

中華人民共和國工場(山東萊蕪鋼鐵廠)近代化計画調査報告書


中華人民共和國工場
(山東萊蕪鋼鐵廠)
近代化計画
調査報告書

1986年8月

国際協力事業団

国際協

105
66.4
MPI

工計鉦

86 - 89

中華人民共和國工場
(山東萊蕪鋼鐵廠)
近代化計画
調査報告書

JICA LIBRARY



1034115[4]

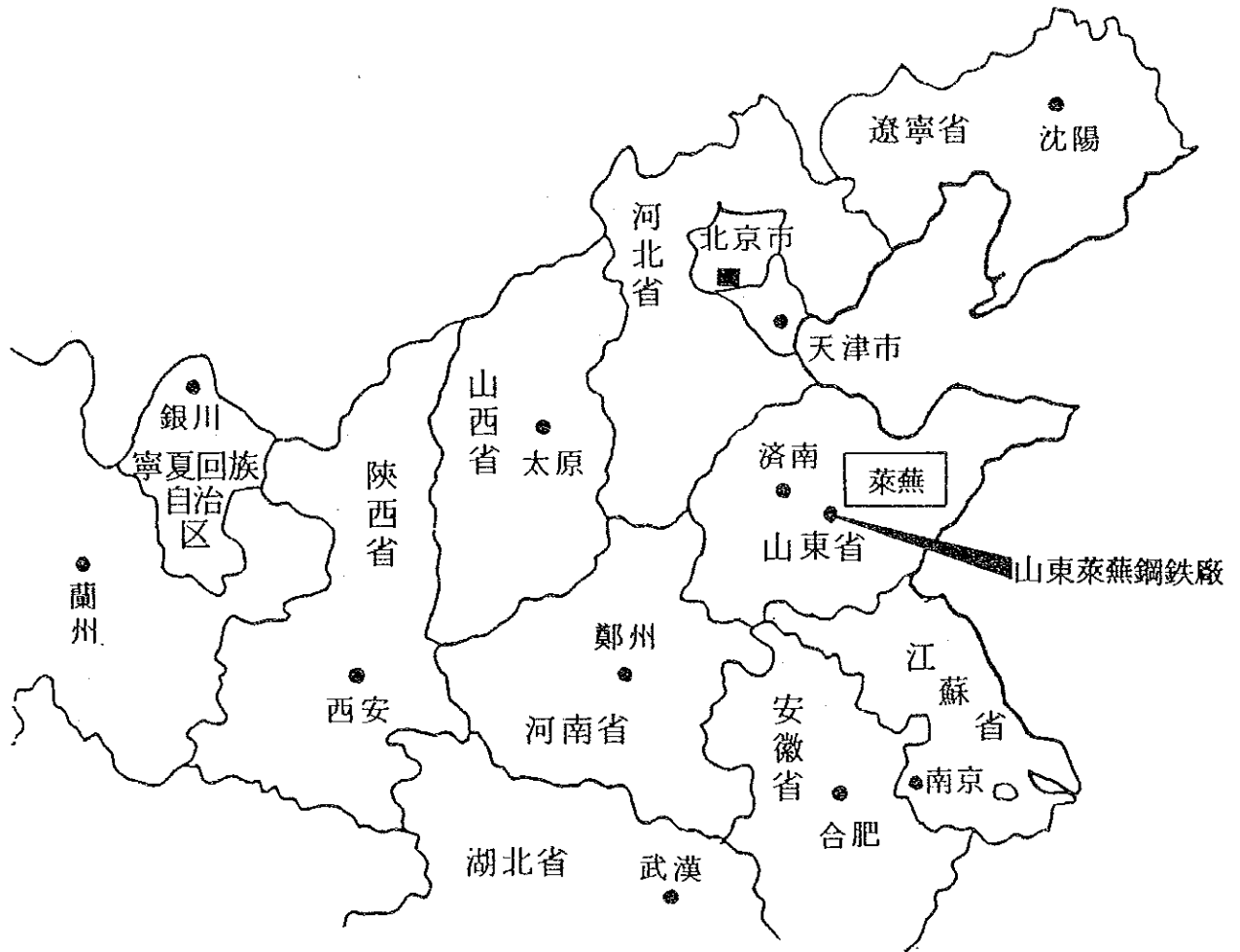
1986年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 9. 05	105
登録No. 15368	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、同国山東萊蕪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、杉山敏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、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、山東萊蕪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 堯輔

目 次

	頁
大 要	1
要 約	3
序 章	27
1. 調査団派遣の経緯	27
2. 調査の目的	27
3. 調査対象範囲と内容	28
3-1 現地調査	28
3-2 報告書作成のための合意内容	32
4. 調査内容	33
4-1 年度別生産状況及び生産予想(萊鋼原案)	33
4-2 鋼材サイズ別生産状況(1984)	34
4-3 ユーティリティ	34
5. 近代化計画の構想	34
6. 現地調査団の構成と日程	45
6-1 構 成	45
6-2 調 査 日 程	45
7. 報告書説明調査団の構成と日程	47
7-1 構 成	47
7-2 調 査 日 程	47
8. 主要面談者	48
第1章 山東萊蕪鋼鉄廠の概要	51
1-1 工場・沿革	51
1-2 山東萊蕪鋼鉄廠の概要	51
1-3 工場現況	52
1-4 生産状況と近代化	54

	頁
第2章 工場の現状と問題点	67
2-1 第2製鉄工場の現状と問題点	67
2-1-1 原料、焼結	68
(1) 設備概要	68
(2) 操業実績	68
(3) 設備及び操業上の問題点	78
2-1-2 高 炉	80
(1) 設備概要	80
(2) 操業実績	80
(3) 設備及び操業上の問題点	88
2-2 第2製鋼工場の現状と問題点	90
2-2-1 第2製鋼工場製鋼部門	90
2-2-1-1 原 料	92
2-2-1-2 転 炉	95
2-2-1-3 造 塊	99
2-2-1-4 耐 火物	102
2-2-1-5 其 の他	108
2-2-2 分塊工場	109
(1) 分塊工場のレイアウト	109
(2) 操業実績と問題点	109
(3) 物流のネック	147
2-2-3 熱延工場	148
2-3 第1製鋼工場の現状と問題点	152
2-3-1 現在の設備と生産状況	152
2-3-2 調査結果による問題点	156
第3章 工場近代化計画	161
3-1 生産計画	162
3-2 対象品種	165
3-2-1 分塊工場	165

	頁
3-2-2 中形工場	165
3-2-3 熱延工場	165
3-2-4 溶接管工場	165
3-2-5 冷間成形工場	166
3-2-6 冷延工場	166
3-3 その他	166
3-3-1 資材調達	166
3-3-2 人員計画	166
3-4 第2製鉄工場	171
3-4-1 第2製鉄工場	171
(1) 基本計画及び前提条件	171
(2) 原料・焼結	171
(3) 高炉	210
3-5 第2製鋼工場	262
3-5-1 製鋼	262
(1) 製鋼工場の能力検討	262
(2) 近代化計画	280
3-5-2 分塊工場	307
(1) 新鋼塊の設計	307
(2) 設備能力の検討	314
(3) 設備改造	323
(4) その他	333
3-5-3 形鋼工場	341
(1) 形鋼工場建設の前提条件	341
(2) 設備計画	342
(3) 操業目標値	357
(4) 将来の品種拡大	358
3-5-4 熱延工場	375
(1) 設備能力上の問題	375
(2) 品質上の問題	388

	頁
(3) 分塊—熱延直送圧延上の問題	389
3-5-5 冷延工場	392
(1) 生産工程と生産量バランス	392
(2) 連続酸洗設備	393
(3) 冷間圧延機	399
(4) 清浄設備	413
(5) 焼鈍炉	417
(6) 調質圧延機	420
(7) 精整設備	422
(8) コイル搬送設備及び保管設備	426
3-5-6 溶接管工場	428
(1) 製管法の概念	428
(2) ERW最新製造技術の概説	432
(3) 本計画の設備概要	436
3-5-7 冷間成形工場	451
(1) 主要仕様	451
(2) 製造設備概要	453
3-6 第1製鋼工場	458
3-6-1 改善計画の進め方	458
3-6-2 設備上の改造計画	458
3-6-3 連続鑄造設備の計画	464
3-6-4 設備工事項目と機器の価格	466
3-6-5 操業上の改善計画	467
3-7 工場近代化後の設備	475
3-8 工場近代化後の操業目標値	487
3-8-1 焼結、高炉	487
3-8-2 製鋼	487
3-8-3 圧延工場	487
3-9 エネルギーバランス	487
3-9-1 エネルギー使用量の変化	488

	頁
3-10 ユーティリティ計画	489
3-10-1 水、酸素等の使用量推定	489
3-11 近代化計画設備コスト	490
3-12 近代化の経済効果	495
3-13 近代化計画実施上の留意点	497
3-14 近代化計画予想工程	498
3-14-1 生産主体工程	498
第4章 結論と勧告	499
4-1 工場改善の概要と意義	499
4-2 設備以外に改善を要する問題点	499
4-3 そ の 他	500
4-3-1 教育、訓練	500
4-3-2 原料、材料の仕様の規格化	501
付属資料 合 意 書	503
中華人民共和国工場（山東萊蕪鋼鐵廠）近代化計画調査 （報告書説明）に係る議事録	508
現地調査の受領資料	510

大 要

大 要

中華人民共和国における中規模製鉄所の生産及び製造品種拡大を目標とする近代化計画を合理的に推進するための調査診断の一環として昭和60年度の鉄鋼関係3工場の調査が行なわれた。本報告は上記鉄鋼関係の3工場のうち、山東萊蕪鋼鉄廠に係る調査診断の結果である。

近代化内容についての条件は、現在稼働中の設備及び建設中の設備を出来るだけ有効に使うことがあげられ、更に経済環境の相違からくる人力の削減という要素が不要であるという、日本における生産コストの合理化の概念と異なる内容が示された。

更に、必要とされる製品寸法がかなり小さいものに限定されたため、製品圧延ラインの設備がやや複雑になり設備費が増加する方向になった。これに関しては、将来の鋼材利用計画で定められたものと理解して既定方針に従うこととした。

生産量の目標は第二製鋼工場の転炉3基整備2基稼働による粗鋼ベース年産77万トンを中心にし、高炉年産94.5万トン、中形圧延製品34.9万トン、熱延鋼材25万トンが計画の基本として合意され、それに必要な設備の計画案が、将来の製造品質を満足させられることを前提に検討された。

本報告の構成は、現地における本格調査と日本での検討のための合意内容、調査により確認された現状の設備及び生産状況と問題点、近代化計画の前提条件、合意書に基づく合理的な近代化計画の検討案、近代化設備計画完了後の設備状況、操業目標値、エネルギーバランス、ユーティリティ計画、設備計画の購入機器価格及び建設工程に言及する。末尾に、第1製鋼工場の製鋼部門の鋼種拡大を目的とする近代化案を附記した。

今回の調査で重大な問題点としての、耐火物品質、計量管理、半製品の物流管理の不備については各検討項目の中で記載された内容を結言の中で総括した。

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山東萊蕪鋼鉄廠（以下、「鋼鉄廠」と言う）の第二製鉄工場および第二製鋼工場の製鋼部門、圧延部門などを対象に、その現状を調査し、調査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、日本鉄鋼連盟および日本鉄鋼連盟傘下にある日本鋼管(株)および川崎製鉄(株)からの6名の専門家によって構成され、調査は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い、調査結果を勘案して工場の改善ならびに近代化計画と立案する、というものであった。

以下にその項目を示す。

1-2-1 現地調査

鋼鉄廠の第二製鉄工場、第二製鋼工場その他を対象とし、生産工程としては、製鉄原料管理から圧延鋼材の二次加工生産ラインまでとする。

1-2-2 国内分析

現地調査の結果に基づき、鋼鉄廠の現状レベルを日本の現状レベルと対比することにより、その差異を明確にし、その原因を解析した。鋼鉄廠の希望する製品生産に適した、設備の計画及び操業上の改善点を考慮した近代化計画案を基本的な計画ベースで立案した。

2. 両者の基本的合意事項

2-1 現地調査結果による両者の基本的合意事項

2-1-1 近代化についての鋼鉄廠の基本的な考え方

- (1) 現在進行中の25トン転炉3基整備2基稼働体制と750㎡高炉2基稼働を前提に、鋼片及び鋼塊年産77万トンの生産を計画の基本とする。
- (2) 近代化計画は上記の高炉、転炉の設備計画をもとに現有設備及び建設中の熱延工場と新たに計画する形鋼圧延工場を合理的に運用可能な方法によるものとする。
- (3) 形鋼圧延用の素材は連続鑄造によって供給されるものとする。
- (4) 各部門の操業改善による歩留向上とエネルギー節減対策を積極的に推進する。
- (5) 新たに計画される形鋼圧延工場の製品は、H形鋼、山形鋼、溝形鋼等の建設資材用鋼材とし設計能力は年産50万トンとする。
- (6) 熱延コイル加工設備は、溶接管、冷間加工及び冷延工場とする。
- (7) 特殊鋼の品質向上対策として第1製鋼工場の製鋼部門の改善を提言する。

2-1-2 業務範囲に関する確認

現地調査および鋼鉄廠との討議により、近代化後の製品は形鋼圧延製品は山形鋼、溝形鋼およびH形鋼とし、熱延製品は溶接管、冷間加工材、冷延コイルとすることとした。設備計画は第2製鉄工場、第2製鋼工場を主体として検討するが、第1製鋼工場の製鋼部門については品質改善を主体とした提言を行なう。

(相互の確認事項は、1986年1月28日の合意書の検討と両者の署名により確認された)。

3. 山東萊蕪鋼鉄廠の概要

3-1 工場・沿革

山東萊蕪鋼鉄廠は、萊蕪市の東南約20kmの山間地帯にあり、近くから産出する鉄鉱石、石炭及び石灰岩の利用を主体とした原料立地で建設された工場である。

1972年に4つの独立した鋼鉄工場を集約し統合された一貫鋼鉄工場である。工場

敷地は、広大で1,111万 m^2 にわたっているが海拔250~300mの堅い岩盤から成る丘陵地帯で、工場設備は4ヶ所に分散しているため、工場設備の集中配置がむづかしい。

現状の生産規模は、年産11万トンで、中国における中型規模の工場に分類されている。

転炉工場はまだ設備の建設が完了して居らず、1号転炉稼働開始が1983年で歴史が浅く、現在は立上りの技術水準向上中の時期にある。

豊富な原料を背景とした比較的近代化設備の整った工場として近代化計画のモデル工場に選ばれたものである。

3-2 工場現況

敷地面積	:	11,110,000 m^2
工場全体配置	:	別紙に示す
固定資産	:	412,230,000 元
主要設備(公称能力):		第1製鉄工場 100 m^3 高炉×4基
		第2製鉄工場 620 m^3 高炉×1基
		第1製鋼工場 5 t 4,000 kvA 電気炉×3基
		550 mm ロール鋼片工場
		中形、小形圧延工場
		(特殊鋼生産)
		第2製鋼工場 25トン酸素上吹転炉×2基
		分塊(770 mm ロール)
		熱延工場(建設中)
製鋼能力	:	約400,000 t 85年実績 150,986 t
		(内)転炉 80,974 t
圧延能力	:	分塊40万 t 鋼片11万 t
		1985年実績 分塊 172,312 t
		(内)自社材 70,569 t
		鋼片圧延 99,200 t
		中形圧延 44,600 t

小形 庄 延 36,500 t

1984年の製品内容 : 次の表に示す。

表-1. 鋼種、寸法別、製品状況

	95φ	25~75φ	12~23φ	帯鋼パイプ	計
1. 構造用炭素鋼	122	16,805	1,088		18,015
2. 普通炭素鋼	12	--	20,517	6,206	26,815
3. 構造用合金鋼	1,206	11,199	228		12,633
4. 低合金鋼		840	7,424		8,264
5. 特殊鋼		5,012	526	71	5,609
	1,340	33,856	29,783	6,357	71,336

従 業 員 : 山東萊蕪鋼鉄廠の従業員総数は、24,960名である近代化計画対象の組織の従業員は次に示す。

表-2. 対象工場人員表

	管理職	作業員	計
第2製鉄工場	275	1,166	1,441
第1製鋼工場	317	2,952	3,269
第2製鋼工場	262	2,324	2,586
計	854	6,442	7,296

86年6月現在

3-3 設備改善の必要性

工場の生産実績は年々徐々に増加しつつあるが、設計設備能力と比較すると、まだ生産の水準が極めて低い。

現有の設備は設計の基本的な考え方の中に高能率の連続運転のための考慮が不足している部分が多く、特に圧延設備では高速運転に適していない旧式の設備が多い。そのため故障による設備ラインの停止、制御の不具合が多発し、生産向上に対する大きな障害となっている。

鉄鋼廠が進めている転炉25トンの3基整備2基稼働の体制のための建設工事が完成する時に、その設備能力を生産増に反映させるためには、高炉、焼結の改造、製鋼分塊の改造、及び圧延設備の新設増強が緊急の課題である。

多額の投資による現在進行中の設備工事の効果を十分にあげるために、鉄鋼廠は、一貫製鉄工場として鋼塊、鋼片70万トン製造体制を確立する必要があり、それによって生産効率が高い近代的な工場となることが可能である。

設備及び操業が、現状のままでは、原料に恵まれた工場がその能力を発揮できず、折角の転炉を中心とする建設計画の投資も効果が期待できないであろう。

4. 近代化についての技術的提案

4-1 製品別生産計画

鋼鉄廠と調査団との協議の結果、表-3.に示す1990年における製品別生産計画が立案された。この生産計画は、近代化の検討を行うための基礎数値となる。

1990年の製品別生産計画を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。

4-1-1 総生産量

鋼塊、鋼片ベースで1985年の転炉鋼80,974トンに対して1990年には、70万トンで8.64倍の生産増となる。

4-1-2 分塊圧延

1985年の製品は自社材7.06万トンに対し、1990年は31.9万トンと4.52倍の生産増となる。

新設中形鋼工場の生産は34.9万トンを予想している。

圧延鋼材の総生産量は5.8万トンとなり、1985年の圧延鋼材生産量85,168トンの6.8倍となる。

4-1-3 製品構成

山東萊蕪鋼鉄廠の製品構成は表4-1、表4-2のとおりである。

表4-1

1985			1990		
中、小型圧延	75,400	90.3%	パイプ	92,000	15.9%
冷延帯鋼	6,400	7.7%	冷間成形	65,000	11.2%
溶接管	1,300	1.6%	冷延	34,000	5.9%
冷間引抜	340	0.4%	形鋼	347,000	60.1%
			熱延コイル	40,000	6.9%
計	83,440	100%	計	578,000	100%

表4-2 1990年における生産計画(年産量)

項目	生産量	項目	生産量
高炉(鉄)	945,000トン	中形形鋼	347,000トン
焼結	1,570,000トン	熱延コイル	250,000トン
転炉鋼	770,000トン	溶接管	92,000トン
鋼塊	386,000トン	冷間成形	65,000トン
連鋸鋼片	314,000トン	冷延	34,000トン
分塊鋼片	319,000トン	熱延外販コイル	40,000トン

4-2 工程流れ図

表4-2の1990年における製品別生産計画を実現するために、調査団が推奨する近代化実現後の工程流れ図を図4-1に示す。

4-3 近代化のための改善項目

4-3-1 第二製鉄工場

〔焼結〕

(1) 問題点

焼結鉄成分の変動が大きすぎる。

高炉増設に伴う原料取扱量が増大する。

装入原料の整粒を強化する必要あり。

生産率が低く、燃料比が高い。

将来粉鉄配合が増し、生産率の低下が予想される。

Cガス原単位が高い。

(2) 改善案

原料混合ヤードの設置と秤量器の設置と行なう。

積付、払出設備の増強及び焼結鉄、塊鉄の仮置ヤードの設置が必要となる。

整粒強化には、焼結鉄クレーンと二次破碎及篩分設置を要する。又鉄石は10~25mmに改善する。

操業改善は床敷設備を設置し、装入方法の改善、焼成の温度管理、焼結原料の粒度管理を強化する。

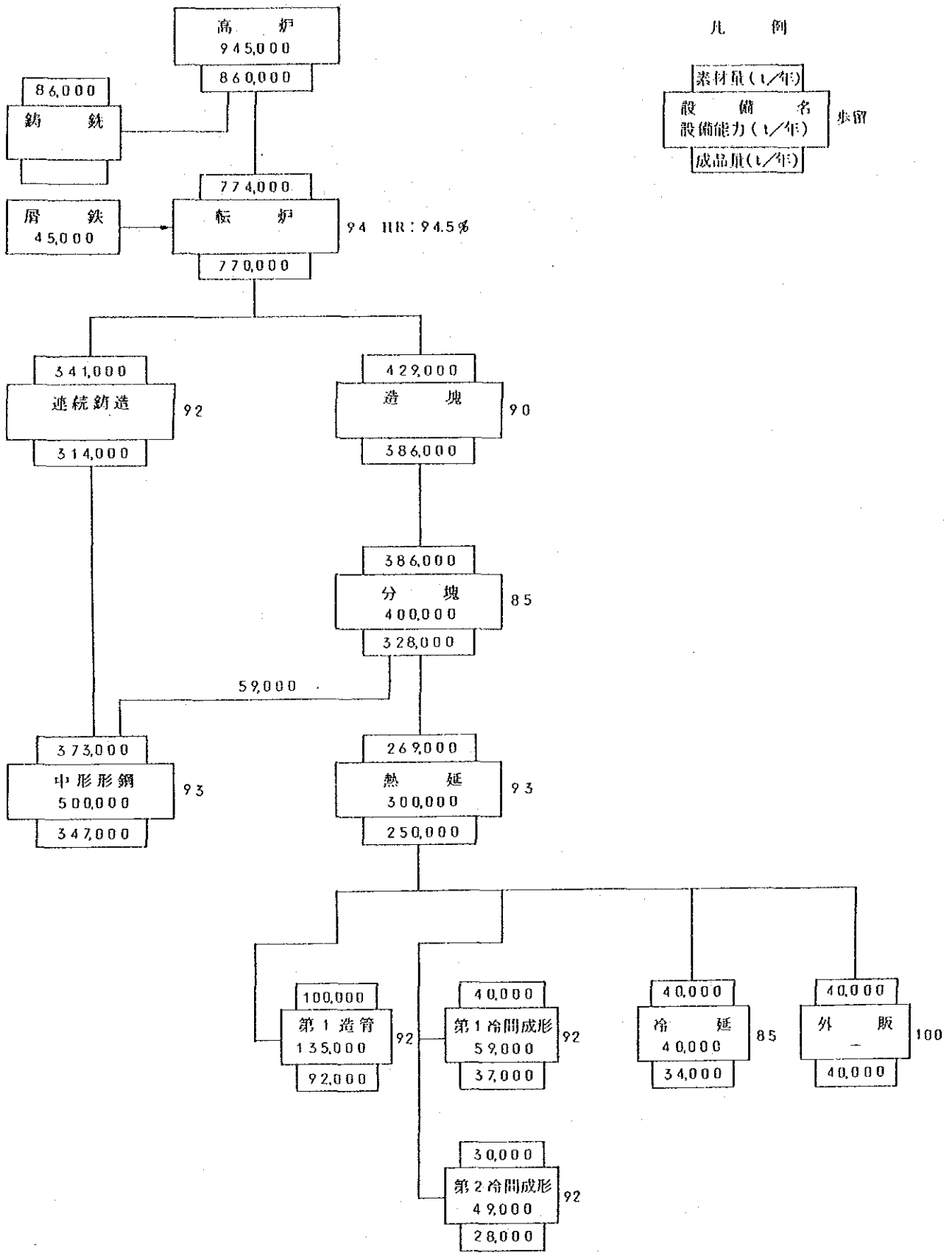


図 4-1 生 産 工 程 図 (1990)

表4-3 対象鋼種及び脱酸法(1990年)

圧延工場		鋼塊	製品	規格	脱酸法	製品別生産量 (t/年)
熱延	向先					
熱延	溶接造管	造塊	丸管	S G P	*リムド	20,000
				S G P W	*リムド	20,000
				S T P G 4 2	キルド	32,000
				S T K 5 0	キルド	10,000
				S T K M 1 2 A	キルド	10,000
	第一冷間成形	造塊	・軽量形鋼 ・軽量溝形鋼 ・軽量山形鋼	S S C 4 1	*リムド	37,000
第二冷間成形	造塊	波形鋼	S D P 1 (SPHC、SPCC) 相当)	*リムド	28,000	
冷延	造塊	帯鋼	S P C C	*リムド	34,000	
外販	造塊	熱延コイル		*リムド	40,000	
中形形鋼	速鑄	造塊	・H形鋼	S S 4 1	シリコン	347,000
			・溝形鋼 ・山形鋼	" "	キルド	
		造塊	同上	S S 4 1	*リムド	
計						578,000

注1) 規格はJIS相当

注2) *リムド鋼は歩止り向上を考慮してキャップド鋼とすることも考えられる。

粉鉄増加対策としては生石灰1～2%添加により、擬似造粒化により通気性を改善して生産率低下を防止する。

Cガスはバーナーの改善で、原単位低下 $5\text{ Nm}^3/\text{t}$ を実現する。

(高 炉)

