

中華人民共和國

工場（南京第二鋼鐵廠）近代化計画

調查報告書

要約

1991年3月

國際協力事業団

工計鉞

91-11

91 - 11

中華人民共和國
工場（南京第二鋼鐵廠）近代化計画
調査報告書
要約

LIBRARY

JICA LIBRARY



1089571(2)

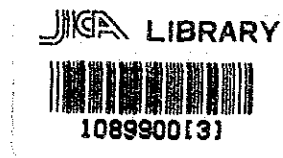
22719

中華人民共和國

工場（南京第二鋼鐵廠）近代化計画

調査報告書

（要約）



1991年3月

国際協力事業団



I 章 序

1 調査団派遣の経緯

中華人民共和国政府は、企業の活性化の一貫として既存工場近代化を強力に推進しており、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団は1981年度から1988年度にかけて本調査業務を含め58の既存工場の調査に協力してきた。本件調査も1989年度に、中国政府より要請があった13案件の内の一つであり、当事業団は1990年2月に事前調査を実施した結果、中華人民共和国国家計画委員会との間で本件実施に係わる実施細則に署名をした。

中国の鉄鋼関係では早くも1988年に、1990年の目標である粗鋼年間生産量5,500万tおよび鋼材年間生産量4,400万tを上回る実績を挙げている。しかしながら、慢性的な鋼材不足、品質の低い鋼材、小規模鉄鋼企業、各工程間の不均衡、および老朽設備の存在などの問題がある。

また、経済環境として、国内輸送体系の未整備、電力を中心とするEnergy供給不足などの構造的問題もあり、現在、中国鉄鋼業は多くの課題を抱えていると言える。

江蘇省は中国において早くから経済の発達した省の一つである。これは良好な地域に位置し、自然条件に恵まれたためでもある。中国近代化民族工業の重要な発祥地でもあり、現在五万余の工場を有し、各業種の工業部門が揃っている。

この工業生産を支える鉄鋼業としては、供給する鋼材の品質と数量が、各工業部門の技術的要求に適用していかなければならない。

工業部門では、冶金、採掘、自動車、機械、造船、電子、紡績、石油化学、食品など多数の分野で活発な生産が行われている。

冶金工業においては、30の鉄・非鉄金属企業がある。そのうち、鉄鋼企業（機械修理を含む）は16、非鉄企業は14である。

南京市の鉄鋼企業として、南京鋼鐵廠、南京第二鋼鐵廠、南京軌鋼廠、および南京第三鋼鐵廠が代表的な企業であると言われている。

南京市の工業生産を支えるものとして鉄鋼企業の責任は大きくなっている。他の工業企業が要求する鉄鋼材料の種類が多様化すると共に、その品質についての要求水準も年々厳しくなっている。

特殊鋼の国内需要も増加し、その要求に応えるために南京第二鋼鐵廠は普通鋼の生産から、特殊鋼生産を主体にするという計画も、南京市の各企業からの要求に応えようとするためである。

2 調査の目的

後述の南京第二鋼鐵廠が、「普通鋼主体の生産」から「合金鋼主体の生産（特殊鋼化）」に切替えるために、既存設備の活用に重点を置いた、生産管理と製造技術に関する近代化計画を提案することを目的とする。また、本調査の実施中に南京第二鋼鐵廠に対し、調査手法などの技術移転を行う。

3 調査対象と内容

(1) 調査工場：

南京第二鋼鐵廠

(2) 対象工程及び製品：

工程：原材料受入→廃鋼処理→製鋼（電弧炉溶解、真空炉外精練、および連続铸造）→鋼片・大型製品圧延→棒線圧延→熱処理→仕上げ→検査（中間検査及び最終検査）
および鋼線製造工程

製品：(A) 鋼種； 構造用炭素鋼 構造用合金鋼 軸受鋼 ばね鋼

(B) 製品形状； 棒鋼（丸、角）、線材および鋼線

(3) 調査対象範囲と内容

南京第二鋼鐵廠で製造される製品（鋼片・棒線製品）の品質要求を考慮した工程に関するものとし、次の内容について調査した。

- ① 工場の概要調査
- ② 生産工程調査
- ③ 生産管理調査
- ④ 工場近代化後に必要な主原料、副原料等の調達調査

4 調査団の構成と日程

4.1 構成

大同特殊鋼株式会社、海外技術協力部の5名の専門家によって次のように構成された。

別府 正義	(部長)	団長・総括・生産管理
中山 次男	(主査)	製鋼工程
田島 立夫	(主査)	圧延工程
稲垣 肇	(次長)	検査・手入れおよび二次加工工程
常世田 靖一	(次長)	加熱炉、設備一般

4.2 調査日程

1990年6月4日から6月17日(工場関係は6月4日から6月14日)の間に行われた。

5 調査報告書(DRAFT)の説明

1990年12月17日から12月25日(工場関係は12月18日から12月22日)の間に行われた。

6 主要面接者

国家計画委員会

企業技術改造診断辦公室	主任	高級工程師	薛光中
	副主任	高級工程師	朱 燮
	副処長	高級工程師	芮光雨
技術改造司		工商管理碩士	王 滬生
外事司		亞非處處長	許同茂

南京市經濟委員会

南京市冶金工業公司

主任	姚国瑞	經理	王宏昌
副主任	陳 專山	總工程師	金永裕
技改處 處長	呂炳華	行業規格處 處長	馬洪燁
技改處 工程師	紀華成		
	工程師 王淮源		

南京第二鋼鐵廠

廠長	潘永建	計画科	科長	劉益傑
元廠長	朱天賦	計画科	高級工程師	李寿柏
總工程師	包長庚		高級工程師	史民權
副總工程師	載志祥		高級工程師	鄭光中
製鋼工場 工場長	徐松華		高級工程師	冷繼元
第一圧延工場 主任工程師	李寿明	技術開發部	高級工程師	楊学順
第二圧延工場 主任	彭鉄生	辦公室	秘書	樓云

II 章 工場近代化策定方針

中華人民共和国国家計画委員会と日本国際協力事業団との間に1990年3月1日に調印された南京第二鋼鐵廠の近代化計画に関する調査の実施細目に基づいて、日本国際協力事業団派遣の調査団は1990年6月4日から6月17日まで（工場関係は6月4日～14日）南京第二鋼鐵廠が特殊鋼製造を主体とする近代化計画を実施するための現地調査や、工場の生産技術関係者との十分な技術交流と討議を行った。

また、1990年12月17日から25日まで（工場関係は12月18～22日）、南京第二鋼鐵廠において、工場（南京第二鋼鐵廠）近代化計画調査報告書（DRAFT）の説明と両者による討議を行った。

両者は討議の上、下記の主要事項について合意した。

1 調査時における合意事項

1.1 南京第二鋼鐵廠の近代化と改造の原則

1.1.1 工場の年間生産量は特殊鋼を主体として、200,000tとする。（製品の構成は別添表2による）

なお、製鋼、分塊、圧延材の生産能力の前後の均衡がとれるようにする。（50,000t/yの購入鋼塊を含む）

1.1.2 投資額節減のため、改造の立案に際しては、充分に、且つ、有効的に既存設備と既存工場建屋を利用し、改造時における生産休止をなるべく避けるようにする。

1.1.3 製品に国内・国外での比較的強い競争力を持たせるように、国際規格による生産を行う。

1.1.4 製品の品質確保のため、国際的な先進技術と管理方法を採用する。

1.1.5 近代化案には、最終目標以外に、段階的実施計画案を組込む。

1.2 主要な実施事項

1.2.1 製鋼工場

(1) 稼働時間：年間7,200時間

(2) 当初は20t電弧炉2基を設置し（その内1基増設）、当分の間、既存5t電弧炉2基を

そのまま稼働しながら設備水準を近代化する。将来、5t電弧炉2基を20t電弧炉1基に置き換える。

- (3) 25t 真空二次精練炉 (L F V) 2 基を設置する。
- (4) 湾曲型特殊鋼用連続铸造機 1 基を新設する。連続铸造铸片の年間生産量は140,000tとし、铸造铸片の断面寸法は180mm x 220mm とする。また、合理的な切断方法を選定する。
鍛錬比約8 に該当する180mm x 220mm 铸片からの製品寸法はφ80mmであるため、φ81~φ100mm の製品については、客先の要求品質を十分に考慮する必要がある。
- (5) 鋼塊 (軸受鋼主体) の重量は540kg (φ300mm x φ240mm x 900mm 高) とする理由は、φ600mm の分塊圧延機能力と品質を考慮したためである。
ただし、圧延機と搬送上の問題が残るため、鋼塊寸法については再検討の必要がある。
- (6) 連続铸造铸片については原則的に赤送り方式を採用する。
- (7) 先進的な廃鋼の分類、切断、Press 梱包設備を増設する。
- (8) 日本側は製鋼工程に関する近代化案を提出する。

1.2.2 第一圧延

- (1) 当工場の生産能力は200,000t/yの製品を確保するものとする。(鋼片と製品は表-1による。また、実働時間は6,930h/yとする。)
- (2) 加熱炉
 - (a) 燃料 特殊鋼の品質確保のため、燃料は重油を使用する。
 - (b) 炉形式 連続铸造铸片用加熱はW・B式とし、鋼塊加熱炉形式は検討する。
- (3) 圧延機
 - (a) 既存のφ600mm x 3 stands圧延機を利用する。
 - (b) φ500mm ~ φ550mm 製品圧延機を増設する。
 - (c) Hot saw と冷却床を増設する。
- (4) 製品品質を考慮して、二重逆転式圧延機 (約φ700mm) と高速鍛造機などを含む比較案を作成する。
- (5) 製品長さ 最大6m

1.2.3 第二圧延工場

- (1) 実働時間 6,930h/y
- (2) 加熱炉
 - (a) 燃料 特殊鋼の品質確保のため、燃料は重油を使用する。
 - (b) 能力 既存加熱炉の能力増大のために改造が必要である。

- (3) 圧延機
- (a) Coil単重 150kg (φ6.5 ~12.0mm)
100kg (φ5.5mm)
 - (b) 工程と設備の両面から考慮して線材の圧延精度は $\leq \pm 0.15 \sim \pm 0.20\text{mm}$ とする。
 - (c) 既存棒鋼圧延Lineを基に、特殊鋼線材仕上圧延機 (Block mill) とLoop conveyerなどを増設する。
 - (d) 特殊鋼の丸、角製品長は最大6mとする。

1.2.4 検査・手入

- (1) 連続鋳造鋳片および鋼塊用の検査・手入設備を設置する。
- (2) 鋼片検査・手入設備を設置する。
- (3) 鋼材 (棒、線、細線) 検査・手入設備を設置する。

1.2.5 二次加工

- (1) 既存工場建屋を利用して、棒、線材および細線の冷間引抜設備を設置する。
- (2) 熱処理炉は重油を燃料とする。

1.2.6 試験設備

特殊鋼製造に必要な次の項目について記述する。

- 分析機器 (近代的な製鋼用高速成分分析装置を含む)
- 金属組織試験機
- 機械的性能試験機

1.2.7 その他

- (1) 環境保全
南京市環境保全局が定めた基準値を満足するよう排Gas (電弧炉集塵を含む)、排水処理を講ずる。
- (2) 近代化に要する費用の算出は日本国内価格を基礎とする。
- (3) 製造原価を算出するための能率、歩留および原単位を表示する。
- (4) 操業Control 用電算機Systemを考慮する。

2 DRAFT報告時における合意事項

2.1 近代化と改造計画の段階的な実施

計画の実施に当たって、当初（調査時）はこれを四段階に分けて行うこととしていたが、諸般の事情を考慮し、これを六段階に分けて実施する。

すなわち、第一、第二段階は特殊鋼化の予備段階とし、構造用炭素鋼の生産を開始し、これに必要な設備を導入する。

第三段階では連続鋳造設備、LFV 設備などを導入することによって、合金鋼、ばね鋼の生産を開始する。

第四段階では受電容量の拡大、BLOCK MILLの設置など圧延部門の拡充を図る。

第五段階では連続鋳造設備に電磁攪拌機（EMS）などを設置し、連続鋳造設備による高級特殊鋼の生産を開始する。

最終の第六段階では5t電弧炉 2基を 20t電弧炉 1基に置き換え、20t電弧炉 3基体制とし、且つ、3-High φ750 圧延機 1基と均熱炉を導入することによって、軸受鋼の生産を開始する。この段階が完了することによって年間200,000tの生産体制が確立する。

2.2 最終報告書への各分野の記述の追加

2.2.1 製鋼

(A) 連続鋳造設備の設置位置の検討

Tundish の整備場を考慮し、連続鋳造設備の位置を再検討する。

(B) LFV について

最も品質要求の厳しい軸受鋼についてLFV の操業Process と操業時間および品質について記述する。（なお、参考までにLFV の真空槽、Pitch circle diameter (PCD) の例も記述する。）

(C) ”電弧炉操業—LFV 操業—連続鋳造”の一連のTime schedule と注意事項を記述する。

(D) 品質上の観点から、現用鋳型の諸元を見直して、新鋳型形状を提案する。（ただし、鋳型の最大内径はφ300mm、高さを1,200mm以上とする。）また、最終段階にて使用

される1,100kgの鑄型形状も記述する。

2.2.2 第一圧延

粗圧延用φ750mm standと鍛造工程について、DRAFTでは三案の比較検討を行っているが、最終報告書での結論として、将来3-Highφ750mm standを採用し、鋼塊の大型化(1,100kg)を図るべき旨の提案を書き加える。

第六段階に入る前に軸受鋼を少量圧延する方法(Pusher 炉を使用)についての法案を記述する。

2.2.3 第二圧延

鋼種別仕上げ圧延温度および調節方法について記述する。

表-1 近代化後のProduct Mix (t/年)

鋼種	最終工程	最終工程 最終圧延																				総計 (合計2 +合計3)				
		引抜					棒線圧延 (第二圧延)						大型圧延													
		引抜細線					COIL			COIL TO BAR			丸棒線			棒線圧延			丸棒				角棒			大型 圧延
		0.2- 1.0	1.1- 2.0	2.1- 3.0	3.1- 5.0	合計1	5.5 12	6.5- 合計	5- 12	合計	12- 20	21- 30	合計	棒線 圧延 合計2	51- 80	81- 100	合計	51- 80	81- 100	合計	大型 圧延 合計3					
普通 炭素鋼	AS ROLL						12000		12000				2000	2000	4000	16000				48000	11000	59000	59000	75000		
	DRAW												1500	1500	3000	3000								3000		
	計						12000		12000				3500	3500	7000	19000				48000	11000	59000	59000	78000		
構造用 炭素鋼	AS ROLL						7800	4000	11800				1000	2000	3000	14800	8000	6000	14000	4000	2000	6000	20000	34800		
	HT	40	50	100	250	440				500	500					500								500		
	DRAW	100	180	350	770	1400				1000	1000	2000	1000	1000	2000	3000								3000		
	PM						[200]		[200]							[200]								[200]		
	CG	[10]	[20]	[50]	[80]	[160]																				
計	150	250	500	1100	2000	8000	4000	12000	1500	1500	5000	18500	8000	6000	14000	4000	2000	6000	20000		38500					
構造用 合金鋼	AS ROLL						8000	2500	10500				21000	10600	31600	42100	4000	4000	8000	4000	1000	5000	13000	55100		
	HT						1500	1000	2500							2500								2500		
	DRAW												1000	1400	2400	2400								2400		
	計						9500	3500	13000				22000	12000	34000	47000	4000	4000	8000	4000	1000	5000	13000	60000		
軸受鋼	HT		100	400	700	1200	4000	2000	6000	2000	2000	800	600	1400	9400	8000		8000					8000	17400		
	DRAW		100	600	1100	1800				1000	1000	400	200	600	1600									1600		
	計		200	1000	1800	3000	4000	2000	6000	3000	3000	1200	800	2000	11000	8000		8000					8000	19000		
ばね鋼	AS ROLL						1400	900	2300							2300								2300		
	HT						800	600	1400	200	200					1600								1600		
	DRAW	(40)	(80)	(300)	(380)	(800)				300	300					300								300		
	PM						(300)		(300)							(300)								(300)		
	CG				(200)	(200)																				
計	(40)	(80)	(300)	(580)	(1000)	2500	1500	4000	500	500					4500								4500			
合計	AS ROLL						29200	7400	36600				24000	14600	38600	75200	12000	10000	22000	56000	14000	70000	92000	167200		
	HT	40	150	500	950	1640	6300	3600	9900	2700	2700	800	600	1400	14000	8000		8000					8000	22000		
	DRAW	140	360	1250	2250	4000				2300	2300	3900	4100	8000	10300									10300		
	PM						500		500							500								500		
	CG	10	20	50	280	360																				
	計	190	530	1800	3480	6000	36000	11000	47000	5000	5000	28700	19300	48000	100000	20000	10000	30000	56000	14000	70000	100000	200000			

AS ROLL: 圧延のまま
 HT: 熱処理
 DRAW: 引抜
 PM: 皮剥き
 CG: Centerless grinding

注: ()は50CrV製品 []は快削鋼
 角51-100mmには外部からの購入鋼塊からの製品50,000t/yを含む(普通鋼)

III章 南京第二鋼鐵廠の概要

1 概要

南京第二鋼鐵廠は1970年に建設され、20周年を迎えている。

従業員は4,410人、固定資産9,629万元、工場敷地面積は660,000 m²、そのうち建屋面積は148,000 m²を占める。

同工場は南京市の西南に位置し、南京市中華門から8km、西へ4kmで長江に達する。

現在、銑鉄を約100,000t/y、普通鋼と低合金鋼の鋼片および棒鋼を約75,000t/y生産している。

現在の圧延鋼材の生産能力は100,000t/yであるが、これを1995年までに、合金鋼（特殊鋼）を主体として150,000t/yまで増強する計画を有している。

資材および製品の輸送は鉄道、貨物自動車および船舶によって行われている。

2 主要設備および生産規模

2.1 主要設備

南京第二鋼鐵廠の主要設備は下記の通りである。

		設計能力
100 m ² 高炉	2基	130,000t/y
66型石炭焼結炉	1組	100,000t/y
18m ² 焼結炉	1台	180,000t/y
5t電弧炉	2基	50,000t/y
20t電弧炉	1基	50,000t/y
φ515 x 2stand分塊圧延機	1基	130,000t/y
半連続小型圧延機	1基	100,000t/y
150 m ³ /h酸素発生装置	2式	
300 m ³ /h酸素発生装置	1式	
25,000kVA変圧器	1式	(110,000kV/35kV, 6kV)
16,000kVA変圧器	1式	(110,000kV/35kV, 6kV)

2.2 生産規模

1989年実績

銑鉄	108,262t/y	鋼片	77,174t/y
製鋼	36,845t/y	棒鋼	21,279t/y

表-2 鋼材生産量内訳

鋼 種	丸棒・異形棒鋼			鋼片	合 計
	φ12	φ16	φ25	φ60、φ70	
普通鋼	7,361	2,567	—	52,022	61,950
低合金鋼*	4,851	3,075	3,425	1,940	13,291
合 計	12,212	5,642	3,425	53,962	75,241

* 低合金鋼： Mn 3% 以下の鋼

2.3 原料

銑鉄は国際規格に適合し、生産量の1/3 は輸出されている。
鉄鋼石は40% はAustralia から輸入しており、ほかは国内産を使用している。
廃鋼は南京市で発生したものを使用している。

2.4 電力事情

現状では午前8時から午後10時までは電力制限があり、Full生産ではないが1992年には南京市が華能発電所（300,000kW を2 基）を新たに建設するため、この問題は解決される、としている。
これによって発電能力は合せて1,000,000kW になる。

