No. 17

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国工場
(江蘇錫鋼集団公司)
近代化計画調査報告書

1996年10月

神鋼リサーチ　株式会社
株式会社　神戸製鋼所

中華人民共和国工場
（江蘇錫鋼集団公司）
近代化計画調査報告書

1996年10月

神鋼リサーチ　株式会社
株式会社　神戸製鋼所

序　文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の工場（江蘇錫鋼集団公司）近代化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成８年３月から平成８年９月までの間、２回にわたり神鋼リサーチ株式会社の岡田　健氏を団長とし、同社の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査のご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成８年９月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

藤田公郎

1996年10月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎　　殿

伝　達　状

中国工場（江蘇錫鋼集団公司－以下錫鋼）近代化計画調査に関する調査報告書を提出申し上げます。本報告書は、錫鋼工場の鉄鋼製造に関する生産技術・工程・管理の改善、近代化計画を提案したものであり、製品不良の低減と増産のための工場の近代化に重点を置いています。

本報告書は、本年 9月、中国工場（錫鋼）近代化計画調査最終報告書（案）の現地説明での討議結果を網羅しています。

本現地調査は1 次・2 次をセットに実施しております。第１次現地調査で工場の概要を調査・分析し、その結果を工場担当者と協議の上、工場の現状と問題点、近代化の目標等を把握しました。これに基づき、第 2次現地調査では、需要先ヒアリングによる市場調査を始め、製品製造追跡調査、技術セミナー等による技術移転と併せ、チェックリスト、不良品の分類、問題点の掘り下げ等を行い、本工場の目標である西暦2000年に年間80万トン製造に対応する生産技術、生産工程、生産管理等の近代化計画に向けた提案を、本報告書にまとめました。

上述の近代化計画では、製造管理体制の改善と共に生産設備の近代化計画を提案しています。本計画では、製鋼工程、圧延・製管工程、エネルギー管理及び検査・品質管理について、最新の技術レベルを目標とし、既存の設備を活用して実現可能な方法を複数検討し比較の上採択できるよう提案しております。

これにより、現在の不良率の低減、材料利用率の向上、更にライン生産化することで、飛躍的な品質・生産性の向上を図れます。本近代化計画を実施することにより、高品質の製品が安定して生産され、本工場が発展していくことを確信しております。

本調査を実施するにあたって、外務省、通商産業省及び国際協力事業団各位の御指導、御支援に心から感謝申し上げます。また、中華人民共和国政府、江蘇省、無錫市の関係各位及び現地調査に御協力頂いた錫鋼工場各位に感謝致します。

国際協力事業団
中国工場（江蘇錫鋼集団公司）
近代化計画調査
団長　神鋼リサーチ株式会社
　　岡田　　健

要　　約

要　約

第１章　調査の概要

１．調査の目的

本調査は、1995年 8月に実施された江蘇錫鋼集団公司（以下、錫鋼と言う）近代化計画予備調査団の調査結果及び1996年 1月に日本国際協力事業団と中華人民共和国国家経済貿易委員会との間で取り交わされた中国工場近代化計画調査実施細則を受たものである。着手報告書に基づき錫鋼全工場の現地調査を実施し、その調査結果の分析に基づき近代化計画を策定することを目的とする。

調査団は、神鋼リサーチ株式会社及び株式会社神戸製鋼所の共同企業体から岡田　健（総括）以下６名の専門家によって構成され、現地調査は1996年 3月 1日から同年 3月29日の間に実施された。その際、製鋼、圧延工程の設備と管理を中心に調査・検討を行い、錫鋼に対し、調査手法、問題点の解決方法等について技術移転を実施するほか、関連技術情報の提供を行った。近代化は、既存設備の有効利用に重点を置き生産能力、生産技術及び生産管理の向上、改善を行うという現実的、且つ実現の可能性の高い計画とすることにした。

２．調査対象範囲と内容

予備調査及びその後合意された実施細則に基づき、調査団各専門家による錫鋼の現地調査を行い、工場の診断、改善並びに近代化計画を策定するものである。

２－１　現地調査

錫鋼の製鋼工場、圧延工場及び鍛造工場その他を対象として、工場の概要、生産工程、生産管理及び財務管理に関する現状調査並びに近代化計画の目標確認調査を実施した。

１）　工場概要調査

(1)　建物・敷地

(2)　製品（生産品種・鋼種・形状別製造実績及び予測）

(3)　製造設備（主要設備、公称能力等）

(4)　組織及び人員（全社組織、主要部門人員）

(5)　材料及び部品（原材料貯蔵能力、機械部品保管状況）

(6)　販売（販売高、納入内訳、在庫量、主要取引先ニーズ）

(7)　生産計画及び生産実績（1995 年生産実績と2000年に至る生産予測）

2） 近代化計画の目標確認調査

(1) 製鋼工程の改造による80万t 体制の確立

(2) 圧延工程設備改造による製品品質、生産性の向上

(3) 鍛造設備の改善による生産性の向上

(4) 管理部門の強化（特に品質管理、エネルギー管理、人材育成）

3） 生産工程に関する調査

(1) 生産計画と工程流れ図

(2) 原材料受入

(3) 製鋼工程

(4) 型鋳造工程

(5) 圧延工程

(6) 鋼管製造工程

(7) 鍛造工程

(8) 検査工程

4） 生産管理に関する調査

(1) 設計管理

(2) 調達管理

(3) 在庫管理

(4) 工程管理

(5) 品質管理

(6) 安全管理

(7) 設備管理

(8) 教育・訓練

(9) エネルギー管理

(10) 環境対策

5） 財務管理に関する調査

(1) 財務管理状況

(2) 製造原価分析

2－2 国内分析

現地調査の結果に基づき、錫鋼の現状を日本の現状と対比することにより、その差異を明確にして、差異の原因を解析した。錫鋼の近代化計画内容を組み入れ、第1ステップから第3ステップまでの段階的近代化計画実施案を提案した。ただし、設備投資計画については基本的な計画とした。

第２章　江蘇錫鋼集団公司の概要

1.　建物、敷地

錫鋼は、無錫市区中心から南東へ 6kmの所に位置する。無錫市区は上海市の西方140 kmにあり、市区人口は95万人である。

工場敷地は北西から南東へ 1,100m 、北東から南西へ 900m の略矩形状で、南西に500m離れて運河沿いにスクラップヤードがある。敷地面積は 85.2 万m²である。

現在、公道を挟んで製鋼、造塊工場と大型、中型圧延工場（以下 750圧延、650圧延と記す）があるため、熱塊輸送ができず、トラックによる冷塊輸送を行っている。近代化計画レイアウトでもこの公道が障壁になっているが、年産80万t 体制までは現敷地で対応できる。それ以降は新立地を考えねばならない。

建物面積は現在 47.6 万m²である。建設中の新鋼管工場 2万m²、第２ステップでの新製鋼、新大型・小型圧延工場10万m²、第３ステップでの新第３製鋼工場がリプレース、追加される。

2.　製　品

製品は線材、丸棒、継目無鋼管（熱間仕上、冷間仕上）、鍛造品があり、鋼種として普通鋼、炭素鋼、合金鋼、軸受鋼、ばね鋼、工具鋼がある。'95 年生産実績は28.5万t であり、これに外売り鋼管材 3.5万t が加わる。製品形状・寸法と鋼種組合せは 320種程度である。それらの '95年実績、1998、2000年予想は、「第４章工場近代化についての提案の生産計画と工程流れ図の項」表 4-1から表 4-3に後述する。

3.　製品設備

現在保有する主要設備としては次に示す通りである。

工程	設備	基数	内訳及び内容
ｽｸﾗｯﾌﾟ	液圧剪断機	1組	
製　鋼	ｱｰｸ式電気炉	6基	公称 5t 2 基、10t 2 基、30t 2 基
	とりべ精錬炉	1基	LF40
型鋳造	ｲﾝｺﾞｯﾄ ｹｰｽ	－	
粗圧延	750 圧延機	1基	2H －φ 750
ﾋﾞﾚｯﾄ圧延	650 圧延機	1組	3H －φ 650×1800mm×4 基
棒鋼圧延	棒鋼圧延機	1組	3H －φ450 － φ320（4圧工場）
線材圧延	連続式圧延機	1組	2H －φ430－φ315－φ285 計18基（3 圧工場）
鋼　管	ﾌﾟﾗｸﾞ穿孔機	1基	φ76
	熱間管圧延機	1基	6 溝式
	口付機	1基	
	冷間引抜機	8台	
鍛　造	ｽﾁｰﾑﾊﾝﾏｰ	3台	5t 1台、3t 2台

4．　組織及び人員

1983年の組織（人員6,909 人/ 5 幹部/25 部課）に比べて、人員8,474 人/7幹部/20 部課と肥大化している。

5．　材料、部品

スクラップヤードは工場から 500m 離れた運河内港にあり、建屋 2.5万m²、貯蔵可能量は 5.8万t で現使用量の 2ケ月分であり、正常である。しかし荷卸し・輸送能力不足、動力変圧器容量や切断用酸素不足をきたしている。

新製鋼工場が稼働を開始する製鋼60万t 体制（第２ステップ）では、スクラップ使用量が現在の約 2倍、製鋼 80 万t 体制（第３ステップ）での使用量は約2.5 倍となる。レイアウト上利用可能面積を増やすこと、荷卸設備増設、ダンプカー台数を増やすことなどの対応が必要である。

合金鉄は、現使用量の 1ケ月分が貯蔵されており、その都度各製鋼工場のバンカーに払出されている。

機械部品・補修部品については年単位で使用する部品は中央部品倉庫に保管されており、管理状態は良い。日常の整備部品や週、月単位の予備品は各工場で保管・管理されている。

6．　販　　売

1995 年の販売高は 11.5 億元で、前年比 94%、計画達成率 100% であった。納入実量は 30.1 万 tで、その内訳は次の通りである。

省へは 6,622t （全体の 2.1%)納入したが、省計画契約量は 8,000t で 1,377t が未達である。未達分については 1996 年 1～3 月に納入予定である。外部約20社からの受託加工が 27,539 t（ 約9.1%）あり、主に 3圧で線材に加工している。スクラップ業者約20社とは物々交換をしており、32,270 t (10.6%)を納入している。海外へは主に香港経由東南アジア向けに直接2,935 t (1.0%)を輸出している。

販売納入は 206,190t (68.2%) で、取引先は線材、棒鋼、ビレットで 200社、鋼管80社、鍛造品50社で、取引先の 90%は江蘇省内である。鋼管、鍛造品はその部所からの直売、その他は販売部を経由して取引している。その他、社内振替、鋼管８社への材料供給、外売ｲﾝｺﾞｯﾄ 、二級品処理等を26,230t (8.7%)納入している。

納入残の在庫量は 27,836 t（ 納入量の9.2%）あり、現状は年末に 1ケ月分前後の在庫量となっている。在庫を減らすために、

①製品の 70%を占める主力製品、主要取引先向けの在庫を 1/2ケ月分とする。

② 1～2 ケ月に 1度しか生産しない特殊品の在庫はその生産間隔までとする。

③販売体制を強化する。

などの対策を取りつつある。1996年 6月までに在庫量を 1.8万t に落として、80万t 体制では在庫品 4万t (5%)を目指す。

主要取引先 3社を訪問して、錫鋼製品の納期、品質、製品への要望、これまでの購入実績と今後の購入計画などを調査した。

・ 軸受鋼線材(GCr15/ φ5.5 ～8 mm) を二次加工している環宇金属では、現状には満足であるが、今後、軸受鋼丸棒 (φ12～28mm) の二次加工能力を増すので、錫鋼の丸棒の品質を高めて欲しいと要望が出された。

・ 高炭素鋼線材(67A,72A/ φ5.5mm) からワイヤーロープに加工する江蘇鋼縄では、'94 年10月から錫鋼製 67A、'95 年10月から 72Aを試用し、'95 年に合せて 9,000 t を受入れたが、72A の品質向上と線材コイル単重の増大を要望された。

・ 合金鋼の内の歯車鋼丸棒(20CrMnTi/φ28～75mm) から自動車用歯車を製造している揚州第一汽車歯車では、「'95 年に9,500 t 納入してもらった。硬度、キズなど水準外のものもあるが、他社製より品質は良い。2000年には 8万t の歯車鋼丸棒を使用するので、錫鋼側で準備して欲しい。」との要望があった。

以上の 3製品は現在、錫鋼生産品の中で難しい製品であり、製鋼、圧延、工程管理で重点的に調査し、品質向上の提案をした。

7. 生　産

1995年の製品生産実績 28.5 万t は生産計画 39.8 万t に対して 71.5%、1994年生産実績 37.5 万t に対して 75.8%であった。特に、計画を下回った製品は3圧の普通線材 12.5 万t に対して 4.8万t(計画達成率38.5%)、鍛造品 2.0万t に対して 1.6 万t(同81.9%)、鋼管 1.8万t に対して 1.7万t(同96.1%)である。

3圧の普通線材の計画未達原因は、市場価格が計画時より低くなったこと(3,000元/tが2,700 元/t) である。鍛造品についても同じ原因で達成できなかった。

1996年のインゴット、ビレット及び製品のそれぞれの生産計画は36万t 、29万t 38万t であり、この内普通鋼は 2万t 、1.7 万t 、11.1万t と特殊鋼化を進めている。普通鋼製品の内の 10 万t は上記の外注ビレットによる3圧普通線材である。

1997年以降の製品生産計画及び上記の詳細については、最終報告書本文第4章工場近代化計画についての提案の生産計画と工程流れ図の項に詳述した。

第 3 章 工場近代化計画

1． 近代化目標の確認

1－1 近代化についての中国側の基本的考え方

1） 1985年の近代化計画調査に基づき改造を進めた結果、この10年で知名度の向上、生産量の増大(13 万t から33万t へ）、特殊鋼化推進、売上高、税込み利益の増大（それぞれ2.2 億元が13億元へ、37百万元が135 百万元へ）が図られた。

現在、江蘇省での企業評価は100 社中16位で、無錫市で納税額 1位である。鉄鋼だけでなく、多角化も図っている。

2） 鉄鋼での現状と5 年後の計画は、次の通りである。

① 生産性の向上（33万t /8千人≒41t/人→目標80万t/5 千人≒160 t/人）

② 生産量よりも利益の上る体質（目標売上高50億元、税込み利益6 億元へ）

③ 工程の短縮と設備の高級化(連続鋳造導入と炉外精錬の増大)

④ 海外技術導入を図って先進技術を達成

⑤ 作業者の教育、品質管理、管理システムの構築など管理面の充実を図る。

1－2 業務範囲に関する確認事項

前項（1－1）の中国側の要望に対し、具体的には下記の1995年 8月の予備調査団への要望内容と理解していることを伝え、了解された。

① 製鋼工程の改造による80万t 体制の確立

② 圧延工程の改造による製品品質、生産性の向上

③ 鍛造設備の改造による生産性の向上

④ 管理部門の強化

②の中で線材圧延機の冷却ライン改造による製品品質の向上については、対象が合弁会社錫潤軋鋼廠有限公司の工程にあり、「当公司のものは除く」と調査実施細則にあるので、双方同細則の通りに了解した。

2． 近代化計画の概要

2－1 製鋼工程の改造による80万t 体制の確立

現在の製鋼工場の製鋼能力は計40万t 、'95 年鋼塊量実績は 33 万t である。

1997 年中に第 1 製鋼工場（以下、第 1 製鋼と言う）を閉鎖し、80t 電気炉 → 精錬炉 →ブルーム連続鋳造設備の新製鋼工場（以下、新製鋼と言う）を建設して、1998年より製鋼を開始する。（ 第 2 ステップ）木工場は将来、真空脱ガス処理設備(VD)も設置するようレイアウトに入れておく。

更に、1998年中に現第 3 製鋼工場（以下、第 3 製鋼と言う）の 2基の30t 電気炉の内、高電力(HP)30t 電気炉－とりべ精錬炉を残し、No.6 30t電気炉を改造するか 50-70t電気炉 1基にリプレースするかを検討し、それに見合った精錬炉とビレット連続鋳造設備を付設する。そして、1999年に第 2 製鋼工場（以下、第 2 製鋼と言う）を閉鎖する。新製鋼で年産 50 万t 、第 3 製鋼改造分で 30 万t の合計、製鋼 80 万t 体制を確立する。（ 第 3 ステップ）

2－2　圧延工程設備改造による製品品質、生産性の向上

1995年、1998年（ 第 2 ステップ）、2000年（ 第 3 ステップ）と段階的に以下の内容を達成する。この工程流れ図は、「第 4 章　工場近代化についての提案の生産計画と工程流れ図」の項に示す。

現在は、20″ 鋼塊からφ750mm 2 段可逆圧延機（ 以下、750 圧延と言う）で220 、180 、140 、120mm 角ビレットに圧延し、220 、180mm 角はφ650mm 3 段圧延機（ 以下、650 圧延と言う）で連続圧延される。650 圧延には12″ 、10.5″ 鋼塊も供給され、圧延仕上がりは60～150mm 角ビレット、75、90、100mm 丸ビレットと45×90mm型材である。

750圧延の140 、120mm 角ビレットは、棒鋼用として第 4 圧延工場（ 以下、4 圧と言う）に供給される。650 圧延の 60 ～100mm 角ビレットは線材用として、第 3 圧延工場（ 以下、3 圧と言う）に供給される。3 圧では、φ6.5 ～8.0mm 線材に、4 圧ではφ28～75mm棒鋼に仕上げられる。100mm 角ビレットは錫潤線材工場（ 以下錫潤）に供給され、φ5.5 ～13mm線材に仕上げられる。

第 2 ステップでは、新しくφ825mm 圧延機（ 以下、大型圧延と言う）及び小型圧延機（ 以下、小型圧延）が導入される。供給されるビレットはそれぞれ、300 ×400 mm、20″ 及び100 、120 、130 mm角である。製品はφ20～230mm 棒鋼、平鋼、角鋼であり、650 圧延、750 圧延に余裕が生ずる。4 圧が1997年末に閉鎖された場合は、小型がこれに取って代わる。第 3 ステップでは、上記圧延機がフル稼働し、大型圧延からの製品が 20.6 万t 、小型圧延から 18 万t 、錫潤から 22.8 万t 、3 圧か

ら購入ビレットを使用して10.5万t に達する。鋼管はφ75mmビレットをプラグ穿孔→熱間圧延→冷間引抜きして製品とする。1996年 7月から新鋼管工場（以下、新鋼管と言う）が試運転に入るが、φ100mm ビレットをプラグミル→3ロール熱間圧延→一部冷間引抜きして製品とする。第3ステップでの製品量は 6万t である。線材、棒鋼、型鋼、鋼管に鍛造品 2.1万t を加えれば製品で80万t 体制となる。製鋼からの鋼塊から製品までの平均歩留りを 87.5%とすると外部購入ビレットが10万t 必要となる。これの大半が3圧用の普通鋼ビレットである。

3．　鍛造設備の改善による生産性の向上

鍛造工場では 5tハンマー 1基、 3tハンマー 2基を保有し、生産能力は 100t／日である。製造方法は、10″、10.5″、12″、14″の鋼塊を、5 tハンマーで粗角にし、再加熱せず、3 tハンマーで仕上げ鍛造する。鍛造ピッチは 8～10分／本と比較的早い。

'93 年には 2.4万tを生産しており、2000年計画の 2.1万tについては大きな設備改善なしでも十分達成できる。ハンマーの鍛造能力と加熱炉能力はバランスしている。しかし、現寸法は新製鋼ブルーム連鋳－大型圧延で可能で、コストも安い。寸法拡大等新たな製品を検討して、製造能力に見合う受注量を確保し、稼働率を向上させる。

4．　管理部門の強化（特に品質管理、エネルギー管理、人材育成）

4－1　品質管理

炭素鋼線材に関するISO-9000申請に続き、棒鋼、20CrMnMo鋼等の製品についても順次申請予定である。ISO 取得はスタートであり、品質管理マニュアルに基づく作業指示書や内部監査の指導内容等、一層充実させる。

4－2　エネルギー管理

省エネルギー化を徹底し、電気、水、圧縮空気、重油及び蒸気総てのエネルギーを年 3～5%節減することを目標とする。

4－3　人材育成

1）大学卒 80 人を毎年採用し、レベルアップを図る。

錫鋼では大学卒の割合は約7%、技術要員は 5 %と比較的少ない。生産技術及び会社運営の高度化、複雑化に伴い、高度の知識レベルが要求される。高等教育を受けた人材を受入れる必要性は一層増してくる。

2）内部教育として 2000 年までに延べ 4,000人の教育実施

年間延べ800 名に対して、企業教育を実施している。企業管理、安全管理、品質管理等の教育内容を一ヵ月～一年半かけて実施している。技術要員、経済管理要員等の基幹要員に対しては外部研修機関への派遣を含めた教育を計画している。

第４章 工場近代化についての提案

１．生産工程の近代化案と実施上の留意点

１－１　生産計画、工程流れ図及びレイアウト

錫鋼の製品別生産計画は、現状及び近代化計画各段階毎、それぞれ表 4-1～表 4-3に示す通りである。尚、2000年の製品別生産計画は、錫鋼の基本計画と調査団が調査した顧客ニーズを考慮して双方協議の結果まとめた数値であり、近代化計画の検討を行うための基礎データとなる。

近代化計画各段階毎（1998 年、2000年）の製品別生産計画を1995年の実績と対比した場合の主たる相違点は次に示す通りである。以下、（ ）内は1998年の値を示す。

１）総生産量

1995年の 28.5 万t/年に対して、2000年は80万(62.3)t/年と2.8 (2.18)倍の増加となっている。

２）鋼種構成

普通鋼と特殊鋼の生産比率は、1995年が 18:82、2000年では16：84と大きな変化はないが、特殊鋼の製品構成が大きく変化する。1995年は特殊鋼の中で構造用炭素鋼が全生産量の65% を占めていた。近代化計画各段階では構造用炭素鋼の生産量は大きく変わらず、生産比率は25.4(34.1)% と低下している。一方、構造用合金鋼の生産量は7.5(4.5)倍に増え、構造用炭素鋼と肩を並べる。軸受鋼の生産量は7.1 (5.5) 倍、ばね鋼の生産量は13.1(9.9) 、合金工具鋼の生産量は25.4(10.4)倍、炭素工具鋼の生産量は5.6(4.2)倍と大きく増加している。1999年からは不銹鋼が加わる。

３）製品構成

線材（φ5.5 ～13mm）の生産比率は、1995年の 66%に対して、33(43)% と減少する。これに対して、丸棒は1995年の22% に対して33(24)% と増加する。これは、寸法範囲が1995年はφ14～75mm（錫潤、４圧、650 圧延）であったが、φ14～230 mm（錫潤、小型圧延、大型圧延）と広げたことによる。棒鋼としては、平鋼や角鋼も加わり、生産比率は1995年の 22%が、57(43)% に急増する。鋼管の生産量は3.5(3.5)倍となるが、生産比率は6%が8(7)% となる。鍛造品の生産量は微増にとどまる。

