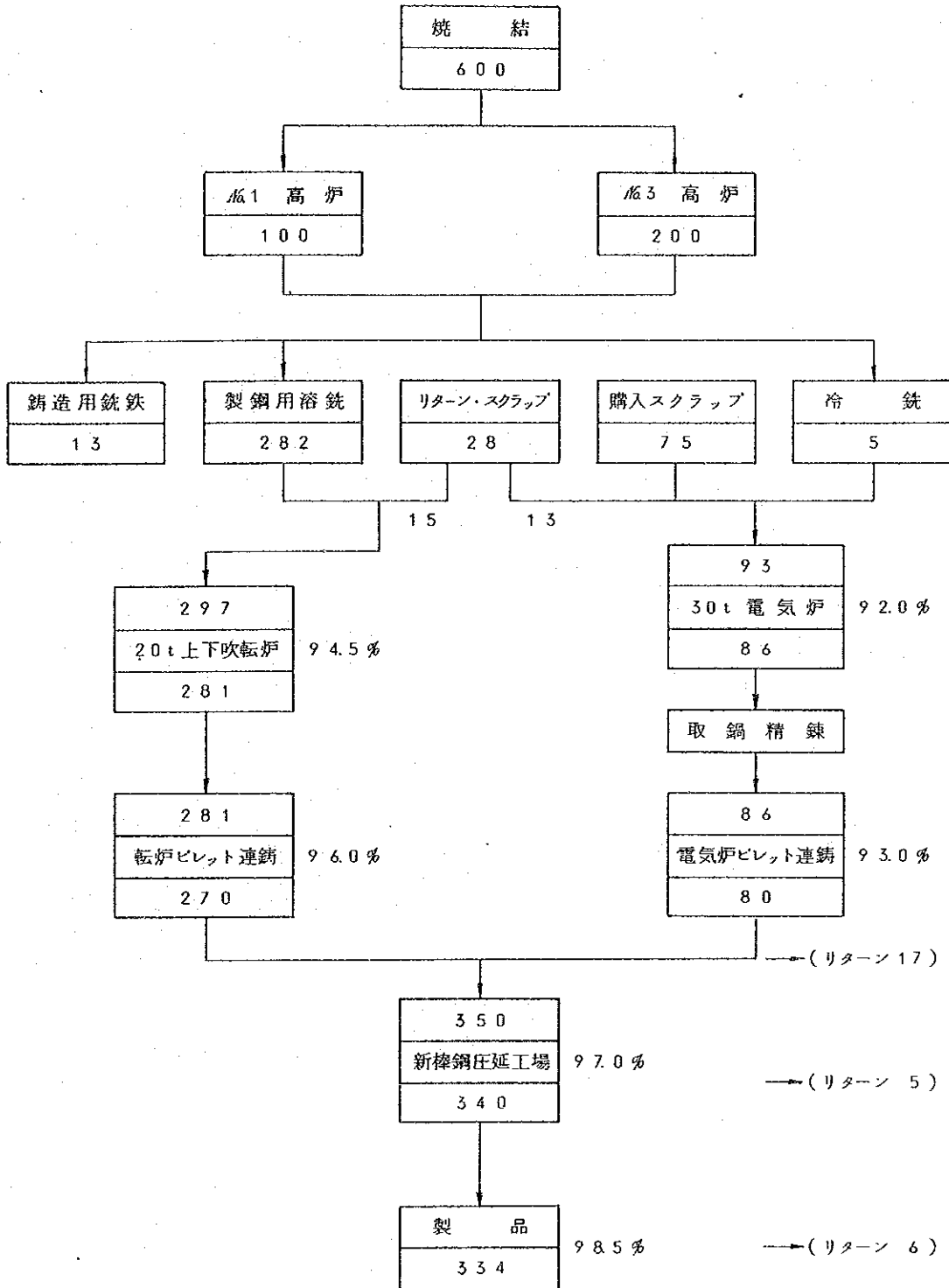


図 3.2.2-1 工程流れ図

3.3 製鉄工場の近代化についての提案

製鉄工場では粗鋼35万トン/年体制を目標にした近代化のために、既に第三高炉（内容積：300 m^3 ）を1986年7月火入れ予定で建設中であり、新焼結工場（有効グレート面積：50 m^2 ）は基本設計（初步設計）を完了している（1986年6月現在）。従って主要設備はほぼ実行段階にはいっており、ここでは設備、操業の両面から現状の問題点に対して改善方策を検討するとともに、残された設備課題である焼結原料ヤードの計画と新焼結工場、第三高炉設備に対する若干の改善点を提案した。

3.3.1 焼結工場の近代化

(1) 焼結原料ヤードの機械化

焼結原料ヤードにおける鉱石等のハンドリングは人力で行なわれており、切出し原料の配合比に変動が多く、そのため焼結鉱品質、歩留、エネルギー原単位が悪化し、ひいては高炉操業成績に大きく影響している。この対策として石家庄鋼鉄廠では近代化案でヤードブレンディングを計画されているが、精鉱粉5銘柄、富鉱粉1銘柄とハンドリングする銘柄数が少なく、また設備コスト等も考慮してもピン・ブレンディング方式の採用が望ましい。

以下にピン・ブレンディング方式でのヤード計画を示す。

1) 新ヤード設備概要

貨車からの鉄鉱石の受入は連続アンローダーで行ない、直接ベルト・コンベアに受けスタックリクレーマー（2基のうち1基使用）を経て銘柄別にヤードに積付ける。焼結工場への払出しもスタックリクレーマーで行ない、直接、原料槽に投入する。雑鉄源の受入れはトラックでヤードに積付け、払出しはホッパーを経て鉄鉱石同様にベルトコンベアで直接、原料槽に投入する。

2) 新ヤード設備主要諸元

- ・連続式アンローダー : 500t/h 1基 バケットエレベーター式
- ・スタックリクレーマー : 500/500t/h 2基 ブーム長さ32m
- ・ベルトコンベア : 幅750mm 全長1440m

(2) 焼結原料の擬似粒子化の促進

石家庄鋼鉄廠の焼結工場では精鉱粉を多配合し、微粉原料という難しい条件下で、生石灰の添加、2次ドラムミキサーでの水蒸気添加等焼結原料の擬似粒

子化を行なっているが、更に擬似粒子化を促進し、生産性の向上と各種原単位の低減をはかることが望まれる。

ここでは焼結原料の擬似粒子化技術の内容とその開発例について紹介した。

石家荘鋼鉄廠では鉄石銘柄特性の把握、核原料添加等の原料粒度調整ならびに活性度の高い生石灰の添加等が重要となる。

(3) 燃料原単位低減対策

ここでは石家荘鋼鉄廠の事情を踏えて、下記項目について具体例を紹介した。

- 原燃料賦存状態の改善対策
- ベッド上部脆弱層の減少対策
- パレット幅方向のバラッキ低減対策
- 鉄鉄石熔融特性の活用効果
- 配合原料微粉部（ -125μ ）成分調整効果
- 熱レベル、ヒートパターンへの制御

(4) 点火炉燃料原単位の低減対策

ここでは日本K社K製鉄所で実施した炉内圧力管理を中心とした原単位低減対策を紹介し、合せて点火炉バーナーの考え方も示した。

(5) 工程管理、品質管理の強化

石家荘鋼鉄廠の焼結工場での日常の工程管理、品質管理は成品の化学分析が主で、その外はほとんど実施されておらず、その強化が望まれる。日本K社K製鉄所での原材料管理、成品管理、センサーによる工程管理について紹介した。

(6) 既設設備の改善課題

事故停止率の主要因を中心に下記の項目について改善策を提案した。

- 焼結原料切出精度の向上
- 2次ドラムミキサーの振動対策
- 成品熱間篩の廃止
- 排風機インペラーの磨耗対策

(7) 新焼結工場設備に対するコメント

現地調査時（1986年1月）には1988年11月完成を目標に基本設計（初步設計）を完了していたが、操業面からみた改善課題を提示した。

3.3.2 高炉工場の近代化

(1) 合理的な焼成鉄の組合せ

石家荘鋼鉄廠にて使用されている鉄鉍石は、精鉍粉 (T.Fe : 59~66% 粒度 - 200mesh : 8~16%) が主である。これを使用して焼成鉄を製造する場合、自溶性焼結鉄とペレットのいずれが良いか、検討を行なった。

A. 現状の鉄石を使用する場合

前提条件

- i SiO₂ ≒ 9.5% の鉄鉍石を使用。
- ii 現有の焼結工場 (24 m²) を利用する。

焼結鉄品質を改善するため、CaO/SiO₂比を現状 1.01 から 1.5 以上にすることを要する。

以上の背景で、石家荘鋼鉄廠より提案のあった表 3.3.2-1 の 3 ケースについて考える。下記の検討結果よりケース 1 の 100% 焼結鉄配合が最も良く、次にケース 2 の 75% 焼結鉄配合が良いと考えられる。

- (i) SiO₂ ≒ 9.5% の酸性ペレットは、被還元性、高温軟化性が劣るため、高炉への多量使用は困難である。
- (ii) SiO₂ ≒ 9.5% の鉄石を使用して自溶性ペレットを製造しても、脈石量が非常に多くなり、高温の被還元性はむしろ悪化する。
- (iii) 焼結鉄は多孔質塊成体であるため、高炉内の通気が確保され、脈石量が多いことによる還元性状の悪化が軽減される。

B. 鉄石の鉄品位を高くする場合

現状の 9.5% SiO₂ の鉄石を焼結鉄に使用する場合、塩基度を 1.5 に上げることにより高温還元性状はかなり改善されるが、(CaO + SiO₂) 量が 2.3% 近くにもなり、スラグ量が多いため、日本の一般的な焼結鉄と比較すれば必ずしも良好な性状とはいえない。この問題を解決するには本質的には鉄石の鉄品位を選鉄段階で高めることが必要であるが、鉄石の粒度が更に微粉化するため、いよいよ焼結原料としての使用が困難になる。従って、鉄品位を高めた鉄石はペレット用として使用するのが望ましいが、ペレットの場合は細気孔のため、焼結鉄の場合以上にスラグ量の増加が悪影響を及ぼす。そのため選鉄後の鉄石の SiO₂ を 3.5% 以下とし、CaO/SiO₂ および、

MgO/SiO₂を調整したドロマイトペレットまたは、オリビンペレットが望ましい。

(2) 高炉燃料比の低減対策

高炉燃料比低減の考え方を図 3.3.2-1 に示す。低燃料比は炉況の安定が維持されている操業下において、装入原料の改質等による還元効率の向上と、炉体熱損失の低減等による有効熱の増加によって達成される。操業の安定は燃料比低減に限らず、生産量の増加、浴銑品質の向上をも含めた高炉成績を上げるための基礎となる。

ここでは、いくつかの具体的手段について紹介した。

(3) 既設設備の改善課題

高炉事故休風、減風の主要因に対する対策を中心に下記の項目について改善策を提案した。

- 熱風弁冷却水の軟水化（または純水化）
- 熱風炉の燃焼制御および送風温度制御
- 熱風炉の省エネルギー
- ブローパイプ、羽口の断熱
- 羽口取替方法

(4) 第三高炉設備に対するコメント

- 乾式集塵機における高炉ガス温度低下対策
- ヨーク（yoke）による大ベル吊下げ方式の問題点とその対応策

表 3.3.2-1 焼成鉍組合せの評価

ケース	原料配合条件	必要な製造設備	評価	良い点	悪い点
(注) I	自溶性焼結鉍 100% $\left[\begin{array}{l} \text{CaO/SiO}_2 : 1.5 \\ \text{SiO}_2 : 8.8\% \end{array} \right]$	50 m ² 焼結工場の新設	1	<ul style="list-style-type: none"> 酸性ベレットより通気が良好 	<ul style="list-style-type: none"> 原料鉍石の粒度が細かいため、生産性が悪い。 (CaO+SiO₂) 量が約22%となり、日本の一般的焼結鉍と比較して高温還元性が劣る。
II	自溶性焼結鉍 75% 酸性ベレット 25% $(\text{SiO}_2 : 9.5\%)$	27 m ² 焼結工場とベレット工場(11万t/年)の新設	2	<ul style="list-style-type: none"> ベレット性状の悪影響が少ない、ベレット配合率である。 	<ul style="list-style-type: none"> 2種類のプラント新設が必要。
III	自溶性焼結鉍 25% 酸性ベレット 75%	ベレット工場(35万t/年)の新設	3		<ul style="list-style-type: none"> 酸化焙焼性と高温還元性に劣るベレットの影響が大きく弱われ、ワークス比の高い操業になる。
改善案	自溶性焼結鉍 25%以下 自溶性ベレット 75%以上 $\left[\begin{array}{l} \text{CaO/SiO}_2 \approx 1.5 \\ \text{SiO}_2 \approx 3.5\% \\ \text{MgO} = 2.0\% \end{array} \right]$	ベレット工場(35~40万t/年)の新設	◎	<ul style="list-style-type: none"> 鉍石輸送費が低減。 高炉スラグ量の低下によるワークス比の低減。 良品質ベレットの使用により、高炉生産性が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 還元設備の増強が必要。 鉍石の収率が低下する。

(注) ケースI~IIIは石冢庄銅鉄廠案

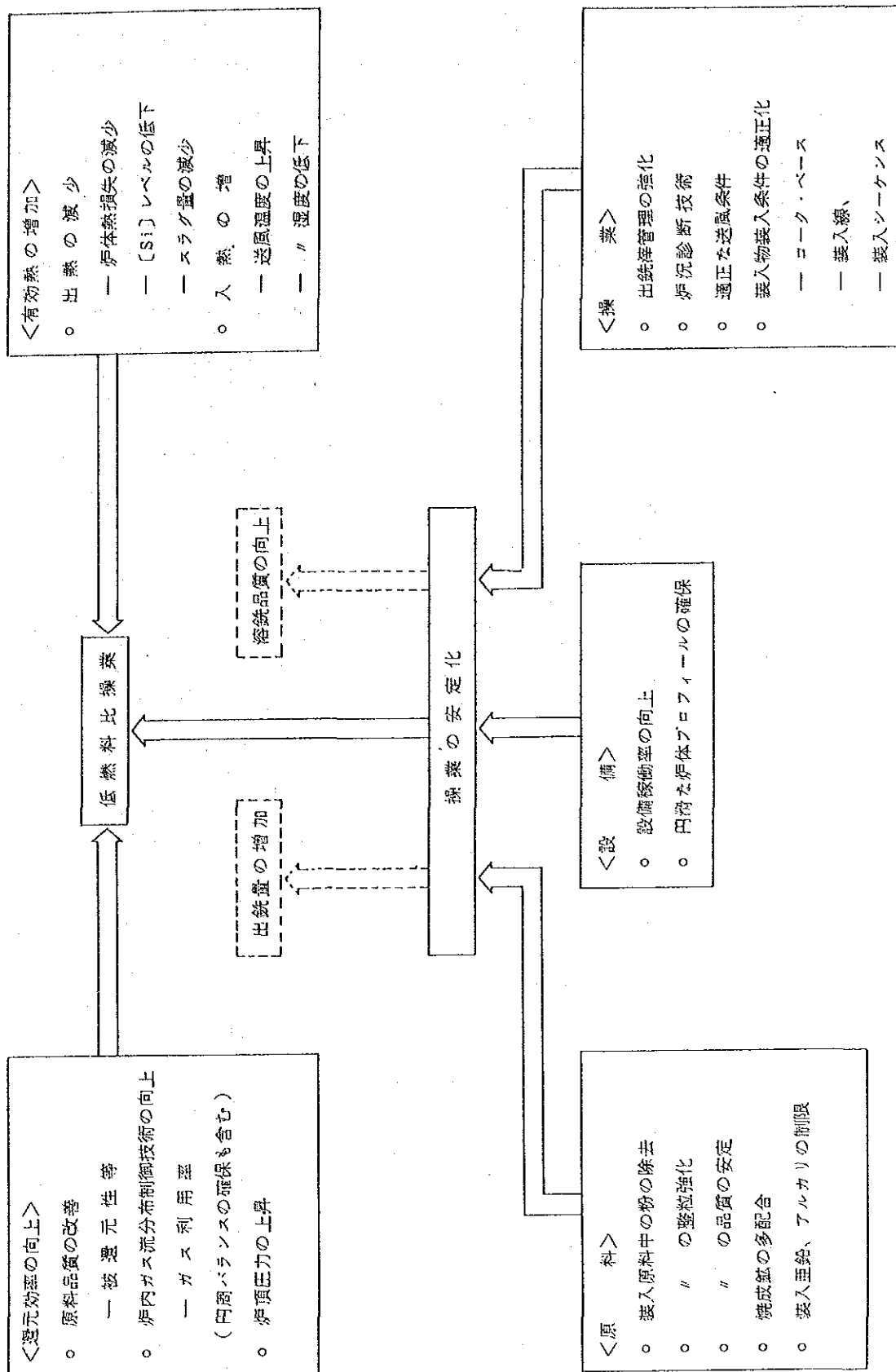


図 3.3.2-1 高炉燃料比低減の考え方

3.4 製鋼工場の近代化についての提案

石家庄鋼鉄廠では近代化による第7次5ヶ年計画の生産量達成とコスト低減のために、製鋼設備に関し、次のような技術改造を計画している。

- ① 現有の6トン空気横吹転炉を、集塵装置を備えた6トン純酸素上吹転炉に改造する。(改造1986年9月)
- ② 銑鉄生産能力30万トン/年に対応するため20トン上下吹転炉2基、600トン混銑炉1基、ピレット連鑄機1基を有する新転炉工場を建設する。
- ③ 20トン上下吹転炉に必要な3,200 Nm³/h程度の酸素製造設備を設置する。
- ④ 電気炉工場にピレット連鑄機を設置し、コスト低減と品質向上を図る。
- ⑤ 5,400 m²のスクラップヤードにスクラップ処理設備を建設し、600トン油圧プレスおよび1,000トン油圧シャーを設置する。
- ⑥ 電気炉工場にスラグ処理設備を設置する。

これらの計画をもとに、近代化のための基本的検討、操業改善に対する提案および日本の製鋼技術についての紹介を行なった。

3.4.1 新転炉工場の建設

(1) 新転炉工場の概要と主要設備諸元

1) 新転炉工場の概要

- ① 新転炉工場は現転炉工場の東側とし、敷地は東西210m南北90mとする。
- ② 上下吹転炉2基、600トン混銑炉1基、ピレット連鑄機1基を配備し、年間27万トンの粗鋼を生産する。
- ③ 連鑄ピレットは新転炉工場の東側に建設する新棒鋼圧延工場の加熱炉にホットチャージング(Hot charging)ができるようにする。
- ④ 将来、取鍋精錬設備が設置できるレイアウトとする。

2) 主要設備諸元

• 混 銑 炉		
容 量	600トン	
基 数	1	
• 転 炉		
容 量	20トン/ヒート	

基 数	2 (½基稼動)
吹 錬 形 式	上下吹き
排ガス処理	OG (Oxygen Converter Gas Recovery) 方式
• 溶鋼処理設備	
方 式	不活性ガス上吹きバブリング
• 連 鑄 設 備	
基 数	1
ストランド数	3
型 式	湾 曲 型
鋳片寸法	150mm×150mm×6m
	および 120mm×120mm×6m
曲率半径	8 m

3) 設備配置図

本文、第3章図 4.1.1 - 16 を参照のこと。

(2) 新転炉工場における留意すべき事項

1) 溶銑設備の選択

石家荘鋼鉄廠では1986年9月の6トン転炉改造に合わせて35トン溶銑鍋および65トン混銑車の稼動を計画している。新転炉工場建設にあたっては、混銑炉を含め、これら溶銑設備の使い方を検討する必要がある。

2) 転炉上下吹き方式の選定

日本の各種方式について紹介したが、転炉寿命の確保、設備保全の容易さの面から、酸素上吹き、不活性ガス下吹き方式を推奨する。

3) 高級鋼製造のための設備的配慮

将来、転炉工場でも高級鋼を製造することを考慮し、取鍋精錬設備の設置スペースの確保、連鑄機の曲率半径などに配慮をしているが、さらに電磁攪拌装置および無酸化鑄造設備などを追加できる構造にしておくことが望ましい。

3.4.2 電気炉工場の近代化

(1) 電気炉の操業技術

電気炉の操業技術に関し、以下の項目について日本の技術紹介と助言を行な

った。

- ① 酸素吹精の効率的な方法について
- ② 炭素吹込み装置の使用による溶解促進
- ③ 複滓法から単滓法への溶製方法の変更
- ④ 助燃バーナーの設置
- ⑤ 炉壁への水冷パネルの設置
- ⑥ フリッカーの発生とその抑制対策
- ⑦ その他の操業技術

(2) 電気炉工場近代化の概要と主要設備諸元

1) 近代化の概要

- ① 既設建屋内に取鍋精錬設備とピレット連铸機各1基を設置し、年間8万トンの粗鋼を生産する。
- ② 高級鋼の生産は当面取鍋精錬設備のある電気炉工場へ集約する。

2) 主要設備諸元（追加設備）

・取鍋精錬設備

方式	LF-V (Ladle Furnace-Vacuum) 法
基数	1

・連铸設備

基数	1
ストラット数	2
型式	湾曲型
铸片寸法	150mm×150mm×6m および 120mm×120mm×6m
曲率半径	8 m

3) 設備配置図

本文、第3章図4.1.2-16を参照のこと。

(3) 電気炉工場近代化に対し留意すべき事項

1) 取鍋精錬設備の設置時期

既設建屋内に取鍋精錬設備とピレット連铸設備を設置することが建設コストおよび稼働後の配置面から有利と考えられる。

そのため、連鋳設備を先行して設置し、連鋳設備による生産が軌道に乗って造塊設備が不要になった時点で、溶鋼処理設備を設置することが望ましい。

2) 5トン電気炉の取扱い

電気炉の生産性向上により、30トン電気炉の生産能力は大幅に向上するものと考えられる。スクラップの供給制約下においては、5トン電気炉を休止し、30トン電気炉に生産を集約することが製造コスト低減、生産効率の向上となる。