(1) 問 題 点

装入原料の鉄分が48.3%で低い。

操業度が低い。

送風温度が低く、成績が良くない。

羽口破損回数が多い。

高炉の形状が良くない。

(2) 解 決 策

装入原料品位は精鉄粉配合を4.5%から6.7%に増しFe%を5.2%とする。

操業改善の方法としては、計器及センサーの整備、活用、炉内装入物分布、ガス流の制御が必要である。高圧操業を行ない炉頂圧力 1 kg/cm^2 まで上昇させれば生産率が1.2%は上昇する。それに伴う、装入物分布制御設備として、ベルレス方式への改善が考えられる。又高圧操業化すればそれに応じた操業方法及び耐火物の改善も必要となる。

送風温度は熱風炉の燃焼ガスにコークス炉ガスを添加し、燃焼ガスカロリーを $1,000\text{ kcal/Nm}^3$ にあげ送風温度を $1,100^\circ\text{C}$ まであげ、操業度向上をはかることができる。

羽口は形状改善と冷却水条件の改善で破損防止が可能である。

高炉の炉型は高圧操業に適した、低シャフト大炉床径型にすることが望ましい。

なお主要設備変更点は次の通り。

① 焼 結

$50\text{ m}^2 \times 2 \rightarrow 50\text{ m}^2 \times 2$ (冷却機 $110\text{ t/H} \times 2$ 増設)
(1985) $90\text{ m}^2 \times 1$ (新設)

② 高 炉

$620\text{ m}^3 \times 1 \rightarrow 750\text{ m}^3 \times 2$ (1基新設、1基拡大)

高圧操業可能とする。

送風機 2,000 m^3/min 新設

③ 原料関係

原料混合ヤード 150M×25M×2面新設

破碎設備 150トン/H新設

焼結鉄仮置場 80M×20M新設

4-3-2 第二製鋼工場

[転 炉]

(1) 問題点

① 設備面

溶銑処理設備がなく装入溶銑の成分が安定しない。

溶銑装入用秤量機が不安定で信頼性が低い。

分析設備が完備していないため、溶鋼中の[S]分しか作業中にチェックできない。

二次精錬設備がないため、転炉の高効率化が出来ない。

温度計が故障しやすく、正確な温度調整がやりにくい。

酸素発生装置の故障が多く能率を著しく低下している。

② 操業面

生石灰品質が低く生石灰、酸素原単位が非常に高い。

量及び成分のチェックが良く出来ないため、操業率改善の内容把握が困難である。

炉及取鍋の耐火物品質が悪く作業能率の向上の障害となる。

造滓材、合金鉄のサイズが管理されて居らず、作業能率向上の障害となる。

(2) 解決策

① 設備面

溶銑の成分安定のため溶銑脱硫設備を導入する。同時に溶銑鍋中のスラグ量を制御するため除滓機を作る。

装入量を確実に把握するためレバー式秤量機を設置する。

操業安定化と合金鉄歩留の向上のため、機器分析による分析の迅速化をはかる。

炉外精錬設備を導入し、品質向上と転炉作業時間の低減をはかる。

② 操 業 面

石灰焼成設備を更新しサイズ及び品質を適正化する。

耐火物については早急に高級耐火物の設備技術を導入し、管理のゆきとどいた専門耐火物工場生産供給の出来る体制を作る必要がある。

投入原料サイズは工場内で整粒することにより調整可能である。

〔 造 塊 〕

(1) 問 題 点

① 設 備 面

土間注入ですべて鋼塊製造によって居り、鋼塊サイズが小さいため、生産増となると能力不足となる。

鑄型の清掃修理が出来ず、鋼片の品質が良くない。

② 操 業 面

リムド鋼はケミカルキャップ方式のため分塊の圧延歩留りが近い。

分塊への鋼塊搬送が円滑に出来ないため均熱炉への冷塊装入率が高く、分塊能率を低下させている。

(2) 解 決 策

① 設 備 面

近代化により増産される溶鋼処理に対し、形鋼圧延用に連続鑄造機を導入し、省エネルギー、品質向上及び、製品歩留向上をはかる。分塊工場向の鋼塊製造のために、注入台車、鑄型及注入場所を更新し、造塊作業の効率改善のためのストリップヤードを新設し、分塊工場への鋼塊搬送を改善する。

鑄型は大型化すると共に、鑄型内面清掃、修理の設備を導入する。

② 操 業 面

リムド鋼はメカニカルキャップ式の鑄型に注入する方式に変更して、圧延歩留の向上と製品品質の向上を行なう。

ストリップヤードの新設に伴い、運搬車輛の運用管理体制を改善してゆく。

主要設備改善は生産量の増大に対処することに重点をおき、次のように計画する。

a. 転 炉 関 連

25トン転炉3基整備2基稼働化(既計画に織込済)

二次精錬設備の新設

溶銑装入経路の改善

b. 造 塊

220 mm×180 mmの連続鋳造機2ストランド新設

ストリップヤードの新設。

造塊設備の配置及び鋳型定盤の大型化。

〔圧延部門－1－分塊工場〕

(1) 問 題 点

① 設 備 面

圧延ロール軸受の破損が多い。

ミルモーターその他の故障が多い。

鋼塊搬送車の停止位置調整が出来ない。

② 操 業 面

冷塊装入が多く燃料原単位が非常に高い上に圧延機能率を著しく低下させている。

直交代時に設備点検のため設備運転を中断し能率を低下させている。

加熱用ガスのカロリーが高すぎ鋼塊の表面温度が上りすぎて、炉床に酸化物質が堆積しその清掃のための操業率低下が生じている。

圧延歩留りが低い。

(2) 解 決 策

① 設 備 面

軸受は水冷強化で改善されるが基本的にはローラーベアリングへの変更が望ましい。

機器の点検は周期的点検等の予防保全で作業中の事故を低減し、機器の信頼性を向上する。

鋼塊搬送車はリミットスイッチの調整等により停止精度を向上させる。

ミルモーターは劣化が甚しいので更新する。

② 操 業 面

造塊班との連絡及び運搬管理部門の協力体制を強化し、トラックタイム管

理強化により熱塊装入比率を上げる。

(注. 現状のエネルギー原単位は日本の2～4倍である)

予防保全の実施により班交替時の点検のための停止をやめることができる。

ミックスガスで燃焼ガスのカロリーを低下する。

造塊のリムド鋼をメカニカルキャップ化することにより、向上する。なお
ホットスカーファターの導入で手入歩留りも向上できる。

主な設備改善点は次の通り。

既設12ホールのうち常時8ホール使用可能とする。

熱延工場への直送圧延を考慮するためホットスカーファターを新設する。

熱延素材の温度調節のためにテーブルカバーを新設する。

均熱炉の燃焼制御装置を完備し、燃料原単位を向上させる。

[圧延部門、熱延、中形形鋼、熱延材加工ライン]

これらの部門は、熱延は建設中でありその他はすべて新設計画の立案となる
ので主要設備のみ列挙する。

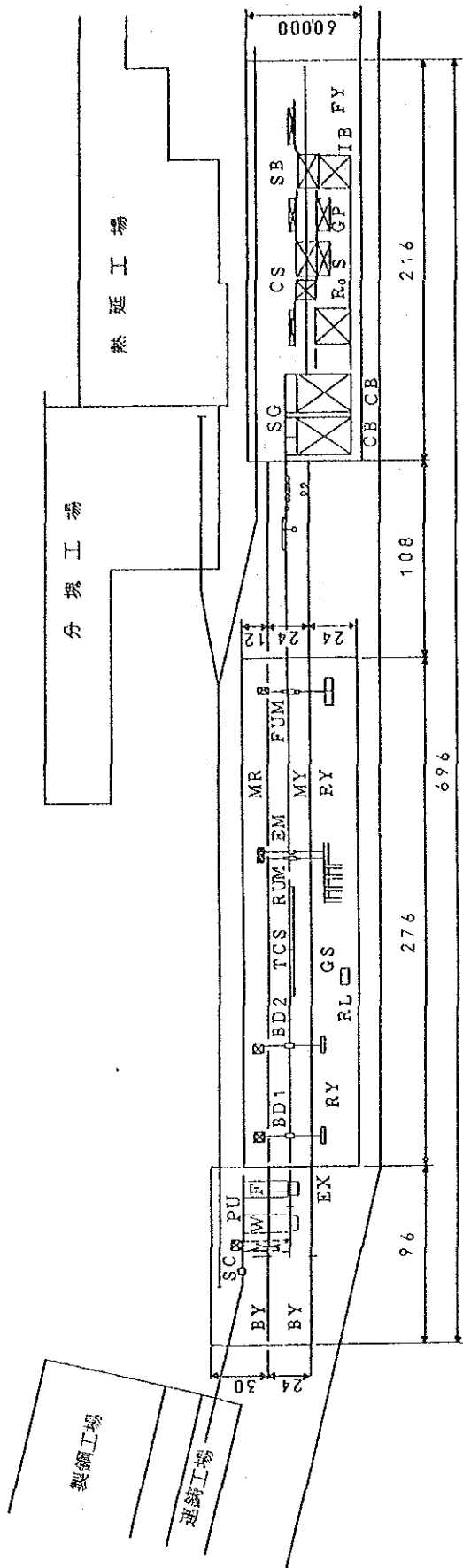
熱 延 工 場

ブッシャー式加熱炉	68 t / H
粗 圧 延 機	スケールブレーカー 310 kw
	2 段 圧 延 機 800 kw × 4 基
	エ ッ ジ ャ ー 180 kw
仕 上 圧 延 機	4 段 圧 延 機 1,250 kw × 6 基
	エ ッ ジ ャ ー 125 kw × 2 基
冷 却	平板冷却輸送コンベア
巻 取 設 備	豎形巻取機
スリッターライン	スリット係数 1～4

中形形鋼圧延工場

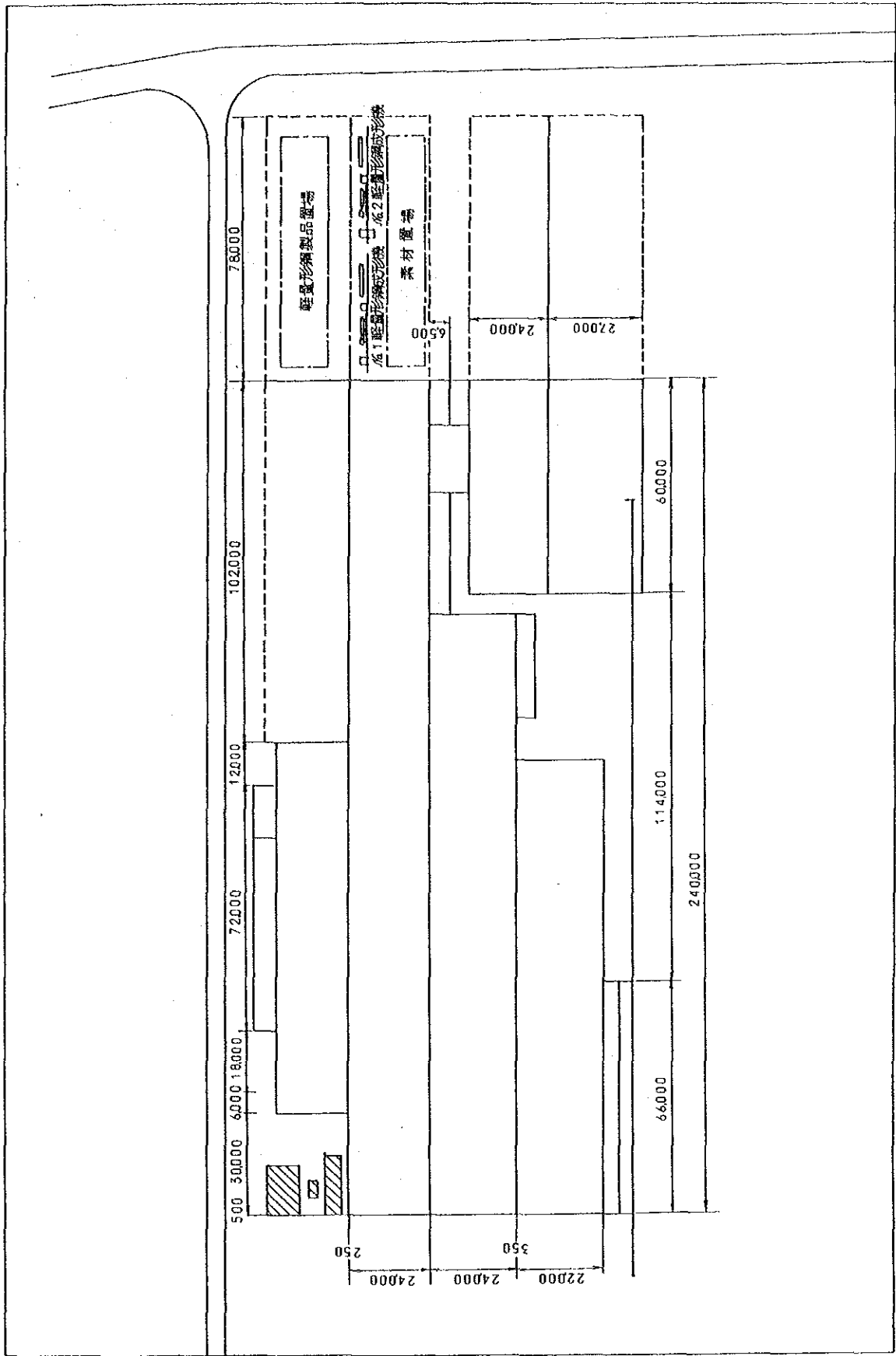
ウォーキングビーム加熱炉	80 t / H
ブレークダウンミル2段式	3,500 kw × 2 基
粗 中 間 ミ ル	ユニバーサル圧延機 4,000 kw × 2 基
エッジングミル2段式	800 kw × 2 基
中間形鋼ミル2段孔型式	2 基

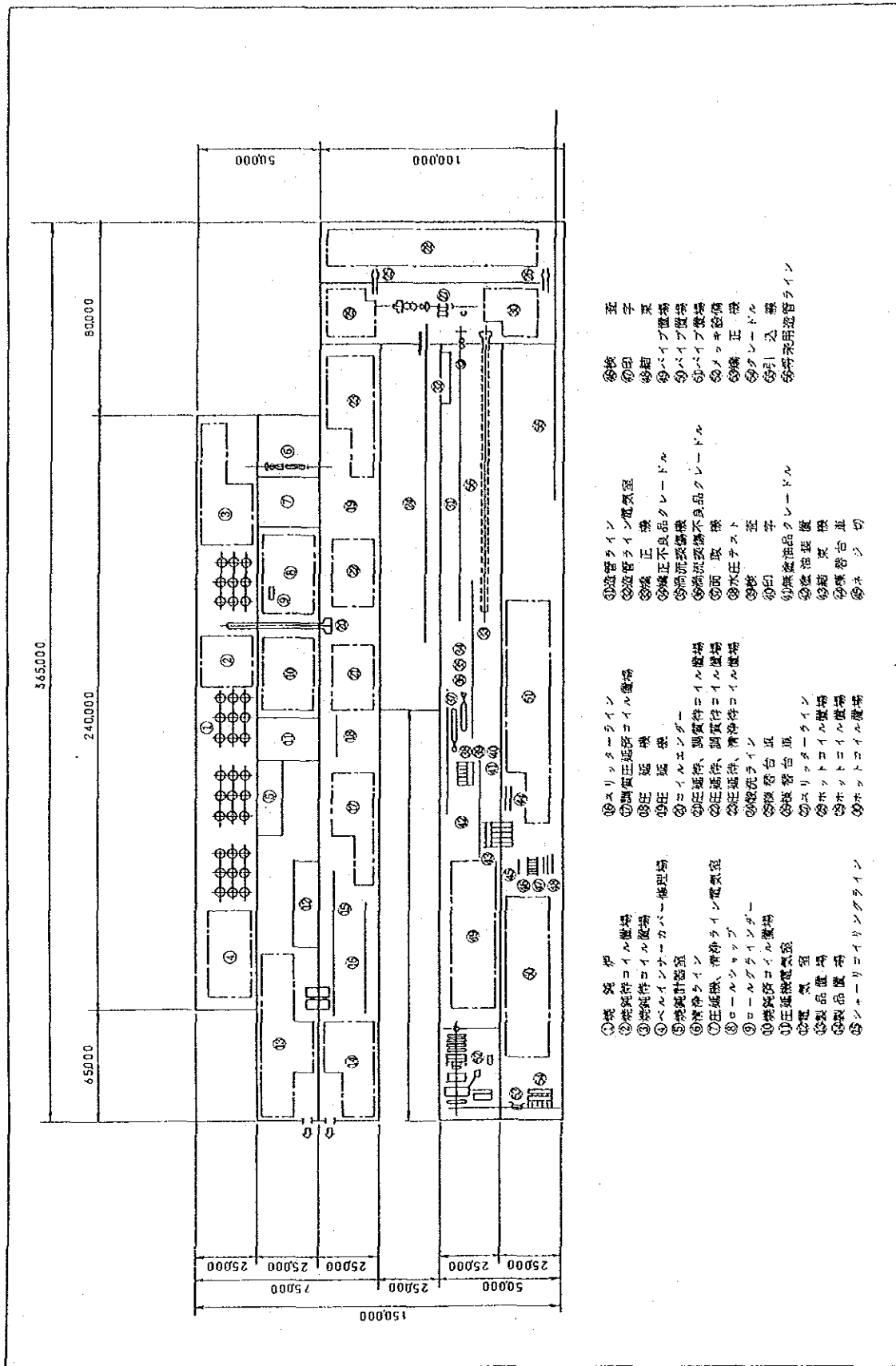
仕上ミルユニバーサル式	1,600 kw × 2 基
熱鋸設備固定式移動式	各 1 基
冷 却 床	20 m × 30 m 2 面
精 整 設 備	
仕分け出荷設備	
冷 延 ラ イ ン	
酸 洗 設 備	
圧 延 機	6 段リバース式 3,000 kw × 2 基
清 淨 設 備	
焼 鈍 設 備	
精 整 設 備	
冷 間 成 形	
エントリー設備	
成 形 機	
溶接管ライン	
エントリー設備	
造 管 設 備	
精整検査設備	
付 帯 設 備	
メ ッ キ 設 備	
ネ ジ 切 機	



- | | | | |
|------------------|-------------------|---------------|-------------|
| BY: 材料ヤード | BD1: 炉1ブレードクダウソール | RY: コール置場 | CB: 冷却床 |
| WF: ウォーキングベーム加熱炉 | BD2: 炉2ブレードクダウソール | MR: 電動機室 | R0: ロータ矯正機 |
| SC: 材置器 | RUM: 粗ユニバーサルミル | RL: コール旋盤 | I B: 検査床 |
| PO: アップシャ | FUM: 仕上ユニバーサルミル | GS: ガイド置場 | GP: プレス矯正機 |
| EX: エキストラクター | EM: エッジングミル | FHS: 固定ホットソール | CS: コールドソール |
| | MY: ミルヤード | MHS: 移動ホットソール | S B: 仕分床 |
| | TCS: タングカッター | SG: 定寸機 | F Y: 精整ヤード |

図4-2 中形形鋼工場概略レイアウト





- ① 焼純炉
- ② 焼純待コイル置場
- ③ ベルインナンカーバー修理場
- ④ 焼純ライン
- ⑤ 焼純計器室
- ⑥ 焼純ライン
- ⑦ 焼純機、清浄ライン電気室
- ⑧ ロールシャブ
- ⑨ 焼純待コイル置場
- ⑩ 焼純電気室
- ⑪ 焼純ライン
- ⑫ 電気室
- ⑬ 製品置場
- ⑭ シンナーリコイルライン
- ⑮ スリッターライン
- ⑯ 調直延焼コイル置場
- ⑰ 延焼機
- ⑱ 延焼機
- ⑳ コイルエンダー
- ㉑ 延焼待、調直待コイル置場
- ㉒ 延焼待、調直待コイル置場
- ㉓ 延焼待、清浄待コイル置場
- ㉔ 線流ライン
- ㉕ 線流台皿
- ㉖ 線流台皿
- ㉗ スリッターライン
- ㉘ ホットコイル置場
- ㉙ ホットコイル置場
- ㉚ ホットコイル置場
- ㉛ 造管ライン
- ㉜ 造管電気室
- ㉝ 矯正不良品クレードル
- ㉞ 高流架橋機
- ㉟ 頭取機
- ㊱ 水圧テスト
- ㊲ 検査
- ㊳ 検査
- ㊴ 無塵品クレードル
- ㊵ 検査台皿
- ㊶ 検査台皿
- ㊷ ネ
- ㊸ 型
- ㊹ 型
- ㊺ 型
- ㊻ 型
- ㊼ 型
- ㊽ 型
- ㊾ 型
- ㊿ 型
- ① 検査
- ② 検査
- ③ 検査
- ④ 検査
- ⑤ 検査
- ⑥ 検査
- ⑦ 検査
- ⑧ 検査
- ⑨ 検査
- ⑩ 検査
- ⑪ 検査
- ⑫ 検査
- ⑬ 検査
- ⑭ 検査
- ⑮ 検査
- ⑯ 検査
- ⑰ 検査
- ⑱ 検査
- ⑲ 検査
- ⑳ 検査
- ㉑ 検査
- ㉒ 検査
- ㉓ 検査
- ㉔ 検査
- ㉕ 検査
- ㉖ 検査
- ㉗ 検査
- ㉘ 検査
- ㉙ 検査
- ㉚ 検査
- ㉛ 検査
- ㉜ 検査
- ㉝ 検査
- ㉞ 検査
- ㉟ 検査
- ㊱ 検査
- ㊲ 検査
- ㊳ 検査
- ㊴ 検査
- ㊵ 検査
- ㊶ 検査
- ㊷ 検査
- ㊸ 検査
- ㊹ 検査
- ㊺ 検査
- ㊻ 検査
- ㊼ 検査
- ㊽ 検査
- ㊾ 検査
- ㊿ 検査

図 4-4 冷延溶接管工場

4-3-3 第1製鋼工場（一製鋼設備）（参考）

特殊鋼生産における品質向上を前提として検討した。

(1) 問題点

小容量の炉で品質形状が最適でない造滓材、合金鉄を用い、精錬を行なっているため十分な精錬効果が得られない。

小型鋼塊の下注造塊で鋳型の整備管理が出来ないため、鋼塊品質の向上がむづかしい。

(2) 解決策

炉の容量を30トンに拡大し、スクラップ形状改善及び炉外精錬をすることにより能率改善と品質向上を行なう。

鋼塊サイズの拡大により鋼塊品質の向上をはかる。

主な設備改善提案

5トン電気炉3基を30トン電炉1基に変更する。

炉外精錬設備を新設し、精錬効果を向上する。

鋼塊を700kgまで大型化し、鋳型清掃等の管理可能な状況を作る。

4-3-4 その他の改善項目

〔計量、計測管理の強化〕 生産、及び設備の状況把握のために、各工場の計量、計測の内容を確実にする必要がある。特に製鋼における温度計の信頼性向上と、転炉分析の機器分析化は品質向上に不可欠である。省エネルギーのために加熱炉の燃焼状況の把握も重点的に実施すべきである。

〔耐火物の品質向上〕 現状の耐火物品質では、77万トン体制の生産は困難である。中国の鉄鋼業全体の向上のためにも早急に高級耐火物の生産拡大を計るべきである。

4-4 改造計画の工程

工事の能率等で不明な点が多いので提案された工事の順序を、次の工程表に示すにとどめた。

図3-5 近代化計画予想工程

区分		予 想 工 程					備 考
		1986年	'87	'88	'89	'90	
第二製鉄	原料設備	検討	設計・製作	改造			
	炉1		検討	設計・製作	改造		
	焼結炉2		検討	設計・製作	改造		
	炉3	検討	設計・製作	新設			
	高炉炉1					改修	
	高炉炉2			新設			
	石灰焼成炉			新設			
第二製鋼 (製鋼)	脱硫設備			新設			
	炉			改造			
	造塊機			新設			
	塊理機			改造			
	注入ヤード						
	P M 設備		新設				
L F 設備			新設				
	連 鑄 設備			新設			
第二製鋼 (圧延)	分塊均熱炉			増設			
	熱間溶剤機		新設				
	形鋼工場				新設	サイズ拡大	検討
	熱延工場	新設				直圧	検討
	冷延工場圧延機	炉1			新設	1期	
	炉2					2期	
	清浄設備				新設		
	焼鈍設備				新設	増設	
	シャーリコイリング				新設		
	スリッター					新設	
	溶接管工場	関係設備		新設			
	モッキ関係設備		新設				
	ネジ関係設備		新設				
	第一冷間成形工場			新設			
	第二冷間成形工場			新設			

5. 投資額と経済効果

投資金額

検討された近代化計画の機器設備の総額は、

第2製鉄工場分	(35580.9 万元)
第2製鋼工場分	
製 鋼	(5778.3 万元)
圧 延	(26434.9 万元)
合 計	(32213.2 万元)
総 計	(67794.1 万元)
第1製鋼工場分	(2354.7 万元)

である。

効 果

設備能力的に均衡の良い設備投資の実施により、工場の近代化が達成され、生産量の面で見れば、

- ① 1985年の転炉出鋼鋼塊量81,000 tに対し、1990年70万トン生産可能となり、8.64倍の生産が期待される。
- ② 自社生産鋼材圧延量は、1985年で84,845トンであるが、本計画で1990年には578,000トンの生産が可能で6.8倍の圧延量増加が期待される。
- ③ 新しく導入された二次精錬設備により、高級品の製造が可能になり、且つ転炉の能力は著しく向上して近代工場のレベルに到達可能である。
- ④ 第1製鋼工場では、高級特殊鋼を年間11万トン生産可能となる。

6. 結論と勧告

6-1 工場改善の概要と意義

今回の調査では、既に計画された高炉及び転炉の増強計画と建設中の熱延工場設備を前提として、最終製品の種類、寸法の鋼鉄廠側の要求を満足させる設備計画を検討する形となった。