2.5 環境管理

南京第二鋼鐵廠の環境管理は、南京市環境保全局との間で協定書を交わし、それに基づいて管理が行われている。

I V 章 生産工程の現状と問題点

I 現状の生産工程

現在、南京第二鋼鉄廠の生産主体は銑鉄と普通鋼圧延鋼材である。これらの生産工程は次の図-1の通りである。

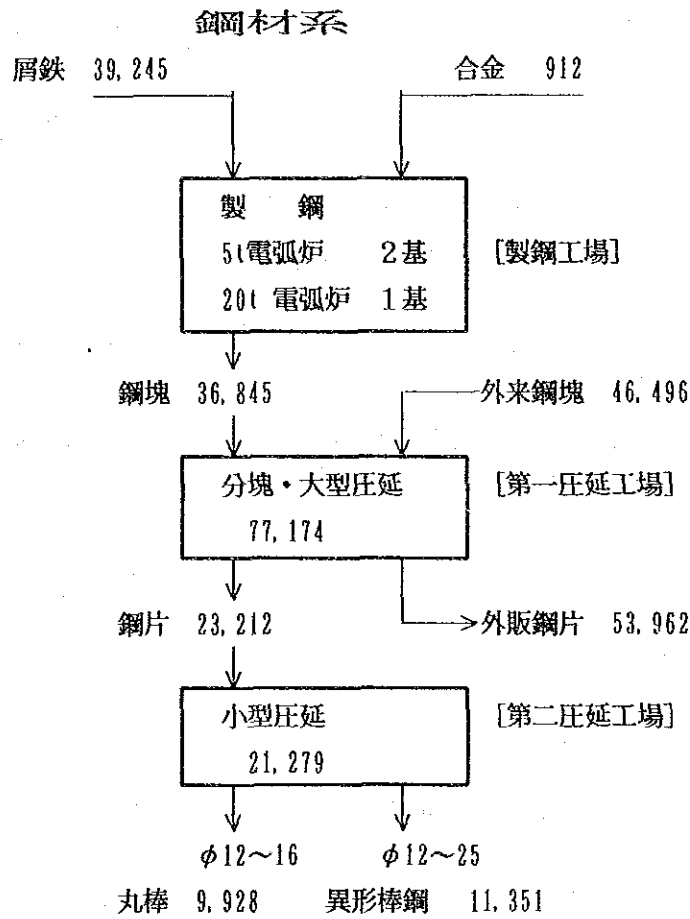


図-1 「現状の物流」 (単位 t/y)

製鋼工場の電弧炉は公称5tと公称20t 炉であるが、実際はそれぞれ12t、25t の溶鋼を生産している。現在は電力不足のため、十分な生産が行えないが、1992年以降はこの電力問題は解決すると考えられている。製鋼工場には、特殊鋼の製造に不可欠な二次精練設備はない。また、高効率・高品質製品を確保するに必要とされる合金自動投入設備、高速多元素同時分析装置、試料搬送のための気送Systemなどは設置されていない。

屑鉄置場は現在、製鋼工場の近くに新たに設置されている。この置場は品種ごとに管理・区分される予定であり、特殊鋼化の戦力になる。

現状の20t 電弧炉の隣に、新20t 電弧炉のための基礎工事が完了している。
製鋼工場で製造された鋼塊は、製鋼工場と第一圧延工場間に位置する鋼塊置場棟に一旦保管され、順次天井走行Craneにより、第一圧延工場の加熱炉へ搬送されている。
鋼塊は一部手入れされているが、基本的には検査、手入れはされていない。鋼塊は195mm x 165mm x 1100~1300mm高さ(295kg~330kg)であり、非常に小さい。

第一圧延工場のPusher式加熱炉は石炭焼きであり、温度制御は操炉員の熟練に頼っている。旧式の三重式圧延機2台で操業している。Roller table等は老朽化しており、近代化のためには改善が必要であろう。

ここで圧延される鋼塊は、自工場で製造したもの他に他工場で製造されたφ150~230(280~650kg)の鋼塊も圧延している。

第一圧延工場では、自工場向けと他工場向けの鋼片を製造している。ここで製造された鋼片は特別な検査・手入れをされることなく、第二圧延工場、もしくは他工場へ搬送されている。

第二圧延工場では、第一圧延工場で生産されたφ60の鋼片を圧延し、φ12~25mmの丸棒と異形棒鋼を製造している。

圧延Molerは全て交流であり、圧延速度制御はできない。また、各圧延機の間で被圧延材料はFreeになり断続的な連続圧延方式が採用されている。製品圧延機の軸受にはBall bearingは使用されていない。

第二圧延で製造された製品は、熱処理、二次加工されることなく寸法検査と、数量(あるいは、重量)検査のみを行われた後、出荷されている。

2 問題点

VI章で各工程ごとの問題点が詳細に指摘されている。ここでは全体的な問題点のみを述べる。

普通鋼の生産工程と特殊鋼の生産工程との最も大きな違いは、検査・手入れ工程の数である。特殊鋼の場合には検査・手入れ工程が生産工程の至るところに用意されている。例えば、鋼片検査、全製品検査であり、検査項目は化学成分、表面疵、内部欠陥、金属組織、機械的性質、製品形状など多岐にわたっている。

また、これらの規格は一般的に普通鋼の場合に比べて厳しい。したがって、普通鋼の生産を行っている南京第二鋼鐵廠には特殊鋼の検査・手入れ工程が欠落している。

近代化には連続铸造が推奨される。また、冶金学的に軸受鋼は連続铸造工程を採ることは困難である。さらに、他工場からの鋼片委託圧延を行うなどの事情から、連続铸造による鋳片のみでなく、鋼塊も圧延せざるを得ない。

鋼塊と鋳片の加熱炉へ装入は、省Energyを計るためにも熱間装入とし、第一圧延工場には連

続Walking beam炉と鋼塊用Pit 炉が必要となる。

特殊鋼の変形抵抗は普通鋼のそれと比べて大きいため、現状のPass schedule およびMain motor について検討が必要となる。

第一圧延については、 $\phi 60\text{mm}$ の鋼片だけの圧延から、寸法範囲の広い製品圧延もできるように改善しなければならないため、製品用圧延機およびその切断Lineの導入が必要となろう。

第二圧延については、現状は棒鋼製品のための生産であり、線材Coil生産を行うためには新設備の導入が要求される。

特殊鋼の二次加工、熱処理設備などは全く所有していないため、近代化に際しては全面的な設備導入が必要である。

前述のように、特殊鋼の製造には多くの検査工程が必要である。これを援助するために分析試験設備、および品質向上のための設備も大幅に増強する必要がある。

V章 生産管理の現状と問題点

1 現状の製品構成

南京第二鋼鐵廠は、現状、銑鉄と普通鋼（特に鋼片）の圧延を主体に低合金鋼を小規模に生産を行っているが、将来計画では、特殊鋼鋼材が量的に現状の約10倍、内新線材圧延で47,000t/y生産販売する。

2 販売の状況

現状の販売向先は、下表のような割合になっている。

表-3 現状の製品販売向先

	国家向	輸出	国内自主	(単位：%)
銑鉄	40	30	30	
普通鋼	20	20	60	
低合金鋼				

- (1) 国家向とは、南京市の計画に基づいて製造し、市に納入するもの。価格は公定価格。
- (2) 自主生産販売分とは、輸出入公司又は各省の顧客と直接販売契約を結んでの生産販売で、銑鉄は60%、鋼材は80%。輸出向先は、銑鉄が日本、鋼片はThailand、鋼材は韓国が主である。

3 生産計画の作成

生産計画は、年度計画（目標計画）、四半期計画、月間計画の3つの期間で作成され、運営されている。

年度計画は、南京市の計画に基づいて、目標計画に具体化されて、工場の本年度生産・経営方針および各種の生産管理指標として工場の全員に徹底される。

4 生産計画内容の伝達

生産計画は、工場の定例生産販売会議に提案され、四半期との差異を見直し、当月の生産計画を決定し実施に移される。

5 生産調整

生産進捗状況のCheck は工場の全体生産調整Netで行われる。

毎週の月曜日の午後、全工場で生産調整会議を開き、生産進捗状況を報告・Checkし、一週間の生産を総合調整する。

6 工程管理

廠長の方針に従って、総エンジニアと生産副廠長の下に、各々技術開発課、工程技術課、生産管理室があり、工程管理を行っている。

工程管理の現状

- (A) 原料、副原料、製品（半製品を含む）の標準管理
工場の標準としては国際規格、国家規格、冶金部の標準、必要に応じて需要家と合意した特殊的、臨時的標準があり、工程技術課の専門staffが全工場の標準管理を統一的に運営。
- (B) 工程標準
作業標準は工程技術課が策定し管理する。
工程技術課は、総エンジニアの了承を得て実施する。
- (C) 工程予備品の管理
予備品は製品上の要求、生産条件、及び標準によって生産管理室が設定する。
- (D) 新製品、新技術の採用と拡大（特殊要求製品）
定型通用製品は国家基準（GB）又は、社内規格（南京第二鋼鐵廠標準：QB）に従って製造される。
新工程、新技術等が要求される特殊製品は、廠長と総エンジニアの下で工程技術課が具体的に製造工程を設計し、総エンジニアの承認を得て、実施に移される。
- (E) 新製品開発・試作
総エンジニアの下で技術開発課がProject teamを組織して試作が実行される。
試作結果に従って、総エンジニアの責任で量産に移される。

7 品質管理の現状

南京第二鋼鐵廠は、現状銑鉄と普通鋼を主体の生産に於いては、品質管理の制度、管理標準が相当整備されていて管理の体制は整っている。

(I) 品質管理の基本理念

理念： 従業員の品質への思想を高揚 → 全面的品質管理を円滑に推進
目標： 規格遵守 → 優秀な品質製造 → 奨励金を獲得 → 企業業績発展

(2) 目標管理の展開

1985年 廠方針・目標の設定、発展

以後毎年 廠方針・目標管理図を策定

課、分工場は方針を分解、実践目標を設定。PDCA管理Cycleを推進。

(3) 品質管理組織

廠長－総工程師の下で、全面品質管理と品質検査課が組織的に管理しているが、組織を補完する意味から、委員会・会議の制度を導入し円滑に運営している。

品質責任制度が、実施されている。

国务院制定 「工業製品品質責任条例」



廠 「品質責任制度管理標準」

各課と各級の任務、権限、責任を規定



「品質不良決定権管理標準」

「品質不良決定権実施細則」

責任範囲と検討内容を明確化

8 生産管理上の問題点

現状生産体制では、管理Systemは十分だが、特殊鋼生産比率の増加につれ、特殊鋼独特の多品種、小lotに起因する品質管理、生産管理の難しさが発生する。現状の儘の体制Systemでは対応は困難。生産量の増加に見合った鋼鐵廠に適したSystemを確立する必要あり。

V I 工場近代化計画

1 近代化後の工程流れ図

以下に示す主要な工程流れ図は、II章の「表-1 近代化後のPRODUCT MIX」の製品量（第一圧延工場と第二圧延工場での生産量）を基に歩留を考慮して策定したものである。

二次加工工程の歩留などは一括して考え、その詳細工程説明はVI章6項に示すものとし、ここでは省略した。また、鋼線工場での工程は主要工程には含めず、VI章7項に独立して示した。

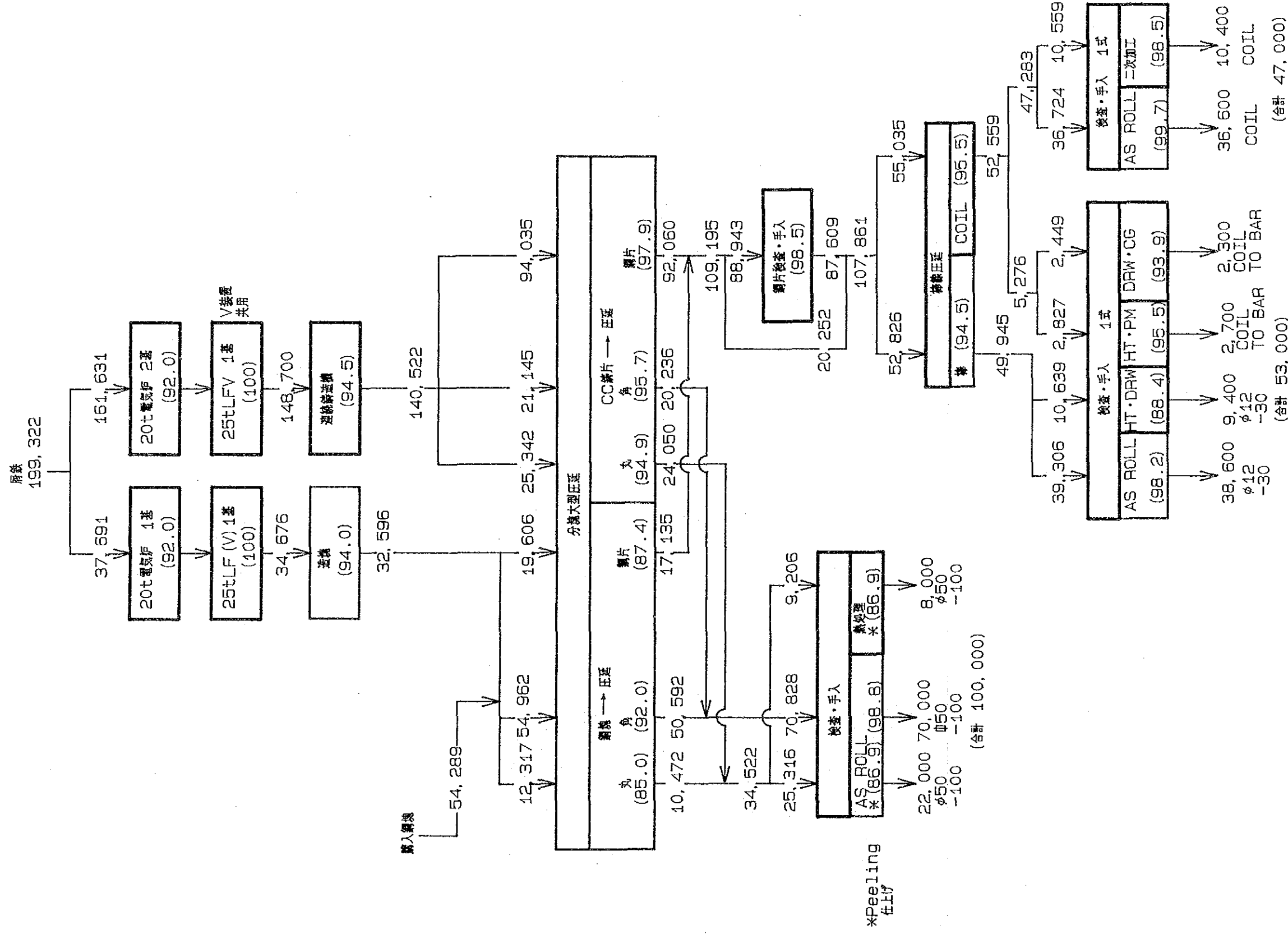


図-2 全鋼種製造工程流れ図

2 製鋼工場の近代化

現在の生産量は普通鋼、低合金鋼を主体に36,845t/年(1989年実績)であり、溶鋼は全て300kg 鋼塊に鋳込まれ、分塊圧延機にて鋼片に圧延されている。

南京第二鋼鉄廠では現有の製鋼設備の改造と増強により、生産量の拡大と鋼種の高級化、特殊鋼化を図ろうとしている。

近代化計画の終了時に於ける鋼種別粗鋼生産量は表-4の通りである。

表-4 近代化後の鋼種別粗鋼生産量

	計画粗鋼生産量	
	鋼塊	CC
普通炭素鋼	1,094	29,056
構造用炭素鋼	2,431	42,189
構造用合金鋼	3,737	64,567
軸受鋼	25,060	0
ばね鋼	274	4,710
計	32,569	140,522
合計	173,118	

2.1 原材料工程と近代化

2.1.1 原材料管理

現在、普通鋼だけの溶解であるため、原料の管理は極めて簡単なものとなっているが、将来特殊鋼の生産に当っては購入屑鉄、社内発生屑鉄の厳密な区分管理が必要である。このような観点から、特殊鋼の製造に先だって屑鉄の分離柵の設置と作業員への教育が重要である。

2.1.2 設備改造

近代化完了後、電弧炉の生産能力は飛躍的に改善されるであろうし、条件次第では1日15 heatも可能となろう。原料の準備作業(配合作業)は、このような電弧炉の高生産率生産に対応出来る様下記の改造が必要である。

- 屑鉄保管枠の設置
- 装入用起重機の改造
- 秤量機の改造
- 屑鉄処理工場の新設
- 装入Bucketの変更

2.2 電弧炉製鋼

2.2.1 電弧炉操業技術の基本的考察

鉄鋼工場に於ける製鋼コストの比率は多大なものであり、生産能率の向上とあわせて各種変動費の改善は最も重要な課題である。現在の南京第二鋼鐵廠の実績と設備的に近似する日本の25t電弧炉の実績とを比較すると両者には大きな差があり、南京第二鋼鐵廠が劣っている。電弧炉操業技術については電弧炉のもつ電氣的な特性を含めて考察する必要がある。

2.2.2 南京第二鋼鐵廠の電弧炉操業についての考察

27tの屑鉄は4回に別けて電弧炉に装入される。屑鉄は約120分かけて溶解され、溶解後[C]、[P]等は30分間の酸化期に於て酸化除去される。酸化期までに使用されるO₂量は40m³/tと多量であるにも拘わらず、電力原単位の低減に対する効果は少ない。酸素吹込みの電力原単位への影響は3.5 kWh/t/m³程度であるがこの値を確保する為には酸素の吹込み圧力は5kg/cm²以上確保する必要がある。もし酸素圧力が低過ぎる様な場合、酸素は電弧炉内の屑鉄の酸化のみ助長され、これに依って溶解歩留の低下をきたし、目的とする電力原単位の改善には繋らない。

2.2.3 電弧炉操業方法の改善

(1) 送電条件の選択

電力と電極の原単位の低減を図るためには高電圧、低電流操業が望ましい。南京第二鋼鐵廠は電氣系統についての詳細なDataを保有していないため、細部に亘っての検討が出来なかったが変圧器容量と電弧炉設備だけから電圧と電流について考察した。計算結果では、現有の5t、20t電氣の変圧器容量は炉体の諸元値に対比すると小さ過ぎと判断される。当面、現有変圧器を使用する事を前提にすると、送電中にできる限り最大Tapを使用すべきである。

(2) 酸素の吹込み

送電の開始5分後、出滓扉の孔より Lance Pipe を炉底部に差込み酸素の吹込みを行う。Lance Pipeは1-Inchのものを使用し、吹込み圧力は5kg/cm²以上で行う。所定の屑鉄を全量装入した後、約80%溶落ちた時点で Cullingを実施し、酸素の吹込みは昇熱期も継続して行う。

(3) C-Injection

炉壁の屑鉄が完全に溶落ちた後C-Injectionを開始する。

炭粉の吹込み量は溶解中の[C]によって制御し、溶解歩留を悪化させないために[C]が低過ぎないように留意しなければならない。

2.2.4 電弧炉操業の自動化

最近、電弧炉作業の省力化、安定化及び省電力を目的に電算機を用いての自動運転が急速に

進歩して来ている。

電弧炉自動操業 System の一般的な機能は以下のごとくである。

- 最適電力制御
- 操業診断
- 作業記録管理
- Back-up

2.3 取鍋精練炉 (LF)

炉外精練設備としては、現在RH、DH、誘導攪拌式の真空LF等が広く用いられている。この内、RHおよびDHについては溶鋼の循環に大径の浸漬管を用いるものであり、通常60t以下の小型の取鍋には不向きな方式である。一方、誘導攪拌式のLFについては電磁力を用いての攪拌であるために溶鋼のみが攪拌され Slag はほとんど攪拌されない。そのため、精練に最も重要な Slag-Metal 反応が不十分となり精練効率が低下する。この点を補ったのが日本のD社にて開発されたGas攪拌式のLFである。