さらに、5トン電気炉と30トン電気炉から出鋼された溶鋼を同一連鋳機で鋳造することは取鍋台車などの工夫により可能となるが、取鍋精錬設備の共用、出鋼のタイミング調整なども難かしくなることから、30トン電気炉への生産集約を行なうことを提案する。

3.4.3 製鋼に関連するその他の提案と技術の紹介

- ① スクラップ処理に関し、鋼鉄廠が計画している設備について検討するとともに日本で採用されている設備・装置の一例を紹介した。
- ② 転炉、電気炉、溶鋼鍋に用いる耐火物について寿命延長のための提案を行なうとともに日本で実施されている技術を紹介した。
また将来設置を計画している取鍋精錬用耐火物に関しても言及した。
- ③ スラグ処理に関し、転炉スラグと電気炉スラグの集約処理について提案するとともに、日本で採用されている設備・技術を紹介した。
- ④ 溶鋼成分分析について成分管理の重要性を述べるとともに、日本で一般的に用いられている迅速分析機器を紹介した。
- ⑤ 酸素製造設備の規模および稼働方法について検討した。
- ⑥ 溶銑脱硫技術について、日本で採用されている代表的な技術を紹介するとともに、脱硫設備導入に対する提案を行なった。

3.5 圧延工場の近代化についての提案

3.5.1 中形圧延工場、小形圧延工場の改善事項と対策

(1) コブル (Cobble) の発生原因の解析

コブルの減少を計るため、コブルの発生ごとに製品寸法、鋼種、発生場所、発生原因を記録し、設備改善、作業改善を行なうことを勧めたい。

(2) ロール冷却方法の改善

ロール冷却方法はロール原単位や製品表面品質に影響を与える。両工場のロール冷却方法について、現状のロール出側からの孔型への注水方法に加えて上ロールは上方から、下ロールは下方からシャワー式の注水を行なうのが好ましい。

(3) ロール原単位の低減

とくに中形圧延工場のロール原単位が $1,995\text{kg/t}$ と高く、その一因としてロールの折損がある。

ロール折損の原因を把握し、作業方法の改善を計るとともに、ロール材質の検討を勧めたい。

(4) ローラーガイド (Roller guide) の使用

圧延機入口側は現在フリクション (Friction) 式が使用されているが、製品の表面品質や寸法精度の良いものを圧延するためにローラーガイドを使用することを勧める。

(5) 加熱炉の省エネルギー対策

中形圧延工場の燃料原単位は高く、この原因は炉内への侵入空気によるものが大きく影響している。このため、炉体の開口部は特定のものを除き、密閉することと炉内圧力の設定方法を再検討することを勧める。

また、加熱炉の自動燃焼制御システムと日本における省エネルギー事例を紹介した。

(6) 圧延工場の稼動状況

既設設備を有効に使用して生産量を増大させるためにはロール運転時間を増やすことが必要である。工場休止の内訳を見るとガス、電力、材料待ちによる工程的休止が $10\sim 11\%$ あり、鋼鉄廠以外の外部要因によるものが大きい比率を占めていると思われるが、エネルギーバランスの改善のための対策を講じるこ

とを望みたい。

3.5.2 新棒鋼圧延工場の建設

鋼鉄廠の近代化計画の一つに新棒鋼圧延工場の建設がある。この圧延工場が稼動にともない既設の中形圧延工場、小形圧延工場は休止する計画である。

新棒鋼圧延工場について以下に述べる。

(1) 新棒鋼圧延工場の基本計画と概要

1) 基本計画

- ・ 年間生産量(製品ベース) 30万トン
- ・ 製品寸法 丸棒鋼 10～50 mm ϕ
異形棒鋼 10～40 mm ϕ
- ・ 製造品種 機械構造用炭素鋼/低合金鋼
快削鋼、冷間鍛造用鋼
鉄筋コンクリート用異形棒鋼
- ・ 使用鋼片 連鑄鋼片
14～50 mm ϕ 用 150mm \times 150mm \times 6m 1,032 kg
10～12 mm ϕ 用 120mm \times 120mm \times 6m 655 kg

2) 新棒鋼圧延工場の概要

- ・ 新棒鋼圧延工場は1)項に示した高級鋼の圧延も行なう。
- ・ 最新の圧延設備を採用し、圧延機はタンデム(Tandem)配列で粗列より仕上列まですべて水平-垂直圧延機で構成される。このため無捻転圧延が可能で、操業は捻転圧延よりやりやすくコブル(Cobble)も少なくなる。
- ・ 高級鋼生産のための材料、製品の検査および手入設備を備えた圧延工場とする。
- ・ 鋼片手入の不要な鉄筋コンクリート用異形棒鋼等普通鋼のためホットチャージング(Hot Charging)を実施できる工場配置とする。

3) 圧延設備主要諸元

- ・ 圧延機形式 連続式、水平圧延機と垂直圧延機の交互配列
No.4スタンドとNo.5スタンド間は圧延材はフリーとする。

- ストランド数 (Strand) 1
パスライン (Passline) 固定
- 最大圧延速度 1.6 m/sec (1.6 mm φ 圧延時)
1.2 m/sec (1.0 mm φ 圧延時)
- 加熱炉
形式 ウォーキングビーム (Walking beam) 式
加熱能力 70 トン/時 (瞬間最大 80 トン/時)
燃料 コークス炉ガスまたは石炭ガス
- 圧延機
台数 22 台 (粗列 8 台、中間列 6 台、仕上げ列 8 台)
- 冷却、精整設備
冷却床 ウォーキングレイク (Walking rake) 式
冷間剪断機 ダウンカット (Down Cut) 式

4) 設備配置図

本文、第 3 章図 5.1.4-2 を参照のこと。

(2) 新棒鋼圧延工場のために留意すべき事項

新棒鋼圧延工場の建設および操業にあたって留意すべき事項を以下に述べる。

1) 加熱炉用燃料の選択

使用燃料は取扱いの便利な重油またはガスが好ましいが、鋼鉄廠では諸般の事情により現在、微粉炭とコークス炉ガスが使用されている。

新棒鋼圧延工場に使用される加熱炉用燃料としてはコークスガス炉ガスまたは設置を検討している石炭ガス発生炉による石炭ガスのいずれかとし、かつガスの発熱量は熱効率の向上のためにも高カロリーのものが好ましい。

微粉炭の使用は燃焼後の灰処理のため加熱炉を降熱/昇熱を繰返さねばならず、燃料の損失や耐火物の寿命低下を招くことになる。

2) 水処理設備の新設

新棒鋼圧延工場に必要とされる循環水は直接冷却水 (ロール孔型の冷却等) は約 1,000 t/h、間接冷却水 (加熱炉スキッドパイプの冷却) は約 850 t/h と考えられ、新しい水処理設備が必要である。圧延工場における一般的な冷却水循環システムについて紹介した。

3) 高級鋼製造のための鋼片検査、手入設備と製品検査、手入設備の導入

機械構造用低合金等の高級鋼の品質を保証するために検査および手入設備が必要であり、導入にあたっては加工方法や用途によって異なる要求品質にもとづいて行なうことが重要である。

4) 製品の工程を考慮した設備配置

圧延後の製品は鉄筋コンクリート用異形棒鋼のように即刻出荷されるものと、検査や手入を必要とするものがあり、物の流れを考えて検査、手入設備を配置すること。

5) 作業員の技能向上

新棒鋼圧延工場は新しい技術を取り入れた工場であり、中形圧延工場、小形圧延工場では経験できない技能が要求される。このため類似の圧延工場でも職種別に訓練し、圧延および機械、電気の保全技術の向上を計ることが重要である。

3.6 エネルギー管理

3.6.1 近代化後の燃料ガスバランス

粗鋼35万トン/年体制へ移行後もコークス炉ガスの購入量は現状(1,700 Nm³/h)のまま増加はできない状態である。従って石家荘鋼鉄廠では不足燃料を補充するためと新棒鋼圧延工場のための石炭ガス発生炉の建設を中心とした計画を有している。

以下に近代化後の燃料ガスバランスに関して表3.6.1-1に示すケースについて検討した。

(1) 不足分を石炭ガス発生炉で補う場合 (A案)

検討結果を表3.6.1-2($\frac{1}{2}$)に示す。低発熱量燃料ガスでの実績がないので粗鋼35万トン/年体制への移行に当っては当初、ケース1で開始し、徐々に実績を踏えながら加熱炉以外の燃料ガスを低発熱量化(ケース2、3へ移行)し、購入コークス炉ガスを減らす方向で設備計画を進めるよう提案する。従って配管ルート、バーナー仕様等はこれらを考慮した設計が望まれる。また加熱炉を含めて低発熱量ガスを利用する場合、熱効率が低下するので、排熱回収による燃焼用空気(できれば燃焼ガスも)の予熱が肝要となる。

(2) 石炭ガス発生炉を設置せず、不足分はコークス炉ガスを追加購入して補う場合 (B案)

将来建設予定の大型コークス炉では石炭ガス(コークス工場では石灰ガス発生炉を5基建設予定であり、既に2基完成している。ガスカロリー:1,200~1,250 Kcal/Nm³)をコークス炉ガスと混合して3,500 Kcal/Nm³以上の混合ガスにして乾溜に利用する計画である。

ここでは石家荘鋼鉄廠で余剰な高炉ガスをコークス工場で石炭ガスの代りに混合して利用する場合のガスバランスを検討した。

検討結果を表3.6.1-2($\frac{2}{2}$)に示す。ケース1ではコークス炉工場へ供給可能な高炉ガス量が前述のコークス炉での高炉ガス使用可能量を上まわり、高炉ガス放散率は3.5%になる。また既契約のコークス炉ガス量(1,700 Nm³/h)に対して追加コークス炉ガス量として1,170 Nm³/hが必要となる。その内コークス炉に供給された高炉ガス量と等価なコークスガ

ス量は $390 \text{ Nm}^3/\text{h}$ である。

(3) 両案の比較

石炭ガス発生炉を新設する(A)案は、圧送設備(ガスタンク、ブローア、パイプライン)のみでよい(B)案に比較して建設コストが著しく大きい。また石炭ガス発生炉は使用する石炭の性状に制限があり、また排水処理(ター、安水)、廃棄物処理(灰分)に多大なコストを必要とする。従って石家庄近代化においては(B)案が好ましい。この場合においても、できるだけ高炉ガスを鋼鉄廠内で消費する方向で計画を進める必要がある。

表 3.6.1-1 ケース別使用燃料発熱量

(単位: Kcal/Nm^3)

	焼結点火炉	耐火物乾燥用	石灰焙焼炉	新棒鋼圧延工場 加熱炉	ボイラー
ケース1	2,000	2,000	2,000	2,500	高炉ガス専焼
ケース2	1,200	1,200	1,200	2,500	同上
ケース3	高炉ガス専焼	高炉ガス専焼	1,200	2,500	同上

3.6.2 高炉ガスの有効利用

近代化後も石家庄鋼鉄廠では低発熱量ガスである高炉ガスが余剰である。そこで高炉ガスの有効利用について検討した。

- (1) コークス炉への高炉ガスの利用
- (2) 焼結点火炉への高炉ガスの利用
- (3) 石炭焙焼炉への高炉ガスの利用

表 3.6.1-2 ケース別燃料ガスバランス (1/2)

— 石炭バス発生炉を建設する場合 —

	年間使用量 ($\times 10^6$ kcal/年)	ケース 1					ケース 2					ケース 3				
		発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)		
				コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス
焼結(点火炉)	12,000	2,000	9,500	2,980	5,520	転炉ガス 18,900	1,200	15,830	-	3,1830	転炉ガス 13,840	852	22,300		22,300	
転炉(耐火物乾燥)	6,800	2,000	3,400				1,200	5,670				852	7,980		7,980	
電気炉(同上)	5,000	2,000	2,500				1,200	4,170				852	5,870		5,870	
石灰焙焼炉	24,000	2,000	12,000				1,200	20,000				1,200	20,000		13,940	転炉ガス 6,060
新棒鋼圧延工場(加熱炉)	110,200	2,500	44,100	11,910	11,770	石炭ガス 20,420	2,500	44,100	14,890	15,180	転炉ガス 5,060	2,500	44,100	14,890	10,820	転炉ガス 12,840
											石炭ガス 10,970					石炭ガス 5,550
ボイラー	160,900	852	188,850		188,850		852	188,850		188,850		852			188,850	
合計				14,890	206,140	転炉ガス 18,900			14,890	233,860	転炉ガス 18,900			14,890	242,760	転炉ガス 18,900
						石炭ガス (注) 20,420					石炭ガス 10,970					石炭ガス 5,550
備考		高炉ガス放散率 = { (251,600 - 206,140) / 533,500 } × 100 = 8.5% 高炉ガス発生量: 533,500 × 10 ³ Nm ³ /年 " 熱風炉使用量: 281,900 × 10 ³ "					高炉ガス放散率: 3.3%					高炉ガス放散率: 0.3%				

(注) 石炭ガスの発熱量は 2,500 kcal/Nm³とする。

表 3.6.1-2 ケース別燃料ガスバランス (2/2)

— コークス炉ガスを追加購入する場合 —

	年間使用量 ($\times 10^8$ Kal/年)	ケース 1					ケース 2					ケース 3					
		発熱量 (Kal/ Nm^3)	年間使用量 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)	内訳 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)			発熱量 (Kal/ Nm^3)	年間使用量 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)	内訳 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)			発熱量 (Kal/ Nm^3)	年間使用量 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)	内訳 ($\times 10^8 Nm^3$ /年)			
				コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス	
焼結(点火炉)	19,000	2,000	9,500	2,980	5,520	18,900	1,200	15,830	—	3,1830	13,840	852	22,300	—	22,300	—	
転炉(耐火物乾燥)	6,800	2,000	3,400				1,200	5,670				852	7,980				7,980
電気炉(同上)	5,000	2,000	2,500				1,200	4,170				852	5,870				5,870
石灰焙焼炉	24,000	2,000	12,000				1,200	20,000				1,200	20,000				13,940
新棒鋼圧延工場(加熱炉)	110,200	2,500	44,100	22,180	21,920	—	2,500	44,100	1,550	—	5,060	2,500	44,100	3,940	—	2,840	
							—	—	18,860	18,630	—	13,740	13,580				
ボイラー	160,900	852	188,850	—	188,850	—	852	—	—	188,850	—	852	—	—	188,850	—	
合計				25,160	216,290	18,900			20,410	233,860				17,680	252,520	18,900	
				(2,870 Nm^3 /h)					(2,330 Nm^3 /h)					(2,020 Nm^3 /h)			
備考		余剰高炉ガス量 $= (25,160 - 216,290) \times 10^8 = 35,310 \times 10^8 Nm^3$ /年 コークス炉への供給高炉ガス量: $16,590 \times 10^8 Nm^3$ /年 高炉ガス放散率 $= \{ (35,310 - 16,590) / 53,3500 \} \times 100 = 3.5\%$ 追加コークス炉ガス: (注) $(25,160 - 14,890) \times 10^8 = 10,270 \times 10^8 Nm^3$ /年 $\div 1,170 Nm^3/h$ (その内等価コークス炉ガス量 $= 116,590 \times 850 / 4,130) \times 10^8 = 3,420 \times 10^8 Nm^3$ /年 $\div 390 Nm^3/h$					余剰高炉ガス量: $12,290 \times 10^8 Nm^3$ /年 コークス炉への供給高炉ガス量: 同上 高炉ガス放散率: 0 追加コークス炉ガス量: $5,520 Nm^3$ /年 $\div 630 Nm^3/h$ (その内 等価コークス炉ガス量: 2,540 " $\div 290$ ")					余剰高炉ガス量: $\Delta 920 \times 10^8 Nm^3$ /年 (不足) コークス炉への供給高炉ガス量: 0 高炉ガス放散率: 0 追加コークス炉ガス量: $2,980 \times 10^8 Nm^3$ /年 (その内 等価コークス炉ガス量: $\Delta 190 \times 10^8 Nm^3$ /年 $\div 20 Nm^3/h$ (不足))					

(注) $1,700 Nm^3/h \times 24 \times 365 = 14,890 \times 10^8 Nm^3$ /年

4. 近代化のための実施計画と所要費用

4.1 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4.1-1に示す。

表 4.1 - 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"> ○ 6.3 高炉稼働 ○ 溶鉄鍋大型化 (35 t) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 焼結設備増強 (50 m²) ● 焼結原料ヤード増強 ○ 鋳鉄機増強 	
製 鋼	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6 t 上吹転炉設置 ○ 65 t 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"> ・ 20 t 上下吹転炉 ・ 600 t 混鉄炉 ・ 上吹バブリング設備 ● ビレット連鋳機 ● 電気炉工場用ビレット連鋳機設置 ● 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 (1,500 Nm³/h) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素発生装置増強 (1,500 Nm³/h × 2 基) ○ ガスホルダー設備 ○ 受電設備増強 (40 MVA × 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。

4.2 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4.2-1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 4.2-1 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	980	
・ 連続式アンローダー		
・ 受入ベルトコンベアー		
・ スタックリクレーマー		
・ 払出ベルトコンベアー		
・ 副原料払出コンベアー		
2. 新 転 炉 工 場	6,260	
・ 600トン混銑炉		
・ 2.0トン上下吹転炉		
・ O.G 設 備		
・ 乾 式 集 塵 機		
・ 受 鋼 設 備		連 鋳 設 備 :
・ 連 鋳 設 備		120×120mm/150×150mm
		× 3 ストランド
3. 電 気 炉 工 場	2,231	
・ 溶 鋼 処 理 設 備		5 MVA トランスは流用する。
・ 連 鋳 設 備		連 鋳 設 備 :
・ スクラップ処理設備		120×120mm/150×150mm
		× 2 ストランド
4. 新 棒 鋼 圧 延 工 場	9,586	
・ 70t/h 加熱炉		
・ 圧 延 設 備		
・ 電 気 ・ 計 装 設 備 他		
5. 水 処 理 設 備	1,064	新 製 鋼 ・ 圧 延 地 区 用
6. 圧 縮 空 気 設 備	97	新 製 鋼 ・ 圧 延 地 区 用
7. 酸 素 製 造 設 備	998	1,500Nm ³ /h × 2 基
8. スラグ処理設備	295	
(9. 石炭ガス発生炉)	(3,000)	コークス炉ガス不足の場合 に設置する。
合 計	21,511 (24,511)	()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、ブルーム連鋳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にか？
- ③ 高級鋼の棒鋼は、ブルーム連鋳片あるいは、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。（本文第4章表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。

4.3 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。
(焼結鉱、溶鋼、鋼片、圧延製品)
- (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、連鋳機の電磁攪拌装置、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) 設備不良休止時間の削減がはかれる。
- (x) スラグ処理の合理化と有効活用がはかれる。

5. 結論と勧告

5.1 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、生産管理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項に示したが、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。

5.2 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。

(参考)

表 高級鋼製造工程の比較検討

		A 案	B 案	C 案	D 案
製造工程		<p>ピレット連鋳機と新棒鋼圧延工場 で高級鋼と一般鋼を製造</p>	<p>ブルーム連鋳機と新分塊工場 で高級鋼および一般鋼用ピレットを 製造し、新棒鋼圧延工場 で圧延</p>	<p>現有の造塊設備と中形圧延設備を 活用し、高級鋼および一般鋼を製 造</p>	<p>高級鋼に対しては要求品質が確保できる程 度の大型鋼塊を製造し、新分塊工場および 新棒鋼圧延工場で圧延。一般鋼はピレット 連鋳機と新棒鋼圧延工場 で製造</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 一般鋼から高級鋼まで、簡略化された工程で製造できる。 ○ 高級鋼の品質限界を見極めながら製品拡大を図る必要がある。 ○ エネルギー、歩留の面から製造コスト低減が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 品質の優れた製品を製造することができる。 ○ 新分塊工場が必要となり、建設コストが高くなる。 ○ 一般鋼もブルーム連鋳機で製造するため、コスト高となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 現有設備が活用でき、建設コストが安い。 ○ 鋼塊サイズは最大250mm x 250mm程度が限界で品質確保が難しい。 ○ 製造コストはB案より有利と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ある程度の品質は確保できるが品質の安定性に欠ける。 ○ 造塊設備の増強と新分塊工場建設が必要で建設コストが高くなる。 ○ エネルギー、歩留の面から製造コスト高となる。
評価	建設コスト	○	△	◎	×
	品質	○	◎	×	○
	製造コスト	◎	△	○	×
総合評価		1	2	3	4

(注) ◎ ○ △ ×
良 不良

序 章

序 章

1. 調査団派遣の経緯

中華人民共和国は1979年以來「調査、改革、整頓、向上」の方針のもとに経済調整を進めているが、1981年に入り、財政赤字の改善、インフレ昂進の抑制を目標に調整政策の強化、いわゆる、基本建設投資の縮小、均衡財政の実現などを目指している。

かかる経済情勢の下、同国政府は西暦2000年までに農・工業生産を現在の4倍に拡大する計画を発表し、計画達成方法の一環として、既存工場の改善を強力に推進している。

このため日本国に対しても国際協力事業団を通して既存工場の改善のための調査・改善案の立案に関する協力を要請してきたものである。本件は1985年案件として中国政府より要請があった12工場のなかの、鉄鋼に係る3工場（石家荘鋼鉄廠、山東萊蕪鋼鉄廠、上海第十鋼鉄廠）のうちの一つである。

石家荘鋼鉄廠近代化計画については、1985年8月・9月に鈴木孝男を団長とする事前調査が実施されており、この結果に基づき中華人民共和国国家経済委員会と国際協力事業団との間に「中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則」が締結された。

1986年1月に行なわれた本格調査は、石家荘鋼鉄廠近代化調査団（以下、「調査団」と言う）によって、上記の実施細則に従い、近代化計画案を作成するために行われた。

2. 調査の目的

調査は中華人民共和国石家荘市石家荘鋼鉄廠（以下、「鋼鉄廠」と言う）の製鉄工場、製鋼工場および圧延工場などを対象に、その現状を調査し、その結果を基に鋼鉄廠の近代化計画を立案することを目的としたものである。