鋼鉄廠案によると小寸法の生産要望が強く、そのままその案を採用すれば製鋼の鋼塊、鋼片の生産計画量70万トン进行处理するための圧延設備は非常に大きくなってしまい。そこで製品の形状、寸法については、調査団と鋼鉄廠の間で検討を重ねて、本報告の内容に定められたものである。

本報告に述べられた改善内容は、現在の操業における問題点の改善を主体とし、この規模の設備の中で品質要求を満足するために必要な項目がとりあげられて居り、設備工事が完成すれば一通り近代的な設備が整い、要求されている品質を満足に生産し得る工場となる。しかし、現在鉄鋼生産技術の進歩は、製品品質の要求から著しく早くなっており、今回の近代化計画では現状の最新鋭の製鋼設備まで達する段階には到達できなかった面がある。具体的には分塊工場設備を残したため、製鋼の造塊を全量連続鋳造化出来なかったのが一例である。その意味では、今回の近代化計画により、まず部分的に新技術を取り入れ、技術を消化習熟した上で、残った合理化を、設備の更新の形で進める段階が必要と思われる。旧来のプロセスを全面的に変更して新しい製法を採用することは、技術の習熟に困難が伴ない、あまり実際的な方法ではないので、今回の改善計画は現状に適した方法と考えられる。

6-2 設備以外に改善を要する問題点

今回の調査で特に印象の深かったのは、生産管理と計量管理にかなり改善する点があることで、現状のままでは設備改善が完了しても生産が計画通り達成出来ないことが懸念される。

問題点を要約すると以下の通りである。

- (1) 製銑、製鋼、圧延各部門間の半製品の搬出、搬入が、設備の稼働に必要な条件に合っていないため、材料待ちの時間損失が大きく、これがエネルギー消費を大きくしている。

- (2) 設備の故障が多く、特に計器類は不備のまま生産が行なわれることが多い。
- (3) 計量、分析機器が完備されていない。
- (4) 作業用材料の品質が良くない。

対策としては、

- (1) 各部門間の連絡を密にし、前工程の操業責任者は次工程の工場の作業状況を把握して、責任を持って必要な時間までに必要な半製品を送る体制を考える必要がある。この責任とは、輸送を管理する部門への連絡も含める。
- (2) 設備は、点検及び部品交換の周期をきめる等の方法により、予防保全を実施し、運転中の故障発生を防止することが出来る。
- (3) 計量、分析等は操業内容の状況把握の最も大切な指標である。生産能率を向上し大量の物が扱われるようになると計量値があいまいな場合、操業の問題点を知ることが出来ない。特に転炉の生産が順調になると、分析時間は生産に大きく影響するので分析機器の設置が必要である。
- (4) 特に大量に使用される生石灰の品質と耐火物の品質を向上する必要がある。
焼成が不十分な生石灰は転炉の熱を吸収して、操業時間を長くする。
耐火物は使用原料の品質、粒度及び焼成温度で著しくその性能に差があり、よく管理された耐火物の専門工場で安定した品質の製品を作るようにすべきである。

序

章

1. 調査団派遣の経緯

中華人民共和国は1979年以来「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。

山東萊蕪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、山東萊蕪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山東萊蕪鋼鉄廠の第2製鉄工場及び第2製鋼工場などを対象に、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。

本件の山東萊蕪鋼鉄廠は、小型ながら高炉を有する一貫製鉄所で、原料立地の工場
で従来重点的に投資され、近代化投資効率の良い工場とされている。合理的設備計画
と管理の近代化により効率の良い発展向上が望まれている。

調査団は日本鉄鋼連盟の傘下にある日本鋼管(株)及び川崎製鉄(株)から構成する6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。

調査団は山東萊蕪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、且つ、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山東萊蕪鋼鉄廠の
現地調査を行い、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

山東萊蕪鋼鉄廠は4工場で構成されるがこのうち普通鋼部門(第2製銑、第2製
鋼)と第1製鋼の一部の改善を対象とし、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。

3-1-1 調査項目

- (1) 全 体
 - ① 工場配置
 - ② 工場内主要設備配置図
 - ③ 主要設備組立図
 - ④ 人員配置に関する資料
 - ⑤ 主要設備リスト
 - ⑥ 年間生産バランス
 - ⑦ 圧延形状サイズ別生産量

⑧ ユーティリティの供給条件

⑨ 近代化計画の構造

(2) 製 銑

1) 設備改善計画(萊鋼案)

- ① 現在と近代化後の設備
- ② 現在と近代化後の生産
- ③ 焼結工場の配置図と新設焼結機検討図
- ④ 現有 $620m^3$ の高炉の図面
- ⑤ 新設高炉の基礎図面
- ⑥ 焼結工場と高炉間の焼結鉞搬送検討図
- ⑦ 設備改善上の問題点
- ⑧ 省エネルギー合理化設備に関する希望項目

2) 操業改善計画(萊鋼案)

- ① 焼 結 操 業
- ② 高 炉 操 業
- ③ 操業改善に関する問題点
- ④ 高炉ガス、コークス炉ガス、蒸気の実績と需給バランス計画

3) 設 備 概 要(現状)

4) 操 業 概 要(現状)

(3) 製 鋼

1) 一 般

- ① 工場全体配置図
- ② 主要設備配置図
- ③ 第二製鋼工場主要設備
- ④ 耐火物配置図
- ⑤ 生産管理組織及び要員

2) 操 業

- ① 原 料
溶銑成分温度
- ② 転 炉

- a. 鋼種、向先、成分規格、構成比、生産量
- b. 主原料、冷却材の使用量、比率、原単位
- c. 副原料の原単位、品質リスト、歩留り及酸素原単位
- d. 転炉の吹錬パターン
- e. スラッグの成分と量
- f. 溶鋼成分温度及び適中率
- g. 排出地全
- h. 操炉実績と操業時間資料

③ 造 塊

- a. 鑄型、定盤、台盤、注入管押湯の寸法と配置
- b. リムド鋼のリミング剤、キルド鋼の鑄型内保温材、押湯断熱板の特性
- c. 鑄型、定盤の原単位、サイクルタイム保有数
- d. 鑄型情掃

④ 品 質

現状の品質欠陥

⑤ 耐 火 物

使用中の耐火物の原単位品種リスト

⑥ 問 題 点

- a. 原料関係
- b. 転炉関係
- c. 造塊関係
- d. 品質関係
- e. 耐火物関係
- f. その他

⑦ そ の 他

秤量器

3) 近代化計画

- ① 近代化後のプロダクトミックス
- ② 設備改善の種類、目的
- ③ 近代化計画の設備レイアウト

④ 近代化で考慮すべき項目

⑤ 近代化後の操業目標

(4) 圧延部門

1) 設備改善計画(萊鋼案)

① 現在と近代化後の生産量

② 工場全体配置図

③ 工場内主要設備配置図

④ 改善の問題点

2) 操業改善計画(萊鋼案)

① 全圧延工場共通

a. 現在の操業状況

b. 工場の休止状況

c. 工場の型替状況

d. 工場の人員構成

e. 圧延能力

f. 生産歩留

g. 操業原単位

h. 製造工程別生産量

i. ミルのパススケジュール

j. 各成品ごとのロール図、カリバー図

k. 操業改善の問題点

② 各工場別質問事項

a. 分塊

b. 鋼片圧延

c. 中形圧延

d. 小形圧延

3) 製品品質状況

① 製品表面疵

② 製品内部欠陥

③ 形状不良

- ④ 寸法不良
- 4) 現有設備仕様
 - ① 既設工場
 - ② 将来新設工場

3-2 報告書作成のための合意内容

1月15日から1月28日の間に、山東萊蕪鋼鉄廠と日本代表団の間で行なわれた本格調査が実施された。調査の終了の段階で、日本における技術報告作成のための基本事項に関する双方の真剣な討議の結果、巻末に示す合意書が作成された。月28日に双方の代表者による署名で公式に決定した。

4. 調査内容

4-1 年度別生産状況及生産予想(炭鋼原案)

単位 万トン

	83	84	85	86	87	88	89	90
石 炭	60.36	68.96	78.12	75.0	75.0	74.8	74.7	74.6
コークス 焼結向	3.03	3.41	3.58	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
高炉向	36.98	42.26	48.9	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
鉄石精鉄	19.3	20.0	20.20	38.0	60.0	90.0	90.0	90.0
焼 結 50 m ² ×2	48.64	56.03	58.25	60.0	60.0	60.0	80.0	70.0
団 鉄 8 m ² ×2	6.48	8.6	10.20	10.0	10.0	25.0	25.0	25.0
第1製鉄 100 m ² ×3	10.07	14.30	15.67	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
第2製鉄 620 m ²	24.77	26.40	28.97	29.0	28.0	28.0	46.0	41.0
スラップ 発生量	6.03	6.75	6.95	6.53	6.29	8.51	10.2	11.64
転 炉	0	4.14	8.10	12.0	13.5	20.0	30.0	37.0
電 炉	6.23	6.83	7.0	6.8	6.5	7.0	7.5	8.0
連 鑄 設 備	0	0	0	0	0	0	0	0
分塊工場	0	3.59	7.06	10.34	11.48	17.2	25.8	32.19
ピレット圧延工場	5.56	7.18	8.25	11.54	11.51	15.72	15.42	18.85
圧延工場	0.71 [*]	0.7 [*]	0.85 [*]	1.09 [*]	3.0	6.05	14.76	17.87
外 販								
鉄 鉄	34.29	34.81	33.76	28.94	26.76	19.95	28.37	17.06
ピレット	0	0.13	0.14	0.11	1.00	1.50	1.5	2.0
小 形	2.29	2.95	3.25	6.06	5.50	8.00	8.00	10.0
中 形	2.73	3.39	4.29	4.80	4.50	5.50	5.50	6.0
冷 牽	0.03	0.03	0.03	0.01	0	0	0	0
溶 接 管	0.03	0.15	0.13	0.16	0	0	4.0	6.0
冷 延 材	0.64	0.49	0.64	0.86	1.0	1.0	1.0	1.0
冷間加工材	0	0	0	0	0	0	0	5.0
熱 延 材	0	2.15	4.14	3.97	3.45	5.15	9.32	5.97

4-2 鋼材サイズ別生産状況(1984年)

	95φ	25~75φ	12~23φ	帯鋼パイプ	計
1. 構造用炭素鋼	122	16,805	1,088		18,015
2. 普通炭素鋼	12	—	2,0517	6,286	26,815
3. 構造用合金鋼	1,206	11,199	228		12,633
4. 低合金鋼		840	7,424		8,264
5. 特殊鋼		5,012	526	71	5,609
	1,340	33,856	29,783	6,357	71,336

4-3 ユーティリティ

	1984年		1990年
	設備能力	供給量	予想使用量
電力	66,500 kVA	12,537 万kWh	16,118.4 万kWh
用水(供給分)	2,503.9 万t	1,755.6 万t	3,241 万t
水蒸気	4,015 万t	3.14 万t	—
圧空	68,328 万m ³	59,000 万m ³	78,840 万m ³
Bガス	87,600 万m ³	45,400 万m ³	180,831 万Nm ³
Cガス	27,000 万m ³	4,816 万m ³	19,306 万Nm ³
酸素	3,200 Nm ³ /h	1,495 万Nm ³	6,800 万Nm ³
転炉回収ガス	— Nm ³ /h	— 万Nm ³	3,360 万m ³

5. 近代化計画の構想

山東萊蕪鋼鉄廠は、建設当初粗鋼55万トン生産を目標に計画された工場である。

近代化の中心となる転炉工場は既に25トン上吹転炉2基が稼動して居り、将来3基整備2基稼動とするよう計画が進行している。当初転炉3基整備2基で50万トン生産が予想されていたが、70~80万トンの生産の可能が出てきたため、80万トン弱を目標とする生産を目標とすることとなった。

転炉の原料となる溶銜は90万トン为目标とし、現在稼動中の620m³の高炉に更に750m³の高炉を新設し更に現有の600m³の高炉を750m³に改造し、近代化を

計ることとなった。

高炉の増強に伴い焼結設備の増強が必要となり原案としては、現有の $50m^2 \times 2$ を $75m^2 \times 2$ とする計画である。

増産される鋼は品質向上のために、炉外精錬を導入すると共に、造塊も一部連続鑄造を取り入れたい意向がある。

圧延分野は、分塊工場の後続ラインとして熱延工場の建設が進められて居り、87年後半に稼動開始の予定である。

熱延ラインは年間30万トンの装入を予定して居り、 $500mm$ 巾のストリップを生産して溶接パイプライン、冷間加工ライン及び冷延ラインに素材を供給する。残りの約40万トンの粗鋼は連続鑄造によりピレットを生産し、今後の検討で定める中形圧延工場に素材を供給する。中形圧延工場では、丸鋼、山形鋼、溝形鋼、平鋼といろいろ考えられるので、合理的な案を検討したいということであった。

以上を要約すると改造計画の内容は下記のようになる。

① 製 鉄

原料置場	一部設備増強（破砕設備等）
コークス炉	設備能力55,900トンで余力あり改造不要
焼結工場	$750m^2$ 高炉の原料対策として $75m^2$ 焼結機の増設
高 炉	$750m^2$ 高炉増設（1988年） $620m^2$ 高炉の $750m^2$ への改造 高炉送風機の増強（1986年） $1,500m^3/分 \rightarrow 2,000m^3/分$

② 製 鋼

転炉25トン	2基目完成稼動開始（1985年）……完了 3基目完成（1986年）……進行中
二次精錬	アルゴン攪拌の新設
連続鑄造	造塊合理化のため新設

③ 圧 延

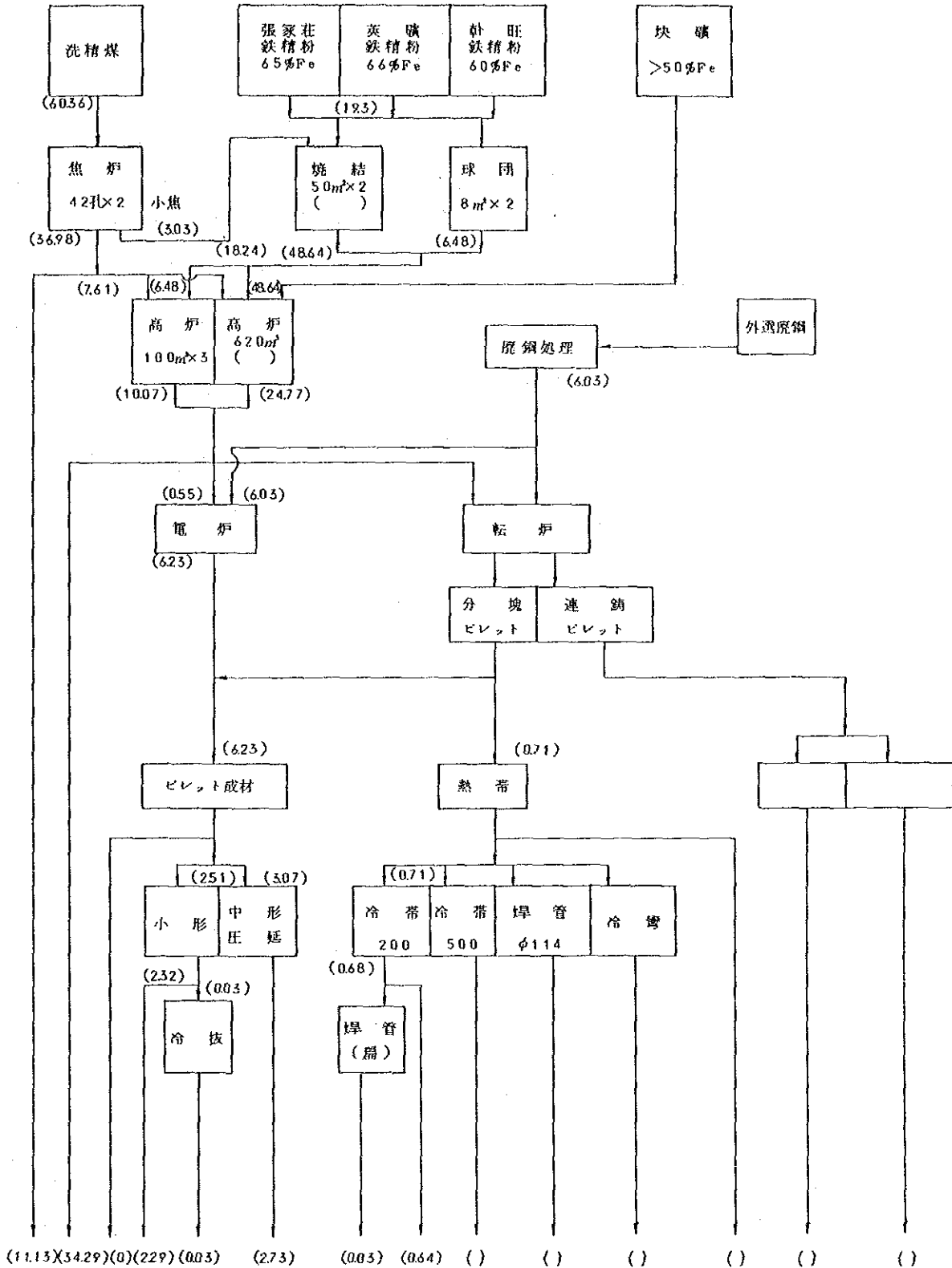
熱 延 工 場	$500mm$ 巾（最大）を建設中（1986年末完成予定）
中形圧延工場	連続鑄造鋼片、圧延設備（40～50万トン） 製品は丸鋼、溝形鋼、山形鋼、平鋼検討中

