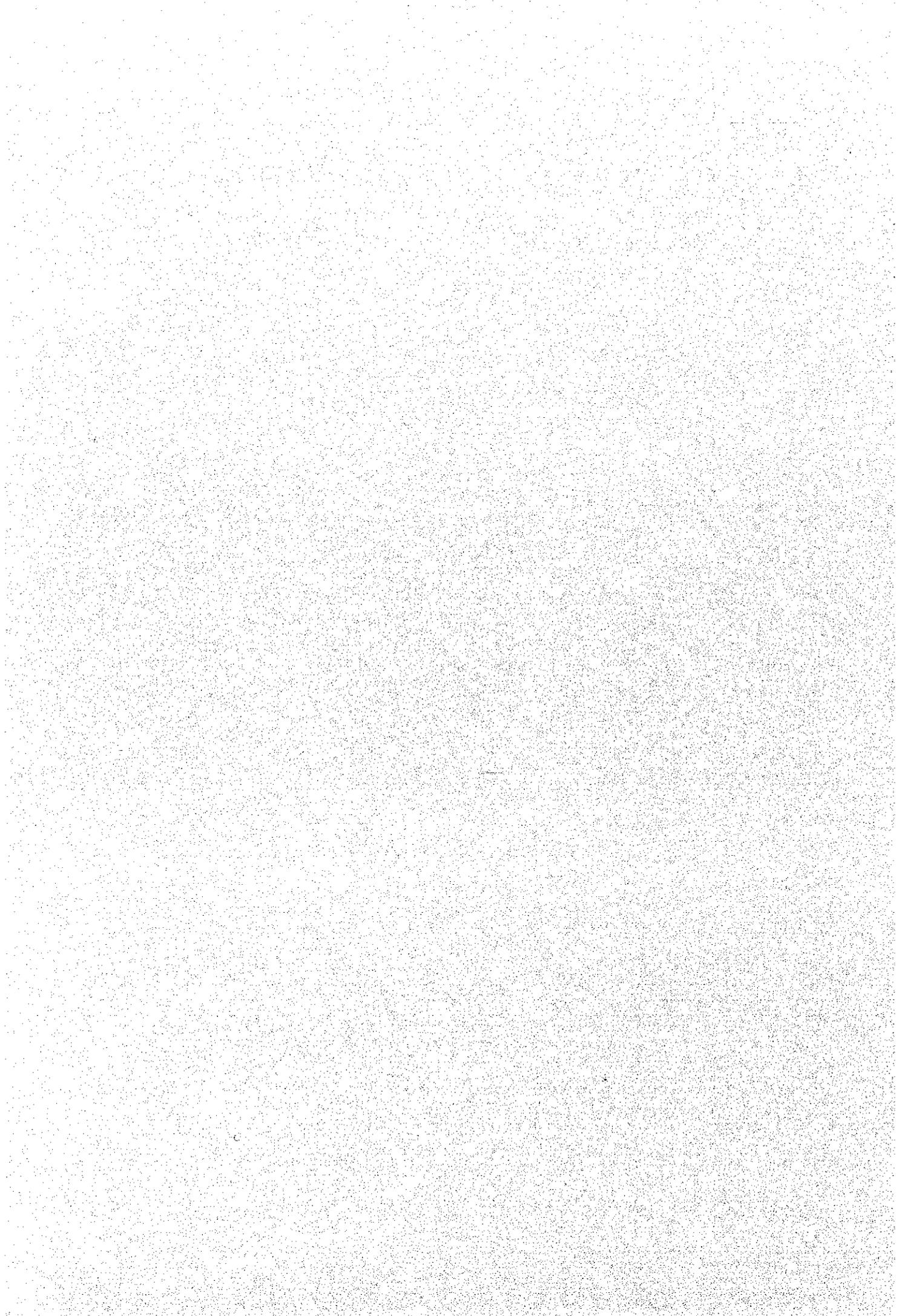


(本 文)



中華人民共和国工場（鞍山第一圧延）近代化計画
調査報告書 本文目次

	(頁)
序 章 本件調査の概況	0-1
0.1 調査の背景	0-1
0.2 調査の目的及び調査範囲	0-1
0.3 調査の方法	0-2
0.4 報告書の見方	0-3
第 1 章 中国経済の概況と鉄鋼業の現状	1-1
1.1 中国経済の概況	1-1
1.1.1 マクロ経済動向	1-1
1.1.2 中国の「九五」計画	1-2
1.2 中国鉄鋼業の現状	1-3
1.2.1 中国鉄鋼業の「九五」計画の要点	1-3
1.2.2 中国鉄鋼業の現況	1-4
1.3 中国の環境・省エネへの取り組み状況	1-8
1.3.1 エネルギー現況と課題	1-8
1.3.2 環境保全の現況と課題	1-9
第 2 章 調査対象工場の概況	2-1
2.1 調査対象工場を取り巻く環境（遼寧省の概況）	2-1
2.2 調査対象工場の概況	2-2
2.2.1 建物・敷地	2-2
2.2.2 製品	2-2
2.2.3 製造設備	2-4
2.2.4 組織及び人員	2-5

	(頁)
2.2.5 調達元関係	2-7
2.2.6 販売先関係	2-8
2.3 生産計画及び生産実績	2-8
第3章 本調査の目標と調査の重点項目	3-1
3.1 本調査の目標確認	3-1
3.1.1 本調査の目標	3-1
3.1.2 調査団としての基本方針	3-1
3.2 調査の重点項目	3-2
3.2.1 生産工程の重点項目	3-3
3.2.2 生産管理の重点項目	3-4
3.2.3 財務管理の重点項目	3-5
第4章 生産工程の現状と問題点	4-1
4.1 生産工程の現状	4-1
4.1.1 工場設備の概要	4-1
4.1.2 工場 Layout の現状	4-4
4.2 製造設備の現状と問題点	4-6
4.2.1 主要設備の現状	4-7
4.2.2 設備上の問題点	4-16
4.3 操業の実態	4-25
4.3.1 操業の現状	4-25
4.3.2 操業上の問題点	4-28
4.4 生産工程の現状と問題点のまとめ	4-40
第5章 生産管理の現状と問題点	5-1
5.1 設計管理	5-1
5.1.1 設計管理の現状	5-1
5.1.2 設計管理の問題点	5-3

	(頁)
5.2 調達管理	5-3
5.2.1 調達管理の現状	5-4
5.2.2 調達管理の問題点	5-5
5.3 在庫管理	5-5
5.3.1 在庫管理の現状	5-5
5.3.2 在庫管理の問題点	5-7
5.4 工程管理	5-7
5.4.1 工程管理の現状	5-7
5.4.2 工程管理の問題点	5-9
5.5 品質管理	5-9
5.5.1 品質管理の現状	5-9
5.5.2 品質管理の問題点	5-11
5.6 安全管理	5-12
5.6.1 安全管理の現状	5-12
5.6.2 安全管理の問題点	5-12
5.7 設備管理	5-13
5.7.1 設備管理の現状	5-14
5.7.2 設備管理の問題点	5-18
5.8 エネルギー管理	5-19
5.8.1 エネルギー管理の現状	5-19
5.8.2 エネルギー管理の問題点	5-20
5.9 運転管理	5-21
5.9.1 運転管理の現状	5-21
5.9.2 運転管理の問題点	5-22
5.10 販売管理	5-23
5.10.1 販売管理の現状	5-23
5.10.2 販売管理の問題点	5-24
5.11 教育・訓練	5-25
5.11.1 教育訓練の現状と問題点	5-25

	(頁)
5.11.2 教育・訓練の問題点	5-25
5.12 環境対策	5-26
5.12.1 環境対策の現状	5-26
5.12.2 環境対策の問題点	5-26
5.13 生産管理実施状況調査票による評価事例	5-27
5.13.1 調査結果	5-27
5.13.2 調査結果からみた問題点	5-27
5.14 生産管理の現状と問題点のまとめ	5-29
第6章 経営・財務管理の現状と問題点	6-1
6.1 経営・財務管理の現状	6-1
6.1.1 貸借対照表	6-2
6.1.2 損益計算書	6-5
6.1.3 原価計算関係	6-7
6.1.4 採用している計算基準・分別基準	6-10
6.2 管理会計制度の現状	6-11
6.3 財務諸資料作成の効率化の現状	6-12
6.4 財務諸表分析	6-13
6.5 経営・財務管理関連の問題点	6-14
6.5.1 財務諸表の実績把握の適正性、適切性の問題	6-14
6.5.2 不十分な原価情報の問題	6-15
6.5.3 有効な原価管理・経営管理制度の欠如の問題	6-15
6.5.4 高コストの問題	6-15
6.5.5 財務資料作成の効率性の問題	6-16
6.5.6 財務体質の脆弱性の問題	6-16
6.6 調達元、販売先の現状と問題点	6-18
6.6.1 調達元の現状と問題点	6-18
6.6.2 販売先関係の現状と問題点	6-19

	(頁)
第7章 工場近代化計画のあり方	7-1
7.1 工場近代化計画の基本的な考え方	7-1
7.1.1 本件の特殊性と重要性	7-1
7.1.2 工場近代化の可能性	7-1
7.1.3 本件の工場近代化計画の基本的考え方	7-1
7.2 工場経営の近代化に対する提言	7-2
7.2.1 提言内容の骨子	7-2
7.2.2 工場近代化対策の概要	7-2
7.2.3 工場近代化対策の段階的進め方	7-3
7.2.4 近代化第一段階 (STEP-1)	7-4
7.2.5 近代化第二段階 (STEP-2)	7-4
7.3 近代化計画推進の留意点	7-5
第8章 生産工程に関する近代化計画	8-1
8.1 生産工程における近代化計画 (STEP-1)	8-2
8.1.1 生産性に関わる対策	8-2
8.1.2 製品品質向上に関わる対策	8-16
8.1.3 技術協力 Team の受け入れ	8-20
8.1.4 STEP-1 における問題点と対策のまとめ	8-20
8.2 生産工程の近代化計画 (STEP-2)	8-24
8.2.1 重点項目 (設備投資)	8-24
8.2.2 STEP-2 における設備施工方針	8-37
8.2.3 STEP-2 における問題点と対策のまとめ	8-40
第9章 生産管理に関する近代化計画	9-1
9.1 生産管理の近代化計画 (STEP-1)	9-1
9.1.1 重点項目 (品質管理)	9-1
9.1.2 重点項目 (設計/販売管理)	9-3
9.1.3 その他の一般改善項目	9-5

	(頁)
9.2 生産管理の近代化計画 (STEP-2)	9-12
9.2.1 重点項目 (設計/販売管理)	9-12
9.2.2 その他の一般改善項目	9-14
9.3 生産管理の近代化計画のまとめ	9-14
第 10 章 経営・財務管理の近代化計画	10-1
10.1 損益分岐点分析を中核とした財務体質の脆弱性克服策提示	10-2
10.1.1 損益分岐点分析	10-2
10.1.2 STEP-2 での会社損益と投資効果	10-9
10.2 調達元、販売先への対策	10-16
10.2.1 調達元への対策	10-16
10.2.2 販売先への対策	10-17
10.3 財務会計制度の適正性と適切性の確保	10-18
10.4 財務資料作成の効率化	10-19
10.5 有効な管理会計制度の構築	10-22
10.5.1 管理会計の現状	10-22
10.5.2 管理会計制度設計の基本方針	10-22
10.5.3 管理会計制度の基本構想	10-22
10.6 管理会計制度の概要	10-24
10.6.1 管理会計制度の共通事項	10-24
10.6.2 利益計画の概要	10-25
10.6.3 原価管理	10-29
10.6.4 標準原価計算	10-33
10.6.5 予算管理制度	10-36
10.6.6 管理会計制度の共通事項の補足	10-37
第 11 章 製造技術及び操業教育	11-1
11.1 製造技術及び操業教育の目的と教育対象	11-1
11.1.1 教育の目的	11-1

	(頁)
11.1.2 現状の問題点	11-1
11.1.3 教育の対象	11-1
11.2 教育の方針	11-1
11.2.1 一般的国際的事例	11-1
11.2.2 本件で効果的な教育方式	11-2
11.3 教育の主題と内容	11-2
11.4 教育方法	11-3
11.4.1 教育対象者	11-3
11.4.2 教育方法と内容	11-3
11.4.3 教育指導員配置	11-3
11.5 教育指導及び講師技術者の必要な資格	11-4
11.6 教育スケジュール	11-5
第 12 章 本工場近代化のための見積積算	12-1
12.1 STEP-1 における費用積算	12-1
12.2 STEP-2 における費用積算	12-3
第 13 章 結論と勧告	13-1
13.1 本工場存立の可能性	13-1
13.2 STEP-1 の提案	13-2
13.3 STEP-2 への移行のための経営判断	13-2
13.4 STEP-2 における提案	13-3
13.5 実行計画	13-3
13.6 本報告書での提言（勧告）	13-3
13.7 謝辞	13-4
－参考資料	
－講演資料（日本における H 形鋼の製造技術と市場の発展の歴史）	
－別添資料（H 形鋼関連技術用語集）	

序章 本件調査の概要

0.1 調査の背景

中華人民共和国は、1979 年以來「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制の下での経済開発のため、工業の活性化に取り組み、1992 年の党大会では、「社会主義市場経済」の建設を目指すこととなった。それに伴い、「全民所有制工業企業経営メカニズム転換条例」を發布し、従来の国営企業を具体的経営自主権を持った国有企業と規定した。「社会主義市場経済」が進展する中で、郷鎮企業、外資を導入した民間企業等の非国有部門の生産が伸長し、生産額で、1985 年の 65% から 1995 年には 31% までにその比率を著しく低下させている。このため、1996 年の全国人民代表大会の第 9 次 5 カ年計画と 2010 年長期目標要綱の中でも、国有企業改革の中心とする旨述べられている。

以上の様な工業分野の経済改革の進展に伴い、同国政府は投資効果の高い既存工場を近代化することを目指し、わが国に対して国有企業工場の近代化について協力を継続して要請してきた。これを受けて「国際協力事業団（以下 JICA という）」は、平成 10 年 7 月 1 日から 15 日まで予備調査団を派遣した。予備調査の結果、「鞍山第一圧延工場」について近代化計画の策定を目的とする本格調査を実施することとなり、同年 9 月に本格調査実施に関する実施細則（S/W）が署名された。

0.2 調査の目的及び調査範囲

鞍山第一圧延工場の現地調査及び調査結果の分析に基づき、既存工場の有効利用に重点を置いた生産工程技術、生産管理及び財務管理の向上、改善に関する近代化計画を提案することを目的とする。また本調査の期間中、調査に参画する中国側関係者に対し、現地調査業務を通じ、工場近代化調査に関する技術の移転を行う。具体的な診断対象製品や対象地域、調査業務の範囲は次のとおりである。

(1) 調査対象製品及び調査対象地域

- －調査対象製品：熱延 H 形鋼及び熱延 T 形鋼
- －調査対象地域：遼寧省（主に鞍山市）

(2) 調査業務の範囲

本件調査は 1998 年 8 月に合意された実施細則 (S/W) に基づき実施されるものであり、その調査業務結果を包括する最終報告書の内容は、次のとおりである。

- －工場の概要
- －工場近代化計画の目標
- －生産工程の現状と問題点
- －生産管理の現状と問題点
- －財務管理の現状と問題点
- －工場近代化計画
 - ア．生産工程の近代化計画
 - イ．生産管理の近代化計画
 - ウ．財務管理の近代化計画
 - エ．近代化計画実施スケジュール
 - オ．近代化に要する経費
 - カ．近代化計画実施上の留意点（環境配慮含む）
 - キ．結論と勧告

0.3 調査の方法

(1) 調査の進め方

本件調査は 2 年次に亘り実施し、第 1 年次（平成 10 年度）は国内準備作業から第 2 年次現地調査までを行い、第 2 年次（平成 11 年次）は第 2 次国内作業から最終報告書の提出までを行った。

(2) 現地派遣期間

JICA は 1998 年 11 月 12 日～12 月 5 日と 1999 年 2 月 23 日～3 月 25 日及び同年 7 月 22～30 日の 3 回に亘り、小野田 文夫を団長とする調査団を組織し、中国の調査対象工場へ派遣した。派遣した調査団員のリストは、次頁のとおりである。

調査団 団員リスト

	氏 名	業務担当分野	所属団体・企業
団 長	小野田 文夫	総 括	神鋼リサーチ(株)
団 員	五十住 公宏	生産工程	(財)北九州国際技術協力協会
団 員	浜田 汎史	生産管理	神鋼リサーチ(株)
団 員	久保 雅裕	財務管理	神鋼リサーチ(株)
通 訳	三澤 厚子	通訳・翻訳業務	(株)日本開発サービス

0.4 報告書の見方

本報告書は大きく分けて、序章を含む 14 の章によって構成されている本文と、本文の内容を補完する参考資料にて構成されている。本文の大まかな構成と内容については、次のとおりである。