調査団は日本鉄鋼連盟の傘下にある備神戸製鋼所からの4名の専門家によって1986年1月13日から同年1月31日の間に行なわれた。

調査団は鋼鉄廠の工場診断を実施し、その結果に基づき既存工場設備の活用を基本とした製造技術と生産管理技術に関する現実的、かつ、実現性の高い近代化計画案を立案・提出することを目的とした。

3. 調査対象範囲と内容

事前調査で合意された実施細則に基づき、調査団各専門家による鋼鉄廠の現地調査を行ない、調査結果を勘案して工場改善ならびに近代化計画を立案する、というものであった。以下にその詳細を示す。

3.1 現地調査

石家荘鋼鉄廠の製銑設備、製鋼設備、圧延設備他を対象とし、生産工程としては原材料管理から圧延製品(As Rolled)の出荷検査までとした。

(1) 工場概況調査

現状工場実態と近代化のための工場拡張余地について以下の項目を調査した。

- 工場配置(敷地、建物、生産設備)
- 生産品(生産品種-鋼種、形状、寸法別出荷量)と売上高(品種別)
- 製造設備(公称能力、稼働率、劣化度等)
- 生産(標準生産工程、生産実績等)

(2) 生産工程調査

次の工程について品質改善および生産性向上のための現状実態を把握した。

- 原材料
主原料、副原料、副資材の調達と保管及び払出しについての実績と管理方法。
- 焼結
原料配合法、原料装入法、焼成管理、成品管理等。
- 高炉
原料配合法、原料装入法、送風管理、炉圧管理、溶銑滓管理等

- 製 鋼
 - 溶解法、操業実態、生産体制、原単位等
- 造 塊
 - 造塊法、出鋼温度管理、取鍋乾燥、鋳型形状、耐火物品質、発熱剤、鋼塊管理、原単位等
- 鋼 片 手 入
 - 鋼片手入基準、不良率、歩留、原単位等
- 中形・小形圧延
 - 加熱炉の加熱標準、燃料原単位、パススケジュール、各スタンド能力、不良率、疵検査、寸法検査、温度管理、歩留、電力原単位等
- 試 験 検 査
 - 出荷時の試験検査

(3) 生産管理調査

- 製造設計管理
 - 受注～販売方式、受注→製造指示ルート・方法と受注残管理
- 調 達 管 理
 - 原材料・資材調達ルール
- 在 庫 管 理
 - 在庫レベル：主原材料・鋼塊・鋼片・製品
- 生 産 管 理
 - 生産管理システム、実績把握方法、工程進捗チェック方法、不良品発生対策
- 熱 管 理
 - エネルギー関係原単位の管理方法、電力制限
- 品 質 管 理
 - 品質管理体制、要員体制
- 設 備 保 全 管 理
 - 定期修理、日常点検、事故修理体制、予備品補修品管理体制、要員体制
- 教 育 訓 練
 - 能力別人員構成、教育訓練プログラム

(4) 近代化調査

石家荘鋼鉄廠が希望する近代化計画について、以下の内容を聴取し、明確にした。

- 計画の内容
生産品種、生産量、品質レベル
- 実施スケジュール
年度別生産計画：増産、省力、省エネルギー、品質改善等
- 近代化に要する費用
設備投資規模、設備調達制限
- 近代化計画立案上の留意点
電力供給枠、水質および量、公害規制値、原材料資材調達条件、要員の制限等

3.2 国内解析

現地調査の結果に基づき石家荘鋼鉄廠の現状レベルを日本の現状と対比することにより、差異を明確に把握し、その原因を解析した。

更に、近代化調査内容を組み入れ、段階的近代化計画案を立案した。

ただし、設備計画はベシックプランである。

3.3 現地調査時における両者の基本的合意事項

3.3.1 近代化についての鋼鉄廠の基本的な考え方

- (1) 近代化については、生産量増産を図るために必要な投資を行なう。
- (2) 現在生産している鋼種は普通鋼が主体であるが将来は鋼種拡大を図るとともに、生産量は製品ベースで現状の108,500トン/年から300,000トン/年に増産する。
- (3) 近代化については現有設備をできる限り有効的に利用し、現生産を停止することなく実施する。
- (4) 各工程間の生産能力の不均衡を改善し、主要製品の生産能力を次のとおりとする。

焼	結	鉄	：	60万トン/年
銑		鉄	：	30万トン/年
粗		鋼	：	35万トン/年
製		品	：	30万トン/年

3.3.2 業務範囲に関する確認

現地調査団および鋼鉄廠との討議により、近代化案の立案検討のための前提としていくつかの事項が確認された。

(これらは調査合意書として1986年1月29日に両者の署名の上確認された。)

業務範囲の確認事項はつぎのとおりである。

(1) 1986年～1991年の生産計画

表3.3.2-1の「今後の生産計画」に示された数値とする。

(2) 将来(粗鋼35万トン/年)の製造鋼種構成

表3.3.2-2の「将来の製造鋼種構成」に示された数値とする。

(3) 1986年～1989年の設備計画

表3.3.2-3の「設備稼動計画」に示されたものとする。

(4) 1987年、1989年、1991年の生産バランス

図3.3.2-1、図3.3.2-2、図3.3.2-3の「生産バランス計画」に示されたものとする。

表3.3.2-1 今後の生産計画

(単位:万トン/年)

		1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991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	8
	転 炉	10	12	13	16	22	27
	計	14	20	21	24	30	35
製 品	中形圧延	1	1	2	2	3	0
	小形圧延	10	12	13	13	22	0
	新棒鋼圧延	—	—	—	—		30
	計	11	13	15	15	25	30

()内は土焼法で生産する焼結鉄の量

表 3. 3. 2 - 2 将来の製造鋼種構成 (粗鋼ベース)

(単位: 万トン/年)

	一般構造用 炭素鋼	鉄筋コンク リート用鋼	機械構造用 低合金鋼	機械構造用 炭素鋼	快削鋼 鋼鋼	合 計
転 炉 鋼	16.2	9.45	—	—	1.35	27
電 気 炉 鋼	—	4	0.8	3.2	—	8
合 計	16.2	13.45	0.8	3.2	1.35	35

表 3.3.2-3 設備稼働計画

〔 A : 建設中 C : 決裁済で未着工
 B : 発注済 D : 未決裁

部門	改造・新規設備	区分・申請	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	備考
原料・製鉄	焼結設備増強 (50 m ²)	C			○ 11月			
	3号高炉稼働	A	○ 5月					
	鑄鉄機増強	C		○ 11月				
	溶鉄鍋 (35 T)	A	○ 5月					
	酸素発生装置	A (1,500 Nm ³ /h) C (2,200 Nm ³ /h) D (4,500 Nm ³ /h)	1,500 Nm ³ /h ○ 8月 ○ 9月		3,200~4,500 Nm ³ /h ○ 11月			
	混鉄車 (65 T)	C	○ 9月	○ 6月				
	溶鉄脱硫設備	A	○ 9月					
	6 T 上吹転炉・キャポラ休止	D (1987年)				○ 11月		
	20 T 上下吹転炉・600 T 混鉄炉	D (1987年)				○ 11月		OG化・ガスボイラ増強 FeSi 工場増強
	転炉用連鑄機	A	○ 3月				○ 6月	
製鋼	スクラップ予熱装置	C			○ 6月			
	電気炉用連鑄機	C						
	スクラップ処理設備	C						
	スラグ処理設備	C						
	小形加熱炉新設	B	○ 12月					
	中形加熱炉新設	C		○ 6月				
	新棒鋼工場新設	D (1987年)				○ 11月		
	受電設備	D (1987年)				40,000 瓩 × 2 ○ 7月		

(単位：千トン/年)

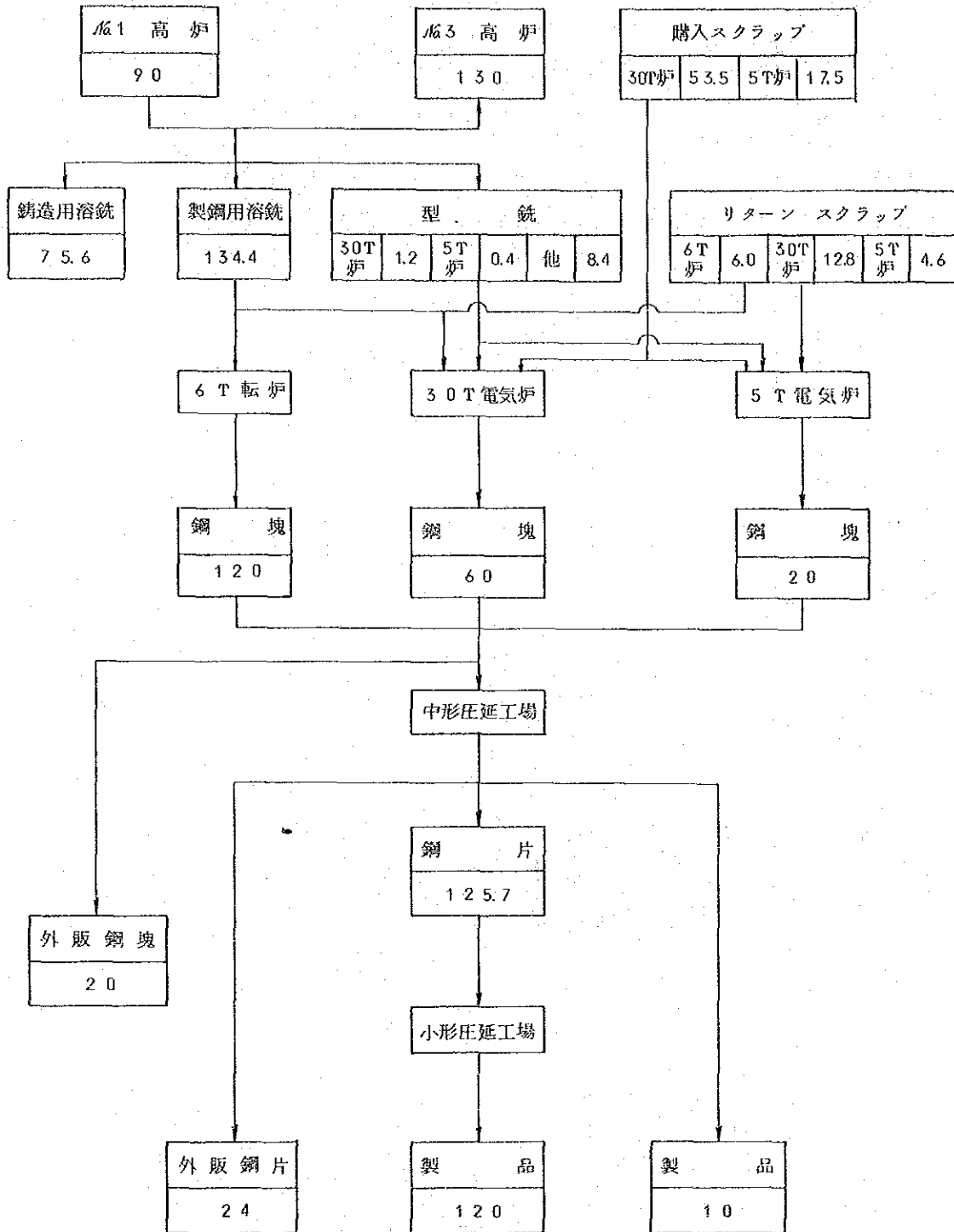


図 3.3.2-1 1987 年生産バランス計画

(単位：千トン/年)

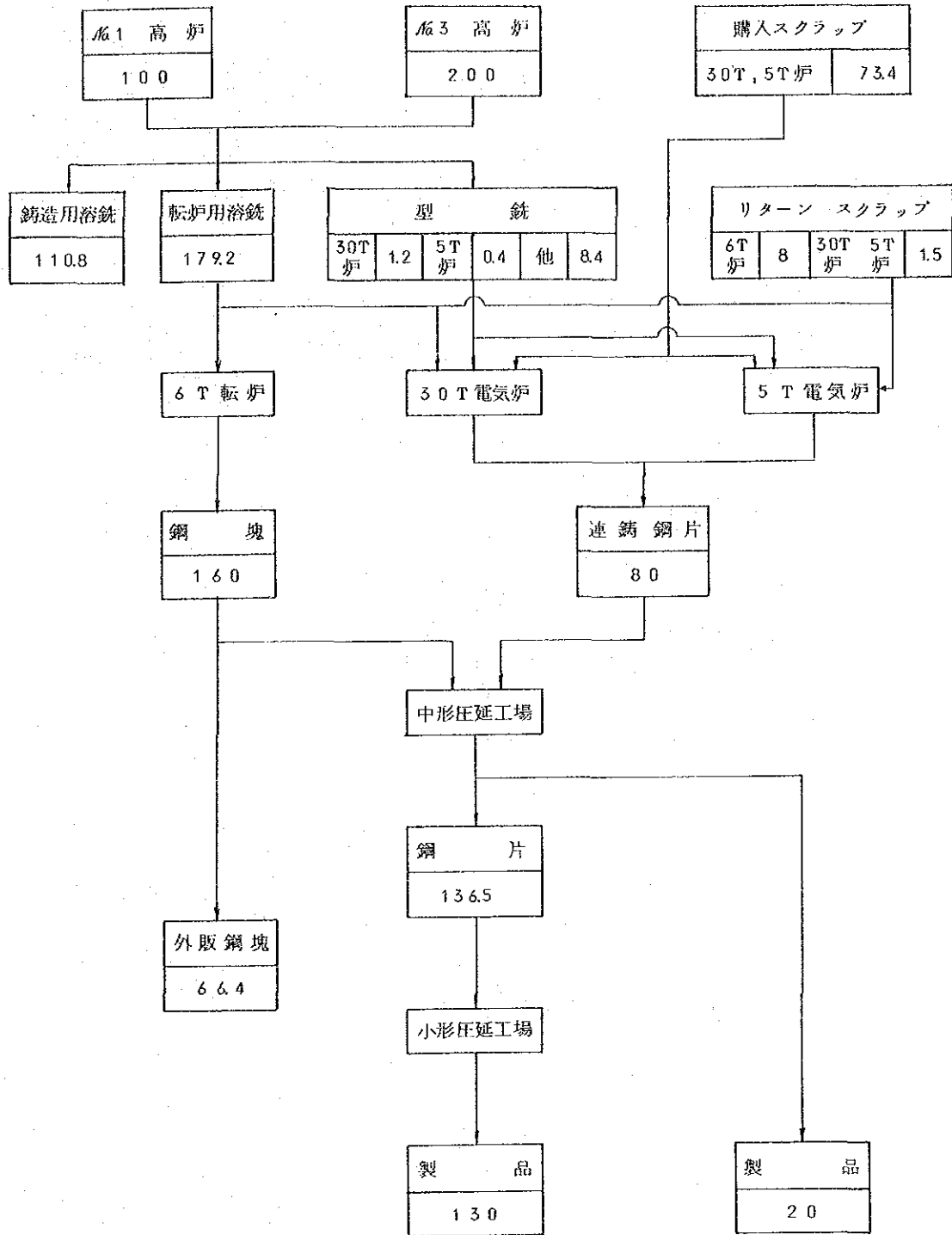


図 3.3.2-2 1989年生産バランス計画

(単位：千トン/年)

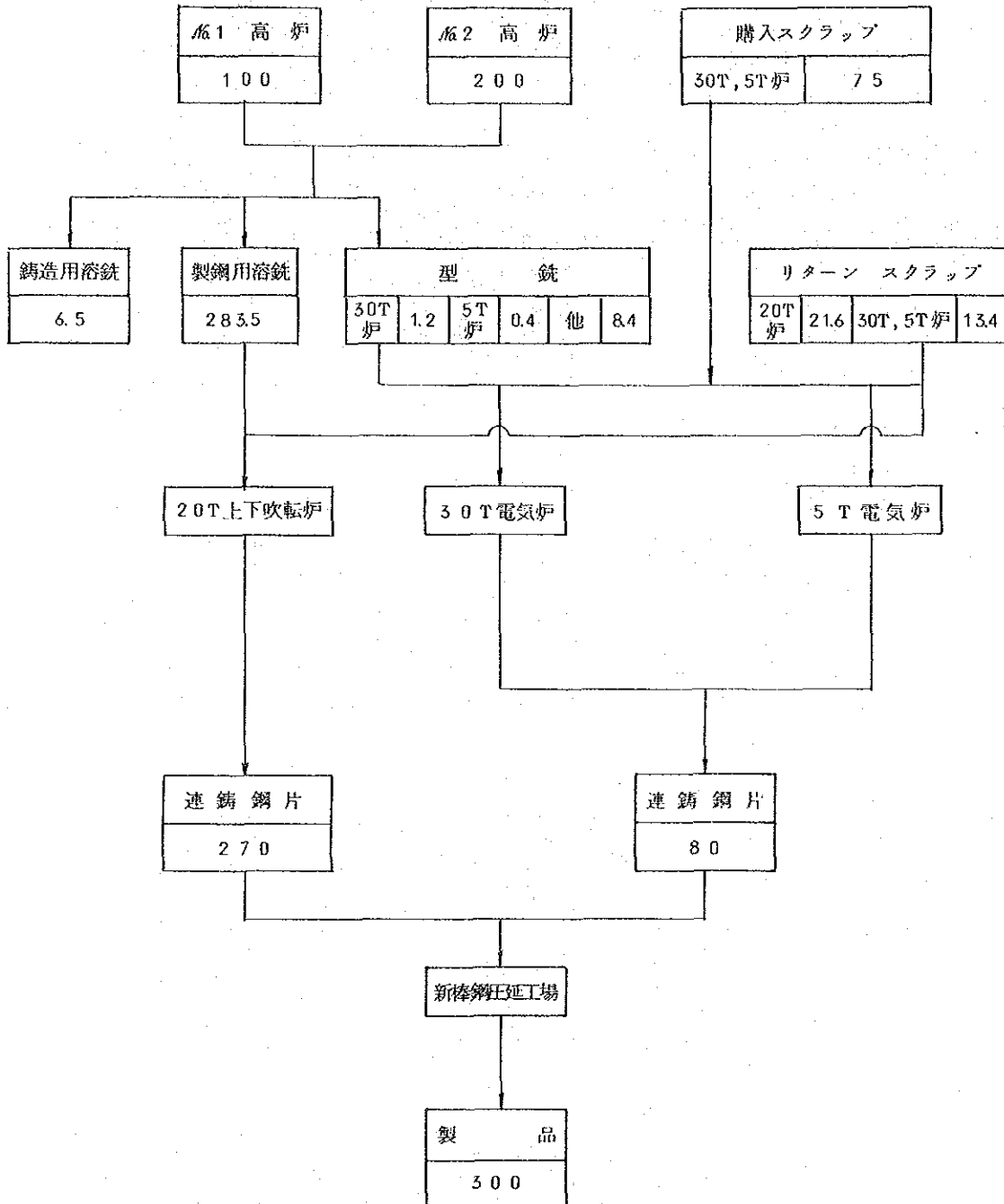


図 3.3.2-3 1991 年生産バランス計画

(5) 特に留意する技術的検討項目

- ① 焼結原料ヤードにおける効率的原料受入、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 焼結鉄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案ならびに適切な高炉炉内の原料構成について提案する。
 - ④ 第一高炉および第三高炉の設備上の問題点に対する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ならび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 製鋼スラグの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 スクラップ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、連鑄設備）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 電気炉用連鑄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 新棒鋼圧延工場の設備仕様とレイアウトについて検討する。
 - ⑭ 新棒鋼圧延工場では、ホットチャージングが行なえるよう連鑄工場との関係も考慮してレイアウトを検討する。
 - ⑮ 新棒鋼圧延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 新棒鋼圧延工場稼働後の中形圧延工場のありかたについて提案する。
 - ⑰ 中形圧延工場、小形圧延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。
- (注) 合意書の原文を第6章付属資料1-(1)に添付する。

3.4 調査報告書(DRAFT)説明時における両者の基本的合意事項

1986年6月に行なわれた調査報告書(DRAFT)説明の際に両者で合意された事項は以下の通りである。本条1項で合意された事項と、この項で合意された事項との間で矛盾する内容がある場合は本項の内容が優先される。

なお、本項の合意事項は、議事録として1986年6月21日に両者の署名の上、確認された。

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。

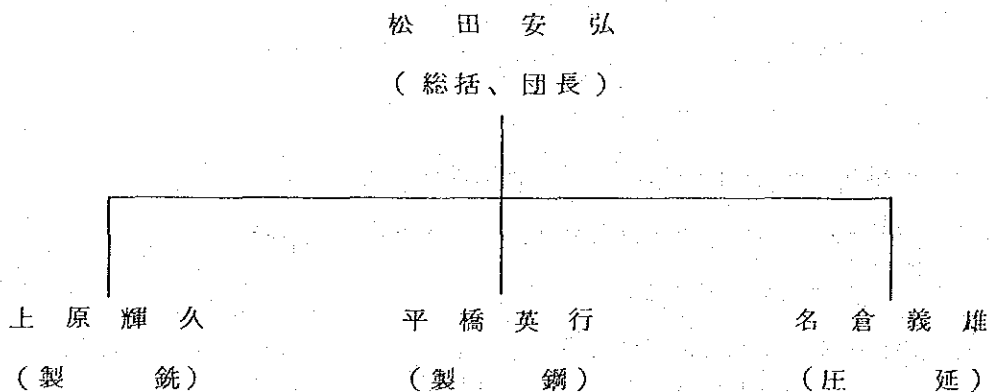
- (1) 酸素発生装置、スクラップ処理設備、スラグ処理設備についての設備費用を追加する。
- (2) コークス炉ガス供給量(1,700Nm³/h)に対する増量が不可能として、石炭ガス発生炉を設置する案を検討したが、コークス炉ガスの供給量を増加し石炭ガス発生炉を設置しない案を加える。また、ガス発生炉の設備費用を追加する。
- (3) 環境管理に関する国家基準値と実測値を記述する。