溶接管ライン }
冷間成形ライン } 熱延材加工ラインとして計画
冷延ライン }

④ 電気炉製鋼 製造品種拡大、品質向上対策検討中

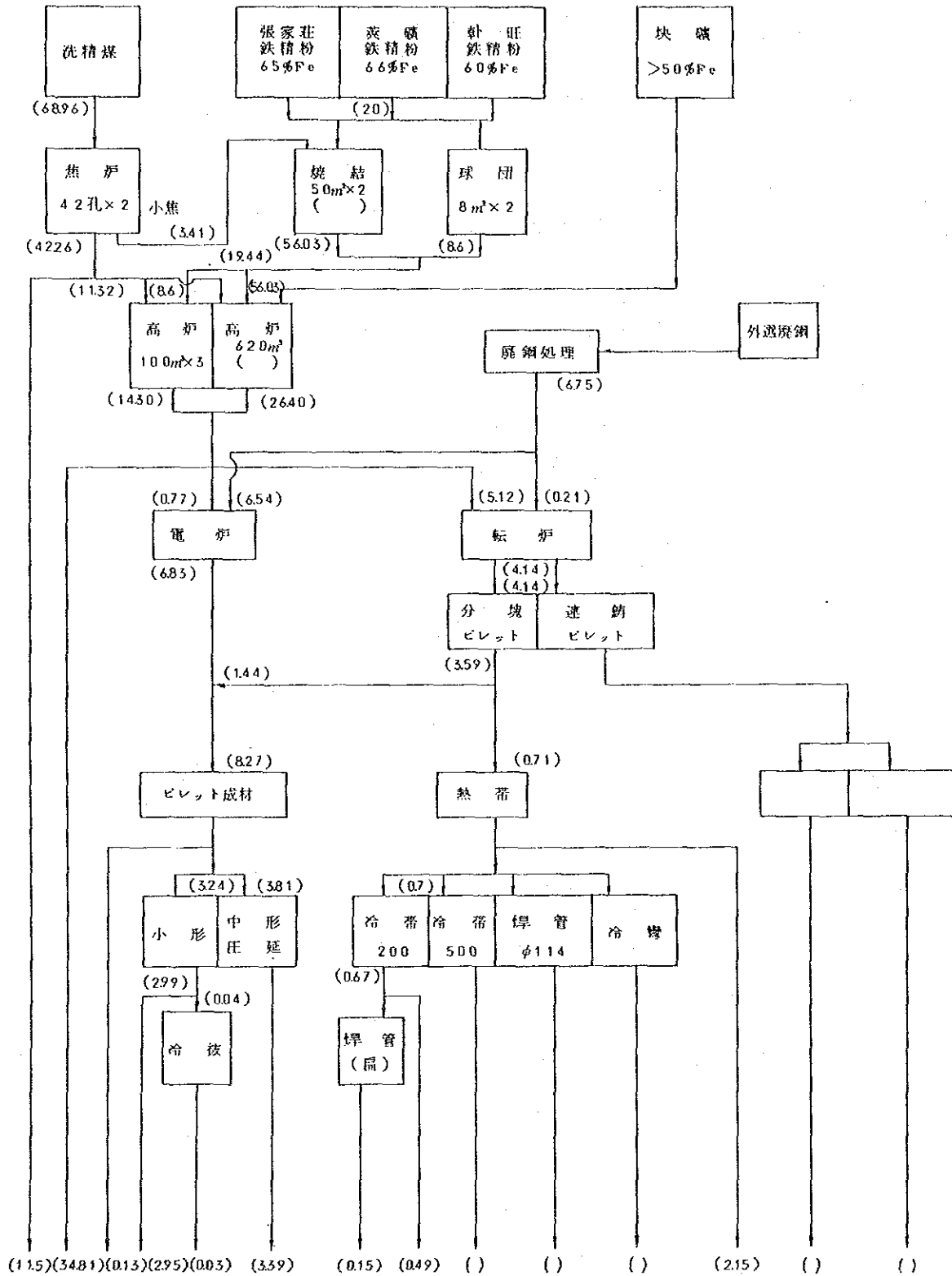
様式 1-1

(8 3) 年度 銷 平 衡 図



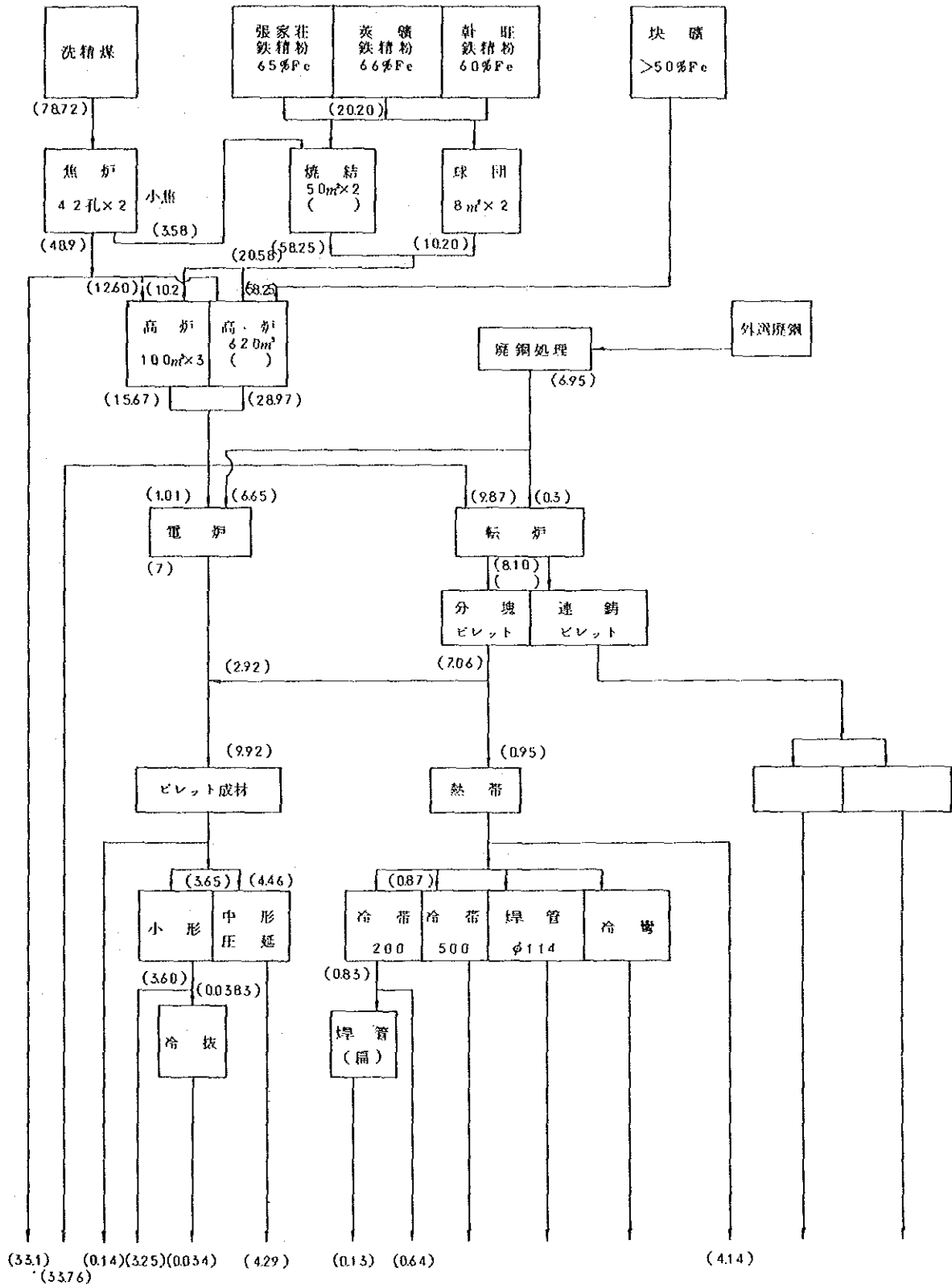
様式 1-1

(8 4) 年度銷平衡図



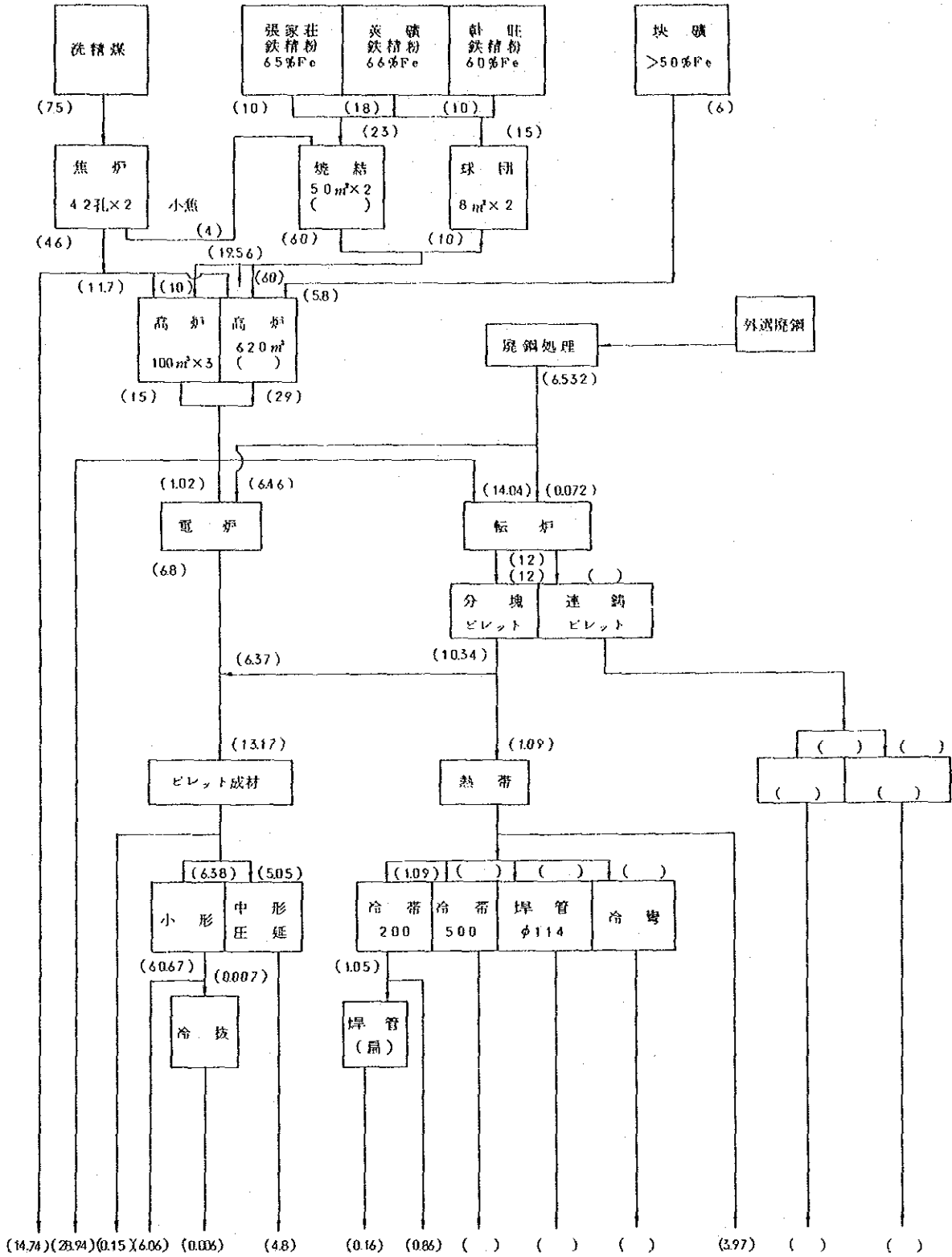
様式 1-1

(8 5) 年度 銷 平 衡 図



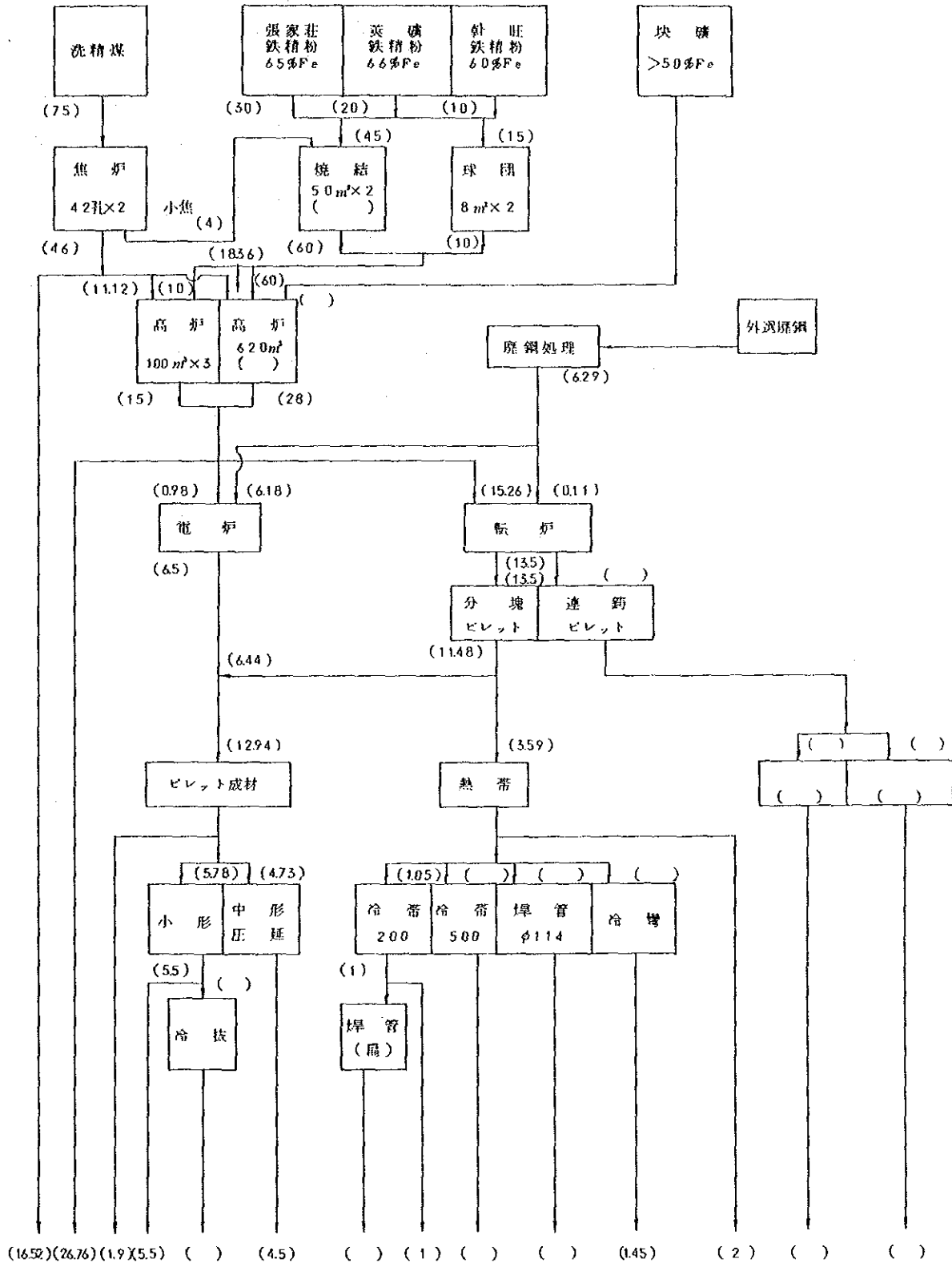
様式 1-1

(8 6) 年度銷平衡圖



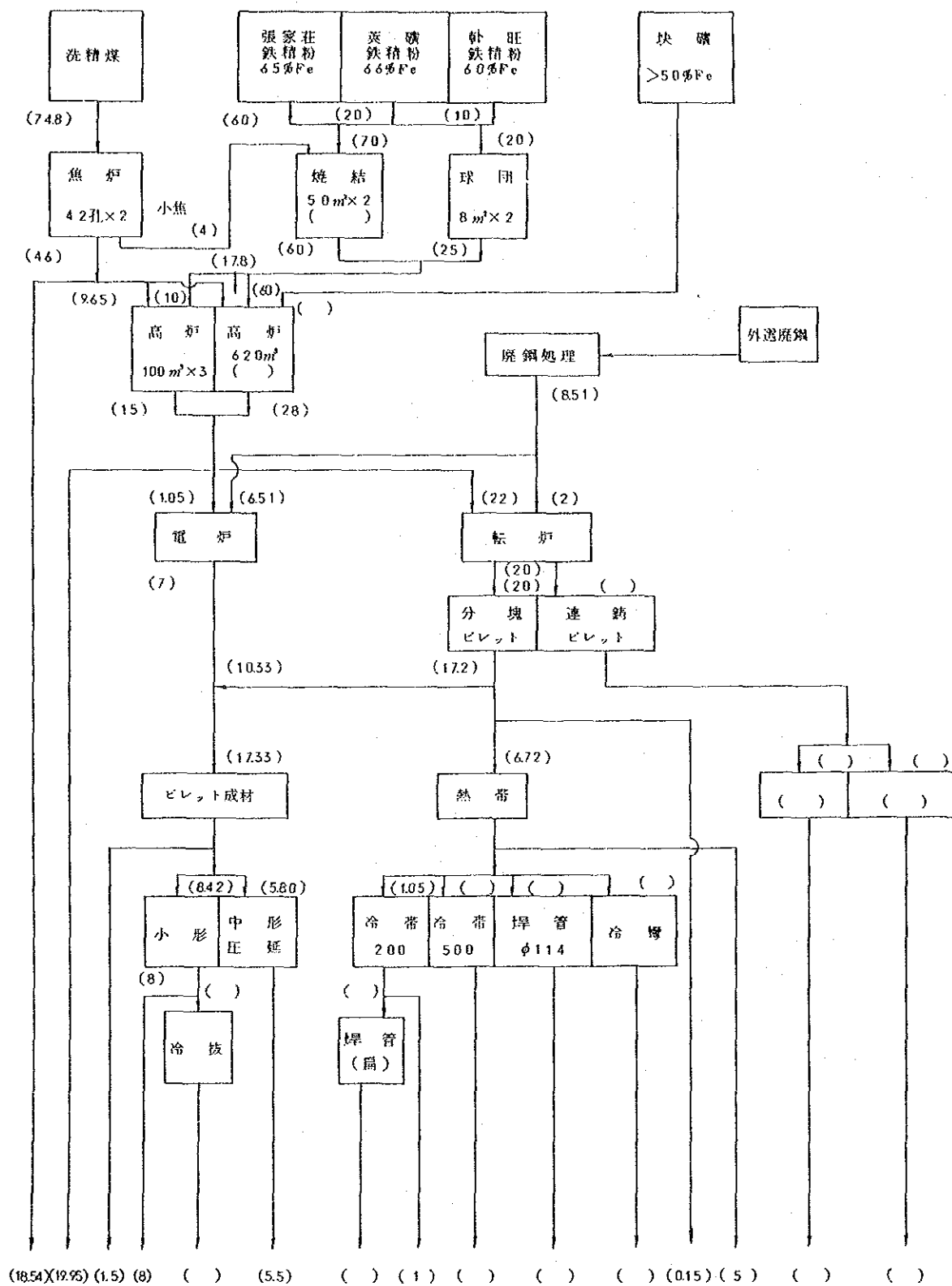
様式 1-1

(8 7) 年度銷平衡圖



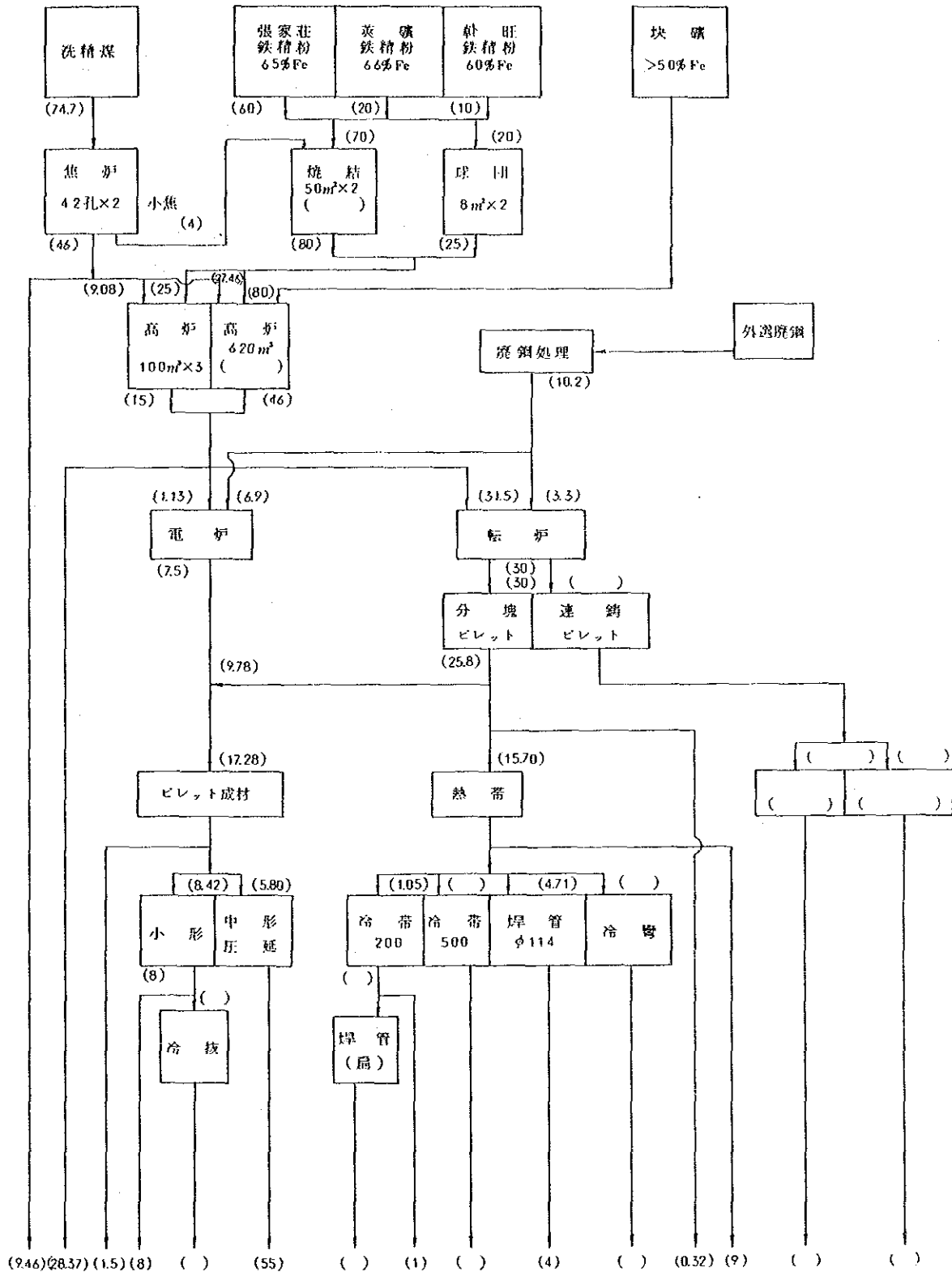
様式 1-1

(8 8) 年度 銷 平 衡 図



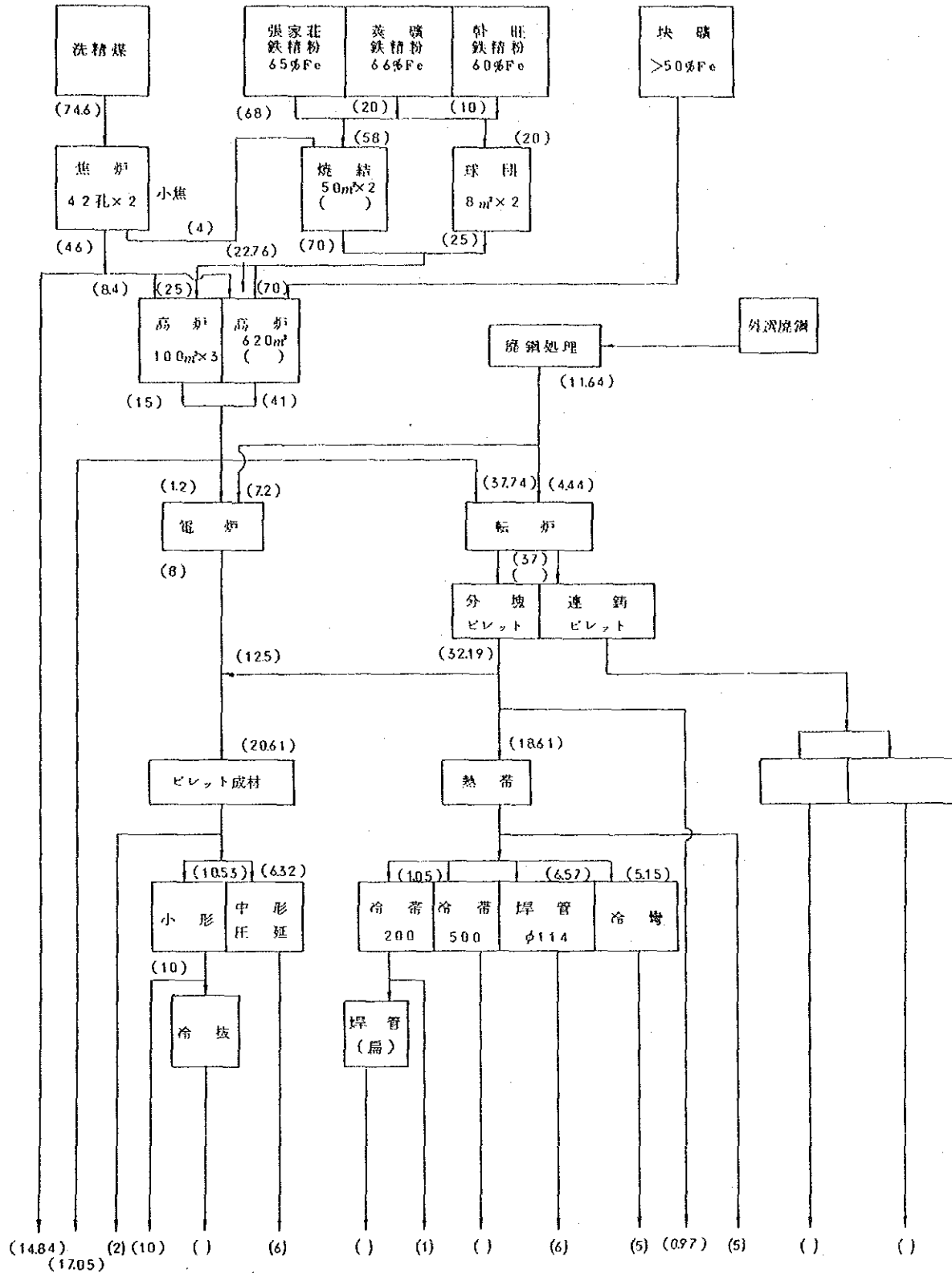
様式 1-1

(8 9) 年度 銷 平 衡 図



様式 1-1

(9 0) 年度銷平衡圖



6. 現地調査団の構成と日程

6-1 構成

氏名	役割	所属
杉山 敏	団長・総括	日本鉄鋼連盟 (日本鋼管)
中谷 源治	製 銃	" (")
小出 英勝	製 鋼	" (川崎製鉄)
浜口 陽	分 塊	" (")
伊藤 新 郎	圧 延	" (")
永 広 尚 志	圧 延	" (")

6-2 調査日程

月 日	曜日	宿 泊 地	訪問先 調査内容
1月13日	(月)	北 京	東京発9°50' JL 783 北京着 13°05'
1月14日	(火)	濟 南	北京発9°10' (濟南特快) 297次) 濟南着17°32'
1月15日	(水)	萊 蕪	濟南発8°31' マイクロバス 萊蕪鋼鉄廠着12°00' 調査日程打合せ、近代化計画案説明
1月16日	(木)	萊 蕪	近代化計画(萊鋼)案説明、工場見学
1月17日	(金)	萊 蕪	担当分野別本格調査
1月18日	(土)	萊 蕪	山東省の鉄鋼近代化の背景聴取
1月19日	(日)	萊 蕪	休 日
1月20日	(月)	萊 蕪	担当分野本格調査、質問返答状況チェ ック
1月21日	(火)	萊 蕪	" "
1月22日	(水)	萊 蕪	製品形状寸法と工程別生産バランス説 明
1月23日	(木)	萊 蕪	調査で判明した問題点の整理

1月24日	(金)	萊	蕪	熱延工場建設現地見学
1月25日	(土)	萊	蕪	工場内各設備生産バランスと問題点チ ェック
1月26日	(日)	萊	蕪	休 日
1月27日	(月)	萊	蕪	調査結果のまとめ、生産バランスチ ェック
1月28日	(火)	萊	蕪	近代化基本案の説明と合意書作成 午後、経営管理内容の説明会
1月29日	(水)	車	中	萊蕪鋼鐵廠発 8° 15' <u>マイクロバス</u> 濟南着 12° 00' 濟南発 20° 30' (濟南宜快) 298次 北京着 5° 12'
1月30日	(木)	北	京	JICA北京事務所報告
1月31日	(金)			北京発 <u>JL 782</u> 東京着

7. 報告書説明調査団の構成と日程

7-1 構成

杉山敏	団長	日本鉄鋼連盟（日本鋼管）
伊藤新郞	庄延	（川崎製鉄）
中谷源治	焼結・製鉄	（日本鋼管）
小出英勝	製鋼	（川崎製鉄）
加藤正明	業務監理	国際協力事業団鉦工業計画課

7-2 調査日程

6月14日(土)	北京	東京発 JL781 北京着 10:00 14:00
		国家経済委員会と打合せ
15日(日)	濟南	北京発 297次特快 濟南着 9:10 17:10
		山東省経済委員会、冶金工業総公司、山東萊蕪 鋼鉄廠と打合せ
16日(月)	萊蕪	濟南発 車 萊蕪着 8:00 12:20
		日程打合せ、設備コスト及び経済効果の整理 方法説明、萊鋼側へ質問項目整理依頼
17日(火)	〃	報告書概要説明（主旨、要約及び検討範囲） 検討中に発生した合意書の内容の変更項目と変更理由説明
18日(水)	〃	部門別報告書内容説明及び萊鋼側の質問に対する説明
19日(木)	〃	同上及び報告書内容の変更または追加項目の整理
20日(金)	〃	萊鋼側の質問に対する説明の再確認及び報告書の内 容の変更、追加項目の確認 議事録の作成及び調印
21日(土)	列車中	萊蕪発 車 濟南着、山東省経済委員会、冶金 8:30 12:00 総公司、山東萊蕪鋼鉄廠と打合せ 濟南発
22日(日)		濟南宜快 298次 21:30 → 北京着 5:20
23日(月)		国家経済委員会、冶金工業部、日本大使館、JICA 報告
24日(火)		北京発 JL782 東京着 16:00 19:45

8. 主要面談者

国家經濟委员会	重工局鋼鐵處處長	李 增 義	
	診斷弁公室副處長	姜 德 群	
	〃 科長	馬 雁 鳴	
		馮 宙 鵬	
		林 江 東	
山東省經濟委员会	診斷弁公室(通訊)	弓 海 旺	
	副 主 任	刘 守 杰	
	〃	唐 寿 康	
	生産調度處處長	郭 涌 泉	
	〃 副處長	李 興 群	
山東省對外經濟貿易委员会	技術改造處處長	裴 志 剛	
	〃 科長	林 治 新	
	副 主 任	張 福 增	
	山東省冶金工業總公司	副 經 理	晔 玉 泉
		總 工 程 師	黃 意 真
副總工程師		李 志 剛	
機 械 工 程 師		載 增 林	
山東萊蕪鋼鐵廠		廠 長	馬 仲 才
	副 廠 長	李 景 常	
	〃	劉 培 鈞	
	總 工 程 師	王 朝 江	
	〃	張 耀 祖	
	〃	羌 少 清	
	〃	石 唯 真	
	副總工程師	張 連 生	
	〃	万 瑞 瑛	
	廠長弁公室副主任	于 学 揆	
修建部副部長	臧 孟 田		

計画処処長	楊	永	為
科技処副処長	賀	永	宏
設計室主任	石	柏	興
第一鋼廠總工程師	石	唯	真
" 科長	韓	山	成
第二鐵廠總工程師	張	耀	祖
" 科長	石	宝	運
第二鋼廠副總工程師	叶	伯	康
" 科長	張	善	彬
通 訊	尹	承	勇
"	李	玉	珍
"	王	淑	芬
"	战	濟	生
"	李	慧	珍
"	王	德	剛
"	王	德	琴
"	李	旭	敏
"	徐		偉

第1章 山東萊蕪鋼鐵廠の概要

第1章 山東萊蕪鋼鐵廠の概要

1-1 工場・沿革

山東萊蕪鋼鐵廠は、萊蕪市の東南約20kmの山間地帯にあり、近くから産出する鉄鉱石、石炭及び石灰岩の利用を主体とした原料立地で建設された工場である。

1972年に4つの独立した鋼鐵工場を集約し統合された一貫鋼鐵工場である。工場敷地は、広大で1,111万 m^2 にわたっているが海拔250~300mの堅い岩盤から成る丘陵地帯で、工場設備は4ヶ所に分散しているため、工場設備の集中配置がむづかしい。