2.3.1 LFの機能

図-3にはLF Processの基本的な機能を記述した。

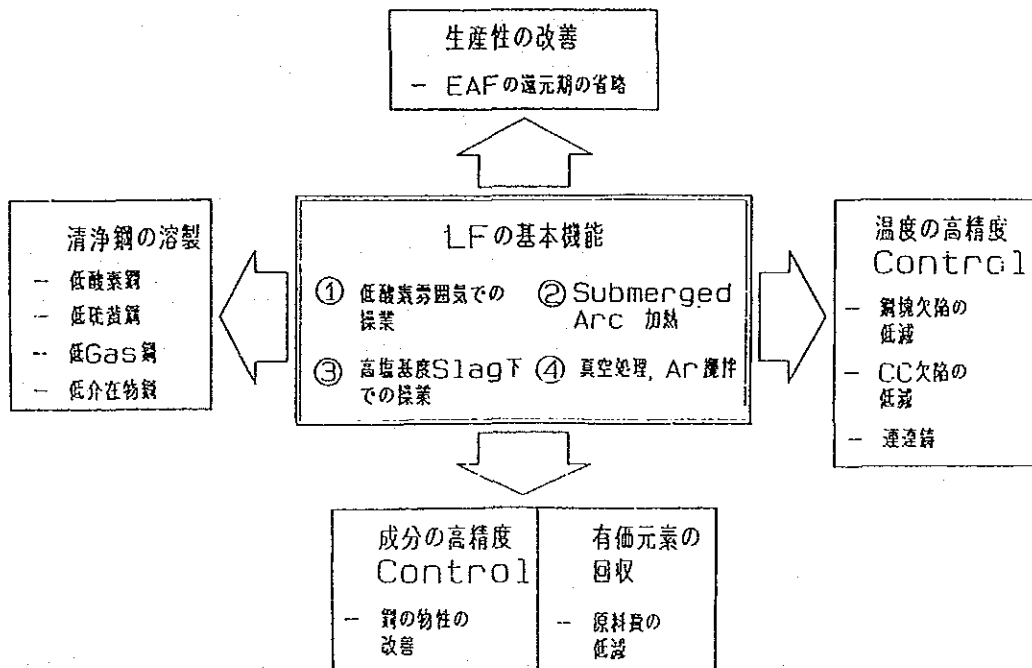


図-3 LFの基本機能

すなわち、LFの基本的な機能である ①低酸素雰囲気での操業 ②Submerged Arcの加熱 ③高塩基度 Slag 下での精練 ④Gas攪拌と真空処理によって

- 生産性の向上
- 成分の正確な Control
- 温度の正確な Control
- 清浄鋼の製造
- 有価元素の回収

が可能となる。

2.3.2 取鍋耐火材

攪拌しながらの長時間のLF精練は取鍋耐火材へ負荷を与える。LF操業 Cost の中、耐火材料費は約70% を占るので耐火材の選択は極めて重要である。

Slag Lineは長時間の精練によって最も浸蝕され易い部分であり、これにはMgO-黒鉛質の煉瓦が有効である。

湯当り部や鍋底部は出鋼時の溶鋼の衝撃や対流による損耗に耐えられる高嵩比重のHi-Almina煉瓦か Zircon 質煉瓦が一般的に使用されている。

2.3.3 Pourous Plug

Pourous plugはLFの心臓部に相当し、操業中にこれが閉塞することのない様に配慮することが必要である。溶鋼の適切な攪拌を維持するためには低圧力の攪拌 Gasにて多量の流量が吹込める Pourous Plug を選択する必要がある。更には高温の溶鋼に接しても耐えられるような高温強度を具備し、且つ、Slagの浸蝕に対しても耐えるものでなければならない。

2.3.4 鑄込み用 Nozzle

LFの開発はSliding gateなくしては語ることが出来ない。Sliding gateには2つの形式があり、その一つは油圧Cylinder形式であり、他方は電動式のRotary形式である。Rotary式はその駆動装置が全て取鍋の底部に取付けられるため過大なものとなり、且つ、熱による故障も多い。一方、油圧Cylinder式のSliding gateは機構が簡素であり故障も少ない為に現在はSliding gateの主流となっている。LFに用いられるSliding gateの次の条件を満たしていなければならない。

- 取鍋底部から熱に耐えられること
- 機構が単純で取扱いが簡単なこと
- 耐用が長いこと

圧着力の弱い、開閉の容易なSliding gateは逆に湯洩れの危険性があり、又、強すぎるとSliding gateは時には開閉不能を起すことがある。通常用いられているSliding gateの圧着力は7000~8000 (Kg-cm) であり、油圧の駆動力は3500~4000Kgである。

2.4 連続鋳造法

1950年代に実用化された鋼に対する連続鋳造は従来の“鋼塊—均熱—分塊”に比べて工程の省略により歩留の向上と各種原単位の改善が図られて来た。

計画の Bloom 鋳片はそのほとんどが高級鋼が対象であるために非金属介在物等が少なく、均一な材質が要求される。その為に LF を中心とした炉外精練にて溶製された清浄な鋼を完全に空気を遮断した状態にて連続鋳造に鋳込まなければならない。

2.4.1 連続鋳造設備

連続鋳造機には大きく分けて ①湾曲性 ②垂直曲げ型 ③垂直型の 3つの形式に分けられる。湾曲性は鋳込まれた鋳片を Pinch roll にて引抜く際、Roller table を通して一定の曲率に曲げるものである。この形式は工場の建屋と設備本体を低く抑えることが出来る為、建設費が安くなる。しかしながら、不完全凝固の鋳片が強制的に曲げられることによって上面には圧縮が下面には引張力が働き、内部割れの原因となる。

一方、垂直型は鋳片が完全に凝固するまで曲げによる応力の発生はなくこれに起因する内部割れの発生が少なく、高合金鋼の連続鋳造に適した型式であるが、建設費が高額となるのが最大の難点である。垂直曲げ型はこの 3つの形式の特徴を折衷したものである。

(1) 鋳片寸法

Bloom の寸法は製造される成品の最終寸法や圧延機の条件等によって決定されるものである。

成品の内部品質は製鋼工程のみに依存するものではなく、圧延時の加熱条件や圧延比 (Forging ratio) の影響も多大であり、U S T 欠陥を考慮すると圧延比は最低でも 8 以上が望ましい。

南京第二鋼鐵廠で計画している成品の最大寸法は $\phi 100\text{mm}$ であり、この場合の C C Bloom の断面積は；

$$3.14 \times (50\text{mm})^2 \times 8 = 62,800\text{mm}^2$$

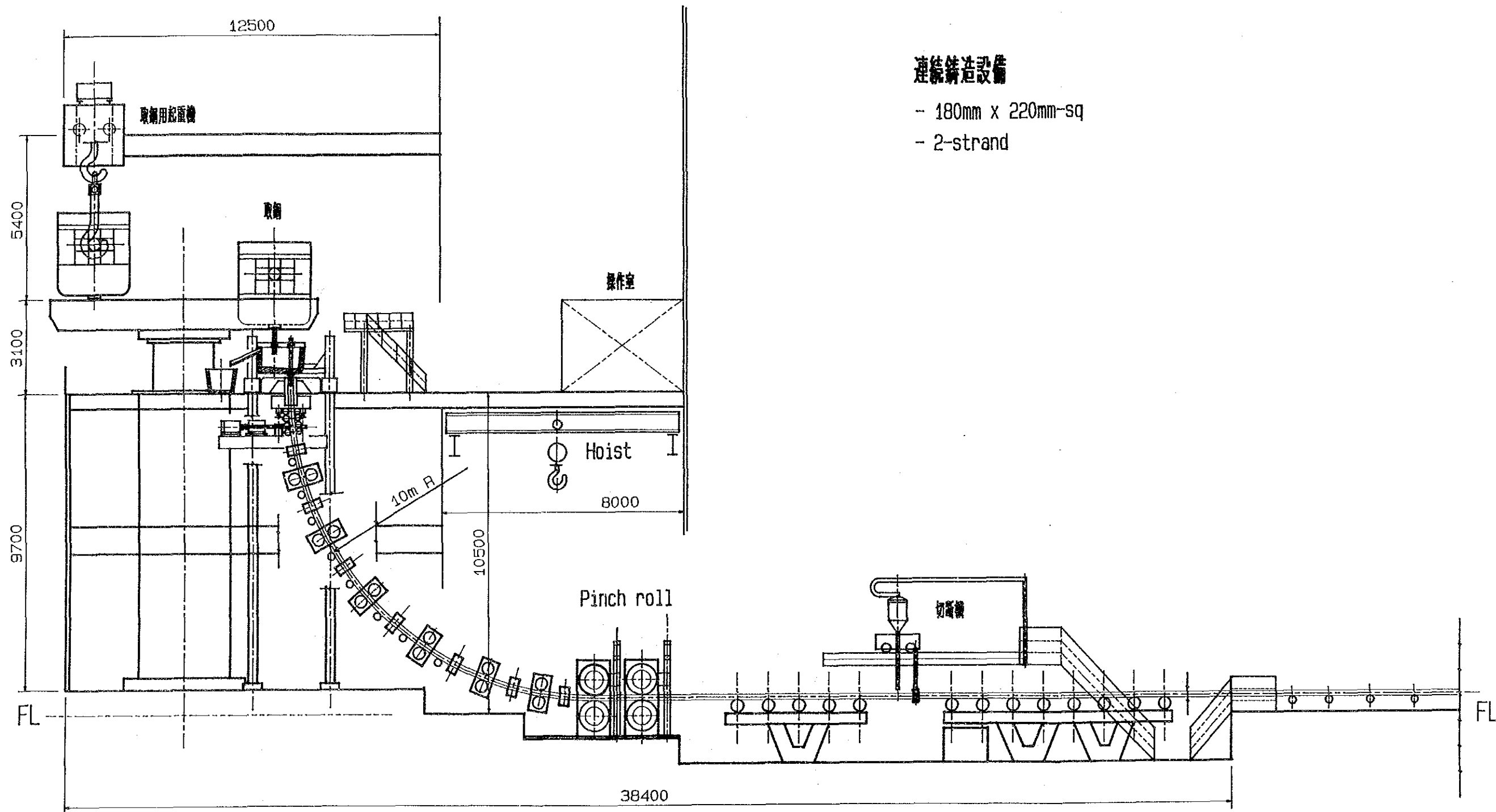
すなわち内室の観点から必要な Bloom 寸法は $\phi 250\text{mm}$ である。

南京第二鋼鐵廠では今回諸般の事情により、Bloom 寸法は $180 \times 220\text{mm}$ と決定したが、太丸成品については内質欠陥の発生が懸念されるので今後、品質面の検討を必要とする。

(2) 連続鋳造設備の Layout

連続鋳造設備の設置場所は現在の製鋼工場の東側の精整 Yard へ設置するものとし、

LFにて精練された溶鋼は取鍋用棟間台車で搬送される。搬送された取鍋はLadle craneにてSwing tower上に置かれる。铸込まれた铸片はRoller gangにて搬送され、Turn tableにて向きを変えた後、圧延工場へ送られる。Turn tableの前には铸片の水冷却装置の設置を考慮する。Tundishの整備場は連続铸造設備の北側に設け、Liningの張替えや一次予熱はこのYardにて行う。図-4には連続铸造設備の立体図を示す。



圖一 4 連續鑄造設備 (立面圖)

2.5 造塊法

特殊鋼の溶製に当っては鑄型の形状を含めて現状の造塊方法を全面的に見直す必要がある。鋼塊の内部品質に対し鑄型形状の影響は最も重要な要因の一つである。鑄型の設計に当っては傾斜比、高幅比に留意する必要がある、傾斜比が少なすぎる場合、二次Pipeが発生し易くなり、高幅比が小さすぎると逆V偏折が発生する。一方、傾斜比が多すぎる場合、鋼塊の上部と下部との断面積の差が大きく鋼材の両端の圧延（鍛造）比が異なり、内部組織、しいては同一の鋼材でありながら特性値に差異を生ずることとなる。また、過大な高幅比は圧延Pass回数の増加に繋がり、圧延能率の低下、Costの上昇をきたすこととなる。図-5には現状の鑄型と将来採用すべき鑄型を示す。

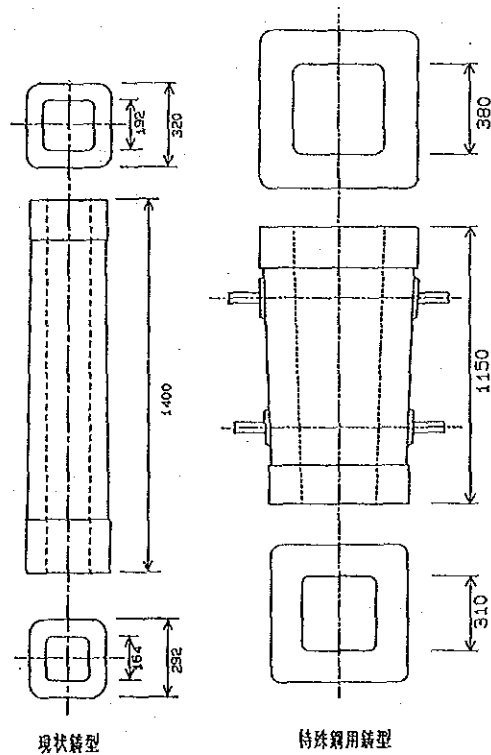


図-5 現用鑄型と特殊鋼用鑄型

特殊鋼用鑄型は圧延の孔型と成品寸法を前提にして設計したものであり、鋼塊単重は押湯を含めて1093kgである。品質的にはこの鑄型の諸元値は“良好領域”に入っている。

2.6 分析装置

特殊鋼の溶製に当っては当然ながら含有する化学元素の正確且つ迅速な分析が必要である。鋼中に含有する不純物を含めて諸元素は特殊鋼の特性に多大な影響を及ぼすため、それら化学成分の調整に当っては高い分析精度が要求される。

一方、近代化後に於ては最新の製鋼整備が導入されることとなり、製鋼能率も大巾に向上する。これに伴って分析装置も迅速な製鋼作業に追従し得るものでなければならず、また設備費等考慮すると発光分光分析法が最も適している。

2.7 生産能力の算定

(1) 電弧炉の生産能力

電弧炉は将来20t 電弧炉×3 基体制を採るが、それまでの当分の間は20t 電弧炉×2 基、5t 電弧炉2 基の4 基体制にて生産を行う。稼働時間については年間7200時間とし算出すると、5t 電弧炉は77,140t/y、20t 電弧炉は160,700t/yとなる。

この計算は常時4 炉体制にあるものとして計算されたものであり、近代化後の南京第二鋼鐵廠の溶鋼の生産能力は237,800t/年となる。

(2) LFの生産能力

LFの操業Pattern は一般的に加熱、精練が30分で脱gas 処理が20分で1 heatの処理時間は平均的には50分である。電弧炉4 基に対し、LFが2 基であり且つ真空設備が1 基であるために実操業に当っては互いに干渉し、稼働率は70% 程度まで低下するものと予想される。この様な条件下でのLFの年間の生産能力は208,100t/yである。

(3) 連続鑄造の生産能力

(A) 連続鑄造は多連続鑄造操業によって耐火材やEnergy cost の他に鑄造歩留も改善される。この為、連続鑄造設備が稼働したら如何に同一鋼種を連続的に鑄造するかがCost低減の“要”となる。この報告書では経験的な値として94.5% の鑄造歩留を予測した。

(B) 生産能力

連続鑄造の能率は引抜速度に最も影響を受け、鋼種が高級化するに従って品質確保のため低速鑄造となる。一般的にはφ180 X 220mm の特殊鋼の鑄片では1.2m/min程度である。これを基にして能力を算出すると239,000t/yになる。

2.8 集塵装置

集塵Systemは次の3 系統に大別される。

- 直接吸引系統
- Dog house 系統

近代化後の環境保全のためには以上3系統の集塵回路の設置が必要になる。

2.9 要員計画

近代化の完了によって新設備が稼働することとなるがこれに伴い新たな人員の配置が必要となる。原料—製鋼”までの生産に直接携わる者の人員は184名になる。但し、技術員は含まない。

2.10 新設備の投資額（概算）

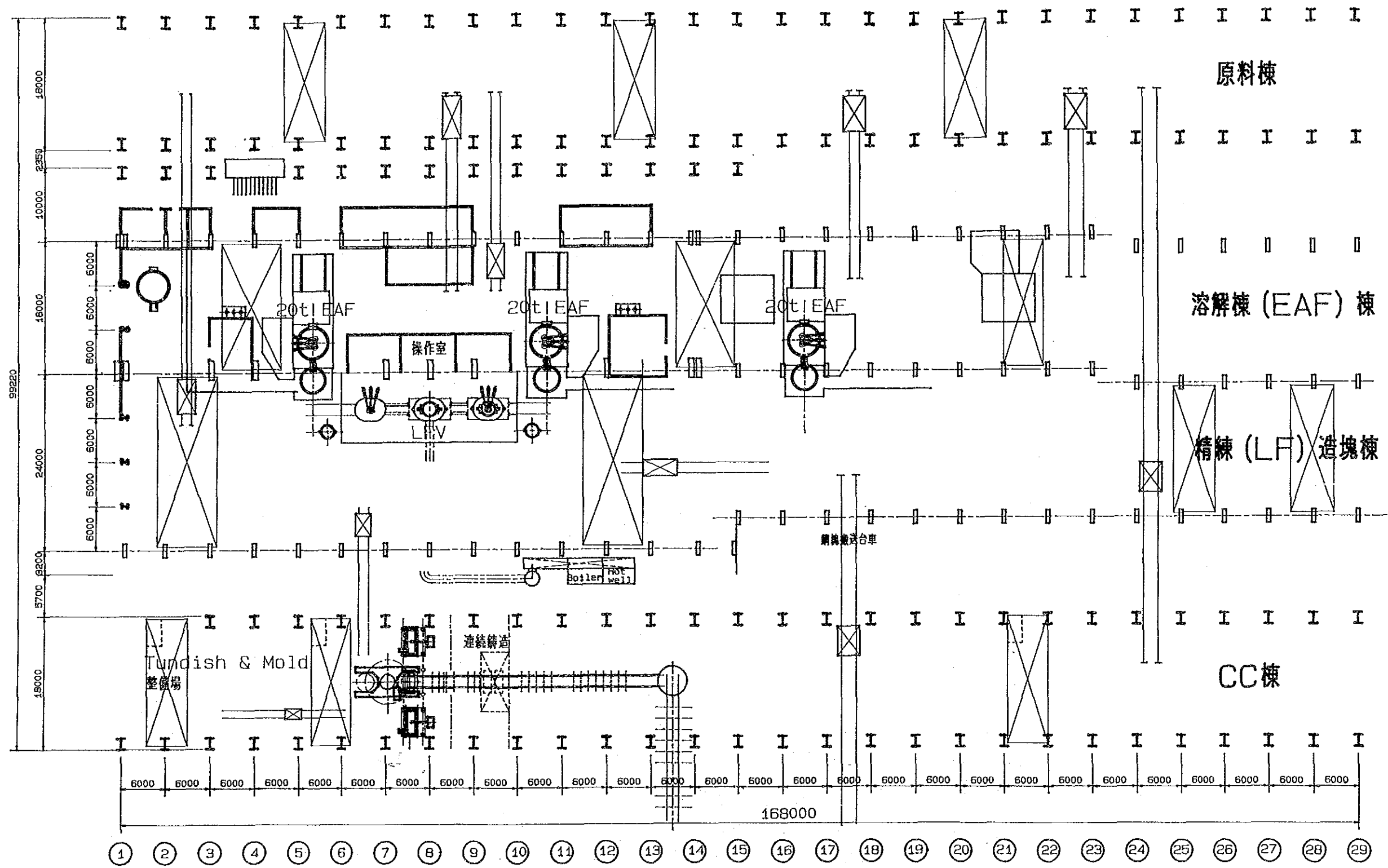
基礎、建屋及び起重機を除いた主要設備の概算金額は以下の如くである。

表-5 主要設備の概算金額

設備名	金額	(百万円)
Scrap press	65	
20t 電弧炉x2	1,050	(変圧器を含む)
合金投入装置	190	
LF X 2	1,020	(真空槽を含む)
蒸気発生装置	110	
連続 鑄造	3,200	(但し、基礎工事を除く)
Tundish x 8	76	
発光分光分析	49	
機器分析 (C, S)	15	
” (O, N)	20	
” (H)	18	
計	5,813	

2.11 製鋼工場の全体layout

図-6に製鋼工場の全体図を示す。原料棟と溶解棟は各炉1本のClam shell用台車線で結ばれ、将来の高エネルギー操業に対応可能とした。4基の電弧炉（20t 電弧炉は現在の基礎のみが完成）は現状の儘とし、新設のLF 2基は20t 電弧炉の間に設置し、電弧炉操業との情報の緊密化とLFの分析試料の搬送の便利性を考慮した。CC設備は現在の鋼塊精整Yardに設置するものとし、鑄片はRoller gangにて圧延工場へ直結する。