(注) 議事録の原文を第6章付属資料1-(2)に添付する。

4. 現地調査団の構成と日程

4.1 調査団の構成

1986年1月に行なわれた現地調査のための調査団の構成は次のとおりである。



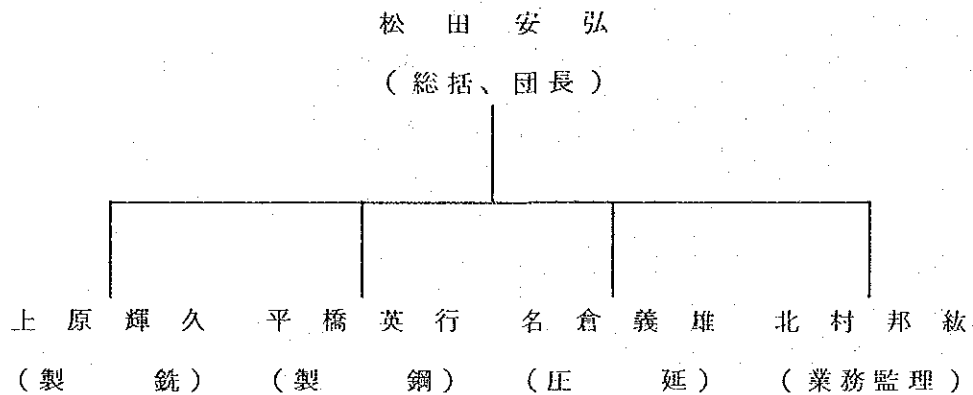
4.2 調査団の日程

日順	月/日	曜日	行 程	主 な 業 務 内 容
1	1/13	月	神戸 → 北京	(移 動)
2	1/14	火	北京 → 石家庄	(")
3	1/15	水	石家庄 鋼鉄 廠	INCEPTION REPORT の説明、工場概況の調査確認
4	1/16	木	"	工場概況の調査、確認
5	1/17	金	"	近代化計画の確認
6	1/18	土	"	工場概況の調査、確認
7	1/19	日	"	(休 日)
8	1/20	月	"	担当別調査
9	1/21	火	"	担当別調査
10	1/22	水	"	担当別調査
11	1/23	木	"	担当別調査
12	1/24	金	"	近代化計画の確認
13	1/25	土	"	近代化計画の確認、担当別調査・確認
14	1/26	日	"	(休 日)
15	1/27	月	"	担当別調査・確認、質問事項の回答説明
16	1/28	火	"	担当別調査・確認、合意書(案)の作成
17	1/29	水	"	合意書に関する討議と署名
18	1/30	木	石家庄 → 北京	(移 動)
19	1/31	金	北京 → 神戸	(")

5. 調査報告書（DRAFT）説明のための調査団の構成と日程

5.1 調査団の構成

1986年6月に行なわれた調査報告書（DRAFT）説明のための調査団の構成は次のとおりである。



5.2 調査団の日程

日順	月/日	曜日	行 程	主 な 業 務 内 容
1	6/16	月	日 本 → 北 京	(移 動)
2	6/17	火	北 京 → 石 家 庄	(")
3	6/18	水	石 家 庄 鋼 鉄 廠	調 査 報 告 書 説 明
4	6/19	木	"	"
5	6/20	金	"	"
6	6/21	土	"	"
7	6/22	日	石 家 庄 → 北 京	(移 動)
8	6/23	月	国 家 経 済 委 員 会 冶 金 工 業 部 日 本 大 使 館 JICA 北 京 事 務 所	調 査 報 告 書 説 明 時 の 概 況 報 告
9	6/24	火	北 京 → 日 本	(移 動)

6. 主要面談者名 (敬称略)

(1) 現地調査時

国家經濟委員会	輸出入局引進局副所長	王		毅
"	診斷弁公室副所長	姜	德	群
"	"	朱		燮
"	" 工程師	叶		濱
"	" 科 長	馬	雁	鳴
"	輸 出 入 局	孫		亮
"	診 斷 弁 公 室	弓	海	旺
"	高 級 工 程 師	薛	光	中
冶 金 工 業 部	鋼鉄司高級工程師	陳	国	宝
河 北 省	外事弁公室副主任	范	占	齡
河北省經濟委員会	科技所副所長	張	裁	生
"	副 主 任	譚	祖	舜
"		靳	宝	朝
河北省冶金工業總公司	副 總 經 理	霍	英	杰
"	"	李	鴻	榮
"	企画管理副処長	袁	同	彬
石 家 庄 鋼 鉄 廠	廠 長	于	瀛	洪
"	副 廠 長	董	石	民
"	"	閻	胜	科
"	"	吳	玉	林
"	總 工 程 師	潘	荫	華
"	副 總 工 程 師	戚	迎	庆
"	計 画 科 科 長	赵	乘	权
"	計 画 科 副 科 長	刘	晓	民
"	廠長弁公室主任	張	書	年

通 訊

河北省石家庄通信研究所	工程師	何	永	吉
冶金工業部自動化研究所	外事科科長 工程師	張	必	彤
邢台市科學技術委員會		王	心	明
冶金輸出輸入公司河北省總公司		孫		勇
河北省科學技術情報研究所		曹		潔

(2) 調查報告書 (DRAFT) 說明時

石 家 庄 に て

冶 金 工 業 部	鋼鐵司高級工程師	陳	國	寶
河北省冶金工業總公司	副 總 經 理	霍	英	杰
"	企 画 管 理 副 處 長	袁	同	彬
"	工 程 師	夏	國	華
"	"	卿	光	輝
"	"	蔡	景	春
"	"	鍾	子	論
石 家 庄 鋼 鐵 廠	廠 長	于	瀛	洪
"	副 廠 長	董	石	民
"	"	閻	勝	科
"	"	楊	金	城
"	總 工 程 師	潘	蔭	華
"	副 總 工 程 師	戚	迎	仄
"	計 画 科 科 長	趙	乘	叔
"	計 画 科 副 科 長	劉	曉	民
"	廠 長 弁 公 室 主 任	張	書	年

通 訊

河北省石家庄通信研究所	工 程 師	何	永	吉
冶金工業部自動化研究所	外事科科長 工程師	張	必	彤
邢台市科學技術委員會		王	心	明
河北省科學技術情報研究所		曹		潔

北京にて

国家経済委員会

〃

〃

〃

〃

冶金工業部

〃

〃

〃

〃

石家莊鋼鐵廠

冶金工業部

〃

輸出入局引進局總工程師

〃 引進所長

重工業局鋼鐵所長

輸出入局工程師

重工業局工程師

鋼鐵司總工程師

中小企業弁公室主任

〃 工程師

鋼鐵司高級工程師

鋼鐵司工程師

總工程師

外事局

對外總連絡所

姜 季 炎

馮 留 鵬

季 增 毅

孫 亮

缺 曉 玲

刘 勇 昌

耿 炳 奎

刘 慈 雲

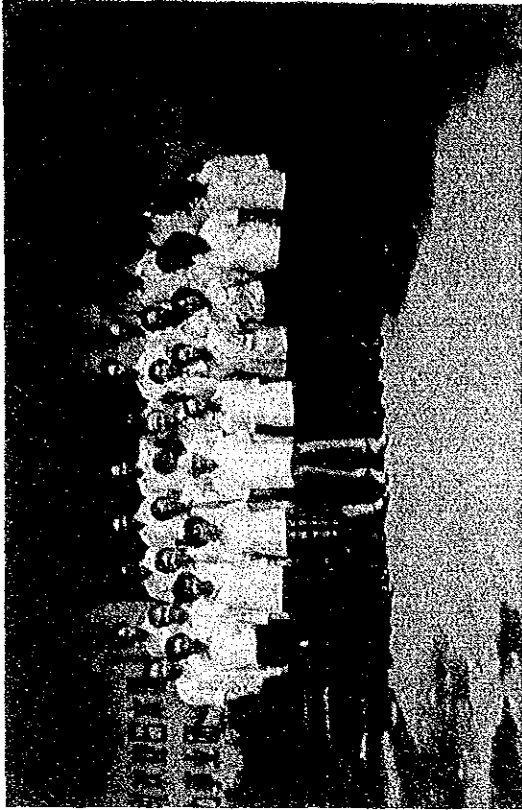
陳 国 宝

陆 佩 珊

潘 荫 華

范 文

趙 恒 春



石家庄鋼鉄廠の玄関にて



風景
會議
會



石家庄鋼鉄廠近代化調査団

平橋 (製鋼)

上原 (製鉄)

松田 (団長)

北村 (運産省)

名倉 (庄延)

第1章 石家庄鋼鉄廠の概要

第 1 章 石家庄鋼鉄廠の概要

1. 工場・沿革

石家庄鋼鉄廠は 1958 年 4 月に河北省石家庄市に設立されて以来 28 年を経ている。粗鋼年産 13 万トン（1985 年）の高炉、製鋼、圧延設備をもつ鉄鋼一貫製鉄所であり、中型企業に分類されている。

石家庄鋼鉄廠は華北の鉄道交通の要衝で、河北省の工業の 1 中心地である石家庄市の東郊にあり、河北省産の鉄鉱石、石炭をベースに立地した工場である。周辺は工場地帯となっており、北側にはコークス工場（別企業）があり、ここからコークスおよびコークス炉ガスが供給されている。

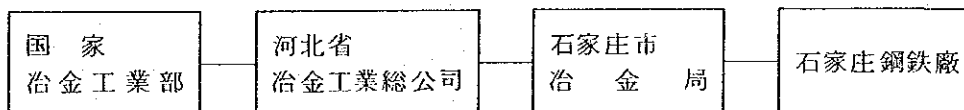
近代化に関しては既に生産能力を粗鋼ベースで年産 35 万トンに拡大する計画が作られており、高炉（300 m^3 ）、電気炉（30 トン）の建設も完了しており、今後最新技術を取り入れた効率のよい設備を建設して生産鋼種の拡大と生産能力増強を行なうことを目標としている。

2. 位置付け

石家庄鋼鉄廠は河北省冶金工業總公司に直屬しており、国の冶金工業部の管理下にある。

石家庄鋼鉄廠は河北省の中でも優良工場の一つにあげられており、今世紀末までに中国の粗鋼生産量を 8,000 万トン/年に拡大する大方針に関連した中規模企業の生産能力倍增計画にしたがって、石家庄鋼鉄廠の近代化計画の推進が図られている。

鋼鉄廠と上部組織の関係は次の通りである、今回同レベルの製鉄所の近代化計画のモデル工場の一つとして石家庄鋼鉄廠が選ばれた。



河北省には以下の6つの製鉄所がある。

		粗鋼生産能力
張家口市	宣化鋼鉄廠	30万トン/年
邯鄲市	邯鄲冶金礦山公司	70万トン/年
邢台市	邢台鋼鉄廠	30万トン/年
唐山市	唐山鋼鉄公司	120万トン/年
承德市	承德鋼鉄廠	11万トン/年
石家庄市	石家庄鋼鉄廠	11万トン/年

3. 工場概要

- 敷地面積：692,653 m^2
- 建屋面積：116,127 m^2
- 資産 固定資産：1984年；4,471万元、1985年；5,294万元
流動資産：1984年；1,926万元、1985年；3,194万元
- 総売上高：1984年；6,317万元、1985年；6,600万元
- 生産品目：棒鋼（丸鋼、異形棒鋼）
- 生産量：各工程毎の生産状況を表3-1に示す。
- 生産工程：図3-1に示す。
- 組織と人員

1985年の従業員総数は5,008名であり、うち管理者数は312名、技術員は358名である。

工場の管理組織を図3-2に、工場内の人員構成を表3-2に、学歴構成を表3-3にそれぞれ示す。

主要設備概要

		生産能力 (万トン/年)	建設年度
焼結機	24 m^2 ×1基	24	1981年
高炉	150 m^3 ×1基	10	1969年
	300 m^3 ×1基	20	1986年

転 炉 (空気横吹)	6 T × 2 基	10	1958年
電 気 炉	5 T × 1 基	2	1958年
	30 T × 1 基	6	1985年
中形圧延工場	ロール径 530 _{mm} φ × 3 台	12	1971年
小形圧延工場	ロール径 400 _{mm} φ × 1 台 / 250 _{mm} φ × 5 台	9	1965年

・ 鉄鋼廠全体配置図 図3-3に示す。

表3-1 1985年生産状況総括表

(単位: トン/年)

1. 製 鉄					
製 鋼 用 鉄		81,804	すべて鑄鉄による型鉄		
鑄 物 用 鉄		21,340			
合 計		103,144			
2. 製 鋼 : 鋼 塊					
転 炉		102,064			
電 気 炉		29,911			
合 計		131,975			
3. 圧 延 製 品					
製 品 寸 法(mm)		機械構造用炭素鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	合 計
小 形 棒 鋼	12		5,715		5,715
	14	445	14,880		15,325
	16	50	16,084		16,134
	18	215	10,905		11,120
	20	268	4,335		4,603
	22		821		821
	25	1,781	6,835		8,616
	28	3,835	2,645		6,480
小 形 異 形 棒 鋼	12			3,617	3,617
	14			7,184	7,184
	16			6,491	6,491
	18			4,706	4,706
	20			3,430	3,430
	22			1,510	1,510
	25			6,006	6,006
	28			871	871
小形圧延合計		6,594	62,220	33,815	102,629
中形棒鋼	50	1,796	939		2,735
	55	2,125	1,014		3,139
中形圧延合計		3,921	1,953		5,874
総 合 計		10,515	64,173	33,815	108,503

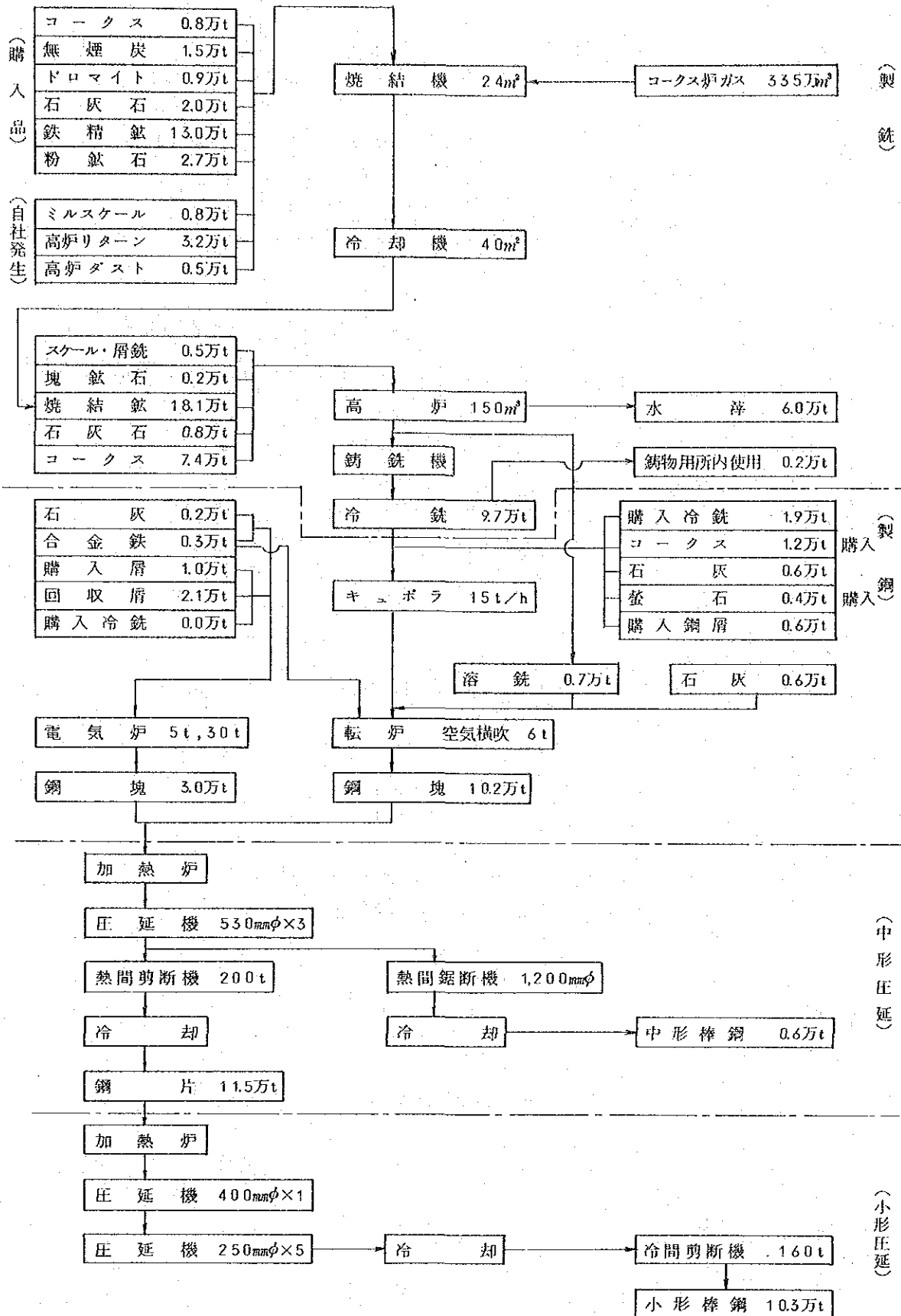


図3-1 石家荘鋼鉄廠の生産工程(1985年)

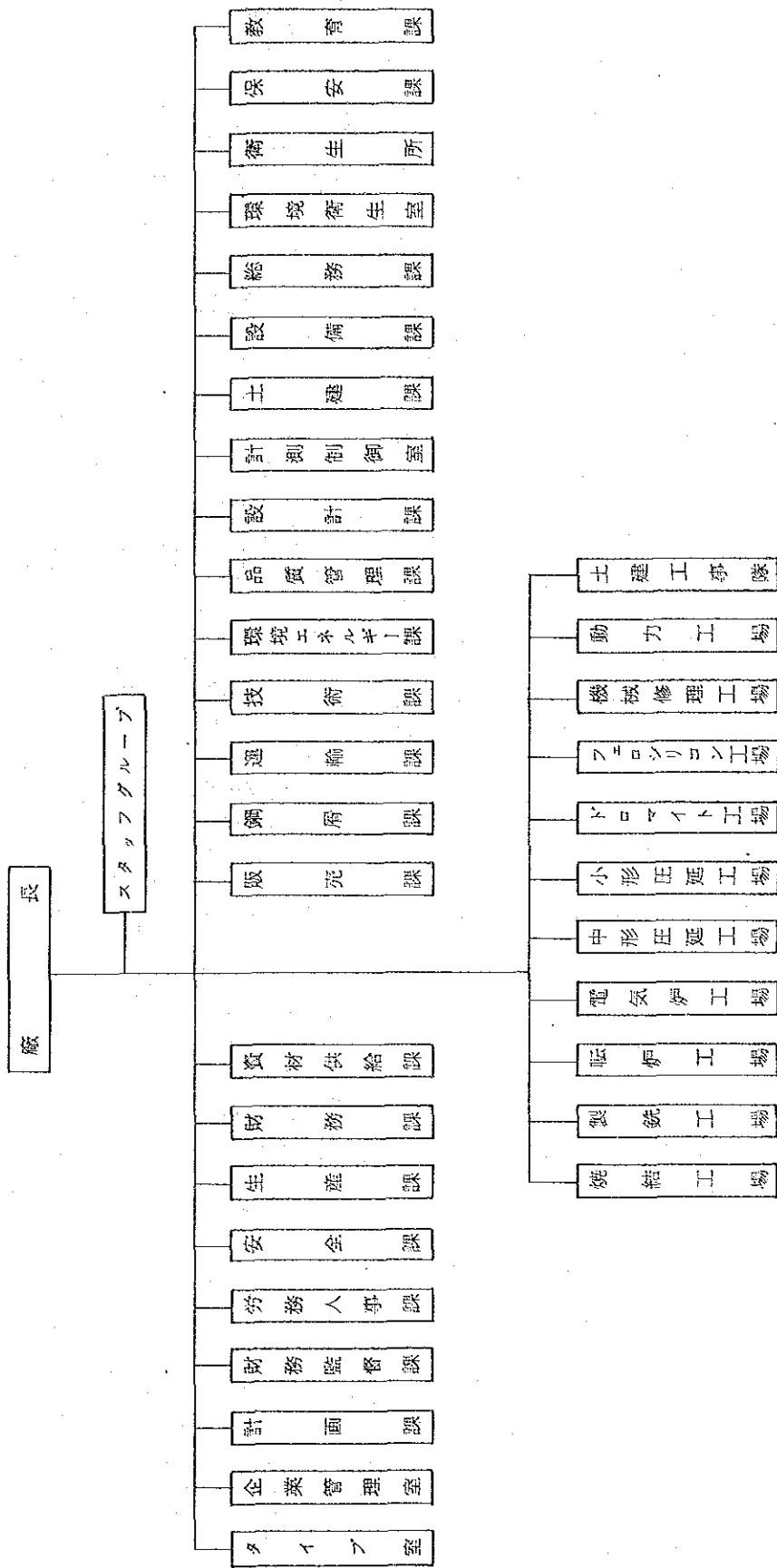


図 3 - 2 石冢庄銅鉄廠管理組織図

表 3 - 2 従業員状況

	内 訳	合 計
生産作業員	作業員 3,362	3,711
	見習い 112	
	その他 237	
その他	工程技術員 358	1,297
	管理職員 312	
	服务人员 402	
	その他 225	
計		5,008