表4-1　1995年の製品別生産実績（単位:　万t）

材料	120/100/85角 (750、650 連圧)		100/85角	180 角 10.5-14"					φ75 ×1200	10.5, 12.14"	60角(4圧より)、80/90 角 (650より)、購入ビレット		
工場	錫潤		4圧	650 圧延		未稼動			鋼管	鍛造	3圧		
製品名 / 鋼種	線材 φ5.5 ～13	丸棒 φ14～32	丸棒 φ28～75	丸棒 φ75～	合計	平鋼 5-30	平鋼 19-105	角鋼 巾150	鋼管	鍛造 φ120 ～220	線材 φ6.5 ～8	総計	%
普通鋼	1.5	0.03	0.16		0.19						3.89	5.58	18.3
構造用炭素鋼	9.8	0.02	3.85	0.70(0.02)	4.57				1.7	0.88	0.91	17.8	65.0
構造用合金鋼	1.2	0.01	1.07	0.02	1.1				0.02	0.55		2.87	9.4
軸受鋼	0.4		0.42		0.42					0.06		0.88	2.9
ばね鋼	0.9		0.08		0.08							0.98	3.2
合金工具鋼										0.10		0.10	0.3
炭素工具鋼	0.19		0.06		0.06					0.03		0.28	0.9
合計	13.99	0.06	5.64	0.72(0.02)	6.42				1.72	1.62	4.8	28.5	100

（備考）1.生産統計は各工場毎にとっている。2.構造用炭素鋼(　)内は鋼管用ビレット。
3.750 で22万t、650 で10万t、内5 万t が連圧し、錫潤と4圧用ビレットとしている。

表4-2　1998年の製品別生産予想（単位:　万t）

材料	120/130 角		100/120/130 角	300 ×400 20"		100/120/130 角	300 ×400 20"		100φ	12" 14"	60～90角 購入ビレット		
工場	錫潤		小型	大型		小型	大型		新鋼管	鍛造	3圧		
製品名 / 鋼種	線材 φ5.5 ～13	丸棒 φ14～32	丸棒 φ20～70	丸棒 φ75～230	合計	平鋼 5-30	平鋼 19-105	角鋼 巾150	鋼管	鍛造 φ120 ～220	線材 φ6.5 ～8	総計	%
普通鋼	1.0										10.5	11.5	18.4
構造用炭素鋼	12.1		1.0	3.0	4.0	1.6			2.4	1.14		21.2	34.1
構造用合金鋼	1.5	0.6	2.0	1.0	3.6	1.5	2.0	1.4	2.4	0.44		12.8	20.6
軸受鋼	0.8	0.8	1.5	1.0	3.3			0.4		0.32		4.82	7.7
ばね鋼	0.7	0.8	1.0	1.0	2.8	4.0	2.0	0.2				9.7	15.6
合金工具鋼				0.4	0.4		0.5			0.14		1.04	1.7
炭素工具鋼				0.6	0.6		0.5			0.06		1.16	1.9
合計	16.1	2.2	5.5	7.0	14.7	7.1	5.0	2.0	4.8	2.1	10.5	62.3	100

（備考）現冷間引抜きは残すか、廃棄して冷間仕上げ 1万t 分を確保する。

表4-3　2000年の製品別生産予想（単位:　万t）

材料	130 角		130 角	300 ×400 20"		130 角	300 ×400 20"		100φ	14"	60～90角 購入ビレット		
工場	錫潤		小型	大型		小型	大型		新鋼管	鍛造	3圧		
製品名 / 鋼種	線材 φ5.5 ～13	丸棒 φ14～32	丸棒 φ20～70	丸棒 φ70～230	合計	平鋼 5-30	平鋼 19-105	角鋼 巾150	鋼管	鍛造 φ120 ～220	線材 φ6.5 ～8	総計	%
普通鋼	2										10.5	12.5	15.6
構造用炭素鋼	10.2	1	0.5	3.5	5	1			3	1.14		20.3	25.4
構造用合金鋼	2	3.6	4.5	1.5	9.6	2	2	2.4	3	0.44		21.4	26.8
軸受鋼	1	1	2	1.5	4.5			0.4		0.32		6.22	7.8
ばね鋼	1	1	1	1	3	6	2.5	0.4				12.9	16.1
合金工具鋼			0.5	0.4	0.9	0.5	1			0.14		2.54	3.2
炭素工具鋼				1.0	1.0		0.5			0.06		1.56	2.0
不銹鋼				2.5	2.5							2.5	3.1
合計	16.2	6.6	8.5	11.4	26.5	9.5	6	3.2	6	2.1	10.5	80 ※	100

（備考）80万t の内、自社素材で70万t（=80×歩留り 0.875）生産し、残りは購入ビレットで主に3圧線材を生産する。

4）工程流れ図

1995年（第1ステップ）、1998年（第2ステップ）の工程流れ図は、それぞれ図4-1と図4-2に示す通りである。

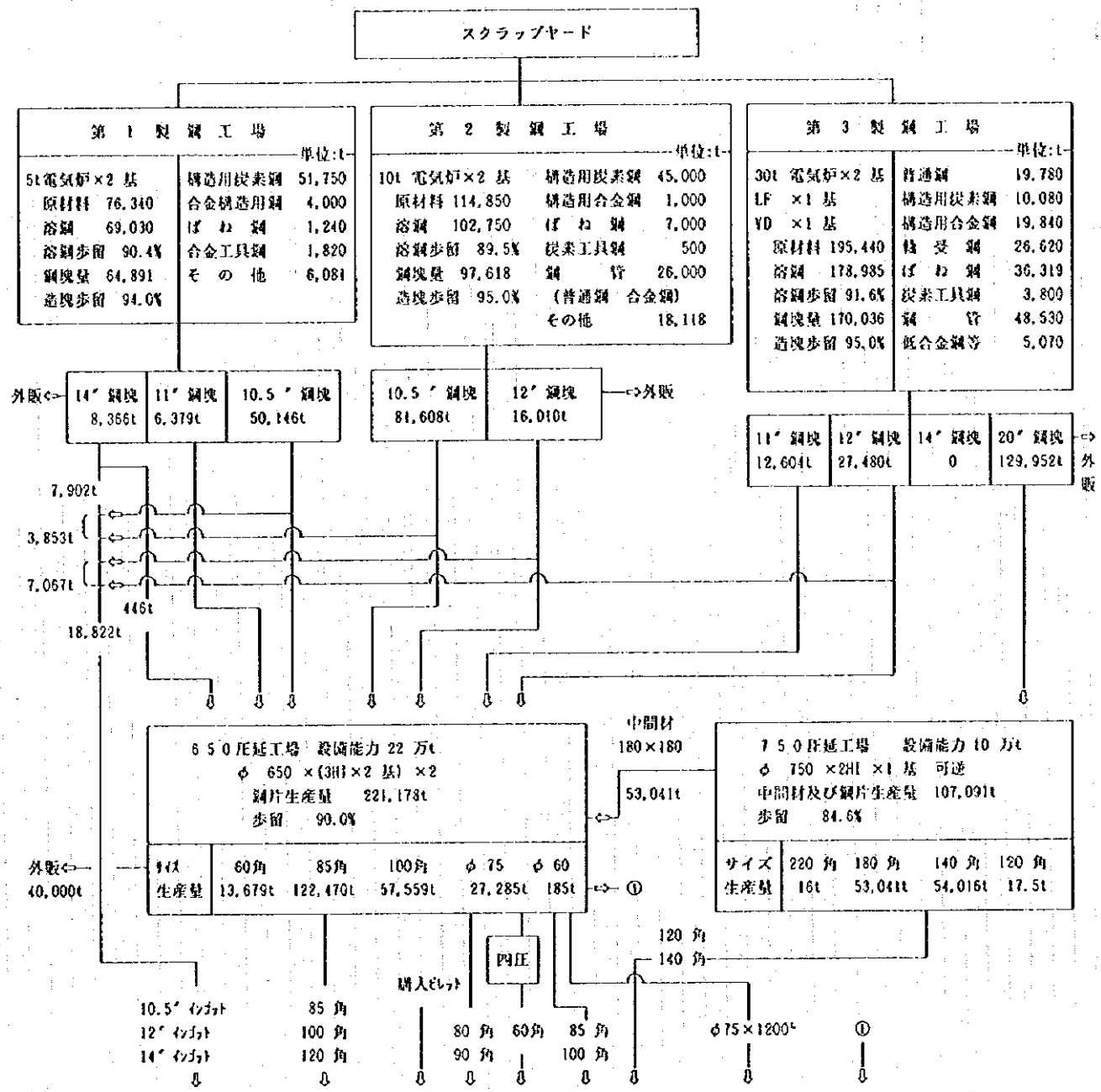
調査団は、表4-3に示した2000年（第3ステップ）での製品別生産計画を安価で効率的且つ品質を保証して、実現するための工程流れ図を3案作成した。錫鋼と検討した第3ステップ、2000年の工程流れ図の特徴は、次の通りである。

○連続鋳造可能鋼種によって第3製鋼→ビレット連鋳、または造塊、新製鋼→ブルーム連鋳に振り分け、3案を作成したこと。（実際には鋼種と製品形状、寸法の関係で両製鋼工場それぞれ分担することもある。）

○造塊も現在の5種類を14″、20″の2種類としたこと。

○ビレット連鋳は最小寸法の130mm角のみとする。分塊ビレットも130mm角に統一したこと。（第3案では鋼種・品質の点からビレット連鋳には160mm角程度も加えた。）

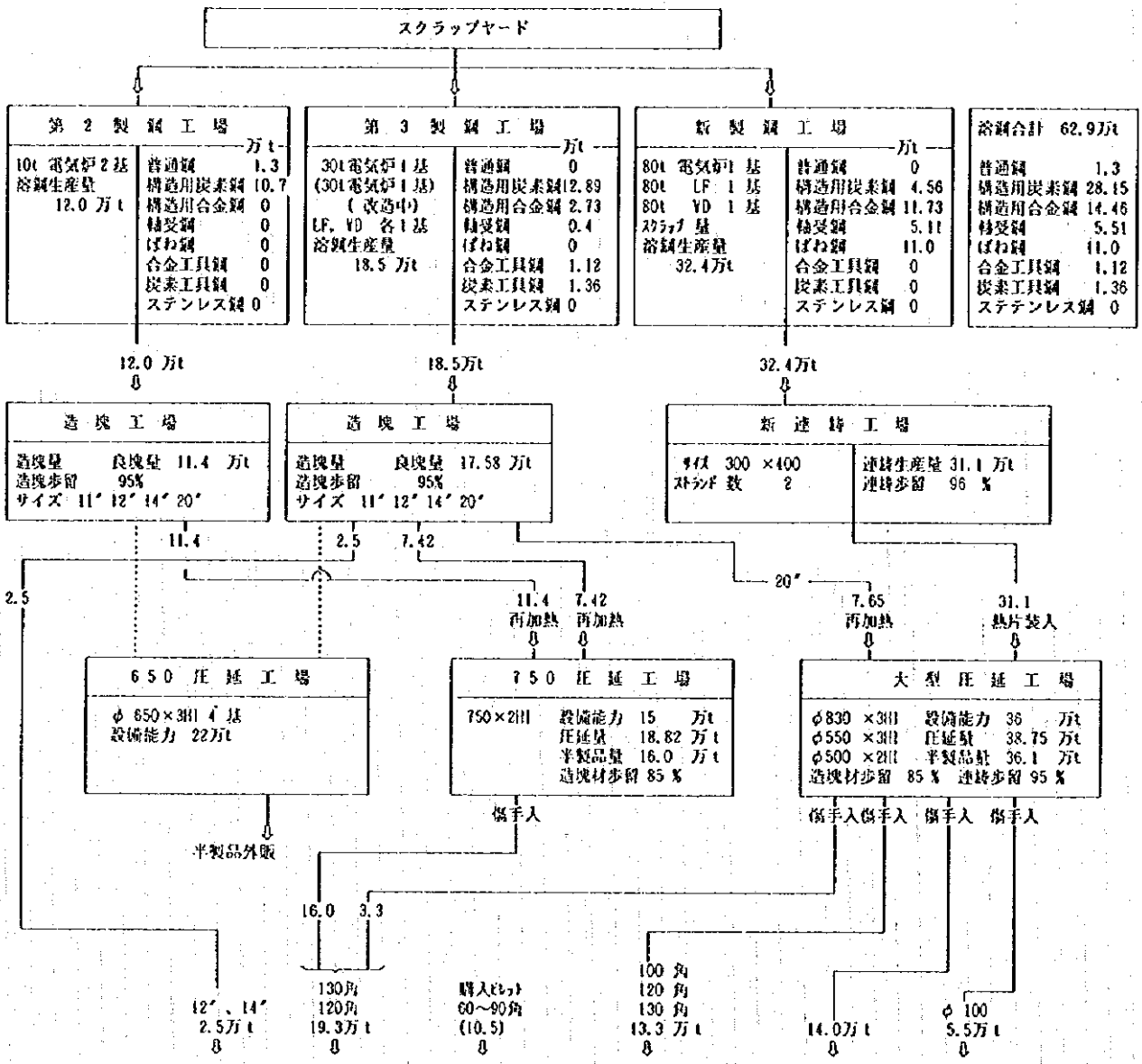
図4-3から図4-5に2000年の工程流れ図を示す。その中で錫鋼側とも協議して、図4-4に示す第2案を推奨する。



工場名	鍛造工場	線材	第3圧延工場	第4圧延工場	鋼管工場	650圧延工場	合計 t
設備能力 t/Y	20,000	140,000	100,000	60,000	18,000	7,000	
生産量 t	16,200	140,500	48,000	56,300	17,200	7,200(200)	285,500
製品サイズ	φ120 ～220	線φ5.5 ～13 棒φ14～32	線φ 6.5～8.0	φ 28 ～75	φ75～		
鋼種別生産量							
普通鋼	0	15,300	38,900	1,600	0		55,800
構造用炭素鋼	8,800	98,200	9,100	38,500	17,000	7,000	178,600
構造用合金鋼	5,500	12,100	0	10,700	200	200	28,700
軸受鋼	600	4,000	0	4,200	0		8,800
ばね鋼	0	9,000	0	800	0		9,800
合金工具鋼	1,000	0	0	0	0		1,000
炭素工具鋼	300	1,900	0	600	0		2,800
計	16,200	140,500	48,000	56,400	17,200	7,200	285,500

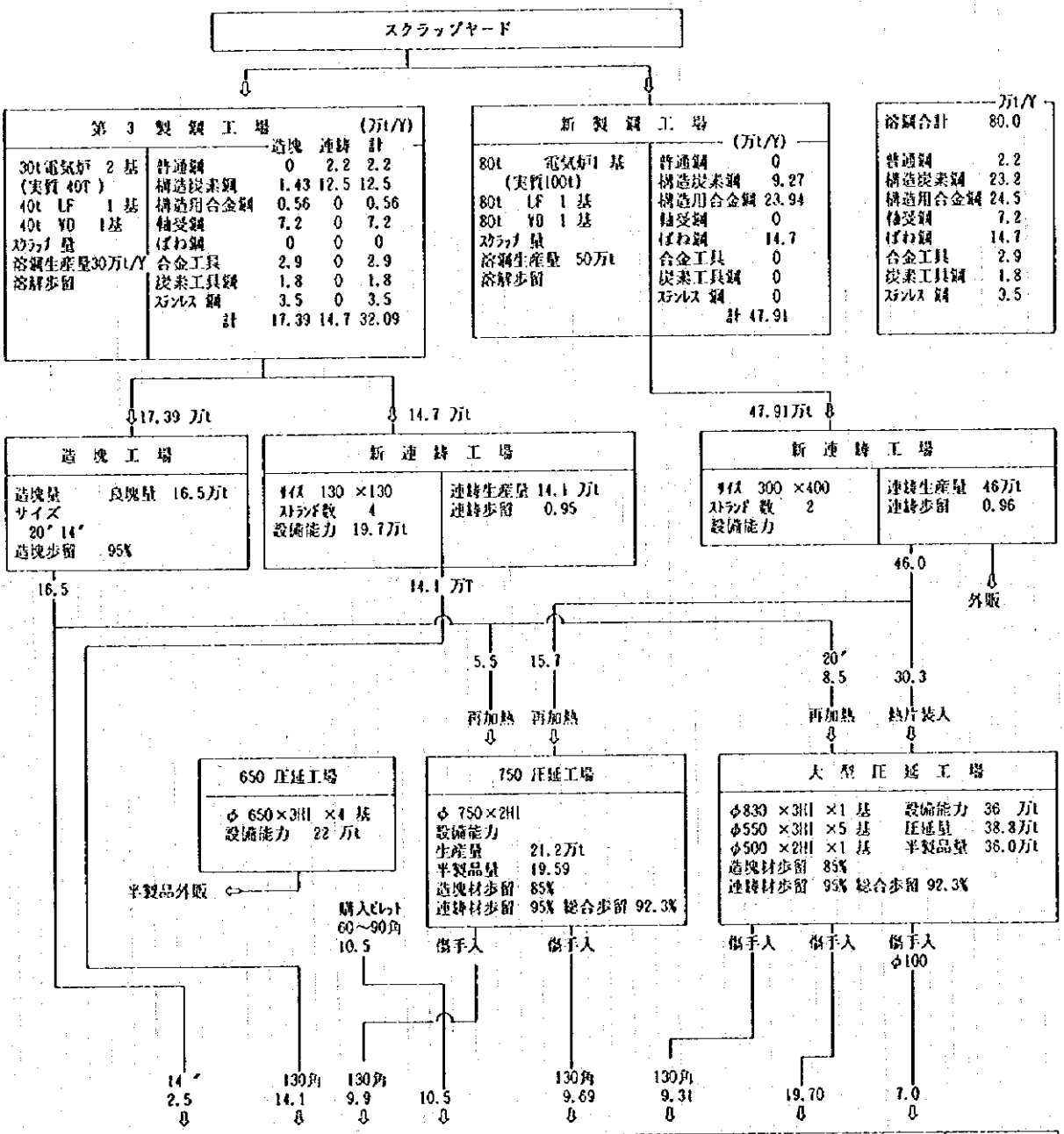
( )内は鋼管用ビレット

図4−1 １９９５年の工程流れ図



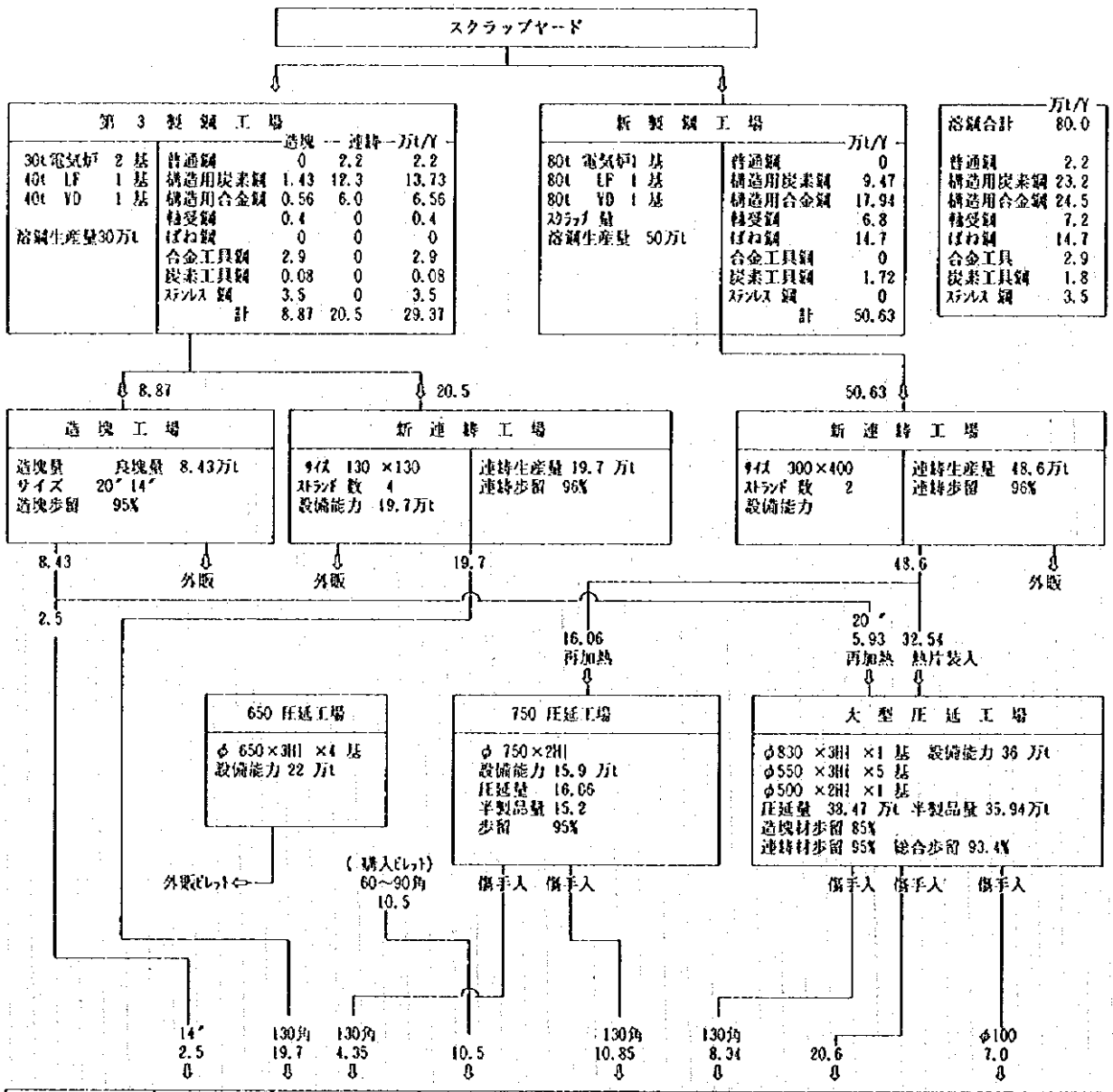
工場名	鍛造工場	線材	第3圧延工場	小型圧延工場	大型圧延工場	鋼管工場	計
設備能力 万t	2.5	18	10	12	15	5.5	
生産量 万t	2.1	18.3	10.5	12.6	14.0	4.8	62.3
製品サイズ	φ120 ～220	線φ5.5 ～13 棒φ 14 ～32	線φ 6.5～8.0	棒 φ 20 ～ 70 平 5 ～30	棒φ 75 ～230 平 19～105 ×115 ～410 角 55～150	φ 22 ～102 ×2.0 ～20′	
鋼種別生産量							
普通鋼	0	1	10.5	0	0	0	11.5
構造用炭素鋼	1.14	12.1	0	2.6	3.0	2.4	21.24
構造用合金鋼	0.44	2.1	0	3.5	4.4	2.4	12.84
軸受鋼	0.32	1.6	0	1.5	1.4	0	4.82
ばね鋼	0	1.5	0	5.0	3.2	0	9.7
合金工具鋼	0.14	0	0	0	0.9	0	1.04
炭素工具鋼	0.06	0	0	0	1.1	0	1.16
ステンレス鋼	0	0	0	0	0	0	0
合計	2.1	18.3	10.5	12.6	14.0	4.8	62.3