図一6 製鋼工場全体図

3 第一圧延工場の近代化

3.1 加熱

3.1.1 鋼塊用加熱炉

(1) 使用鋼塊

- 自社鋼塊： $\phi 380/\phi 310 \times 1150$ (1100kg)
装入量……32,596t/y, 熱塊装入
内、25,060t/yは軸受鋼
- 購入鋼塊： $\phi 200/\phi 174 \times 1,350$ (320kg)
 $\phi 250/\phi 220 \times 1,350$ (460~480kg)
装入量……54,289t/y, 冷塊装入

(2) 新加熱炉仕様

- 炉型式：重油燃焼pit式加熱炉—図7参照
- Pit容量：25t/heat (鋼塊22本)
- 必要Pit数：5炉
- Pit有効寸法：3,200W × 7,395L × 2,080H
- Burner：652,000kcal/h, 本 × 8本
- 送風機：必要風量……4,600Nm³/h (1,200mmAq)
電動機……40kw

(3) Layout—図—8

鑄型から型抜きされた鋼塊は断熱箱に装入され、Soaking pit crane によってPit 炉に入れられる。圧延の要求によって、加熱された鋼塊は順次Soaking pit crane によって抽出され、専用の台車によって圧延lineまで搬送される。

3.1.2 CC鑄片用Walking beam炉

(1) 使用鑄片

- 鑄片寸法：180 × 220 × 3,200 (950kg)
- 鑄片量：熱鑄片, 140,522t/y

(2) Walking beam炉仕様

- 加熱能力：45t/h
- Beam：4分割Walking式
- Walking cycle：23s/cycle
- 最大燃焼能力：9,100,000kcal/h

- 送 風 機：必要送風量……11,458Nm³/h (1,200mmAq)
電 動 機……70kw
- 装 入 方 式：側面Roller table + Pusher
最大装入Pitch……2 鑄片/254s
- 抽 出 方 式：側面Roller table
最大抽出Pitch……1 鑄片/76s

(3) Layout-図-8

熱鑄片はCCの抽出Table からRoller tableによって、W・B炉に装入される。CCから抽出された鑄片は2つのTurn tableによって方向転換される。W、B炉に鑄片が一杯に装入され装入が不可能な場合、あるいは、W、B炉の故障、圧延設備の故障などによりW、B炉へ装入不能な熱鑄片はRoller tableの途中に設置されているWalking beam式のTable (中間Table) を経て、起重機によって一時鑄片置き場に保管される。再度、圧延に供せられる場合は、冷鑄片となって起重機によって再びこのWalking beam式Table へ積載され、W・B炉に装入される。

3.2 圧 延

3.2.1 圧延 size 他

- (1) 圧延size及び装入量：φ50～φ100
φ50～φ100
鋼 片 装入量、計 227,407t/y
- (2) 圧延可能時間 : 6,930h/y実働

3.2.2 基本的な考え方

- (1) 現状のφ515 × 2 stの圧延機はφ600 × 2st + φ750 × 1st に置きかえる。
但し、当面(1～5 段階) は、φ600 × 3st にて、特殊鋼CC材および普通鋼鋼塊を圧延し特殊鋼鋼塊(1.1t)は第6 段階で、φ750 圧延機を採用した時点で圧延開始する。
- (2) φ550 × 3 st圧延機を製品圧延用として増設する。
- (3) 鋼片用 shear line はそのまま活用し、新たに製品用 Hot saw line を増設する。
- (4) 冷却床は製品用、鋼片用の両用として、新たに6 m材の処理が出来るものを設置する。

3.2.3 Pass schedule 及び Layout (図-9, 10)

- (1) φ750 st(#1st)及びφ600 st(#2 ～#3st)
#1 stは鋼塊粗圧延用
#2 stはCC鑄片粗圧延用とする。
普通鋼用鋼塊はφ250 については#1 stの途中からφ200 については#2 stから圧延開始する。

#3 stは、◇—◇3pass として、ここで角製品φ75～φ100 及びφ550 圧延機の送り角を作る。

- (2) φ550 st (#4 ～#6 st)
 増設するφ550 ×3 stにて丸製品 (φ50～φ100) 及び角製品 (φ50～φ70) を圧延する。
 寸法精度を上げるため、Roll neck brg. として Roller typeとした方がよい。
- (3) 孔型配列
 基本的にすべての孔型を同時に保有し、いつでもどのような size にも対応可能なものとする。
 Roll組替は、1 cycle の圧延 (すべての size の圧延) が終了した時点で、Maintenance 休転の時に行う。工程上では、製鋼部門での 1 charge 毎の圧延となり、1 charge の中で、丸、角、鋼片に分けて圧延する。
- (4) #1st 前後面に Manipulator 付きの Tilting table が必要。
 #1s 後面延長 Table 上に Bloom shear が必要。(鋼塊材の先後端 Crop 切断用)
 #3 ～#5st 用、後面給材 Roller trough 必要。
- (5) 中間 Hot shear
 小 Size (φ50～φ65, φ50～φ60) 圧延時の分割用及び CC 材の先後端 Crop 用として、#3 ～#4 st 間に中間 Hot shear が必要。
- (6) 製品切断～冷却床関係
 (A) 製品切断: Hot saw × 2 台
 (B) 鋼片切断: 現状の Billet shear を使用。
 (C) 鋼片 Line と製品 Line の結合
 : 昇降式 Roller table + Transfer にて行う。
 (D) 冷却床: 材料転回 Walking beam 式
 7 m 幅 × 25 m 長さ必要。
 (E) 徐冷材: 軸受鋼、high C の合金鋼の製品用。
 徐冷 Cover 使用、Claw crane 使用。

3.2.4 生産能力検討

(1) 圧延時間想定

	装入量 (t/y)	能率 (t/h)	時間 (h/y)
CC 鑄片	140,522	45	3,123
鋼塊、特殊鋼	31,502	32	984
普通鋼	55,383	25	2,215
計	227,407	36	6,322h/y (527h/m)

(2) 休転時間について

暦時間: 24h × 30日 = 720 h から Maintenance 休転 10 h × 2 回 = 20 h を引いて、1ヶ

月の可能最大稼働700 h/m と仮定すると、
休転時間は：700 - 527 = 173h/m 以下とする必要がある。

3.2.5 Main Motor容量

- (1) φ750 用Mortor : 1,400kw (Overload - 200%)
- (2) φ600 用Mortor : 1,500kw (Overload - 200%)
- (3) φ550 用Mortor : 1,500kw (Overload - 200%)

3.2.6 φ750 粗スタンドと鍛造工程について (検討項目)

- (2) 2 H reversible式φ750st 案
能力的に大きく増大するが、投資費用が大きい。
- (3) 鍛造工程案
材料の2回加熱が必要となり、生産Costがupする。

今回の計画に対しては、3 H φ750 で対応出来るので、これを採用すべきである。

3.3 要員検討

4直3交代, 43人 × 4直 → 172人

但し、現状のCranesに要する人員とMaintenance 要員を除く。

3.4 概略予算

総 計 : 4,058,000千円

但し、日本国内調達費用とする。

φ600 圧延機本体費は含まない。

基礎、据付費用は含まない

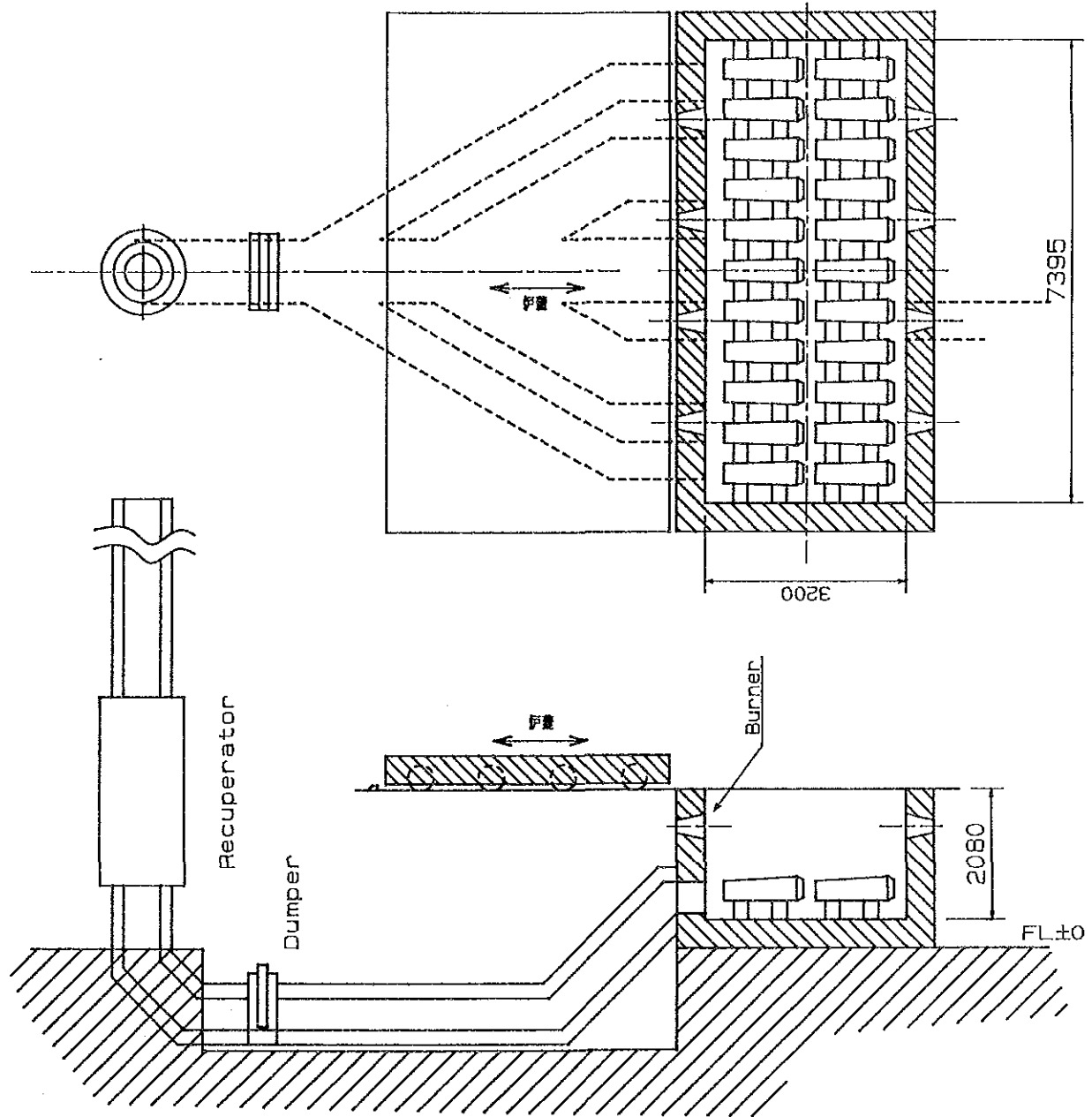
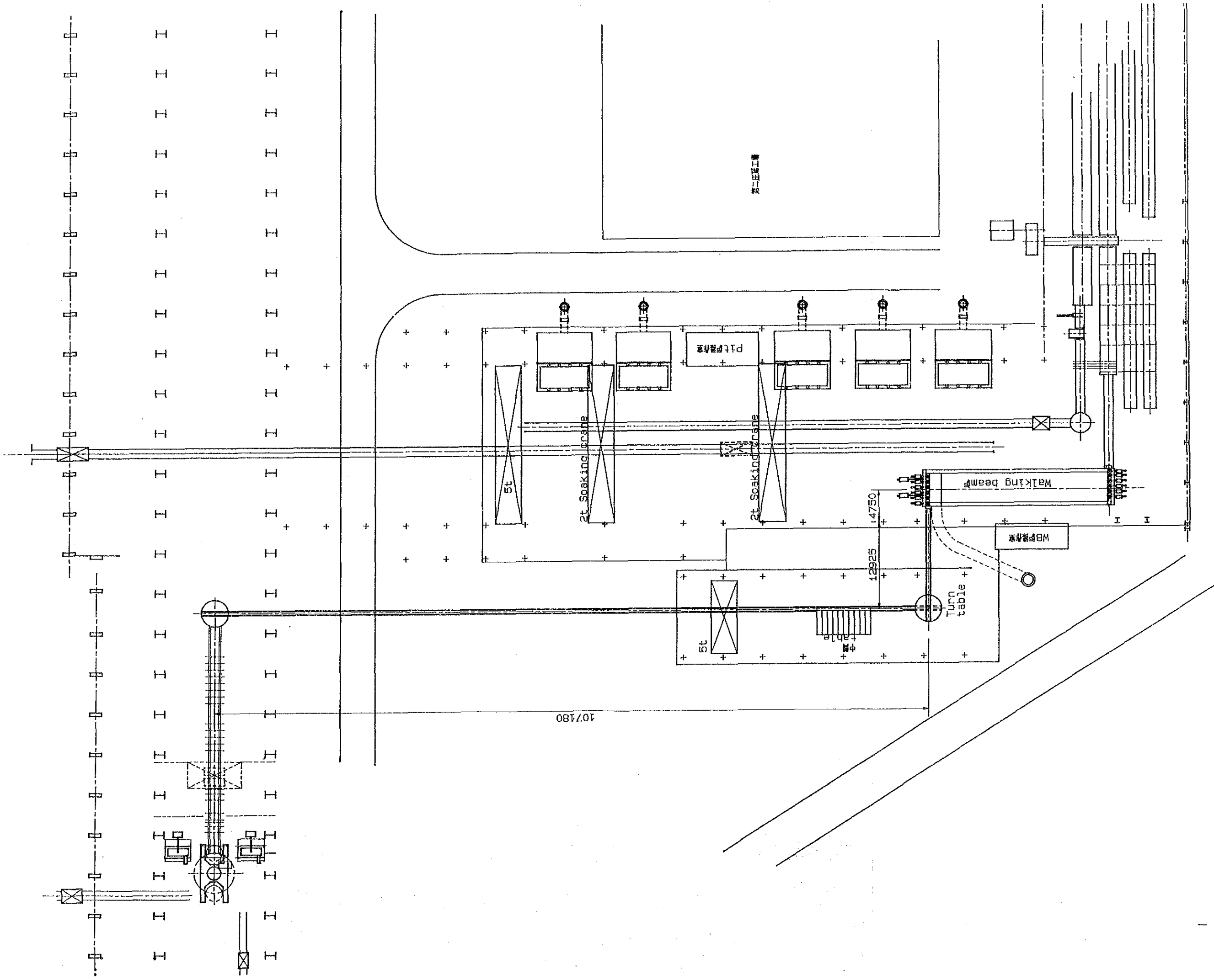


图-7 Pit炉概略形状



图一 8

第一压延加热炉配置图

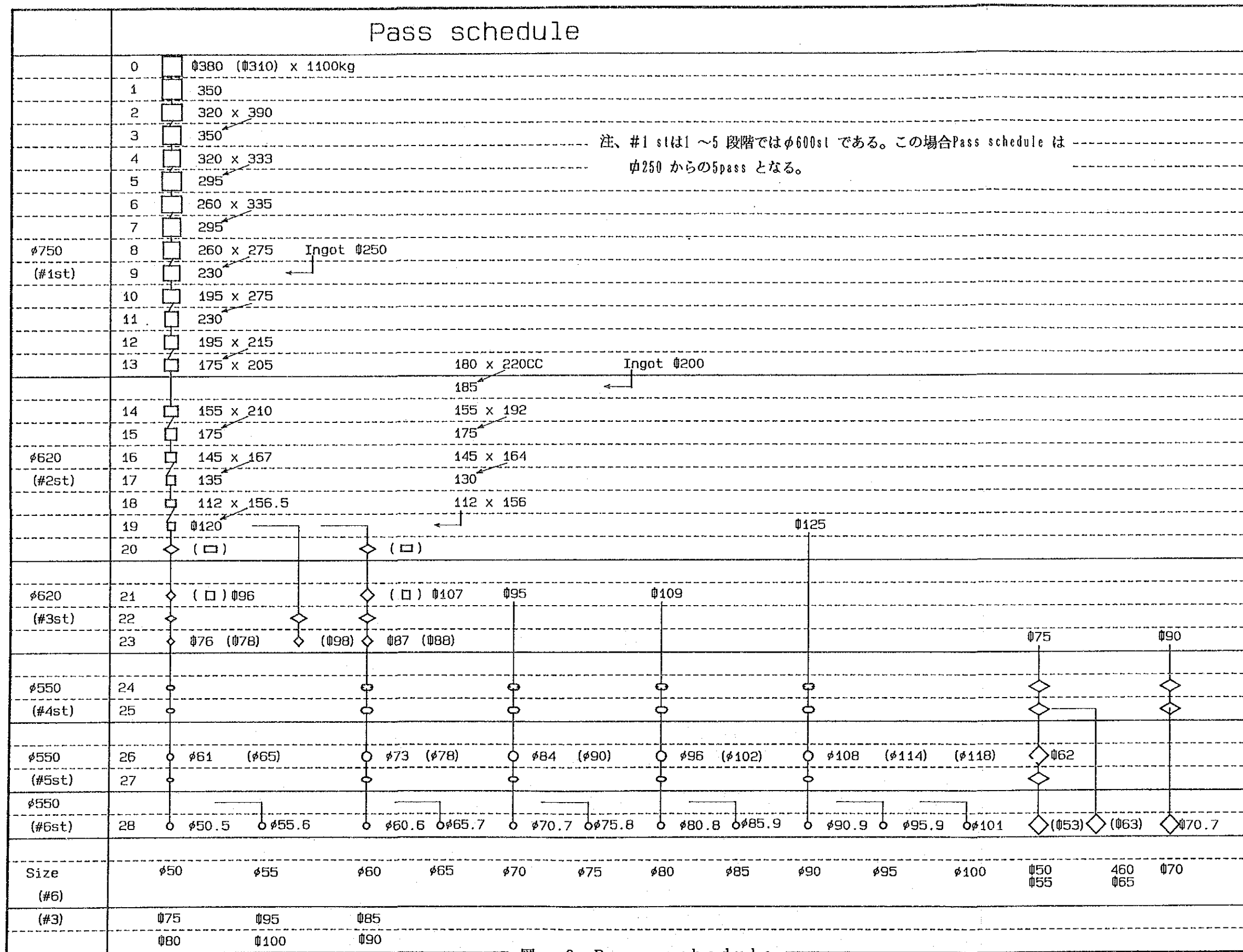


図-9 Pass schedule

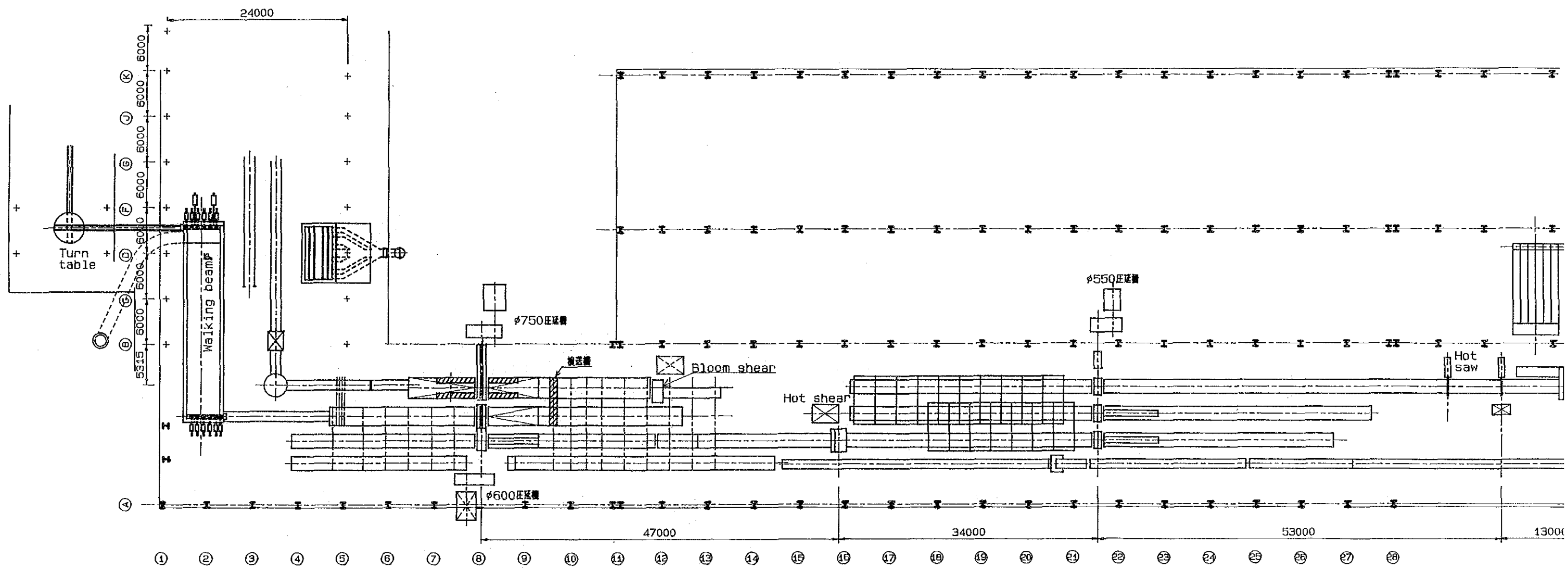


図-10 近代化後の第一圧延工場 (1/500)