現状の生産規模は、年産11万トンで、中国における中型規模の工場に分類されている。

転炉工場はまだ設備の建設が完了して居らず、1号転炉稼働開始が1983年で歴史が浅く、現在は立上りの技術水準向上中の時期にある。

豊富な原料を背景とした比較的近代化設備の整った工場として近代化計画のモデル工場に選ばれたものである。

1-2 山東萊蕪鋼鐵廠の概要

所在地	山東省萊蕪市郊外(済南の南東75km) 電話 2222 電報 7011 Shandong
概要	1972年に4工場が合併し一貫製鉄所として設立された。第1、第2製鉄、第1、第2製鋼工場(圧延設備を含む)の他、コークス、鍛造、銅精錬、機械修理工場、鉄道部門、自動車部門、鉄鉱山、石炭及石灰石、専門学校、病院、商店などを保有し、従業員24,000人、関係者7万人の山間地帯における工場都市を形成している。年産粗鋼ベース12万トン。
対象製品	圧延鋼材
診断内容	普通鋼部門(第二製鉄、第二製鋼)と第一製鋼の一部の改善計画を診断する。
近代化計画	粗鋼生産を年77万トンに引きあげ生産工程のバランスをは

かるとは同時に連鑄を導入し省エネルギー、原単位の向上を
行う。第一製鋼は品質改善を目標とする。

1-3 工場現況

敷地面積 : 11,110,000 m²
工場全体配置 : 別紙に示す
固定資産 : 412,230,000 元
主要設備(公称能力) : 第1製鉄工場 100 m³高炉×4基
第2製鉄工場 620 m³高炉×1基
第1製鋼工場 5 t 4,000 kVA 電気炉×3基
550 mmロール鋼片工場
中形、小形圧延工場
(特殊鋼生産)
第2製鋼工場 25トン酸素上吹転炉×2基
分塊(770 mmロール)
熱延工場(建設中)
製鋼能力 : 約400,000 t 85年実績 150,986 t
圧延能力 : 分塊40万t 鋼片11万t
1985年実績 分塊 172,312 t
鋼片圧延 99,200 t
中形圧延 44,600 t
小形圧延 36,500 t

1984年の製品内容 : 次の表に示す。

表 1 - 1 鋼種、寸法別、製品状況

	95φ	25~75φ	12~23φ	帯鋼パイプ	計
1. 構造用炭素鋼	122	16,805	1,088		18,015
2. 普通炭素鋼	12	-	20,517	6,286	26,815
3. 構造用合金鋼	1,206	11,199	228		12,633
4. 低合金鋼		840	7,424		8,264
5. 特殊鋼		5,012	526	71	5,609
	1,340	33,856	29,783	6,357	71,336

従業員 : 山東英蕪鋼廠の従業員総数は、23,866名である。近代化計画対象の組織の従業員は次に示す。

表 1 - 2 対象工場人員表

	管理職	作業員	計
第2製鉄工場	275	1,124	1,399
第1製鋼工場	317	2,783	3,100
第2製鋼工場	255	1,488	1,743
計	847	5,395	6,242

85年12月現在

現状の生産状況からみて非常に人数が多いが、各工場毎に独立した組織を構成し、地域行政まで含まれている点で日本の会社組織とは全く異質の組織とみるべきである。

工業水準がまだ低い現状では、必要な機材が十分に供給されない事情により、分散組織も已むを得ない所であるが、将来には運輸、原料、販売、機修等の機能は、萊鋼全体で集中管理化して各組織間を有機的に結合すれば、設備、人員の効率が向上するものと考えられる。

組織の機構は完備されていると考えてよいが、この組織を有機的に活用する点で不備な面が非常に多い。

工場全体及び、今回調査対象とした各工場の組織を以下の表で示した。

従業員の教育水準は現状では不十分な点があり、近代化に伴う技術水準の向上に備えて、工場全体の教育計画が強力に進められている。

現在、管理職コース、専門知識コース、一般技術コース、教養コース、基礎教育コースが実施され、年間 1,200～1,300 名の教育が進んで居りこの分野での近代化は徐々に実現しつつある。

1-4 生産状況と近代化

製鉄用の原料である鉄鉱石、石炭及石灰岩を豊富に産出する地域に設置された工場であるため、原料供給面での利点が多いが、原料品質面での制約を受けていることも事実である。将来的には、現地産の原料を有効に使用するための独自の技術開発が大きな課題である。

生産は設備能力に対しかなり低く、特に製鋼以降の水準が著しく低い。その主な原因は、各設備の規模が小さいこと、特に圧延機械の老朽化が著しいこと及び設備の信頼性が低い、即ち、故障が多いことである。

現有設備は全般的に能率の低い旧式設備が多く、特に、小型鋼塊の造塊や中形、小形圧延の設備では、現在進行中の転炉の 3 基整備 2 基稼働を中心とする増産計画を実現する上で大きな障害となる。

転炉、高炉の増強の設備投資を効率よく活用し、近代化を達成するためには、全般的には制御計測関連設備の充実が必要であり、新技術を根拠とする設備の新設、改造は緊急の課題である。

長い年月をかけ、たくさんの従業員の努力の結果として存在している技術は、他から購入できるものでない。この貴重な技術を発展させてゆくためにも近代化計画を早急に進める必要がある。

なお、今回の近代化計画の目標は、1990年に生産増達成する予定となっており、本報告による全工事を完成させるためには、設備費用の予算化と設備及工事内容の検討着手は、出来るだけ早く行なり必要がある。

表 1 - 3 萊蕪鋼鐵廠 組織分担表

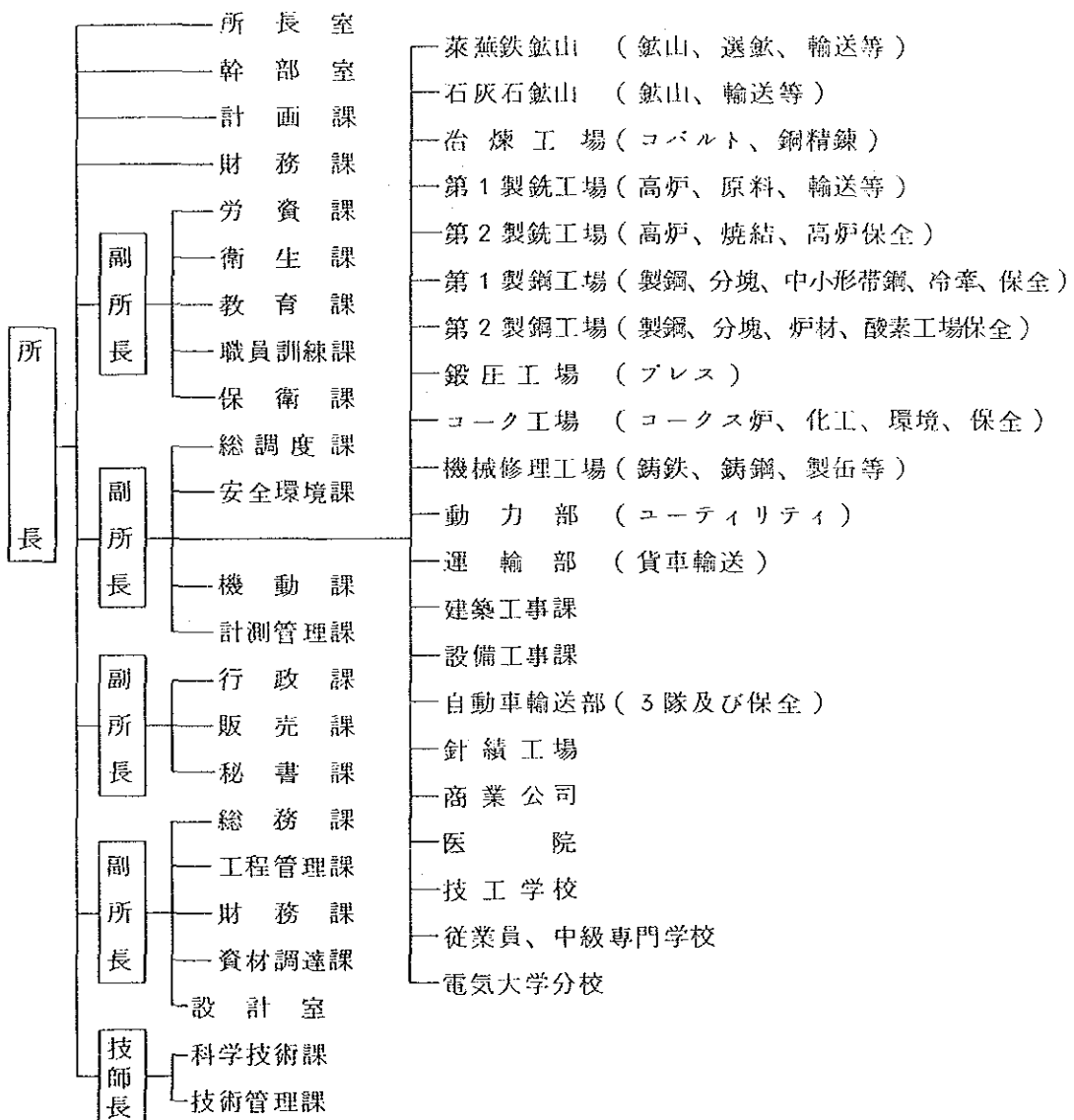


表 1 - 4 第二鉄廠組織表

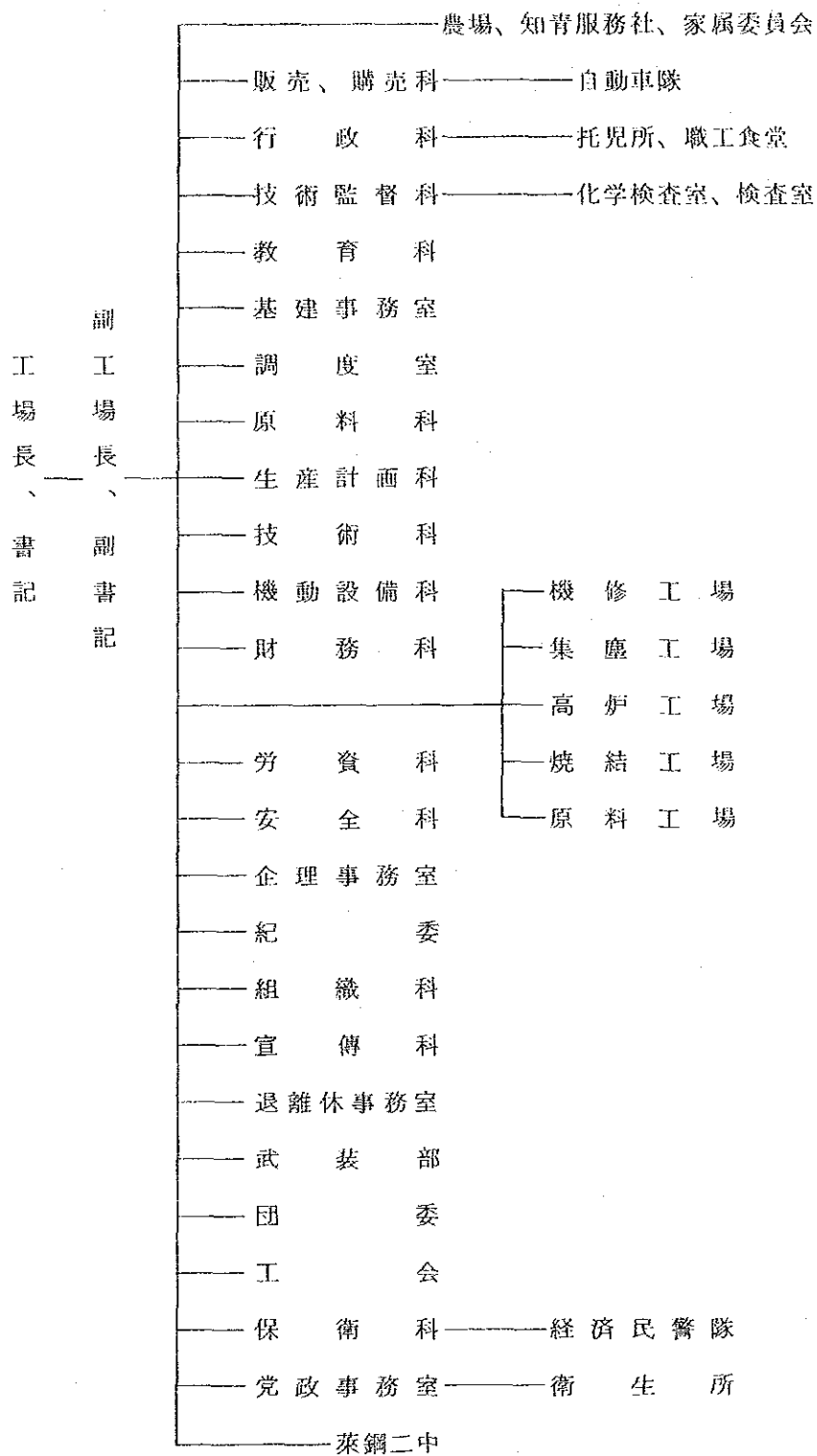


表 1 - 5 第二鋼廠組織表

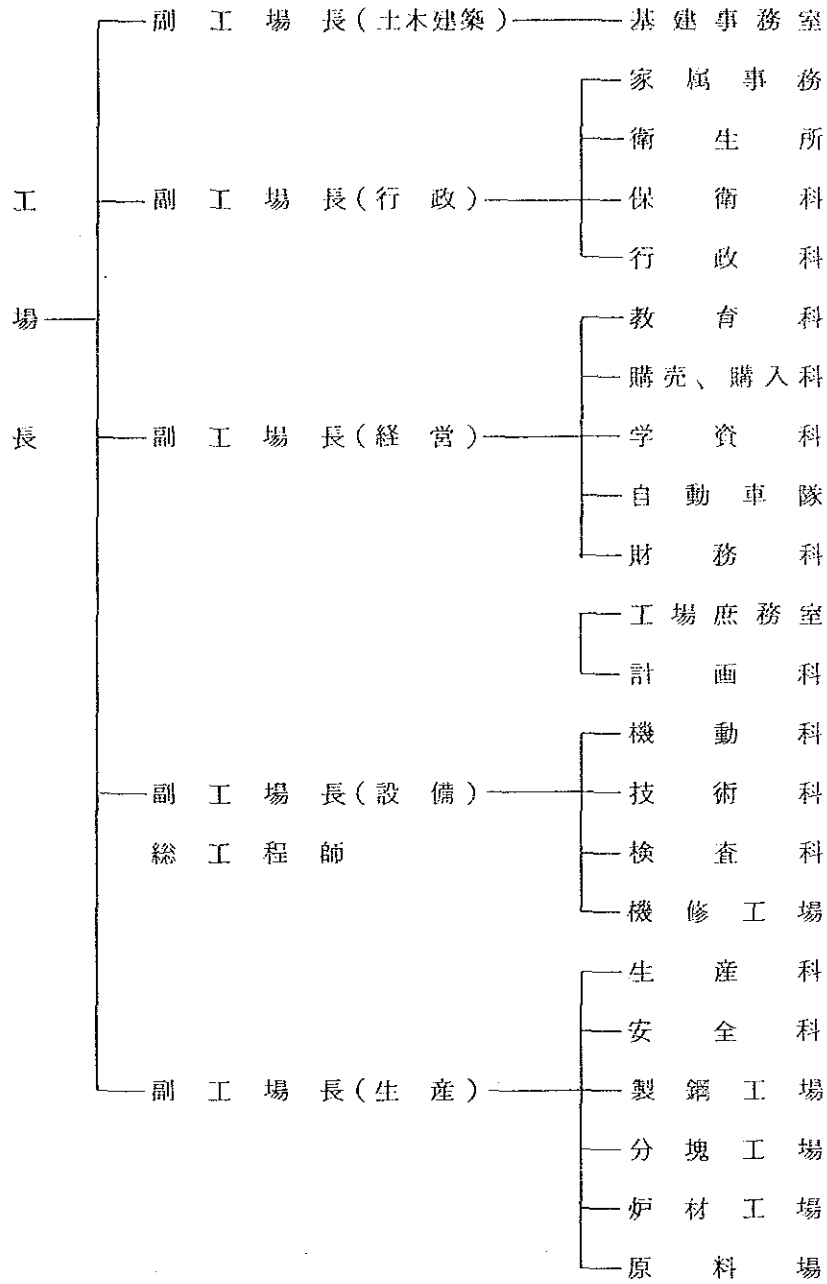
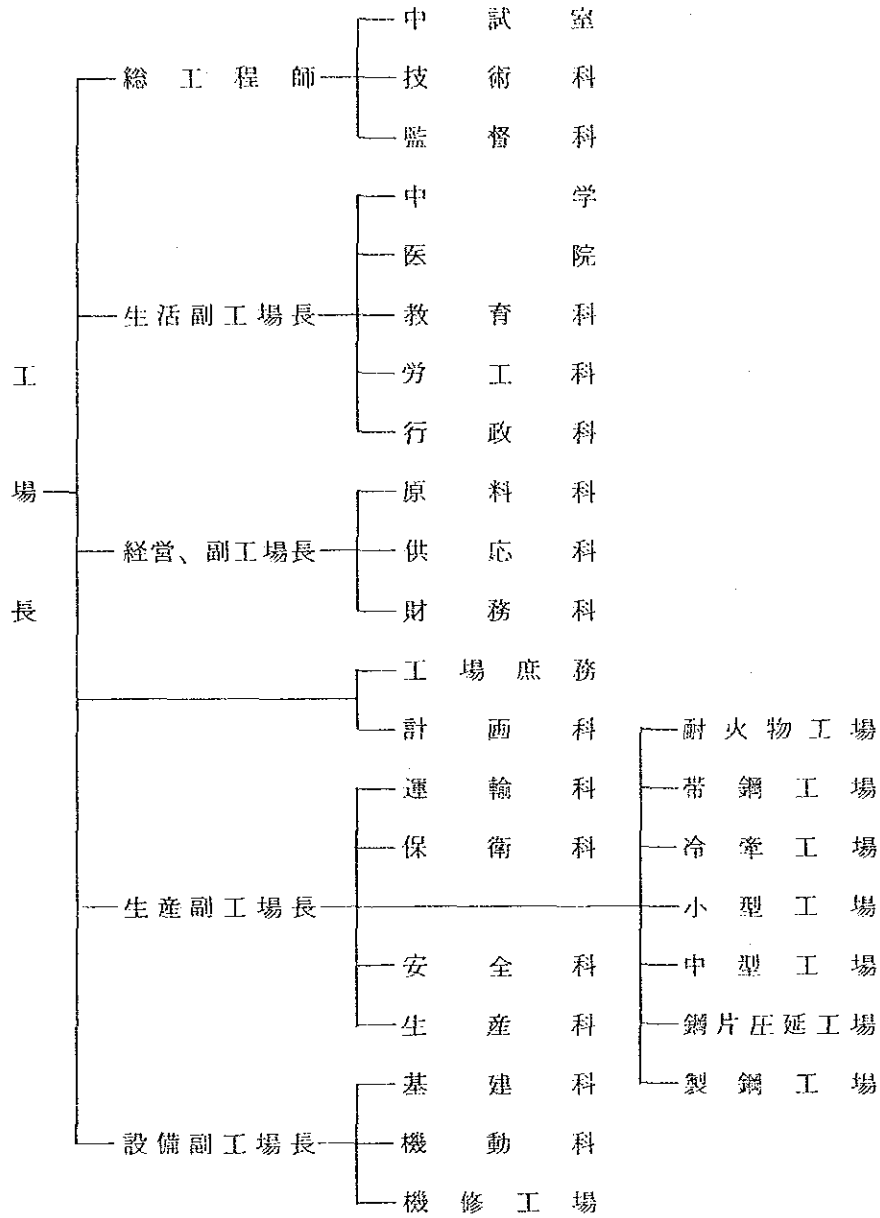
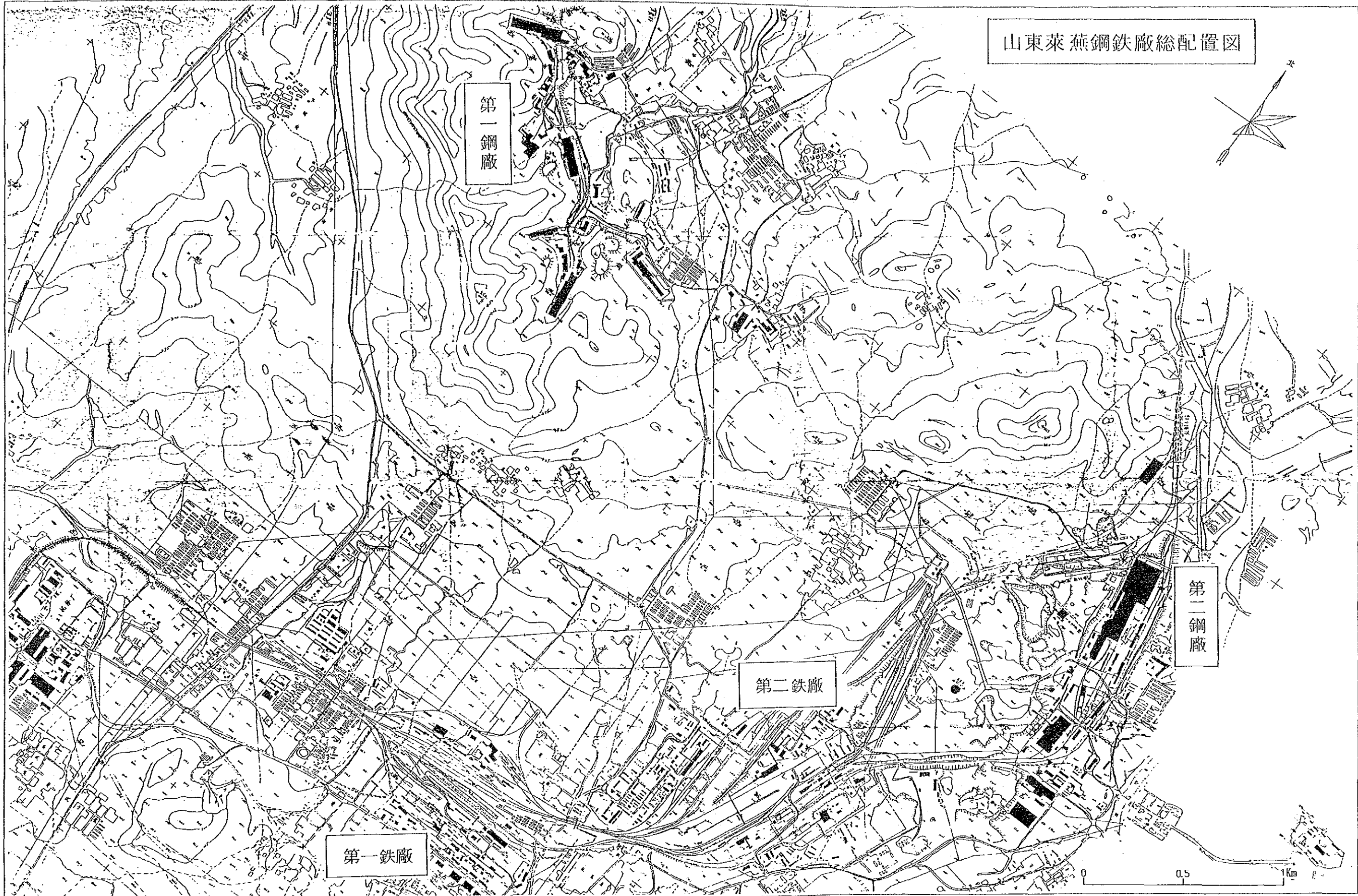