図4-2 １９９８年の工程流れ図



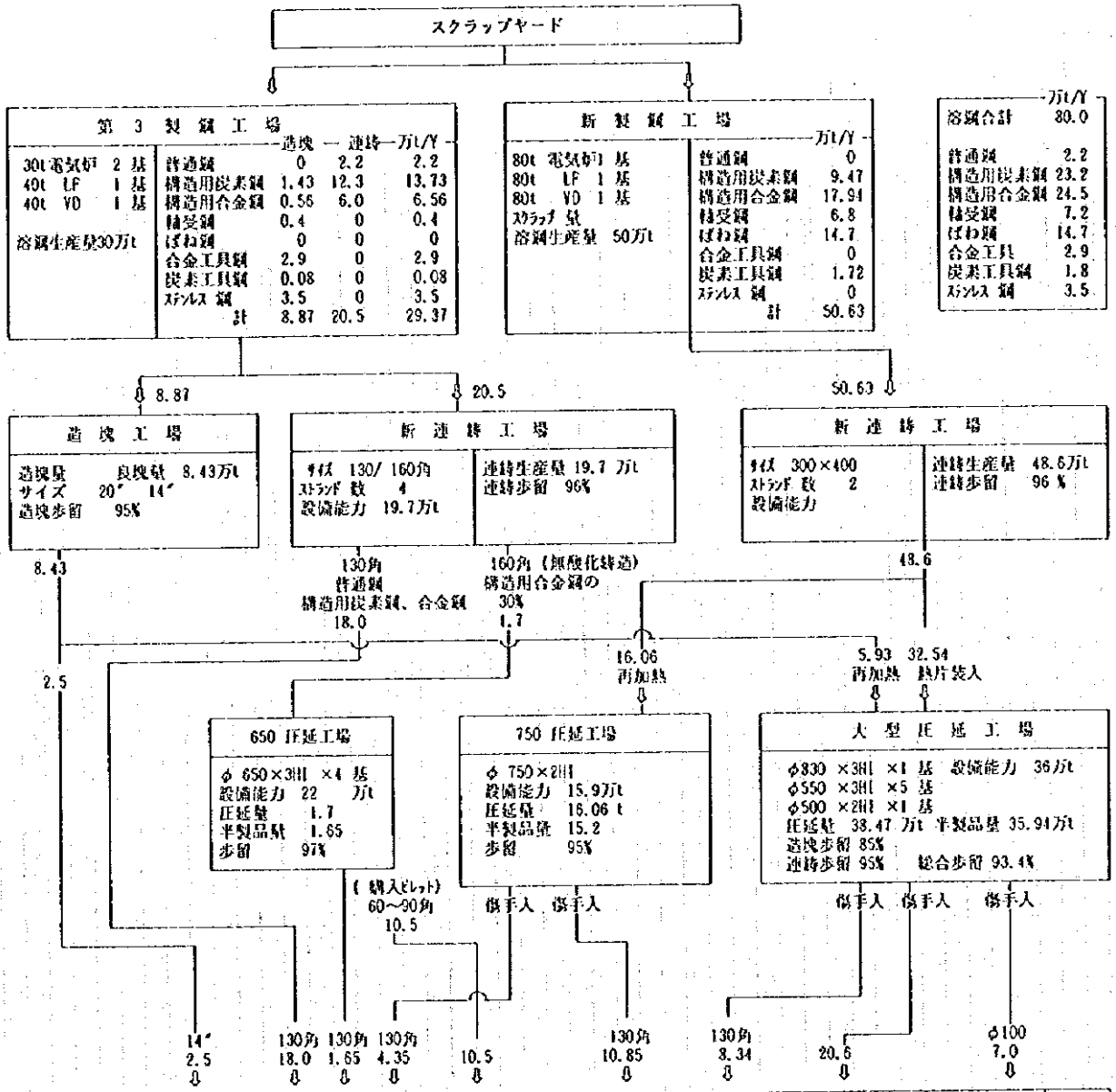
工場名	造塊工場	鋳鋼	第3圧延工場	小型圧延工場	大型圧延工場	鋼管工場	計
設備能力 万t	2	22	10	18	20	6	
生産量 万t	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6→19.7	6.0	80.0 →79.1
製品サイズ	φ120 ～220	線 5.5～13 棒 14 ～32	線 φ 6.5～8.0	棒 φ 20 ～ 70 平 5 ～30	棒 φ70～230 平 19～105 角 150	φ 22 ～102 2.0 ～20′	
鋼種別							
普通鋼	0	2	10.5	0	0	0	12.5
構造用炭素鋼	1.14	11.2	0	1.5	3.5	3	20.34
構造用合金鋼	0.44	5.6	0	6.5	5.9	3	21.44
軸受鋼	0.32	2	0	2	1.9	0	6.22
ばね鋼	0	2	0	7	3.9 ｝やや小	0	12.9
合金工具鋼	0.14	0	0	1	1.4	0	2.54
炭素工具鋼	0.06	0	0	0	1.5	0	1.56
ステンレス鋼	0	0	0	0	2.5	0	2.5
計	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6→19.7	6.0	80.0 →79.1

図4-3 ２０００年の工程流れ図（第１案）



工 場 名	鍛造工場	線 材	第3圧延工場	小型圧延工場	大型圧延工場	鋼管工場	計
設備能力 万t	2	22	10	18	20	6	
生 産 量 万t	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6	6.0	80.0
製品サ イ ズ	φ120 ～220	線 φ 5.5～13 棒 φ 14 ～32	線φ 6.5～8.0	棒 φ 20 ～ 70 平 5 ～30	棒 φ 70 ～230 平 19～105 角 150	φ 22 ～102 ×2.0 ～20t	
鋼 種 別							
普 通 鋼	0	2	10.5	0	0	0	12.5
構造用炭素鋼	1.14	11.2	0	1.5	3.5	3	20.34
構造用合金鋼	0.44	5.6	0	6.5	5.9	3	21.44
軸 受 鋼	0.32	2	0	2	1.9	0	6.22
ば ね 鋼	0	2	0	7	3.9	0	12.9
合金工具鋼	0.14	0	0	1	1.4	0	2.54
炭素工具鋼	0.06	0	0	0	1.5	0	1.56
ステンレス鋼	0	0	0	0	2.5	0	2.5
計	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6	6.0	80.0

図4-4 ２０００年の工程流れ図（第２案）



工場名	鍛造工場	鍛 造	第3圧延工場	小型圧延工場	大型圧延工場	鋼管工場	計
設備能力 万t	2	22	10	18	20	6	
生産量 万t	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6	6.0	80.0
製品サイズ	φ120 ～220	線 φ 5.5～13 棒 φ 14 ～32	線φ 6.5～8.0	棒 φ 20 ～ 70 平 5 ～30	棒 φ 70 ～230 平 19～105 角 150	φ 22 ～102 ×2.0 ～20t	
鋼種別							
普通鋼	0	2	10.5	0	0	0	12.5
構造用炭素鋼	1.14	11.2	0	1.5	3.5	3	20.34
構造用合金鋼	0.44	5.6	0	6.5	5.9	3	21.44
軸受鋼	0.32	2	0	2	1.9	0	6.22
ばね鋼	0	2	0	7	3.9	0	12.9
合金工具鋼	0.14	0	0	1	1.4	0	2.54
炭素工具鋼	0.06	0	0	0	1.5	0	1.56
ステンレス鋼	0	0	0	0	2.5	0	2.5
計	2.1	22.8	10.5	18.0	20.6	6.0	80.0

図4-5 ２０００年の工程流れ図（第３案）

5）レイアウト

第3ステップ（2000年）までのレイアウトと投資金額案も調査し、レイアウト3案を比較した。レイアウトを図 4-6から図 4-8に示す。比較結果は、表 4-4に示す通りである。

表 4-4　レイアウト案の比較（○問題なし、△問題あり）

	建設工期	連続圧延	省ｴﾈ（燃料）	既設工場との干渉等	公道改造	敷地買収	750 工場へのﾌﾞﾙｰﾑの搬送	ｽｸﾗｯﾌﾟ搬送	将来の拡張性
A　案	△	○	○	△	○	○	△	△	△
B　案	△	△	△	○	△	○	○	△	△
C　案	○	○	○	○	○	△	○	△	○

A案、B案は工場側で考えられていた案であり　C案は当調査団の案である。現状でも敷地が窮屈な状況下にある悪条件のもとに 50 万t を生産する製鋼工場、圧延工場を配置することは多くの問題点がある。どの条件がレイアウトを決める決定的要因になるかの判断にもよるが、A案が良いように考える。

プロダクトミックス及び長さから大型圧延設備のテーブルの長さをチェックして設備の全長を短くするように検討する必要がある。

A案　第1製鋼を解体撤去後、新製鋼と大型圧延を直結して連鋳材が直接圧延できるように配置する。小型圧延は第1圧延の跡地に設置する

B案　新製鋼は製鉄所内を分割する公道の西側の空地に設置し、大型圧延は第1製鋼を解体撤去後の跡地に設置する。

C案　750 圧延とスクラップヤードとの間の土地を買収して新製鋼、大型圧延を設置する。

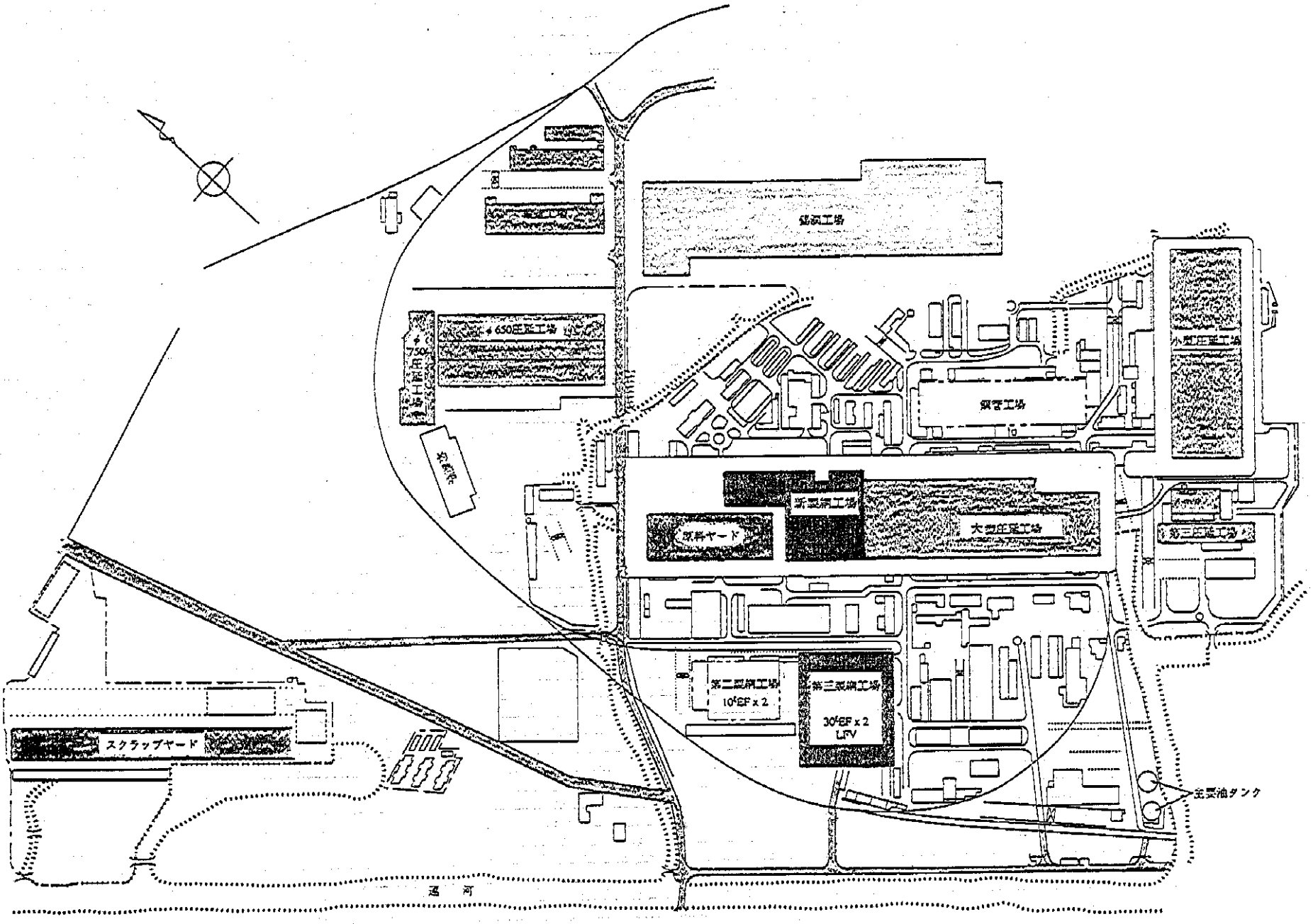


図 4-6 鋼工場全体配置図 （ A 案 ）

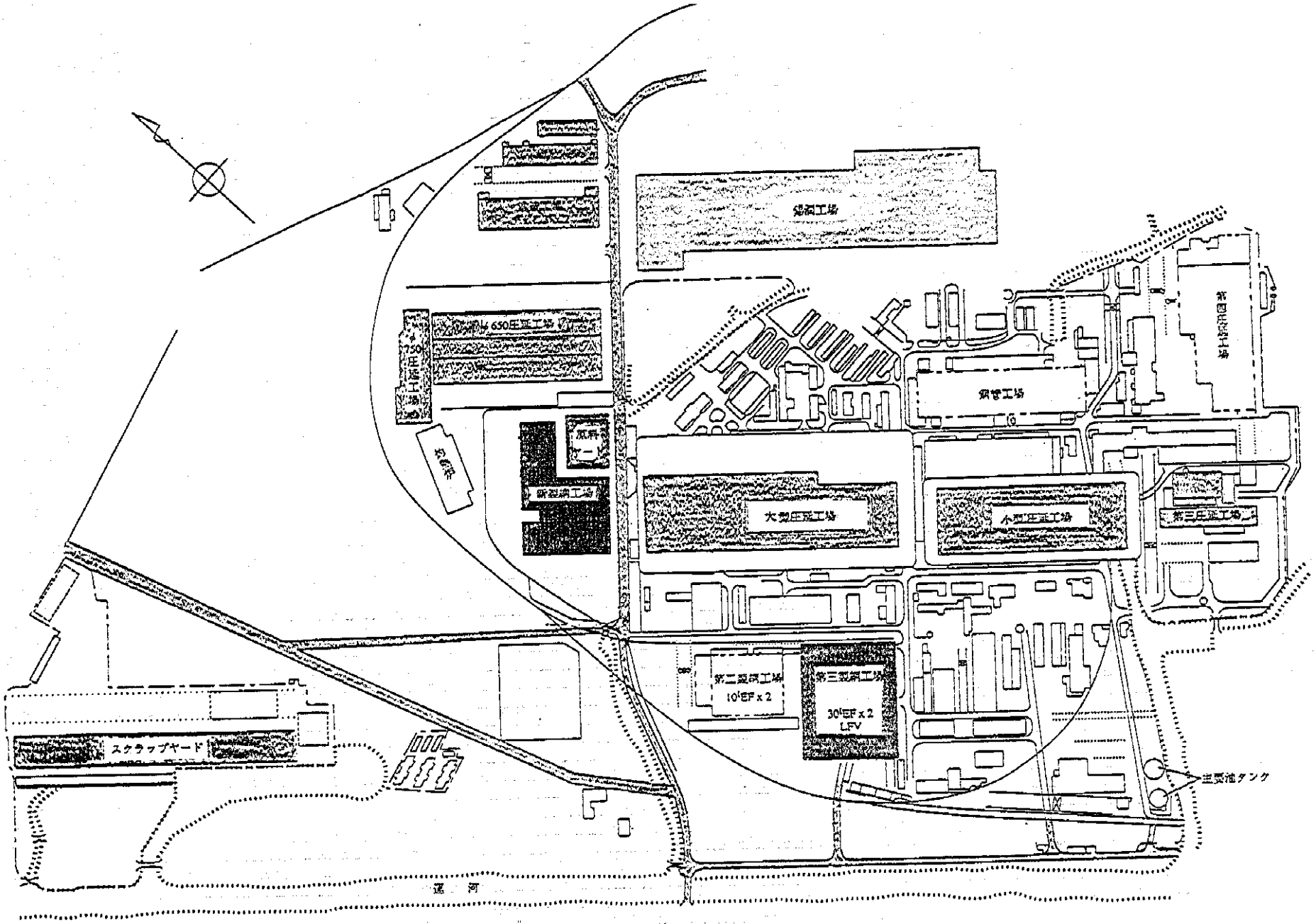


図 4-7　鋼工場全体配置図　（ B 案 ）

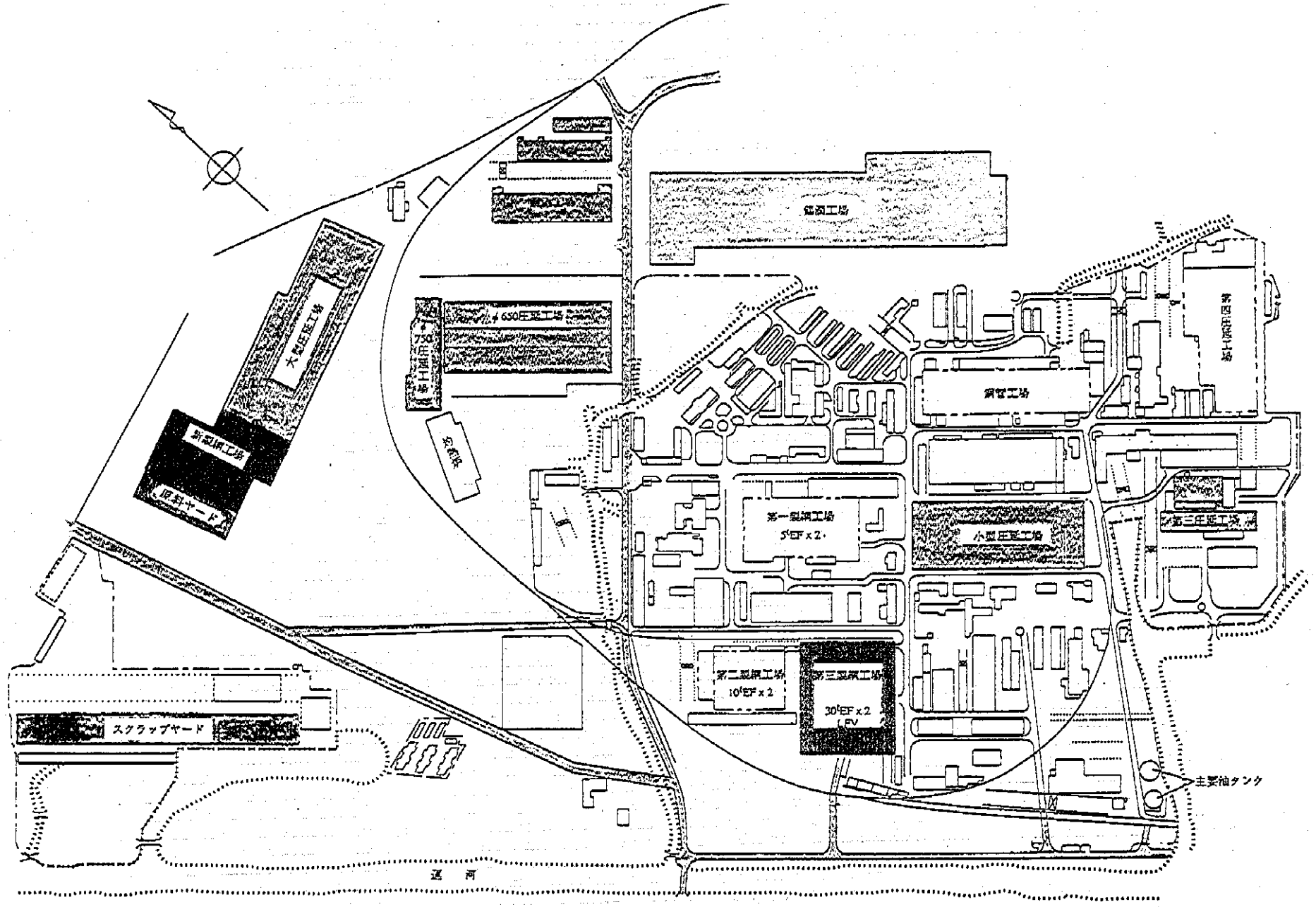


図 4-8 錫鋼工場全体配置図 （ C 案 ）

1－2 原 材 料 受 入

1） 第1ステップ

① 購入スクラップを品種別、重量別に分類し、低品質のスクラップは普通鋼の製造に使用するなどの工夫をする。購入スクラップを分析し、不純物元素、特に燐（P）、硫黄（S）のレベルに応じて管理する。

② ホームスクラップを鋼種別に分類する。これは全社的取り組みが必要であり鋼種別に定められた製鋼工場へ戻す。スラグは廃棄することとし、原料として使用しない。

③ 管理されたスクラップの適正配合を実施して、溶解時間の短縮、電力原単位の低減を図る。

2） 第2ステップ

① スクラップヤード受入れ設備能力の改善及び稼働率を向上させる。（ｸﾚｰﾝ能力強化、1000t 油圧切断機、300 t 油圧プレスの稼働率向上）

② 保管能力を増強する。（受入れヤード:6万t →12万t 、新製鋼ﾔｰﾄﾞ :1.1万t）

③ 搬送能力を増強する。（小型ﾄﾗｯｸ →大型ﾄﾗｯｸとし、台数増）

3） 第3ステップ

① 3製鋼スクラップヤードを確保する。（天井ｸﾚｰﾝの稼働率向上、5 千t の保管能力確保）

② 現状の2.4 倍の調達量を処理するため合金鉄及びフラックスの受入、保管、払出しラインを確保する。

1－3 製 鋼 工 程

1） 第1ステップ

① 酸素富化操業の実施

電力原単位の低減(3-6 kWh/Nm³・cht)、溶解時間の短縮（酸素1Nm³/chtに対し1-2 分）ができる。

② カーボンインジェクション法の採用

出鋼歩留りの安定化、熱効率の向上が図れ、電力原単位の低減（約 3%)、カーボン原単位の低減（21-37%）ができる。

③ 助燃バーナーの採用

電力換算 5-9 kWh/tの効果がある。

④ ロングアーク操業の採用

電極原単位、電力原単位の低減ができる。

⑤ 脱リン作業の改善

生石灰を早期に滓化させる。

⑥ コンピュータ化

正確な操業データの把握ができ、操業最適化による各種原単位の向上が図れる。第3製鋼の電気炉と精錬炉へ是非導入されたい。

2） 第2ステップ

電力系統の確保により、新製鋼工場（年産35万t)を早期に立上げる。

3） 第3ステップ

① 第3製鋼工場改造（年産30万t)による80万t 体制の確立

第1案 現有のNo.6 電気炉を改造する案。

第2案 現有のNo.6、No.7 電気炉を廃却し、新設炉(50 ～70tUHP) を導入する案。

第2案は、とりべ精錬炉、真空脱ガス処理設備、クレーンなどの新設による投資が必要である。連鋳を含めて比較した結果、第1案を推奨する。

② 直流炉の採用

直流炉は、電極原単位の改善(38-47%)、電力原単位の改善(5-7%)、耐火物原単位の改善(25%) 、フリッカーレベル低下(約50%) が図れ、操業コストが低い。No.6電気炉を直流炉へ改造することを推奨する。