- 序章においては、本調査の背景・目的等を記載している。
- 第 1 章から第 2 章は、中国の経済や鉄鋼セクター、本件調査対象工場の概況等を記載している。
- 第 3 章は、本調査の目標及び調査団の基本方針、調査の重点項目等を記載している。
- 第 4～6 章においては、第 3 章の調査の重点項目を受けて、調査対象分野（生産工程、生産管理、財務管理）毎の現状と問題点を記載している。また、現状における分析も同時に行っている。
- 第 7 章においては、工場近代化計画のあり方や工場近代化に係るアクションプラン（STEP-1,STEP-2）等、工場近代化の概要を記載している。
- 第 8～10 章においては、第 7 章を受けて、各調査対象分野（生産工程、生産管理、財務管理）毎の近代化計画（STEP-1～STEP-2）について記載している。
- 第 11 章においては、本調査の根幹をなす調査対象製品である H 形鋼の生産に必要な製造技術及び操業教育の実施方法について記載している。
- 第 12 章においては、本工場近代化（STEP-1、STEP-2）実施に係るハード、ソフト、エンジニアリング等費用の見積概要を記載している。
- 第 13 章においては、本調査の総括・勧告を記載している。

第1章 中国経済の概況と鉄鋼業の現状

1.1 中国経済の概況

1.1.1 マクロ経済動向

中国の98年第1四半期GDPは、前年同期比7.2%増加であったが、97年の同時期では9.4%、また97年通年においても8.8%の数字より鈍化しており、東南アジアやアジアNIEsの通貨・金融危機によってマイナス影響を受けている。加えて国内の消費も伸び悩み、97年10月に金利引き下げに伴う消費増加が期待されていたが、消費財の小売額の伸び率が前年同期比で97年まで2桁(10%台)から1桁(98/1Q=6.9%)へと鈍化傾向が見られ、98年3月の金利再引き下げの効果をふくめても、実質ベースで9%程度に留まっている。

輸出についてはアジアの経済混乱により、アジアや日本向けの輸出が減少し、対米輸出が増加傾向にある。またアジア通貨と比較して、人民元の割高感が輸出品の価格面での優位性を失うため、今後、以前のように大幅な輸出増は期待できない。

一方、輸入については97年10月に実施された関税率の引き下げ効果により、97年の前年比2.5%を上回る8%の増加が見込まれている。

このため、輸出の低迷を背景として、為替が97年末1US\$=8.27元から1US\$=8.32元と下降基調にある。

これにより、輸出の低迷による中国経済の成長鈍化は、人民元の人為的切り下げの可能性を示唆することとなったが、中国政府は否定的な見解を示した。これは政治的な判断と同時に、切り下げを伴う対外債務の返済負担増大を懸念したと思われる。

このため切り下げの可能性は小さいと考えられていたが、98年7~8月の大洪水によって、東北地方や華中など長江流域は甚大な損害を蒙っており、国内経済がさらに悪化した場合を想定すると、事態はなお流動的である。

表 1.1 マクロ経済指標

	(単位)	1993	1994	1995	1996	1997
*人口	万人	118,517	119,850	121,121	122,389	123,626
名目 GDP	億元	34,634	46,622	58,261	67,800	74,772
GDP 成長率	%	13.5	12.6	10.5	9.7	8.8
一人当たり GDP	US\$/PPP	507	451	576	664	—
消費者物価	%	13.2	21.7	14.8	6.1	2.2
財政収支	億元	-199.2	-574.5	-581.5	-529.6	-555.6
歳出	億元	5,287.4	5,792.6	6823.7	7937.6	9197.6
歳入	億元	5,088.2	5,218.1	6242.2	7408.0	8642.0
国際収支						
経常収支	百万ドル	-119.02	76.57	16.18	72.42	—
貿易収支	百万ドル	-12,200	5,345	16,692	12,228	40,336
輸出(fob)	百万ドル	91,800	121,038	148,770	151,066	182,697
輸入(fob)	百万ドル	104,000	115,693	132,078	138,838	142,361
外貨準備高	億ドル		516	736	1,050	1,399
長期債務	百万ドル	70,632	85,137	106,600		118,600
為替レート (対 US\$)	元/US\$	5.7620	8.6187	8.3507	8.3142	8.2890

(出所：中国統計年鑑、中国の鉄鋼関連情報 IMF 資料ほか)

1.1.2 中国の「九五」計画

中国は第九次国民経済・社会発展五カ年計画期（1996年～2000年）において、1996年3月に全国人民代表大会で採択された「九五」計画と2010年までの長期目標要綱で指導方針、目標と任務が定められた。

計画の目標としては、2000年までに人口を13億人以内に抑え、一人当たり GNP を1980年の四倍（2000年までに GNP を5兆7600億元から8兆5000億元に増加）にし、貧困を基本的になくし、人民の生活レベルを向上（都市部住民の一人当たり可処分所得を実質的に年平均5%、農民の一人当たり純収入を実質的に年平均4%に伸長）し、近代的企業制度作りを行い、社会主義市場経済を確立することとしている。

1.2 中国鉄鋼業の現状

1.2.1 中国鉄鋼業の「九五」計画の要点

鉄鋼業の「九五」計画の要点は、次のとおりである。

“中国の発展方針は品質を製品の種類を増加し、ロスを低減することであり、発展戦略は2つの根本的な転換を実現、構造の優良化を堅持し、エネルギー節減・ロスを低減、コストを低下させ、市場に向かい合い企業の市場競争力を高める“

また、中国冶金工業部が示した98年の生産目標の要約は、次のとおりであった。

① 中国鉄鋼業の現状認識

- －政府の経済マクロコントロール政策の継続堅持により、鋼材の需要面では固定資産投資の牽引力に余り期待はかけられない。
- －アジアの通貨・金融不安が中国の輸出競争力の低下と、対中向け輸出圧力を増大させる
- －輸入材との競争激化と国内での能力増強が進む鋼板市場では、軟化基調にプレーキがかかりにくい
- －石炭・石油・電気等エネルギー料金の値上がりがコストアップ要因となる

② 冶金工業部指摘事項

- －中国鉄鋼業は、老朽設備の廃棄・重複投資の防止、製品の高度化・競争力の強化により、産業のレベルアップの実現を目指す戦略的構造調整に入っている。

③ 今年の重点目標・課題

- －国産品輸入代替化により、自動車用鋼板、油井管、コンテナ用鋼板、造船用厚板、H形鋼等を含む高付加価値製品合計200万tの増産を目指す。

1.2.2 中国鉄鋼業の現況

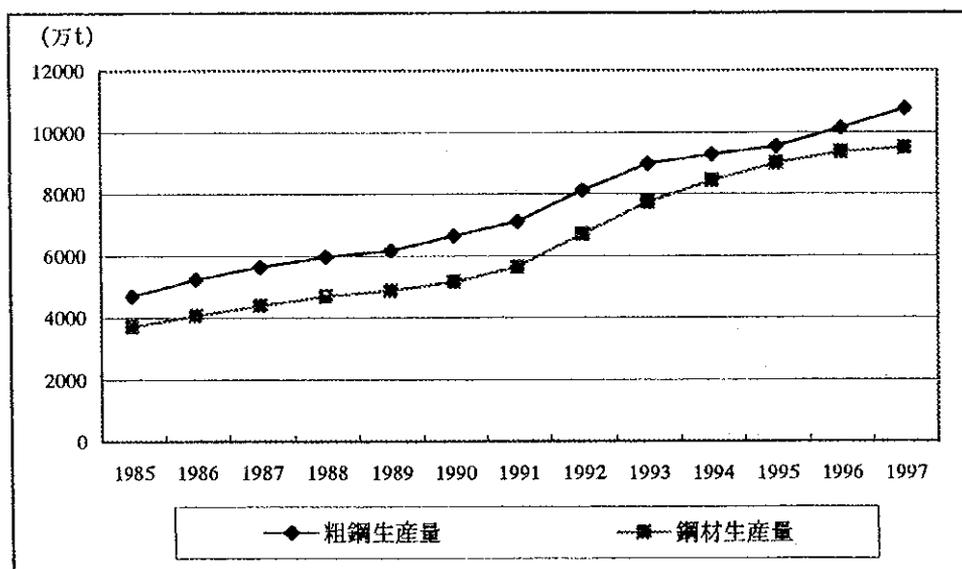
(1) 中国の鉄鋼生産量

1996年、中国の粗鋼生産量は初めて1億tを突破し世界一の粗鋼生産量となった。97年の生産量は粗鋼が1億757万t、鋼材の生産量は9,700万tである。表1.2に中国の97年鉄鋼生産量と主要企業の生産量を図1.1に鉄鋼生産量推移を示す。

表 1.2 中国の鉄鋼生産量と主要企業の生産量

企業名	粗鋼生産量 (千 t)			鋼材生産量 (千 t)		
	生産量	前年比	構成比	生産量	前年比	構成比
(全国計)	107,567	7,539	100.0%	94,903	9,390	100.0%
宝山鋼鉄	8,590	895	8.0	6,450	1,445	6.8
鞍山鋼鉄	8,280	▲393	7.7	6,043	▲393	6.4
首都鋼鉄	8,001	78	7.4	6,429	2	6.7
武漢鋼鉄	6,088	726	5.7	5,021	386	5.3
包頭鋼鉄	4,217	167	3.9	3,019	727	3.2
馬鞍山鋼鉄	3,012	193	2.8	2,358	283	2.5
ハルビン枝花鋼鉄	2,910	62	2.7	1,985	199	2.1
本溪鋼鉄	2,620	▲48	2.4	2,169	▲67	2.3
太原鋼鉄	2,404	27	2.2	2,072	273	2.2
唐山鋼鉄	2,384	254	2.2	2,221	264	2.3

(出所：冶金工業部“中国鉄鋼統計”/1997)

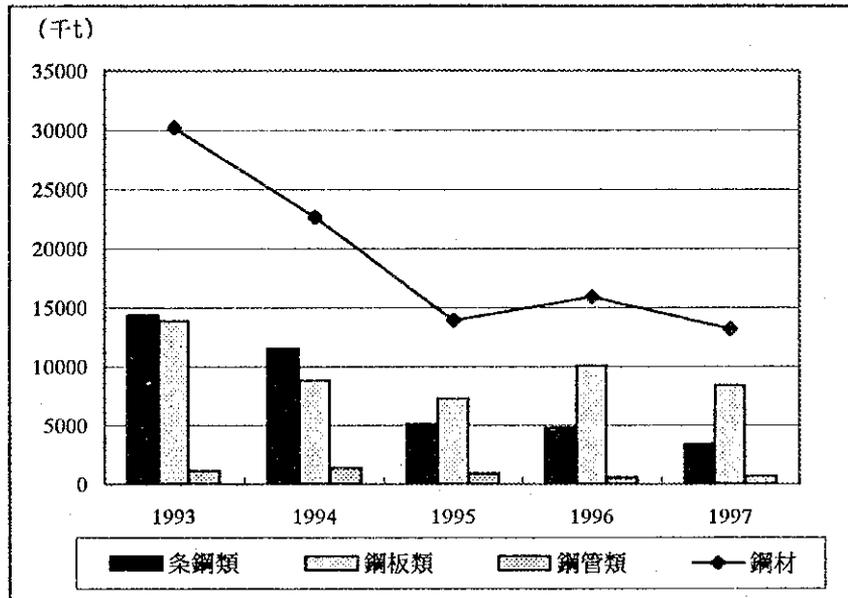


(出所：中国統計年鑑 1997、中国鉄鋼統計より作成)

図 1.1 中国鉄鋼生産量推移

(2) 中国鉄鋼業の現状

中国の鉄鋼生産状況については、前述したとおりであり、粗鋼・鋼材とも順調に増加している。一方、品種構成面においては、一部の厚板や冷延薄板、自動車用メッキ鋼板、石油採掘用鋼管などの生産量は国内需要を満たすことができていない。但し、図 1.2 のとおり、鋼材輸入は減少傾向にある。



(出所：中国税関総署資料／注：鋼材数値は半製品、一部 2 次製品含む)

図 1.2 中国の鋼材輸入推移

中国では国有企業改革が九五計画の目玉ともなっているが、鉄鋼業においても、同様であり、合併・提携による大型グループ化の進展が注目されている。

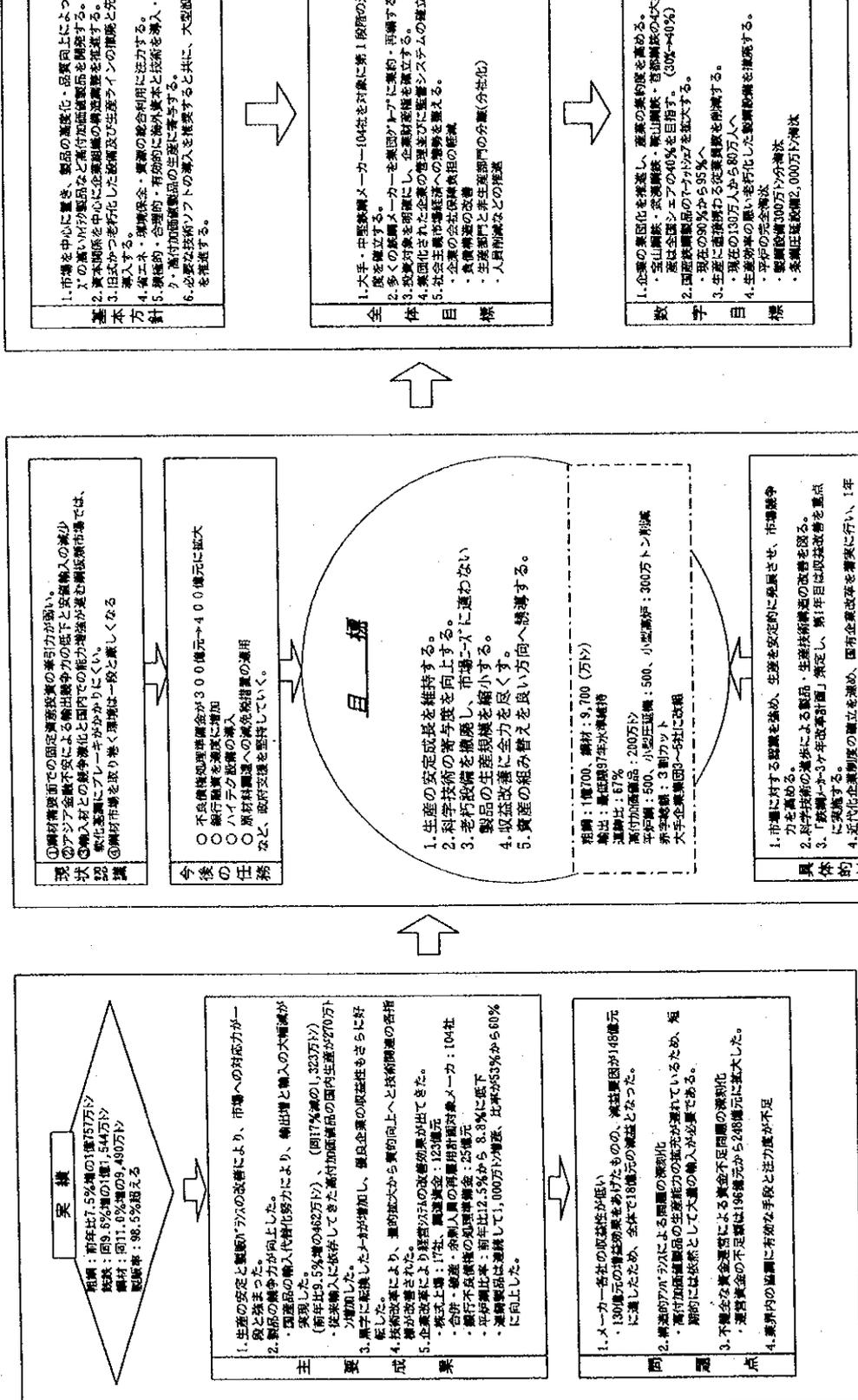
一例として、武漢鋼鉄は大冶製鋼と鄂城鋼鉄と提携により粗鋼生産量 800 万 t 体制を整え、上海宝山鋼鉄も上海冶金局傘下の 30 の鉄鋼企業をグループ化するために動いている。本件対象地域に立地する鞍山鋼鉄も本溪鋼鉄公司との提携を進めている。

一方、中小鉄鋼企業については整理が進められ、97 年には国内鉄鋼企業 16 社が破産し、38 社が吸収合併された。同時に鉄鋼業に従事する人員を現在の 330 万人から 260 万人に削減し労働生産性を上げるよう打ち出され、削減人員は多角経営化によって吸収される計画である。

これら企業改革の方向性を指し示すものとして、監督官庁である冶金工業局が鉄鋼業の発展目標等に挙げたものを図 1.3 に示す。

図1.3 冶金工業部による鉄鋼産業の改革方針 (1998年)