表 3 - 3 従業員学歴構成

大学、短大卒相当	8.3%
高専卒相当	7.1%
高校卒相当	15.4%
中学卒相当	34.1%
小学卒相当	33.8%
その他	1.3%
計	100.0%

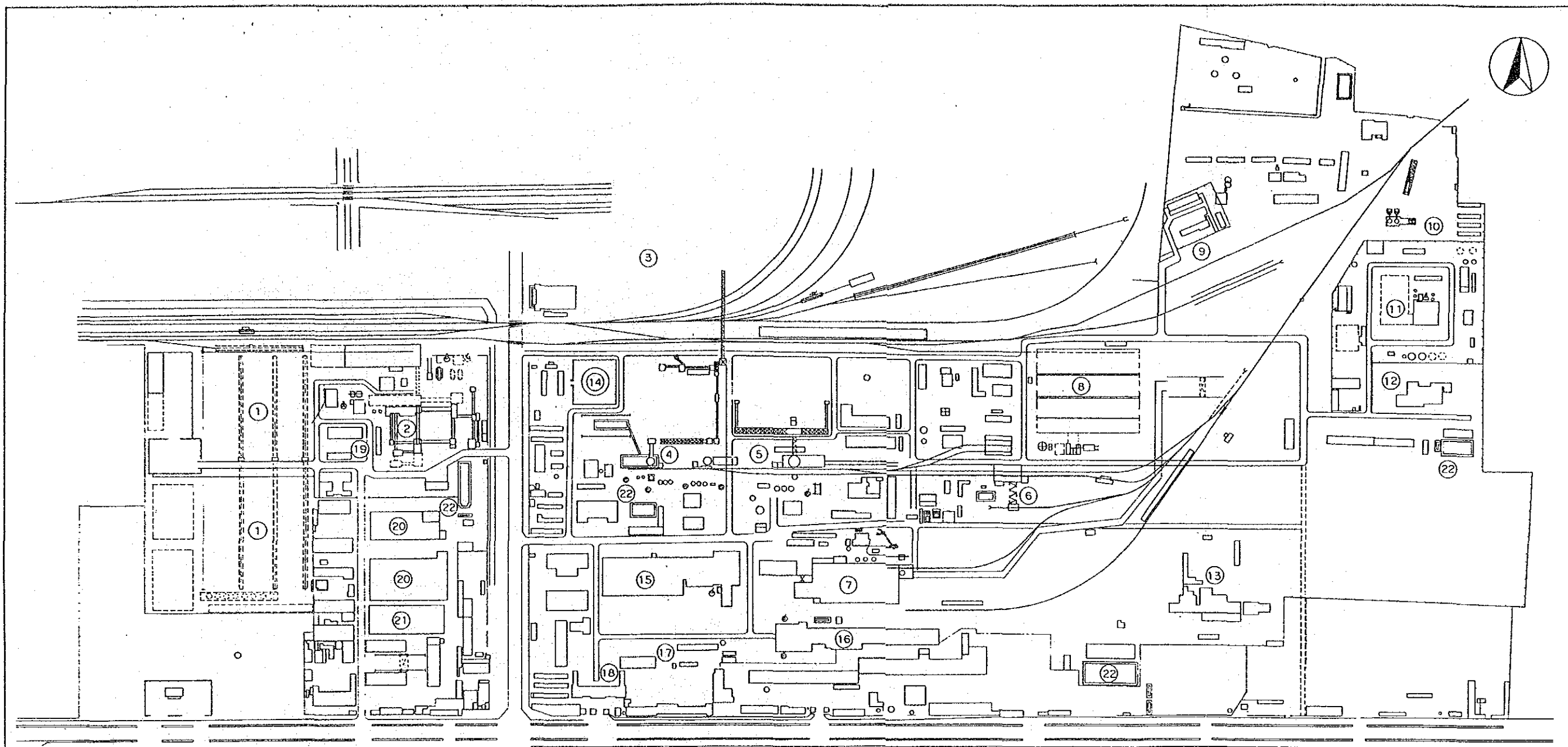
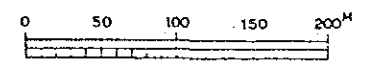


図 3-3 石家荘鋼鉄廠全体配置図



第2章 生産工程の現状と問題点

第2章 生産工程の現状と問題点

1. 製鉄工場の現状と問題点

1.1 現状設備と操業実績

製鉄工場は焼結機（有効グレート面積：24 m^2 ）および第一高炉（内容積：150 m^3 ）のそれぞれ一基からなっている。生産された溶鉄は全量、鋳鉄機で型鉄とし、主として製鋼工場で使用されている。

コークスは隣接の別工場から購入しており、自社設備はない。その歴史は1968年に始まり、当時は内容積55 m^3 の第二高炉のみであったが、翌年には第一高炉が稼動した。その後1980年に第二高炉を停止、また第三高炉（内容積300 m^3 ）を建設し1986年7月火入れ予定で準備中である（1986年6月現在）。焼結鉄は当初、土焼結法にて製造していたが1982年に現在の焼結工場による生産に移行している。

表1.1-1に1980年から1985年までの生産量の推移を示す。また、工場レイアウトを図1.1-1、図1.1-2に、設備仕様を表1.1-2、表1.1-3に示す。1985年における主要諸元を表1.1-4、表1.1-5に示した。

（写真1.1-1、2、3を参照）

表1.1-1 製鉄工場生産量の推移（1980年～1985年）

（単位：トン/年）

		1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年
焼 結 鉄		(注) (201,265)	(180,716)	(29,570) 138,840	152,102	204,333	215,047
溶 鉄	製 鋼 鉄	82,700	84,542	96,545	80,706	89,992	81,804
	鋳 物 鉄	5,125	6,177	3,611	8,542	14,666	21,340
合 計		87,825	90,719	100,156	89,248	104,658	103,144

（注）（ ）内は土焼結鉄生産量を示す。

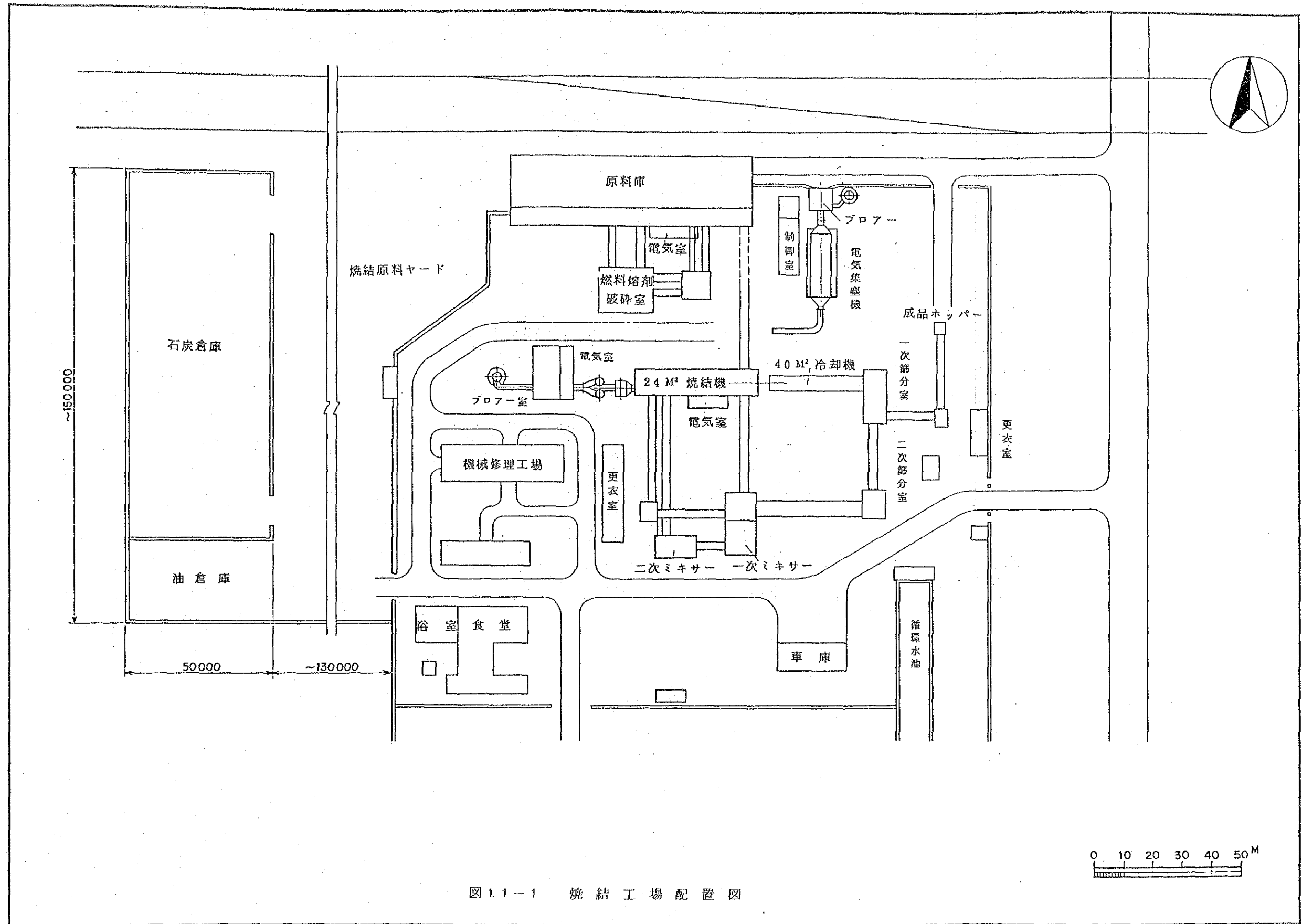


図 1.1-1 焼結工場配置図

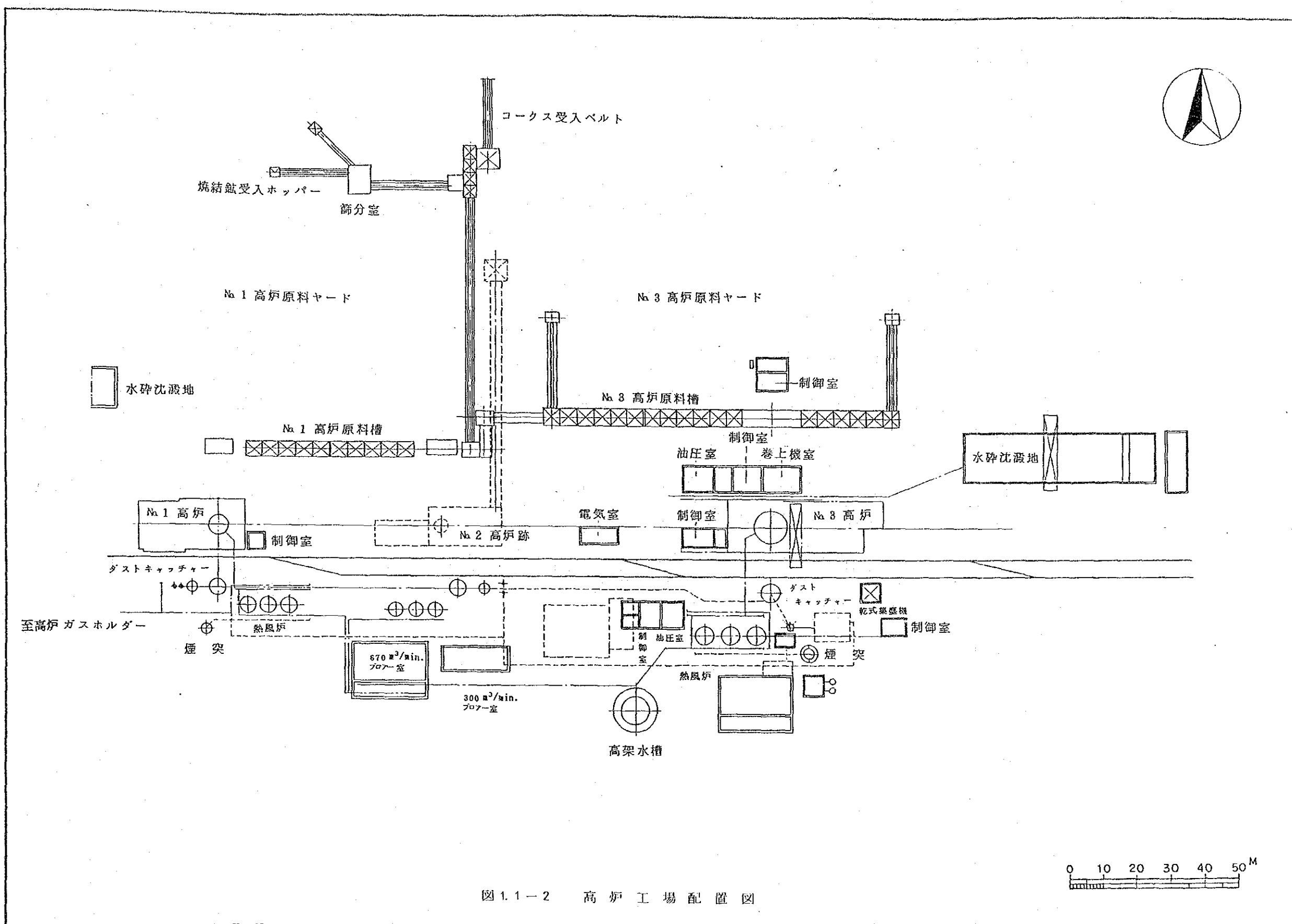


図 1.1-2 高炉工場配置図

表 1.1 - 2 焼結工場の設備仕様

設 備 名	基 数	設 備 内 容
貯 鉄 槽	4	鉄鉄石用：1,320 m^3 副原料用：1,200 m^3 ブリーズ、無煙炭用：1,080 m^3 返 鉄 用：600 m^3
ドラムミキサー	2	能 力：315 t/h 2,500 mm ϕ × 5,000 mm L、2,800 mm ϕ × 6,000 mm L
焼 結 機	1	型 式：ドワイトロイド式 グレート面積：24 m^2 (有効) 風 箱 数：9 点火炉燃料：コークス炉ガス 集 塵 機：サイクロン 排 風 機：風量 1,600 m^3/min 負 圧 -950 mm H ₂ O
冷 却 機	1	型 式：直線形冷却機(吸引式) 排 風 機：風量 2,250 m^3/min 負 圧 -60 mm H ₂ O
冷間クラッシャー		な し
冷 間 篩	1	能 力：90 t/h 1,500 mm W × 3,500 mm L

表 1.1 - 3 高炉工場の設備仕様

設備名	設備内容		
		<第一高炉>	<第三高炉>
高炉本体	内容積	150 m ³	300 m ³
	羽口数	8	12
	出鉄口数	1	1
	出滓口数	2	2
	炉体冷却	ステープ	ステープ
原料槽	鉄石槽	84 m ³ ×6	87.3 m ³ ×12
	コークス槽	84 m ³ ×4	87.3 m ³ ×6
装入設備	巻上方式	スキップ	スキップ
	装入装置	2ベル(連続回転シュート付)	2ベル(回転ホッパー付)
熱風炉	型式	内燃カバー式	改造型内燃式
	基数	3	3
	蓄熱面積	4,189 m ² /基	10,300 m ² /基
	最高ドーム温度	1,300℃	1,350℃
ブロー	最大送風量	670 N m ³ /min	850 N m ³ /min
	最高送風圧力	2.25 kg/cm ²	2.80 kg/cm ²
ガス清浄設備	構成	ダストキャッチャー → 洗滌塔 → ベンチュリー (1986年に乾式に変更予定)	ダストキャッチャー → バッグフィルター
鑄鉄機	能力	30~35 t/h/2速	'87年に1基増設予定

表 1.1 - 4 焼結工場主要操業諸元 (1985年)

項目	単位	操業諸元
生産量	t/月	最高：20,061(1985年5月)、平均：17,921
生産率	t/m ² /h	1.33
原料配合率	%	精鉄粉：55~70、富鉄粉：15~35 燃料粉：8~9.5、石灰石粉：6~13
エネルギー原単位	kg/t	ブリーズ：45、無煙炭：84
	Nm ³ /t	コークス炉ガス：15.56
	kWh/t	電力：26.74
成品化学分析	%	T.Fe FeO SiO ₂ CaO MgO CaO/SiO ₂
		平均
		53.93 16.38 9.51 9.58 3.42 1.01
		バラッキ
		(53.03 15.89 8.78 8.77 0.89)
		({ { { { { }
		(55.01 20.21 10.31 10.96 1.24)
稼働率	%	76.85
		計画休止 504.7時間(注)
		事故休止
		内因 1,069.7時間
		外因 453.8時間

(注) 高炉使用量に対して焼結鉄生産能力が勝っており、毎週1回の計画修理を実施している。

表 1.1 - 5 高炉工場主要操業諸元 (1985年)

項 目	単 位	操 業 諸 元
生 産 量	t/月	最 大：2,600、平 均：8,700
出 鉄 比	t/d/m ³	1.93
燃 料 比	kg/t	最 低：603、平 均：631 (コークス灰分 14.69%)
送 風 量	m ³ /min	340
送 風 圧 力	kg/cm ²	1.72
送 風 温 度	℃	939
送 風 湿 度	g/Nm ³	9.28 (2.3~18.4)
炉 頂 ガス 温 度	℃	115
" 圧 力	kg/cm ²	0.19
" 成 分	%	CO CO ₂ H ₂ 30.07 13.83 0.27
ダ ス ト 比	kg/t	40
原 料 配 合	kg/t	焼結鉄：1,697.8、塊鉄石：16.1、屑鉄：49.5 石灰石：79.1
溶 鉄 成 分	%	Si Mn P S 1.117 0.133 0.0714 0.0365
ス ラ グ 成 分	%	CaO SiO ₂ MgO Al ₂ O ₃ C/S 39.56 36.54 11.82 11.94 1.08
ス ラ グ 比	kg/t	600
稼 働 率	%	96.61 計画休止：232.1時間 事故休止：57.9時間

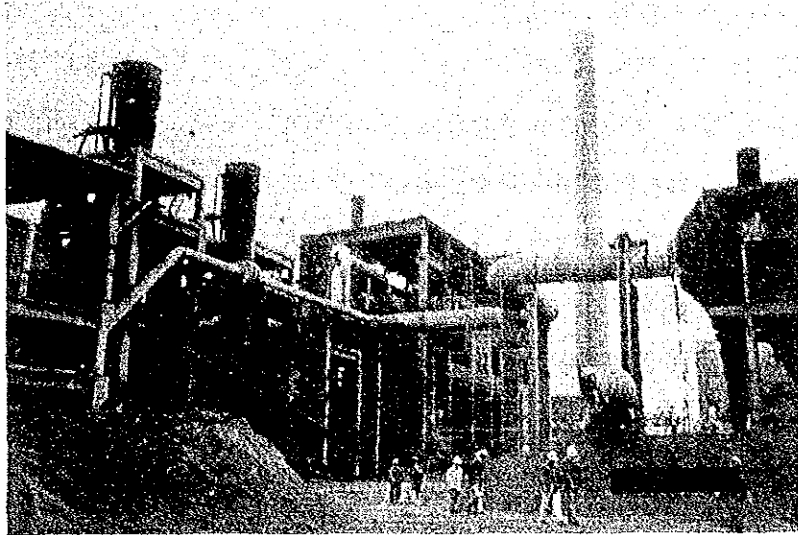


写真 1. 1 - 1 焼結工場全景（クーラー側より）

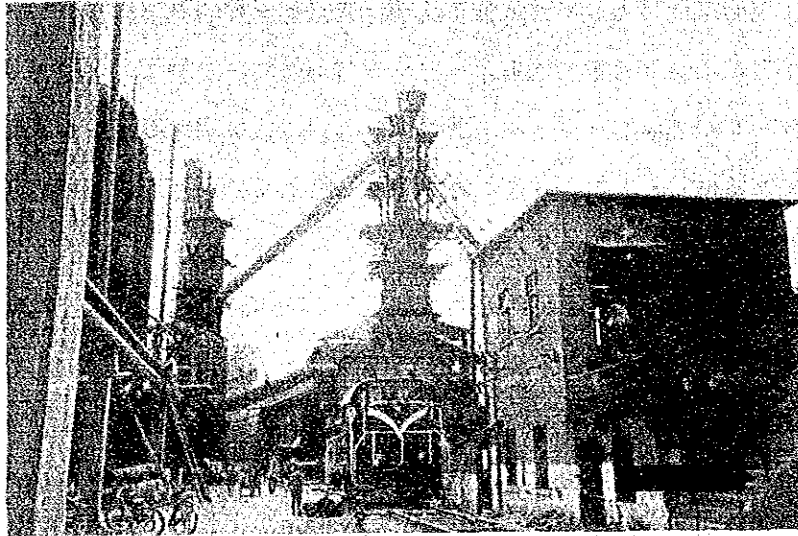


写真 1. 1 - 2 第一高炉全景

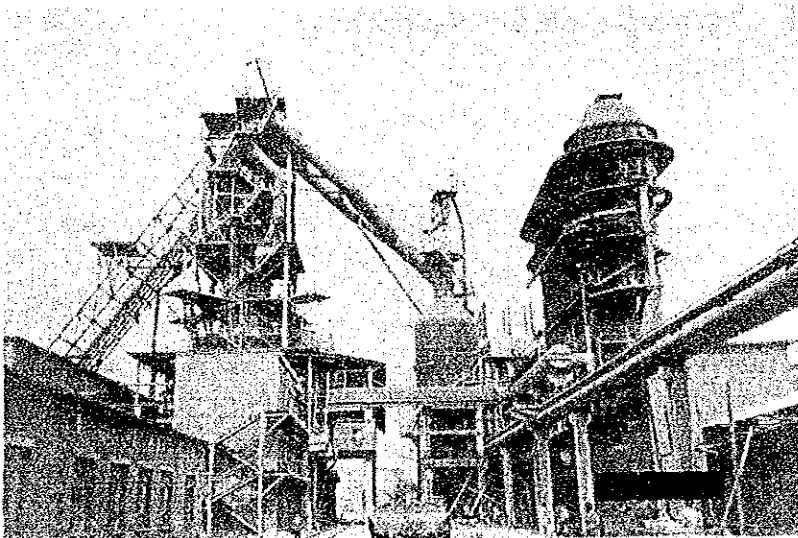


写真 1. 1 - 3 第三高炉全景

1.2 製鉄工場の特徴と問題点

(1) 焼結工場

焼結操業の目的は高炉をも含めた総合的なコストミニマムであり、高炉が要求する焼結鉄の品質をいかに安価に生産するかにある。具体的には塊成化された焼結鉄の粉化を極力少なくするための強度、粒度の維持、化学成分のバラッキ減少を目指し、コストに多大な影響を与える燃料原単位、電力原単位などの低下、生産性の向上を計ることである。既設焼結工場の最大の問題は焼結原料の配合精度にある。