③ 第3製鋼の連鋳化

歩留りの向上(1-4%)、再加熱工程を省略することにより、省力化及び省エネルギー化(25-50%)を図る。鋳造速度を高速化し、単位時間の鋳込量を増大することは、ストランド数を少なくし、設備費の低減や省力化が図れる利点はある。しかし高速鋳造は鋳型直下での凝固殻の厚みを薄くし、内部割れの原因となる。炭素や硫黄の含有量が多いほど、割れが発生し易くなる。錫鋼の場合は、特殊鋼なので鋳造速度は130mm 角で平均1.5m/minが適当と考える。

④ スクラップ予熱の採用

アーク炉高温排ガスの活用による電力原単位低減(20-30 kWh/t) 、溶解時間の短縮(3 min/heat)を図る。

1－4　型鋳造工程

当面の対策としては、冷塊搬送を温塊搬送へ切り換え、省エネルギー化を図る。インゴットの種類も 6種類もあり、これを順次整理し、第3ステップでは14″と20″のみとする。

1－5　圧　延　工　程

1）　750 圧　延

①　第1ステップ

(1)鋼塊装入、取り出しの迅速化及び保温トラックでの温塊輸送を実施して、均熱炉の熱効率向上を図る。

(2)4圧及び錫潤向け120 角ビレットのパススケジュールを改善し、生産性向上を図る。

②　第2ステップ

(1)均熱炉での燃焼自動化(ATC)、空気予熱器更新による熱効率向上を図る。

(2)冷却床の拡充、鋼片検査及び鋼片手入れ設備を導入する。

③　第3ステップ

(1)650 圧延を含め、新大型、新小型で圧延する以外の製品へ利用を検討する。

(2)圧延製品の表面きず対策として、ホットスカーフ設備及びビレット手入れ設備を設置する。

2）　650 圧　延

①　第1ステップ

パススケジュールを再検討して、第1スタンドへの負荷集中を低減させ、各スタンドへの負荷の平準化を図る。

②　第2ステップ

ビレットの寸法集約化を図る。

③　第3ステップ

(1)750 圧延を含め、新大型、新小型で圧延する以外の製品へ利用を検討する。

(2)圧延製品の表面きず対策として、ホットスカーフ設備及びビレット手入れ設備を設置する。

3）　3　圧

市場需要及び錫潤との兼ね合いを十分に考慮して、小規模改造(単重150kg 以

下・設備能力15-18 万t/年)か大規模改造(単重300kg ・設備能力20万t/年)かあるいは廃止を早急に決断すべきである。

4） 4 圧

全工程の再検討が必要であるが、1997年には操業を停止し、新小型圧延へ業務が移行する。移行までの期間、特定の需要家、例えば揚州第一汽車歯車向け20CrMnTi材に的を絞って製造管理項目を設定し、作業標準を定め、実施する。

5） 大型/ 小型圧延

① 大型圧延の技術評価

(1) 第2ステップ（97年末）で稼働予定の分塊圧延機(1954 年稼働の三重調整型の旧式ミル）は将来的には課題がある。三重式の問題点は、大重量の中ロールを水スケール等の悪環境のなかで昇降させる必要があること、大重量の昇降テーブルを大重量の圧延材を載せたまま速い速度で昇降させること、圧延材の噛込み性等、二重可逆式に比べて設備性能的に劣る。現在計画中の連鋳鋼片に使用する場合、単重増加（270 ×320 ×3,760mm ℓ、2.5t→ 400×300×3,900mm ℓ、3.7t）もあり、対応を検討する必要がある。

従って、第 3ステップで38万t / 年分塊圧延する能力はあるものの、将来的には二重可逆式圧延機(ﾛｰﾙ 径約φ900 、駆動電動機3,000kW)に更新した方がよい。

(2) 鋼片単重の増加に対応できるように圧延設備、加熱炉、精整設備の技術的諸問題、各設備の位置関係見直し、ハンドリング設備能力の検討を行う。

又、鋼片検査きず取りの自動化、加熱炉鋼塊保熱設備の設置、加熱炉自動燃焼制御設備の整備、連鋳機/ 加熱炉間の鋼片流れの整備、ホットスカーフ設備の整備等が必要である。

② 小型圧延の技術評価

(1) 並列式レピーター誘導式圧延機であり、最新型の全連続式圧延機に比較して低生産性(ﾛｰﾙ 周速 6 : 16-18 m/sec、生産性 40 : 100-150t/h) 、製品精度(φ16-25 材で±0.1mm は困難) の問題はあるものの、次の点を付加すれば、これまでの実績もあり、市場要求への対応は可能と思われる。

品質保証された鋼片の使用、圧延作業の習熟、付属装置の改善、管理の徹底などにより、大半のきずは防止できる。脱炭防止のため焼上げ制御等燃焼

自動化が必要不可欠である。レピーターではガイド装置等の取付け調整を把握し、習熟すること及び部品の整備が必要である。

(2) 加熱炉については、ウオーキングハース炉の能力、鋼片装入抽出方法の検討が必要である。抽出はローラーテーブル方式の方がすりきず発生防止に効果がある。

圧延機については、ロール組替え、型替えに迅速化に対応する方式を考慮する必要がある。軸受け形式、ロール材質選定、ガイド、レピーターの構造についての検討、オフライン組替えのための設備の充実も必要である。

更に、将来のライン改造を考慮して、冷却床、仕上げ圧延機距離、冷却床長さ延長等の可能性への配慮も必要である。

1－6 鋼 管 製 造 工 程

1） 新鋼管工場における技術的考察

現鋼管工場は、熱間工程での品質の不良及び半製品の処理の遅延が問題であるが、既に建設中の新鋼管工場の稼働と共に一部、冷間引抜き工場を残して閉鎖予定である。新鋼管工場との比較で相違点、改善点を述べる。

製　　品：高級鋼管製造を指向し、高圧ボイラー管、構造用鋼管、液体輸送管等年産 6万t を目指している。（従来は炭素鋼管主体で、年産 1.7 万t）

製造工程：管材品質を確保する工程（自動探傷機導入、精整作業の精密化）を組入れている。

冷間引抜き機を組合わせることで、長尺管の製造も可能となる。

自動化　：従来、自動化システムがなかったが、コンピュータによる制御となる。プロセスデータの保存、生産データの収集、処理、倉庫管理等の効率化が図かれる。

2） 新鋼管工場への期待

「実用的で信頼性が高く、先進的で高能率である」という原則に基づいて、設備の合理的改造及び生産工程の改善を実施することで、優れた品質のシームレス鋼管の製造が可能となり、市場要求に対応できる。品質管理及び検査手段の強化は競争力を高め、錫鋼における最新鋭工場としての今後の実操業成果が期待される。

1－7　鍛　造　工　程

製品品質の現状は、鋼塊の表面きずが多く、合金鋼や軸受鋼の場合には、精錬材でも非金属介在物、酸素レベル、化学成分のバラツキが大きい。製品の内部品質保証については、抜き取りで端部切取りサンプルを取り、マクロ組織試験あるいは超音波探傷試験を実施している。 1995 年の社内検査では、42CrMo鋼で皮下気泡による不適合材が約60t 発生している。

1）　第1ステップ

①　要員の削減による固定費低減を図る。

②　生産計画をきめ細かく設定して、連続操業を実施する。そして計画停止を行うようにして省エネルギー化を徹底する。

③　品質保証については、高品質要求材、工程異常材及び試験材について、ポータブル超音波探傷器で手探傷を実施する。

2）　第2ステップ

①　加熱炉、焼なまし炉の温度調節機能を自動化し、重油原単位を低減する。

②　作業員の多能工化及び作業分担の見直しにより、省人化を実行する。

③　新大型圧延の稼働に伴い、従来鍛造で製造していた寸法が圧延可能になり、製造品種及び寸法見直しをする。新規製造鋼種等のための試作を積極的に取り組む。

④　ハンマー鍛造では中心部への鍛練効果は少なく、内部欠陥が発生しやすい。ポータブル超音波探傷器で全数検査する体制とする。

3）　第3ステップ

①　市場調査をして、付加価値の高い製品あるいは利益率の高い製品があれば、油圧鍛造プレスあるいは高速鍛造機へ設備更新を図る。製品例としては、直径300mm 以上または長さ4m以上の製品、鍛造後熱処理・機械加工まで行う製品、熱間工具鋼、ステンレス鋼の鍛鋼品が考えられる。

1－8　検　査　工　程

JIS と比較してGB規格、供貨協定YJZ84(中国冶金工業部発行) では、抜取り数及び検査項目は多いが、地きず試験がない。

1）　第1ステップ

①　操業異常材及び試験材に限定して、ビレットと鍛鋼品の手動超音波探傷を実

施する。

現状では、ビレットの中間検査は酸洗い後、目視で行い、棒鋼製品及び鍛鋼品の外観検査も全数目視であり、線材の外観検査は端末カットサンプルを酸洗い後、目視検査を実施しているのみである。鋼管製品は、超音波探傷と渦流探傷の検査ラインはあるが、有効に稼働した形跡はない。精度チェックリスト、検査標準、検査日報等が作業現場に保管されていない。

② 棒鋼検査では検査環境を整備する。例えば、現在の水銀灯に加えて、ナトリウムランプあるいは白熱灯スポットライトの補助光の採用を提案する。

2） 第2ステップ

① サンプルによる各種試験は規格に従い厳格に実施されているが、製品本体の検査、品質保証としては十分でない。品質保証を確実にするために非破壊検査設備を導入する。例えば、ビレット磁粉探傷機と超音波探傷機の導入、棒鋼用渦流探傷機と超音波探傷機の導入、鋼管用回転プローブ型渦流探傷機とマーキング装置の導入がある。

3） 第3ステップ

① 非磁性であるステンレス鋼ビレット及び棒鋼は磁粉探傷検査ができないので酸洗い後、目視検査する。従って、環境対策の項に述べるステンレス鋼酸洗い後の排水処理設備の設置が必要となる。

② ＳＥＭ（走査電子顕微鏡）、ＥＤＭ（エネルギー分散型電子顕微鏡）を導入して、不適合材の発生原因を究明、再発防止に活用する。

以上の生産工程の近代化計画での設備提案を整理すると、表4-5 のようになる。

表4-5 近代化計画に関する設備提案のまとめ

	現　　状	第１ステップ	第２ステップ	第３ステップ
近代化目標	1995年 30万ｔ	1996年～1997年	1998年 62万t	2000年 80万ｔ
原材料受入			ｽｸﾗｯﾌﾟﾔｰﾄﾞ設備	合金鉄等保管設備
製　　鋼	電気炉　5t×2 10t×2 30t×2 造塊	酸素富化操業 ｶｰﾎﾞﾝｲﾝｼﾞｪｸｼｮﾝ法 助燃ﾊﾞｰﾅｰ採用 ﾛﾝｸﾞｱｰﾑ操業	５ｔ電気炉休止 80ｔ電気炉稼働 ﾌﾞﾙｰﾑ連鋳設備	１０ｔ電気炉休止 ３０ｔ電気炉改造 第３製鋼連鋳化
圧　　延	750 圧延 650 圧延 ３圧（線材） ４圧（棒鋼）	鋼塊の保温輸送 ﾊﾟｽｽｹｼﾞｭｰﾙの改造	大型圧延稼働 均熱炉燃焼自動化 鋼片検査手入設備 小型圧延稼働	ﾎｯﾄｽｶｰ設備設置 ﾋﾞﾚｯﾄ手入れ設備
鋼　　管		新鋼管工場の稼働		
鍛　　造	ｽﾁｰﾑﾊﾝﾏ 5t×1 3t×2	超音波探傷器の使用	炉温度調整自動化	油圧鍛造プレス 高速鍛造機
検　　査		超音波探傷器の使用	非破壊検査設備 磁粉、渦流など	電子顕微鏡 ＳＥＭ，ＥＤＭ
エネルギー		新酸素製造設備	２２０ｋＶ 受電 重油炉自動化制御 コンプレッサ自動制御	ｲﾝﾊﾞｰﾀｰ制御設備
環境設備		製鋼工場集塵機修理	電気炉直引集塵機 鍛造工場の防音壁	新廃酸処理設備
生産管理			ｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ の利用	

注：文字を網かけした項目は、錫鋼が発注準備を進めている設備を示す。

2. 生産管理の近代化計画案と実施上の留意点

2－1 設計管理

1） 第1ステップ

① デザインレビュー（DR）の体系化を図る必要がある。例えば、DRに関与する人の明示、基準、手続き文書化等を実施する。

② 製造仕様書様式の標準化を図る。

2） 第2ステップ

① 品質情報の整理と活用を図る。例えば、製品の製造条件と品質特性の因果関係の解析データ、品質のバラツキ具合、品質向上の推移等を一元化管理する。

② 科学技術用コンピュータの導入活用を図る。品質管理手法のうち、実験計画法、分散分析、相関回帰分析等のデータ解析手法をコンピュータ化する。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップを着実に実施すること、技術開発センター及び理化学検査センター等の技術研究所を組織することにより、国際水準の製品の完成を目指す。

2－2 調達管理

1） 第1ステップ

① 調達品の品質向上を図るために、調達先の組織化を検討し、錫鋼グループ一体の品質管理体制を構築する。特に、スクラップの品質管理、品質確保に努める。

② 事務処理に関しては、帳票類について極力標準化を図る努力をする。

2） 第2ステップ

① 調達量確保、品質維持向上、コスト低減に努める。

② 調達管理事務処理のコンピュータ化への移行を図る。

③ 調達品のコストテーブルの作成/活用、取引契約書、購入仕様書等の整備を図り、経済的購買システムを確立する。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップを着実に実施し、調達管理水準を向上させる。

2－3 在庫管理

1） 第1ステップ

① 保管品の品質維持を徹底する。特に、現在露天積みの製品倉庫はテント倉庫

等の利用を検討する。

② 事務処理に関しては、帳票類について極力標準化を図る努力をする。

2） 第2ステップ

① 在庫管理事務処理のコンピュータ化への移行を図る。

② 在庫管理技法の習得及び応用に努める。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップを着実に推進し、在庫回転率（現状 2.97-4.06 回/年）の向上に努める。

2－4 工程管理

1） 第1ステップ

① 個別受注生産計画に見込み生産を加味し、設備が連続操業となるように生産計画を策定する。（電力事情を考慮した生産計画とする。）

② 作業指示は口頭ではなく、職場毎に文書で作業指示表を作成する。それを職場毎に掲げ、実績記録を記入する。帳票類の統廃合も実施する。

③ 品質向上に向け、提案表彰制度を設ける。

2） 第2ステップ

① 標準時間制度の活用と作業改善を図る。

② 搬送/運搬等の材料ハンドリングにLCA（ﾛｰｺｽﾄｵｰﾄﾒｰｼｮﾝ）の導入を図る。

③ 新設備導入時には、生産効率を考慮した配置とする。

3） 第3ステップ

① コンピュータシステムの構築にあたっては、既存の帳票類を業務の流れに添って整理、実態を調査し、工程管理の機能と入出力プランを加える。更に、実施スケジュールを明確にして実行する。

2－5 品質管理

1） 第1ステップ

① 原材料の品質区分を明確にする。

② 各種試験/検査データの解析を実施し、生産現場へフィードバックする。
特に、ユーザーの声をフィードバックする。

③ QC工程表の再整備を行い、管理ポイントを明確にする。

④ 炭素鋼線材のISO-9000を取得し、維持管理に努める。

2） 第2ステップ

① その他の製品のISO-9000申請、取得を図る。

② ISO 取得はスタートであり、統計的品質管理SQC の技術者及び管理者への教育並びに活用を図る。

③ 現場への品質データの公示、標語の掲示、デミングサークルの実行により、品質意識の高揚を図る。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップの一段の推進、徹底を図る。

② 国際的製品品質水準を確保する。

2－6 安全管理

1） 第1ステップ

① 工作機械等に付設のグラインダーに安全保護カバーを完全設置する。

② 高所作業クレーンのフック、ワイヤー等危険部分の再点検と整備を行う。

③ 5S（整理・整頓・清掃・清潔・躾）の再徹底を図る。

2） 第2ステップ

① 工場内床面に区別標識を設け、定期的に補修する。

② 工場推進中の死亡 0、火災 0、安全第1の「001 」運動を達成する。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップを着実に推進し、再点検することにより、中国企業における安全管理モデル工場とする。

2－7 設備管理

1） 第1ステップ

① 各工場での点検修理と修理工場での集中修理の区分を明確にして、人員配置の再編成も検討する。

② 復旧修理から予防保全への転換を図る。

③ 故障コスト、PMコスト等を全員に周知徹底し、コスト意識の向上を図る。

④ 幹部社員、設備担当者は予防保全、生産保全を含めた全員参加の生産保全TPMの知識向上に努める。

2） 第2ステップ

① TPM の理解、小集団活動テーマへの折り込み等、全社的にTPM 体制を目指した運動を推進する。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップの着実なる推進と再点検により、TPM 体制を確立する。

2－8　教育・訓練

1）　第1ステップ

①　品質管理教育を各階層で実施する。

②　小集団活動を積極的に推進する。

2）　第2ステップ

①　ｲﾝﾀﾞｽﾄﾘｱﾙ　ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ IE 、価値分析 VA 、価値工学 VE 等の経営工学的手法の教育を実施する。

②　コンピューター各種ソフトの利用や制御用技術教育の活用を図る。

③　英語教育を充実させる。

④　QCガイドブック配布、提案制度を充実させ、品質管理意識の高揚を図る。

3）　第3ステップ

①　第1ステップ、第2ステップの着実なる推進と再点検を行う。

2－9　エネルギー管理

1）　第1ステップ

①　冷塊輸送から温塊/ 熱塊輸送への切換えを実施する。

②　新酸素製造設備を立上げ、酸素増量操業による電力原単位の向上を図る。

③　エアー、蒸気等のロス箇所を権限のある専任者が巡回・点検し、修理を実施する。

2）　第2ステップ

①　新製鋼工場の早期立上げにより、電力原単位の改善を図る。

②　重油炉の炉操業自動制御化を図る。

③　コンプレッサー運転の自動制御化を図る。

3）　第3ステップ

①　各設備においてインバータ制御を採用し、省エネルギー化に努める。

2－10　環境対策

1）　第1ステップ

①　製鋼工場の集塵機を早期に修理して、大気汚染防止に努める。

②　工場排水は中和状態を調べ、排水基準を遵守して排出する。

2）　第2ステップ

①　新製鋼工場は、建屋集塵機及び電気炉にも直引き集塵機を設置して、環境基準の遵守に努める。

② 鍛造工場のハンマー騒音は、防音壁や防音扉を設置して防ぐ。

3） 第3ステップ

① オーステナイト系ステンレス鋼の生産に伴い、酸洗い設備の排水に有害な六価クロムが含まれるため新たな廃酸処理設備を導入する。

3． 財務管理の近代化案と実施上の留意点

3－1 財務管理

帳票類、管理手順は一応の水準にあると言える。第1ステップから第3ステップに至るまで、経営分析指標の活用と推進及びコンピュータの拡充による財務処理のシステム化を目指して取り組む。

1）近代化計画達成のための投資額に対する資金調達方法を早期に確立する。

2）財務会計から管理会計への発展を図る。経営分析指標に基づき、労働及び設備生産性分析、収益性分析、安全性分析を実施し、経営管理に活用する。特に、部課長クラスには経営分析指標の意味、活用の方法を理解させるための教育を行うことに留意されたい。

3）財務処理のシステム化

月次の損益計算、バランスシートなど財務諸表作成のためのプログラムソフトの開発、購入及びその活用を図る。

3－2 製造原価分析

1） 第1ステップ

① 原単位のコスト情報をコストテーブルに集約して、生産現場に提供することで、コスト意識の高揚を図る。

② 全社的事務改善プロジェトと並行して原価管理面から原価要素別のコードの設定を進める。

2） 第2ステップ

① 原価計算システムを構築する。

② VA（価値分析）、VE（価値工学）を導入して、各工場でコスト競争させ、評価するシステムとする。

3） 第3ステップ

① 第1ステップ、第2ステップを着実に実施・推進し、再点検する。

4. 近代化計画実施スケジュール及び経費

近代化実施スケジュールは表4-6に示す。

表4-6　近代化実施建設スケジュール

D：解体　M：製作 購入　E：据付　R/C：整備 修理　C/R：テスト、コールドラン
B/E：基本設計　D/E：詳細設計　T：輸送　▽：稼動　▼：休止

項目 ＼ 年	'96	'97	'98	'99	2000
(1) 生産量	38	38.3	62.3	78	80
(2) 工場稼働／休止／改造計画	▼ 1製鋼休止		4月▽ 新製鋼稼動 ▽ 大型圧延稼動 小型圧延／平鋼 手入工場稼動 9月▽ 3製鋼増強工事完 稼働開始 ビレットCCM 稼動開始	▼ 2製鋼／4圧休止	
(3)建設スケジュール					
1. スクラップヤード					
①運河浚渫	B/E — E				
②ヤード拡張	B/E — E				
③荷揚 運搬機	M — E				
2. 新製鋼工場					
第1製鋼工場解体撤去	D				
①建屋 基礎	B/E, D/E, M — E				
②電気炉、LF, VD 及付帯設備	B/E, D/E, MM — E — C/R				
③連鋳及付帯設備	B/E, D/E, M — E — C/R				
3 大型圧延工場					
①建屋 基礎	B/E, D/E, M — E				
②移設機器	D, T — R/C — E — C/R				
③新設機器	B/E, D/E — M — E — C/R				
4. 小型圧延工場					
①建屋 基礎	B/E D/E, M — E				
②移設機器	D, T — R/C — E — C/R				
③新設機器	B/E, D/E — M — E — C/R				
5. 平鋼手入工場					
①建屋 基礎	B/E D/E, M — E				
②移設機器	D, T — R/C — E — C/R				
③新設機器	B/E, D/E — M — E — C/R				
6. 第3製鋼工場					C/R
③16電気炉改造		B/E, D/E — E			
②連鋳及付帯設備		B/E, D/E — M — E — C/R			
7. 機械修理場、加工機械（連鋳ロール、鋳型用）		B/E, D/E, M — E, C/R			
8. 水処理					
①新電気炉 連鋳設備用	B/E, D/E, M — E, C/R				
②大型圧延設備用	B/E, D/E, M — E, C/R				
③小型圧延設備用	B/E, D/E, M — E, C/R				
④ビレット連鋳設備用		B/E, D/E, M — E, C/R			
9. 主受変電所					
① 基礎	B/E, D/E, M				
② 受配電設備	B/E, D/E, M — E, C/R				
10. 通信設備	B/E, D/E, M — E, C/R				
11. 給電線工事	B/E, D/E, M — E, C/R				
12. スラグ処理	B/E, D/E, M — E, C/R				
13. 輸送設備	B/E, D/E, M — E, C/R				
14. 工具 備品					
15. 取壊 移設 分析機器	D — B/E, D/E, M — E, C/R				
16. その他					
①輸入設備点検					
②設備輸入保険					
③トレーニング					
④建設管理					
⑤地質調査					