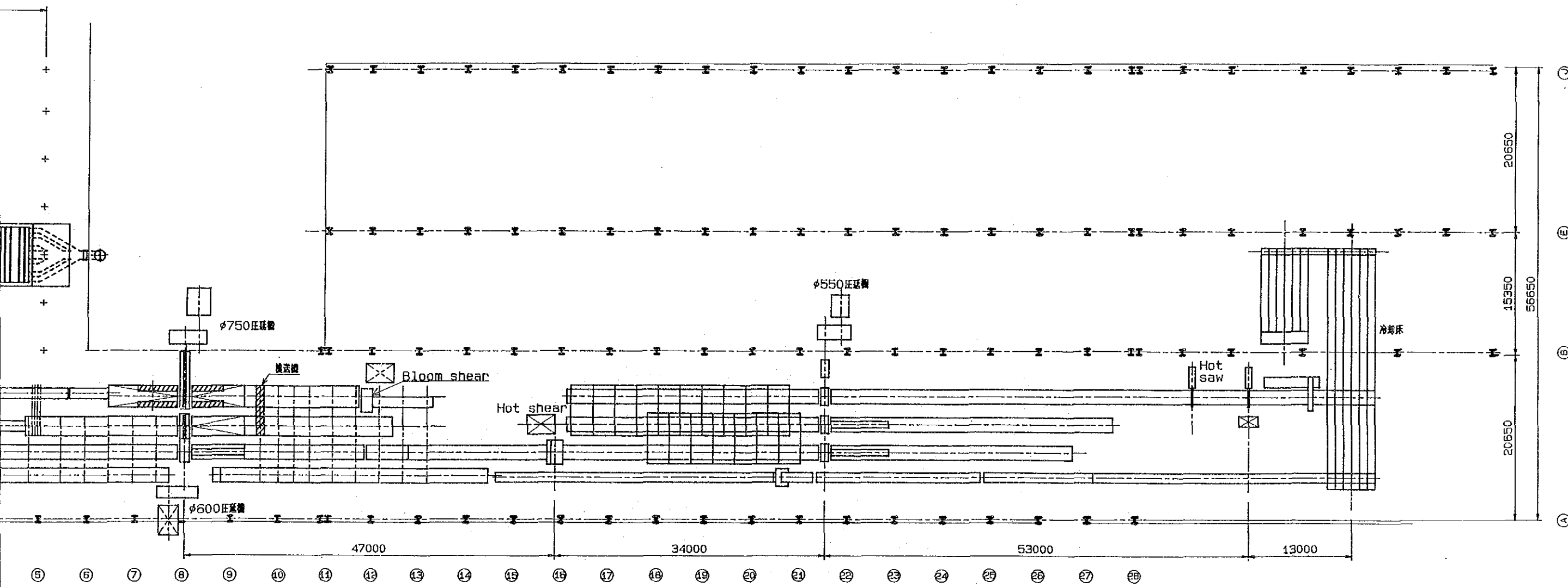


図-10 近代化後の第一圧延工場 (1/500)

4 第二庄延工場の近代化

4.1 加熱

(1) 使用鋼片および作業量

年間作業量	鋼片		
φ60 x 2.5m	69kg/鋼片	15,748t/y	(丸棒12~20mmの生産量の1/2)
φ75 x 2.5m	108kg/鋼片	54,750t/y	(丸棒12~20mmの生産量の1/2) (Coil 5.5用およびCoil to barの製品の1/5)
φ90 x 2.5m	156kg/鋼片	37,363t/y	(その他製品用)
		[合計 107,861t/y]	

(2) 加熱炉改造

— 高炉Gas燃焼 → 重油燃焼

— Burner

Burner形式 蒸気噴霧Side burner (蒸気圧3kg/cm²-G、蒸気消費量26kg/h/burner)

加熱帯Burner容量 (熱量全体の約70%) 800,000kcal/h x Burner本数 16本

均熱帯Burner容量 (熱量全体の約30%) 550,000kcal/h x Burner本数 10本

(合計18,300,000kcal/h)

— 炉体

炉 長: 19.024m ……現状の通り

炉 幅: 2.61m ……現状の通り

炉 高: 現状 1.23m → 2.3m

燃焼Gas量……121,673 m³/h

— 送風機: 必要送風量…… 23,040Nmf/h (1,200mmAq)

電動機……163kW

4.2 圧延

4.2.1 圧延 size 他

(1)	$\phi 5.5 \sim \phi 12$	Coil, 装入	55,035t/y
	$\phi 12 \sim \phi 30$	Bar, 装入	52,826t/y
		計	107,861t/y

- (2) 実働時間 : 6,930 h/y
Bar 製品長 ... max. 6 m
Coil 単重 : $\phi 5.5$... 100 kg
 $\phi 6.5 \sim \phi 12$... 150 kg

既存棒鋼圧延 line をもとに、特殊鋼線材仕上圧延機 (Block Mill) と Loop Conveyor等を増設する。

4.2.2 Pass schedule & Layout (図-11、12)

(1) Pass回数 (○-○法)

	$\phi 5.5, \phi 6.5$... 23 pass
	$\phi 8$... 21 pass
coil	$\phi 10$... 19 pass
	$\phi 12$... 17 pass
	$\phi 12 \sim \phi 25$... 13 pass
bar	$\phi 28, \phi 30$... 11 pass

- (2) $\phi 300$ st は現状3 standsであるが、1台追加する。
(3) Block Millは10stの平均Reduction - 20% のものを採用する。
圧延速度 57m/s (at $\phi 5.5$)
(4) $\phi 28, \phi 30$ の圧延
 $\phi 250$ #3st と $\phi 280$ stを仕上前及び仕上standとして使用する。($\phi 250$ #2st は Pinch roll)
(5) 中間Flying shearについて
圧延中に材料の先後端を切断。 $\phi 350$ st後に設置。
(6) 冷却床の入口に sliding zone の追加。
(7) 入口 Guide.....Roller guideの使用が必要。
(8) $\phi 300$ st ~ $\phi 250$ st 間の水冷 zone
圧延中に圧延温度を controlすることにより、材料の内質改善を行うため、水冷 zoneを設ける必要がある。
(9) 線材圧延 line
(A) Block Mill
: 10 st Block, Max. speed : 60m/s

- (B) $\phi 280$ st~Block Mill間設備
: Looper, 水冷 zone, Flying shear, Pinch roll
- (C) Laying head
: 材料を ring 状に成形する。
Block Mill出口~Laying head 間には水冷 zone が必要。
- (D) Loop conveyor
: Loop状の coil を搬送、冷却する。
: Blower冷却, Hood徐冷が必要。
- (E) Coil Handling 設備
: Coil reformer, Coil loader, Hook conveyor, Coil unloader,
Coil piler

4.2.3 Main Motorの容量検討

- (1) $\phi 450$ st用 (No.1~No.3 pass)
 $\phi 60$現状Motorで問題なし
 $\phi 75$ " "
 $\phi 90$ 2本通圧延不可。1 pass毎の圧延とする。
- (2) $\phi 350$ st (No.4~No.5 pass)
現状Motorで問題なし
- (4) $\phi 300$ st (No.6~No.9 pass)
#1st350kw 新設
#2~4 st.....既設Motorでよい。
- (5) $\phi 280$ st (No.13 pass)
現状Motorで圧延可能
- (6) Block Mill用Motor
新設DC 2800 kW

4.2.4 圧延能力について

(1) 圧延時間想定

	装入量 (t/y)	能率 (t/h)	圧延時間 (H/y)
$\phi 60$	15,748	10.5	1,500
$\phi 75$	54,750	18	3,042
$\phi 90$	37,363	20	1,868
計	107,861	16.8	6,410h/y (534.2h/m)

(2) 休転時間

暦時間：24h × 30日 - 720h/m からMaintenance 休転 10h × 2回 = 20hを引いて、
1ヶ月の可能最大稼働時間を700h/mとすると、休転時間は、700 - 534.2 = 165.8h/m
以内とする必要がある。

4.2.5 制御圧延

水冷 zone の使用により圧延温度Control を行う。

Bar Line : $\phi 300$ st $\sim\phi 250$ st間水冷zone

Coil Line : Block Mill前及び後冷却zone

4.3 要員計画

線材Line : 17人 × 4組 = 68 人

- 加熱炉、圧延機列、Bar処理lineは現状の通り。
- 現状のCranesに要する人員とMaintenance 要員は含んでいない。
- 実際の運営にあたっては、Bar 処理lineの要員をCoil line にあてることになる。

4.4 概略予算

総 額 : 318,200千円

但し、日本国内調達費用とする。

基礎及び据付費用は含まない。

Pass schedule													
	0	φ60		φ75		φ90							
	1												
φ450	2												
	3	φ45.1	(φ49.6)	φ59.1	(φ62.5)	φ71.8	(φ73.1)	(φ77.6)					
φ350	4												
	5	φ33.8	(φ36.9)	φ39.2	φ45.2 (φ47.4)	φ49.4	φ54.9 (φ55.9)	φ57.8 (φ61.3)					
φ300 (新)	6												
φ300	7	φ25.7	(φ28.0)	φ31.2	φ34.3 (φ36.0)	φ39.2	φ41.7 (φ44.5)	φ46.0 (φ48.8)					
	8												
	9	φ19.9	(φ21.7)	φ24.2	φ26.6 (φ27.9)	φ30.5	φ32.3 (φ34.5)	(φ32.3)	φ35.7	(φ37.9)			
φ250	10												
	11	φ14.0	φ16.8	φ19.2	φ20.7	φ21.7	φ24.2	φ24.8	φ22	φ26.5	φ30.3		
φ280	12												
	13	φ12.12	φ14.14	φ16.16	φ17	φ18.18	φ20.2	φ20.2	φ20.0	φ19	φ22.2	φ28.3	φ30.3
Block Mill	14												
φ210	15				φ13.5			φ16.0	φ15.15				
	16												
	17				φ10.9			φ12.8	φ12.12				
	18												
φ159	19				φ8.7			φ10.26 (φ10.0)					
	20												
	21				φ6.95			φ8.21 (φ8.08)					
	22												
	23				φ5.56			φ6.57					
Size		φ12	φ14	φ16	φ5.5 coil	φ18	φ20.2	φ6.5 coil φ8 coil φ10 coil	φ12 coil	φ22	φ28	φ30.3	φ25
Speed m/s		6.2	6.2		5.7		6.1	φ6.5-56m/s φ8-35.9m/s	φ10-23m/s φ12-14.8m/s	6.1	6.0	6.0	6.1

图-11 Pass schedule

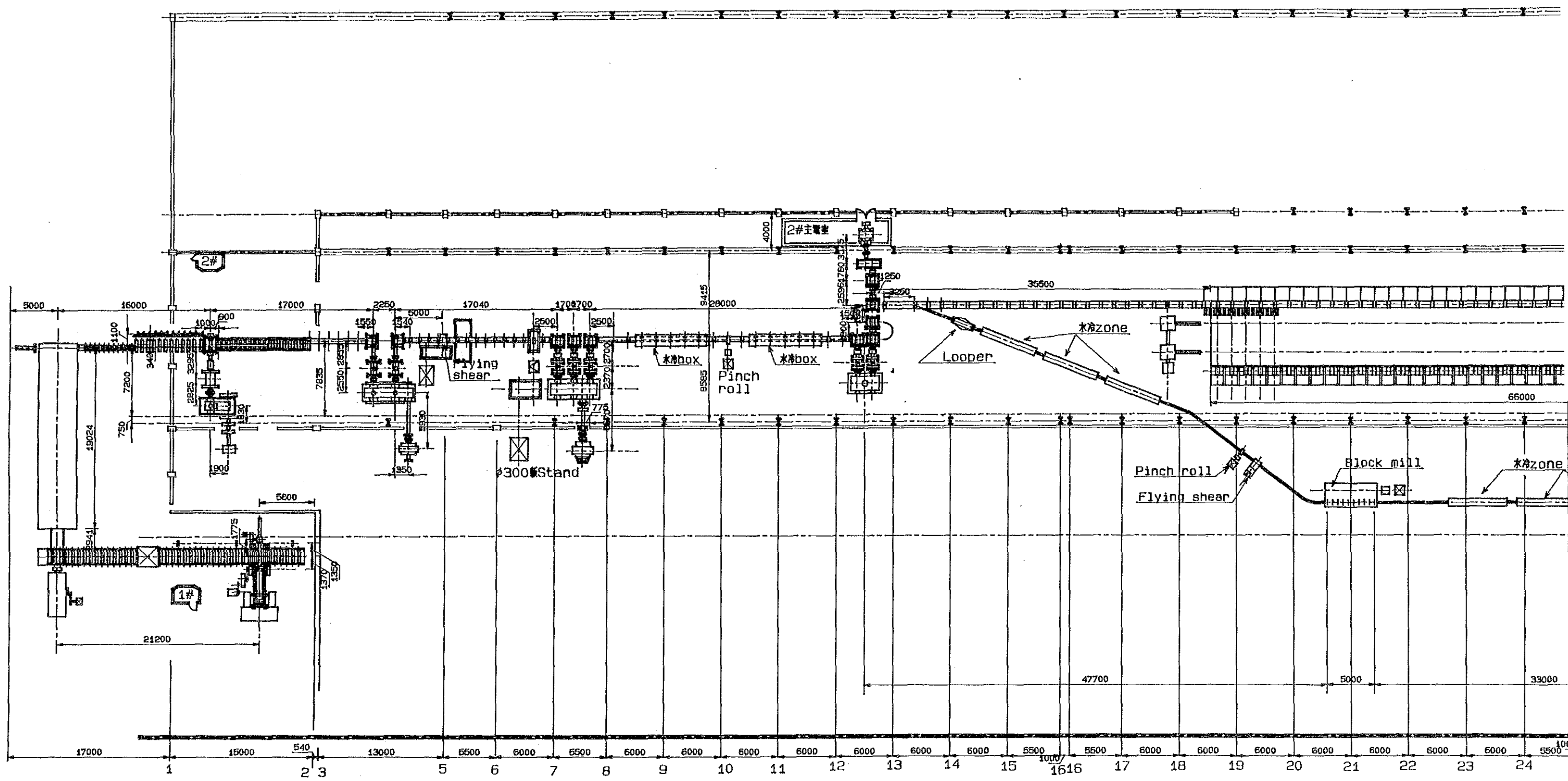
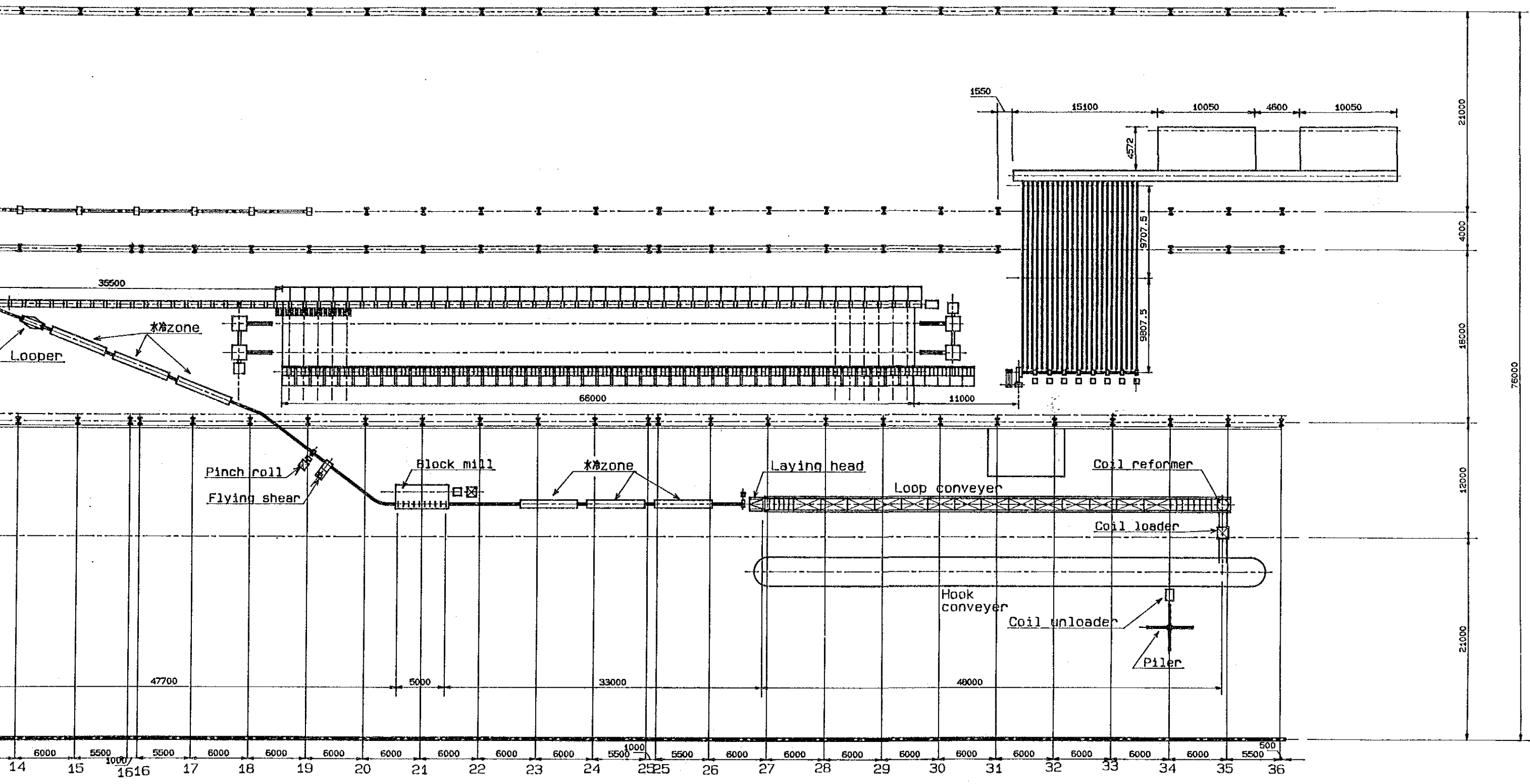


図-12 近代化後の第二圧延工場 (1/400)



2 近代化後の第二圧延工場 (1/400)

5 検査・手入れ

現在南京第二鋼鐵廠には普通鋼を生産している為、検査・手入れ設備は全くない。特殊鋼に対する需要家からの品質要求は非常にきびしく、特殊鋼生産にあっては多額の検査・手入れ設備への設備投資と人員の投入が必要となる。

特に日本に於いては需要家の歩留まり向上・省工程などの原価低減指向から鋼材への品質要求は急速に厳しくなってきた。部品製造工程においてはたとえppm 単位の不良率でさえ許容しない完全な品質を鋼材製造者に要求する考え方が定着してきている。