以下に焼結工場の特徴と問題点について要約する。

1) 原料ヤードでの焼結原料の混合状態

焼結主原料として精鉄粉 5 銘柄、富鉄粉 1 銘柄が使用されている。これらは各鉄山から貨車で原料ヤード北端に運ばれ、人力で荷卸し、リヤカーで精鉄粉 5 銘柄は同一パイルに積付けられ、富鉄粉は別パイルとして貯蔵される。また払出しも人力で行なわれており、精鉄粉はリヤカーで焼結工場貯鉄ピットへ、富鉄粉は返鉄、雑鉄源（高炉ダスト、圧延スケール等）、生石灰と目分量で混合され、混合粉として貯鉄ピットへと輸送される（図 1.2-1、写真 1.2-1）。精鉄粉は銘柄によって化学成分特に T.Fe（66～59%） SiO_2 （4.0～14.0%）に差があり、正確な比率で混合することが望まれる。また富鉄粉は混合粉にして使用されるが、その構成原料はそれぞれ化学成分を大きく異にしており、これも正確な比率での混合（よりよくはそれぞれ単独で秤量して配合）が必要である。

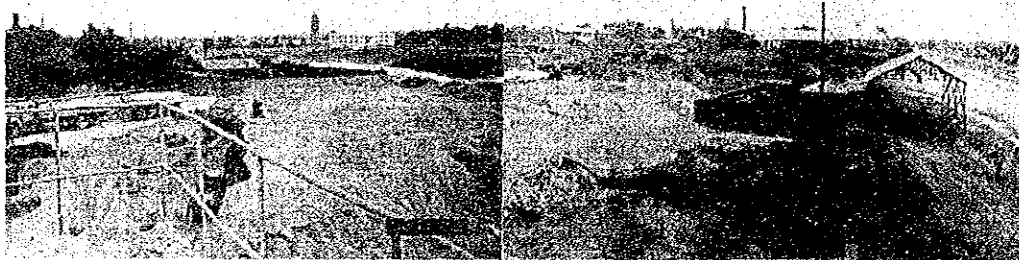


写真 1.2-1 焼結ヤード全景

2) 焼結原料の切出精度

焼結工場貯鉄ピットは精鉄粉、混合粉、石灰石、高炉返鉄および燃料（無煙炭またはブリーズ）の5ピットで構成されている。それぞれの原料はバケットクレーンで小型のホッパー（複数）に供給され（石灰石、無煙炭およびブリーズは破碎後）、ホッパー下部のテーブル・フィーダーで切出し、混合されている。テーブルフィーダーの切出量はホッパー内の原料在庫量、ホッパー内の粒度偏析、ホッパー下部（切出部）の状態等によって変動しやすく、時には荷切れも発生し、焼結鉄の化学成分変動の原因となる。特に新原料平均成分からかけはなれた化学組成を持つ副原料、燃料、雑鉄源の正確な配合は焼結鉄の品質管理上極めて重要となる。

1)、2)で述べた焼結鉄原料の配合比率の不正確さが主因となって焼結鉄の品質はバラツキが非常に大きくなり、ひいては高炉操業の不安定化、高炉での副原料多量使用を引き起している。表1.2-1に焼結鉄のバラツキを日本K社と比較して示した。

表 1.2-1 焼結鉄化学成分のバラツキ比較

		T.Fe	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	備 考
石 家 庄	平 均 (%)	53.93	16.38	9.51	9.58	3.42	1.01	1985年実績
	バラツキ範囲(%)	53.03 ~55.01	15.89 ~20.21	8.78 ~10.31	8.77 ~10.96		0.89 ~ 1.24	
K 社	平 均 (%)	57.97	5.53	5.13	9.32	0.44	1.82	1985年12 月実績 n=31
	標準偏差 (σ)	0.116	0.228	0.082	0.104	0.041	0.032	

3) 成品歩留、燃料原単位

精鉄粉を多配合し、微粉原料という難しい条件下で、生石灰の添加、2次ドラム・ミキサーでの水蒸気添加等の工夫はなされているが、成品歩留（高炉使用ベース）、燃料原単位ともにあまり良くない。特に後者は灰分の多い無煙炭を使用していることを考慮しても、日本における平均燃料原単位の倍以上となっている。焼結原料の擬似粒子化の適正化、成品冷間篩分の強化、床敷鉄の使用等に加えてキメ細かな日常操業管理を強化することによって大巾な改善効果が期待できる。

4) 点火炉燃料原単位

焼結鉄の点火炉燃料（コークス炉ガス）原単位は $15.56 \text{ Nm}^3/\text{t}$ （ $4,130 \text{ Kcal}/\text{Nm}^3$ ，1985年実績）と非常に高い。表 1.2-2 に日本における実績を示すが、エネルギー的にみて約7倍である。

表 1.2-2 日本における点火炉燃料原単位
（1985年10月実績）

（単位： Nm^3/t ）

	A 社	B 社	C 社	D 社
全炉平均	2.4	1.5	2.1	1.6
範囲	2.3~3.8	0.8~2.7	1.9~2.3	1.4~1.8

(注) 1. コークス炉ガス単体使用炉のみを対象とした。

2. コークス炉ガスは $4,800 \text{ Kcal}/\text{Nm}^3$ に補正した。

5) 工程管理、品質管理

焼結工場での原料、成品検査は化学成分分析が主体で、原料、成品の粒度管理、成品の冷間強度、高温性状〔低温還元粉化（RDI）、被還元性等〕の測定等は実施されていない。工程管理上必要な検査ならびに品質管理上必要な検査の強化が望まれる。

6) 焼結工場稼働率

1985年における焼結工場稼働率は76.85%である。休止時間率は計画停止が5.8%、事故停止は内因（焼結工場内の設備事故）が12.2%、外因（電力、ガス不足、高炉事故等）が5.2%である。計画停止時間率が高いのは焼結生産量が高炉使用量より勝っており、毎週1回の割で計画停止を行ない、修理、整備を行なっているからである。しかし、整備が頻繁に行なわれているにもかかわらず、事故停止時間率が高い。これは主に下記要因によるものである。

A. 2次ドラムミキサーの振動と故障

ドラムミキサーは1次2次と2台あるが、後者は混合室2階に設置されており、振動が大きいため、故障が多発している。

B. 成品熱間篩の補修

焼結機排鉄部に設置してある熱間篩は旧式で予備品の製造も中止されて

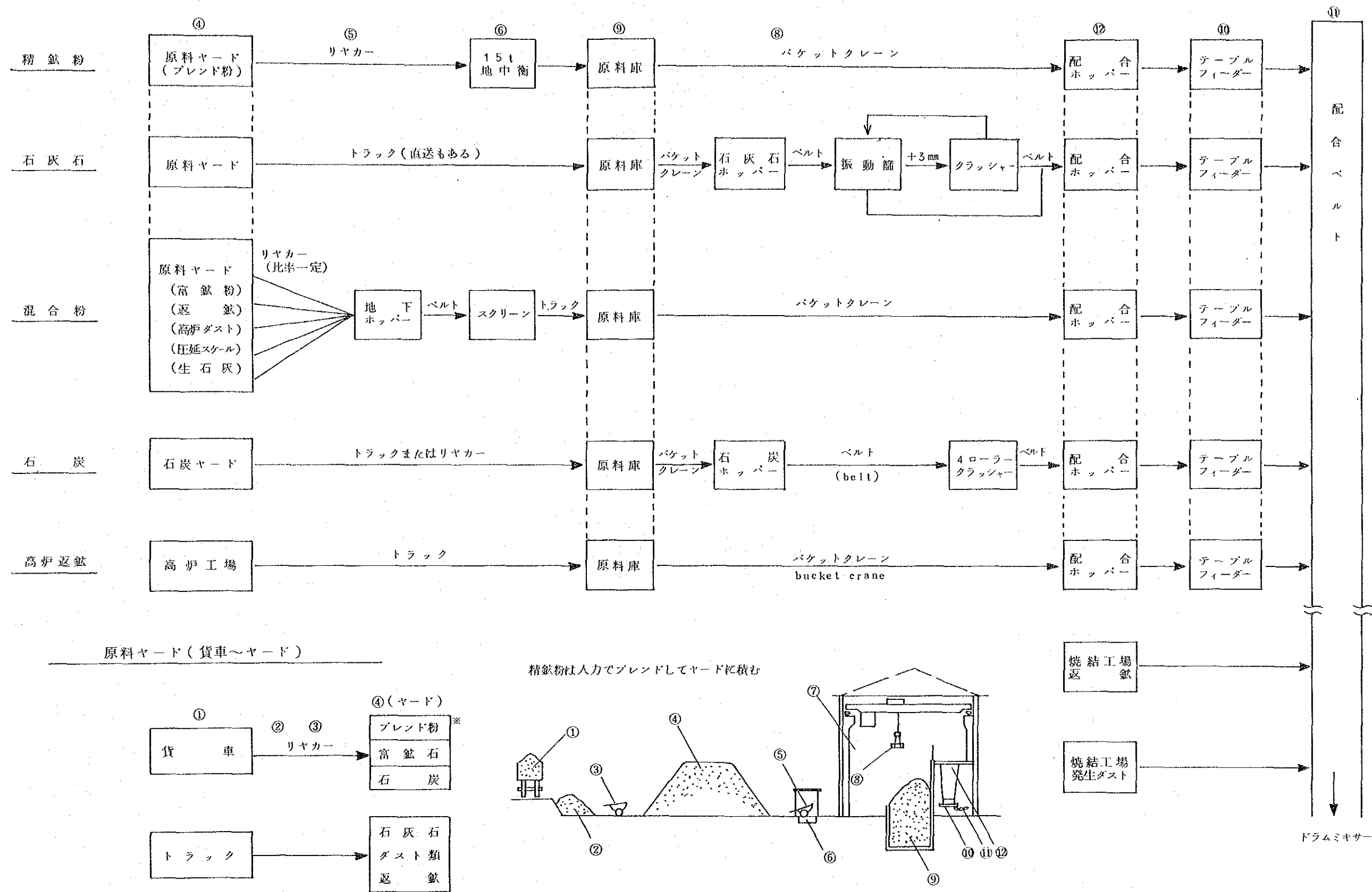


図 1.2 - 1 焼結工場原料フロー (受入~切出)

いる。石家庄鋼鉄廠内で部品を製作し、修理しているが故障が多い。

C. 主排風機インペラーの磨耗

主排気集塵機は以前マルチサイクロンであったが、メンテナンスに問題があり、単筒のサイクロンに変更された。そのため主排気中にダストが多くなり集塵機のインペラーの磨耗が激しく、多くの補修と約1年に1回の取替を実施している。

(2) 高 炉 工 場

高炉操業の成績は生産量、エネルギー消費量、溶銑品質によって判断される。この成績を向上させるためには“操業の安定化”が基本となる。安定操業は炉内通気性の確保と稼働率の向上によって達成可能となる。そのためには原料・設備・操業の各技術レベルが調和して発展する必要がある。第一高炉は小型で旧式設備であるにもかかわらず、設備・操業技術は相当な努力のあとがみられる。最大の問題点はバラツキの大きい焼結鉱、高灰分のコークス等原料面にある。以下に高炉工場の特徴と問題点について要約する。

1) 高炉使用原料

第一高炉は焼結鉱をほぼ100%近く配合しているにもかかわらず、石灰石等の副原料を多量に装入しており、また炉況の不安定度を示す棚吊も毎月10回前後発生している。これは前述のごとく焼結鉱の品質に問題があり、これに大きく影響されている。一方コークス品質においても高灰分であるため、スラグ量が増加すると同時に炉内での必要強度を満足していないものと予想される。これら原料面での品質管理強化と品質レベルの向上により高炉成績の飛躍的な前進が期待できる。なお第三高炉完成稼働後は既存焼結機での焼結鉱生産では不足するので、土焼結鉱を使用する予定となっているが、現状以上に品質の低下が予想されるので早期に新焼結工場を建設することが望まれる。

2) 燃 料 比

1985年における燃料比は平均631kg/tである。

この値は鉄分の低い焼結鉱（T.Fe 53.93%）と灰分の高いコークス（灰分14.67%）を使用しているという困難さはあるが、これらを考慮しても高すぎる。

3) 送風温度のバラツキ減少と省エネルギー

1985年における平均送風温度は939℃と低く、また設定温度に対してのバラツキも大きく現有熱風炉能力が十分に利用されていないのが現状である。更に熱風炉高炉ガス使用原単位も高目であり、燃焼技術の改善ならびに省エネルギー対策が望まれる。

4) 高炉工場稼働率

1985年における第一高炉稼働率は96.6%と旧式の設備にかかわらず、比較的高いことは評価される。高炉事故休止、減風の主な要因は下記の通りである。

<高炉事故休止>

- A：原料不足
- B：機関車、鋳銑機故障
- C：熱風弁漏水、漏風
- D：スキップカー脱線

<減風事故>

- A：冷え込み
- B：炉前事故
- C：原料不足
- D：スキップカー事故

2. 製鋼工場の現状と問題点

2.1 現状設備と操業実績

製鋼設備は6トン転炉2基を有した転炉工場と5トンおよび30トン電気炉を有した電気炉工場からなっており、両工場ともに造塊下注ぎ法で350kgキルド鋼塊を生産している。

製鋼工場は1958年に6トン転炉および5トン電気炉で現在の転炉工場で生産を開始、1962年に一時生産停止ののち1965年より5トン電気炉、1969年より6トン転炉の生産を再開した。その後1982年に電気炉工場を建設、5トン電気炉を移設し、1985年に30トン電気炉を設置して現在に至っている。

表2.1-1に1980年から1985年までの粗鋼生産量の推移を示す。また、転炉工場および電気炉工場のレイアウトを図2.1-1、図2.1-2に、設備仕様を表2.1-2、表2.1-3に示す。1985年の製鋼に関する主要操業諸元を表2.1-4に示す。また、転炉工場全景を写真2.1-1に示す。

表2.1-1 粗鋼生産量の推移(1980年～1985年)

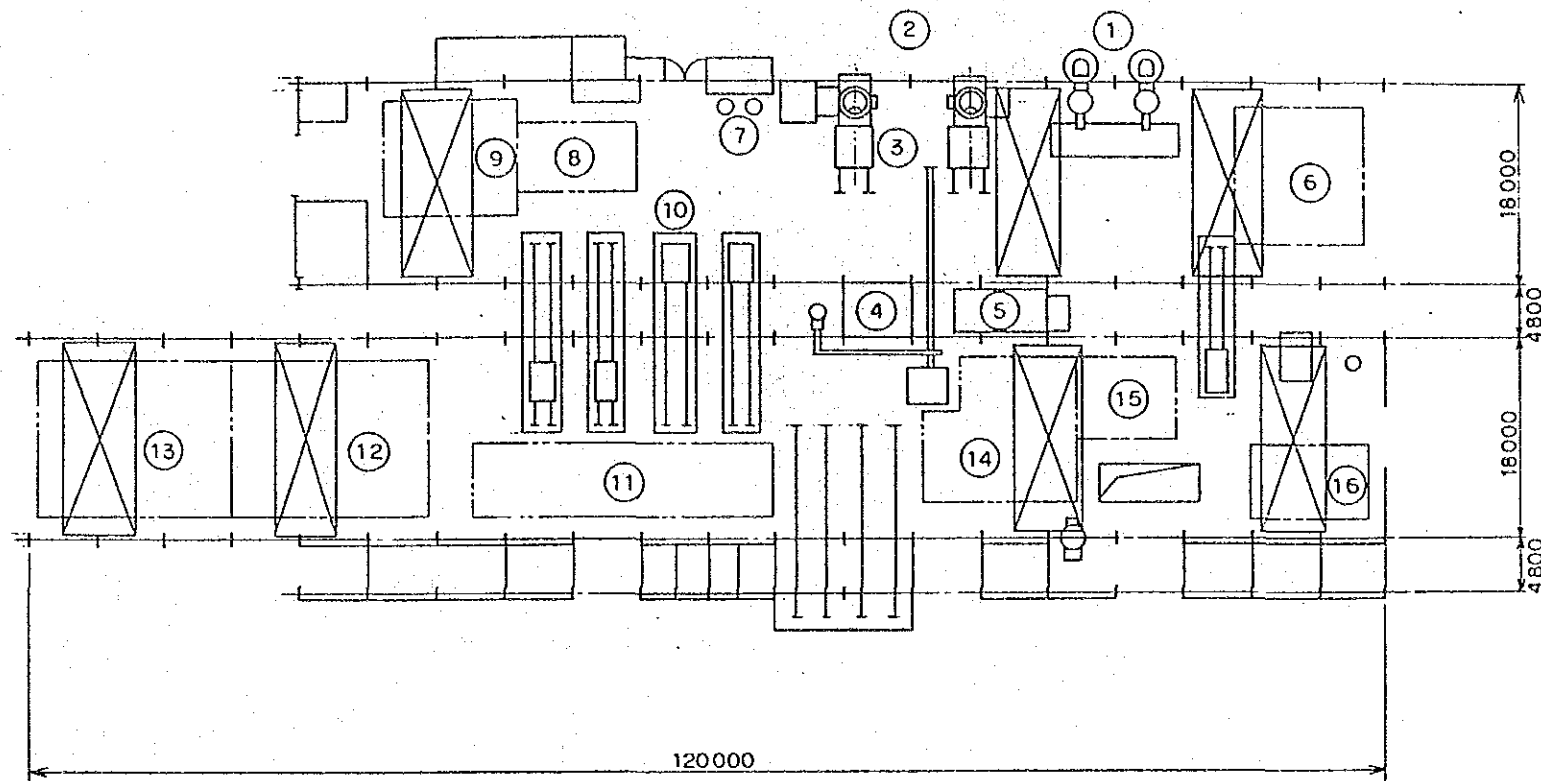
(単位:トン/年)

		1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年
転	炉 鋼	87,486	89,987	89,512	98,090	100,419	102,064
電気炉鋼	5 t 電気炉	17,822	19,654	19,699	24,139	22,412	22,014
	30 t 電気炉	—	—	—	—	—	(注) 7,897
小 計		17,822	19,654	19,699	24,139	22,412	29,911
合 計		105,308	109,641	109,211	122,229	122,831	131,975

(注) 30トン電気炉は1985年7月より稼働

表 2.1-2 転炉工場の設備仕様

設備名	基数	設備内容
転 炉	2	方 式 : 空気横吹き 容 量 : 6 t 鉄皮高さ : 4,500 mm 鉄皮内径 : 3,300~2,340 mm 鉄皮内容積 : 2,235.6 m ³ レンガ横内容積 : 4.85 m ³ 傾 動 方 法 : 機械転動式 送 風 方 法 : 羽口による空気吹込み 羽口 52 mm φ × 8 孔 50 mm φ × 3 孔 最 大 流 量 : 18,000 Nm ³ /h 常 用 流 量 : 14,400 Nm ³ /h
キャボラ	2	能 力 : 15 t/h 冷銑溶解用
装入鍋	4	容 量 : 15 t
装入クレーン	2	能 力 : 30 t / 5 t
	1	能 力 : 50 t / 10 t
集塵設備 造塊設備	なし	
鋳型 定盤	12	350 kg 鋼塊用、8 インチ角、下広、下注ぎ 中央注入管方式 角型定盤
取 鍋	8	容 量 : 10 t
	4	容 量 : 14 t
クレーン	2	能 力 : 20 t / 5 t
	2	能 力 : 15 t / 3 t



符号	名 称
1	キューボラ
2	6 ^T 空気横吹転炉
3	受鋼台車
4	転炉傾動室
5	分析室
6	スラグ溜場
7	取鍋整備場
8	取鍋加熱場
9	転炉レンガ解体場
10	注入台車
11	定盤整備場
12	鋼塊整理場
13	鋼塊冷却場
14	鑄型冷却床
15	取鍋修理場
16	工作場