レイアウトA案と工程流れ図2案をもとに算定した経費の概要は表4-7に示す通りである。

表 4-7 近代化に要する経費の概要

工場　設備名	投資額 万元	内外貨 万ドル	仕様	投資時期 '96	'97	'98
1. スクラップヤード	1,000	0	2.5 →6 万㎡	200	600	200
2. 新製鋼工場	49,500	1,790		11,000	23,000	15,500
(1) 建屋　基礎	15,000		面積18千㎡			
(2) 電気炉, LF, VD及同付帯設備	21,500		各801 炉用			
① 電気炉, ﾌﾘｯｶｰ補償装置	(9,500)					
② 副原料貯蔵　供給装置	(1,000)					
③ LF, VD 装置	(5,000)					
④ 局部　建屋集塵装置	(2,000)					
⑤ 起重機、台車、ｽｸﾗｯﾌﾟﾊﾞｯｸﾞ及び鍋修理　加熱設備他	(4,000)					
(3) 連鋳設備及び同付帯設備	13,000		300 ×400 2ｽﾄﾗﾝﾄﾞ			
① 連鋳設備、② 付帯設備						
3. 大型圧延工場	23,500	596		5,500	12,000	6,000
(1) 建屋　基礎　起重機	9,500		面積25千㎡			
(2) 設備　機器購入、整備、及び据付、配線、試運転	12,500					
(3) ﾕｰﾃｨﾘﾃｨｰ　設備、配管他	1,500					
4. 小型圧延設備	16,700	544		4,500	8,000	4,200
(1) 建屋　基礎　起重機	7,500		面積22千㎡			
(2) 設備　機器購入、整備	8,200					
及び据付、配線、試運転	1,000					
(3) ﾕｰﾃｨﾘﾃｨｰ　設備、配管他						
5. 平鋼手入工場	4,800			1,310	2,300	1,190
(1) 建屋　基礎　起重機	1,800					
(2) 設備　機器購入、整備	2,400					
及び据付、配線、試運転						
(3) ﾕｰﾃｨﾘﾃｨｰ　設備、配管他	600					
6. 第三製鋼工場	5,000			0	0	5,000
(1) #6 電気炉の改造	700					
(2) 連鋳設備及び同付帯設備	4,300					
7. 機械修理及び加工設備	500			0	500	
8. 水処理	1,300			290	600	410
① 電気炉　連鋳設備用	450					
② 大中、小型圧延設備用	700					
③ ビレット連鋳設備用	150					
9. 主受変電所	9,000			2,700	4,500	1,800
① 建屋　基礎	500					
② 遮断器　断路器	6,000					
③ 管路	2,500					
10. 通信設備	500			0	500	0
11. 給電線	1,300			0	1,100	200
12 スラグ処理改造	800			0	600	200
13. 輸送設備	3,100			0	2,100	1,000
14. 工具　備品	300			0	300	0
15. 取壊　移設　検査機器購入	6,020			1,000	4,000	1,020
①取壊整地　新建屋　基礎	1,800					
②機器移設　購入	4,200					
16. その他	7,399	147		4,000	3,399	0
①輸入設備点検費	3,999					
②設備輸入保険	1,200					
③トレーニング	1,200					
④建築管理　地質調査他	1,000					
17. 予備費	13,072	180		3,700	3,901	5,471
総　合　計	143,791	3,257		34,200	67,400	42,191

5. 近代化の効果予測

5－1 近代化計画の損益予測

錫鋼では、1996から2000年にいたる近代化計画損益を、表4-8 に示すとおり予測している。

表4-8　近代化計画損益予測

		単位	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
生産量		万t	38.00	38.30	62.30	78.50	80.00
売上高		億元	13.00	15.32	28.00	39.00	40.25
総原価		億元	12.70	14.96	26.83	36.12	36.97
利益		億元	0.30	0.36	1.17	2.88	3.28
税引後利益		億元	0.20	0.24	0.78	1.93	2.19
利益率		%	2.30	2.35	4.18	7.38	8.15
総原価内訳（億元）	材料費	億元	7.45	8.88	17.17	23.65	24.58
	燃料費	億元	0.60	0.62	1.03	1.30	1.35
	電力費	億元	1.50	1.55	3.25	5.02	5.44
	償却費	億元	0.35	0.60	0.80	1.05	1.05
	人件費	億元	0.90	0.96	0.98	1.20	1.05
	その他	億元	0.50	0.55	0.70	1.00	1.00
	小計	億元	11.30	13.16	23.93	33.22	34.47
	管理費	億元	0.60	0.70	1.40	1.40	1.20
	金利	億元	0.80	1.10	1.50	1.50	1.30
	計	億元	12.70	14.96	26.83	36.12	36.97

表4-9 は表4-8 を、トン当りの価格で推移を見たものである。

売上単価（生産量を売上量と見なして算出）は製品構成の高度化の進展（表4-10参照）を反映して、1996年の3,420 元から2000年には5,030 元に上昇している。

製造原価では特殊鋼のウェイト増に伴う材料費増、自動化設備投資等による電力増及び償却費増があるものの、人件費は合理化による人員削減、生産性の向上の相乗効果により、1998年以降急速に下がる。

その結果、2000年は1996年にくらべ売上単価の上昇に対し、総原価の上昇が低く、利益率は2.30% から8.15% に向上している。

表 4-9　近代化計画効果予測　（t当たり）

			単位	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
売上単価			千元/t	3.42	4.00	4.49	4.97	5.03
総原価			千元/t	3.34	3.91	4.31	4.60	4.62
利益			千元/t	0.08	0.09	0.19	0.37	0.41
税引後利益			千元/t	0.05	0.06	0.13	0.25	0.27
利益率			%	2.3	2.4	4.2	7.4	8.2
総原価内訳	製造原価内訳	材料費	千元/t	1.96	2.32	2.84	3.01	3.07
		燃料費	千元/t	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
		電力費	千元/t	0.39	0.40	0.52	0.64	0.68
		償却費	千元/t	0.09	0.16	0.13	0.13	0.13
		人件費	千元/t	0.24	0.25	0.16	0.15	0.13
		その他	千元/t	0.13	0.14	0.11	0.13	0.13
	小計		千元/t	2.97	3.44	3.84	4.23	4.31
	管理費		千元/t	0.16	0.18	0.22	0.18	0.15
	金利		千元/t	0.21	0.29	0.24	0.19	0.16
	計		千元/t	3.34	3.91	4.31	4.60	4.62

表 4-10　鋼種別生産比率　（単位：%）

	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
普通鋼	19.54	29.21	30.81	18.46	15.38	15.63
構造用炭素鋼	62.56	47.11	44.75	34.09	30.56	25.43
構造用合金鋼	10.05	12.95	12.64	20.61	21.08	26.80
軸受鋼	3.08	6.58	6.06	7.74	7.97	7.78
ばね鋼	3.43	3.42	5.22	15.57	16.54	16.13
合金工具鋼	0.35	0.34	0.37	1.67	3.26	3.18
炭素工具鋼	0.98	0.39	0.16	1.86	2.00	1.95
ステンレス鋼	0.00	0.00	0.00	0.00	3.21	3.13
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

5－2　損益予測に対する検討

表4-9についてまず人件費が果して、1996年の240 元/tから2000年に130 元/tまで引き下げられるかについては、人員削減計画(2000人減)と賃金上昇率(年率約9%)の充分な検証が必要である。また管理費、金利についても見直しが必要である。

中国で経営が一応安定している国営企業等大企業に見られる企業体質の特長として、次の点が一般的に挙げられる。

① 未熟な販売体質: 従来の計画経済下における割り当て生産から、市場経済化への移行が進んでいるが、鉄鋼等の消費が急拡大している製造企業においては販売努力の必要性はこれからである。

② 過大な在庫: 停電が頻発する電力事情に対処して作りだめをする体質、在庫を含み資産として活用する体質、未熟生産管理など多くの理由が重なって、材料、仕掛品、製品の過大な在庫(売上高の30%)を持つ。錫鋼の棚卸回転率は3.5回/年と日本企業の約半分程度であり、日本並みにする必要がある。

これらの体質から表4-8 の損益予測を検討する。

① 販売費の増加: 市場での販売競争が強まって、販売力を強化する必要が生ずる。売上高が倍増する1998年より管理費に、97年からの売上増加額×3%を加える。

② 棚卸資産の増加: 増産に伴って、棚卸資産が増えて運転資金が増加する。金利に、95年からの売上増加額×棚卸比率15%(日本並み)×金利15% を加える。

この結果を表4-8の管理費と金利に加えて、損益計算を修正すると表4-11のようになる。

表4-11　近代化計画損益予測に対する検討結果

	単位	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
生　産　量	万 t	28.55	38.00	38.30	62.30	78.50	80.00
売　上　高	億元	10.50	13.00	15.32	28.00	39.00	40.25
95から売上差(*1)	億元		2.50	4.82	17.50	28.50	29.75
97から売上差(*2)	億元				12.68	23.68	24.93
総原価	億元	10.30	12.76	15.07	27.60	37.47	38.39
製造原価	億元	9.40	11.30	13.16	23.93	33.22	34.47
管理費	億元	0.55	0.60	0.07	1.40	1.40	1.20
*2 ×0.03	億元				0.38	0.71	0.75
計	億元				1.78	2.11	1.95
金　利	億元	0.35	0.80	1.10	1.50	1.50	1.30
*1 ×0.15×0.15	億元		0.06	0.11	0.39	0.64	0.67
計	億元		0.86	1.21	1.89	2.14	1.97
利　益	億元	0.20	0.24	0.25	0.40	1.53	1.86
利　益　率	%	1.90	1.85	1.63	1.43	3.92	4.67

5－3　近代化投資効果

表4-8「近代化計画損益予測」に基づくと投資額の回収期間は、近代化効果の現れる1997年から2000年までの4 年間の平均税込み利益を基準とした場合、7.5 年となる。

$$14.37(\text{投資額}) \div \frac{7.69}{4}(\text{平均税込利益}) \fallingdotseq 7.5$$

（表4-11の検討結果では14年となる。）

錫鋼の近代化計画は特殊鋼需要の増大および品質向上のニーズに対応するものであり、その実現が待ち望まれるものである。しかし、その収益性については前述のとおり、錫鋼による計画利益率を下回ることが予想されるため、管理の強化を図ると同時に、より一層のコストダウンに努力する必要がある。

また、資金計画策定に当たっては、借入金の増加による金利支払増により収益性の悪化が避けられないため、特に慎重・緻密であるべきである。

第５章　結論と勧告

錫鋼は、1985年の近代化計画に基づき改造を進めた結果、この10年で知名度の向上、生産量の増大(18 万t から 30 万t へ)、高級化推進(普通鋼から特殊鋼へ)、売上高及び税込み利益の増大(それぞれ2.2 億元が 13 億元へ、37百万元が135 百万元へ)が図られた。

今般の現地調査においても、①経営方針が優れており、徹底されていること、②総経理以下経営陣、管理職、技術者及び作業員に至るまで近代化への熱意と意欲が感じられること、③技術者、作業者のレベルが高いこと、④製品品質は一般的に安定しており、取引先の信頼は厚いこと、⑤特殊鋼化に対する市場の発展性も高いこと、⑥生産効率とコストダウンについて近代化案第１ステップの改善を行うべきことなどを知ることができた。今後販売の効率化をはかり、生産管理を確立して在庫削減を徹底すれば、錫鋼の近代化計画は妥当であり、目標に対する環境も整いつつあり、十分に成果が期待できる企業であると判断する。是非、その遂行を図られたい。

本調査報告書に提案された製鋼、圧延を中心とする生産工程の近代化案、品質管理、エネルギー管理、教育・訓練(人材育成)を中心とする生産管理の近代化案及び財務管理の近代化案を実施されたい。工場の近代化は設備の改造・新設と人材育成が並行して実践されて達成できるものである。実施にあたっては、第１ステップ(現在)、第２ステップ(1998年)及び近代化到達段階の第３ステップ(2000 年)の各段階毎に必ずチェック・アンド・レビューを実施し、着実に推進されたい。

以上のことが確実に実施された結果として、2000年には近代化計画の最終目標である①製鋼工程の改造による 80 万t 体制の確立、②圧延工程設備改造による製品品質、生産性の向上、③鍛造設備の改善による生産性の向上及び④管理部門の強化が達成でき、中国有数の国営工場のうち、最も近代化が図られた国際的に評価される企業の一つとなると確信する。

本報告書が、錫鋼の近代化計画推進の一助となれば幸いである。

本　　文

最終報告書目次

第1章　概　　要

第１章 概　　要

１－１ 調 査 の 概 要

中国・江蘇錫鋼集団公司工場（以下、錫鋼と言う）の近代化計画は、1995年８月23日～９月５日の間、国際協力事業団（JICA）工業開発調査課長・加藤宏氏を団長に、通商産業省技術協力課・高橋聡氏ほか４名を団員とする予備調査が行なわれた。予備調査により中国側要請の背景を始め、経緯・診断内容・対象製品等が明確にされた上、工場概要についても明らかとなった。

その後、中国工場（錫鋼）近代化計画調査実施細則(S/W) に日中双方が合意し、日本・国際協力事業団中国事務所長・熊岸健治氏と中国・国家経済貿易委員会技術改造司副司長・王毅氏との間で1996年１月９ 日、署名交換がなされた。現地調査は、「調査実施細則第２項の調査内容」に基づき以下の項目を実施した。

- ○ 工場の概要調査
- ○ 近代化目標の確認
- ○ 生産工程に関する調査
- ○ 生産管理に関する調査
- ○ 財務管理に関する調査

日本国での国内作業では、中国における現地調査の結果を踏まえて、以下の項目により構成される報告書を取りまとめた。

- ○ 工場の概要
- ○ 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
  - ・ 生産工程（製鋼、圧延）の近代化計画
  - ・ 生産管理の近代化計画
  - ・ 財務管理の近代化計画
  - ・ 近代化計画実施スケジュール
  - ・ 近代化に要する経費
  - ・ 経済効果

○　近代化計画の実施上の留意点（環境配慮含む）

○　結論と勧告

1－2　調査期間及び工程

調査期間は1996年２月から1996年１０月までの、概ね９ケ月間であり、調査の工程は、概ね以下の通りである。

○　現地調査を1996年３月１日から３月２９日まで実施、進捗状況報告書を作成し、中国側の確認を得て提出

○　1996年７月上旬を目処に、現地調査の結果をふまえた国内作業を実施し、最終報告書（案）を作成

○　1996年９月上旬を目処に、最終報告書（案）の現地説明を実施し

○　1996年１０月下旬を目処に、1996年９月の現地説明の結果を踏まえ最終報告書を作成、提出する。

1－2－1　現地調査

本調査にあたり、1995年 8月に行われた予備調査の結果及び1996年 1月に日本国際協力事業団と中華人民共和国国家経済貿易委員会との間で合意された「中国工場（錫鋼）近代化計画調査実施細則」を踏まえ、着手報告書を作成した。

３月１日より、先発組による現地調査に移り、まず着手報告書及び業務日程を確認した。先発組で、現状と近代化時の生産・販売計画・生産工程の製鋼・圧延の概要を調査した。

３月８日より、後発組も合流して現地調査のすべてを実施した。その中で主要取引先３社を調査し、販売計画を確認した。また、製鋼・品質管理・工程管理に関するセミナーを行い、30～80名の出席者があった。発表の資料のコピーも配布した。圧延に関する討論会も実施し、技術面、管理面での教育を行った。

３月22日、本進捗状況報告書について工場側と打合せ、３月26日、内容を確認、合意した。

本調査では現状を詳細把握すると共に現状を改善する第１ステップ、新製鋼・圧延工場の稼働する第２ステップ（1998年 60 万t ）、近代化計画の完了する第３ステップ(2000 年 80 万t ）を設定した。第３ステップでは具体的に、

○　製鋼工程の改善

○　圧延工程の改善による製品品質・生産性の向上

○　鍛造設備の改善による生産性の向上

○　管理部門の強化

を図る。

調査の結果として当工場の現状概要は、次のようであった。

○　工場の経営方針は優れており、徹底されている。

○　工場の総経理以下経営陣・管理職・技術者・作業者に至るまで、近代化計画についての大いなる熱意と意欲が感じられる。

○　技術者・作業者のレベルも高い方である。

○　製品品質は一般的に安定しており、取引先の信頼は高い。

○　特殊鋼化に対する市場の発展性も高い。その中で取引先との契約条件の改善により、契約達成率の向上・在庫量の低減を図る必要がある。

○　生産効率とコストダウンについて、第１ステップの改善を行う必要がある。

調査にあたっては、満総経理の方針が徹底し、幹部も熱意をもって対応され、質問応答・資料の提示も手早く行われた。特に、着手報告書の質問に対する回答は極めて迅速であった。回答を翻訳し、その内容を現場確認することから始めたが、工場側手配の通訳の専門用語に対する知識不足もあり、応答・解読に時間を要した。また、工場側との討論もかなり実施され、充分成果が得られた。「医者に良い診断をしてもらうには痛い所や具合の悪い所から正確に言う」ということが実行されたと思う。工場関係者の絶大なるご協力に深謝する次第である。

１－２－２　国内分析

現地調査の結果に基づき、錫鋼の現状を日本の現状と対比することにより、その差異とその原因を解析し、問題点を明らかにした。錫鋼の近代化計画内容を組み入れ、第１ステップから第３ステップまでの段階的近代化計画実施案を提案した。さらに実施上の留意点を明らかにした。

1－3　現地調査団の構成と現地調査日程

1－3－1　調査団の構成

1）先発組（H8.3.1～29）

区　分	氏　名	担当業務	業　務　概　要
団　長	おかだ　たけし 岡田　健	総　括	調査団を統括代表する
団　員	にしお　まさお 西尾正男	生産工程	生産工程（製鋼）に関する専門的調査・診断
団　員	なかむら　ひろし 中村　博	生産工程	生産工程（圧延）に関する専門的調査・診断
団　員	いいむら　すなお 飯村直子	通　訳	先方との協議及び工場調査での日中語の通訳と必要に応じ、資料を翻訳

（備考）飯村直子は父親逝去の為、3月20日帰国。

2）後発組（H8.3.8～29）

区　分	氏　名	担当業務	業　務　概　要
団　員	やながわ　たつきち 柳川達吉	生産管理	生産管理に関する専門的調査・診断
		財務管理	（兼任）財務管理に関する専門的調査・診断
団　員	みずしま　のりあき 水島徳秋	ｴﾈﾙｷﾞｰ管理	ｴﾈﾙｷﾞｰ管理に関する専門的調査・診断
団　員	たけます　さだお 竹増貞男	設備積算	設備積算に関する専門的調査・診断

1－3－2　現地調査の日程

月/日	曜日	場所	調査業務の概要
3/1	金	無錫	先発組、国家経済貿易委員会、無錫市経済委員会、冶金工業局、江蘇錫鋼集団公司との打合せ
2	土	〃	着手報告書質問状返事の検討
3	日	〃	同　上
4	月	〃	着手報告書について近代化計画及び予定の確認、工場見学
5	火	〃	近代化計画確認、個別調査
6	水	〃	経営、生産分析、個別調査
7	木	〃	圧延機仕様とﾚｲｱｳﾄ 検討、個別調査
8	金	〃	鋼管工場仕様検討と96年計画の確認、個別調査
9	土	〃	先発組、後発組の意見調整
10	日	〃	休日
11	月	〃	今週の予定確認、全工場見学
12	火	〃	80万ﾄﾝ体制の検討、個別調査
13	水	〃	2000年販売計画構築、個別調査
14	木	〃	組織、96年計画検討、個別調査
15	金	〃	主要取引先（環宇金属、江蘇鋼縄）訪問
16	土	〃	主要取引先（揚州第一歯車）訪問
17	日	〃	休日
18	月	〃	圧延について討論、製鋼、品質管理についてｾﾐﾅｰ
19	火	〃	工程管理についてｾﾐﾅｰ、個別調査
20	水	〃	進捗状況報告書執筆、個別調査
21	木	〃	進捗状況報告書執筆、個別調査
22	金	〃	進捗状況報告書打合せ、工場側へ報告
23	土	〃	同　上
24	日	〃	休日
25	月	〃	進捗状況報告書の工場側との最終検討
26	火	〃	進捗状況報告書の合意、調印
27	水	無錫→北京へ移動	
28	木	北京	国家経済貿易委員会、冶金工業部、JICA事務所へ報告
29	金	北京→日本へ移動	

1－4　最終報告書（案）説明のための調査団の構成と日程

1－4－1　調査団の構成

区　分	氏　名	担当業務	業　務　概　要
団　長	おかだ　たけし 岡田　健	総　括	調査団を統括代表する
団　員	にしお　まさお 西尾正男	生産工程	生産工程（製鋼）に関する専門的調査・診断
団　員	なかむら　ひろし 中村　博	生産工程	生産工程（圧延）に関する専門的調査・診断
団　員	いいむら　なおこ 飯村直子	通　訳	先方との協議及び工場調査での日中語の通訳と必要に応じ、資料を翻訳

1－4－2　説明の日程（予定）

月／日	曜日	場所	調査業務の概要
9／5	木	移動	日本　→　上海　→　無錫
6	金	無錫	江蘇錫鋼集団公司へ最終報告書（案）の説明及び検討
7	土	無錫	江蘇錫鋼集団公司へ最終報告書（案）の説明及び検討
8	日	無錫	休日
9	月	無錫	最終報告書（案）の合意事項整理及び最終確認
10	火	無錫	最終報告書（案）の合意、調印／移動：無錫→上海
11	水	北京	移動：上海→北京／国家経済貿易委員会へ報告
12	木	北京	冶金工業部、JICA中国事務所へ報告
13	金	北京→日本へ移動	