上記日本の状況をふまえ、南京第二鋼鐵廠の検査・手入れの近代化計画を作成した。

5.1 南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程図

南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程図を次頁に示す。

5.2 大型製品検査・手入れ

5.2.1 鋼塊出発品

鋼塊から圧延された大型製品のうち丸製品はPeeling を行いまた角製品については全て全表面を疵取機にて疵取する。なぜならばHot scarfingが小鋼塊のため設置されないので、鋼塊の表面肌が圧延製品に残り、これを除去する必要があるからである。製造工程を以下に示す。火花検査は異材防止のため行う。

なお、普通炭素鋼については上記検査・手入れを行わない。

5.2.2 CC bloom出発品

CC鑄片から圧延された大型製品についてはCC鑄片の表面肌がIngot と比較して良好なため、検査一疵取を行う。ただし表面疵の厳しいものについては鋼塊出発製品と同様に丸製品についてはPeeling をまた角製品については全面疵取を行う。

5. 2. 3 南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程

南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程は下記の通りである。

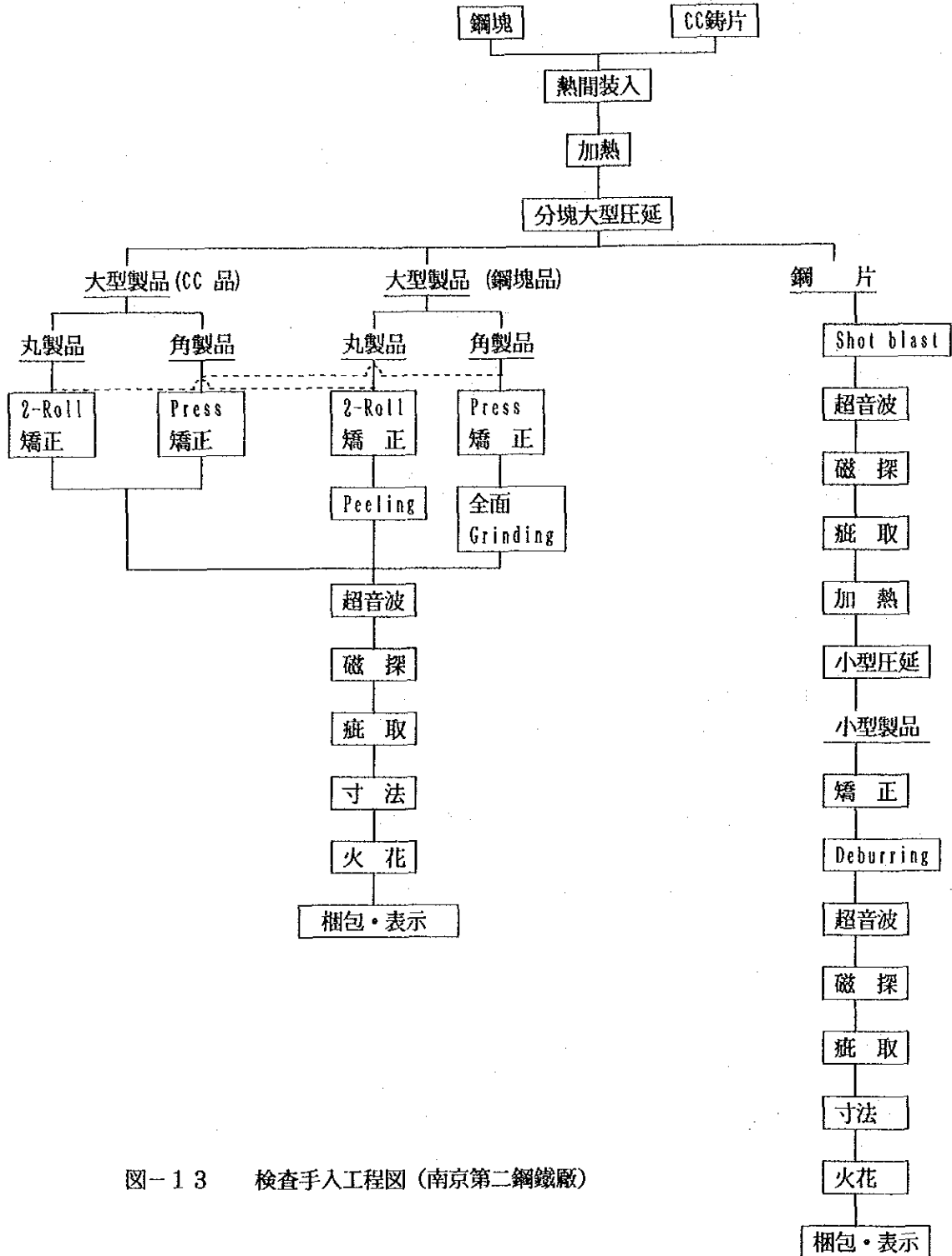


図-13 検査手入工程図 (南京第二鋼鐵廠)

5.2.4 必要主要設備（大型製品整検）

表-6 必要主要設備

必要設備	必要台数
2-Roll 矯正機	1 式
Peeling 機械	1 式
Press 矯正機	1 式
Grinder	1 式
検査Line	1 式
超音波 磁 探	
切断機	1 式
計重機	1 式
結束機	1 式
そ の 他	
起重機 Claw	1
Over Head	5

5.2.5 必要人員 : 76人

5.3 鋼片の検査・手入れ

鋼塊及びCC bloomより圧延された、小型棒鋼および線材向鋼片は、蛍光探傷装置で表面欠陥の検査を行う。又超音波探傷機で内部品質の検査を行う。鋼片Grinder で表面疵の除去及び不良箇所を切断し、完全な鋼片を第二圧延工場に送る。なお普通鋼鋼片については検査・手入れは行わない。

鋼片の検査・手入れ工程は以下のようなになる。

Shot blast- 超音波- 磁探- 疵取- 目視再検査- 不良部切断

(1) 必要主要設備

必要設備	必要台数
Shot blast	1 式
超音波探傷機	1 式
磁 探 機	1 式
疵 取 機	1 式

(2) 必要人員 : 103人

5.4 小型製品の検査・手入れ

小型製品については先ず矯正を行い、次に12φ～21φについては、原則的に、目視外観検査を行い、重要部分あるいは厳しい規格の製品について磁探及び超音波検査設備を通す。21～30φについては原則的に全て超音波及び探傷機にて検査を行う。なお、普通炭素鋼については検査・手入れを行わない。また、異材防止のため火花検査を行う。

12～20φ：矯正－目視検査－火花検査－梱包・表示

21～30φ：矯正－Deburring－超音波－磁探－疵取－火花検査－梱包・表示

(1) 必要設備

必要設備	必要台数
2 roll straightener	2
検査 Line	1
超音波	1
磁探	1

(2) 必要人員 : 59人

6 圧延製品二次加工工場

6.1 棒鋼二次加工

棒鋼二次加工の製造工程は下記に示す通りである。

熱処理品： 圧延－熱処理－検査・手入
 引拔品： 普通炭素鋼 圧延－Shot－引拔
 構造用炭素鋼 圧延－熱処理×1/2 ー[#] 検査・手入－Shot－引拔
 構造用合金鋼 圧延－熱処理×2/3 ー[#] 検査・手入－Shot－引拔
 軸受鋼 圧延－熱処理ー[#] 検査・手入－Shot－引拔

[#] 引拔前の検査・手入は大型又は小型検査・手入工場で行われる。

(1) 必要設備

必要設備	必要台数
熱処理炉	
Short lime cycle炉 (STC炉)	2
Shot blaster	1
引拔機	1
2 Roll矯正機	1

(2) 必要人員 : 49人

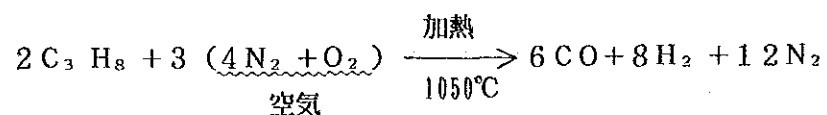
6.2 線材二次加工

線材加工の製造工程を下記に示す。

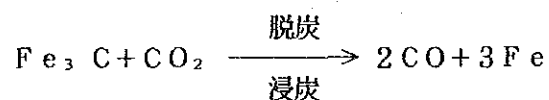
- (1) 線材熱処理品 酸洗－熱処理－結束・表示
- (2) Coil to Bar (矯正切断) 熱処理品 酸洗－熱処理－酸洗－矯正切断－梱包・表示
- (3) Coil to Bar (引拔切断) 酸洗－熱処理－酸洗－引拔矯正切断
 ー梱包・表示
- (4) 細線引拔品母材 酸洗－熱処理－酸洗

線材熱処理品については先ず酸洗を行い、後工程の熱処理での脱炭を防止すると共に、熱処理後の酸洗を容易にさせる。熱処理は脱・浸炭を防止するため保護雰囲気Gasを炉内に送り込んで行われる。

保護雰囲気Gas 発生反応 (変性炉)



線材熱処理炉の反応



上記の反応式に示すように $(CO)^2 / (CO_2)$ の値によって熱処理中の脱炭・浸炭をcontrolする。

(1) 必要主要設備

必要設備	必要台数
酸洗設備	1式
廃酸処理装置	1式
門型 Crane	2式
熱処理炉	3式
保護雰囲気変成炉	3式
矯正切断機	1式
引抜切断機	1式
Crane	3式

(2) 必要人員 : 63人

7 鋼糸系工場

南京第二鋼鐵廠においては細線工場として6,000t/年を計画している。その内訳は構造用炭素鋼、軸受鋼及びばね鋼である。

7.1 細線の製造工程

細線の製造工程の代表例を次に記す。

7.1.1 軸受鋼

(1) 線引品

軸受鋼細線については客先より非常に厳しい品質（表面疵、熱処理組織、硬さ、被膜等）が要求される。

そのため、表面疵の対策としては、線材皮剥機を設置し、素材の疵を除去する。熱処理組織（球状化組織及び脱炭・浸炭）及び硬さについては最新の保護雰囲気GASを使用するSTC 炉を設置し、良好な内部組織を得る。また酸洗Lineについては量が少ないためBatch 式を採用するが、被膜としては伸線性及び客先でのCold heading性に優れた磷酸塩被膜槽を設置する。又伸線機については各種のSizeがあるため、単伸×4基、2連伸×2基、1連伸×1基+3連伸×1基、4連伸×1基、と多Sizeの伸線に対応できる4連伸機を設置する。

- 3.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(3.1φ)
- 2.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(2.93φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—2連伸(2.2φ)—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(2.1φ)
- 1.1φ： 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(2.93φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.65φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—3連伸(1.14φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—伸線(1.1φ)

(2) 熱処理品

- 3.1φ : 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.1φ)—焼鈍
- 2.1φ : 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—3連伸(2.1φ)—焼鈍
- 1.1φ : 5.5φ—酸洗—球状化焼鈍—酸洗・石灰被膜—皮剥(5.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(3.2φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.9φ)—焼鈍—酸洗・磷酸塩被膜—4連伸(1.1φ)—焼鈍

7.1.2 ばね鋼及び構造用炭素鋼

硬鋼線（構造用炭素鋼）及びばね鋼については鉛Patenting 炉による微細Pearliteを得て、連続伸線にて高減面率の伸線を行い所定の機械的性質を得る。

このうち弁ばね用Oil temper線はその要求品質が厳しく、表面欠陥のないことが要求されるので皮むきを行うのが一般的である。

(1) 線引品

- 3.1φ : 5.5φ—鉛Patenting —酸洗・石灰被膜—6連伸(3.1φ)
- 2.1φ : 5.5φ—酸洗・石灰被膜—伸線(5.0φ)—鉛Patenting —酸洗・石灰被膜—8連伸(2.1φ)
- 1.1φ : 5.5φ—酸洗・石灰被膜—7連伸(3.0φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—9連伸(1.1φ)
- 0.2φ : 5.5φ—酸洗・石灰被膜—8連伸(2.3φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—9連伸(0.85φ)—鉛Patenting —酸洗・磷酸塩被膜—7連伸—6連伸(0.2φ)

(2) Oil-temper線

- 3.1φ : 5.5φ—線材皮剥(5.2φ)—鉛Patenting —酸洗・石灰被膜—5連伸(3.1φ)—焼入・焼戻

2.1φ : 5.5φ—線材皮剥(5.2φ)—鉛Patenting—酸洗・石灰被膜—9連伸(2.1φ)
—焼入・焼戻

7.3 必要主要設備

表-7 作業量及び必要設備台数

必要主要設備	必要台数
線材皮剥機	1式
酸洗	1 line
鉛Patenting	1式
Oil 焼入・焼戻炉	1式
STC 炉(軸受用)	2式
伸線機 10連伸	(1式)
5.0~2.1φ	
~0.85φ	
10連伸	(1式)
~0.2φ	
伸線機 4連伸	(1式)
~2.1φ	
4連伸	(1式)
~1.65φ	
~1.10φ	
伸線機 単伸	(1式)
~2.1φ	
~1.10φ	
単伸	(1式)
~1.0φ	

(2) 必要人員 : 83人

8 用役に関する提言

8.1 電力

鋼鉄廠には110kVで送られてきている。2つの主変圧器があり、それぞれ110/6kVの変圧を行っている。下記に示したように20t電弧炉(最大15,000kW)3基に対して、25,000kVAと16,000kVAの容量を有する主変圧器2台では、電力供給は不足するであろう。したがって、16,000kVAの変圧器を倍の32,000kVAに変更する必要がある。

主遮断機容量は60MVAであり、20t電弧炉の増設に対しても十分な遮断容量である。また、電弧炉用二次側遮断機容量も800A程度であり、十分な容量である。

第二圧延工場の近代化後は、7,470kWの電力が要求されるが、現状の遮断機容量は1,000Aであり、通常は定格の70%容量が適性であると言われている。したがって遮断容量が上限に近い。これも確認しなければならないであろう。

現在は電力不足で、電弧炉操業は制限されているが、鋼鉄廠の近代化の時点では南京市の発電能力は倍増されているため、電力事情は好転し、電力制限は無くなるであろう。

近代化後の工場が必要とする電力は、合計約63,670kWである。

8.2 燃料

加熱炉、熱処理炉の一部には重油を用いる。

設備別の燃料種類と消費量は：

灯油 150 ℓ/h、重油 3,322ℓ/h、高炉Gas 3,045 N m³/h、雰囲気用Butane gas 158kg/hとなる。

8.3 工業用水

近代化後の工業用水必要量は直接冷却水3,420t/h、間接冷却水3,155t/hとなる。

但し、これは各工場での使用量であり、工業用水の消費量ではない。Closed circuit方式を採用している工場の場合、消費量、すなわち、蒸発、漏洩、工場外への排水などは直接水の場合は全使用量の4%であり、間接冷却水の場合は1.5%程度である。したがって、鋼鉄廠の近代化後の工業用水の消費量は

直接水 --- $3,420 \times 4\% = 137\text{t/h}$

間接水 --- $3,155 \times 1.5\% = 47\text{t/h}$

合計 184t/h

となる。

水圧は使用場所で5 ~ 7kg/cm²が必要である。

また、連続鋳造設備、Walking beam式加熱炉、STC 炉には停電時に冷却水が最小量供給されるための対策 (Engine pump の採用など) が必要である。

8.4 酸素・窒素・Argon

現在、鋼鉄廠では酸素発生設備が3基稼働している。

酸素発生量はそれぞれ300Nm³/h、150Nm³/h、150Nm³/hであり、合計600Nm³/hである。発生圧力は 25kg/cm²G である。窒素は回収されていない。

近代化後には次の気体が必要になる。

酸素	純度：99.96%以上	使用圧力：15bar	使用量：2,300Nm ³ /h
窒素	純度：酸素100ppm以下	使用圧力：15bar	使用量：10Nm ³ /h
Argon	純度：酸素10ppm以下	使用圧力：10bar	使用量：24Nm ³ /h

現状の酸素発生設備でこれらのGas を発生させることは困難である。新たに空気分離装置を導入するか、大規模な液体Gas 貯蔵設備と気化設備を導入しなければならない。後者の場合、鋼鉄廠の近くにGas 供給企業が存立していなければ、安定した供給が受けられないであろう。ここでは、空気分離装置を導入するものとした。

窒素は空気中に71% を占めている。よって、窒素の精留を行えば当然それに見合った窒素が回収される。しかし、鋼鉄廠で使用する窒素量は僅か 10Nm³/hに過ぎない。

過剰な窒素を他の企業に供給できない場合は、窒素の回収については、新設備では行わず、現状の酸素発生装置を改造して行うことを推奨する。

9 全体 L A Y O U T 説明

図-14に近代化後の工場配置を示す。

既存の製鋼工場に新20t 電弧炉とL F Vが配置される。連続铸造設備は既存製鋼工場建屋の面積内に設置されるが、建屋は新に建設しなければならない。図には示されていないが、集塵装置は現状の位置の近くに設置される。

鋳片を第一圧延工場に搬送するため、Roller tableが設置される。

鋼塊加熱用のPit 炉の多くは、現状は屋根のない区域に設置される。ここには屋根を設けなければならない。製鋼工場で作られた鋼塊は台車でPit 炉まで運ばれるが、外部より鋼鐵廠に搬入された鋼塊は一時Pit 炉建屋の外に保管された後、Truck でPit 炉建屋内に搬入しなければならない。

既存のPusher式鋼塊加熱炉は撤去され、新にWalking beam式加熱炉が導入される。

第一圧延工場の圧延列は延長される。この建屋は延長され、第一圧延工場からの製品を二次加工するための設備が設置される。第一圧延工場で製造された鋼片は、第一圧延工場と第二圧延工場間の棟で検査・整備され第二圧延工場へ送られる。

第二圧延工場には線材圧延のためのlineが新に設置される。ここで生産された棒鋼は第二圧延工場の西側の棟で検査・整備される。

第一圧延工場、第二圧延工場、棒鋼二次加工工場、および検査・整備工場が一団となった配置になっている。このため、運搬、修理などのためのTruck の出入り道は限定されている。また、工場内の製品の天井走行起重機による運搬も、起重機から起重機へと順送りにしなければならない状況が発生するであろう。さらに、このような配置では、工場内の通風性も悪くなる恐れがある。この工場配置には、これらの欠点があることを認識しておく必要がある。これらの欠点を排除するには、第一圧延工場と第二圧延工場間に道路を設置すれば良いのであるが、残念ながら現状の工場配置では不可能である。

線材二次加工工場と鋼線工場は、鋼鐵廠の希望により工場の西の方に、製鋼工場や圧延工場とは離れた場所に配置される。このため、材料運搬量は増加するであろうが、大きな問題とはならない。-図-15参照-