1997年



出所：1998年2月25日付日本鉄鋼輸出組合雑誌より神瀨リサーチが整理。尚、98年度より冶金工業部は、冶金工業局となった。

(3) 本件調査対象製品（H形鋼）のマーケットニーズ

本件調査対象製品の H 形鋼及び T 形鋼の需要は、一般的に土木向けと建築向けといわれており、日本の 1997 年度の需要内訳をみると次のとおりである。

表 1.3 日本における形鋼および H 形鋼の需要量（1997 年度）

	形鋼需要量(千 t)	比率(%)	H 形鋼需要量(千 t)	比率(%)
建 築	6,877	72.4	4,288	83.6
土木（公共）	1,212	12.8	643	12.5
土木（民間）	341	3.6	98	1.9
造 船	413	4.3	20	0.4
産業機械	655	6.9	82	1.6
合 計	9,498	100.0	5,131	100.0

このように建築関係（木造、鉄骨鉄筋コンクリート、鉄筋コンクリート、鉄骨造）の需要が圧倒的に多いが、中でも鉄骨造が形鋼のうちの 88%を、H 形鋼のうちの 90%を占める。これは日本の場合、高層ビルへの使用が大きいことによる。高層ビル以外では柱間のスパンの長さを必要とする工場建屋へのニーズがかなり含まれる。

一方、中国では土木関係の需要が比較的多く、国内インフラ整備事業が、今後も活発化すると予想され、特に産業振興に関わる輸送体制、流通体制の整備は、緊急の課題である。中国国内における輸送手段別貨物輸送量は次のとおりである。

表 1.4 中国国内の輸送手段別貨物輸送量（1997 年）

輸送手段	輸送量（億ト・初）	構成比率（%）	前年比増加率(%)
鉄 道	13,098	34.3	1.0
道 路	5,168	13.5	3.1
水 路	19,352	50.6	8.3
空路(民航)	29	0.1	16.8
その他	585	1.5	
合 計	38,232	100.0	4.9

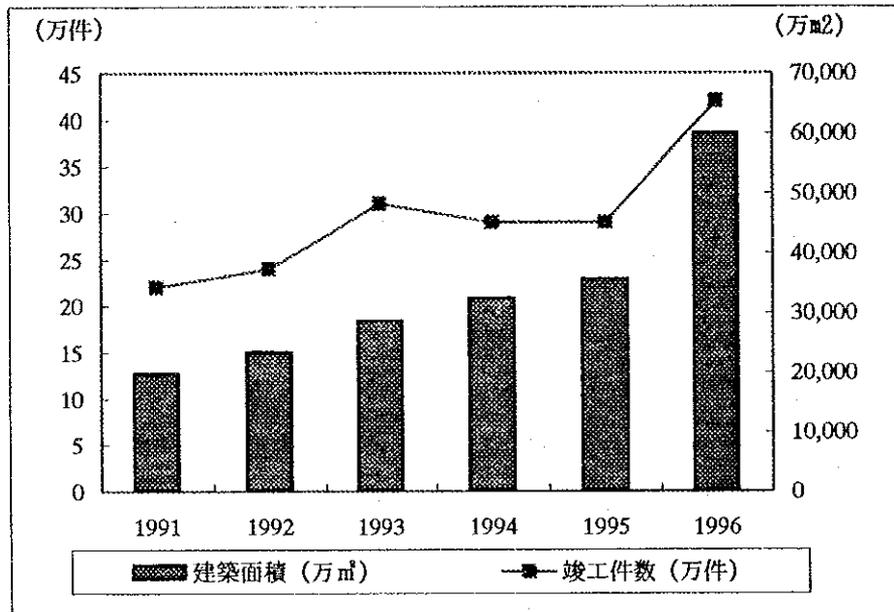
（出所：中国経済 '98.4）

特に、道路を利用した輸送手段の少なさが目立ち、今後道路整備に関わるインフラ整備は産業振興にとって重要な課題である。従って、道路整備の潜在的なニーズが大きく、橋梁など H 形鋼の市場ニーズは多く、現時点で 100～200 万 t の需要があると

見込まれている。

但し、H形鋼、T形鋼を大量に必要とする高層ビルへの利用は、現在のところ限定的であるが、日本や欧米諸外国の過去の事例から、今後期待できる市場といえる。

図 1.4 に中国の建設竣工数及び建築面積の推移を示す。



(出所：中国統計年鑑 1997 より作成)

図 1.4 中国の建設竣工数及び建設面積の推移

以上のことから、調査対象製品の市場ニーズは大きいと予想されるが、それらの発掘と市場開拓など需要開拓調査が必要となる。

1.3 中国の環境・省エネへの取り組み状況

1.3.1 エネルギー現況と課題

年平均 8%の経済成長を達成するためには、毎年 5%の大幅な省エネルギーの実施が必要とされ、この実現が最大の課題である。

中国は世界有数の 1 次エネルギー生産・消費国であるが、エネルギー利用効率が低く、省エネルギーの余地は大きい。特に、1 次エネルギーの 75%を占める石炭のクリーン・コ

ール・テクノロジー（CCT）化と輸送及び環境対策が最大の課題である。石炭に代わるエネルギーとして石油、水力発電、原子力、新エネルギーの利用促進とこれらのバランスが重要な課題である。

そうした中で、省エネルギー法（1998年1月1日施行）が成立した。同法は、社会全体のエネルギー利用効率と経済効果を高め、環境を保護することを目的とし、3E（エネルギー開発、省エネルギーの推進、環境保護）の同時達成を目指すものである。

1.3.2 環境保全の現況と課題

環境管理体系に関する国際基準の適用：1997年4月1日から環境管理に関する国際基準（ISO 14000シリーズ）に同等する5つの国家基準が施行される。

- －環境管理体系－規範及び利用ガイドライン（ISO14001に相当）
- －環境管理体系－原則、体系及び技術サポートガイドライン（ISO 14004に相当）
- －環境審査－通則（ISO 14010に相当）
- －環境審査－管理体系審査（ISO 14011に相当）
- －環境審査－審査委員の資格要求（ISO 14012に相当）である。

また環境保全と資源の有効利用を発動するために、税法上の優遇政策が打ち出されている。すなわち、

- －所得税
- －増値税
- －固定資産投資方向調節税
- －土地使用税 などである。

国家環境庁、農業部、国家計画委員会及び国家経済貿易委員会は、共同して「郷鎮企業の環境保護作業の強化に関する規定」を制定・公布した（1997年4月）。

これは環境汚染企業の閉鎖基準と操業停止基準、汚染・汚濁の深刻な地域での環境汚染業種の設立禁止等の内容で、新興の工業地帯での大気汚染・水質汚濁の深刻化を食いとめるのが主たる目的である。

第2章 調査対象工場の概況

2.1 調査対象工場を取り巻く環境（遼寧省の概況）

本件対象工場は中国東北部の遼寧省内に立地している。遼寧省は人口 4,116 万人、面積 14.57 万km²である。省都は瀋陽で人口 671 万人（市部 477 万人）、鞍山は 667 万人、次いで大連 257 万人、撫順 140 万人、本溪 95 万人と続く。

同省は、東北三省の最も南に位置し渤海に突き出した遼東半島が大連、營口など天然の良港を有することから、対外貿易の Gateway としての役割を果たしている。

計画経済体制下では、全国の重化学工業基地と位置づけられ、中国経済の牽引車としての役割を担ってきた。しかし市場経済体制へ転換後は市場ニーズに答えられなかったり、設備の老朽化や余剰人員の内包等によって構造的な経営難に陥り、これを指して「東北現象」と言われた。

本件調査対象セクターである鉄鋼業についても、全国最大級の鞍山や本溪も原料立地型でありながら、消費地にも近いという好条件を持つが、他の産業と同様に設備が古く、技術改造による生産性の向上と品種の多様化・高度化が課題となっている。

図 2.1 に遼寧省の省内図を、表 2.1 に 97 年の省経済状況を示す。

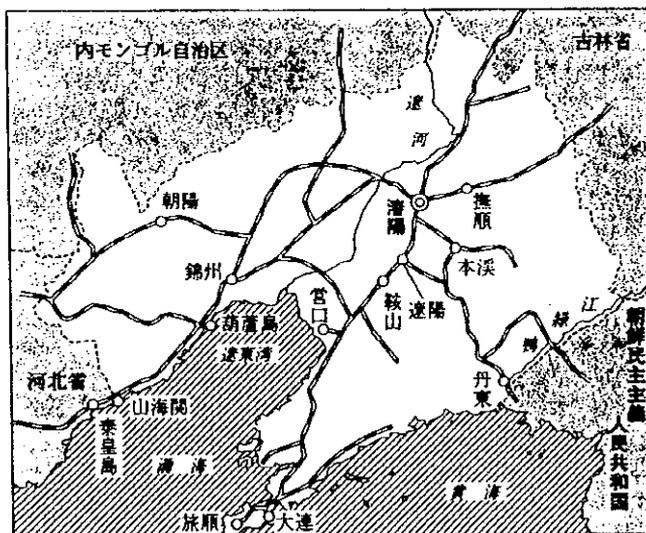


図 2.1 遼寧省の位置

表 2.1 1997 年省経済の状況

	金額	順位
GDP (億元)	3,157	8 位
一人当たり GDP (元)	7,730	8 位
工業生産総額 (億元)	5,602	5 位
農業生産総額 (億元)	893	12 位
個人消費水準 (元)	2,900	6 位

(出所：図 2.1、表 2.2 と中国統計年鑑 1998/ (社) 中国研究所)

2.2 調査対象工場の概況

2.2.1 建物・敷地

鞍山第一圧延工場は、遼寧省と鞍山市によって1994年に設立された国有企業である。本工場は環境に配慮して鞍山駅から約10kmの郊外に立地され、敷地面積は21万km²である。同敷地内に、棒鋼、線材等を製造する第一分工場（出資比率：鞍山鋼鉄側55%、鞍山第一圧延工場側45%の合弁会社、現在休止中）と、H形鋼を製造する第二分工場の2つの工場があり、H形鋼工場の建築面積は2.7万m²である。

H形鋼の製造は、将来、中国で大きく伸長する市場であるとの経営判断から、米国のInland Steel社の遊休設備であったH形鋼圧延機（45年前の設備）を購入、1995年に工場を着工、1998年1月にH形鋼圧延を開始した。97年末から98年にかけて、孔型設計等の製造技術を日本の大手鉄鋼企業から導入し、試験操業に入った。しかし現在に至るまでH形鋼の試作開発は終了しておらず、工場の操業も不安定で、未だに試圧延段階にある。なお、建物及び起重機は新設であり、機能的には正常で問題はない。また、工場内の輸送はTrackによる。本工場の敷地内建物配置図を図2.2に示す。

2.2.2 製品

本工場の主要製品は、前述のとおりH形鋼やT形鋼（H形鋼の切断材）である。1998年1月以降、1999年3月迄に累計約1.64万tを圧延したが、試作段階でもあり試験材、Miss Roll材等が多く発生している。製造品は、中国国家基準（ICS 77.140.70 H44）に準じた規格品が主体である。生産を開始した1998年に、25品種開発目標を掲げ、12月迄に表2.2に示した中国規格12品種と、Germany規格7品種の合計19品種を開発した。

表 2.2 98年内に開発された中国規格12品種

H500×200	H450×300	H400×300	H400×200
H400×150	H350×250	H300×300	H300×200
H250×250	H250×175	H200×200	H175×175

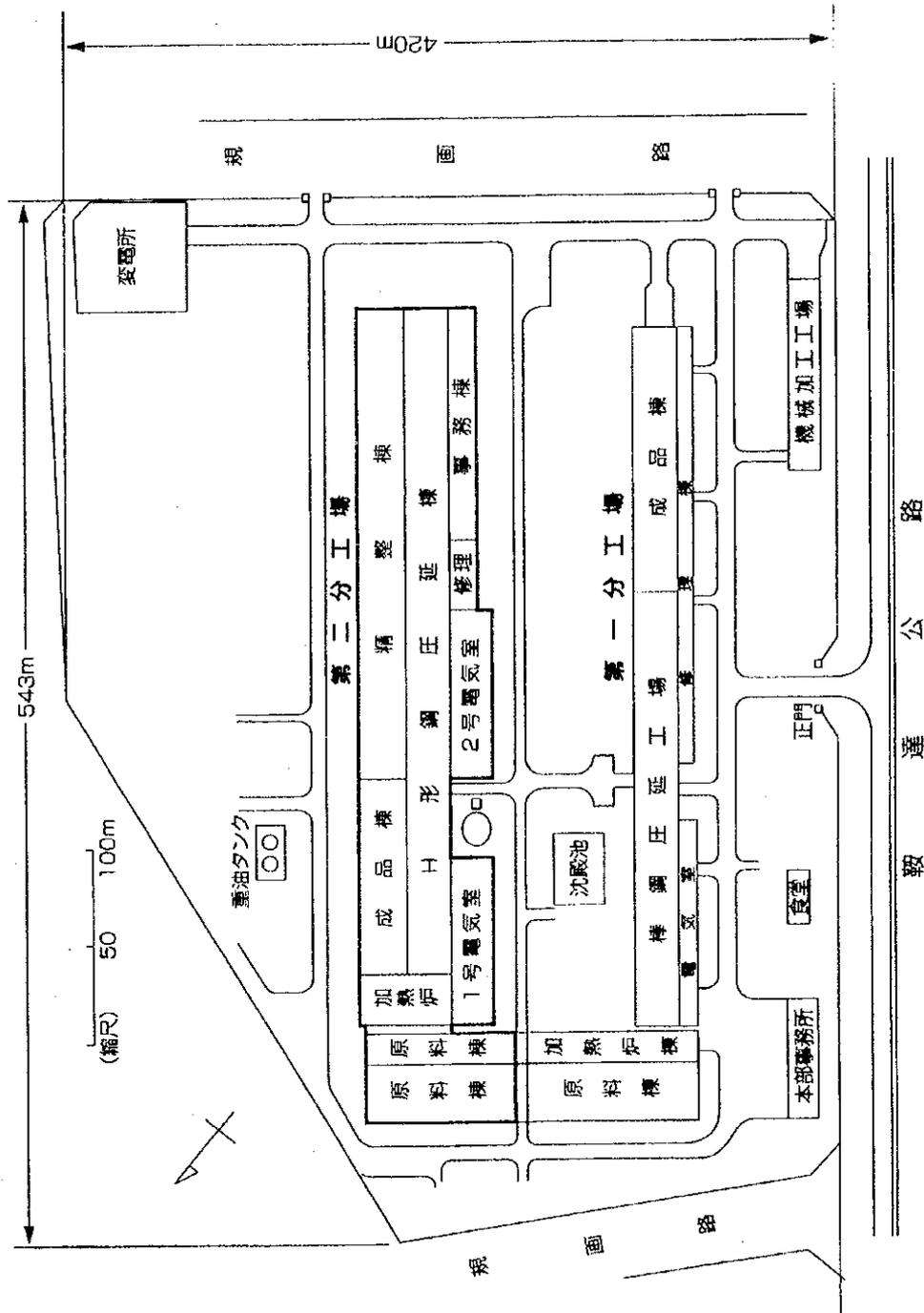


図 2.2 工場敷地レイアウト図

2.2.3 製造設備

本工場の主要設備は、米国の閉鎖製鉄所 Inland Steel 社から各種の H 形鋼製造設備を選択、Pick Up して移設したものである。設備性能は、年数を経ており甚だ良くないが、非常に安価な設備であった。このため製品品種市場が皆無の段階での投資計画としては、投資金額償却上有効な方法ともいえる。これまでの H 形鋼関連総投資額は、約 3.2 億元（約 50 億円）であり、通常、同等の最新設備を導入すると最低約 250 億円の投資が必要とされる。