1－5　主要面談者名

氏　名	所　　属
賀　榮培	中國國家經濟貿易委員會　副司長
李　江利	中國國家經濟貿易委員會　高級工程師
耿　炳璽	中国冶金工業部　處長
湯　彬	中國國家冶金部計劃司　工程師
呉　新雄	無錫市副市長
李　延人	無錫市經濟委員會　主任
韓　曉江	無錫市經濟委員會　主任
倪　澄偉	無錫市經濟委員會　技術改造處　處長
徐　憲清	無錫市經濟委員會　技術改造處　副處長
周　志海	無錫市冶金工業局　局長　7 月より兼錫鋼董事長
周　衛國	無錫市冶金工業局　副局長兼錫鋼副董事長 7月より総経理
金　徳生	無錫市冶金工業局　主席
魏　俊慶	冶金工業部北京鋼鉄設計研究總院　總設計師
滿　載	江蘇錫鋼集団公司　董事長　總經理　7 月退任
朱　冬生	江蘇錫鋼集団公司　副董事長　黨委書記
方　国柱	江蘇錫鋼集団公司　副総経済師
黄　育敏	江蘇錫鋼集団公司　副總経理
周　寧	江蘇錫鋼集団公司　副總経理
兪　再良	江蘇錫鋼集団公司　副總経理
厳　大銘	江蘇錫鋼集団公司　副總経理
王　秉倫	江蘇錫鋼集団公司　副總經理
陸　辛度	江蘇錫鋼集団公司　總工程師
姚　海祥	江蘇錫鋼集団公司　計画部　部長
楊　宇立	江蘇錫鋼集団公司　副總工程師
孫　軍立	江蘇錫鋼集団公司　副總工程師
方　堅	江蘇錫鋼集団公司　企画管理部　部長
曹　小燕	江蘇錫鋼集団公司　工場辦公室　主任
薛　剣雲	江蘇錫鋼集団公司　財務部副部長
王　庚貴	楊州市第一汽車歯車廠　廠長　黨委書記
朱　勤	楊州市第一汽車歯車廠　副廠長　黨委副書記
呉　玉君	江蘇鋼繩集団公司　副總經理
葉　建峰	江蘇鋼繩集団公司　物資供應部
朱	環宇金属公司　總經理
張	環宇金属公司　副總經理
呉	環宇金属公司　工場長

第２章　江蘇集団公司の概要

第２章　江蘇錫鋼集団公司の概要

2－1　建物・敷地

錫鋼は、〒214026　江蘇省無錫市塘南路124 号にある。無錫市区は、上海市の西方140 kmにあり、市区人口は95万人である。錫鋼はその市区中心（無錫駅）から南東へ6 kmの所にあり、北西から南東に走る鉄道と運河に囲まれている。

敷地は北西から南東へ1100m、北東から南西へ 900mのほぼ矩形状で、南西に500m離れて運河沿いにスクラップヤードがある。敷地面積は85.2万m²である。

これは敷地の東、南、西に切欠があること、敷地の中心から北西 300m寄りに北東から南西に向けて公道が走り、公道に沿って店舗や 200m× 300m三角形の民家群があることによる。現在の工場レイアウトを図2-1 に示す。公道と工場正門を写真 1、2 に、第三製鋼前からの工場中央道路を写真3 に示す。

このように、敷地は不定形であり、公道が中を走るという不備がある。これは錫鋼が1958年設立以来、拡張してきたことによるものである。

現在公道をはさんで製鋼・造塊工場と大型・中型圧延工場があるため熱塊輸送ができず、トラックによる冷塊輸送を行っている。近代化計画レイアウトでもこの公道が障壁になっているが、年産80万t 体制までは何とか現敷地で対応できる。

それ以降は新立地を考えねばならない。

建物面積は現在 47.6 万m²である。建設中の新鋼管工場 250m×80m＝2 万m²、第2ステップでの新製鋼、新大型・小型圧延工場約 500m× 200m＝10万m²及び第3ステップでの新第3製鋼工場がリプレース、追加される。

2－2　製　　品

製品は線材（φ5.5 ～13mm）・丸棒（φ14～75mm）・継目無鋼管（熱間仕上、外径72～74mm×肉圧 4～6.75mm及び冷間仕上）・鍛造品がある。1995年生産実績は28.5万t であり、これに外売り鋼管材 3.5万t が加わる。製品形状・寸法と鋼種組合せは 320種程度である。製造鋼種を表2-1 に示す。普通鋼、構造用炭素鋼を加えて30鋼種である。また '95年の生産実績を表2-2 、 '95年の製造工程流れ図を図2-2 に示す。

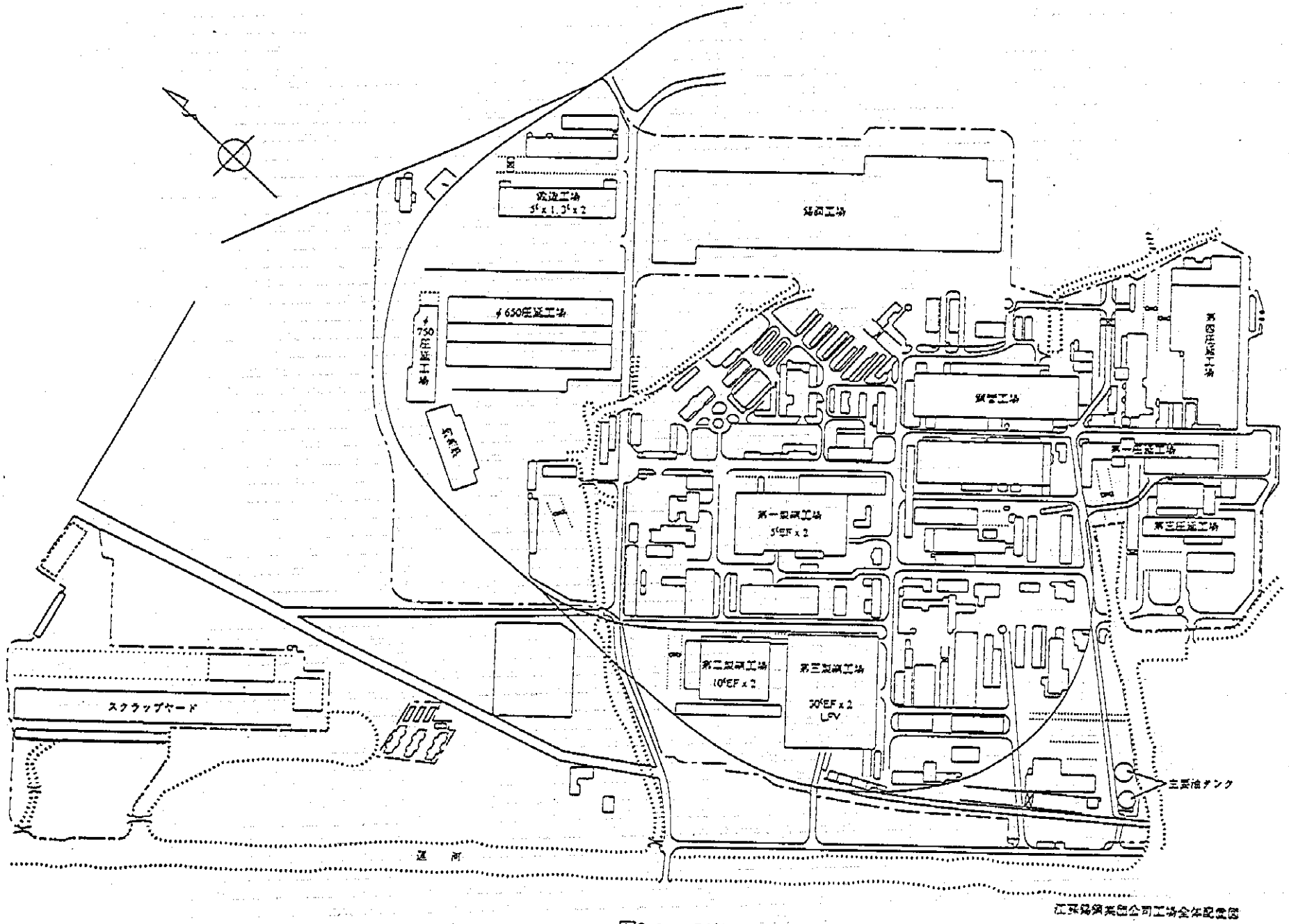

第一製鋼工場
5tEF x 2
第二製鋼工場
10tEF x 2
第三製鋼工場
30tEF x 2
LF
スクラップヤード
運 河
主要油タンク

図2-1　工場レイアウト

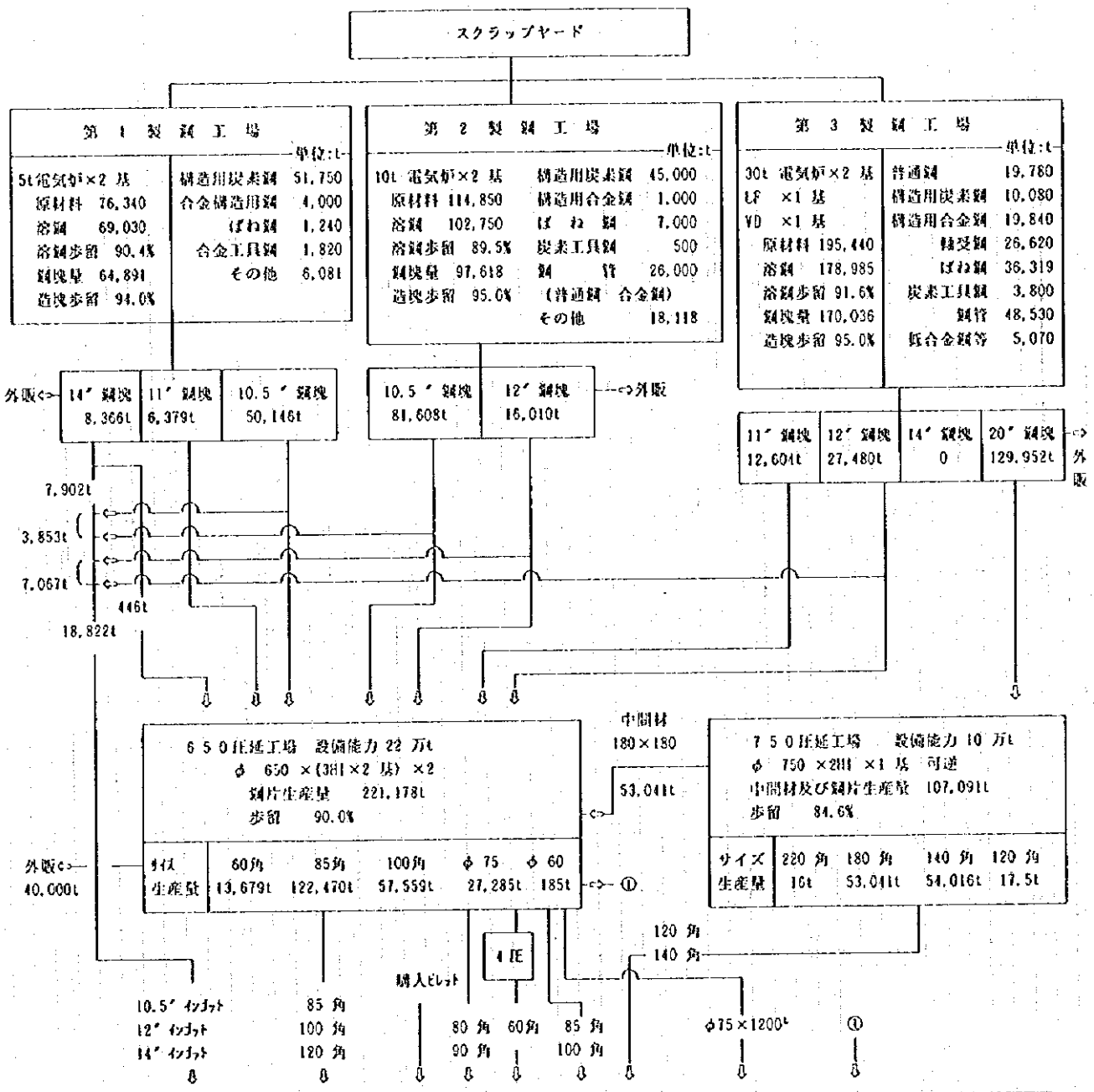
表 2－1 鍛鋼の製造鋼種とJIS対照表

鋼種類別	鋼種名	化学成分						用途	
		C	Si	Mn	Cr	Mo	その他	JIS類似鋼種	主な用途
構造用合金鋼	16Mn	0.12～0.20	0.40～0.60	1.30～1.60	－	－		SMn420	はだ焼用（橋梁、鉄道貨車、石油井戸やぐら、高圧容器、テレビ塔）
	20Cr	0.17～0.24	0.17～0.37	0.50～0.80	0.70～1.00	－		SCr420	はだ焼用（歯車類、スプライン軸、カム板、ピストンピン、ウォーム、タペット）
	40Cr	0.37～0.45	0.17～0.37	0.50～0.80	0.80～1.10	－		SCr440	強力ボルト、アーム、軸類、スリーブ、ピン、吸気弁）
	15CrMo	0.12～0.18	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	0.40～0.55		SCM822	はだ焼用（歯車、軸類、高圧ボイラーの過熱器管、蒸気導管と付属鍛造部品）
	20CrMo	0.17～0.24	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	0.15～0.25		SCM421	はだ焼用（歯車、軸類）
	35CrMo	0.32～0.40	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	0.15～0.25		SCM435	強力ボルト、アーム類、スタッド軸類、車軸、ローター、主軸、石油工業の削井機）
	42CrMo	0.38～0.45	0.17～0.37	0.50～0.80	0.90～1.20	0.15～0.25		SCM440	歯車、軸類、アーム類、連接棒、鍛造部品、発動機シリンダー
	20Mn2	0.17～0.24	0.17～0.37	1.40～1.80	－	－		SMn420	はだ焼用（小歯車、スリーブ、ピストンピン、スプライン軸、タペット）
	40Mn2	0.37～0.44	0.17～0.37	1.40～1.80	－	－		SMn443	軸類、ウォーム、操縦桿、レバー、ボルト
	20CrMn	0.17～0.23	0.17～0.37	0.90～1.20	0.90～1.20	－		－	ウォーム、主軸、歯車、
	20MnSi	0.17～0.23	0.17～0.37	0.80～1.10	1.00～1.30	－		－	
	20CrMnMo	0.17～0.23	0.17～0.37	0.90～1.20	1.10～1.40	0.20～0.30		－	歯車
	20CrMnTi	0.17～0.23	0.17～0.37	0.80～1.10	1.00～1.30	－	Ti 0.04 ～0.10	－	歯車
軸受鋼	0Cr15	0.95～1.05	0.15～0.35	0.20～0.40	1.30～1.65	－		SUJ2	軸受（ボール、コロ、ニードル、内外輪）、冷間ロール、シャフト、ピン
ばね鋼	65	0.62～0.70	0.17～0.37	0.50～0.80	≦0.25	－		SWRS 62B	ばね、ピアノ線、圧延機ローラー、カム、ワイヤーロープ
	70	0.62～0.75	0.17～0.37	0.50～0.80	≦0.25	－		SWRS 72B	ばね、ピアノ線
	85	0.82～0.95	0.17～0.37	0.50～0.80	≦0.25	－		SWRS 87B	ばね、ピアノ線
	65Mn	0.62～0.70	0.17～0.37	0.90～1.20	≦0.25	－		SWRS 62B	ばね、ピアノ線
	55SiMnVB	0.52～0.60	0.70～1.00	1.00～1.30	≦0.35	V 0.08～0.16	B 5～35 PPM	－	ばね
	60Si2Mn	0.56～0.64	1.50～2.00	0.60～0.90	≦0.35	－		SUP6	ばね
炭素工具鋼	T7	0.65～0.74	≦0.35	≦0.40	≦0.25	－		SK7	刻印、スナップ、プレス型、ナイフ
	T8	0.75～0.84	≦0.35	≦0.40	≦0.25	－		SK6	刻印、スナップ、丸のこ、ぜんまい、感写版やすり、プレス型
	T9	0.85～0.94	≦0.35	≦0.40	≦0.25	－		SK5	刻印、プレス型、ぜんまい、帯のこ、治工具、刃物、丸のこ、感写版やすり、ゲージ、針
	T10	0.95～1.04	≦0.35	≦0.40	≦0.25	－		SK4	木工用きり、おの、たがね、ぜんまい、ペン先、チゼル、スリックーナイフ、プレス型、ゲージ、メリヤス針
	T11	1.05～1.14	≦0.35	≦0.40	≦0.25	－		SK3	ハクソー、たがね、ゲージ、ぜんまい、プレス型、治工具、刃物
	T12	1.15～1.24	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	－		SK2	ドリル、小型ポンチ、かみそり、鉄工やすり、刃物、ハクソー、ぜんまい
合金工具鋼	9SiCr	0.85～0.95	1.20～1.60	0.30～0.60	0.95～1.25	－		－	
	Cr2	0.95～1.10	≦0.35	≦0.40	1.30～1.65	－		－	

表2-2　1995年生産実績（単位：万t）

材料 / 工場 / 製品名 / 鋼種	120/100/85角 (750、650 連圧)		100/85角	180 角 10.5～14"					φ75 ×1200	10.5、12 14"	60角(4圧より)、80/90 角 (650より)、購入ビレット		
	鍋　潤		4圧	650 圧延		未　稼　働			鋼　管	鍛造	3圧		
	線材 φ5.5 ～13	丸　棒 φ14～32	丸　棒 φ28～75	丸　棒 φ75～	合計	平　鋼 5-30	平　鋼 19-105	角鋼 巾 150	鋼管	鍛造 φ120 ～220	線材 φ6.5 ～8	総計	%
普　通　鋼	1.5	0.03	0.16		0.19						3.89	5.58	18.3
構造用炭素鋼	9.8	0.02	3.85	0.70 (0.02)	4.57				1.7	0.88	0.91	17.8	65.0
構造用合金鋼	1.2	0.01	1.07	0.02	1.1				0.02	0.55		2.87	9.4
軸　受　鋼	0.4		0.42		0.42					0.06		0.88	2.9
ば　ね　鋼	0.9		0.08		0.08							0.98	3.2
合金工具鋼										0.10		0.10	0.3
炭素工具鋼	0.19		0.06		0.06					0.03		0.28	0.9
合　　計	13.99	0.06	5.64	0.72 (0.02)	6.42				1.72	1.62	4.8	28.5	100

(備考)・生産統計は各工場毎にとっている。
・構造用炭素鋼の(　)内は鋼管用ビレット。
・750で22万t、650 で10万t、内5 万t が連圧し、鍋潤と4圧用ビレットとしている。



工場名	鋳造工場	線 材	第3圧延工場	第4圧延工場	鋼管工場	650 圧延工場	合計 t
設備能力 t/Y	20,000	140,000	100,000	60,000	18,000	7,000	
生産量 t	16,200	140,500	48,000	56,300	17,200	7,200(200)	285,500
製品サイズ	φ120 ～220	線φ5.5 ～13 棒φ14～32	線φ 6.5～8.0	φ 28 ～75	φ75～		
鋼種別生産量							
普通鋼	0	15,300	38,900	1,600	0		55,800
構造用炭素鋼	8,800	98,200	9,100	38,500	17,000	7,000	178,600
構造用合金鋼	5,500	12,100	0	10,700	200	200	28,700
軸受鋼	600	4,000	0	4,200	0		8,800
ばね鋼	0	9,000	0	800	0		9,800
合金工具鋼	1,000	0	0	0	0		1,000
炭素工具鋼	300	1,900	0	600	0		2,800
計	16,200	140,500	48,000	56,400	17,200	7,200	285,500

( )内は鋼管用ビレット

図 2-2 1995年の工程流れ図

2－3　生産設備

現在保有する主要設備は下記のとおりである。

工　程	設　備	基数	内訳及び内容
ｽｸﾗｯﾌﾟ	液圧剪断機	1組	
製　鋼	ｱｰｸ 式電気炉	6基	公称 5t 2 基、10t 2 基、30t 2 基
	とりべ精錬炉	1基	LF 40
型鋳造	ｲﾝｺﾞｯﾄ ｹｰｽ	－	
粗圧延	750 圧延機	1基	2H －φ750
ﾋﾞﾚｯﾄ圧延	650 圧延機	1組	3H －φ650 ×1800mm×4 基
棒鋼圧延	棒鋼圧延機	1組	3H －φ450－φ320 （4 圧工場）
線材圧延	連続式圧延機	1組	2H －φ430－φ315－φ285 計18基（3 圧工場）
鋼　管	ﾌﾟﾗｸﾞ 穿孔機	1基	φ76
	熱間管圧延機	1基	6 溝式
	口付機	1基	
	冷間引抜機	8台	
鍛　造	ｽﾁｰﾑﾊﾝﾏｰ	3台	5t 1台、3t 2台

2－4　組　織

組織は図2-3 に示すとおりである。その特徴としては新大型・小型圧延プロジェクトに要員を割いていることである。

1983 年の組織（人員6,909 人/ 5 幹部/25 部課）に比べて、人員8,474 人/7幹部/20 部課と肥大化している。

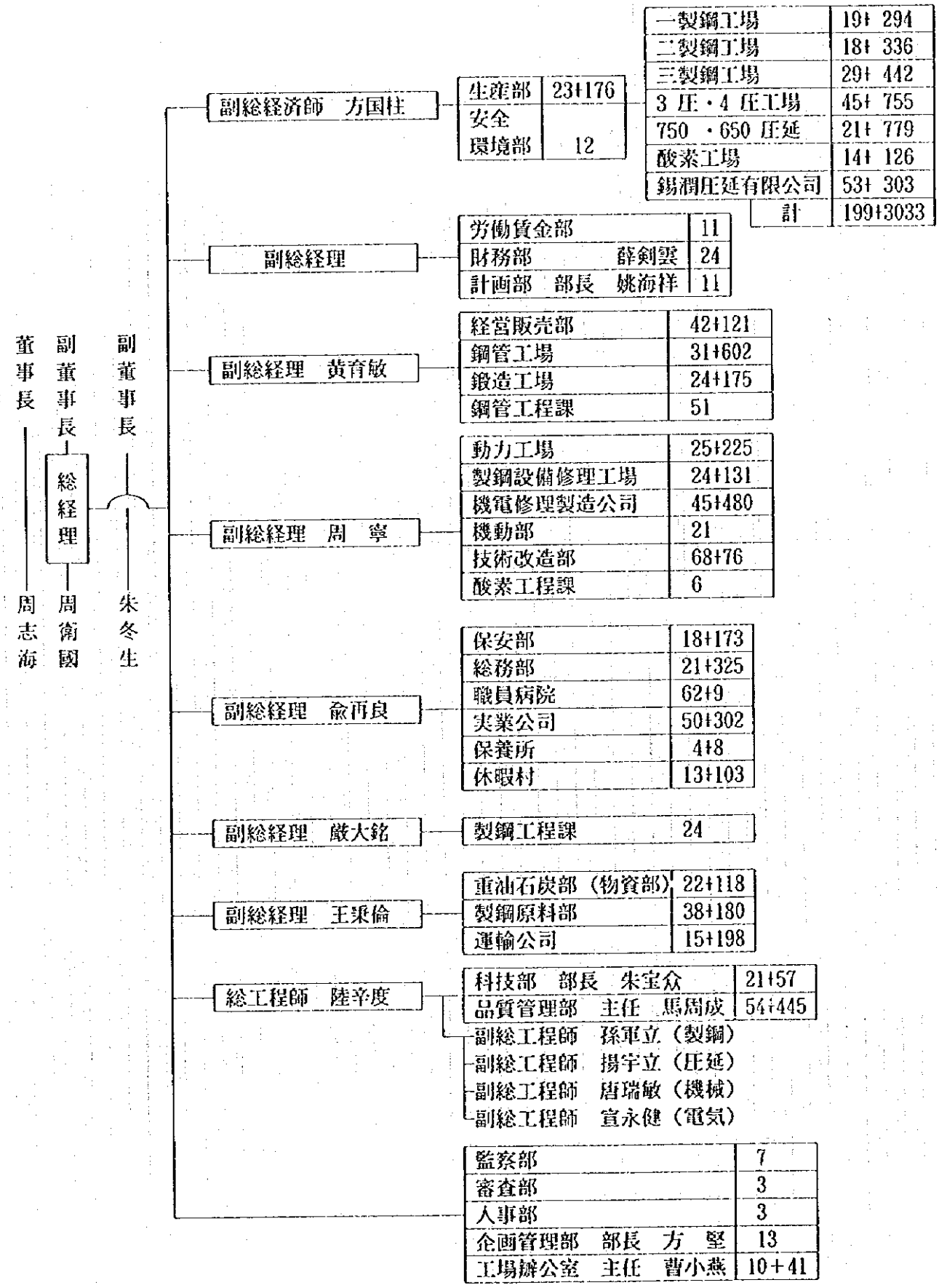


図2-3 錫鋼組織・人員表
(数字は1996年6月現在で技術職＋作業職を示す。総計812＋6797=7609)