工場の拡張を提案するに当って、調査団は土木工事の難易を考慮していない。この点については鋼鐵廠が検討することを期待する。

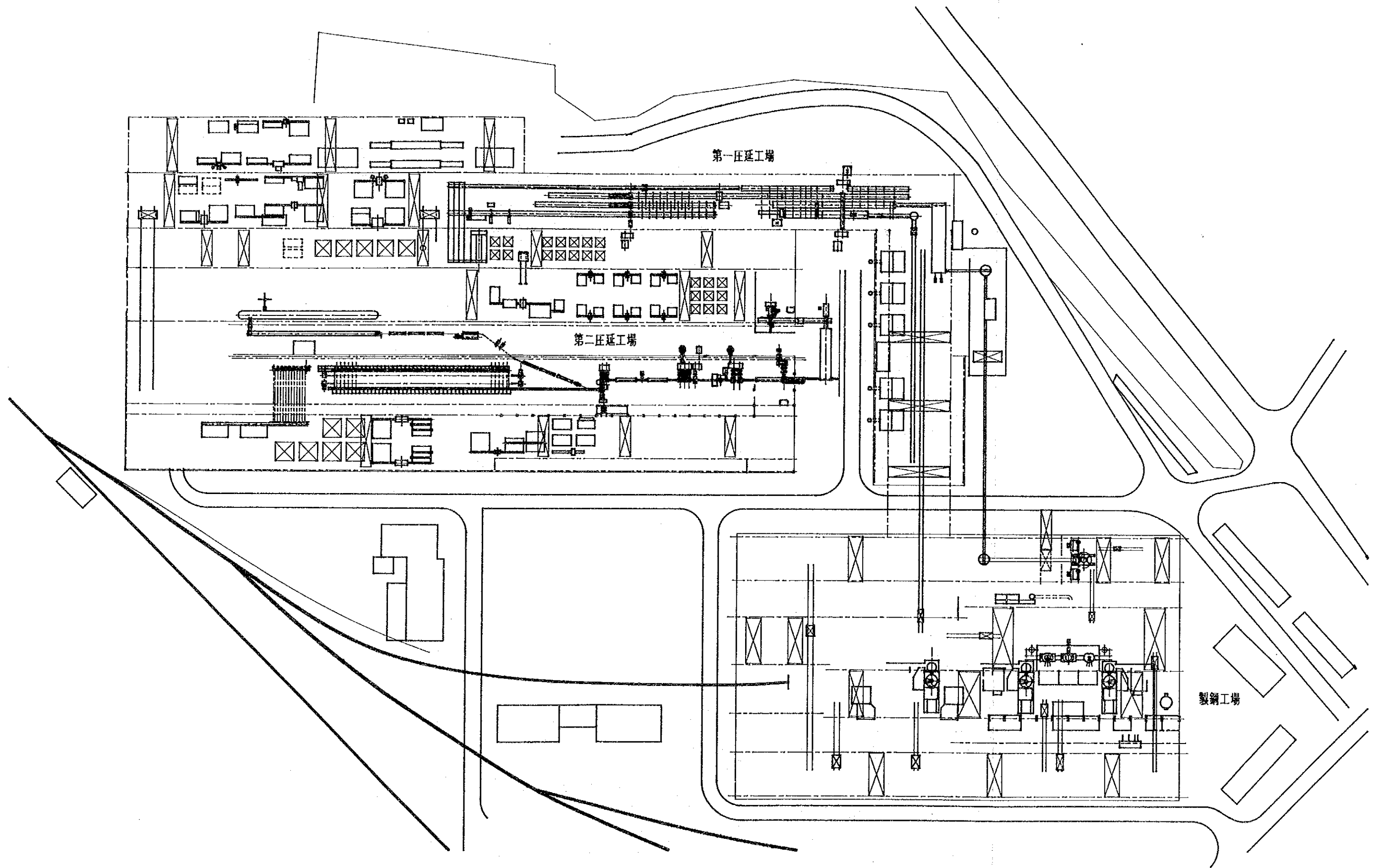
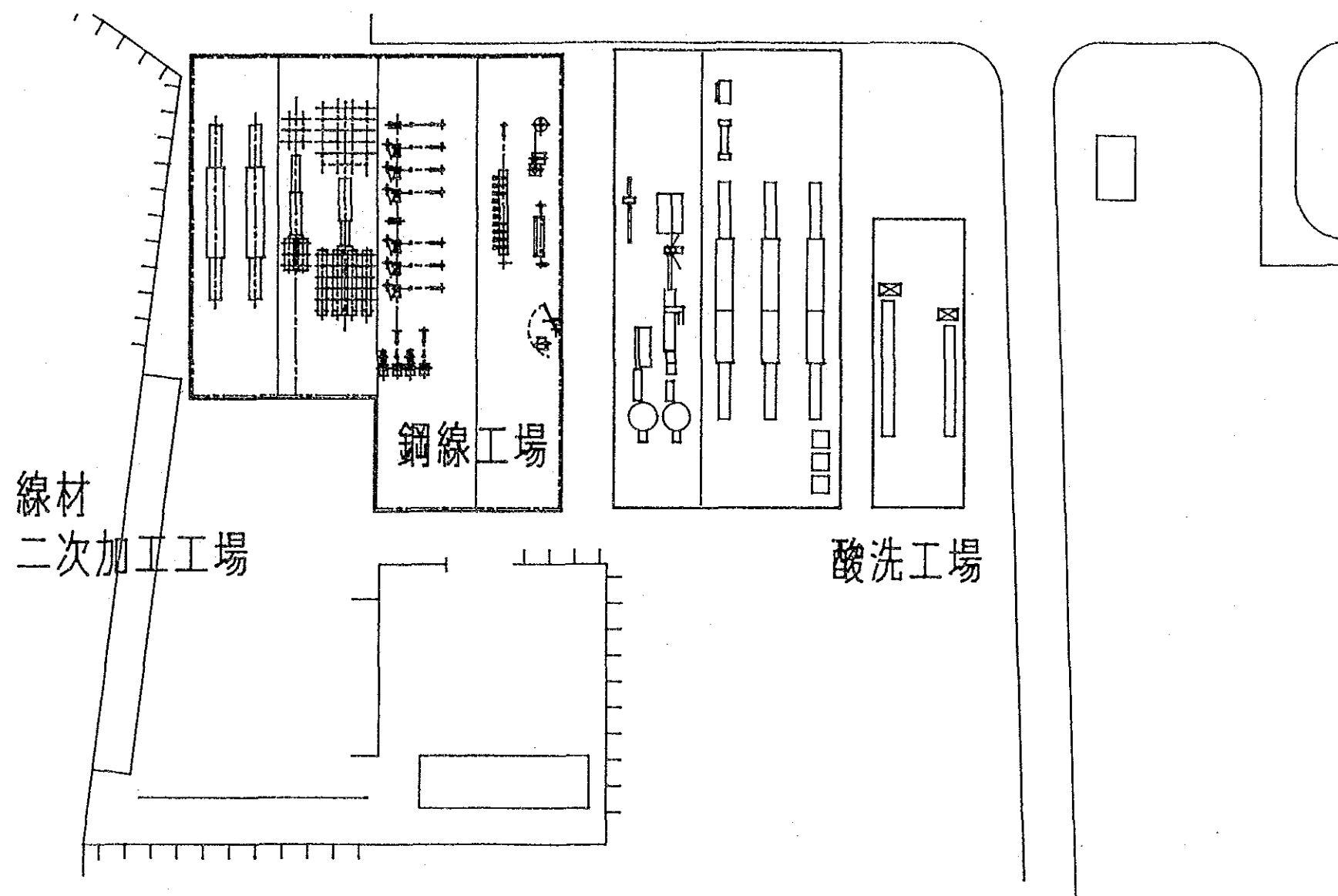


図-14 近代化後の工場配置 (鋼線、coil二次加工場は除く)



図一 15 近代化後の工場配置
 (線材二次加工、鋼線、酸洗工場)

10 生産管理についての提言

10.1 受注・生産調整

1995年には製品の多くは特殊鋼になることを考慮するなら、現状よりも更に需要家との技術的連絡網を密にし、積極的に需要家の要望を具現化するとともに、特殊鋼についての技術的情報を需要家に与えることができる組織体系を作る必要がある。

生産管理部門において、製品仕様、標準日程、製品別標準原価、特別組入条件等を定期的に、技術部門および工場管理者と打合せ、実績との差異を見なおし、修正を行ない、管理の尺度として活用されるようにすべきである。

基本的な管理方法を、以下に説明する。

(1) 販売業務FLOW

需要家の情報が工場へ、工場の情報が販売へ迅速、適切に提供するSystem、Routeを構築すること。

(2) 販売業務

(A) Roll申し込み方法

納期・製造可否検討のうえ、各工場へRoll申し込みを行う。

(B) Roll申し込みtiming

適性納期で組入れるよう注意する。

(3) 納期出荷管理

(A) 納期出荷管理は、需要家の重要度により重点管理を。

(B) 標準工程日数（圧延後入庫までの日数）

(4) Roll申し込みから生産着手までのpattern

(A) Lead time

生産準備期間+工程日数+納品Service 期間

(B) 生産準備期間

受注+計画+材料手配+Roll残期間

(5) Roll残管理

Roll残（所要日数）の管理。

Roll残の量の増減によって、受注量、組入れ工場の変更等をおこなう。

10.2 設計管理

特殊鋼の生産においては、顧客の注文は多品種、少量生産であるのが普通で、出来る限り標準化を図り、生産管理部門の事務職でも特殊な製品を除き設計出来るように養成（専門職）し、技術部門のCheckで製作指示が出来る仕組みを確立することを望みたい。

(1) Repeat品の製作指令書

仕上機種別（寸法別）、納入状態別に鋼種区分毎の標準製造工程と顧客からの特別仕様が織込まれるような設計標準の整備されること。類似品の製造設計では顧客からの特別要求を明確にすること。

(2) 新製品の設計管理

製作可否検討が日常的に出来る体制が必要。類似製品、過去の技術数値を参考に試作工程（工程、能率、歩留）を設定し、生産管理が原価を試算し、工程に組入れる。

10.3 調達管理

(1) 特殊鋼生産では、原材料、燃料、資材他調達品毎に恒常的調達方法と取引条件の確立が必要

(2) 調達計画と発注～検収

長期契約の検討、代替品の検討、国家割当枠の確保、適性在庫。

(3) 鉄屑の購入経路と品質

良質な鉄屑を安定して入手する経路の確立。

10.4 在庫管理

(1) 鋼屑、合金鋼屑等Return材料については効率的な再利用が図れるSystemを整えること。

製鋼での溶解配分区分に合せて出来るだけまとめた形で集荷区分を定め、工場での集荷区分厳守（集荷Bucketの表示等）と運搬手段の工夫、製鋼での置場管理を徹底すること。

(2) 在庫品の管理

格納場所、置場所の区分と番号、格納単位を決める。

生産規模に見合った適正在庫量を決めること。

鋼片引当材、黒皮在庫製品、二次加工製品は、各在庫品listにより、販売部門、生産管理部門との連携による引当、在庫消化

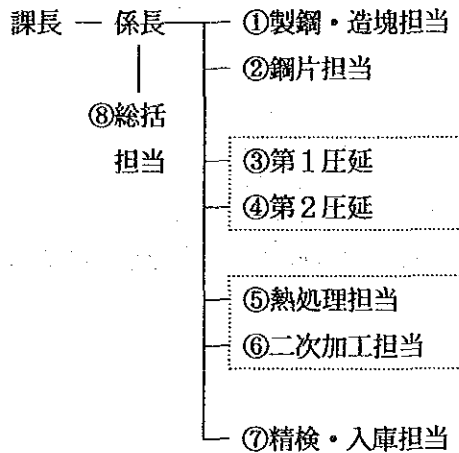
10.5 工程管理についての提言

個別受注生産方式では一般的には管理が複雑で、しかも所要管理工数も増大する。特殊鋼生産の宿命とも言える多品種、小ロット生産に焦点を合わせて記述する。

(1) 生産管理の組織と職務

A 生産管理の組織の例

特殊鋼生産のための組織の一例を示す。



(2) 生産計画（週間）立案Process

材料請求方式による計画の組立。

(3) 生産管理上の留意点

① 工程仕掛の最小となる計画

② 異材を発生させない管理

③ 事故品管理

現品の処置と同時に、製作指令書（注文）にたいする処置も迅速に。

④ 材料引当方式

材料の引当方式には、①鋼塊と鋳片 ②鋼片 ③圧延品の3通りがあり、受注形態に合わせた方法を選択すること。

⑤ 生産指示

特殊鋼の生産工程は、複雑で管理項目も多い。生産指示は、作業計画表、製作指令書（随伴Card）で行なわれ、作業内容が全部盛りこまれ、作業者はこのCardを見れば作業や検査ができるよう設計されていること。

(4) 実績管理と納期管理

注文件数、工程の複雑さに合わせた適切なSystemを工夫すること。

10.6 品質管理に関する提言

鋼鐵廠は従来、普通鋼を主体に生産してきたが、1995年には特殊鋼が主体となるため、従来以上の厳しい品質管理が要求される。

(I) 特種鋼品質管理に対する問題点

① 多鋼種に対する品質標準の整備

- a. 鋼鐵廠における鋼種記号
- b. 化学成分
- c. 熱処理温度範囲（焼きならし、焼き入れ、焼戻し）
- d. 機械的性質（耐力、引張り強さ、伸び、絞り、衝撃値、硬さ）
- e. 標準製造工程

② 製品形状別製品規格（標準）

(A) 外観品位規格

- a. 断面寸法許容差（品位別、寸法範囲別）
- b. 長さ許容差（品位別、製品別）
- c. 曲りの許容差（品位別、製品別）
- d. 外観検査状態（製品別の検査状態—たとえば、黒皮の儘での目視検査か、あるいは磁気探傷かなど）
- e. 疵取り深さの限度（疵取りの要・不要、疵取りを行うなら何mmまで許されるか、などを製品種類別、品位別に設定）
- f. 許しうる疵（製品種類別、品位別に疵の種類毎にその深さを標準化する）
- g. 表面粗さ（品位別）
- h. 端面状態（品位別に両端あるいは片端の状態を設定）

(B) 内質品位規格

- a. Macro 組織（需要家での用途別、品位別にMacro 組織状態を規定する）
- b. 地疵（品位別）
- c. 非金属介在物（鋼種毎、用途毎）
- d. 超音波探傷基準（品位別）
- e. Micro 組織（鋼種別、熱処理別）
- f. その他、脱炭、浸炭、および耐蝕性など

これらの規格・標準化は、国家規格が優先するが、さらに需要家の要望、鋼鐵廠の実力、および先発Maker の実態を良く把握して設定されなければならない。

(2) 品質管理組織

鋼鐵廠の品質管理機能は、すでに品質の設計は全面品質管理課、品質保証担当部門は品質検査課に分かれており、良い意味での相互監視体制が出来上がっている。しかしさらに人員の再配置・強化を計り、国際的にも十分対処できるよう、その内容の充実を計っていく必要がある。

- ① 需要家から販売部門が引合いを受け、仕様を示される。この引合い仕様を技術課に提出する。
- ② 技術課はこの仕様を検討し、製作の可否を販売部門に報告する。この時、必要があれば技術課は品質保証課と協議する。
- ③ 報告を受けた販売部門は受注の可否決定を行う。受注と決定した場合は、販売部門は客先と協議の上、最終的な仕様を決定する。この場合、適用される規格について十分に注意を払う。
- ④ 受注されたものは生産管理部が担当する総合生産計画に組み込まれ、技術課に提出される。技術課は品質設計を行い、情報System部に通達する。
- ⑤ 情報System部はこの品質設計内容をComputer System により工場の作業課に送る。
- ⑥ 作業課は製造指令書を作成し、製造部門に製造を指令する。この時、工程管理事項について、作業課と製造部門の間で取決めが行われる。
- ⑦ 製造部門は、求められた製品を作業標準、設備管理規定（これらは、各製造部門で策定し品質保証課が承認したもの）、および、技術課と品質保証課の責任の下で策定された品質水準（製品規格や品質規格など）に沿って製造する。
- ⑧ 製造工程の中で各種の検査・試験が品質保証課によりなされ、合格品には、合格証が表示される。
- ⑨ 製品は梱包され、更に、品質保証課により総合判定がなされ、合格した製品には検査証明書が発行される。

- ⑩ 合格製品は工場の作業課に引き渡され、入庫される。入庫された製品は、原材料課によって、適宜出荷される。

以上が、引き合いから出荷までの主な流れであるが、この間、Claim、原材料についての不都合、製造上の不都合などが生じた場合は、常に技術課と品質保証課が中心となり、製造部門、更に必要なら原材料部門と共同で原因調査をした上、協議を行い対策・処置方法の立案を行い、品質検討会議に掛け実行する。この決果は技術課が行う品質設計の上に常にFeed-backされる。

これらの日本における品質管理機能を表した例を図-17に示す。

(3) 製造工程と検査項目

前述V-I章5.3項南京第二鋼鐵廠の検査・手入れ工程に記載されていない検査項目について、製造工程との関係を含め、下記図-16に示す。

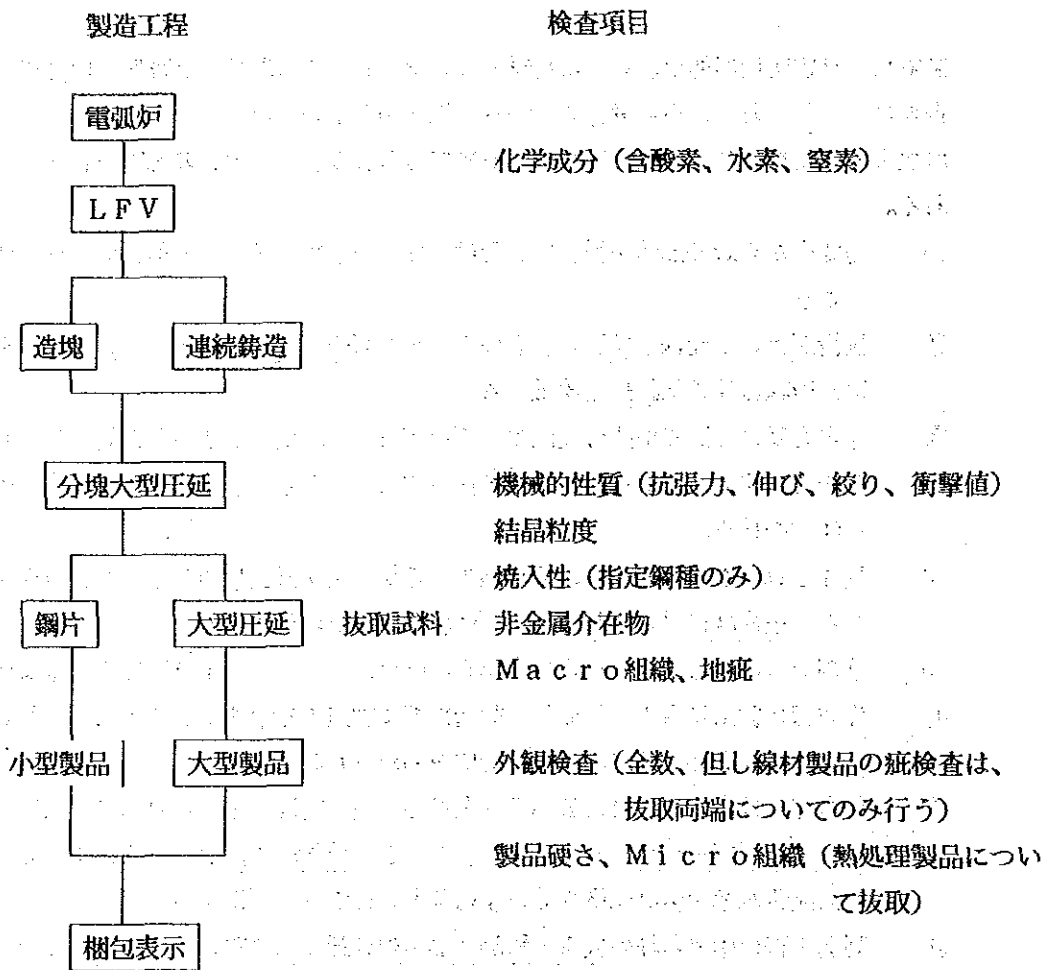


図-16 製造工程と検査項目

10.7 設備管理

1 設備管理状況

(1) 概況

南京第二鋼鐵廠の設備管理は、①設備管理、②予備品管理、③動力設備管理の3項目に大別されている。

これらの管理は総勢59名で行われており、この内、エンジニアは13名、管理要員は19名である。

(2) 設備課の業務

設備課の業務範囲

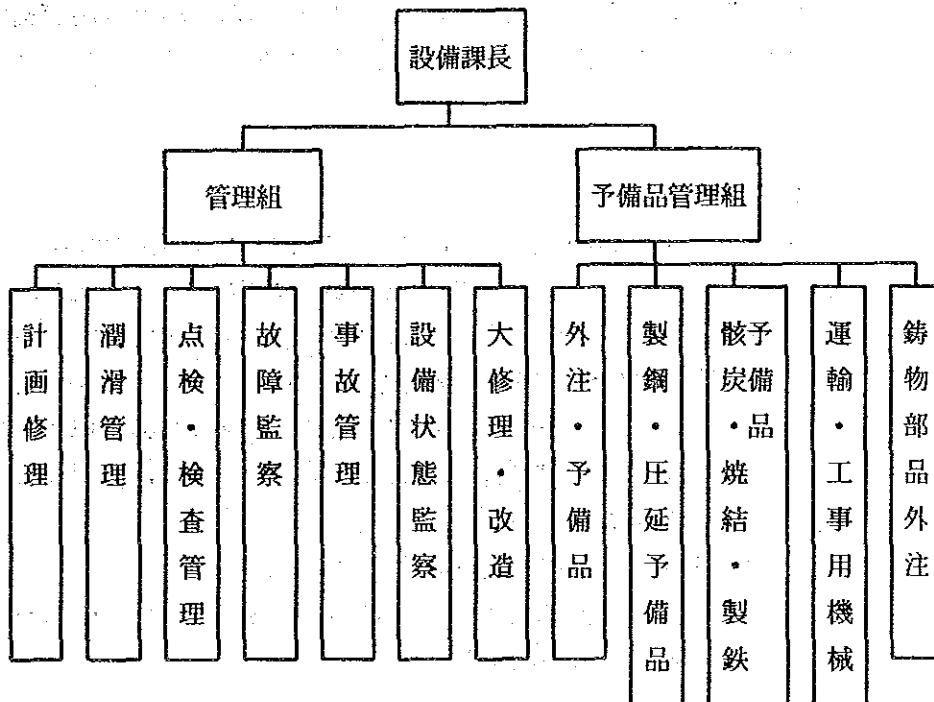


図-18 設備課の業務範囲

以上の組織で設備保全・管理を行っている。予防保全的な要素も含まれているが、保全は基本的には事後修理である。

(3) 保全計画

保全計画は「年間計画」、「3箇月計画」、「1箇月計画」、「週間計画」の4段階に分けられている。定期的大修理の立案は鋼鐵廠独自で行われ、南京市へ報告されている。

予算計画は、外注費、特殊工具費用、資材費、予備品費用、消耗品費用、土木工事費、測定・試験機器費用など、詳細項目に亘って立案・管理されている。

(4) 設備管理教育

設備管理教育は、原則的には教育課によって行われる。設備課は教育課の職員に対して、専門知識の教育を行うと共に、工場労働者に対しても設備知識および基準の教育を行っている。