(1) 既存の主要設備

第二分工場は公称・年産 30 万 t の H 形鋼生産 Line を保有している。主要な設備名と設置時期を以下に示す。

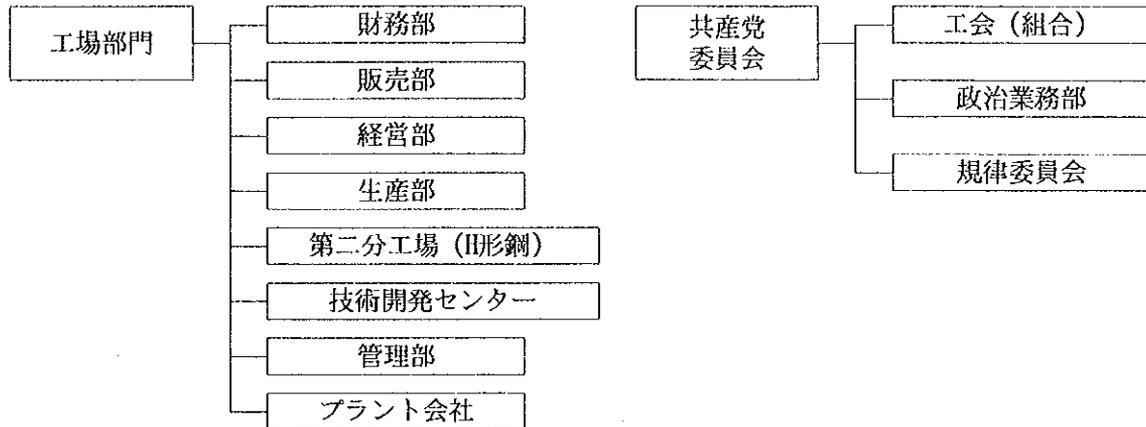
<主要設備>

－加熱炉 (4m 巾×31m 長さ、Pusher Type)	1 台	1993 年設置
－再加熱炉 (Miss Roll 材再熱用に新設、現在休止中)	1 台	1995 年設置
－ ϕ 910 Break Down Mill (Two High Reversing Type)	1 台	1993 年設置
－ ϕ 1120 Roughing Universal Mill	1 台	1993 年設置
－ ϕ 860 Edging Mill	1 台	1993 年設置
－ ϕ 1020 Finishing Universal Mill	1 台	1993 年設置
－熱間鋸断機 (熱鋸)	3 台	1993 年設置
－冷却床 (35m×37.5m)	1 台	1993 年設置
－Roller Straightener (8 Rolls)	1 台	1993 年設置
－冷間鋸断機 (冷鋸)	1 台	未完成
－Gag Press Straightener	1 台	1993 年設置
－精整設備 (H 形鋼移動架台、検査台、置場等)	1 式	未完成
－その他建屋、起重機等	1 式	1993 年設置

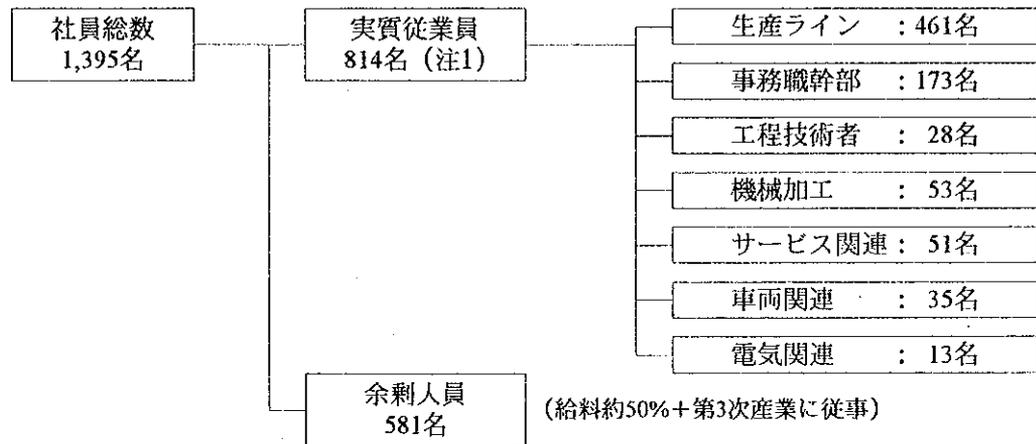
2.2.4 組織及び人員

組織構成、人員、組織図と幹部氏名等は、次のとおりである。

(1) 鞍山第一圧延工場組織構成



(2) 社員総数と内訳



(注1) 内 100 名は、敷地内棒鋼合弁会社（鞍鋼 55%・鞍山第一圧延工場 45%）と共用（現在休止中）。

内 100 名は、Plant 会社（別会社）と共用。

内 30 名は、販売会社（別会社）と共用。

(注2) 上記社員総数以外に、329 名の定年退職者に給与（退職時 80%）を支給中。

1) 実質従業員 814 名の学歴構成

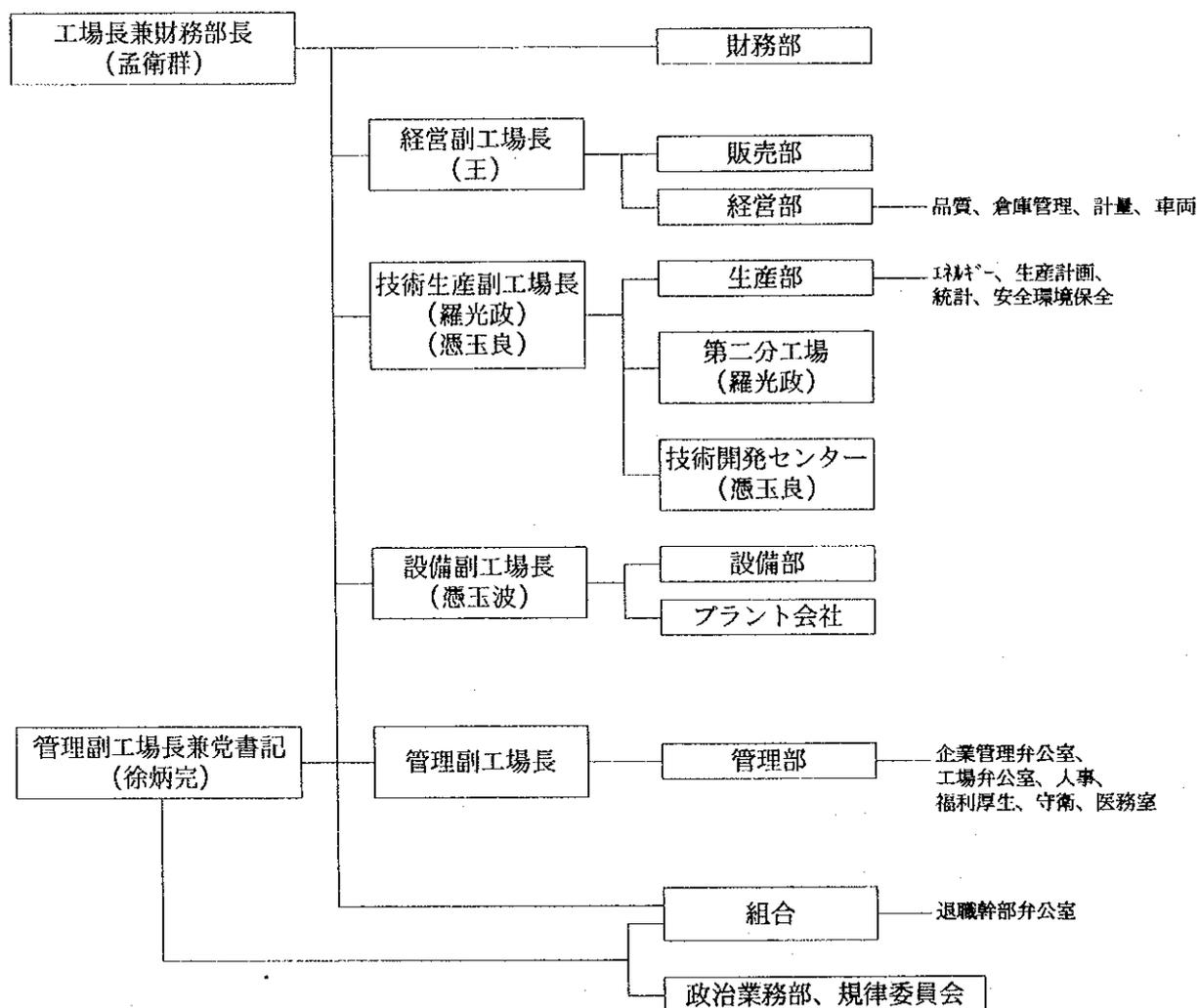
Master : 3 名、大学 : 31 名、短期大学 : 47 名、中等専門学校以下 : 733 名

2) 勤務形態

勤務形態は、4 組 3 交替 (24 時間稼働、9 人体制で、一人当たり 8 時間/日、21 日/月) という中国の基準に準拠し、例外的に残業を認めている。

(3) 鞍山第一圧延工場組織図

(注) () 内は幹部氏名



なお、工場近代化に向けて現在組織の全面的な見直しを検討中である。

2.2.5 調達元関係

鞍山市は正に鉄都であり、基本的には素材・材料・部品・補助材料・燃料ともに充分に集積があり、短納期に調達が可能で、後述する素材の粗形鋼片の調達以外、殆ど問題は無い。従って、余分に在庫を持つ必要のある品目は無い。調達元の訪問調査でも、このことは裏付けられたが、鞍山鋼鉄から調達が難しい粗形鋼片の問題への対応策については課題が残った。また、決済条件が結構厳しいので、運転資金に余裕が無いとその分では苦しい面がある

(1) 素材 (Slab、Bloom)

鞍山鋼鉄に近接し、極めて有利な位置にある。本溪鋼鉄からも以前は多少購入していたが、現在はほぼ 100%鞍山鋼鉄から連铸鋼片と分塊鋼片を購入している。

(2) 重油

鞍山台安より 87%、残りは鞍山化工より購入。安定供給については全く問題ない。この二社の重油は、燃焼値が良い、価格も多少安い (955 元/t)、支払条件が緩い (前払い無し、納入後 2 ヶ月以内現金払い) 等の理由で購入している。

(3) 圧延 Roll

鞍山市 Roll 工場、鞍山市鑄鉄 Roll 工場、鞍山市冶金鑄造工場の 3 ヶ所から購入し、価格は二ヶ所の競争見積りを基に交渉により決定していた。

最近、河北省の XING TAI 冶金機械 Roll 有限公司より購入・使用したところ結果が良く、今後は全量ここより調達することにした。価格その他の購入条件は、全て他と同一である。支払条件は、前払い無し、納入後 2~3 ヶ月以内現金払い。但し、重要な特殊 Roll については、これより厳しい。納期についても、短納期であり問題ない。なお、設備と共に米国より持って来た中古 Roll も活用している。

(4) その他の電気部品、補助材料

供給の安定性、価格、品質ともに殆ど問題はない。

(5) 電気部品・大型機械修理関係

鞍鋼集団電気製造工程公司、鞍鋼機械公司が候補会社として適当である。

2.2.6 販売先関係

鉄鋼業の「九五」計画で冶金工業部が重点施策とした、国産品輸入代替化指向品目に、H形鋼は登録されており、初の国内生産を同社と馬鞍山鋼鉄との二社だけで担うという、有利な状況にある。その後、萊蕪製鉄がH形鋼市場に参入したが、これを含めても三社のみで、その年産能力は、馬鞍山鋼鉄60万t、萊蕪製鉄若干量、当社15万tの合計100万t程度である。中国・冶金工業局の予測によると、2000年の需要規模予測値は、140万tであり、国内供給量を上回っている。

このため、基本的には売り手市場であり、販売部門では、月産1万t位迄の販売は、特に問題は無い、とみている。現在、すでに80,000tの購入意向書を受け取っている。

なお、鞍山第一圧延工場鋼材販売処（社員30人）を別会社で持っている。

2.3 生産計画及び生産実績

1998年1月製造開始以降、未だ試運転試作期間であり、正式の生産計画が立てられていない。

1998年1月～12月の生産高は13,014t、販売高は12,560tであるが、この中には格落ち品を割安で販売した物も多く含まれている。また、1～10月迄の販売単価は、3,322元/t、12月は在庫品を大量に販売したため、平均単価は、3,090元/tに下がった。

また1998年1月～12月の平均製造原価は、2,962元/t、平均製品歩留りは、83.6%である。1998年12月～1999年2月は、圧延設備磨耗部修理を主体の工事期間、3月は受注量不足により合計約2,800tの圧延に留まっている。

第3章 本調査の目標と調査の重点項目

3.1 本調査の目標確認

3.1.1 本調査の目標

本調査にあたり、調査対象工場である鞍山第一圧延工場側から示された経営目標指標は、生産量と製品製造寸法に関して表 3.1 のとおりである。

表 3.1 経営目標指標

≡ 月間生産量 ≡
目 標： 13,000 t/M
将来目標： 25,000 t/M
≡ 製品開発品種 ≡
最大製品寸法： H500×300

これに対して、第1次現地調査、第1次国内調査、第2次現地調査及び第2次国内調査の結果を総合的に検討し、調査団として以下に基本方針を提示する。

3.1.2 調査団としての基本方針

本件調査対象製品である H 形鋼の製造は、中国国内では全く未経験分野である。

このため、鞍山第一圧延工場は専門の製造技術を必要とする H 形鋼製造に関する重要な基本的技術と実行技術を当然保有していない。また、これらに起因する設備の不適正問題も存在する。

これらの諸問題により、本工場では製品の生産が殆どなされておらず、経営・財務環境は、不安定な状況下にある。この状況を打開するには、早急に製品をマーケットインさせる必要があり、改善方策を立て早期に生産を正常にし、近い将来に設備更新を推進する事が現在の急務である。

そのため本調査団は、次に述べる項目を基本方針として、調査に臨んだ。

(1) 工場近代化目標に対する調査団の基本方針

1) 生産能力向上

既存設備の有効活用を基本とした、月産 12,000t 体制への移行、また将来的には

月産 25,000t 安定生産体制を構築できる方策を策定する。

2) 製造可能品種の拡大 (大型 Size の生産)

製品のラインナップ増による販売競争力の強化と、製品開発能力の向上に必要な方策を策定する。

(2) 本調査の基本方針に対する留意点

1) 本工場の経営安定化について

前述のとおり、本工場の経営環境は日毎に厳しくなっている。これらに鑑み、前述の工場近代化の基本方針は、早急に工場の経営が安定できることを主眼とした。

2) 工場側と調査団の目標生産量の相違について

工場側の目標値 (13,000t/M) 設定の根拠について不明瞭であるのに対し、調査団側の目標値 (12,000t/M) は、損益分岐点分析の結果、同数値以上を生産することにより、黒字化が図れることを反映して設定している。このため、本報告書では、同数値をベースに近代化計画を策定し、工場側も了承している。

3.2 調査の重点項目

現地調査を実施するにあたり、第1次現地調査時は、工場が修理中のため全く稼働しておらず、工場見学及び工場幹部・技術者からのヒアリングによる調査を行った。

第2次現地調査では、工場の稼働実態を調査する事が出来、前回明らかになった問題点の確認及び新しい問題点の抽出に重点を置いた調査を行った。特に、工場側との共同作業による操業実態調査により、問題点の共通認識に努め、今後の対策を双方で協議出来る共通基盤を作る事を配慮した。

また現地調査期間中に、鉄鋼業とりわけ H 形鋼製造に欠かせない生産技術・生産管理技術に関する基礎的な知識教育を図るため、OJT (On The Job Training) や改善提案を積極的に実施すると共にセミナー方式による基礎教育講座も開催した。

一方、経営・財務管理面においては、財務会計制度の適正性と適切性、さらには透明性確保・有効な管理会計制度の構築、高コスト解消問題、損益分岐点分析を中核とする財務体質脆弱性克服策提示の課題等を調査の狙いとした。また、原価管理の導入

に関して技術セミナーで詳細な講義を行うと共に OJT による改善提案を行った。

このほか、本工場の操業に必要な Slab、Bloom 等の素材、重油、圧延 Roll 等の調達品は、生産費用の大きなウエイトを占め、また、販売量拡大のための市場動向調査は極めて重要である。これらの項目については、特に重点をおき、第 1 次・第 2 次現地調査を通じて出来るだけ多くの企業を訪問・調査するべく計画・実施し、調達元として鞍山鋼鉄公司、鞍鋼電気公司、鞍鋼機械公司、販売先として鞍鋼設計院、鞍鋼建設公司を訪問し有効な情報の入手に努めた。

また中国における H 形鋼市場開拓の一助に資するべく、日本における H 形鋼の歴史と発展に関する講演（巻末：講演資料参照）を行うと共に、H 形鋼建設設計に関する日本の Manual を調査対象工場へ 2 種類提供した。

生産工程、生産管理及び財務管理の調査重点項目は、次のとおりである。

3.2.1 生産工程の重点項目

生産工程全般を網羅するため、以下の事項について、現状と問題点の調査及び各主要な問題点に対する近代化計画の提案を行った。

- ① 受入鋼材の検査手入れ工程
- ② 加熱炉装入工程と圧延 Pitch 工程調整
- ③ 圧延工程の一貫性ある工程（圧延鋼材の長さや Stand 間隔長さの調整）
- ④ 圧延後の H・T の精整（定寸鋸断、冷却、曲がり矯正）工程
- ⑤ 流通加工センターへの系統的な送り込み工程
- ⑥ 工場一貫圧延のための自動化工程