2－5　材料・部品

原材料のうちスクラップのヤードは工場から 500m離れた運河内港にある。建屋は 2.5万m²、貯蔵可能量は 5.8万t で、現使用量の 2ケ月分であり、正常である。しかし荷卸し・輸送能力・動力変圧器容量・切断用酸素量不足をきたしている。

合金鉄は、現使用量の 1ケ月分が貯蔵されており、その都度各製鋼工場のバンカーに払出されている。

年単位で使用する機械部品・補修部品は中央部品倉庫に保管されており、管理状態は良い。日常の整備部品や週、月単位の予備品は各工場で保管・管理されている。

2－6　販　売

1995年の販売高は11.5億元で前年比94%、計画達成率 100%であった。納入実量は 30.1万t である。

その内、江蘇省へは 6,622t （全体量の 2.1%）納入したが、省計画契約量は 8,000tで、 1,377t が未達である。未達分は、1996年1～3月に納入できる予定である。

外部からの受託加工は 27,539 t （約 9.1%）で、約20社から受託され、主に3圧工場で線材に加工し、納入している。

スクラップ業者との物々交換をしており、約20社に 32,270 t (10.6%) 納入している。

輸出も直接行っており、主に香港を経由して東南アジア向けに2,935 t (1.0%) 納入している。

販売納入は 206,190t （68.2%）である。取引先は線材・棒鋼・ビレットで 200社、鋼管80社、鍛造50社。取引先の90%は江蘇省内である。社内組織として鋼管・鍛造品はその部所からの直売、その他は販売部を経由して取引している。

その他に26,230t (8.7%)納入している。これらには社内振替・鋼管 8社への材料供給・外売インゴット・二級品処理が含まれる。

納入残の在庫量は 27,836 t （納入量の9.2%）ある。これまでの統計を見ても年末に1ケ月分前後の在庫量となっている。在庫を減らすべく、次の対策を取りつつある。

①製品の70%を占める主力製品・主要取引先向けの在庫を 1/2ケ月分とする。

② 1～2 ケ月に 1度しか生産しない特殊品の在庫はその生産間隔までとする。

③販売体制を強化する。

そして、1996年 6月までに在庫量を 1.8万t に落として、80万t 体制では在庫品 4万t（5%）を目指す。

主要取引先 3社を訪問して、錫鋼製品の納期・品質・製品への要望、これまでの購入実績と今後の購入計画などを調査した。

・軸受鋼線材(GCr15/ φ5.5 ～8 mm) を二次加工している環宇金属では現状には満足であるが、今後、軸受鋼丸棒（φ12～28mm）の二次加工能力を増強するので、錫鋼の丸棒の品質を高めて欲しいと要望が出された。

・高炭素鋼線材(67A,72A/ φ5.5mm) からワイヤーロープに加工する江蘇鋼縄では、'94 年10月から錫鋼製 67A、'95 年10月から 72Aを試用し、'95 年に合わせて9,000 t 納入してもらったが、72A の品質向上と線材コイル単重の増大を要望された。

・合金鋼のうちの歯車鋼丸棒(20CrMnTi/φ28～75mm) から自動車用歯車を製造している揚州第一汽車歯車では「'95 年に9,500 t 納入してもらった。硬度・きずなど水準外のものもあるが、他社製より品質は良い。2000年には 8万t の歯車鋼丸棒を使用するので、錫鋼側で準備して欲しい。」との要望があった。

以上の 3製品は現在、錫鋼生産品の中でも難しい製品であり、製鋼・圧延・工程管理、品質管理を徹底しなければならない。

2－7 生 産

1995年の製品生産実績 28.5 万t は生産計画 39.8 万t に対して 71.47%、1994年生産実績 37.5 万t に対して 75.78% に終わった。特に計画を下回った製品は、3圧工場の普通線材 12.5 万t に対して 4.8万t、38.53%、鍛造品 2.0万t に対し1.6 万t、81.86%、鋼管 1.8 万t に対して 1.7万t、96.08%である。

3圧工場の普通線材は、生産計画時に市場価格を 3,000元/tと想定したが'95 年 4月以降の市場価格が 2,700元/tと前後と軟化したため、生産計画を達成できなかった。

また、鍛造品についても同様の理由で達成できなかった。

1996年のインゴット・ビレット・製品のそれぞれの生産計画は36万t 、29万t 、38万t であり、このうち普通鋼は 2万t 、1.7 万t 、11.1万t と特殊鋼化を進めている。普通鋼製品のうちの10万t は上記の外注ビレットによる3圧工場普通線材である。

第3章　生産工程の現状と問題点

第 3 章　生産工程の現状と問題点

3－1　原材料受入

溶解主原料はスクラップである。高級鋼溶解に用いるスクラップは、溶解中に除去できない元素（トランプ・エレメント：Ｃｕ、Ｎｉ、Ｓｎ、Ａｓなど）や不純物（Ｐ、Ｓ）が少ない優良のものでなければならない。従って、厳密なスクラップ管理が必要である。

□　現状と問題点

(1)　スクラップの購入

1995年のスクラップ使用量は約40万ｔである。その内国内調達スクラップは90％強で、輸入スクラップは10％弱である。国内調達分の中で江蘇省スクラップ回収公司より購入する割合は60％強である。その他は浙江省・山東省等から購入している。価格的には現時点では国内のスクラップの方が輸入スクラップに比べ若干高いが、外貨が必要ないので購入しやすい利点がある。

(2)　スクラップの品質

国内スクラップの品質は輸入スクラップに比べて相当に劣る。燐（Ｐ）及び硫黄（Ｓ）の管理ははとんどなされていない。その点、輸入スクラップはＰ及びＳとも0.05％以下に管理された状態で入手できている。トランプエレメントの銅（Cu）は国内スクラップでも0.25％以下に管理されている、鉛（Pb）及び錫(Sn)は僅少であり無視できる程度なので、管理していない。

スクラップの等級はGB規格により４クラス（１、２、３、４級）に分けられているが、使用されているスクラップは１級のプレス物から４級まで種々である。

(3)　スクラップの受入及び搬送

購入スクラップの60％は運河から船で輸送しており、残りの40％はトラックで入荷されている。運河による受入れスクラップヤードは本工場より500 m離れた位置にあり、製鋼スクラップヤードへの搬送は公道を通過しなければならない。

この間の搬送手段は小形トラック及び15トントラックでピストン輸送を行っている。受入れスクラップヤードを図 3-1に示す。

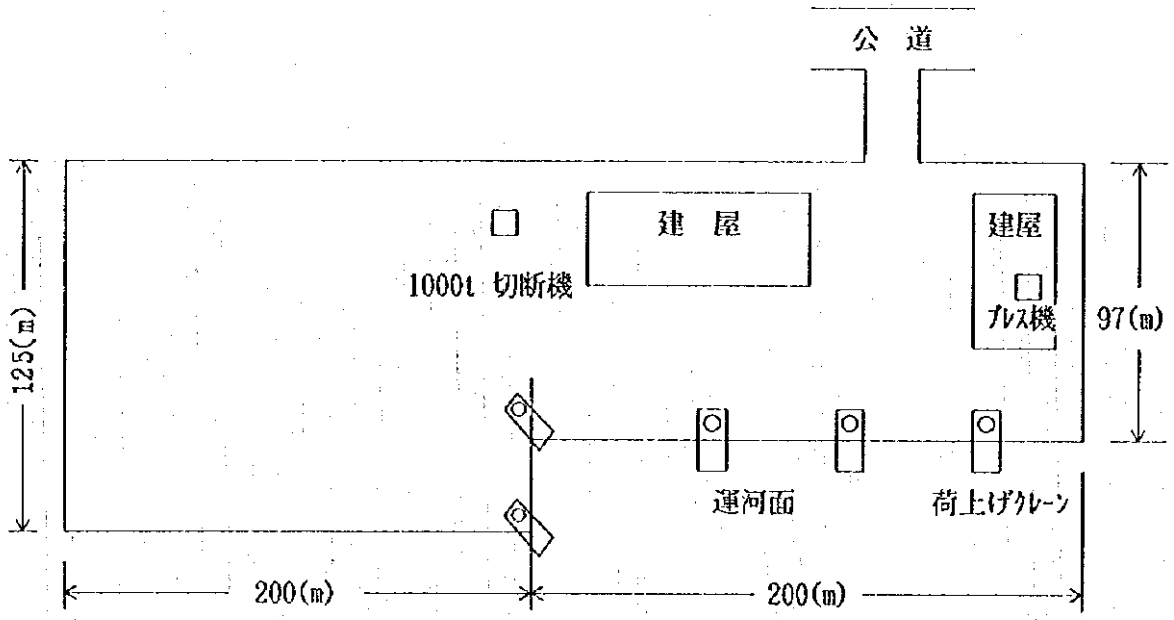


図3-1　受入れスクラップヤード

(4) 合金鉄及びフラックス

購入合金鉄及びフラックスは一旦倉庫に納入される。そこから必要に応じて各製鋼ヤードにトラックで搬送され、銘柄別に各バンカーに貯蔵されている。調達先は国内メーカーで、約1カ月分の在庫を保有している。現在使用されている合金鉄及びフラックスの成分表を表 3-1に示す。

表3-1　合金鉄及びフラックス成分表（単位：%）

品　名	成　　分
FCr	Cr=62～75
FSi	Si=72～80、C≦0.2 、P≦0.04、S≦0.02
FMn	Mn=65～85、P≦0.4 、S≦0.03
SiMn	Mn=60～70、Si=10～25、P≦0.30、S≦0.04
FMo	Mo≧55、P≦0.10、S≦0.15
FTi	Ti=25～35、P≦0.05、S≦0.03
FAl	Al=48～52、Si=17～25
石 灰	CaO≧85、SiO_2 ≦3.5
蛍 石	CaF_2 ≧85、SiO_2 ≦14、P≦0.06、S≦0.15

(5) 銑　鉄

国内生産品を各地から購入しているが、蘇州鋼鉄の製品が多く使用されている。成分的には日本の製鋼用銑鉄と変わりはない。

3－2　製鋼工程

電気炉での製鋼の概要は次のとおりである。炉にスクラップを投入する。スクラップとともに石灰などの造滓剤（溶融してスラグとなり、不純物の除去等に寄与する）も装入する。装入が終了したら、黒鉛電極を用いて通電し、アーク熱でスクラップや造滓剤を溶解する。溶落ち後、酸素を溶鋼中に吹込み、酸化精錬を開始する。この時にＳｉ、Ｍｎ、Ｐなどが酸化されてスラグ（鋼滓）中に移行する。Ｃは酸化してガス化し鋼浴を攪拌した後、放散する。酸化によって鋼浴温度が上昇するとともに、鋼浴中の成分の均一化が行われる。酸化精錬時には適宜、溶鋼試料を採取して成分の迅速分析を行い、精錬進行状況を確認する。

成分と温度が所定値になったら、酸化精錬を終えて、酸化精錬でできたスラグを除去（除滓）する。

□　現状と問題点

現在、製鋼は第１製鋼、第２製鋼及び第３製鋼に分かれており、1995年の工場全体の生産量は約33万ｔである。

3－2－1　第１製鋼　（公称 5t 電気炉 2基）

本工場のレイアウトを図 3-2に、電気炉の仕様を表3-2 に、操業データを表 3-3、1995年の主要鋼種及び生産量を表 3-4に示す。その特徴及び問題点を要約すると次の点があげられる。

(1) 設備面

① 36年前に設置された炉を含み、設備の老巧化が目立つ。

② 炉の容量が小さ過ぎるため、生産性が悪い。

③ 地上位置であり、出鋼・出滓時の作業環境が悪い。

④ 変圧器の容量が小さいので、溶解時間が長い。

⑤ 水冷パネルがなく、耐火レンガ構造であり、保全面及び経済面で不利である。

(2) 操業面

① 電気炉が2基で月産 5,650 t は低過ぎる。

② 必要な作業員数は小型炉でも大型炉でも同数であり、1人当りの生産性が低い。

③ Tap to tapが平均4時間もかかり、各種原単位の悪化をきたしている。

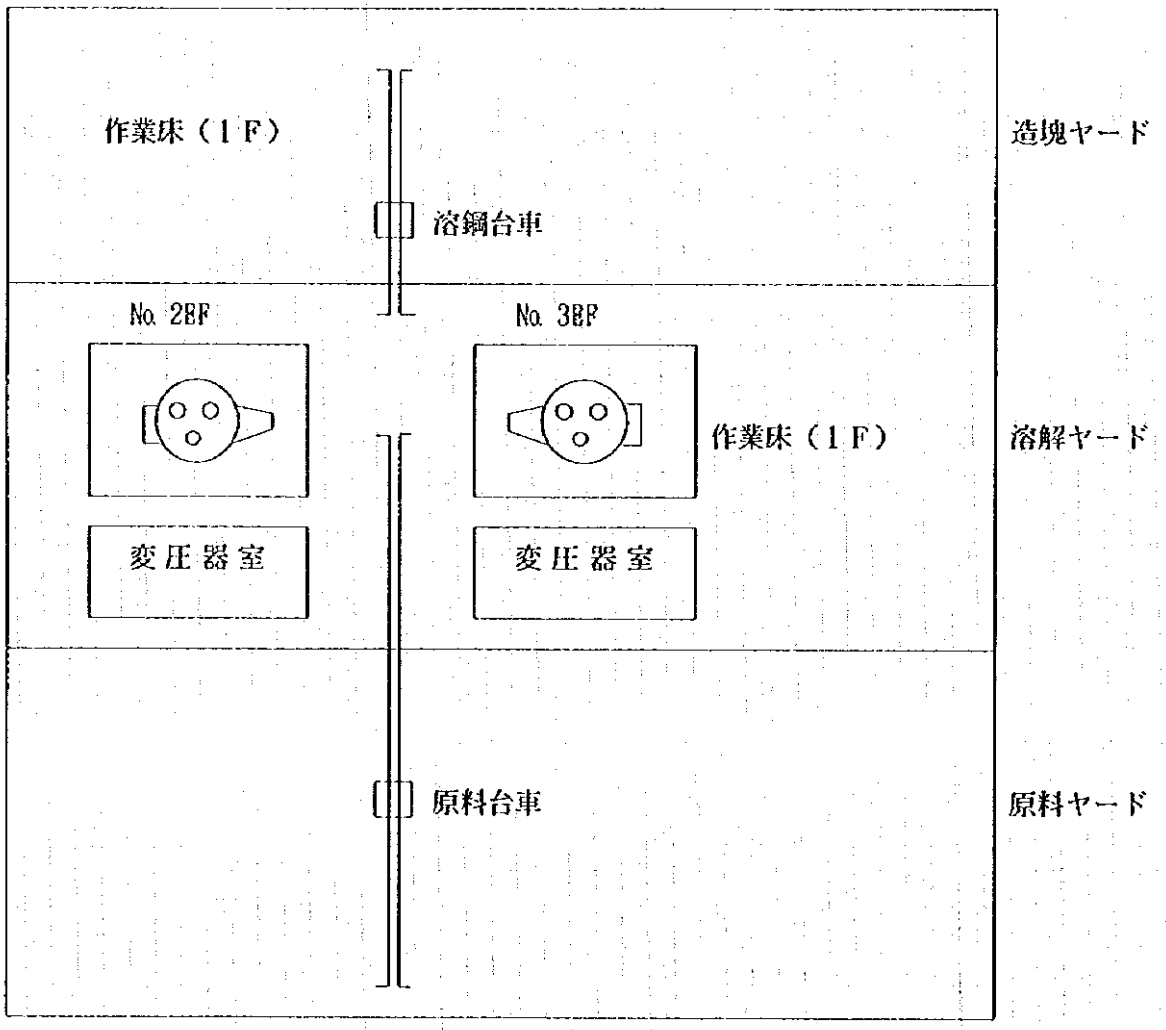


図3-2　第1製鋼のレイアウト（公称5トン電気炉×2基）

表3-2　第1製鋼（公称5ｔ×2基）の電気炉設備仕様

諸　元	2号炉	3号炉
最大炉容量（ｔ）	17	17
炉殻内径　(mm)	3,500	3,520
炉　高　(mm)	2,280	2,240
炉内容積　(㎥)	10	10
1次電圧　(kV)	6.3	6.3
変圧器容量 (kVA)	4,000	4,000
2次電圧　(V)	127～250	125～250
2次電流　(kA)	10	10
出鋼方式	樋	樋
PCD　(mm)	900	900
電極径　(mm)	300(12 ｲﾝﾁ)	300
電極昇降方式	液　圧	液　圧
炉　蓋	レンガ	レンガ
炉　壁	レンガ	レンガ
操業記録	手書き	手書き

表3-3　第1製鋼（公称5ｔ×2基）の電気炉操業データ

諸　元	2号炉	3号炉
スクラップ装入量（ｔ）	20	20
装入回数	3	3
初装＋追装1＋追装2（ｔ）	7+7+6	7+7+6
スクラップの種類（ｔ）		
軽　量	8.5	8.5
プレス	6	6
シュレッダー	1.5	1.5
銑　鉄	4	4
スクラップ平均嵩比重（ｔ／㎥）	0.75	0.75
出鋼量（ｔ）	16.5	16.8
歩　留（%）	82.5	84
溶解電圧（V）	590	580
溶解電流　(kA)	11	11
力　率	0.8	0.8
電力原単位 (kWh/t)	590	580
溶解用酸素（㎥）	130	140
精錬用酸素（㎥）	65	70
石　灰（kg）	1,500	1,500
電極原単位 (kg/t)	5.6	5.5
出鋼温度　(℃)	1,600	1,600
溶落カーボン（%）	0.80	0.80
酸化末カーボン（%）	0.55	0.55
生産性 (heats/day)	6	6
生産量 (t/month)	2,800	2,850
修理日数 (days/month)	2	2
作業日数 (days/year)	325	325
平均Tap to tap(minutes)	240	243

表3-4　第1製鋼1995年主要鋼種と生産量

	(ｲﾝｺﾞｯﾄ ﾍﾞｰｽ ：ｔ)
構造用炭素鋼	51,750
構造用合金鋼	4,000
ばね鋼	1,240
合金工具鋼	1,820
その他	6,081
合　計	64,891

3－2－2　第2製鋼（公称10t 電気炉 2基）

本工場のレイアウトを図 3-3に、電気炉の仕様を表 3-5に、操業データを表 3-6、1995年の主要鋼種及び生産量を表 3-7に示す。その特徴及び問題点を要約すると、次の点があげられる。

(1) 設備面

① 25年前に設置された炉を含み、設備の老巧化が目立つ。

② 炉上の近くにクレーン用走行ビームが位置し、炉頂から出る炎がビームを加熱している。

③ 炉の容量が小さく、生産性が悪い。変圧器容量も低い。

④ 水冷パネルがなく、耐火レンガ構造であり、保守性経済性が劣い。

(2) 操業面

① 電気炉が2基で月産 8,200 t は低過ぎる。

② 小形炉であるため、1人当りの生産性が低い。

③ Tap to tapが平均4時間もかかり、各種原単位が悪化し不経済である。

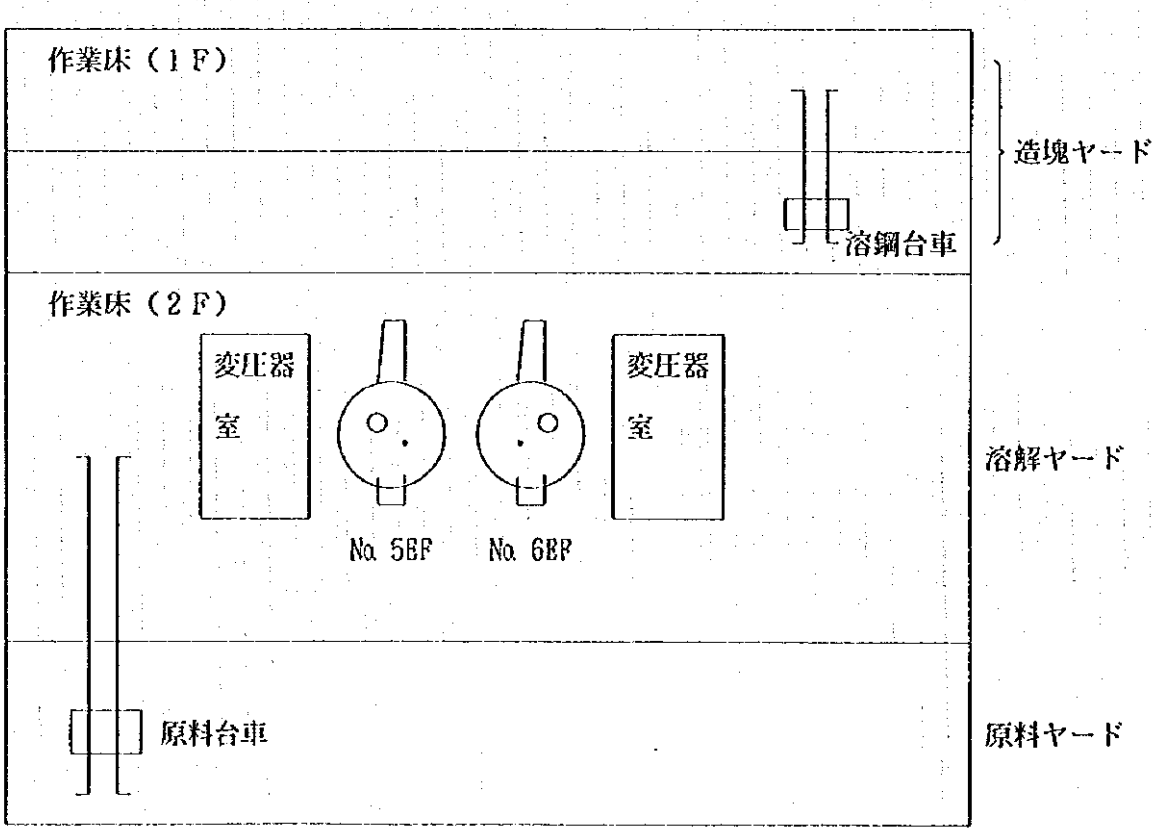


図3-3　第2製鋼レイアウト（公称10 t 電気炉×2）

表3-5　第２製鋼(公称10t ×2 基) の電気炉設備仕様

諸　元	4号炉	5号炉
最大炉容量（t）	26	26
炉殻内径　(mm)	4,000	4,000
炉　高　(mm)	2,550	2,550
炉内容積　(㎥)	16	16
１次電圧　(kV)	6.3	6.3
変圧器容量 (kVA)	7,000	5,500
２次電圧　(V)	118～290	123～262
２次電流　(kA)	14	12
出鋼方式	樋	樋
PCD　(mm)	1,100	1,100
電極径　(mm)	400	400
電極昇降方式	液圧	液圧
炉蓋	レンガ	レンガ
炉壁	レンガ	レンガ
操業記録	手書き	手書き