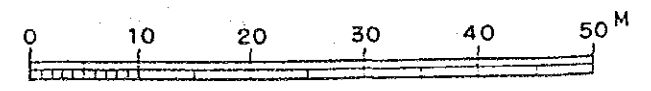
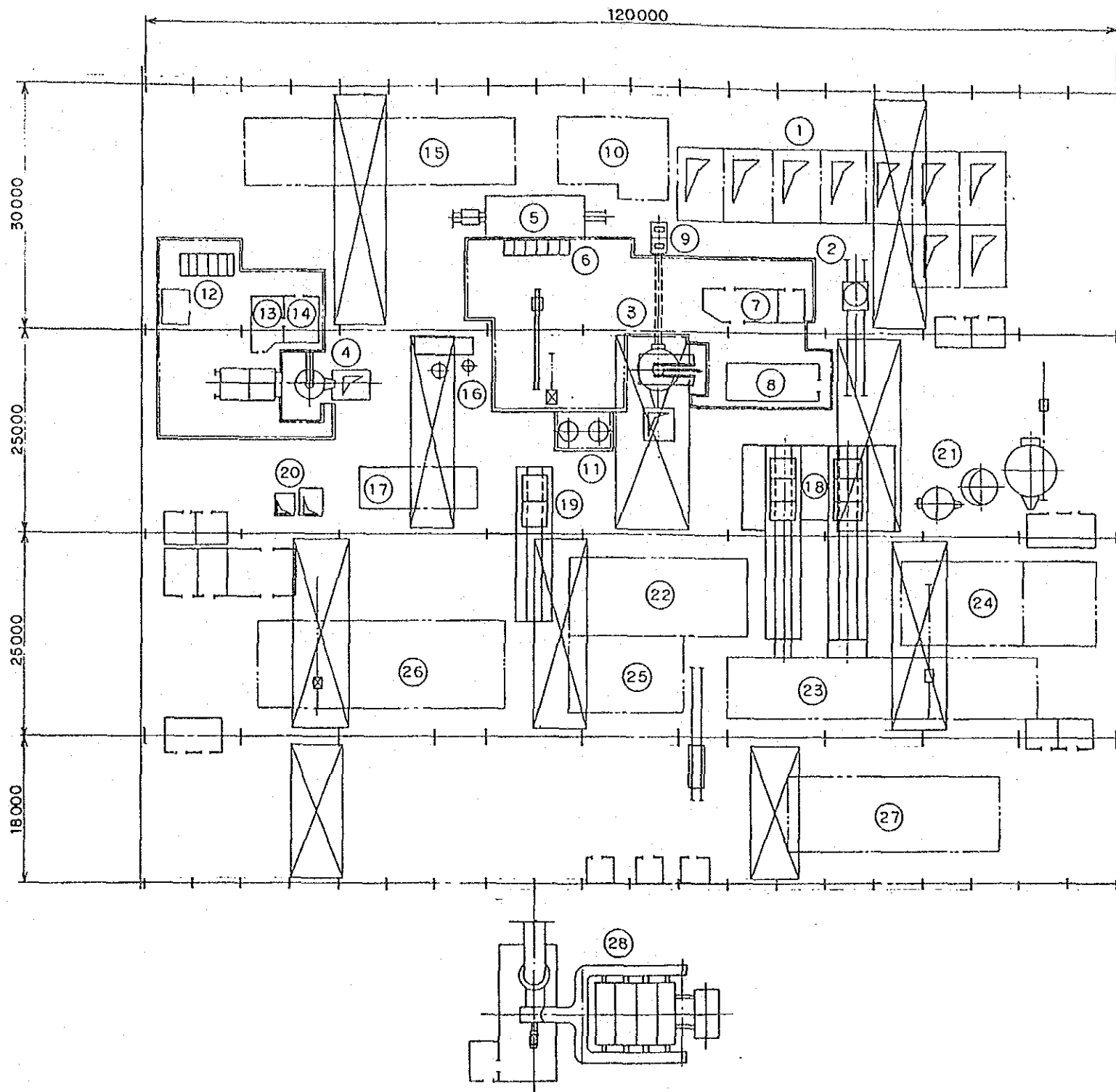


図 2.1 - 1 転炉工場配置図

表 2.1 - 3 電気炉工場の設備仕様

設備名	基数	設備内容
電気炉	2	容量：5 t × 1、30 t × 1 炉殻内径：3,468 mm、4,600 mm 変圧器：5,000 kVA、12,500 kVA 電極径：300 mm、450 mm 実装入量：15 t / ヒート、35 t / ヒート 平均良塊量：12.4 t / ヒート、26.9 t / ヒート
装入バケット クレーン	10	容量：11 t、20 t 能力：15 t、15 t / 3 t (マグネットクレーン) 20 t / 5 t、7.5 t / 20 t、100 t / 20 t 15 t / 3 t × 2、30 t / 5 t、15 t / 5 t × 2
集塵設備	2	能力：7.2 万 m ³ / h (30 t 炉用) 1.65 万 m ³ / h (5 t 炉用)
造塊設備 鋳型		350 kg 鋳塊用 8 インチ角、下広、下注ぎ
定盤 取鍋	16	中央注入管方式 方型定盤
	3	容量：15 t
	3	容量：45 t



符号	名 称
1	スクラップピット
2	スクラップ台車
3	30 ^T 電気炉
4	5 ^T 電気炉
5	石灰加熱炉
6	30 ^T 炉用合金加熱炉
7	30 ^T 炉用炉前操作室
8	30 ^T 炉用変圧器室
9	30 ^T 炉用スラグ台車
10	30 ^T 炉用スラグ置場
11	30 ^T 炉用スクラップ予熱装置
12	5 ^T 炉用合金鉄ホッパー
13	5 ^T 炉用炉前操作室
14	5 ^T 炉用変圧器室
15	資材置場
16	取鍋加熱装置
17	取鍋整備場
18	30 ^T 炉用注入台車
19	5 ^T 炉用注入台車
20	取鍋修理場
21	電気炉炉体修理場
22	30 ^T 炉用鋼塊整理場
23	30 ^T 炉用定盤整備場
24	铸型冷却床
25	5 ^T 炉用鋼塊整理場
26	5 ^T 炉用定盤整備場
27	鋼塊疵取場
28	除塵設備

図 2.1 - 2 電気炉工場配置図

表 2.1 - 4 製鋼主要操業諸元 (1985年)

操業諸元		工場		
		転炉工場	電気炉工場	
		6t横吹転炉	5t電気炉	30t電気炉
生産量 (t/年)		102,064	22,014	7,897
製鋼能率	TAP to TAP (分/ヒート)	26.6	222	308
	補修	—	13	20
	装入	3	30	38
	溶解	—	100	125
	酸化	21	30	60
	除滓	—	5	10
	還元	—	40	50
出鋼	3	4	5	
主原料配合・歩留	装入量 (t/ヒート)	7.9	14.2	37.2
	銑鉄配合率 (%)	100 (溶銑)	21.9 (冷銑)	20.6 (冷銑)
	出鋼量 (t/ヒート)	6.7	12.8	33.5
	良塊量 (t/ヒート)	6.3	12.4	26.9
	出鋼歩留 (%)	84.5	90.0	90.0
	良塊歩留 (%)	79.3	87.4	72.3
電気炉用電力原単位 (kWh/t)		—	645	868
電極原単位 (kg/t)		—	6.91	21.46
副原料・合金鉄原単位	生石灰 (kg/t)	キュボラ 59 転 58	59.9	96.9
	螢石 (kg/t)	キュボラ 37	11.6	37.5
	鉄矽石 (kg/t)	—	13.9	88.5
	FeMn (kg/t)	14.4	10.0	10.5
	FeSi (kg/t)	8.3	9.9	12.8
	SiMn (kg/t)	0.6	7.6	11.1
	Al (kg/t)	0.7	0.5	0.7
耐火物寿命・原単位	炉体寿命 (ヒート)	157	78	40
	溶鋼鍋寿命 (ヒート)	122	13	10
	炉体耐火物 (kg/t)	59	52	99
	溶鋼鍋耐火物 (kg/t)	6.3	4.3	11.6
	造塊レンガ (kg/t)	298	33.8	53.3
造塊鋳型原単位 (kg/t)		19.0	15.0	29.9
エネルギー原単位	酸素 (Nm ³ /t)	0.7	28.0	9.0
	総合電力 (kWh/t)	77	721	947
	コークスガス (Nm ³ /t)	2.6	13.9	18.8
	微粉炭・コークス (kg/t)	キュボラ 174	6.4	10.3
	水 (m ³ /t)	17.5	23.7	181.8

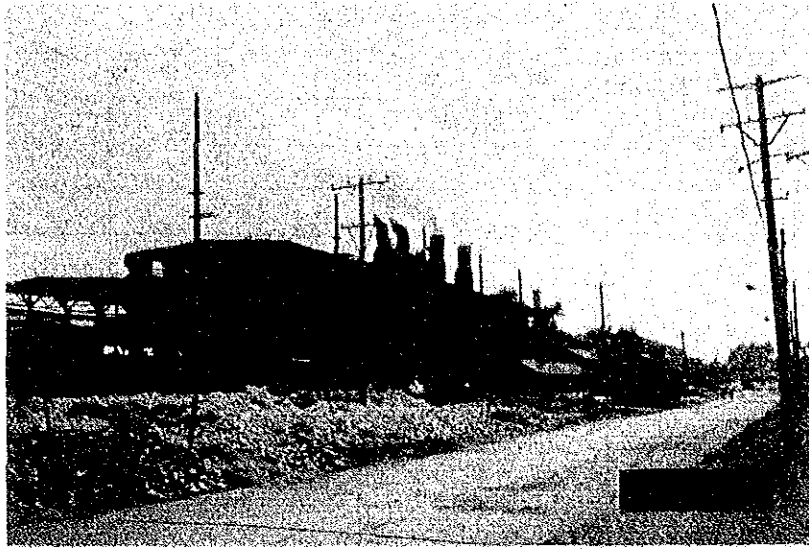


写真 2.1-1 転炉工場全景

2.2 製鋼工場の特徴と問題点

(1) 転 炉 工 場

転炉工場には、冷銑を溶解するためのキューボラ2基、6トン空気横吹転炉2基、造塊設備があり、転炉1/2基で年間約10万トンの粗鋼を生産している。写真2.2-1に6トン空気横吹転炉の全景を示す。高炉から出銑された溶銑は鑄銑機で型銑とし、転炉で使用する時にキューボラで溶解しており、熱エネルギーの有効活用が図れていない。

転炉は空気横吹方式にもかかわらず、製鋼時間は27分以下という高生産性を有しており、古い設備にもかかわらず上手に使いこなしている。しかし空気横吹のため、耐火物寿命が短い、熱不足、歩留低下など操業上種々の問題を抱えている。転炉の再吹錬率は85%と高く、その原因別内訳を見ると、80%が低熱、17%が〔S〕高であり、脱硫に対する問題もある。転炉の吹止時点では〔S〕のみを迅速分析でチェックし、他の成分は分析していない。そのため吹止成分見合いで合金鉄の添加量調整を行なうことができず、製品の成分バラツキが大きいと考えられ、品質への影響が懸念される。



写真2.2-1 6トン空気横吹転炉

転炉スラグは工場内のスラグ置場で冷却したあと、鋼鉄廠外のスラグ投棄場へ運ばれており、地金回収、スラグの有効活用が図られていない。写真2.2-2にスラグ投棄場の全景を示す。転炉には現在のところ集塵設備がなく、排ガスは煙道から直接大気放散しており、公害上の問題を抱えている。

一方造塊設備としては4ヶ所の注入場を持っており、年間約16万トンの処理能力を有している。造塊工程における大きな問題は、350kgの小単重鋼塊を生産しているため、作業性や歩留が悪いことおよび品質が安定しないことである。また、注入時に鋳型内に溶鋼が上がってこないトラブルが発生しており、原因として定盤整備時の定盤上の清掃およびエア吹かしが不十分なためランナー内に異物が詰まることによるものと考えられる。

転炉工場の定期修理、保全整備は夏に20日間休止して集中的に行っており、今後の溶銑活用および生産量拡大のためには修理体制の見直しが必要と思われる。

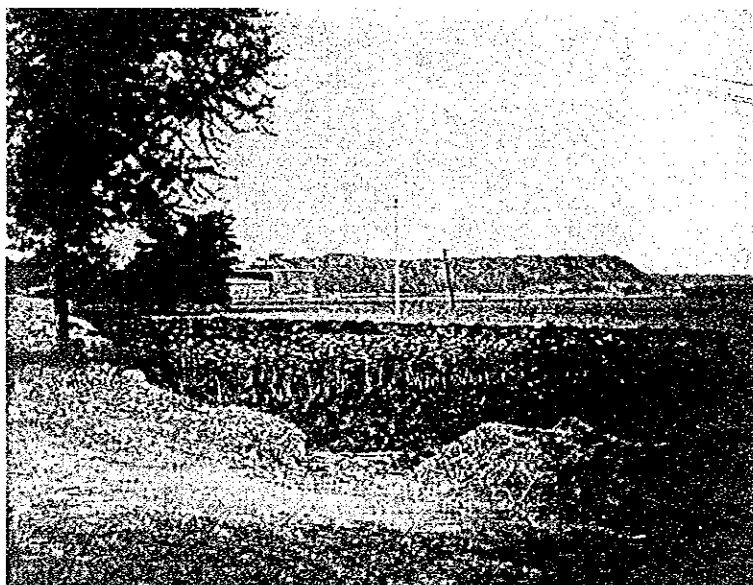


写真2.2-2 スラグ投棄場全景

(2) 電気炉工場

これまで5トン電気炉一基で約2万トン/年の粗鋼を生産していたが、1985年7月より30トン電気炉が操業を開始し、電気炉工場の能力は大幅に向上した。

しかし、スクラップ事情および電力事情により、すぐには能力を発揮できない状態にある。写真2.2-3に5トン電気炉、写真2.2-4に30トン電気炉の全景を示す。

スクラップはリターンスクラップと河北省内で発生するものを合わせて約10万トン/年程度しか確保できず、形状、大きさなどが不揃いのため、ヤードで選別してトラックまたは一輪車で工場内のピットに運んできている。使用しているスクラップは写真2.2-5に示すようなものである。

また、電力事情については、邢台、上安などの発電所計画が進められているが、現状では歴時間のうち電力制限による待ち時間が20%程度発生している。

工場内に貯えられたスクラップはマグネットクレーンでロードセルのついた台車上のバッグに移しながら秤量しているが、秤量精度は±10%となっている。



写真2.2-3 5トン電気炉

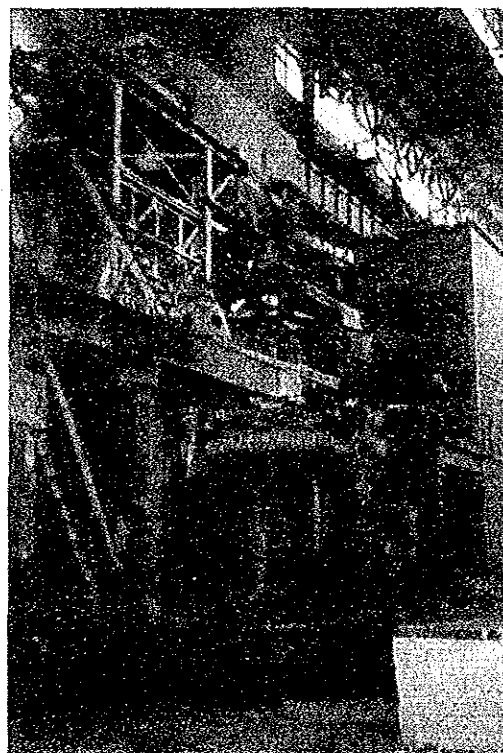


写真2.2-4 30トン電気炉

電気炉の操業については、炉容が小さいことおよび30トン電気炉は操業を開始したばかりであることなどから一概に評価することはできないが、参考までに、日本の類似電気炉の操業諸元と対比して表2.2-1に示す。

日本ではこれまで、生産性の向上とコストダウンを目的に、ワンスラグ法の採用、高力率操業、スクラップ予熱、酸素富化操業、助燃装置の設置など操業・設備の改善を図ってきた。その結果、製鋼時間は80分程度となっており、また電力、電極原単位にも差が認められる。

石家庄鋼鉄廠においても、1986年10月よりスクラップ予熱装置の稼働を計画しており、今後操業改善が図れると考えるが、原料配合を含めた操業技術の改善と、電極材質の改善が必要である。また耐火物については、炉壁の水冷化を進め現在30%程度水冷化されて耐火物コスト低減に寄与しているものの、耐火物材質、補修技術に対し、改善の余地が多く残されている。

電気炉のフリッカ障害については、現在のところ大きな問題を生じてはいないが、鋼鉄廠内の照明がちらつくなどの現象が起こっており、今後何らかの対策が必要となろう。

造塊設備は5トン炉用、30トン炉用の注入場を各一ヶ所持っており、転炉工場同様小単重鋼塊の問題および定盤整備の不備により発生する湯上り不良の問題を抱えている。造塊注入後の余り湯は、再度電気炉に装入しており、有効活用が図られているものの、電気炉スラグは転炉工場同様地金回収せずに投棄している。また浴鋼鍋は間欠使用のため、寿命は10ヒート程度と低い。

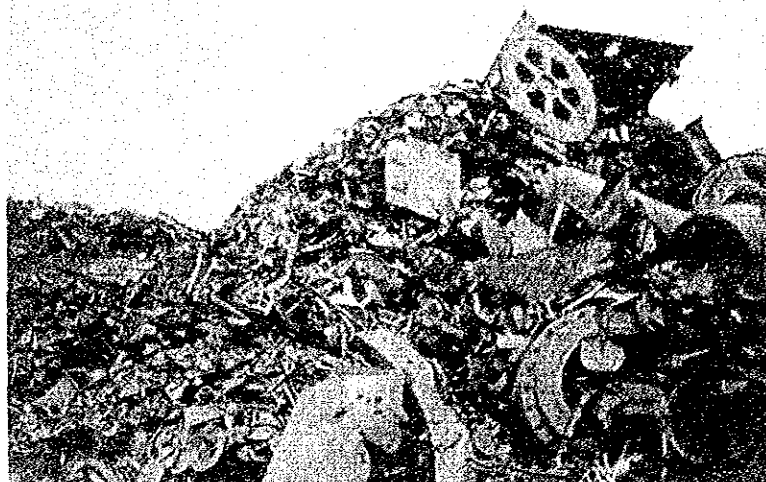


写真 2.2-5 スクラップ置場

表 2.2 - 1 電気炉主要諸元の比較

		日本における普通鋼 電気炉メーカー(注-1)	石家荘鋼鉄廠(注-2)	
			5 t 電気炉	30 t 電気炉
炉	容(公称)	20~ 40 t	5 t	30 t
シ	ェル内径(mm)	3,480~ 5,500	3,468	4,600
変	圧器容量(MVA)	12,000~40,000	5,000	12,500
平	均装入量(t/ヒート)	45	15	35
歩	出 鋼(%)	92.4	90.0	90.0
	良 塊(%)	91.2	87.4	72.3
製 鋼 時 間 (分/ヒート)	準 備	10.2	20	28
	溶 解	51.4	123	155
	精 錬	18.4	79	125
	計	80.0	222	308
副 原 料	生石灰(kg/t)	24.3	59.9	96.9
	螢石(kg/t)	2.2	11.6	37.5
電 力 原 単 位	(kWh/t)	417.7	645	868
電 極 原 単 位	(kg/t)	3.4	6.9	21.5
酸 素 原 単 位	(Nm ³ /t)	25.0	28.0	9.0
電 気 炉	天井、壁、床	1.12	19.24	38.37
耐火物(kg/t)	補修材	6.04	32.92	61.02

(注-1) 日本の電気炉メーカーのうち、普通鋼を生産し20t~40t電気炉を持つ7社10炉の諸元。

これらの電気炉の諸元は

- ① トランス容量を大きくした高力率(Ultra High Power)操業
- ② 水冷パネル
- ③ カーボンインジェクション(Carbon Injection)と酸素富化操業
- ④ ワンスラグ(One Slag)法

などの設備・操業技術を駆使しているもののデータである。

(注-2) 5トン電気炉は炉用が小さく、30トン電気炉は稼働後まもない(1985年7月より稼働。6ヶ月間のデータ)ことから、日本のこれらの電気炉と一概に比較することはできない。

3. 圧延工場の現状と問題点

3.1 現状設備と操業実績

当鋼鉄廠の圧延工場には中形圧延工場と小形圧延工場の2つがある。

中形圧延工場は1969年に建設を開始し、1971年から生産を開始した。1974年当時の月間生産量は5万トン/年であったが、1974年から1979年にかけて主要設備は改造され鋼塊も6吋から8吋に変更した。

1979年に加熱炉を改造し、月間生産量は1万トン/月に達した。

圧延機は530φ三重式圧延機×3台の一軸式配列で小形圧延工場用鋼片(50mm×50mm、60mm×60mm)と中形棒鋼(50mmφ~60mmφ)を主要製品とし、一部外部からの材料を委託圧延している。

小形圧延工場は1958年に建設を開始し、1965年から生産を開始した。1970年から1980年にかけて設備の改造を行ない品質の向上と生産量の増大をはかり1985年には生産能力10万トン/年以上に達した。

圧延機は400φ三重式圧延機×1台および250φ、三重式圧延機×4台/250φ二重式圧延機×1台から構成される交互二重スタンド並列式で、中形圧延工場で分塊された鋼片を使用して12~28mmφの小形棒鋼、異形棒鋼を生産している。

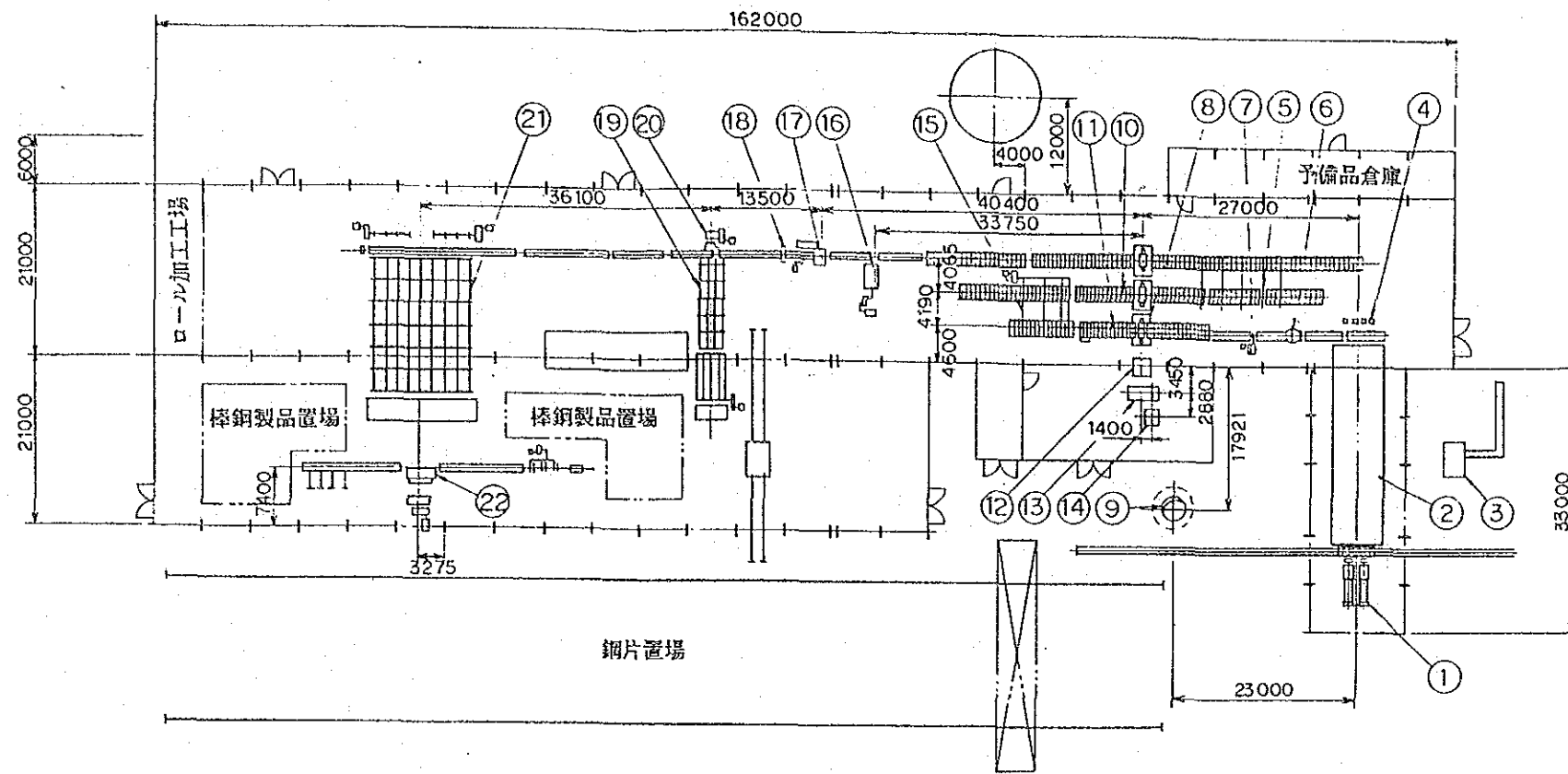
中形圧延工場と小形圧延工場の主要設備仕様と、圧延工場配置図を表3.1-1、表3.1-2と図3.1-1、図3.1-2に示す。