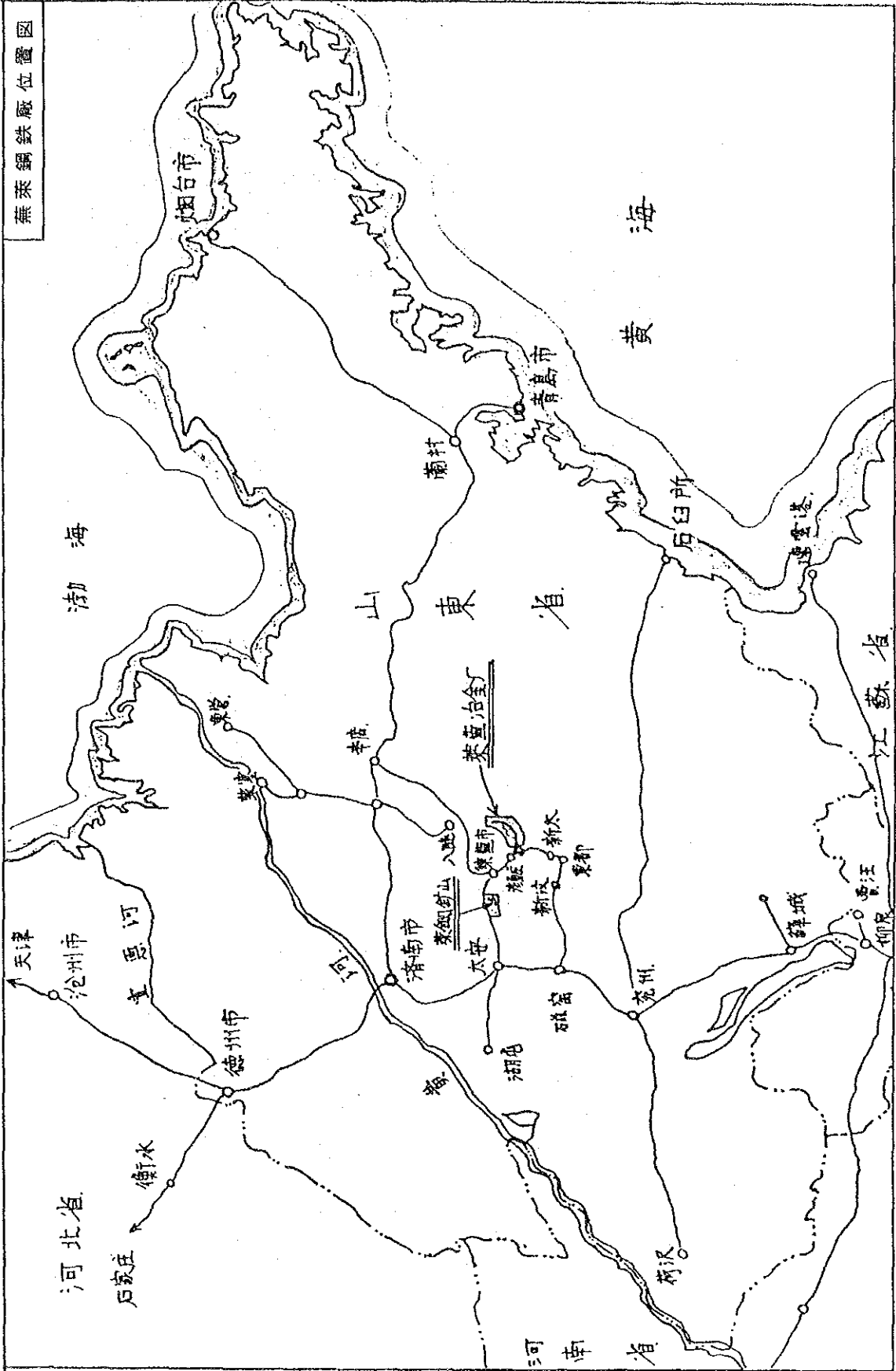
表 1 - 6 第一鋼廠組織表



山東萊蕪鋼鐵廠總配置圖



燕萊鋼鉄廠位置圖



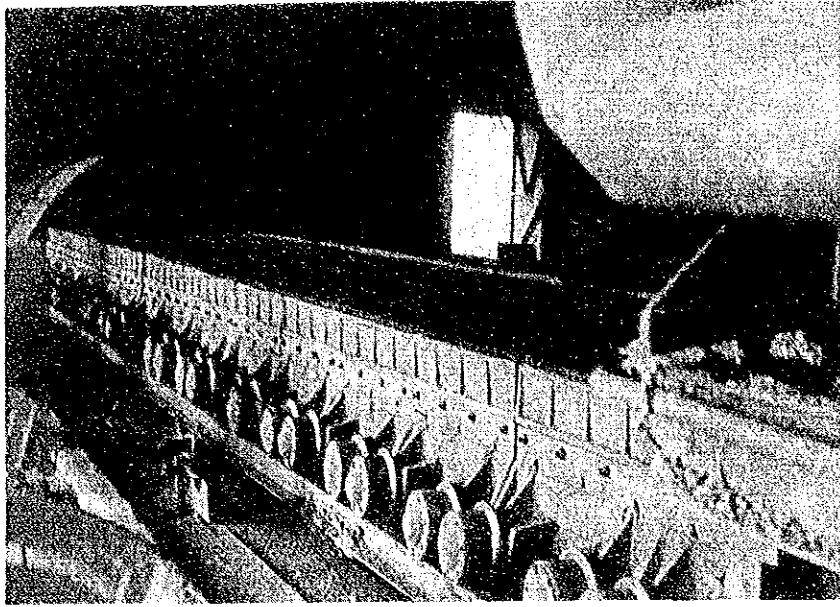


写真1 稼動中の第2焼結機（ $50m^2$ ）



写真2 操業中の第1高炉（ $620m^2$ ）



写真3 第1高炉鑄床での出銑作業



写真4 第1高炉操業計器室

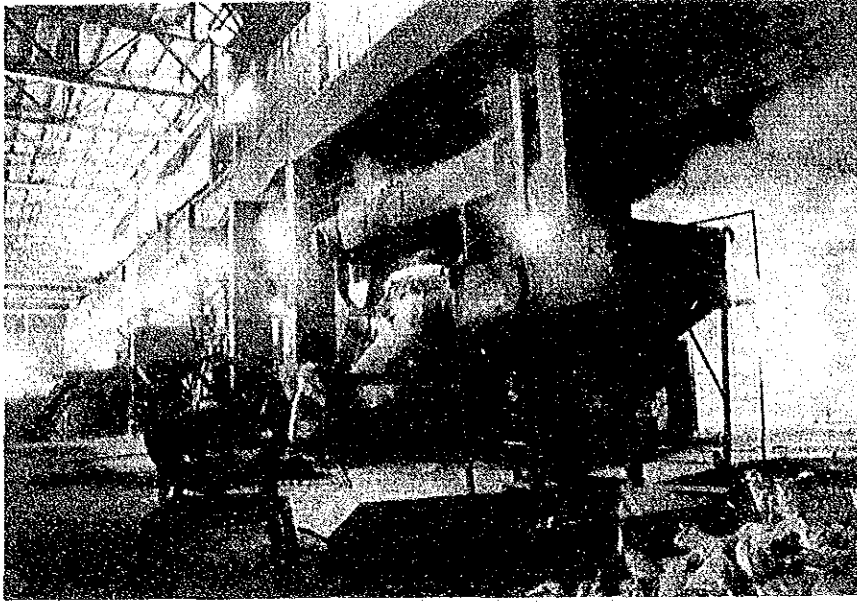


写真5 1号転炉の操業

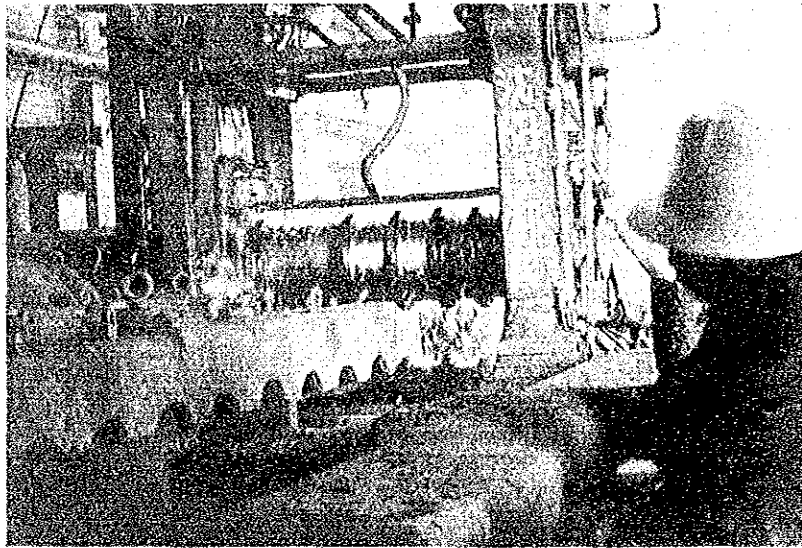


写真6 分塊圧延機

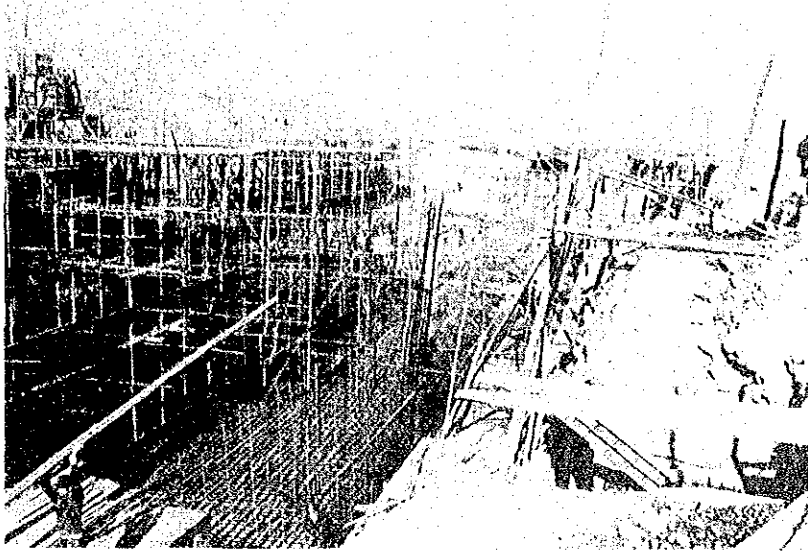


写真7 建設中の熱延工場



写真8 小形圧延工場

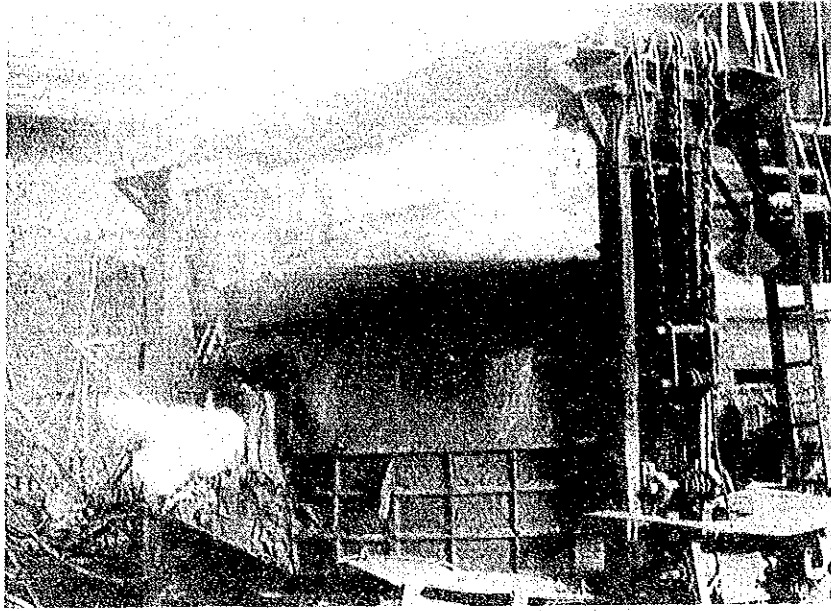


写真9 第1製鋼工場電気炉



写真10 第1製鋼工場の鋼塊

第2章 工場の現状と問題点

第2章 工場の現状と問題点

2-1 第2製鉄工場の現状と問題点

第2製鉄工場は1975年より稼動を開始した工場であり有効面積40,000㎡の原料ヤードと50㎡×2基の焼結機と620㎡×1基の高炉を有している。原料、焼結部門の設備は当初の計画であった高炉620㎡×2基で銑鉄年産60万トンに対応する能力を有しているが、高炉部門は稼動以来単基操業を続けている。従って焼結機は1基ずつ交互に操業している。昨年(1985年)の銑鉄生産実績は29万トンであり、その為に要した原料は焼結鉄52万トン、塊鉄石6万トン、塊コークス18万トンであった。

使用する原料は一部、トラックで搬入されるが、大部分は、貨車で搬入される。石炭は粉碎、混合されコークス炉で乾留され、コークスとなり整粒され、貨車で高炉原料槽に送られる。

焼結原料となる鉄鉄石は高品位の精鉄粉(Fe 60~65%)と低品位の塊鉄を破碎した粗粉(Fe 40~45%)が使われている。

各鉄石は原料ヤードより各々、ベルトにより焼結原料槽に搬送される。更に原料槽から同時切出された各鉄鉄石、粉コークス、無煙炭及び石灰石は1次ミキサー、2次ミキサーで調湿、混合、擬似造粒されて焼結機に装入され焼結鉄となる。

焼結鉄は粗破砕機及び固定スクリーン整粒され、貨車で高炉原料槽に送られる。又高炉で使用される鉄石の10%に相当する塊鉄石は破碎、篩分けにより10~50mmに整粒された後、貨車で高炉原料槽に送られる。

高炉原料槽より所定量秤量された鉄石及びコークスはスキップにより高炉に装入され還元、溶解され、出鉄口及び滓口より溶鉄として抽出される。

1985年の実績では生産された溶鉄29万トンのうち8万トンが製鋼溶鉄として使用され、21万トンは鋳鉄機で型鉄に加工された。溶滓は殆んど全量、水滓とされた。

2-1-1 原料、焼結

(1) 設備概要

原料ヤードは有効面積 40,000 m²の広さがあり、その中心となるのが2台のスタックリクレーマーであり、積付能力 600トン/h/基、払出能力 300トン/h/基の能力を有する。焼結用原料の混合作業を5台のエクスカベーターで、使用粗粉量の20%程度について実施しているが殆んど効果はない。

原鉱石の破碎、整粒設備として、100トン/hのジョークラッシャー2台を主体とした破碎、篩分設備があり能力は35万トン/年である。しかし焼結原料となる0~10mmの粗粉及び高炉に直接装入する10~50mmの塊鉱石は殆んど外部より購入しており、破碎、整粒設備の稼働率は低い。

表2-1-1に原料、焼結設備表、図2-1-1に原料ヤード及び破碎篩分設備の系統図を示す。

焼結機は50m²×2基を有しているが、前述のように高炉は620m²×1基しか稼働していないので焼結機もそれに対応すべく、交互に1基ずつ稼働させている。1975年に稼働開始した設備なので比較的新しい設備と云えるが、附帯設備はやや不備と思われる。即ち床敷設備がなく、冷却機もなく、熱間焼結鉱を十分な破碎、篩分を行わないままに高炉へ送っている。これは焼結操業成績の向上、及び適正な焼結鉱を高炉に供給するという点からみると、問題がある設備と云える。図2-1-2に焼結原料配合系統図、図2-1-3に焼結機系統図を示す。

(2) 操業実績

昨年(1985年)の焼結生産量は58万トンであり、高炉使用鉱石量の90%に相当する。微粉が多く、生産率の上げにくい原料を使用しているにもかかわらず、又操業管理に必要な機器等も充分とは云えない難しい条件の下で生産率1.53トン/h/m²、粉燃料比77.6kg/トンと云う成績は立派であると云える。しかし冷却機がない為、十分な破碎、篩分設備が設けられず、その為、整粒が不十分であり、+50mm; 27%、-5mm; 17%という大塊が多く、且つ粉も多い焼結鉱を高炉に供給しており、高炉操業成績向上にとって極めて大きな問題である。表2-1-2焼結の85年9月、10月、11月の操業成績を示す。

表 2-1-1 原料、焼結設備表

原料処理設備（鉍石用のみ）

設 備 名		設 備 内 容
アンローダークレーン（鉍石）	台	門型アンローダ2台、1台当り荷卸し能力 5 t/分
ラッピングクレーン	/	総有効容積8,850 m ³ 、総容量18,000 kg
粗 鉍 ヤード	m ²	総有効面積40,000 m ² 、貯蔵量35,000 t
破 砕 プラント	台	ジョークラッシャー 900×600 1台、400×600 2台
整 粒 プラント	/	ハンマークラッシャー 1,000×800 2台
スタックローダー	台	Z 453 2台、容量1.7 m ³
スタ ッ カ ー	台	D O 3,0 2 5スタッカー二台 積込量600 t/H
リクレーマー	/	300 t/H

焼 結 設 備

設 備 名		設 備 内 容
設 置 年 月		1970年9月
公 称 能 力	T/D	1512-1641
焼 結 材 本 体		
型 式		
有効グレート面積	m ²	50
" 長さ	m	2.5
" 巾	m	2.0
風 函 数		1.3
パレットの深さ	mm	300
床敷原料フィーダーの型式		-
混合原料フィーダーの型式		ロールフィーダー・反射板
ストランド速度 min~max	m/min	1.5-4.5

設 備 名		設 備 内 容
点 火 炉		
巾	m	2.0
長 さ	m	3.0
炉 型 式		
バーナー数(列×数)		8(2×3+1×2)
燃 料 種 類		Cガス
主ブローワ		
ブローワ型式		S-6500-11
ブローワ数		2
吸 引 風 量	m ³ /min	6,500
負 圧	mmAq	1,250
モーター容器	kg	2,000
排ガス温度	℃	150
ガス清浄		
ガス清浄装置型式		多管式
入口ガス中ダスト量	g/Nm ³	
出口ガス中ダスト	mg/Nm ³	
ガ ス 量(最大)	Nm ³ /min	
原 料 槽		
粉コークス槽	m ² ×h	90×2
粉 鈹 石 槽	"	90×9
石 灰 石 槽	"	90×2
ド ロ マ イ ト 槽	"	-
返 鈹 槽	"	
秤量フィーダの型式	"	φ2mテーブルフィーダー
ミ キ サ ー		
一次ミキサー 長さ	m	6
径	m	2.8
回転数	r.p.m	6
能 力	t/h	375
滞留時間	min	-

設 備 名		設 備 内 容	
二次ミキサー	長さ	m	6
	径	m	2.8
	回転数	r.p.m	6
	能力	t/h	375
	滞留時間	min	—
破 碎 機			
一次破砕機	型式		φ1,500 熱間クラッシャー
	能力	t/h	70~76
	ロール寸法	mm φ × mm	—
	ロール間隔	mm	—
二次破砕機	型式		ナ シ
	能力	t/h	—
	ロール寸法	mm φ / mm	—
	ロール間隔	mm	—
篩 分			
一次スクリーン	型式		グレート式
	能力	t/h	—
	寸法	m × m	2.6 × 2.3
	篩目形状	mm × mm	20 × 280
二次スクリーン	型式		ナ シ
	能力	t/h	—
	寸法	m × m	—
	篩目形状	mm × mm	—

図 2-1-1 原料ヤード及び破碎篩分設備系統図

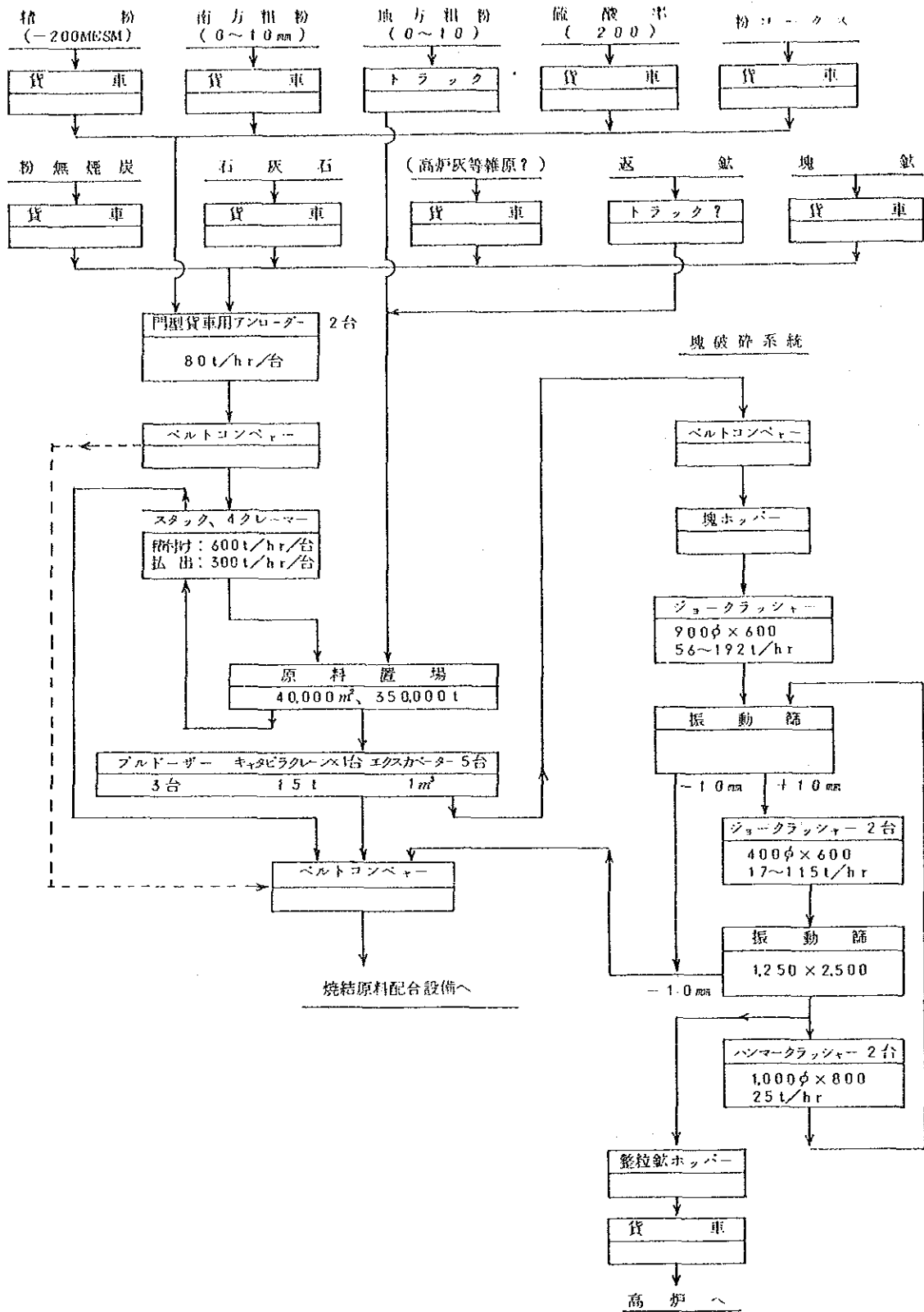
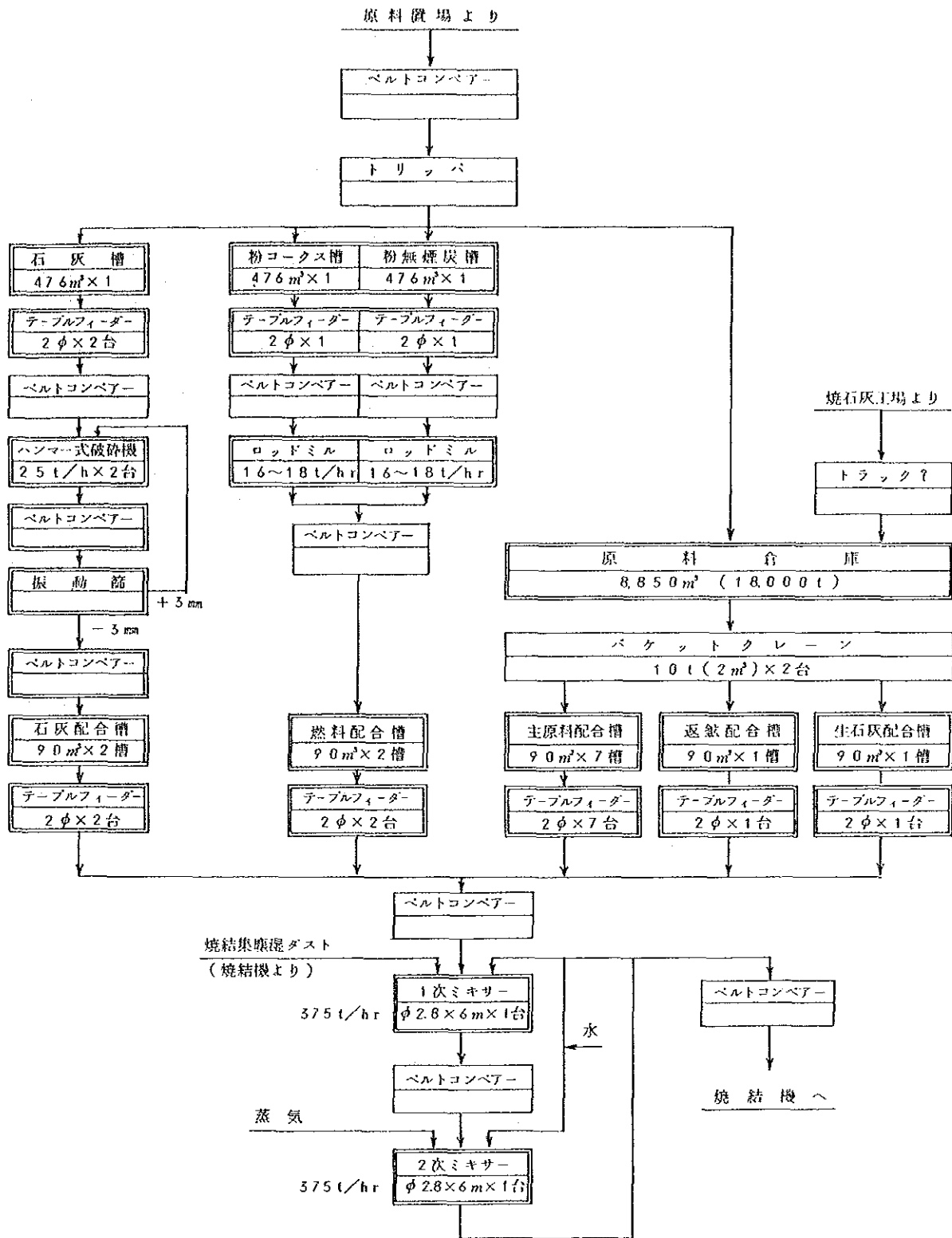
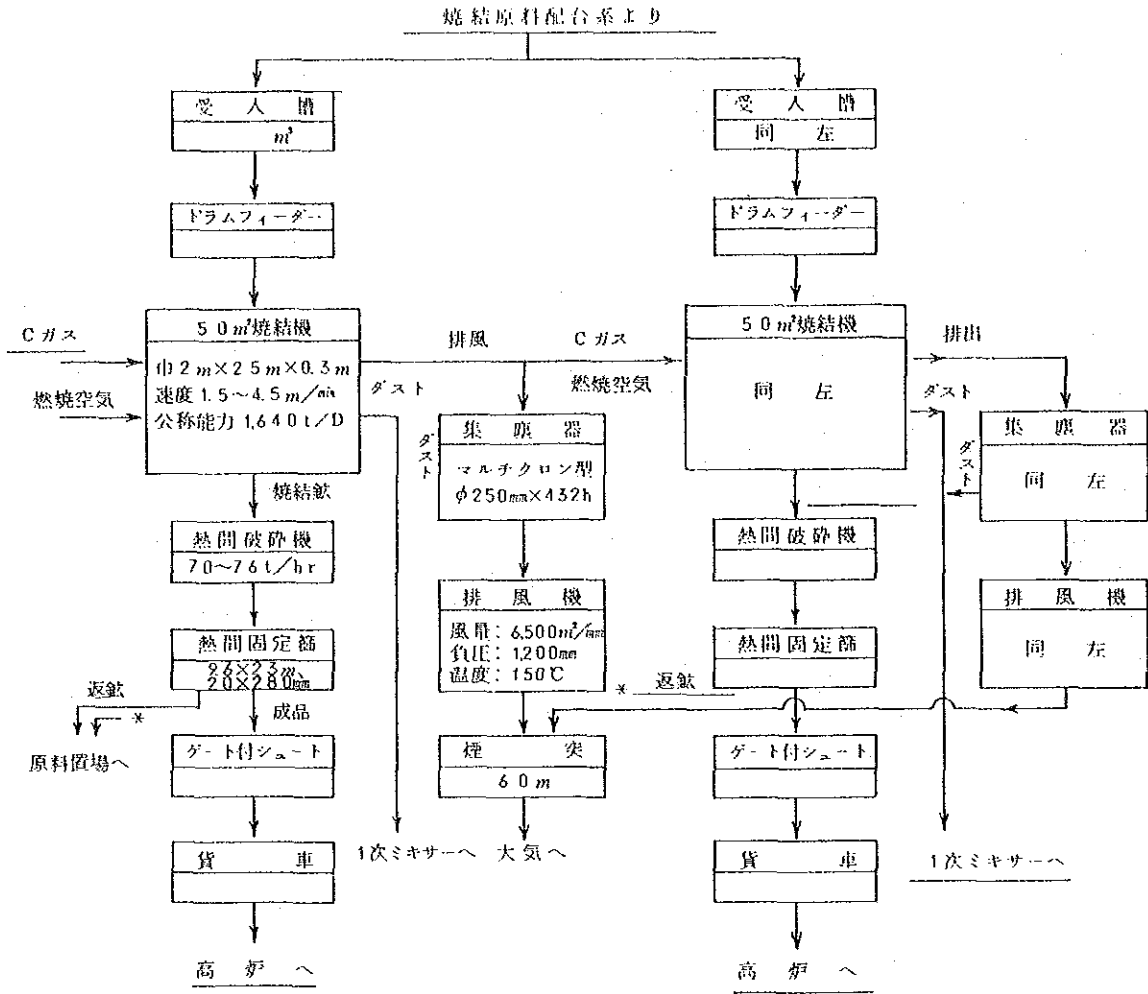