この中での、重点実施項目は、下記のとおりである。

(1) 受入素材の条件に関する調査

- Slab、Bloom
- 素材の形状、寸法、品質
- Caliber 設計

(2) 加熱炉設備及び操作に関する調査

- 所要温度制御の確認

－設備機能の調査

(3) 圧延 Line Balance の調査

- －時間測定・温度測定の実施
- －Pass 回数
- －圧延時間の同調、操作、制御

(4) 製品の品質レベルの調査

- －圧延された製品の品質レベルを調査（形状・寸法不良等の発生原因を調査）
- －仕上げ圧延温度正常化のための調査

(5) BD Mill の設備及び操作の調査

- －Pass 回数
- －Slab 使用条件の確認
- －大型 Size の製造条件
- －設備稼働状況

3.2.2 生産管理の重点項目

生産管理全般を網羅するため以下の事項について、現状と問題点の調査及び各主要な問題点に対する近代化計画の提案を行った。

- | | | |
|-------|----------|--------|
| ①設計管理 | ⑤品質管理 | ⑨運転管理 |
| ②調達管理 | ⑥安全管理 | ⑩販売管理 |
| ③在庫管理 | ⑦設備管理 | ⑪教育・訓練 |
| ④工程管理 | ⑧エネルギー管理 | ⑫環境対策 |

その中で、重点実施事項は下記のとおりである。

(1) 生産初期段階において利益に貢献出来る生産管理重点事項調査

- －技術力を確保し、歩留りを向上させる為の品質の管理
- －標準作業の設定と遂行のための作業の管理
- －設備保全、精度維持、将来の効率的設備投資の為の設備の管理

(2) 工程管理実態調査

－注文書－製作指示書－検査記録（化学成分、機械的性質）－工場証明書（Mill Sheet）

(3) 溶解番号の工程中における識別管理実態調査

－国際基準の材料特性保証製造 Lot 単位である溶解番号の現品・帳票識別状況

(4) 生産管理実施状況調査票（改善確認用）提案と実施

－日本企業 Level との対比と問題点の抽出

(5) 主要設備の操業実態調査（工場と調査団共同作業）

－加熱炉－Break Down Mill－Roughing Universal Mill－Edging Mill－
Finishing Universal Mill まで

(6) 技術セミナーによる「H形鋼工場の TQC（総合的品質管理）」に関する基礎講座
実施

－ISO9002 と TQC との関係、生産管理体系事例、H形鋼操業諸元事例、QC の七
つ道具等

(7) 調達元、販売先調査

－調達元として、鞍鋼 Slab 工場・分塊工場（素材）、鞍鋼集団電気製造工程公
司（電気部品）、鞍鋼機械公司（加工）、XING TAI 冶金機械圧延 Roll 公司、
瓦房店軸受廠（Roll）
－販売先として、鞍鋼設計院、鞍鋼建設公司

3.2.3 財務管理の重点項目

財務管理に関する調査の重点は、次の 4 点であり、財務会計制度の適正性と適切性、さらには透明性確保の問題、有効な管理会計制度の構築の問題、高コスト解消の問題、損益分岐点分析を中核とした財務体質の脆弱性克服策提示の課題等を調査の狙いとす
る。

- (1) 財務管理の基本は、企業の基幹情報である財務諸表が適正かつ適切に作成され、社の収益性と財政状態が実態に即して正しく表示されているかである。これにより、社内・社外の関係者へ誤りなき経営情報を発信し、その情報をこれら利害関係集団と共有することにより、信頼性の醸成、経営上の実態と課題への理解と支援、経営問題への早期対応と解決、正当な業績評価、等が可能となる。
- (2) 原価管理・予算管理・利益計画等の管理会計分野が未整備であるし、原価計算制度も初歩的段階にあるので、利益増進に役立つ有効な経営管理制度を構築する必要がある。この構築に向けての充分なる経営実態調査である。
- (3) 高コスト問題への対応に関する調査である。
- (4) 財務体質の脆弱性の実態認識と克服策に関する調査である。このうち、損益分岐点分析等により、黒字化する条件を明らかにし、そのための方策を探ることに力点を置く。次いで、黒字化後の展開方向を検討する。なお、当問題解決には、上記(3)の対応策とも密接不可分である。

これらにより、鞍山第一圧延工場が黒字化し、所要資金を円滑に調達し得ることを含めて、持続的発展を可能にしていく方向性と方策を示すと共に、それを支援する財務管理面での制度設計を試みた。

以上第3章3.2で指摘した調査重点項目については、第4～6章において、工場の現状を整理すると共に各問題点を抽出・列挙した。

第4章 生産工程の現状と問題点

4.1 生産工程の現状

4.1.1 工場設備の概要

本調査対象工場は、1994年に米国 Inland Steel 社から休止している H 形鋼圧延設備と分塊圧延機を移設した。1997年には、日本の鉄鋼企業に孔型設計を発注すると同時に、操業技術も導入して、最近では月産 1,000~2,000t の生産能力に達している。

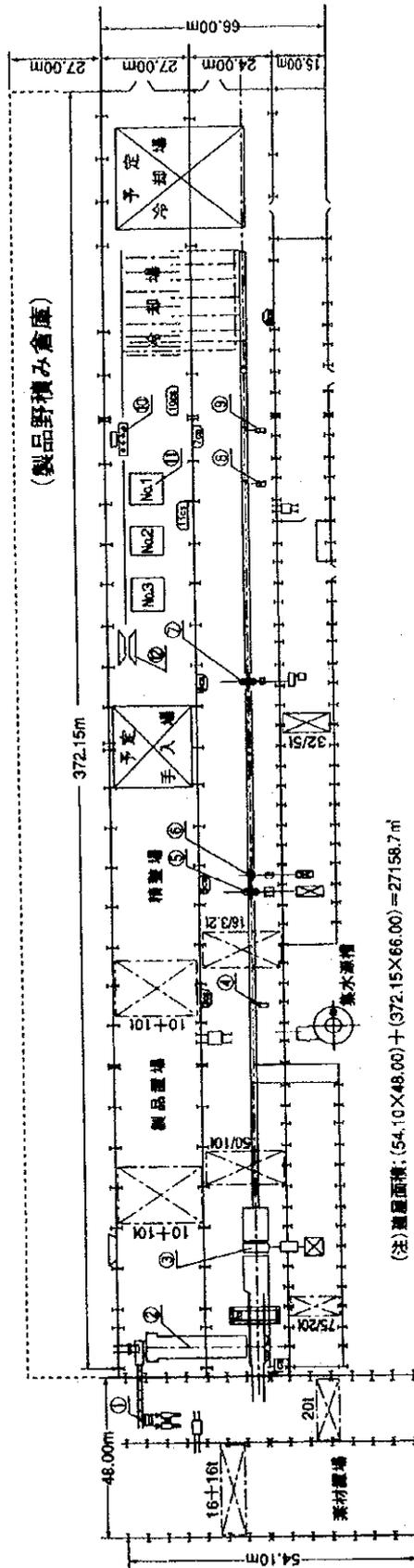
図 4.1 に鞍山第一圧延工場 H 形鋼製造工場 Layout 図を示す。

しかしながら、輸入された設備は 1955 年に製造されたものであり、ユニバーサル圧延機 (Universal Mill : UM) が実用化された初期段階に近いものである。このため、現在の H 形鋼設備と比較して生産性が甚だ悪く、最近の日本の技術者では取り扱った経験のない老朽設備である。しかも本来必要な設備が欠落し、無理な孔型と Pass Schedule で圧延しており、品質、能率、製造原価ともに条件が大変悪い。

また現在の建設未完成の状態、精整設備は未着工、圧延設備も未完成箇所が多い。特に加熱炉については欠陥設備で、使用に耐えられない状態にある。

同工場の設備と日本における最近の一般的な H 形鋼工場の設備を比較してみると、最終圧延機間の距離が 58m と短く (日本の Mill では 90~140m)、加熱炉の幅が 4m (日本では 10m 以上) と短い上に、Pusher 方式の採用で炉内事故を起こしやすい。また、UM の Roll 軸受が樹脂を使用しているため、焼け付きが比較的多く発生し、稼働時間が短くなる要因となっている。さらに Roll の型替え時間も一回あたり 10~16 時間を要していることが、稼働率を大幅に低下させ、生産能力を下げる主要な要因になっている。

鞍山第一圧延工場と日本の一般的な H 形鋼工場の生産工程 (設備) 比較を表 4.1 に取りまとめた。



- ① 素材移動架台
 - ② 加熱炉 (Reheating Furnace)
 - ③ $\phi 910$ 粗圧延機 (Break Down Mill)
 - ④ 熱鋸 (No.1) (Hot Saw)
 - ⑤ $\phi 1120$ 粗ユニバーサル圧延機 (Roughing Universal Mill)
 - ⑥ $\phi 860$ エッジングミル (Edging Mill)
 - ⑦ $\phi 1020$ 仕上げユニバーサル圧延機 (Finishing Universal Mill)
 - ⑧ 熱鋸 (No.2)
 - ⑨ 熱鋸 (No.3)
 - ⑩ ローラー矯正機 (Roller Straightener)
 - ⑪ 検査台 (No.1,2,3) (Inspection Table)
 - ⑫ プレス矯正機 (Gag Press)
- (注) 図中のCSはControl Shop (操作室) を示す。

図 4.1 鞍山第一圧延工場 H 形鋼製造ライン

表 4.1 H形鋼工場生産設備の鞍山と日本の

プロセス・工程		ユニバーサル圧延方式		
		鞍山第一圧延工場	日本一般 (1961年以降)	
製造可能品種	H形鋼	可 ◎	可 ◎	
	一般形鋼、溝形、I形、山形、軌条、シート等 etc.	I形のみ可 △ *(圧延機数と BD ロール胴長不足)	形鋼全品種製造可能 ◎ I形、溝形、山形、軌条、シート等	
	最大フラッシュ幅 最大ウェブ高さ	300mm (若干無理あり) 500mm	500mm (但し 200mmが一般的) 1,000mm (500mmが一般的)	
生産能力	月産能力 (T/M)	公称 25,000(t/M)(予想実力 1万) 旧 Inland Steel では 15,000(t/M)	20,000~150,000(t/M) 平均 30,000(t/M)	
	月間品種型数 (型替)	10型~15型	20型~150型	
	型替え所要時間;H/回	10~16時間	20~45分	
設備レイアウト	圧延機の台数 ユニバーサル圧延機	4台 有り	4台~14台 有り	
	圧延機ロール構成	BD Mill は 1スタンド 2本 Roll。UM は 1スタンド 4本のロールで構成	左記に同じ	
	ブレードハウスマイル (BD) のロール胴長	2,000mm (孔型数限界あり)	2,000mm~2,800mm (孔型数充分)	
	最終圧延機間距離	58M	90~140M	
自動化	圧延機運転	×	◎ CPU Control 多し	
	圧延機型替え 工程別生産管理	×	◎ CPU Control 多し	
原材料	鋼片	CCスラブを長さ方向にガス切断したブルーム (Inland は分塊工場製粗形ブルーム含む) 粗形ブルーム将来計画有り	CCブルーム、スラブ、(一部工場では CC粗形ブルーム使用する場合品質不良で Cost Up)	
工程別主要設備特性	加熱炉 炉内材料搬送 炉幅 炉長さ	Pusher 式 (炉内事故可能性高い) 4,060mm (材料長さ短く歩留不良) 31,880mm	Walking Beam 式 10,000mmが一般的 18,000~35,000mm	
	BD ミル下ロール昇降	×	◎	
	ユニバーサルミル	ロール軸受	樹脂、動力損失 15% 製品寸法精度不良	ローラーベアリング、故障無し、 動力損失 1%
		仕上ミル下ロール昇降	△ 手動くさび	◎ 電動
		ロール軸駆動継ぎ手	クーパー型 (振動 & かつ大)	フラット型
		ロール&カッター型替	ワイヤ、天井 Crane 使用	ワイヤで予備セットしてスタンド全体を交換
		ロール型替装置	×	◎ 圧延機移動、 自動取替え装置
	熱間鋸断機	3台	2台~6台 移動式	
	冷却床	Chain Conveyer	自動ウォーキングベッド or Chain Conveyer	
	精整処理コンベヤ	△	◎	
ミルヤード天井クレーン	3台	3台		

表 4.1 H 形鋼工場生産設備の鞍山と日本の比較 (つづき)

プロセス・工程		ユニバーサル圧延方式		
		鞍山第一圧延工場	日本一般 (1961 年以降)	
その他	電動機 & 計装	ミルモーター	仕上ミル AC、 旧設備移設 + 新規組合わせ	AII DC 高トルク可逆 AC モーターによる フリーメンテナンス化
		DC 電源	Motor Generator 旧設備移設 + 新規組合わせ	サイリスター 高トルク可逆 AC モーターによる フリーメンテナンス化
		制御 System & 検出制御機器	旧設備移設 + 新規組合わせ	新パルスジェネレーター、新 HMD、 PMD 新温度計演算制御の全面 CPU 化
	省エネ	加熱炉燃焼制御	手動	CPU による最適燃焼制御装置
	環境	電力	ロー軸受けが旧型ファブリック ベアリング	新潤滑システム、各軸受のロー ベアリング化
	環境	加熱炉排ガス	脱硫 & 集塵装置なし	脱硫 & 集塵装置設置 低 S 重油使用
工程全体	Mill Stand 数	BD 1 台 + UE 1set + FU 1set BD の孔数制限と材料寸法のため、BD 圧延時間がネック	BD1 台 + UE 2set + FU 1set (一般的)	

(◎…可、有 ×…不可、無し △…中間)

4.1.2 工場 Layout の現状

鞍山第一圧延工場の圧延 Layout は全体配置が直列式であるが、圧延機間隔が短く、従って 50m 迄しか圧延できず、圧延材置き場で圧延材を切断することもある。素材の厚さ 230 mm という条件及び加熱炉の炉幅が 4m という制限条件を考慮すると、H500 × 300 のような大型 Size の製品を生産するためには粗圧延機が 1~2 機不足している。

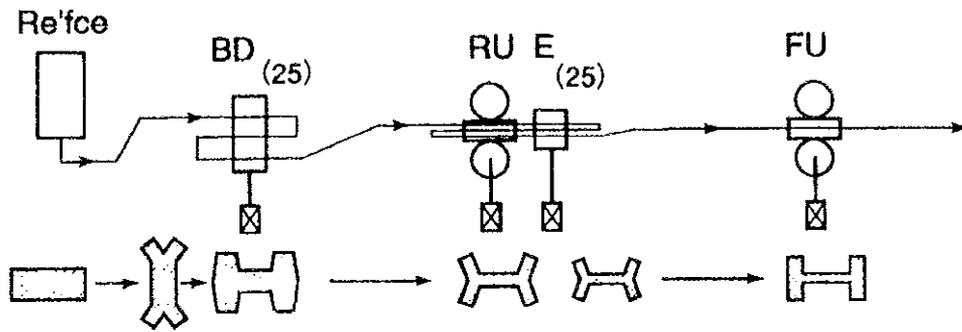
(1) 圧延 Flow

鞍山第一圧延工場の生産 Layout と、同設備が Inland Steel 社で使用されていた時の生産状況、また参考として同設備構成に比較的似ている日本の Y 工業の生産 Layout を図 4.2 に示す。

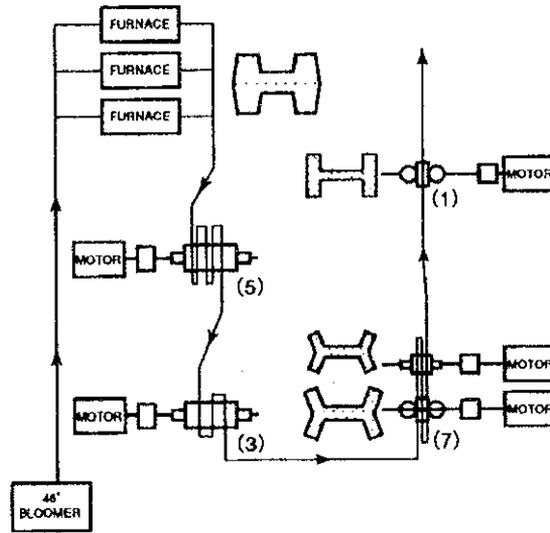
(2) 精整ライン

精整ラインには、Roller 矯正機以降では単式 Press が 1 基あるだけで、冷鋼鋸断設

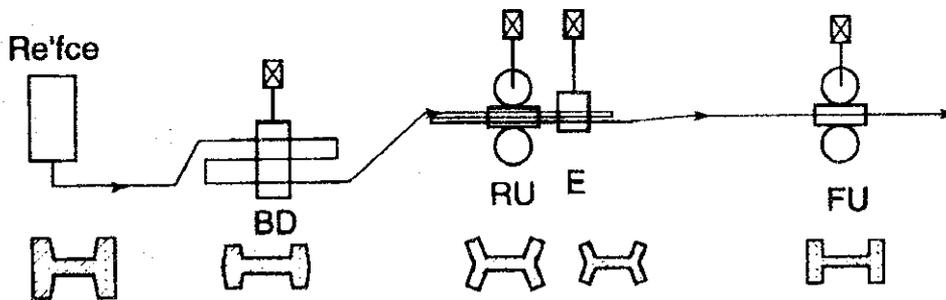
備はなく、製品も Crane による輸送によるなど、まだ未完成の状態である。精整ラインの処理能力としては、現状では 5,000t/M 程度と考えられる。