1985年1月~12月における中形圧延工場と小形圧延工場の製品構成別生産量と操業成績を表3.1-3~表3.1-6に示す。

写真3.1-1~3に中形圧延工場、小形圧延工場の圧延機を示す。

表 3.1-1 中形圧延工場主要設備仕様

設備名	基数	設備内容
加熱炉	1	加熱能力：30t/h 形式：二帯連続式プッシャータイプ 炉内幅：3,132mm 有効炉長：22,962mm 燃料：上部加熱帯、コークス炉ガス 下部加熱帯、微粉炭 レキュペレータ：あり (換熱器) 自動燃焼制御装置：なし
圧延機	3	型式：三重式 ロール寸法： $\phi 1$ ：直径530mm × 胴長1,750mm $\phi 2$ ：直径530 × 胴長1,750 $\phi 3$ ：直径530 × 胴長1,750 主電動機：AC1,000kw 圧延速度：2.75m/sec ロール軸受：ベークライト製平軸受
熱間鋸断機	1	鋸の直径：1,200mm
熱間剪断機	1	剪断力：200t
冷却床	1	面積：巾7.0m × 長さ16.8m 巾2.4m × 長さ11.955m



項目	仕様
建設年月	1969年
最終改造年月	1979年
公称能力	125,000トン/年
製品	鋼片 50mm×50mm, 60mm×60mm, 中形棒鋼 50~60mmφ
素材	鋼塊 180/200mm×長さ1.2m

圧延機仕様

スタンド NO.	スタンド 型式	ロール径 (mm)	ロール間長 (mm)	モータ容量 (kw)	モータ回転数 (rpm)	減速比	備考
1	水平	530	1,750	A.C.	590	5.9	粗圧延機
2	水平	530	1,750				中間圧延機
3	水平	530	1,500				仕上げ圧延機

符号	名称	仕様
1	鋼塊装入機	30t 2基
2	鋼塊加熱炉	2帯プッシュ式 30 t/h
3	微粉炭製造設備	
4	鋼塊緩衝機	
5	圧延機前面移送機	ロープ式
6	鋼塊転回機	
7	鋼塊上下面転回機	
8	530φ圧延機	3重式
9	煙突	
10	2号チルチングテーブル	
11	1号チルチングテーブル	
12	ビニオンスタンド	

符号	名称	仕様
13	減速機	減速比 5.9
14	三電動機	A.C. 1,000kw
15	圧延機後面移送機	
16	熱間剪断機	
17	熱間剪断機	
18	定寸機	2~3m
19	鋼片冷却床	巾 2.4m × 長さ 11.955m
20	鋼片押出機	
21	製品冷却床	巾 7m × 長さ 16.8m
22	矯正機	

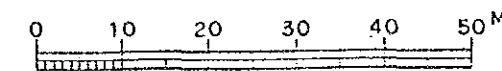
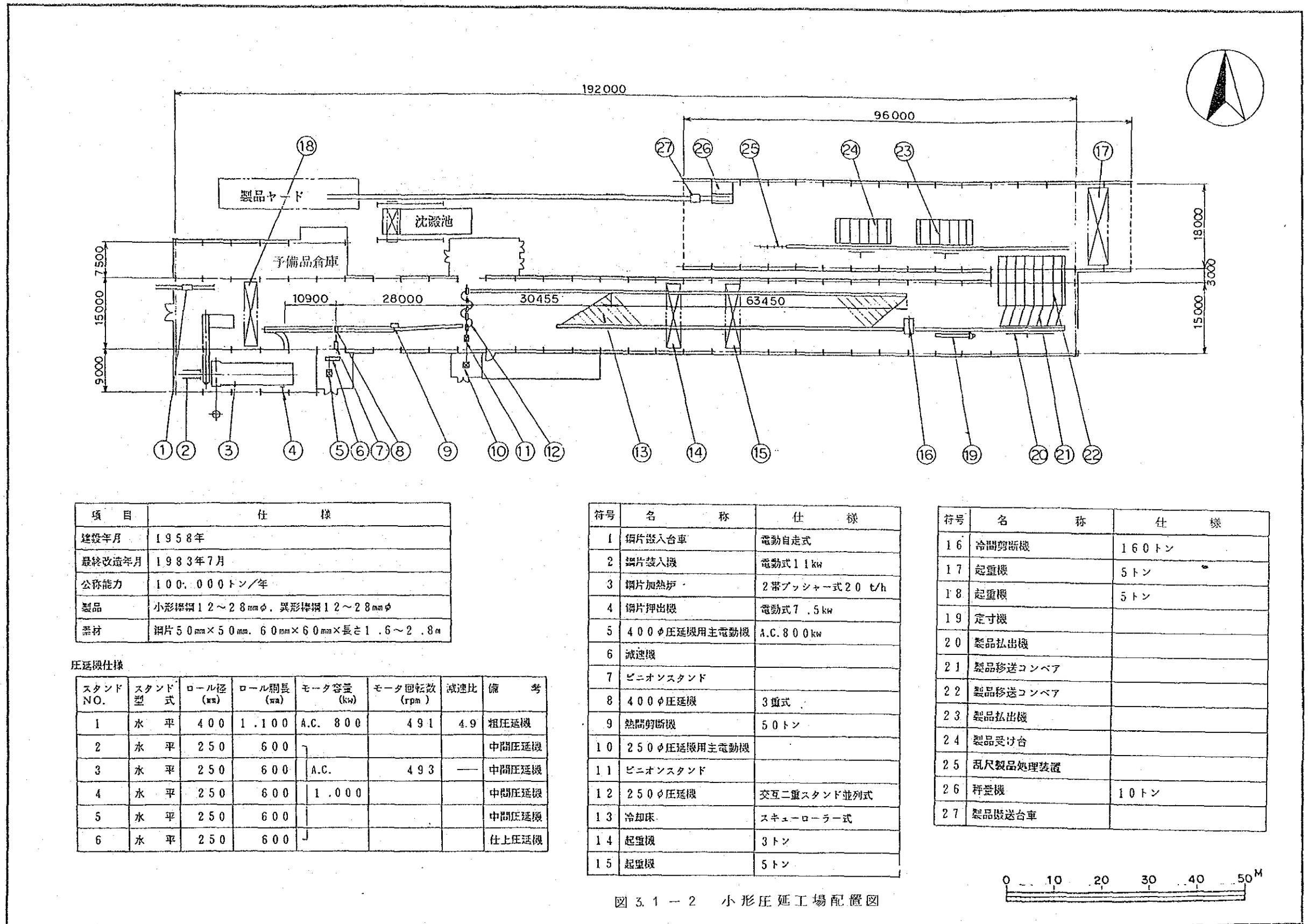


図 3.1 - 1 中形圧延工場配置図

表 3.1 - 2 小形圧延工場主要設備仕様

設備名	基数	設備内容
加熱炉	1	加熱能力：20t/h 型式：二帯連続式ブッシャータイプ 炉内幅：3,248mm 有効炉長：15,254mm 燃料：コークス炉ガス レキュベレータ（換熱器）：なし 自動燃焼制御装置：あり
粗圧延機	1	型式：三重式 ロール寸法：直径400mm × 胴長1,100mm 主電動機：AC800kw 圧延速度：2.08m/sec ロール軸受：ベークライト製平軸受
中間圧延機	4	型式：交互二重スタンド並列式
仕上圧延機	1	ロール寸法：直径250mm × 胴長600mm 主電動機：AC1,000kw 圧延速度：6.45m/sec ロール軸受：ベークライト製平軸受
冷却床	1	面積：巾4.5m × 長さ63.4m 型式：スキューローラータイプ
冷間剪断機	1	剪断力：160t



項目	仕様
建設年月	1958年
最終改造年月	1983年7月
公称能力	100,000トン/年
製品	小形棒鋼12~28mmφ, 異形棒鋼12~28mmφ
素材	鋼片50mm×50mm, 60mm×60mm×長さ1.6~2.8m

圧延機仕様

スタンドNO.	スタンド式	ロール径(mm)	ロール間長(mm)	モータ容量(kw)	モータ回転数(rpm)	減速比	備考
1	水平	400	1,100	A.C. 800	491	4.9	粗圧延機
2	水平	250	600	A.C.	493	—	中間圧延機
3	水平	250	600				中間圧延機
4	水平	250	600	1,000			中間圧延機
5	水平	250	600				中間圧延機
6	水平	250	600				仕上圧延機

符号	名称	仕様
1	鋼片搬入台車	電動自走式
2	鋼片装入機	電動式11kw
3	鋼片加熱炉	2茶プッシャー式20t/h
4	鋼片押出機	電動式7.5kw
5	400φ圧延機用主電動機	A.C.800kw
6	減速機	
7	ピニオンスタンド	
8	400φ圧延機	3重式
9	熱間剪断機	50トン
10	250φ圧延機用主電動機	
11	ピニオンスタンド	
12	250φ圧延機	交互二重スタンド並列式
13	冷却床	スキューローラー式
14	起重機	3トン
15	起重機	5トン

符号	名称	仕様
16	冷間剪断機	160トン
17	起重機	5トン
18	起重機	5トン
19	定寸機	
20	製品払出機	
21	製品移送コンベア	
22	製品移送コンベア	
23	製品払出機	
24	製品受け台	
25	乱尺製品処理装置	
26	秤量機	10トン
27	製品搬送台車	

図 3.1 - 2 小形圧延工場配置図

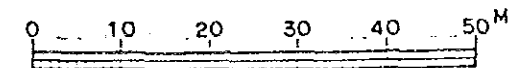


表 3.1-3 中形圧延工場製品構成別生産量

(単位：トン/年)

寸法(mm)		一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用	機械構造用炭素鋼	委託圧延	その他	合計
鋼片	50×50	38,790	18,045	588	2,902	11	60,336
	60×60	29,286	15,654	6,474	3,355	334	55,103
	小計	68,076	33,699	7,062	6,257	345	115,439
中形棒鋼	50mmφ	939		1,796	180		2,915
	55mmφ	1,014		2,125			3,139
	小計	1,953		3,921	180		6,054
委託圧延	135×19					304	304
	小計					304	304
合計		70,029	33,699	10,983	6,437	649	121,797

表 3.1-4 中形圧延工場操業成績(1985年1月~12月合計)

鋼塊寸法	製品寸法(mm)	鋼塊重量(t)	製品		コブル(Cobble)		圧延能率		
			重量(t)	歩留(%)	重量(t)	発生率(%)	ロール運転時間(h)	圧延能率(t/h)	
180/200mm×1.2mm	鋼片	50×50	67,851	60,336	88.92	263	0.39	2,461°10'	24.52
		60×60	62,201	55,103	88.59	183	0.29	2,205°25'	24.99
		小計	130,052	115,439	88.76	446	0.34	4,666°35'	24.7
	中形棒鋼	50mmφ	3,242	2,915	89.91	9	0.28	156°25'	18.64
		55mmφ	3,796	3,139	82.69	16	0.42	175°15'	17.91
		小計	7,038	6,054	86.02	25	0.36	331°40'	18.25
委託圧延	135×19	340	304	89.04	1	0.29	6°15'	48.64	
合計		137,430	121,797	88.06	472	0.34	5,004°30'	24.34	

原 単 位

燃料原単位

- 微粉炭 $601 \times 10^3 \text{Kcal/t}$
- コークス炉ガス $103 \times 10^3 \text{Kcal/t}$

合計 $704 \times 10^3 \text{Kcal/t}$

電力原単位

46MW/t

ロール原単位

1.995kg/t

稼 動 率 79.8%

$$\text{稼動率} = \frac{\text{稼動すべき時間}}{\text{暦時間}} \times 100(\%)$$

作 業 率 71.8%

$$\text{作業率} = \frac{\text{ロール運転時間}}{\text{稼動すべき時間}} \times 100(\%)$$

表 3.1 - 5 小形圧延工場製品構成別生産量

(単位：トン/年)

鋼種 製品寸法 (mm)	一般構造用 炭素鋼 #3(注-1)	機械構造用 炭素鋼 #45(注-2)	鉄筋コンクリート用異形棒鋼		合 計	
			20MnSi	25MnSiV		
小 形 棒 鋼	12	5,715			5,715	
	14	14,880	445		15,325	
	16	16,084	50		16,134	
	18	10,905	215		11,120	
	20	4,335	268		4,603	
	22	821			821	
	25	6,835	1,781		8,616	
	28	2,645	3,835		6,480	
小 計	62,220	6,594			68,814	
異 形 棒 鋼						
	12			3,617	3,617	
	14			7,129	55	7,184
	16			6,491		6,491
	18			4,706		4,706
	20			3,430		3,430
	22			1,510		1,510
	25			6,006		6,006
28			871		871	
小 計			33,760		33,815	
合 計	62,220	6,594	33,760		102,629	

(注-1) #3 機械的性質保証

降伏点 24kg/mm²以上

抗張力 38~47kg/mm²

(注-2) #45 成分保証

C:0.42/0.50%、Si:0.17/0.37%、Mn:0.50/0.80%

表 3.1-6 小形圧延工場操業成績(1985年1月~12月合計)

	鋼片寸法 (mm)	製品寸法 (mm)	鋼種	鋼片重量 (t)	製 品		コブル(cobble)		圧延能率	
					重 量 (t)	歩留 (%)	重 量 (t)	発生率 (%)	ロール運転 時間(h)	圧延能率 (t/h)
小 形 棒 鋼	50×50	12	# 3	6,281	5,715	90.99	309	4.92	492	11.62
		14	"	15,860	14,880	93.82	484	3.05	946	15.73
		"	# 4.5	490	445	90.82	9	1.84	25	17.8
		16	# 3	16,749	16,084	96.03	422	2.52		
		"	# 4.5	53	50	94.34	0	0	871	18.52
	小 計			39,433	37,174	94.27	1,224	3.10	2,335	15.92
	60×60	18	# 3	11,584	10,905	94.14	262	2.26		
		"	# 4.5	227	215	94.71	16	7.05	522	21.30
		20	# 3	4,562	4,335	95.02	98	2.15	214	21.51
		"	# 4.5	276	268	97.10	7	2.54		
22		# 3	886	821	92.66	31	3.50	148	17.10	
25		# 3	6,998	6,835	97.67	151	2.16	316	21.63	
"		# 4.5	1,902	1,781	93.64	43	2.26	82	21.72	
28		# 3	2,863	2,645	92.39	82	2.86	345	18.78	
"	# 4.5	4,101	3,835	93.51	93	2.27				
小 計			33,399	31,640	94.73	783	2.34	1,627	19.45	
異 形 棒 鋼	50×50	12	20MnSi	3,832	3,617	94.39	136	3.55	281	12.87
		14	"	7,442	7,129	95.79	167	2.24	455	15.67
		"	25MnSiV	58	55	94.83	0	0		
		16	20MnSi	6,865	6,491	94.55	150	2.18	375	17.31
				18,197	17,292	95.03	453	2.49	111	15.56
60×60	18	20MnSi	4,996	4,706	94.20	110	2.20	233	20.20	
	20	"	3,780	3,430	90.74	113	2.99	177	19.38	
	22	"	1,641	1,510	92.02	68	4.14	84	17.98	
	25	"	6,299	6,006	95.35	160	2.54	307	19.56	
	28	"	938	871	92.86	40	4.26	56	15.55	
小 計			17,654	16,523	93.59	491	2.78	857	19.28	
合 計			108,683	102,629	94.43	2,951	2.72	5,930	17.31	

原 単 位

燃 料 原 単 位

○ コークス炉ガス $301 \times 10^3 \text{ Kcal/t}$

電 力 原 単 位 47 kWh/t

ロ ー ル 原 単 位 0.542 kg/t

稼 動 率 89.9%

$$\text{稼 動 率} = \frac{\text{稼 動 すべき 時間}}{\text{暦 時 間}} \times 100 (\%)$$

作 業 率 74.1%

$$\text{作 業 率} = \frac{\text{ロ ー ル 運 転 時 間}}{\text{稼 動 すべき 時間}} \times 100 (\%)$$

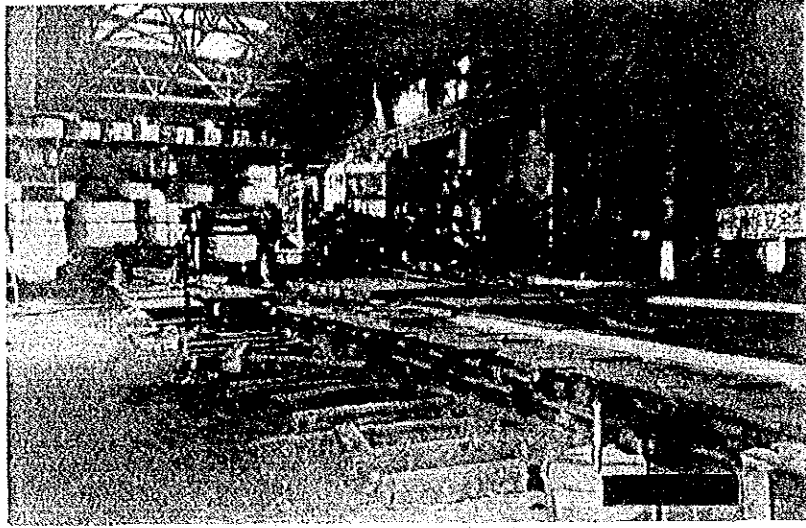


写真 3.1-1 中形庄延工場庄延機全景

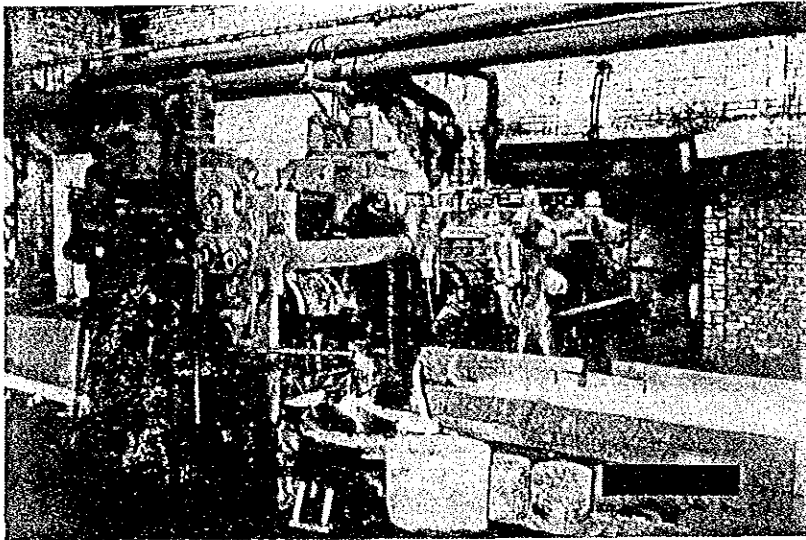


写真 3.1-2 小形庄延工場粗庄延機

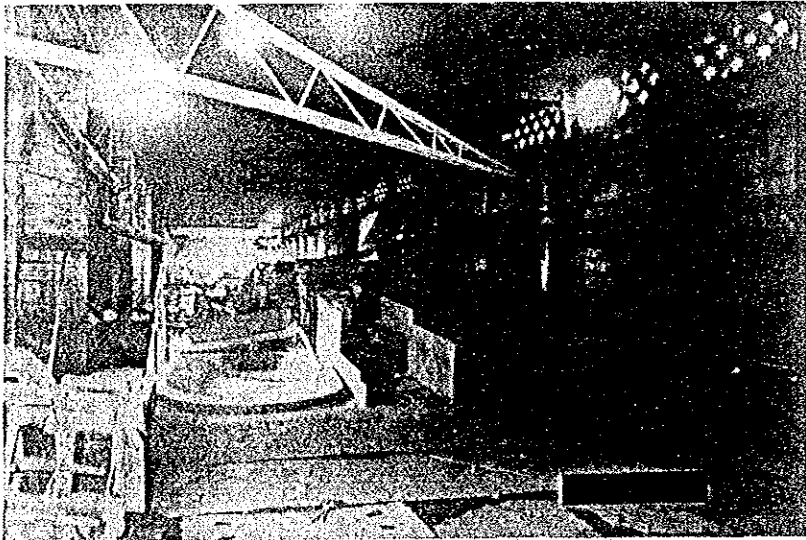


写真 3.1-3 小形庄延工場中間、仕上庄延機