図 2-1-2 焼結原料配合系統図



注1: は輸送手段をしめす。

図 2-1-3 焼結機系統図



粒度分布 +50mm 27%
-5mm 17%

表 2-1-2 焼 結 操 業 成 績

項 目		実 績		
		1985年9月	10月	11月
生 産 量	t / m	52,100	50,642	43,558
操 業 度	t / h / m ²	1,819	1,744	1,52
稼 働 率	%	79.55	78.04	79.44
原料原単位				
粉 鋳 石	kg / T	926	987	979
ス ケ ー ル	"	-	-	-
転 炉 滓	"	-	-	-
石 灰 石	"	272	336	212
ド ロ マ イ ト	"	-	-	-
コ ー ク ス 粉	"	59.95*	65.0*	67.52*
返 鋳	"	50.0	49.99	50.0
原料の歩留り	%	83.49	75.59	82.94
鍋 歩 留 り	%			
ユティリティ原単位				
電 力	kWh / t	25.59	25.15	28.87
コ ー ク ス ガ ス	10 ⁶ kcal / t	0.0435	0.0385	0.044
圧 縮 空 気	m ³ / t	-	-	-
水	t / t	1.76	1.50	3.46
原料粒度				
コ ー ク ス 粉 +5mm	%	-	-	-
5~2	"	-	-	-
2~1	"	-	-	-
1~0.5	"	-	-	-
0.5~0.25	"	-	-	-
0.25~0.125	"	-	-	-
0.125~0.062	"	-	-	-
-0.062	"	-	-	-

* 標準炭換算値

項 目		実 績			
		1985年9月	10月	11月	
粉	鈦 +10mm	%	2.5	6.3	12
	10~5	"	--	--	--
	5~2	"	--	--	--
	2~1	"	--	--	--
	1~0.5	"	--	--	--
	0.5~0.25	"	--	--	--
	0.25~0.125	"	--	--	--
	0.125~0.062	"	--	--	--
	--0.062	"	--	--	--
返	鈦 +10mm	%	2.3	3.5	6.0
	10~5	"	3.5	4.5	5.5
	5~0	"	3.9	5.1	5.8
	2~1	"			
	1~0.5	"			
	0.5~0.25	"			
	0.25~0.125	"			
	0.125~0.062	"			
	--0.062	"			
焼結鈦成分	Fe	%	48.44	48.62	49.17
	SiO ₂	"	10.84	11.00	10.48
	Al ₂ O ₃	"	--	--	--
	CaO	"	15.12	14.92	14.09
	MgO	"	2.46	2.01	2.78
	Mn	"	0.829	0.789	0.927
	P	"	--	--	--
	S	"	0.061	0.052	0.056
	TiO ₂	"	--	--	--
	Zn	"	--	--	--
	Na	"	--	--	--
	K	"	--	--	--
	CaO/SiO ₂	"	1.39	1.36	1.34

項 目		実 績		
		1985年9月	10月	11月
焼結 鉱 粒 度 +50mm	%	—	24.24	26.75
50~25	"	—	5.44	9.25
25~10	"	—	3.32	2.73
10~5	"	—	2.18	2.00
—5	"	—	15.32	16.7
焼結 鉱 性 状				
タンブラー強度 +5mm	%	76.0	75.63	75.75
シャッター強度 +10mm	"	—	—	—
還元後強度 —3mm	"	—	—	—
還元率	"	—	—	—
焼結 操 業 諸 元				
原料水分	%	7.8	7.83	7.5
バレット速度	m/min	2.74	2.58	2.23
吸引負圧	mm Aq	1039	1057	1160
風函最高温度	℃	117	112.3	112.3
バレット層厚	mm	305	305	319
保 全				
定期修理	h/m	56.67	11.93	11.58
不定期修理	"	84.94	28.43	21.49

(3) 設備及び操業上の問題点

近代化を想定した設備及び操業上の問題点について、以下に述べるが、その対策についての詳細な検討は後章にゆずるとし、ここでは問題点と対策の考え方を列記するにとどめる。

- ① 原料ヤードに焼結鉄原料を混合して成分を均一にする為の原料混合設備がないので焼結鉄成分はかなり変動している。これは焼結鉄中の Fe %、塩基度 (CaO/SiO_2) の成分変動を大きくし、高炉の安定した操業を維持する為には望ましくない影響を与えている。原料混合設備をヤードに設置する多額の投資を要するが、高炉へ供給する焼結鉄の成分安定化の為には必要な設備と思われる。次善の策として、焼結原料槽に自動定量秤量設備を設け、配合割合の精度を高める方法が考えられるが、既設焼結機ではスペースがなく改造が難しく、又かなりの投資額を要する。
- ② 原料関係の個々の設備は近代化に対応して増強する必要がある。原料ヤード自体の拡大は、鉄年産量 100 万トン程度迄は、現在の貯鉄能力が 35 万トンあるとすれば、かなり難しい運用になるが対応は可能と思われる。日本ではヤードの最小能力が鉄石使用量の 1.5 ヶ月分の在庫能力で運用しており、萊蕪鉄鋼廠の場合は約 1.9 ヶ月分の在庫能力に相当する。従って、今回の近代化では当初からの拡張は計画しないで、近代化の実施後の状況に合わせて対応しても遅くないと思われる。
- ③ 既設焼結機に床敷設備が設けられていないので、直焼きとなっているが、これはグレートバーの損傷を助長させる。又グレートバーに附着した原料の溶融物が発生することにより、焼結層の通気性が不均一且つ不安定となり、その結果均一な焼成が出来なくなり、品質のバラツキが大きくなっている。床敷設備の設置が望まれる。
- ④ 既設焼結機にはクーラーがない為、高温 (350~400℃) の焼結鉄を高炉に装入している。高温雰囲気では高炉々頂装入設備の摩耗を増大させること及び炉頂ガス速度が早くなり高炉灰を増大させるという結果になる。更に問題なのは、高温焼結鉄である為に十分な焼結鉄破砕、篩分設備の設置が難しく、整粒不十分な、大塊が多く小塊も多いという焼結鉄を高炉に送っている。これは高炉の通気性を阻害させ、スリップ、柵吊を発生させ、生産性を著る

しく阻害するものである。従って、クローラー及び破碎、篩分設備の設置は近代化推進にとり、ぜひ必要とならう。

- ⑤ 現状の操業技術・管理技術のレベルはかなり高く、微粉の多い原料及び充分とは云えない設備、機器の欠点を行って、相当の操業成績をけているという事は敬服に値する。しかし既設焼結機に於いてあまり投資額の多くない小規模な設備の改善及び操業技術の改善により、一層の生産率の増大、燃料比の低減、品質の向上等が可能となるであろう。
- ⑥ 高炉の操業成績向上を図る為に、原料、焼結部門でなすべきことは、①焼結鉱の破碎、篩分設備を強化して整粒を図る。②精鉱粉使用割合を増やし、焼結鉱のFe%を上げる。という2点が最重要である。しかし、これ等を実施すると返鉱割合が増大すること及び焼結原料層の通気性が低下することにより生産率は大巾に低下する。この問題と高炉の設備増強を併せ考えると、現在の $50\text{ m}^3 \times 2$ 基の焼結設備では能力不足となることが明確であり、焼結機の新設が必要となる。
- ⑦ 必要な焼結鉱の生産量を得る為には、勿論焼結機の新設が必要であるが、単に大きな焼結機を設け、低生産率で稼働させるという操業は操業コストが高くなり、経済的に得策とは云えない。従って微粉原料が多いという不利な条件下でも、操業度向上に努力すべきであり、その為には、設備技術、操業技術の改善を怠ってはならない。生産率向上に最も効果的な手段として日本では生石灰粉(−1mm以下)の添加が用いられている。これは添加した生石灰粉が微粉原料のバインダーの役割を果し、2次ミキサーでの原料の凝似造粒化を促進させ、バレット層の通気性を改善し、生産率を向上させるという効果がある。日本では1%の生石灰の添加により、生産率は10%増大している。
- ⑧ 焼結機の故障に対応して、高炉の焼結鉱配合を下げる或は高炉を休止する、又高炉の故障に対して、高炉原料槽が満杯になった場合、焼結機を停止させるという事は生産効率上好ましくない。これを防止する為に焼結機〜高炉間に焼結鉱置場を設置する必要がある。同様に塊鉱破碎篩分設備〜高炉間にも塊鉱置場を設置する必要がある。
- ⑨ 焼結鉱の整粒強化と併せて、塊鉱の粒度も現状の10〜50mmを10〜

25mmと整粒強化すれば、高炉操業の改善により効果である。

2-1-2 高 炉

(1) 設 備 概 要

高炉部門は620m³の高炉一基を有している。初代高炉は1975年5月より生産を開始し、6年3ヶ月間稼動し、1981年8月に吹止めた。約8ヶ月間で改修を行ない1982年2月より第2代高炉が稼動しており、現時点で約4年余が経過している。今回は1988年に改修を予定している。

炉体支持方式はブラケット方式（框架式）であり、冷却はシャフト中部以下炉底迄蒸発冷却を、シャフト中部は鋳物製冷却函を配している。巻上はスキップ方式であり、炉頂装入装置は2ベル方式で炉頂圧0.2kg/cm²のセミ高圧設備となっている。尚、巻下関係では焼結鉍槽には庫下篩が、コークス槽下にはグリズリスクリーンが設けられており、ベルト+秤量槽による自動秤量切出方式となっている。

鋳床は一面で、1個の出銃口と2個の滓口で出銃滓作業を行っている。溶銃鍋に受銃され、鋳銃機工場及び製鋼工場に運ばれる。溶滓は全量水滓として採取されるようになっており、水滓設備の故障に備えて、滓鍋が用意されている。

熱風炉は内燃式熱風炉3基を有しているが、高炉ガス単独燃焼の為、燃焼ガ스로リーが低く、熱風炉ドーム温度が上げられなく、最高送風温度は950℃程度とやや物足りない。

ガス清浄はベンチュリー+電気集塵機型式で、除塵能力には問題はない。尚今年3月に最高150kg/tの吹込が可能な微粉炭設備が完成した。表2-1-3に高炉設備表、図2-1-4に原料装入系統図を示す。

(2) 操 業 実 績

昨年（1985年）の溶銃生産量実績は29万トン、日産794t/H、操業度1.28t/日/m²、コークス比は623kg/t、溶銃中Si%は0.72%、S%は0.035%であった。整粒が不十分な焼結鉍を使い、平均装入Fe%が48%と低く鉍滓比が732kg/t、送風温度が892℃という難しい条件下では、立派な操業成績であると云えよう。しかし、年間の棚吊回数6.9回、スリップ回数391回、及び滓口と羽口の破損回数が計100回という数値は、安易な操業ではなかった事を物語っている。表2-1-4に85年9月、10月、11月の高炉操業成績表を示す。

表 2 - 1 - 3 高 炉 設 備 表

設 備 名		設 備 内 容
火 入 れ 年 月		1975年5月
公 称 能 力	t/D	950
高 炉 本 体		
型 式		ブラケット式
内 容 積	m ³	620
炉 床 径	m	5.7
炉 腹 径	"	7.0
炉 口 径	"	4.7
炉 床 高 さ	"	3.2
朝 顔 "	"	4.2
炉 腹 "	"	1.2
シャフト高 さ	"	1.22
炉 口 高 さ	"	2.45
羽 口 数		12
出 銑 口 数		1
滓 羽 口 数		2
高 炉 耐 火 物		
炉 床 底 部		カーボンブロック、シャモット
湯 留 り		" "
羽 口 ゾ ー ン		シャモット
朝 顔		"
炉 口 及 び シャフト下部		"
シャフト中・上部		"
炉 体 冷 却		
炉 床 底 部		—
湯 留 り		蒸 発 冷 却 (光 面 冷 却 壁)
羽 口 ゾ ー ン		" (光 面 冷 却 壁)
朝 顔		" (鑲 磚 冷 却 壁)
炉 腹 及 び シャフト下部		" (")
シャフト中・上部		中部支梁式水箱、上部ナシ

設 備 名		設 備 内 容
鑄 床		
鑄 床 数		1
主 種 型 式		カーボン質スタンプ
マッドガン型式		電 動 式 100t
# バレル容量	m^3	0.3
開孔機型式		電 動
炉前クレーン能力	t/基	10
溶銑鍋容量	t/鍋	65
# 数		6
溶滓鍋容量	t/鍋	33
# 数		4
原 料 設 備	$m^3 \times 机$	
鉄石槽容量(焼結)	$m^3 \times 机$	350×2 175×4
# (塊鉄)	"	130×5
# (副原料)	"	130×2
コークス槽容量		275×2
鉄石秤量機型式		
容量	t×机	10×2
コークス秤量機型式		
容量	t×机	5×2
コークス篩型式		単層振動篩 篩孔16mm
容量	t/H×机	--
スキップ容量	t×机	4.5 m^3 × 2
炉頂装入装置		
型 式		ダブルベルマッキー式
大ベルホッパー容量	m^3	22.5
炉頂耐用圧力	kg/cm^2	0.2
大 ベ ル 径	m	3.3

設 備 名		設 備 内 容
熱 風 炉		
型 式		内 燃 式
基 数		3
加 熱 面 積	m^2	1 4, 8 4 0
バーナー容量	m^3/H	4 0, 4 0 0
燃焼空気送風能力	"	5 1, 0 8 0
最高ドーム温度	℃	1, 3 5 0
最高送風温度	℃	1, 1 0 0
ガ ス 清 浄		
一次集塵機型式		$\phi 8 m$ 重力除塵器
二次集塵 "		洗糸塔、文氏管、電気集塵
最高耐ガス圧力	$mmAq$	2, 0 0 0
最 高 ガ ス 量	Nm^3/H	1×10^5
清浄ガス中ダスト量	g/Nm^3	< 0.01
送 風 機		
型 式		タービンブロー
基 数		2台
最大送風量	Nm^3/min	1, 5 0 0
最大送風圧力	kg/cm^2	2.5
炉 体 計 装		
炉体温度計	段×支	4×18
炉体圧力計	段×支	2×2
炉頂ガス成分計型式		マニュアルサンプリング
炉体プローブ		

図 2-1-4 原料装入系統図

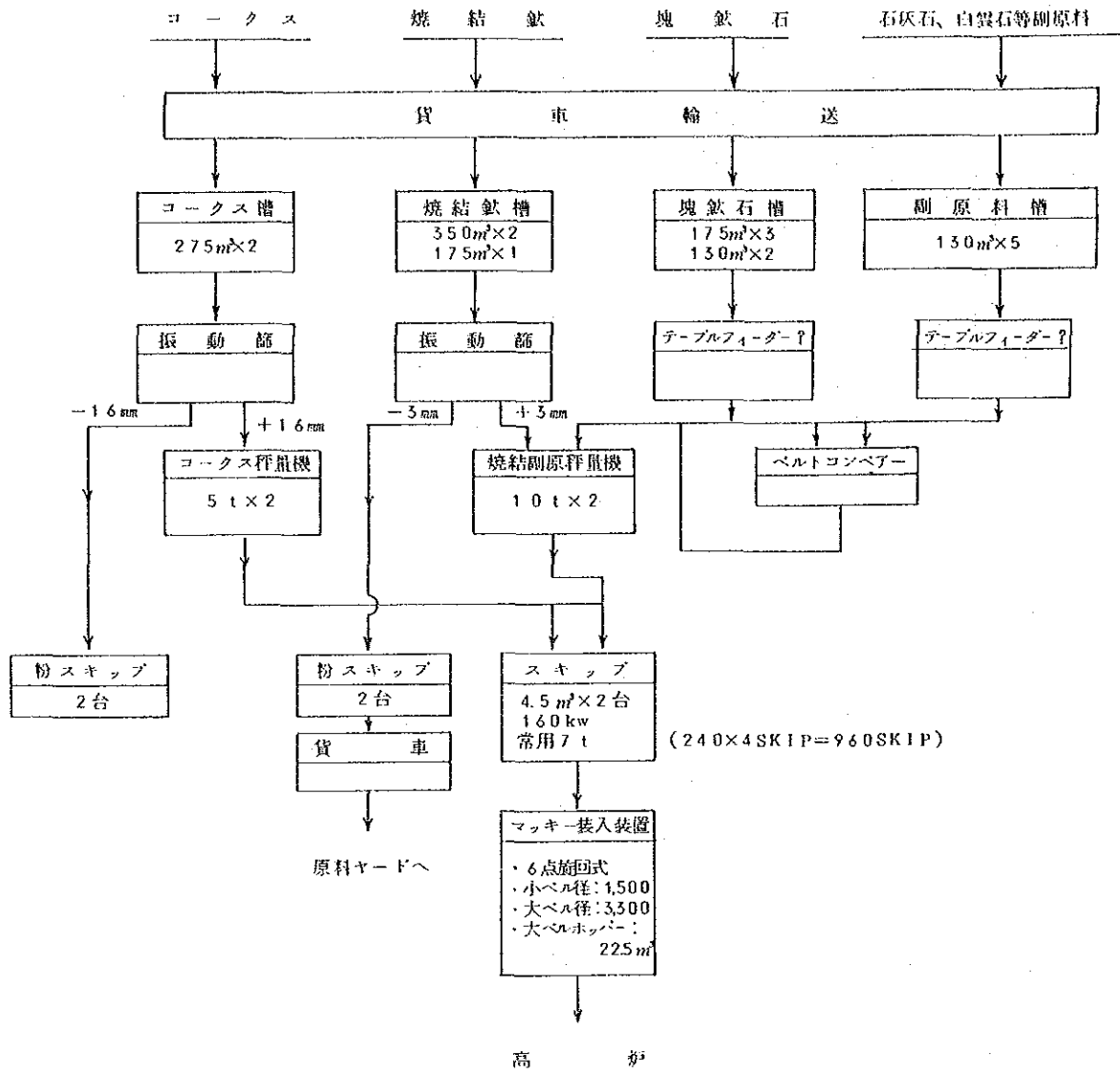


表 2-1-4 高炉操業成績表

項 目		実 績		
		1985年9月	10月	11月
生 産 量	t/m	26,451.4	25,155.6	22,073.7
操 業 度	t/d/m ³	1,422	1,309	1,187
稼 動 率	%	97.79	95.40	90.34
原 料 配 合				
焼 結 鉄	kg/t	1,871	1,912	1,875
塊 鉄	"	153	105	108.5
ベ レ ッ ト	"	—	—	—
石 灰 石	"	4.08	2.87	11.89
転 炉 滓	"	—	—	—
Mn 鉄 石	"	—	—	—
装 入 量				
アルカリ (Na+K)	kg/t	—	—	—
Zn	"	—	—	—
Mn	"	1.22	1.253	1.36
S	"	7.72	7.09	7.29
P	"	1.21	1.14	1.06
TiO ₂	"	—	—	—
コ ー ク ス 比	kg/t	5.97	5.98	6.05
重 油 比	"	—	—	—
タ ー ル 比	"	—	—	—
操 業 諸 元				
送 風 量	Nm ³ /min	1,292	1,219	1,156
送 風 圧 力	kg/cm ²	1.26	1.22	1.18
送 風 温 度	℃	944	876	871
送 風 湿 分	g/Nm ³	—	—	—
酸 素 富 化	Nm ³ /H	—	—	—
羽 口 先 風 速	m/sec			
羽 口 先 温 度	℃			

項 目		実 績		
		1985年9月	10月	11月
炉 頂 ガ ス				
圧 力	kg/cm ²	0.21	0.22	0.19
温 度	℃	314	306	287
CO	%	—	—	—
CO ₂	"	14.95	14.98	14.75
H ₂	"	0.43	—	—
N ₂	"	—	—	—
溶 鉄				
C	%	—	—	—
Si	"	0.785	0.759	0.837
Mn	"	0.693	0.724	0.666
P	"	0.121	0.115	0.106
S	"	0.042	0.038	0.039
Cu	"	—	—	—
Ti	"	—	—	—
温 度	℃	—	—	—
出 鉄 回 数	№/d	9	9	9
溶 滓				
CaO/SiO ₂	%	1.17	1.20	1.137
CaO	"	42.25	42.13	41.28
SiO	"	36.40	35.29	36.30
Al ₂ O ₃	"	11.80	11.50	11.40
MgO	"	6.48	6.36	7.15
FeO	"	0.32	0.35	0.38
鉍 滓 比	kg/t	672	703	676
出 滓 回 数	№/d	9	9	9
スリップ回数	№/d	25	20	40
棚 吊 回 数	№/d	1	2	8
ダ ス ト 量	kg/t	49.37	42.69	37.51
装 入 回 数	ch/d	134	122	111
装 入 方 式	"	O-O-C-C	O-O-C-C	C-O-C-O

項 目		実 績			
		1985年9月	10月	11月	
1回の装入量	コークス	T/ch	4	4	4
	鈦石	"	13	13	13
原料粒度					
焼 結 鈦	+40mm	%	22.70	26.75	30.80
	40~25	"	8.30	9.25	10.20
	25~10	"	25.20	27.30	29.40
	10~5	"	19.20	20.00	20.80
	-5	"	8.60	13.00	22.70
塊	鈦 +40mm	%	8.20	16.00	27.20
	40~25	"	27.00	45.00	50.00
	25~10	"	11.00	28.00	35.50
	10~5	"	2.50	3.500	7.00
	-5	"	1.50	2.00	7.00
コ ー ク ス	+75mm	%			
	75~50	"			
	50~25	"			
	-25	"			
ユーティリティ原単位					
電 力		kWh/t	13.10	14.13	13.97
圧 縮 空 気		Nm ³ /t	-	-	-
水		t/t	11.66	10.9	13.2
保 全					
定 期 修 理		h/m			
不 定 期 修 理		"			
羽口破損回数		No./m	8	3	5
主 な 故 障 ①		%			
②		"			
③		"			

(3) 設備及び操業上の問題点

近代化を想定した設備及び操業上の問題点と対策の考え方について以下に述べる。

① 前述した如く、整粒不十分な、しかも 300~400℃という高温の焼結鉄の使用は高炉生産性向上及び設備保全の観点より極めて重要な問題であり、それ等の改善は最重要課題である。

② 装入鉄石中の平均 Fe % が 48% と低く、脈石が多い事は当然ながら、高炉の鉄滓比を高くしている。これは無駄な溶融熱を必要とし、高炉の燃料比を増大させ、ひいては生産性を低下させている。原料手配が可能であれば鉄石中の Fe % を高め、鉄滓比を下げることにより、燃料比を節減し生産性の向上が可能となる。1990年には精鉄粉割合を増し、装入鉄石平均 Fe % を 52% に引き上げる計画があるが、ぜひこれを実現すべきであろう。