(鞍山第一圧延工場)



(Inland Steel)



(参考：日本の例 Y工業株)

図 4.2 生産ライン比較

4.2 製造設備の現状と問題点

本工場の製造プロセスの概要を図 4.3 に、同図中の主要生産設備の仕様を表 4.2 に示す。また主要生産設備の現状と設備上の問題点は、次頁以降に述べる。

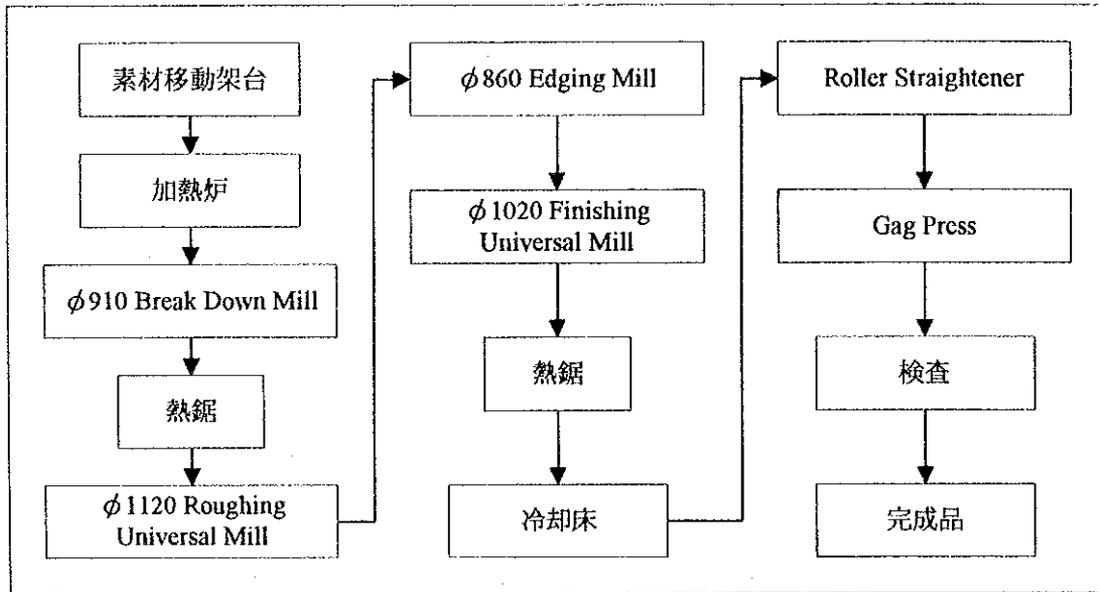


図 4.3 製造プロセス・フロー概要

表 4.2 主要生産設備仕様

主要設備名	仕様項目	仕様
加熱炉	形式	Pusher Type
	能力	50t/H
	炉幅	4.06M
	炉長	31.88M
	燃料	重油
BD 圧延機 (φ910 Break Down Mill)	胴長	2,018 mm
	Roll 径	880~1,000 mm
	Motor	DC4,410kW, 50/120rpm
RU 圧延機 (φ1120 Roughing Universal Mill)	水平 Roll 径	1,040~1,120 mm
	縦 Roll 径	687~864 mm
	Motor	DC2,573kW×2, 80/160rpm
E 圧延機 (φ860 Edging Mill)	Roll 径	787~864 mm
	Motor	DC515kW×2, 90/300rpm
FU 圧延機 (φ1020 Finishing Universal Mill)	水平 Roll 径	940~1,020 mm
	縦 Roll 径	787~864 mm
	Motor	AC2,670kW, 297.5rpm
Roller 矯正機	形式	8 Roll
	Motor	AC400kW

4.2.1 主要設備の現状

(1) 加熱炉

本加熱炉は、中国・包頭設計院の設計、製造による Pusher type の炉で、炉幅が 4m と短く、素材長さは 3.5m に制約される。炉幅が短い場合、圧延伸びを確保するためには Size の大きな品種を生産する場合は、大きな断面の素材を使用する必要がある。本工場では Slab 厚 230 mm を使用することになるため、Flange 幅は通常の設計基準によると、 $230/1.5 \approx 150$ mm 程度の Size が基準となる。これ以上、大きな Flange 幅の品種を製造する場合には特別な技術や圧延設備が必要となる。

本工場の加熱炉の現状を表 4.3 にまとめて示す。

表 4.3 Pusher type の加熱炉の現状

項目	現状
設計	包頭設計院の設計・Engineering による加熱炉
形式	Pusher type (Side Burner, 上下 Zone 式)
能力	50t/h で加熱能力が低い
燃料	重油
炉床面積	4m×31m で炉幅が短く、素材長さが 3.5m に制約されるため素材の断面積が大きくなり、加熱偏熱発生、圧延 pass 回数の過大によって圧延温度低下の原因となっている。
計器	燃焼管理用の計器類が完備しておらず、手探りによる操業となっている。
抽出口扉の間隙	修繕直後にもかかわらず、設計不良により抽出口扉の隙間が大きいため外気が進入し、加熱温度の低下、偏熱及び燃料原単位低下の原因となっている。また覗き窓からの外気の侵入が大きい。

また加熱炉の形式による長所、短所を列記すると表 4.4 のように示され、最近の H 形鋼工場の加熱炉は、Walking Beam (WB) 型が殆どで、全て自動燃焼制御である。

さらに、加熱炉の設備仕様を比較すると、表 4.5 のように日本では自動化が進んでいる。

表 4.4 Pusher type 及び Walking Beam type の長所と短所の比較

炉形式	長 所	短 所
Pusher type	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備費が安い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱能力が低い ・ Skid Mark、すり疵が発生 ・ 鋼片厚さの変更は急には困難 ・ 炉内横行き、立ち上りによる事故が多い ・ Skid 修繕は 3 カ月ごと
Walking Beam Type	<ul style="list-style-type: none"> ・ Skid Mark が少ない ・ すり疵がつかない ・ 4 面加熱可能、加熱能力増大 ・ 操業にフレキシビリティあり ・ 炉長に制限なし ・ 炉修繕時に空炉にしやすい ・ Skid の修理が殆どない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備費が高い (但し、投資効率は高い)

表 4.5 加熱炉設備仕様の比較

項 目	鞍山第一圧延	K 製鉄所	S 製鉄所	Y 工業
形 式	Pusher	WB	WB	Pusher
加熱能力 (t/h)	50	170	170	120
有効炉床 (幅×長さ)	4×31.0	10.7×29.5	11.2×39.0	11.5×30.5
燃 料	重 油	COG	LNG	LNG
挿入機運転	手 動	自 動	自 動	手 動
抽出機運転	手 動	自 動	自 動	手 動

日本国内の製鉄所の加熱炉と本工場の加熱炉の炉幅・炉長を比較して表 4.6 に示す。

表 4.6 各製鉄所の加熱炉炉幅・炉長

国	製鉄所名	Type	炉幅 (m)	炉長 (m)	備 考
中国	鞍山第一圧延工場	P	4.0	31.0	
日本	S 製鉄 K 製鉄所	WB	10.7	29.5	
	S 製鉄 S 製鉄所	WB	11.2	39.0	
	S 製鉄 Y 幡製鉄所	WB	12.8	32.8	
	N 鋼管 F 製鉄所	WB	11.2	17.0	第一大形工場
	N 鋼管 F 製鉄所	WB	10.7	23.5	第二大形工場
	K 製鉄 M 製鉄所	WB	11.0	37.7	
	Y 工業	P	11.5	30.5	
	T 工業	WB	8.5	30.0	
S 金属 K 製鉄所	WB	11.2	35.0		

本工場の加熱炉は、炉幅が必要幅に対して 1/2～1/3 程度と短く、そのため操業上種々の問題が生じている。日本の加熱炉の炉長は 30m を超す加熱炉が多いが、殆どは、Walking Beam (WB) の加熱炉で、鞍山第一圧延工場と同じ Pusher Type (P) の加熱炉は Y 工業 (株) だけである。

また、現在の加熱炉は修繕直後にもかかわらず、抽出口扉の炉本体との隙間が大きく、また冷却断熱不良のために反り、曲りなど変形して、稼働中に外気の侵入が大きく、加熱温度の低下・偏熱の原因となっている。

(2) 粗圧延機 (910φ Break Down Mill)

BD Mill の設備の現状をまとめると表 4.7 のように示される。米国 MESTA 社製の小型分塊圧延機を移設している。Roll 径が小さく、Roll 胴長が短い (2,018mm) ので、本来の Break Down Mill の機能が欠けている。整備不良で圧下 Screw の Gap が最大 3 mm と大きい。更に Manipulator Side Guide が短いので作業に不利である。

表 4.7 BD Mill 設備の現状

項目	現 状
メーカー	中古品であるが、米国 MESTA 製で頑丈な設計
Roll 胴長	2,018 mm と短いため、必要な孔型数を確保できない
Roll 径	910 mm φ と小径のため大きな圧下をかけると Roll 折損の恐れあり
下 Roll	・ Guide がいないため孔合わせに時間がかかる ・ Roll 圧上装置がない
Mill Motor	Mill Motor の容量は 4,410 kW
回転数	120/50rpm
圧下 Screw	摩耗のため圧下 Screw の Gap は最大 3.0 mm もある
Manipulator Side Guide	長さが短く、高さ寸法が小さいので、Slab 使用には作業性が悪く、圧延時間が大きくなる。

また、圧延機の設備仕様を比較すると表 4.8 のように示される。明らかに Roll 胴長、Roll 径が小さい

表 4.8 BD Mill の設備仕様比較

項目	鞍山第一圧延	K 製鉄所	S 製鉄所	Y 工業
Roll 胴長 mm	2,018	2,800	2,500	2,500
Roll 径 mm	1,000/880	1,150/1,100	1,300/1,050	1,245/850
Mill Motor (kW)	4,410	4,000	4,500	3,000
回転数	120/50	100/0	90/45	96/48

本工場の BD Mill の Roll 胴長が 2,018 mm と短いため、必要な孔型数を確保できない。Roll 胴長が短いと図 4.4 のような Open 孔型しか設けられない。

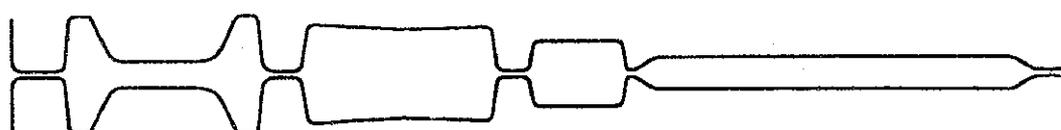


図 4.4 Open 孔型 (鞍山第一圧延工場タイプ)

一方、胴長が長いと図 4.5 のような Closed 孔型が使えるので Flange 幅を成型しやすくなり、材料幅を薄くすることができる。

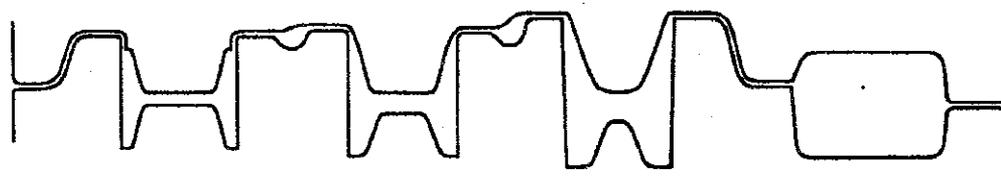


図 4.5 Closed 孔型

日本の圧延設備と比較すると表 4.9 のとおりである。本設備の胴長は短く、通常 2,200~2,800 mm に比べて大幅に短い。

一方、粗 Mill の Motor 出力は 4,410kW を有し、日本と遜色のないように見えるが、古くて絶縁状態が悪いため、短時間定格出力は 150% (本来は 225%)、瞬間 Peak 出力 180% (本来は 275%) に抑えている。したがって、定格能力、瞬間 Peak 出力とも

に低くなるうえに、圧延速度が低下している。その際、大きな圧下を加えると Motor が停止することがあり、Mill Motor の Power 不足が致命的である。

表 4.9 日本の圧延設備との比較

国	製鉄所名	胴長(mm)	Motor(kW)	最大生産品種	備考
中国	鞍山第一圧延工場	2,018	4,410	H600×300	H600 は未開発
日本	S 製鉄 K 製鉄所	2,500	4,000	H500×200	
	S 製鉄 S 製鉄所	2,800	4,500	H900×300	1000×500 可
	S 製鉄 Y 幡製鉄所	2,450	4,250	H400×200	
	N 鋼管 F 製鉄所	2,800	6,500	H900×300	
	N 鋼管 F 製鉄所	2,500	4,000	H350×175	
	K 製鉄 M 製鉄所	2,800	3,000×2	H900×300	
	Y 工業	2,500	3,000	H600×300	
	T 工業	2,200	2,200	H400×200	
	S 金属 K 製鉄所	3,000	7,000	H900×300	1000×500 可

(3) RU-E 圧延機 (粗 Universal Mill)

RU-E 圧延機の現状をまとめると表 4.10 のように示される。

表 4.10 RU-E 圧延機の現状

項目	現状
メーカー	両圧延機とも中古品、米国 MESTA 社製で機械部は頑丈
Roll 径	U : 水平 Roll 1,120/1,040 豎 Roll 686/782 E : 787/864
Mill Motor	U : 2,573×2 kW E : 517×2 kW
回転数	U : 80 / 160 rpm (現在は 45/65 に制限) E : 300 / 90 rpm
圧下 Motor	圧下 Motor の制御不良で Hunting を起こし設定が遅いため、各 Pass ごとの Roll Set に時間がかかる
速度同調	<ul style="list-style-type: none"> ・圧延機間の速度の微調整ができないため、RU-E 間で圧縮・引張りの力が働き、Flange の寸法バラツキの原因となっている ・Mill 間の Draught Compensation Adjust 回路がない ・Roll と Roller Table の速度同調ができない
圧延速度	Roll 回転数が低いレベルにあるので圧延速度が遅い

本工場の Roughing Universal Mill (RU) - Edging Mill (E) は、Mill Motor の回転数が不安定なため、圧延機間の速度の微調整ができず、RU-E 間で圧縮・引張りの現象がおり、Flange 幅のバラツキの原因となっている。また Pass 毎の圧下 Motor の速度が遅いことや Roller Table と Roll 回転数の速度が連動していない現象も生じている。

RU-E 圧延機の設備仕様は表 4.11 に示すとおりである。圧延機の Motor 回転数が Current Limiter 低位設定によって低く、圧延速度がかなり遅い。

表 4.11 RU-E 圧延機の設備仕様比較

項目	鞍山第一圧延	K 製鉄所	S 製鉄所	Y 工業
圧延機台数				
U 圧延機	1	6	2	1
E 圧延機	1	4	2	1
Roll 径 mm				
U 水平 Roll	1,120/1,040	1,200/1,120	1,480/1,390	1,160/1,070
縦 Roll	686/782	950/820	—	800/700
E Roll	787/684	750/670	1,170/1,020	1,020/850
Mill Motor (kW)				
U 圧延機	2,573×2	2,500×3, 2,200×2	3,750×2	3,000
E 圧延機	517×2	500×2	1,125×2	750
回転数 (rpm)				
U 圧延機	80 / 160 (現在は 60/45)	500 / 200 420 / 140	130 / 60 160 / 65	150 / 60
E 圧延機	300 / 90	500 / 200	300 / 120	240 / 90
Roll 組み替え	On Line Roll 替え (10 時間)	Stand Change 式 (25 分/回)	Inner stand 方 式 (45 分/回)	

(4) FU 圧延機

Finishing Universal Mill (FU) の現状をまとめると表 4.12 のように示される。設備は米国 MESTA 社製である。FU Mill は、圧下 Motor がいないため手動により Roll 調整を行なっている。

表 4.12 FU 圧延機の現状

項目	現 状
メーカー	中古品であるが、米国 MESTA 社製で機械部は頑丈である
Roll 径 (mm)	水平 Roll 1,020/940 豎 Roll 864/787
Mill Motor	AC 2,670 kW
回転数 (rpm)	300rpm
下 Roll	Roll の調整用の Motor がなく、Screw up Juck を手動で行う

FU Mill の設備仕様は表 4.13 に示すとおりである。

表 4.13 FU Mill の設備仕様比較

項目	鞍山第一圧延	K 製鉄所	S 製鉄所	Y 工業
Roll 径 (mm)				
水平 Roll	1,020/940	1,200/1,120	1,390/1,300	1,090/970
豎 Roll	864/787	950/820		800/700
Mill Motor (kW)	2,670	1,500	3,000	2,500
回転数 (rpm)	300	495/165	160/65	92
Roll 組み替え	On Line Roll 替え	Stand Change 方式	Inner stand 方式	