表3-6　第２製鋼の電気炉操業データ

諸　元	4号炉	5号炉
スクラップ装入量（t）	30	30
装入回数	3	3
初装＋追装１＋追装２（t）	13＋10＋7	13＋10＋7
スクラップの種類（t）		
軽量	8	8
プレス	14	14
シュレッダー	2	2
銑　鉄	6	6
スクラップ平均嵩比重（t／㎥）	0.75	0.75
出鋼量（t）	25.5	25.5
歩　留（%）	85	85
溶解電圧（V）	290	262
溶解電流　(kA)	15	15
力　率	0.8	0.8
電力原単位 (kWh/t)	600	600
溶解用酸素（㎥）	220	220
精錬用酸素（㎥）	150	150
石灰（kg）	2,400	2,400
電極原単位 (kg/t)	6.3	6.3
出鋼温度　(℃)	1,600	1,600
溶落カーボン（%）	0.70～0.80	0.70～0.80
酸化末カーボン（%）	0.50～0.60	0.50～0.60
生産性 (heats/day)	6.1	5.8
生産量 (t/month)	4,200	4,000
修理日数 (days/month)	3	3
作業日数 (days/year)	310	310
平均Tap to tap(minutes)	238	247

表3-7　第２製鋼 1995 年主要鋼種と生産量（ｲﾝｺﾞｯﾄ ﾍﾞｰｽ：単位t）

構造用炭素鋼	45,000
構造用合金鋼	1,000
ばね鋼	7,000
炭素工具鋼	500
鋼　管	26,000
その他	18,118
合　計	97,618（t）

3－2－3　第3製鋼（公称30t 電気炉 2基）

本工場のレイアウトを図 3-4に、工場入口、7号炉、6号炉、とりべ精錬炉を写真4～7に示す。電気炉の仕様を表3-8 に、操業データを表 3-9に、1995年の主要鋼種及び生産量を表3-10に示す。その特徴及び問題点を要約すると次の点があげられる。

(1) 設備面

① No.6電気炉は1987年の稼動であるが、その当時のままの仕様で使用されている。変圧器容量も15,000kVA と小さく、炉の耐火物もすべてレンガ構造で、生産性及び経済性が悪い。

② No.7電気炉は変圧器容量のアップがなされ、20,000kVA と比較的大きな容量であるが、近年のUHP 炉の域までにはかなりの差がある。しかし炉体も水冷化され、出鋼もEBT 方式を採用している等、錫鋼の中で最も能率の高い電気炉である。

(2) 操業面

① No.6電気炉は月産 6,500 t 、No.7電気炉は月産 8,500 t であり、両基分を併せても月産15,000 t では、レベルは低い。

② Tap to tapはNo.6で 3時間45分、No.7で 2時間30分と長い。

③ 電力原単位はNo.6で 630 kWh/t、No.7で 610 kWh/tと高い。

④ 電極原単位はNo.6で6.1 kg/t、No.7で 5.6 kg/tと高い。

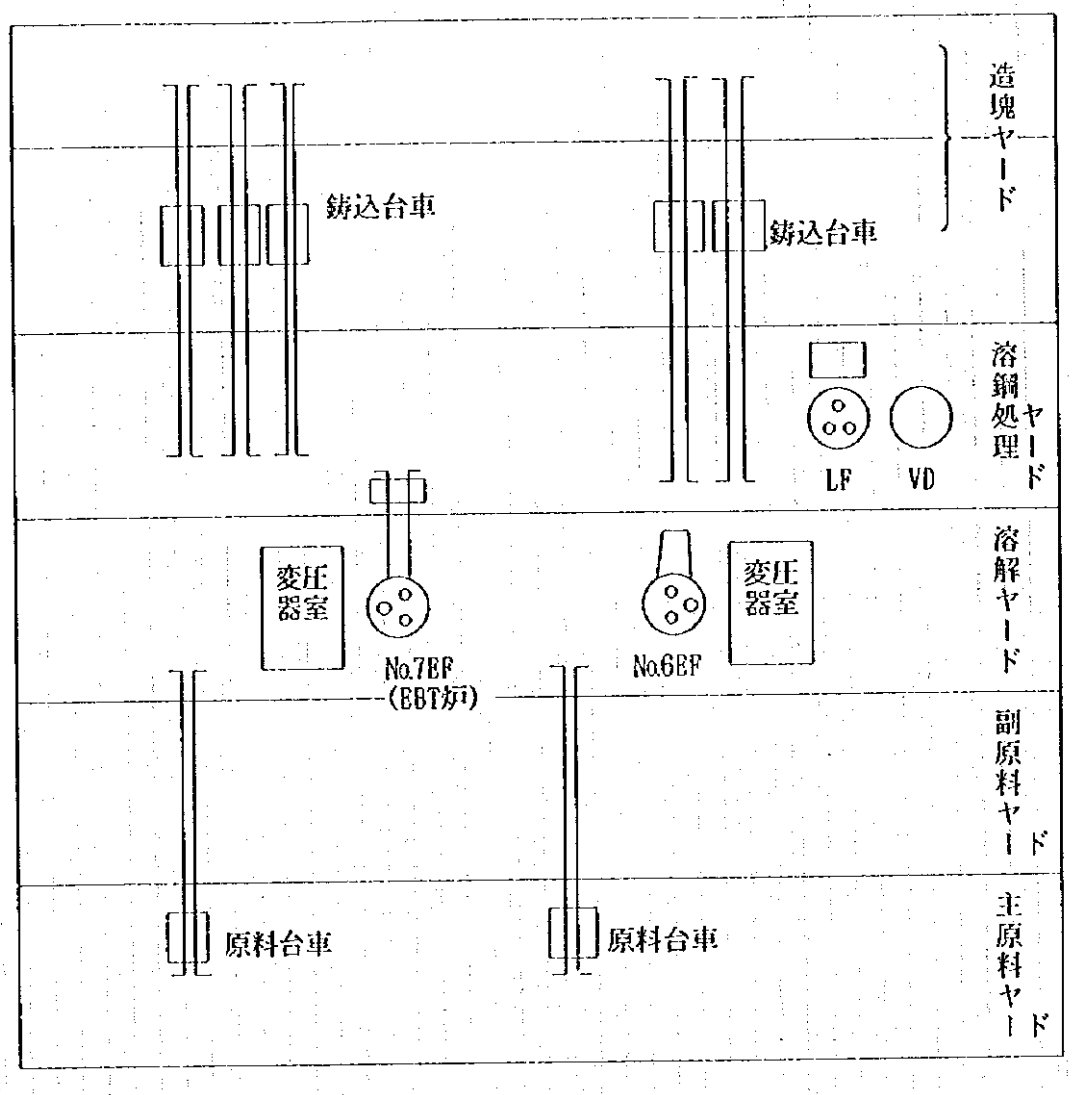


図3-4　第3製鋼レイアウト（公称30ｔ電気炉×２基）

表3-8　第3製鋼の電気炉設備仕様

諸　元	6号炉	7号炉
最大炉容量（ｔ）	40	40
炉殻内径　(mm)	4,600	4,600
炉高　(mm)	3,200	3,200
炉内容積　(m³)	27	30
１次電圧　(kV)	35	35
変圧器容量 (kVA)	15,000	20,000
２次電圧　(V)	148～360	169.5～430
２次電流　(kA)	24	31.8
出鋼方式	樋	EBT
PCD　(mm)	1200	1100
電極径　(mm)	400(16ｲﾝﾁ)	480 (18ｲﾝﾁ)
電極昇降方式	液圧	液圧
炉蓋	レンガ	水冷＋レンガ
炉壁	レンガ	水冷＋レンガ
操業記録	手書き	手書き

表3-9　第３製鋼の電気炉操業データ

諸　　元	6号炉	7号炉
スクラップ装入量（t）	46	48
装入回数	2	2
初装＋追装１　（t）	28＋18	30＋18
スクラップの種類（t）		
軽量	25	30
プレス	13	5(ｸﾛｯﾌﾟ)
シュレッダー	2	5(ﾌﾟﾚｽ)
銑　鉄	6	8
スクラップ平均嵩比重（t／㎥）	0.8	0.85
出鋼量（t）	39	40
歩　留（%）	85	90
溶解電圧（V）	336	401
溶解電流　(kA)	25	30
力　率	0.75	0.75
電力原単位（kWh/t）	630	610
溶解用酸素（㎥）	280	280
精錬用酸素（㎥）	140	120
石　灰（kg）	4,500	4,000
電極原単位（kg/t）	6.1	5.6
出鋼温度　(℃)	1,630	1,630
溶落カーボン（%）	0.80	0.70
酸化末カーボン（%）	0.60	0.60
生産性（heats/day）	6	8
生産量（t/month）	6,500	8,500
修理日数（days/month）	3	3
作業日数（days/year）	300	300
平均Tap to tap(minutes)	225	150

表3-10　第３製鋼1995年度主要鋼種と生産量
（ｲﾝｺﾞｯﾄ ﾍﾞｰｽ:単位t ）

構造用炭素鋼	10,080
構造用合金鋼	19,840
ばね鋼	36,320
炭素工具鋼	3,800
鋼　管	48,530
軸受鋼	26,620
普通鋼	19,780
低合金鋼等	5,070
合　計	170,040

3－2－4　とりべ精錬炉（LF: ﾚｰﾄﾞﾙ ﾌｧｰﾈｽ）

鋼の清浄化や成分の微調整のために、炉外精錬法が実施されている。これは電気炉の還元精錬を取鍋内に移行したもので、生産能率が高く、設備費も比較的安価である。

本設備は自国製で、第３製鋼に設置されている。その仕様及び操業データを表3-11に示す。

表3-11　とりべ精錬炉の仕様と操業データ

諸　元	仕　様
溶鋼処理量（t）	39～40
変圧器容量（kVA）	5,500
１次電圧（kV）	6.3
２次電圧（V）	150～212
２次電流（kA）	15
PCD（mm）	750
電極径（mm）	350（14″）
昇温速度（℃/min）	3
処理時間（min）	40～70
炉　蓋	レンガ
操業データ：	
電圧（V）	212
電流（kA）	15
力　率	0.9～1.0
電力量（kWh/heat）	2,800～3,000
電極原単位（kg/t）	0.8～1.0
アルゴン使用量（m³/heat）	5～8
FMn(kg/heat)	400
FSi(kg/heat)	120 ～130
Al（kg/heat）	5.6
処理後溶鋼温度（℃）	1,555

3－2－5　真空脱ガス処理設備（VD）

溶鋼に含有される酸素、水素、窒素などにガスが主因の欠陥を防止するために、高級鋼に対して真空脱ガス法が適用される。

本設備も第３製鋼に設置されている自国製の設備である。その仕様及び操業レベルを表3-12に示す。

表3-12　　真空脱ガス処理設備（VD）

諸　元		仕　様
エジェクタ能力（t／hr）		15
真空度（torr）		0.5～3.0
真空到達時間(min)		10
処理時間(min)		15～20
操業レベル　：		
水素	$H_2 \leq 2$	ppm
窒素	$N_2 \leq 65$	ppm
酸素	$O_2 \leq 20$	ppm
リン	$P \leq 0.025$	%
イオウ	$S \leq 0.025$	%

3－2－6　鋼種別操業記録

鋼種別製鋼プロセスを表3-13に示す。

表3-13　　鋼種別製鋼プロセス

鋼　種	EAF	LF	VD
普通鋼	○		
炭素鋼	○	○	
ばね鋼	○	○	
構造用合金鋼	○	○	○
工具鋼	○	○	○
鋼管用鋼	○	○	○
軸受鋼	○	○	○

代表的な操業記録を表3-14～21に示す。製品品質の向上と安定化を目指すためには、操業において次のことに留意すべきである。

① 脱 酸

Si、Mn、Alの強制脱酸によって生成した脱酸生成物は、Arバブリングによって LF工程の前期でほとんど浮上分離させる。この時点で全[O] を大幅に減少させ、LF工程終了時には全 [O]を 20ppm程度にする。このためにはLFの蓋のシール性を高め、Arプラス雰囲気にする。脱酸効果を操業記録に加える。

② 脱 硫

スラグ塩基度を4.2 近くに設定し、脱硫率を向上させる。それには$Ca-CaF_2$ 系フラックスを増量して(S)/[S] 比を大きくする。初期の[S] が0.025%であれば脱硫率 84%も可能となる。操業記録にスラグ塩基度を加える。

③ 窒素の低減

電気炉の出鋼をSi-Mn 脱酸出鋼ではなく未脱酸出鋼とし、とりべ内をAr置換して、[N] 吸収を抑止する。LFでのとりべの蓋及びAr雰囲気により、大気を遮断する。このことで、Si-Mn 脱酸出鋼では65ppm の[N] 吸収量が約15ppm 低減できる。

注）( ) 付の化学成分： スラグ中の含有量
[ ] 付の化学成分： 溶鋼中の含有量

表3-14 No.7 E Fの操業記録

溶解番号 670494 年月日 1996／ 3／ 6、7
鋼 種 GCr15 (JIS のSUJ2：高炭素クロム軸受鋼)

時 刻	時間 (min)	作 業 内 容
21：40	0	前ヒート出鋼、補修、加石灰
55	15	スクラップ装入
22：00	20	通 電
45	65	スクラップ装入
47	67	通 電
23：00	80	吹酸助溶
05	85	停電し電極交換（No.1 &No.2）
18	98	通 電
50	130	加石灰
0：04	144	サンプリング①、流滓・加石灰・吹酸脱炭・測温(1,561℃)
15	155	サンプリング②、加石灰、吹酸脱炭、加蛍石、流滓
45	185	測温(1,573℃) 、サンプリング③、加石灰、流滓
55	195	測温(1,569℃) 、停電、加鉄鉱石脱炭
		測温(1,632℃) 、サンプリング④、加石灰
1：07	207	通電、吹酸脱炭、測温(1,601℃)
20	220	サンプリング⑤
23	223	流滓、測温(1,632℃)
30	230	測温(1,653℃) 、出鋼 (FCr=550kg, FSi=80kg, FAl=80kg, 脱硫剤=11袋)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ①	1.94	0.08	0.09	0.054	0.129	0.05	0.07	0.12
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ②	1.73	0.02	0.06	0.023	0.093	0.061	0.06	0.12
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ③	1.32	0.01	0.04	0.020	0.087	0.06	0.05	0.14
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ④	1.12				0.070			
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ⑤	0.94				0.050			

表3-15　ＬＦ／ＶＤの操業記録

精錬番号　680654（溶解番号　670494）　年月日　1996／ 3／ 7
鋼　　種　GCr15　(SUJ2)

時　刻	時間 (min)	作　業　内　容
1：40	0	アルゴン接続、レードル設置、サンプリング①、測温(1,561℃)、アルミワイヤーフィーディング、脱硫剤
45	5	通電、造滓、FMn(120kg)、FSi(40kg)、FCr(360kg)
2：10	30	停電、サンプリング②、測温(1,575℃)、FSi(10kg)
12	32	通電、FCr(70kg)、FMn(30kg)、FCrM(20kg)
30	50	停電、サンプリング③、測温(1,613℃)
40	60	停電、測温(1,618℃)
42	62	真空接続
58	78	真空到達
3：13	93	破真空、サンプリング④、測温(1,535℃)
21	101	測温(1,519℃)、レードル吊上げ

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Al
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ①	0.83	0.13	0.05	0.008	0.045	0.87	0.04	0.08		
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ②	0.87	0.19	0.26	0.010	0.034	1.34	0.05	0.09		
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ③	0.94	0.20	0.37	0.010	0.039	1.43	0.05	0.09		
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ④	0.96	0.19	0.36	0.010	0.020	1.48	0.05	0.08	0.02	0.02

備考：電圧＝212(V)、電流＝15 (kA)
　　アルゴン圧力＝0.30 (MPa)

表3-16　No.7ＥＦの操業記録

溶解番号　670481　　年月日　1996／ 3／ 5
鋼　　種　20CrMnTi（歯車用）

時　刻	時間(min)	作　業　内　容
3：40	0	前ヒート出鋼、補修、加石灰
53	13	スクラップ装入
55	15	通　電
4：30	50	スクラップ装入、加石灰
32	52	通電、吹酸助燃、加石灰、流滓
5：08	88	サンプリング①、加石灰、吹酸、スラグ材
17	97	加石灰、測温（1563℃）、吹酸
23	103	測温（1586℃）、流滓
45	125	サンプリング②、吹酸、測温（1625℃）
55	135	測温（1649℃）、出鋼（FCr=100kg, FCrM=400kg, FMn=100kg, SiMn=300kg, FSi=40kg, FAl=80kg,　脱硫剤＝10袋）

		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ	①	0.08	0.03	0.05	0.008	0.054	0.05	0.04	0.17
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ	②	0.07	0.03	0.04	0.005	0.043	0.05	0.04	0.17

表3-17　ＬＦ／ＶＤの操業記録

精錬番号　680640（溶解番号　670481）　年月日　1996／ 3／ 5
鋼　種　20CrMnTi（歯車用）

時　刻	時間（min）	作　業　内　容
6：00	0	アルゴン接続、レードル設置、サンプリング①、測温(1,579℃)、ｱﾙﾐﾜｲﾔｰﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ(40kg)、加石灰
05	5	通電、FCr(120kg)、FMn(120kg)
25	25	停電、サンプリング②、測温(1,597℃)、真空接続
45	45	破真空、サンプリング③、測温(1,551℃)、FCr(40kg)
7：05	65	停電、測温(1,585℃)、FTi(135kg)、レードル吊上げ

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Al
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ①	0.10	0.16	0.58	0.008	0.048	0.81	0.05	0.16		
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ②	0.17	0.24	0.87	0.009	0.045	1.02	0.06	0.16		
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ③	0.17	0.23	0.89	0.009	0.029	1.06	0.06	0.15		
出　鋼	0.18	0.25	0.91	0.010	0.021	1.17	0.06	0.15	0.08	0.026

表3-18　No.７ＥＦの操業記録

溶解番号　670296　年月日　1996／ 2／11
鋼　種　45#（JIS のS45C：機械構造用炭素鋼）

時　刻	時間（min）	作　業　内　容
19：30	0	前ヒート出鋼、補修、加石灰
45	15	スクラップ装入
47	17	通　電
10：03	33	停電、電極交換（No.1）
08	38	通電、吹酸助溶、加石灰
38	68	スクラップ装入
40	70	通電、吹酸助溶、加石灰
21：25	115	サンプリング①、加石灰、吹酸脱炭、加蛍石
30	120	測温(1,517℃)、吹酸脱炭
45	135	サンプリング②、測温(1,587℃)、吹酸
50	140	測温(1,640℃)、流滓
55	145	出鋼（SiMn=250kg, FSi=50kg, FeAl=80kg, 脱硫剤＝11袋）

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ①	0.64	0.06	0.08	0.045	0.105	0.04	0.05	0.09
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ②	0.36	0.03	0.11	0.010	0.052	0.10	0.05	0.11

表3-19　ＬＦ／ＶＤの操業記録

精錬番号　680391（溶解番号　670296）　年月日　1996／ 2/ 11
鋼　種　45#（S45C）

時　刻	時間（min）	作　業　内　容
22：00	0	アルゴン接続、レードル設置、サンプリング①、測温(1,581℃)、ｱﾙﾐﾜｲﾔｰﾌｨｰﾃﾞｨﾝｸﾞ、脱硫剤
05	5	通電、CSi、カーボン粉
18	18	停電、測温(1,571℃)、サンプリング②
20	20	通　電
30	30	FMn(60kg)、加炭
50	50	停電、測温(1,573℃)、サンプリング③
58	58	測温(1,563℃)、レードル吊上げ

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	FeO	Al
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ①	0.36	0.21	0.50	0.012	0.048	0.12	0.05	0.12		
②	0.41	0.23	0.50	0.011	0.027	0.12	0.05	0.11	0.45	
③	0.44	0.24	0.63	0.012	0.020	0.12	0.05	0.12		
出　鋼	0.46	0.24	0.63	0.012	0.021	0.12	0.05	0.11	0.45	0.008

表3-20　No.6 EFの操業記録

溶解番号　660181　　年月日　1996／ 2／ 7
鋼　種　$60Si_2Mn$（JISのSUP6：ばね鋼の中のシリコンマンガン鋼）

時　刻	時間（min）	作　業　内　容
19：55	0	前ヒート出鋼、補修、加石灰、廃鋳型2個、スクラップ装入
20：15	20	通電、吹酸助溶
21：30	95	電極折損（No.2）、炉前処理
37	102	通　電
50	115	スクラップ装入
55	120	過電、吹酸助燃
22：20	145	電極脱落（No.3）、交換
35	160	通電、吹酸助燃
45	170	加石灰、吹酸、測温(1,530℃)
55	180	サンプリング①
23：03	188	加石灰
20	205	サンプリング②
22	207	測温(1,583℃)
25	210	吹酸脱炭
55	240	サンプリング③、吹酸脱炭、測温(1,620℃)
0：00	245	サンプリング④
08	253	通電、還元剤、吹酸、FAl(2袋)
15	260	サンプリング⑤、コークス粉
24	269	測温(1,625℃)、FSi粉
27	272	停電（出鋼待）
40	285	測温(1,653℃)、出鋼

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ①	1.54	0.06	0.04	0.054	0.150	0.03	0.03	0.09
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ②	1.14	0.02	0.06	0.013	0.090	0.05	0.03	0.09
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ③	0.55	0.01	0.05	0.004	0.040	0.04	0.03	0.09
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ④	0.56	0.03	0.05	0.008	0.039	0.05	0.03	0.09
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ⑤	0.56	0.02	0.05	0.005	0.037	0.04	0.03	0.08

表3-21　LF／VDの操業記録

精錬番号　680355（溶解番号　660181）　　年月日　1996／ 2／ 8
鋼　種　$60Si_2Mn$（SUP6）

時　刻	時間（min）	作　業　内　容
24：53	0	アルゴン接続、レードル設置、測温(1,591℃)、サンプリング①
1：18	25	FSi(50kg)、加炭、通電
25	32	サンプリング②、測温(1,569℃)
45	52	停電、測温(1,560℃)、レードル吊上げ

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	FeO	Al
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ①	0.55	1.56	0.74	0.012	0.011	0.05	0.03	0.08	0.53	
②	0.58	1.67	0.76	0.013	0.006	0.05	0.03	0.08		
出　鋼	0.59	1.72	0.75	0.010	0.006	0.05	0.03	0.09	0.53	0.022