③ 現在、貧弱な原料条件、不足している設備の弱点を豊富な操業経験を持つ優れた高炉操業技術で補足し、信頼の出来る操業を行っている。しかし、更に操業成績の向上を望む場合は、比較的小額の設備投資費で設置出来る計器やセンサー関係の充実及びそれ等を活用した操業管理技術の改善が必要であろう。

例えば、現在の高炉には、炉頂ガス連続分析計、出鉄毎に正確な測定が可能な溶鉄温度計、炉内状況が推察できる適切な炉体温度計、炉体圧力計等が設置されていない。又焼結鉄、鉄鉄等の分析は湿式によるもので、迅速分析が可能な蛍光 X 線、カントバック等の自動分析機器がない。これ等の計器、センサー、機器を備えて操業管理に活用すれば、一層の操業成績の向上が期待できる。

④ 燃料比を低減し、生産性を向上させる主要な手段の一つとして、送風温度の増加対策が考えられる。現状の熱風炉は、高炉ガス単味燃焼であるが、高炉ガスカロリーは高くても 900Kcal/Nm^3 程度であり、その場合の可能送風温度は 950°C が最大であろう。高炉ガスにコークス炉ガスを添加、混合して燃焼ガスカロリーを $1,000 \text{Kcal/Nm}^3$ 程度に上げ、且つ必要とする加熱面積を有していれば送風温度は $100\sim 150^\circ\text{C}$ 上げることが可能となるだろう。

⑤ 高炉々頂圧力を上げると、炉圧に於けるガス圧力が上昇し、ガス体積が減

少し、当然、炉内のガス流速が低下するので還元反応は促進する。又、ガス流速が低下するので、溢流限界内での増風が可能となる。従って、炉頂圧力は生産性向上の主要な手段であり、現在の炉頂圧 0.2 kg/cm^2 を引き上げられるような設備改善が望まれる。

- ⑥ 高炉の故障による休風を低減し、稼働率を高める事は、操業成績向上の主要な手段である。故障休風の主因として、羽口、滓羽口の破損による休風が大きな割合を占めている。これ等、羽口の破損を防止する為には、炉況を安定させることも重要であるが、羽口形状の改善、水量増加等の設備的改善によって、かなりの破損回数を減少させることが出来る。

2-2 第2製鋼工場の現状と問題点

2-2-1 第2製鋼工場製鋼部門

第2製鋼工場製鋼部門の現在の設備構成を表2-2-1、レイアウトを図2-2-1、操業実績を表2-2-2に示す。

表2-2-1 設備構成

設備名	基数	設備内容
製鋼工場		
転 炉	1	容 量：25 t (2基) 方 式：純酸素上吹 設備能力：150,000 t/年 傾動方式：トラニオン、電動式 溶 銑 輸 送：65 tレール台車による 溶 銑 鍋：35 t
	1基	混 銑 炉：600 t スクラップシュート：5.2 m ²
集塵装置	1	排ガス処理：2段湿式 排風処理能力：700 m ³ /分
	0	エネルギー回収：ナシ
クレーン	1	100 t / 30 t
	1	50 t / 10 t
	1	15 t / 3 tリフマグ付
造 塊		8本立定盤による下注造塊
	3.2	定盤(湯道8本)19基使用中 鋳型2.13 t角型、下広下注 鋳鍋 35 t
クレーン	2	50 t / 10 t
	2	20 t / 5 t

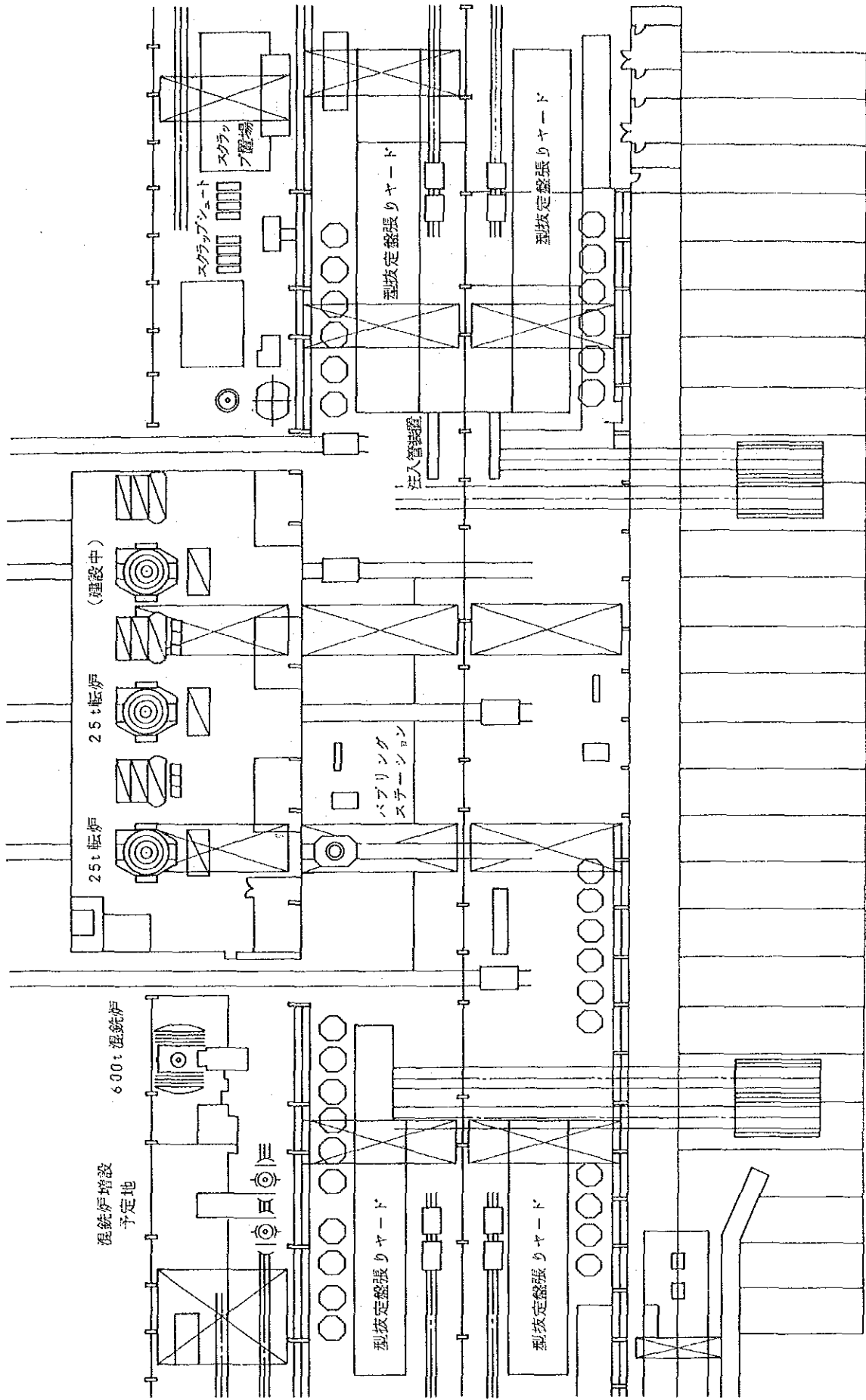


図 2-2-1 レイアウト

表 2-2-2 操 業 実 績

項 目	単 位	第 2 製 鋼
生 産 量	t/年	4 1,3 8 8
内 訳		
リンド鋼	"	4 0,0 0 8
チルド鋼	"	1,3 8 0
炭 素 鋼	"	4 1,3 8 8
合 金 鋼	"	
能 率		
製 鋼 時 間		吹錬サイクル 2 6 分 4 9 秒 吹 錬 時 間 1 8 分 非 吹 錬 時 間 8 分 4 9 秒
炉 体 修 理 時 間		7 2 ~ 1 2 0 時 間 / 回
1 時 間 当 り 生 産 量		1 2,2 3 1 t / 時
月 間 チ ャ ー ジ 数		1 8 6.7 8
装 入		銑 鉄 使 用 1,2 3 6 kg / t
鋼 塊 歩 留 (対 溶 鋼)	%	8 9.3 4

2-2-1-1 原 料

(1) 溶銑成分の目標値と実績値を表 2-2-3 に示す。

表 2-2-3 混銑炉での溶銑成分

(' 8 5 . 9 / 1 0 ~ 9 / 2 0)

		化 学 成 分 (重 量 多)			
		S i	M n	P	S
目 標 値		0.45~0.85	0.30~0.50	≤0.150	0.030~0.050
実 績 値	範 囲	0.43~1.125	0.58~0.82	0.080~0.180	0.023~0.068
	\bar{x}	0.88	0.683	0.045	0.043
	σ	0.171	0.088		0.0115

この表で S i、S が高く、又バラツキも大きい。

(2) 溶銑温度の目標値と実績値を表 2-2-4 に示す。

表 2-2-4 混銑炉での溶銑温度

	温 度 (℃)
目 標 値	≥ 1,250
実 績 値	1,200~1,300

溶銑温度が低く、取鍋に地金が付着し、修理が必要な取鍋が多い。

(3) 鋼種リスト、成分規格及び出鋼構成比を表 2-2-5 に示す。

表 2-2-5 鋼種リスト、成分規格、出鋼構成比

	化 学 成 分 (重量%)					構成比 (%)
	C	Si	Mn	P	S	
BY ₁ F	0.06 ~0.12	≤ 0.05	0.25 ~0.50	≤0.045	≤0.050	5.83
BY ₂ F	0.09 ~0.15	≤ 0.05	0.25 ~0.55	≤0.045	≤0.050	54.18
BY ₃ F	0.14 ~0.22	≤ 0.05	0.30 ~0.60	≤0.045	≤0.050	36.03
BY ₄ F	0.18 ~0.28	≤ 0.05	0.40 ~0.70	≤0.045	≤0.050	1.14
20MnSi	0.17 ~0.25	0.40 ~0.80	1.20 ~1.60	≤0.050	≤0.050	2.83

(4) 鋼種別溶銑配合率を表 2-2-6 に示す。

表 2-2-6 鋼種別溶銑配合率

	溶 銑 (t/ch)	スクラップ (t/ch)	合 計 (t/ch)	溶 銑 率 (%)
BY ₁ F ~BY ₁ F	2.6	1.5	2.75	94.55
20MnSi	2.6	1.5	2.75	94.55

溶銑量は現在、クレーン・スケールの故障のため、秤量はされていない。又、スクラップの秤量も、秤量機とスクラップシュートの位置が悪く、正確な秤量が出来ていない。

(5) スクラップ配合を表 2-2-7 に示す。

表 2-2-7 スクラップ配合

		還元屑	購入屑	合 計
BY ₁ F ~ BY ₁ F	(t/ch.)	0.45	1.05	1.5
	(%)	30	70	100
20MnSi	(t/ch.)	0.45	1.05	1.5
	(%)	30	70	100

スクラップで長尺物が目立ち、スクラップ・シュートに入り難い。

2-2-1-2 転 炉

(1) 転炉で使用する副原料の品質を表2-2-8、2-2-9に示す。

表2-2-8 副原料の品質（化学成分）

	化 学 成 分（重量%）						
	CaO	MgO	SiO ₂	P	S	C	Fe
石 灰	66 ~80	2.70	2.70		0.03		
ドロマイト	232	218	≤ 2				
螢 石	89.48 ~93.54		≤ 5		≤ 0.2		
スケール				≤ 0.1		≤ 5	≥ 67

表2-2-9 副原料の品質（粒度、特性値）

	粒 度（%）	特 性 値
石 灰	5~50	2.4
ドロマイト	10~50	
螢 石	5~50	
スケール	≥ 50	

石灰の特性値が2.4と非常に低い。

(2) 転炉で使用する合金鉄の品質規格を表 2-2-10、2-2-11 に示す。

表 2-2-10 合金鉄の規格 (化学成分)

	化 学 成 分 (重量%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
Si75		7.2~8.0	≤0.5	≤0.04	≤0.02	≤0.5
GFeMn64	≥7.0	≤2	≥6.4	≤0.40	≤0.03	
Si-Mn	≤1.8	1.7~2.0	≥6.5	≤0.150	≤0.04	

表 2-2-11 合金鉄の規格 (粒度)

	粒 度 (%)
Si75	20 ~ 40
GFeMn64	20 ~ 40
Si-Mn	20 ~ 40

合金鉄の粒度規格は、20~40%であるが、現場には、Max. 80%程度の規格外れが多く見いだされる。この傾向は、副原料も同一である。副原料のスケールは、湿分が可成りあり、乾燥の必要がある。

(3) 酸素の純度、圧力を表 2-2-12 に示す。

表 2-2-12 酸素の純度、圧力

	純 度 (%)	圧 力 (kg/cm ²)	
		1 次	2 次
酸 素	99.5	1.6~2.0	6~10

- (4) 吹止時の目標温度、成分の把握は十分できていない。
出鋼時の温度の目標と実績を表 2-2-13 に示す。

表 2-2-13 出 鋼 温 度

	目標温度(℃)	実績温度(℃)
BY ₁ F~BY ₄ F	1,660~1,680	1,650~1,700
20MnSi	1,660~1,680	1,660~1,700

上記の表より実績温度が目標温度より高い。

- (5) 溶銑と転炉(吹止時)での滓の成分と重量を表 2-2-14 に示す。

表 2-2-14 滓の成分と重量

	化 学 成 分 (重 量 %)									滓 量
	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MnO	P ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	
溶 銑		0.38		36.30	41.28			7.15	11.40	1~2%
転 炉 (吹止時)	11.8	10.99	6.39	14.77	53.98	4.73		6.29	0.77	12.15 ton/ch

この表の滓量は、実際の計量値ではなく、推定値である。

- (6) 排出地金量を表 2-2-15 に示す。

表 2-2-15 排 出 地 金

	溶 銑 (kg/H·M.t)	転炉(kg/steel.t)		出鋼(kg/steel.t)	
		噴出地金	滓鍋地金	滓鍋地金	下注地金
BY ₁ F~BY ₄ F	3	15	8	22	10
20MnSi		15	8	22	10

(7) 転炉の各種原単位を表2-2-16、2-2-17、2-2-18に示す。

表2-2-16 副原料原単位

	原単位 (kg/steel·t)
生石灰	137.35
螢虫	18.432
ドロマイト	0.658
スケール	17.65

石灰の焼成が不十分のため、活性度が低く、原単位が非常に高い。

表2-2-17 合金鉄原単位

	原単位 (kg/steel·t)	
	Si75	GFeMn64
BY ₁ F~BY ₄ F	1.94	4.532
20MnSi	8.5	13.6

表2-2-18 製出鋼歩留、酸素原単位

	歩留 (%) (対溶鋼)	酸素原単位 (Nm ³ /steel·t)
BY ₁ F~BY ₄ F	89	80

酸素原単位の80 Nm³/steel·tは非常に高い。又、歩留は計量管理が行われていず、推定値である。

- (8) スロッピングが多いため、ランスの地金付、炉下の汚れが目立つ。
- (9) 吹止分析は、湿式分析が主体で時間がかかる。現在は、Sのみの分析である。
- (10) 吹止、出鋼の测温装置の精度が悪い。
- (11) 出鋼孔の管理が悪いため、ラッパ状になっており取鍋周囲への地金付着が多い。

2-2-1-3 塊

- (1) リムド鋼のリミングアクション剤は、使用されていない。又リムド鋼のトップ処理は、ケミカルトップである。
- (2) キルド鋼の鋳型内保温剤の特性値を表2-2-19に示す。

表2-2-19 鋳型内保温剤

		特 性 値
化 学 成 分 (重量%)	SiO ₂	35.5~36.4
	CaO	2.0~3.5
	Al ₂ O ₃	20.3~20.5
	Fe ₂ O ₃	7.1~8.2
	MgO	0.4~0.68
	Na ₂ O ₃	4.07~4.96
	K ₂ O	1.2~1.3
	CaF ₂	2.5~7.0
	C	15.1~18.8
原単位(kg/steel·t)		3
嵩比重(g/cm ³)		
軟化点(℃)		1200℃
溶化時間(分)		
粘度(poise)		

(3) キルド鋼の押湯断熱板の特性値を表2-2-20に示す。

表2-2-20 押湯断熱板

		特性値
化 学 成 分 (重量%)	SiO ₂	80~85
	Al ₂ O ₃	2~5
	Fe ₂ O ₃	≤0.4
	CaO	2~5
	MgO	0.9~1.1
	TiO ₂	0.10~0.20
	K ₂ O	0.10~0.20
	Na ₂ O	0.10~0.20
気孔率	(%)	60~80
嵩比重	(g/cm ³)	0.85~0.94
曲げ強さ	(kg/mm ²)	≥16
熱伝導率	(kcal/m·hr·°C)	<0.20
最高到達温度	(°C)	>1,650°C
最高温度への到達時間	(分)	

(4) キルド鋼の引け巣の平均深さは、250(%)である。

(5) 注入方法は、全て下注方式であり、鑄型は下広式である。

尚、定盤は一重である。表2-2-21に鑄型、定盤原単位を示す。

表2-2-21 鑄型、定盤原単位

	原単位 (kg/steel.t)	廃却までの使用回数		廃却原因
		平均値(回)	σ(回)	
鑄型(リムド鋼)	27.17	43	10	下部の縦割れ 中央部の横割れ
鑄型(チルド鋼)	27.17	43	10	
定盤	10	65	±10	浴損、亀裂

(6) 鋳型のサイクル・タイムを表 2-2-22 に示す。

表 2-2-22 鋳型サイクルタイム

	サイクルタイム (分) (注中開始～注中開始)
鋳型 (リムド鋼)	40～45
鋳型 (キルド鋼)	45～50

(7) 鋳型の清掃、修理は現在実施していない。

(8) 鋼塊のトラックタイムを表 2-2-23 に示す。

表 2-2-23 トラックタイム

	リムド鋼	キルド鋼
浴鋼ノズル口径	45 (φ%)	50 (φ%)
注入開始～注入終了	20 分	25 分
静置時間	～10 分	～10 分
静置終了～型抜開始	≥25 分	≥75 分
型抜開始～型抜終了	20 分	20 分
型抜終了～加熱炉装入開始	60～240分	60～240分

(9) 品質欠陥の比率は不明であるが、欠陥の内訳を表2-2-24に示す。

表2-2-24 品質欠陥の内訳

欠 陥 名	リスト鋼(%)
湯 不 足	17.68
へ グ	14.28
レ ン ガ 疵	34.13
線 状 疵	26.77
紋 注	1.25
バ イ ブ	4.6
パイプ(大)	0.47
1口カミ	0.55
割 れ	0.27

2-2-1-4 耐 火 物

(1) 溶 鋸 輸 送 鍋

溶鋸輸送鍋の耐火物の品質を表2-2-25に、寿命、原単位を表2-2-26に示す。

表2-2-25 品質リスト

		銘 柄
化 学 成 分 (重量%)	Al_2O_3	30~46
	SiO_2	50~65
	Fe_2O_3	<1.8
嵩 比 重		2.0
気 孔 率	(%)	26
軟 化 点	T_1 (°C)	1,300
	T_2 (°C)	
膨 張	1,300°C(%)	0.7
耐 圧 強 度	(kg/cm^2)	150
耐 火 度	SK	1,730

表 2-2-26 寿命と原単位

	PERMERNENT BRICK	WORKING BRICK
寿命 (回)	16,000	270
原単位 (kg/H.M.t)	0.0078	0.73

溶銑輸送鍋の小修理は先端部のみ、実施している。

(2) 混 銑 炉

混銑炉の耐火物の品質リストを表 2-2-27 に原単位通過屯数を表 6-2-28 に示す。

表 2-2-27 品質リスト

銘 柄		(MZ)-87	(ML)-80	(NH)-35
化学成分 (重量%)	MgO	>87	>80	
	CaO	<3.5		
	Al ₂ O ₃		5~10	3.5
嵩比重		2.8	2.75	2.1
気孔率 (%)		20		24
軟化点	T ₁ (°C)	1,500		1,320
	T ₂ (°C)			
膨張1,300°C(%)				
耐圧強度 (kg/cm ²)				250
耐火度 SK		2,000	2,100	1,690

表 2-2-28 原単位と通過屯数

	PERMANENT BRICK	WORKING BRICK
原単位 (kg/H.M.t)	-	-
通過屯数 (t)	121,181	121,181

小修理は、通過屯数で 22,500 t に実施しており、その部分は working Brick であり、小修理原単位は、1.33 (kg/H.M.t) である。

(3) 溶 銑 鍋

溶銑鍋の耐火物品質リストを表2-2-29に、寿命、原単位を表2-2-30に示す。

表2-2-29 品質リスト

		銘 柄
化 学 成 分 (重量%)	Al ₂ O ₃	43.34
	SiO ₂	53
	Fe ₂ O ₃	1.82
嵩 比 重		2.2
気 孔 率 (%)		2.0
軟 化 点	T ₁ (°C)	1,370
	T ₂ (°C)	
膨 張 1,300°C(%)		0.3
耐 圧 強 度 (kg/cm ²)		639
耐 火 度	SK	1,750

表2-2-30 寿命と原単位

	PERMANENT BRICK	WORKING BRICK
寿 命 (回)	960	120
原単位 (kg/H·M.t)	0.056	1.66

小修理は、実施していない。 working brick の寿命が、120回と短い。

(5) 転 炉

転炉の耐火物の品質リストを表2-2-31に、寿命、原単位を表2-2-32に示す。

表2-2-31 品質リスト

銘 柄			
化 学 成 分 (重量%)	CaO	57.00	20.80
	MgO	32.30	69.28
	SiO ₂	3.04	2.72
	R ₂ O ₃	3.06	2.27
嵩 比 重		2.85	2.90
気 孔 率 (%)			
軟 化 点	T ₁ (°C)		
	T ₂ (°C)		
膨 張 1,300°C(%)			
耐 圧 強 度 (kg/cm ²)			
耐 火 度 S K			

表2-2-32 寿命と原単位

銘 柄	PERMANENT BRICK	WORKING BRICK
寿 命 (回)	5,000	179
原単位(kg/steel·t)	0.065	21.34

出鋼孔の補修頻度は、10chs位である。

炉寿命が平均179回と極めて低い。

(6) 溶 鋼 鍋

溶鋼鍋の耐火物の品質リストを表2-2-33に、寿命、原単位を表2-2-34に示す。

表2-2-33 品質リスト

銘 柄		
化 学 成 分 (重量%)	Al ₂ O ₃	43.34
	SiO ₂	5.3
	Fe ₂ O ₃	1.83
嵩 比 重		2.2
気 孔 率 (%)		20
軟 化 点	T ₁ (°C)	1,370
	T ₂ (°C)	
膨 張 1,300°C(%)		0.3
耐 圧 強 度 (kg/cm ²)		639
耐 火 度 SK		1,750

表2-2-34 寿命と原単位

銘 柄	PERMANENT BRICK	WORKING BRICK
寿 命 (回)	80 0.7	8 25.5
原 単 位 (kg/steel·t)		

小修理は、碎際を5chsに1度実施しておりその原単位は、4.3kg/steel
tである。寿命が平均8回と異常に低い。

(7) スライディングノズル

スライディング・ノズルの耐火物の品質リストを表2-2-35に示す。

表2-2-35 品質リスト

銘柄		摺動板(上下)	ノズル(上下)
化学成分 (重量%)	Al ₂ O ₃	> 60.0	> 60.0
	Fe ₂ O ₃	< 2.0	< 2.0
嵩比重			
気孔率 (%)		< 3	< 2.3
軟化点	T ₁ (°C)		
	T ₂ (°C)		
膨張 1,300°C(%)			
耐圧強度 (kg/cm ²)		> 800	
耐火度 SK			

(8) 下注用注入管、湯道の耐火物の品質リストを表2-2-36に示す。

表2-2-36 品質リスト

銘柄		
化学成分 (重量%)	Al ₂ O ₃	> 40.0
嵩比重		
気孔率 (%)		2.0
軟化点	T ₁ (°C)	
	T ₂ (°C)	
膨張 1,300°C(%)		0.3
耐圧強度 (kg/cm ²)		
耐火度 SK		1,710

2-2-1-5 其 他

(1) 秤 量 器

現在、製鋼部門で使用している秤量器のリストを表2-2-37に示す。

表2-2-37 秤量器リスト

		型 式	精 度	検査頻度 (回/月)	検 定 方 法
原 料	溶 銑	ロード・セル式	3%		
		レバ ー 式	5%		
	スクラップ	レバ ー 式	5%		
転 炉	副 原 料	ロード・セル式	3%	2	標準ウ ェイト
	合 金 鉄	レバ ー 式	5%		
	冷 却 機	ロード・セル式	3%	2	標準ウ ェイト

溶銑ヤードのロード・セル式秤量器は、故障しており、使用されていない。

又、この秤量器は、耐用が短く修理しても直ぐ故障するため休止の状態である。

(2) ロス・タイム

1985年の1年間のロス・タイムの内訳を表2-2-38に示す。

表2-2-38 ロス・タイム内訳

	停止時間 (H)	比 率 (%)
酸素待ち(プラント故障も含む)	4,172.5	83
転炉付帯機器故障	297.9	6
汽 車 待 ち	172.4	3
溶 銑 待 ち	158.2	3
ユーティリティ(空気、水)待ち	12.9	1
取 鍋 待 ち	56.1	1
事 故	86.7	2
其 他	26.1	1
合 計	4,989.8	100

上記の様に1年間の内、ロス・タイムは、57% (4989.8H/365日×24H/日)と異常に多い。この大部分が酸素工場に帰因するものである。