(5) 熱間鋸断機

熱間鋸断機の現状をまとめると表 4.14 のように示される。鋼材を固定する Clamp 装置が設備されていない。

表 4.14 FU 圧延機の現状

項目	現 状
鋸断機台数	固定鋸断機 1 基、 移動鋸断機 1 基 合計 2 基
Clamp 装置	鋸断時鋼材を固定する Clamp Stopper が設備されていない

(6) 冷却床

冷却床は Chain Conveyer 式で、所要面積は 35m×37.5m である。日本の製鉄所と比較すると表 4.15 のように示される。

表 4.15 冷却床の設備仕様比較

項目	鞍山第一圧延	K 製鉄所	S 製鉄所	Y 工業
形式	Chain	Chain	Rope	Chain
面積 (m×m)	35×37.5	130×24	(30×33) × 2	19×12、15×12 15×12、24×20

(7) Roller 矯正機

Roller 矯正機の現状をまとめると表 4.16 のように示される。先曲がり、大曲がり、ねじれで、Roller 矯正機への噛み込みが悪く、あまり利用されていない。また低温圧延のため降伏点が高く、矯正効果が期待できない。

表 4.16 Roller 矯正機の現状

項目	現 状
型式	片持式
Roll 数	上 Roll 4 本、 下 Roll 4 本 合計 8 本
Motor	AC 400 kW
回転数 (rpm)	400～600 rpm
Roll Span	固定式

(8) 精整設備

精整設備の現状をまとめると表 4.17 のように示される。精整設備として単圧 Gag Press が 1 台あるのみで、冷鋼鋸断機、結束機、再矯正 Line 設備がない。また Roller 矯正機以後、Roller Table で連絡されていない。

表 4.17 精整設備の現状

項目	現 状
設 備	単圧 Gag Press 1 台だけ設置され、冷鋼鋸断機、結束機、再矯正ラインなどがない
搬送設備	Roller Table でつながっておらず、Crane による搬送を実施
再矯正 Line	なし

本工場では設置されていないが、冷鋼鋸断機は次の理由に基づいて H 形鋼工場に設置されることが多い。

1) 生産能力の拡大

長尺熱間鋸断で圧延能力拡大。

2) 品質精度の向上

① 長さ公差の精度向上

熱間鋸断は、鋸断後の冷却による縮み代、矯正縮み代などのため、正確な長さ精度を得ることは困難

② 切口断面の寸法精度及び切口

熱間鋸断では素材曲がり、鋸断時の変形のため直角切断精度が悪いことがある。切口面性能については冷間鋸断では、大きなかえり及びバリを生じることがあるので、鋸刃管理が重要である。また鋸断面粗さも不良である。

3) Off Line における二次加工用設備

① 切下げ材の切断

疵等の不良部分を切り捨てて、さらに短い短尺製品として採取する。

② On Line 処理不能な短尺材の倍尺鋸断

On Line では倍尺材として取り扱い短尺専用 Line にて、正規長さに鋸断することにより設備投資の削減を図る。

(9) 電機関係

電機関係の現状をまとめると表 4.18 のように示される。

表 4.18 電機関係の現状

項目	現状
電機室	電機室出入り口、開口部に Seal がなく、室内に Dust が多い
Mill Motor	<ul style="list-style-type: none">・整流子・Brush に Cover がなく、むき出しの状態のものがある・中古の設備を購入後、Coil 巻き替えや絶縁度改善策の整備も実施していないため、絶縁の劣化が予想され、連続定格出力は 150% (通常 225%)、瞬間 Peak 出力 180% (通常 275%) に抑えている。・Mill Motor の回転制御回路調整が不良と、Draught Compensation 回路がないため、RU-E 間の速度調整ができず鋼材に圧縮・引張りの力が加わり、製品 Flange 幅のバラツキの原因となっている。
その他	RU-E 圧延機の Roll 圧下用 Motor の制御回路不良で Hunting を起こして設定速度が遅く、圧延時間の長くなる原因となっている。

4.2.2 設備上の問題点

(1) 材料ヤード

写真 4.1 のとおり、素材が雑然と山積みされており、溶鋼番号別に整理された状態にない。写真 4.2 に再熱材および圧延途中から返送された素材が雑然と置かれている。このほか、分塊材にはへげ疵のある素材が多い。

写真 4.1
材料ヤード
の現状 ①

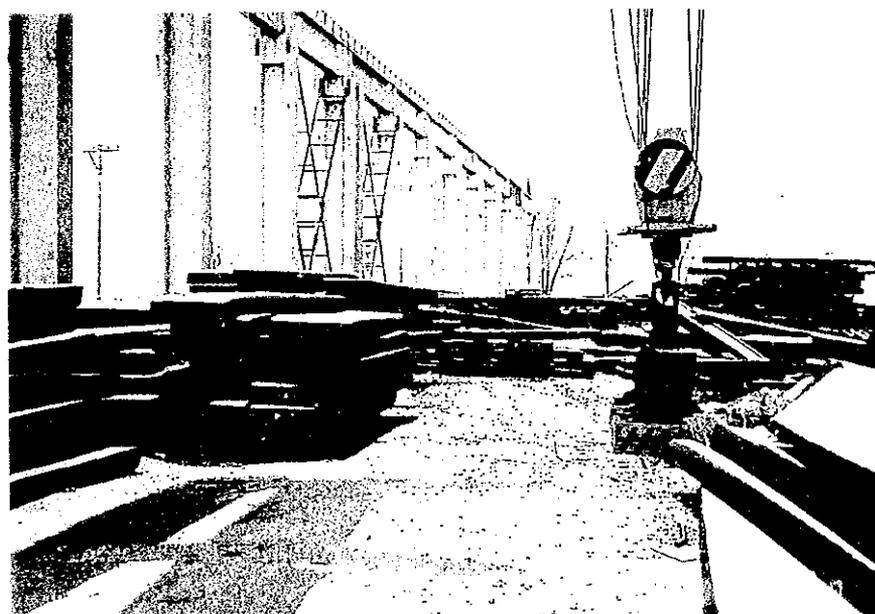
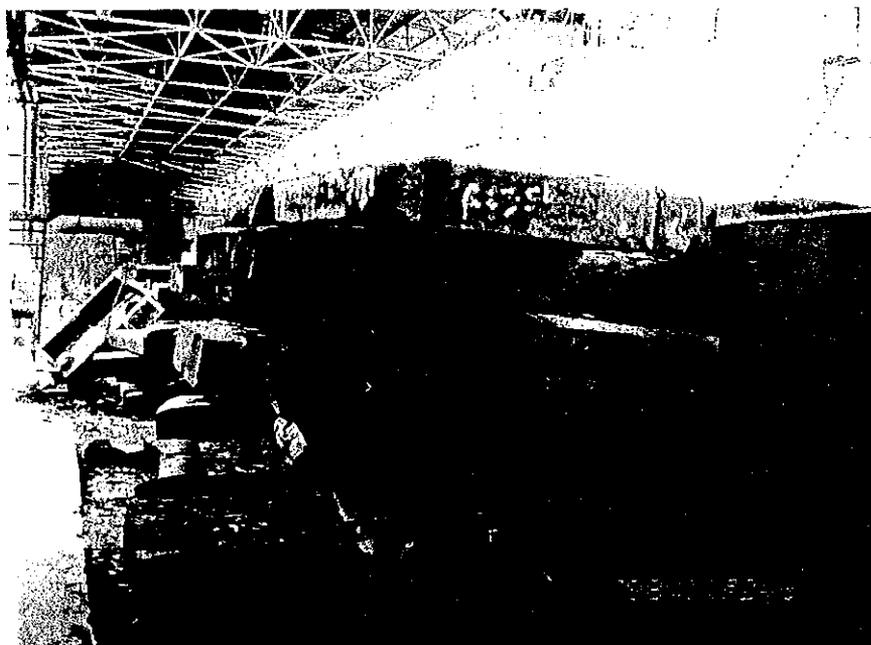


写真 4.2
材料ヤード
の現状 ②



(2) 加熱炉

現有加熱炉は、設計不良の設備で現在の材料（広幅 Slab）が充分加熱されない上に均熱不良である。各種の問題点は以下のとおりである。

- ・ 炉幅が 4m と短いため、素材長さが最大 3.5m に制約される。
- ・ Pusher Type の炉で、炉長が 31m と長いため、圧延伸び長さを確保するには、大きな断面素材を使用せざるを得ない。そのため、炉内での立ち上がり、溶着などのトラブルが起こる可能性が高く、事故が多発する（炉長が 30m を超すものは Walking Beam Type が望ましい）。
- ・ 燃焼管理用の計装装置が完備しておらず、手探りと勘による操業である。
- ・ 燃料の重油輸送 Pipe の保温が十分でないため、冬季に凍結し操業が停止することがある。
- ・ 修繕直後にもかかわらず、抽出口扉の隙間が大きく、操業中に外気が侵入しており、更に覗き窓からの侵入空気も多く、加熱温度の低下・偏熱および燃料原単位低下の原因となっている。
- ・ 加熱能力が公称 50 t/h であるが、実際は能力不足である。
- ・ 加熱温度が 1,100～1,180℃と低い。
- ・ 投棄の重油凍結防止対策がなされていない。

以上の加熱炉の問題点を集約し、さらに圧延工程の鋼材温度に起因する種々の事故の原因をなくすためには、現状の鋼材の低い加熱温度を所定の 1,280～1,300℃へ改善することが最も重要である。このためには、抽出口扉を設計改善し、内側に耐火レンガを張り、水冷して扉の変形を防ぐと共に、排 Gas Damper を調整して炉内圧を高め、外気の侵入を防ぐこと及び覗き窓からの外気の侵入に対して耐火ガラス Cover を取り付けることにより、所定加熱温度を確保できる。

(3) 粗圧延機

- ・ 粗圧延機の Roll 胴長が 2,018 mm と短いため、BD Mill として使用するための必要な孔型数を確保できない。
- ・ 下 Roll の Screw up 機構がない。
- ・ Mill Motor は古く、絶縁状況が悪いため、短時間定格出力を 225%→150%、

瞬間 Peak 出力を 275%→180%に抑えている。このため圧延の際に大きな圧下を加えると、Motor が停止することがある。

- ・ Screw-up の設備がなく、Slab から造形するので偏熱と Pass Line 不良で曲がりが発生しやすい。
- ・ 圧延機前後面に Guide が設置されていない（写真 4.3）。
このため、Manipulator による孔合わせに時間がかかる。
- ・ 圧下量を示すダイヤルゲージ (Dial Gauge) が汚れてよく見えない（写真 4.4）。
このため、圧下 Miss の原因に繋がりがやすい。
- ・ 圧下 Screw の Gap が最大 3.0 mm もあり、寸法精度が非常に悪い (0.5 mm 以下を目標とする)。

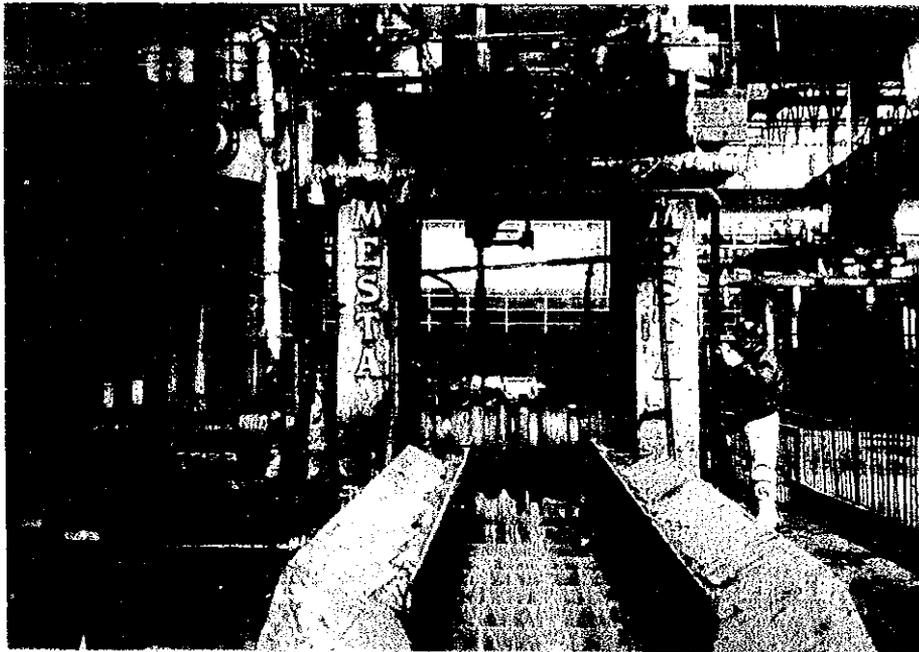


写真 4.3 圧延機前後面に Guide が未設置

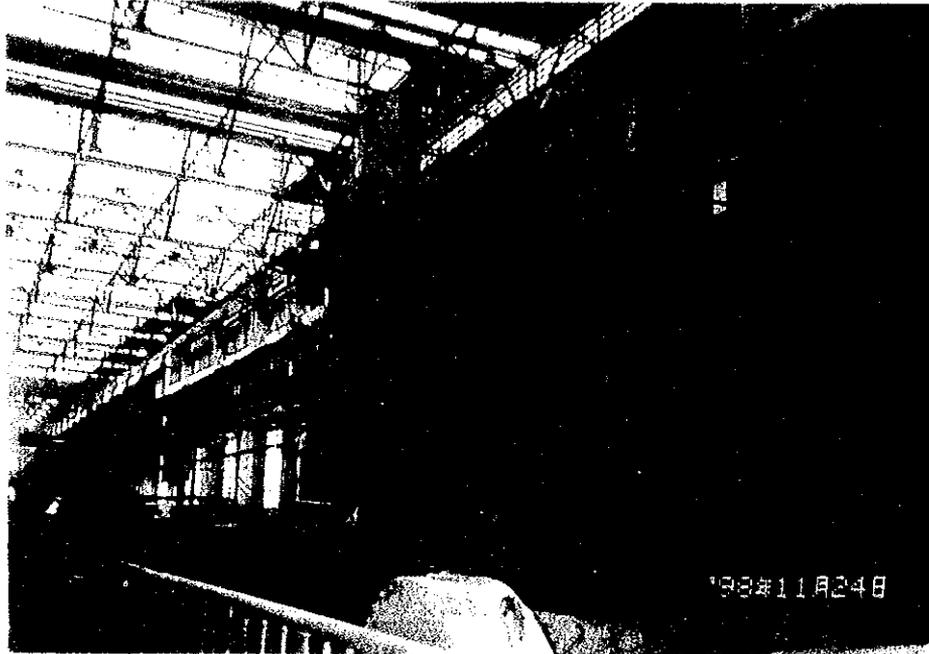


写真 4.4 圧下量を示す Dial Gauge の汚れ

(4) RU 及び E 圧延機

- ・ Mill Motor の回転数が調整不良と Draught Compensation 回路がないため、圧延機間の速度の微調整ができない。
- ・ パス (Pass) ごとの圧下 Motor の回転速度が遅いため、Roll Set に時間がかかり、圧延温度低下の原因の一つになっている。
- ・ Roll 及び Guide の組立が悪いため、製品の形状寸法不良の原因となっている。
- ・ Roll の回転数が低い水準にあり、圧延速度が遅いため圧延温度が低下する。
- ・ 圧延機間の速度の調整ができていないため、RU-E 圧延機間で圧縮・引張りの力が働き、製品幅寸法のバラツキの原因になっている。
- ・ Roll Chock の整備が十分でないため、Bearing に油脂が行ってないものが見受けられた。
- ・ 冷却水 Pipe よりの水漏れが激しい。配管継手の整備が必要。
- ・ Roll 回転数と Roller Table の速度が制御系設計不良で同調していない。

(5) FU 圧延機

- ・ Roll 圧下が手動のため Roll 調整に時間がかかる。
- ・ 出口 Guide の Set がうまくできていないため、圧延材の曲がり、Flange 外側のすり疵が発生する。

(6) 鋸断機

- ・ 圧延材の切断において Clamp 装置が設置されていない（写真 4.5）。このため、鋸刃の進行に向かって鋼材が曲がり、直角に切断できないことがある。また鋸刃に大きな力が加わり、破損事故が起きる。

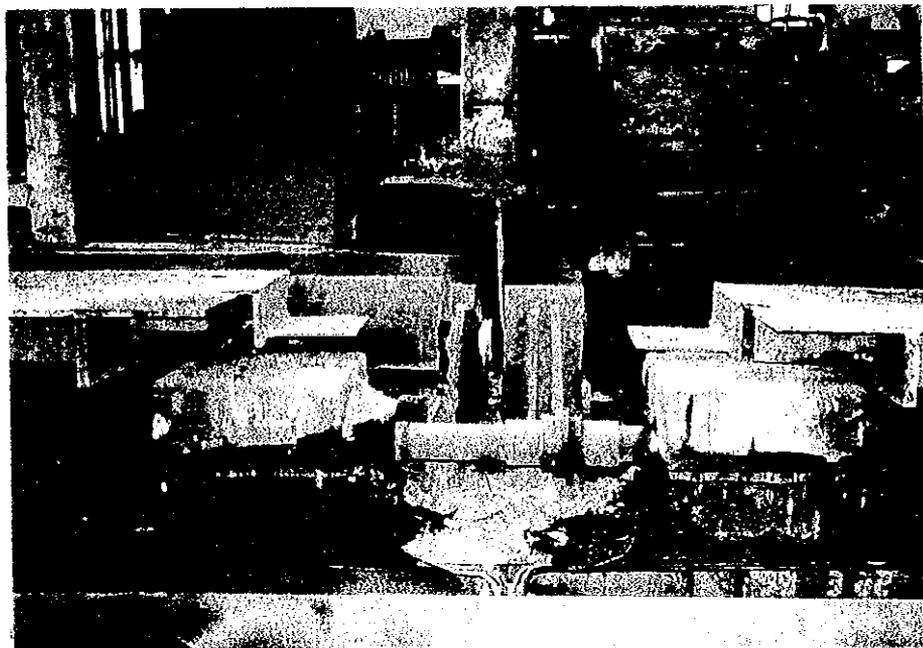


写真 4.6 熱間鋸断機に Clamp 装置がない

(7) Roller 矯正機

- ・ 圧延不良による製品の曲がり・振れのため矯正機への噛込みが悪い。低温圧延のため降伏点が高いため矯正効果がなく、あまり利用されていない（写真 4.6）。
- ・ 潤滑回路に保温装置がないため、冬季には潤滑油が凍結する。



写真 4.6 製品曲がり

(8) 製品置場

- ・合格品と仕掛品が雑然と山積みされている（写真 4.7）。
- ・製品は、大半が Flange・Web に低温加工 Scale が発生している。

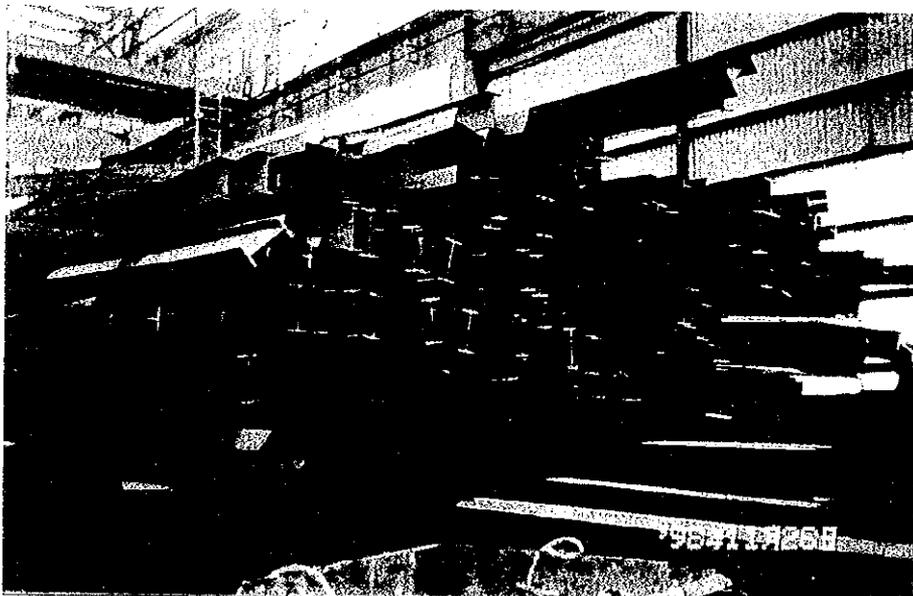


写真 4.7 製品置き場の状況

(9) 試験設備

- ・引張試験機の能力が 30t では能力不足で、少なくとも 100t 以上は必要である。
- ・Mill Sheet には、化学分析による成分を記載している。

(10) 電機関係

- ・中古品であることを考慮し保護回路の電流制限器 (Current Limiter) と自動遮断機 (ACB) は共に低いレベルに設定されているため、定格最大出力が公称能力より大幅に低くなっており、圧延中の Mill 停止が予想される。
- ・電気室に出入口・開口部に Seal がなく、室内に Dust が多い (写真 4.8)。
- ・Brush の Cover がない。
- ・整流子と Brush の清掃・管理が十分でないため、Flash over して大事故の原因となることが予想される (写真 4.9)。
- ・Mill Motor の回転数が不安定のため、圧延材に圧縮・引張り力が働き、製品の寸法精度に大きく影響している。
- ・圧下 Motor の回転速度が遅く、このため低温圧延の原因の一つである。



写真 4.8

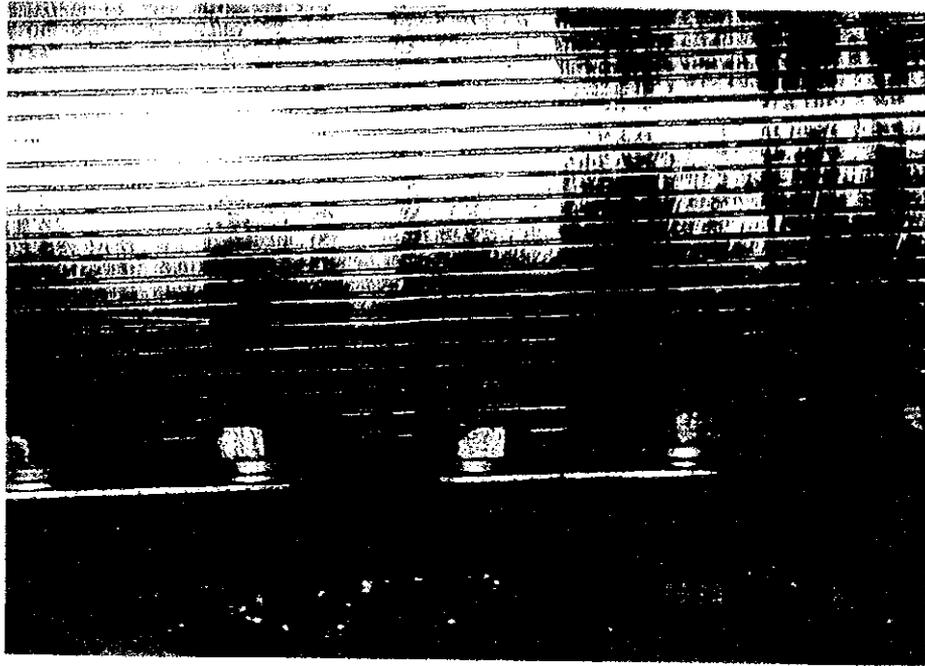


写真 4.9

(11) Roll 旋盤

- ・ Roll 旋盤は 2 台あるが、いずれも旧式の手動式で、設備能力や旋削精度に問題がある（写真 4.10）。

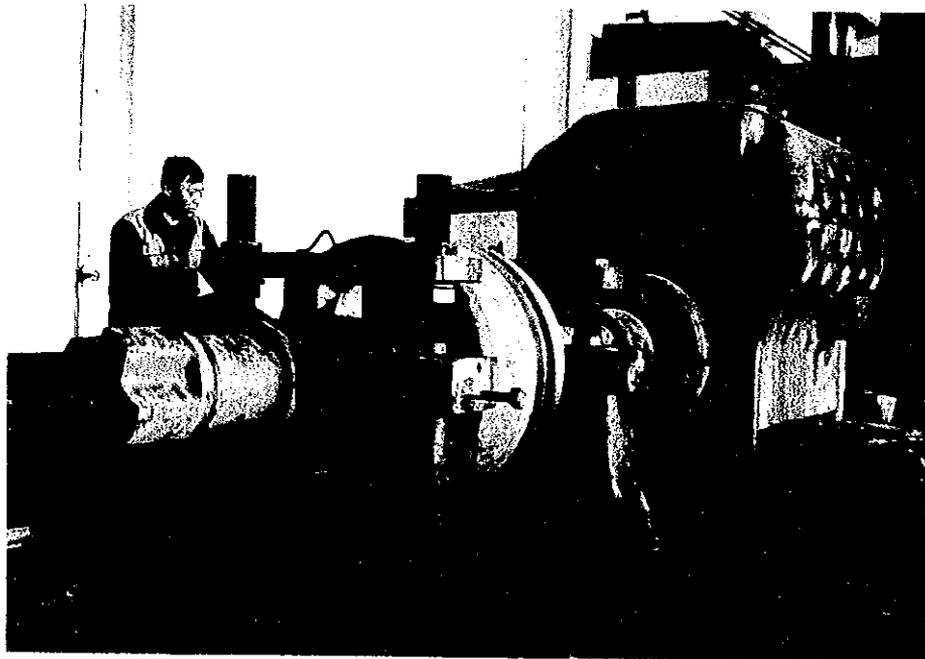


写真 4.10 Roll 旋盤

(12) 精整設備

- ・ 精整 Line に Cold Saw (冷鋼鋸断機) が設置されていないため、将来圧延量が増加したとき鋸断機的能力不足が表面化する。
- ・ Roller 矯正機以降の精整設備は単式 Press が 1 基設置されているだけで、冷鋼鋸断機、結束機、再矯正ラインなどの設備がない (写真 4.11)。



写真 4.11 精整設備

4.3 操業の実態

4.3.1 操業の現状

本工場の圧延量推移および製品 Size 別圧延実績を図 4.6 と表 4.19 に示す。

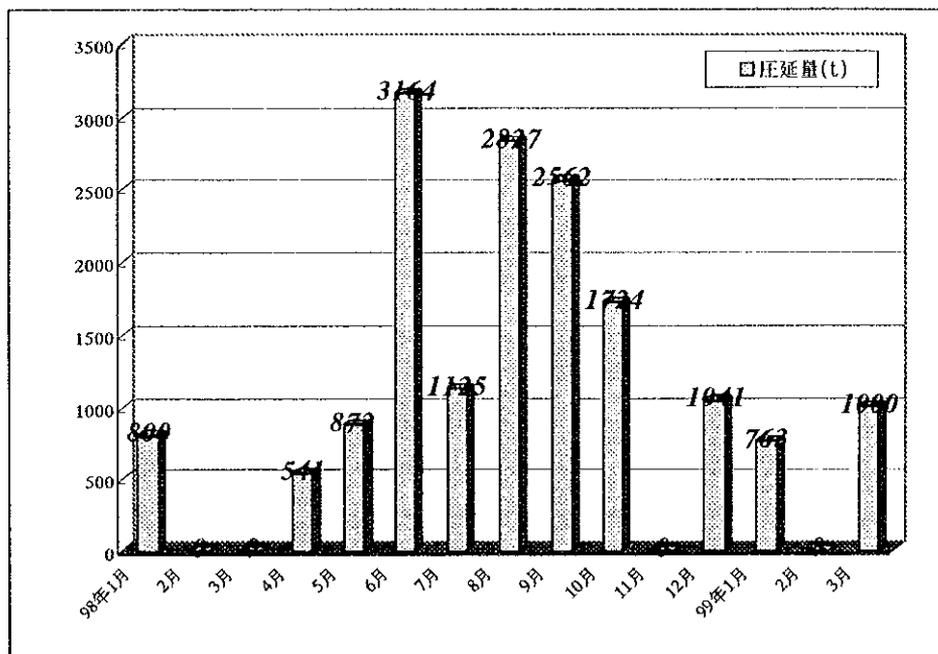


図 4.6 圧延量推移 (1998年1月～1999年3月)

表 4.19 製品 Size 別圧延実績 (1998年12月～1999年3月)

年月	品 種	圧延量	備 考
1998年12月	H300×300	550 t	
	H390×300	491 t	
	(合 計)	1,041 t	
1999年1月	H200×200	252 t	
	H250×250	79 t	
	H300×300	279 t	
	H400×300	77 t	
	H250×175	76 t	
	(合 計)	763 t	
1999年3月	H300×200	250	3月は計画t数
	H300×250	250	
	H244×175	150	
	H250×175	350	
	(合 計)	1,000 t	

④ 精整設備

- ・ 最終 Line に Cold Saw (冷却鋸機) が設置されて、左の、片足圧延量不足部を、右の、入管機で能力不足を表面化出来
- ・ Roller 終止機以降の精整設備は単式 Press が大半設置されて、右を以て、冷却鋸機、結束機、再終止機を十分な設備がない。(写真 4.11)

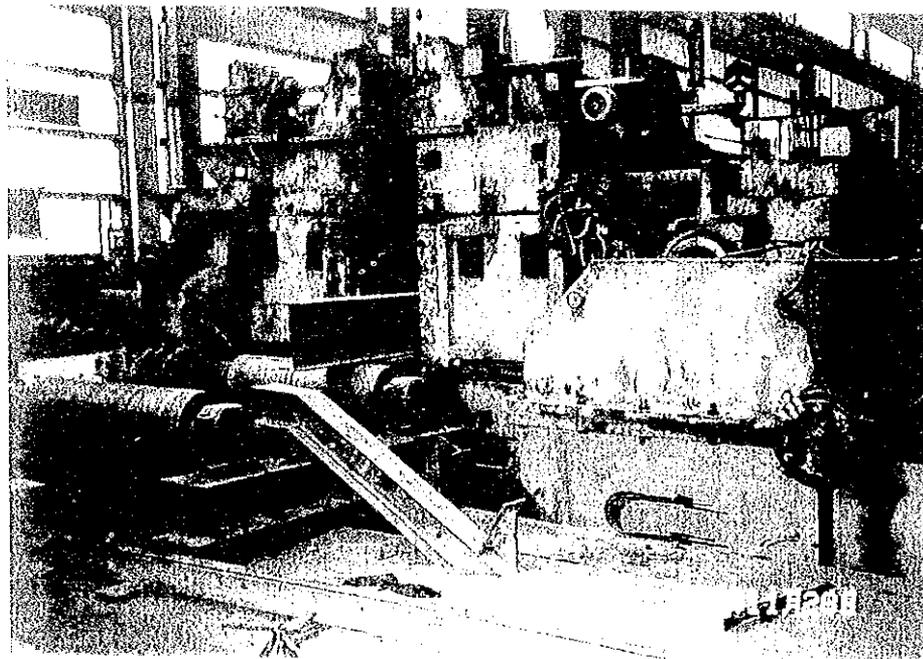


写真 4.11 精整設備

本調査団が実施した第一次現地調査期間中（98年11月～12月5日）には、全く生産されなかった。また第二次現地調査（99年2月23日～3月25日）時においては、少量の圧延が行われたのみである。

1998年1月～1999年3月で合計16,419tしか圧延していない。この理由としては、下記に示すことが挙げられる。

- ① 設備故障休止時間が多い。
- ② 圧延技術・知識が不足している。
- ③ 中国におけるH形鋼の市場がまだ成熟しておらず、注引量が少なかった。

この期間中に開発された品種 Size は、表 4.20 のとおり中国規格 12 品種である。

表 4.20 98 年内に試作された中国規格 12 品種

H500×200	H450×300	H400×300	H400×200
H400×150	H350×250	H300×300	H300×200
H250×250	H250×175	H200×200	H175×175

設備としての最大製品 Size は H500×200 であるが、当工場は H500×300 の開発を目指している。これらの開発された中から、主な製品 Size と素材寸法、BD 及び RU の Pass 回数、製造寸法は表 4.21 のとおりである。

品種 Size の大きなものを開発する狙いは、さほど需要が多くないが、大型 Size の市場ニーズに応え、需要を喚起するためである。

一方 BD 及び RU の Pass 回数は、品種 Size が大きくなればなるほど RD 及び RU の Pass 回数が多くなり、Total の Pass 回数も大きくなる。これらの Pass 回数が大きいということは、圧延加工に要する時間が長いことを示している。

表 4.21 製品寸法と素材断面及び Pass 回数

系 列	製品寸法	BD	RU	素材寸法
200×200	175×175×7.5×11	19	11	530×230×3200
	200×186×14.5×24	15	11	550×230×3500
	200×200×8×12	19	11	550×230×2300
250×250	250×175×7×11	25	13	600×230×2300
	250×250×9×14	19	13	600×230×3500
300×300	300×200×8×12	23	17	700×230×2300
	300×300×10×15	23	15	950×230×2600
	310×288×18.5×33	25	13	950×230×3500
	320×300×11.5×20.5	25	15	950×230×3000
	340×300×11.5×20.5	21	15	950×230×3500
	340×310×21×39	21	15	950×230×3500
340×250	340×250×9×14	23	17	850×230×2300
350×250	360×300×12.5×22.5	23	15	950×230×3500
400×200	359×309×21×40	25	13	950×230×3500
	400×150×8×13	23	13	700×230×2400
	400×200×8×13	23	15	850×230×2500
450×300	390×300×10×16	25	17	950×230×2900
	440×300×11×18	25	17	950×230×2900
500×200	500×200×10×16	25	17	950×230×2900