新入社員に対しては各分工場での教育に加え、設備課でも教育課程を用意している。ここでは教育の一環として、新入社員の種々のContest が開催され、教育効果の促進を図っている。

(5) 設備管理基準

設備管理基準は、概略整っている。今回の調査では基準類の内容を詳細に検討していないため、基準の技術的水準は不明であるが、内容も次第に充実されている模様である。

(6) 設備管理の問題点

鋼鐵廠自身が現状の設備管理の問題点として、次の項目を挙げている。

- ① 先進的な技術手段を用いて、設備の動的な診断が行っていない。
- ② 設備の劣化が目立ってきている。設備は1950～1960年代のものが大半で、30年～40年前の設備であるため老朽化と共に陳腐化してきており、自動化も進んでいない。また、設備配置が良くないため、修理不能箇所が多々ある。
- ③ 設備保全・補修管理の面で、新しい技術と新材料の採用が不十分である。
- ④ 点検・定期修理制度が未確立である。
- ⑤ 潤滑管理はまだ机上の計画に止まっている。
点検・定期修理制度と同様、TPM (Total Productive Maintenance) system の導入が必要であると考えられている。

2 設備管理に関する提案

(1) 提案の背景

1項で示されたように、鋼鐵廠での設備稼働率は85%である。これは下記の日本の鉄鋼会社の状態とほぼ同等である。

	設備稼働率	設備休転率
製鋼工場	82.8%	1.5%
分塊大型圧延工場	98.5%	0.7%
小型圧延工場	84.6%	0.6%

線材圧延工場-----85.1% -----0.6%

注：ここでは、設備実稼働率と設備休転率は次の定義を前提としている。

実稼働率 = (計画操業時間 - 突発休転時間) ÷ 計画操業時間 × 100%

休転率 = 設備故障による突発休転時間 ÷ 計画操業時間 × 100%

鋼鉄廠の場合、設備利用率は65% であると報告されている。故障しやすい設備、あるいは製品品質を確保することが困難な設備はほとんど利用されていないため、上記の設備稼働率には含まれていないことを意味している。

報告では設備故障率は11.55%である。日本の鉄鋼会社の場合と比較すると非常に高い数字である。設備の老朽化、設備の予防保全の不完全さが原因である。

大修理の完成率が91% と言うことは9%が大修理未完成のまま、設備が運転されているということである。このような状態では、高品質な製品を確保することが困難になる。また、設備の突発故障の発生要因にもなる。

鋼鉄廠には、日本に比べ、設備部品の品質の低さと不均一、高品質部品の入手の困難さ、工場周辺の設備専門会社の不備など不利な点があるが、より一層の設備管理の充実が急がれる。

このために、鋼鉄廠も指摘しているようにTPM 体制の早期導入が必要。

特に必要な設備管理基準として、「重点設備基準」を制定することを推奨する。最も重要な設備、または、最も重要でない設備は何かを定め、重要度に従った設備管理の基準を定める。

(2) TPM SYSTEM導入に関する提案

TPM とは一言で言えば、「企業の全員が参加する自主活動であり、設備の老朽を防止するための活動」である。

TPM (Total Productive Maintenance) は日本の工業界に適合させるために、日本人によって開発された手法である。鋼鉄廠がTPM を導入する場合、そのまま導入するのではなく、鋼鉄廠の状況に適合するように改造する必要がある。

この活動を通して、QC手法ではできない「設備の現象分析の上で、問題点を列挙すること」が、まず、重要なことである。

設備の総合機能・効果を高めるためには、

- ① 設備故障による損失
- ② 段取り・調整による時間損失
- ③ 速度損失
- ④ 設備の微小停止による損失
- ⑤ 低負荷操業による損失、操業立上がり損失

などを防止しなければならない。

一般的に設備保全の水準は、4段階の水準区分では、鋼鉄廠は水準Ⅰの状態であり、鋼鉄廠の設備保全水準を更に向上させるために、不良”0”に挑戦しなければならない。

”不良”の内、特に「設備機能の低下」について注目しなければならない。

我々は、「設備機能の低下」は「機能停止」よりも大きな損失を招き、慢性的な不良でもある。この「低下」の原因には次のことが考えられる。

- 設備運転部門における原因
- 保守部門における原因
- 設計部門における原因
- 資材購入部門における原因
- 工場責任者における原因

以上の原因を排除しながら、不良”0”を目指すために、次の二大原則を実行しなければならない。

- ① 潜在的不良の顕在化（一つの不良は幾つかの欠陥によって構成されている。）
 - (A) 物理的および心理的潜在欠陥の排除
 - (a) 物理的潜在欠陥の排除
 - (b) 心理的潜在欠陥の排除
- ② 設備保全のための計画的生産休止の実行

これらの二大原則を実行するために次の五つの対策・方法がある。

- ① 設備の基本的状態の維持（清掃、Boltの増締め、給脂）
- ② 操作基準の厳守
- ③ 劣化の回復
- ④ 弱点の原因になる設計の改善
- ⑤ 操作と保全技能の向上

一般的には、上記の5つの対策の実行には次の四段階が必要であると言われている。
(第1段階を完成させた後に第2段階に進まなければならない)

表-8 5つの対策実行に必要な段階

段階	第1段階	第2段階	第3段階	第4段階
標題	故障周期の安定化	寿命の延長	劣化の周期的回復	寿命予測

工場全体の保全は設備課のみで行うことは困難である。保全を完全に行うには他部門、とりわけ、製造部門と協力しなければならない。表-9は製造部門と設備課の、それぞれの保全担当区分を示したものである。

表-9 保全担当区分

目標	手段区分け	活動			担当区分		
		劣化予防	劣化測定	劣化の回復	製造部門	設備課	
総合設備 効率>80%	維持 活動	正常 操業	正しい運転			○	
			段取り・調整			○	
	改善 活動	日常 保全	潜在欠陥の摘出と処理			○	
			給脂			○	
			Boltの増締め			○	
			運転状況と劣化の日常点検			○	
			小修理			○	
	改善 活動	周期的 保全	周期点検				○
			周期検査				○
			周期保全				○
事後 修理		早期状況把握と正確な情報			○		
		突発故障の修理				○	
弱点改善 (信頼性)		強度の増強			○	○	
		負荷の軽減			○	○	
		精度向上			○	○	
弱点改善 (保全性)	状況測定方法の開発			○	○		
	検査業務の改善				○		
	補修作業の改善				○		
	保全品質の向上				○		

TPM 体制の導入を成功させるためには、企業の最高幹部の確固たる方針と、最高幹部が作成したMaster Plan に従って従業員に具体的な目標値を十分に浸透させることである。TPM は' Top-down' と' Bottom-up' の両方の方法によって推進されなければならない。

一般的に、TPM 体制の導入に消極的な意見は次の通りである。

「従来通り、製造要員は生産に専念し、保全要員はMaintenance を一生懸命に行えば良い」

「我々は、長い間、生産保全 (Productive maintenance) を行ってきており、それで良い結果を得てきている。TPM の導入でより以上の好結果が得られるとは思わない」

TPM の導入に当たって、鋼鉄廠の幹部は、忍耐強い教育によって上記のような反対意見を排除しなければならない。

われわれの経験では、従業員から数人を選出して小集団を作り、Hotel、合宿所などで2～3泊の教育を行うことが効果的である。

1.1 教育・訓練についての提言

11.1 南京第二鋼鐵廠の職員の状況

(1) 人員構成と学歴

表-10 従業員の構成

	総従業員数		学 歴					
	4,410名	100%	大学卒	高 卒 (含専門高卒)	中学卒	小学卒	文 盲	
							<45	>46
経営幹部	86	2.0%						
管理職	334	7.6%	197	187	96	—	—	—
技術職	146	3.3%						
作業員	3,844	87.1%	46*	605*	2,505	644	21	23

(2) 作業員の技能等級

表-11 技能等級

技能等級	3,844名	100%
7 級 以 上	145	3.8
4 ~ 6 級	2,861	74.4
1 ~ 3 級	754	19.6
見 習 い	84	2.2

11.2 教育訓練の現状

(1) 宣伝教育課の組織

宣伝教育課

課長 1名 専任教師 7名
 兼業教師 若干名

従業員教育の種類

- (A) 教育訓練 : 中級、高級技能作業員が対象—基幹要員となる職員が主体。
- (B) 幹部教育
- (C) 管理職教育 : 経営幹部が講師、又は外部講師に依頼—講座を開設。
- (D) 技術職 : 外部講習会への参加、大学への委託研究。

(2) 過去10年間の実施教育と受講者数

10年間の平均的受講率は約26.8% となっている。

11.3 今後5カ年間の教育訓練計画

第8次5カ年計画では、20 Courseが計画され、平均職員受講率を40%～41.5%と意欲的に向上させることを目指している。

11.4 教育訓練に対する提案

鋼織廠の近代化計画に適合するように次の教育計画の実施が検討されることを提案する。

企業内教育

(1) 一般教養教育

補完的に効果を高めるための基礎となる教養教育。企業全体が近代化に進むに当り相互の理解を早める効果が期待出来る。

(2) 部門別特定教育

基礎技術教育、共通部門技術教育、安全・衛生・防災教育がある。近代化を進めるに当り、技術Levelを決定する大きな要因となる。

(基礎技術教育の例)

(共通部門技術教育)

- a. 原価管理講座 (VA講座、IE講座)
- b. TQC概論
- c. TPM教育訓練
- d. JK活動の推進
- e. 基礎特許講座

(安全・衛生・防災教育)

- a. 新設備の導入に伴う安全標準作業の徹底
- b. KYT (危険予知Training) 講座

(3) 作業員教育訓練

この監督者並びに作業員の意識、知識、技能の程度が製品の品質、Cost、納期の良否に与える影響が大きい。日本の企業内教育では、この面の教育に特に力を入れている。

1 2 分析・試験設備についての提言

試験設備としては、焼入性、機械的性質（抗張力、伸び、絞り、衝撃値）、結晶粒度、非金属介在物、Macro、製品固さ、Micro をCheck するため、概略費用 160 百万（日本円）が必要。

尚、成分分析用 Sample 気送 System（電弧炉→分析室、LF→分析室、CCM→分析室）も上記費用にふくめた。

13 総合的近代化実施計画と投資順序

13.1 各工場設備投資算出条件

南京第二鋼鐵廠の近代化のために必要とする設備の見積は、下記の条件で行った。

(1) 見積対象

見積対象は近代化計画で調査団が推奨した設備とする。

(2) 見積価格

1990年9月における日本国内市場の国内渡しでの標準的価格とする。

(3) 見積範囲

機械・設備本体とその付帯設備、および標準的機側の据付資材（機側配管・配線取付け資材、Anchor boltなど）

(4) 見積範囲外

次の費用は設備投資額に含めない。

工場用土地整備、土木工事、設備据付工事、電気配線工事、流体用配管工事、設備据付指導、試運転調整、消耗品、輸出用防錆、輸出梱包、取扱い操作指導

13.2 各工場設備投資のまとめ

製鋼工場から鋼線までの設備投資を次の表-12 にまとめた。

表-12 総設備投資

工場名	設備名	金額 (百万円)	摘要
製鋼	Scrap press	65	
	合金投入装置	190	
	20t電弧炉×2	1,050	(変圧器を含む)
	LF×2	1,020	(真空槽を含む)
	蒸気発生装置	110	
	連続铸造(含Tundish×8)	3,276	(但し、基礎工事を除く)
	分析計	262	(試験設備160を含む)
	計	5,973	
第一 圧延	Pit 炉、鋼塊台車、他	840	
	WB炉、Roller table、他	680	
	φ750 圧延機及び前後設備	750	
	φ550 圧延機及び前後設備	570	
	切断設備 (Shear, saw) 及び前後設備	480	
	冷却床関係他	399	
	電気設備関係 (Main motor 含)	339	
	計	4,058	
第二 圧延	加熱炉改造	200	
	Block Mill関係 (Laying head含)	1,410	
	Loop conveyor-Hook conveyor 関係	651	
	既設圧延line関係	231	(Flyingshear、φ300 圧延機 Pinch roll他)
	電気設備関係	690	
	計	3,182	
鋼片 検査	検査Line 1式	393	
	自動研削機 6式	1,300	
	棟間台車 1式	13	
	5t hoist crane 2式	70	
	計	1,776	
大型 製品 検査	2-Roll矯正機 1式	250	
	皮剥機 1式	220	
	Press 矯正機 1式	100	
	自動研削機 1式	160	
	検査Line 1式	282	
	Claw crane 1式	86	
	天井 Crane 5式	200	
	切断機、その他	210	
	計	1,508	

(続く)

工場名	設備名	金額 (百万円)	摘要
小型 検査	2-Roll矯正機 2式	346	
	検査Line 1式	313	
	切断機 1式	10	
	計重機 1式	17	
	起重機 3式	105	
	計	791	
棒 鋼 熱 処 理 引 抜	熱処理炉 2式	370	
	Shot blaster 1式	165	
	引抜機 1式	120	
	2-Roll矯正機 1式	81	
	Emery saw 1式	2	
	天井走行起重機 3式	138	
	計重機 1式	17	
計	893		
線 材 二 次 加 工	酸洗設備 1式	133	
	廃酸処理装置 1式	60	
	門型起重機 2式	93	
	熱処理炉 3炉	555	
	保護雰囲気變成炉 3式	30	
	矯正切断機 1式	60	
	引抜切断機 1式	173	
	天井走行起重機 3式	139	
計	1,243		
鋼 線	酸洗設備 1式	120	
	門型起重機 1式	45	
	STC 炉 2式	370	
	保護雰囲気變成炉 2式	20	
	Patenting 炉 1式	120	
	Oil temper 炉 1式	160	
	連伸機 4式	220	10連-2式、4連-2式
	皮剥機 1式	90	
	単伸機 1式	60	
	検査・入庫設備 1式	35	
	Die 研磨機 1式	10	
	天井走行起重機 8式	371	
	計	1,621	
酸素発生装置 (1000 m ³) 2式		1,200	
Butane gas貯蔵設備		40	
重油tank		35	
変電所改造		150	
合計		22,470	

13.2 投資順序

(1) 製鋼工場

電弧炉による溶製作業を効率的にするため、また、現在進行中の原料保管場の完成を早めるためScrap press をできるだけ早い時期に導入する。また、分析設備の近代化も早期に実現させる。

第二段階で20t 電弧炉1 基導入し生産量を119,000t/yまで増加させる。

第三段階でLFV 設備と連続鑄造設備を導入し、構造用合金鋼の製造を開始し、年産150,000t体制に呼応する。連続鑄造設備は、第一圧延工場の鑄片用WB炉の建設と同時に行われることとなる。

第五段階で連続鑄造設備の補完（EMS等）をおこない、高級合金鋼の製造を本格化する。

最終の第六段階では、これまで稼働してきた5t電弧炉2 基を廃止し、3 基目の20t 電弧炉を導入すると共に、LFV 設備に1 station を追加し、軸受鋼を含め計画した全ての特殊鋼の生産を開始する。

集塵設備の増強は、2 基目の電弧炉が導入された段階で、将来増強されるであろうLF設備と3 基目の電弧炉に対する容量を勘案して行われるべきであろう。

(2) 第一圧延工場

第三段階では、連続鑄造設備の導入に合わせてWalking Beam式加熱炉、φ550 圧延機とその前後装置などが導入される。

ただし、工事期間中の第一圧延工場生産停止の備えて、第二圧延用鋼片の貯蔵量を確保しておく必要がある。

第六段階では軸受鋼（鋼塊）の生産が開始されるため、Pusher炉に変わってPit 炉が導入される。第六段階の寸前でPusher炉が取り壊されPit 炉が設置される。この場合、鋼塊の加熱・圧延が不可能とならないように1 基のPit 炉とSoaking pit crane を予め設置しておかなければならない。更にφ750 圧延機が導入され1t鋼塊の生産が開始され、製造費の低減と品質向上が期待される。

(3) 第二圧延工場

棒鋼圧延機の改造と加熱炉の改造は第一期に行われる。

線材圧延lineの導入は第四期に行われる。

(4) 鋼片検査・整備工場

第二圧延に供給される鋼片の検査・整備は不可欠である。従って、Shot blaster、超音波探傷機、磁気探傷機の導入は最も早い時期に実施されなければならない。しかし、初期段階では生産量は計画値に比べて少量であるため、6台の自動研削機を一挙に導

入する必要はない。従って第一段階では1台、第四段階で3台、さらに最終段階で2台の自動研削機を導入する。

- (5) 大型検査・整備工場と小型検査・整備工場
大型検査・整備工場のすべての設備は構造用合金鋼が生産される第三段階に導入される。
小型検査・整備工場は第一段階で1台の2-Roll矯正機を導入した後、第二段階で全ての設備・工程を導入し、品質保証体制を確立する。
- (6) 棒鋼熱処理・引抜工場
棒鋼熱処理量は、熱処理品および引抜品とも初期段階では少量であろう。したがって、第二、第三段階でそれぞれ1基のSTC炉を導入する。
その他の棒鋼引抜き設備などは第二段階で設置し、市場の需要に応える。
- (7) 線材二次加工工場
線材圧延が第四段階で導入されることに合わせて線材二次加工工場が完成される。
- (8) 鋼線工場
鋼線工場設備は、線材圧延製品の品質が安定した段階で導入されるべきであるため、最終段階で建設されるものとした。
- (9) Utilities 設備
電力、工業用水、酸素、窒素、Argon、真空用蒸気などの供給設備は、各段階での要求量を考慮して導入しなければならない。

表-13にこれらの投資時期を総括的に示した。

また、表-14にこれら設備投資時期に導入されるべき製造技術・技能および製造標準などを示した。

表一 1 3 各段階における生産量および主要設備と予算

生産量 (t / Y)	特殊鋼生産の準備段階				本格的特殊鋼生産			
	I (φ12~30棒鋼)	II (φ12~20冷抜)	III (φ51~100棒鋼) (φ12~30棒鋼) (φ12~20冷抜)	IV (φ51~100棒鋼) (φ12~30棒鋼) (φ5.5~12線材) (φ5.5~20冷抜)	V (φ5.5~12線材) (φ5.5~20冷抜)	VI (φ5.5~12線材) (φ5.5~20冷抜) (φ0.2~5.0鋼線)	その他	合計
普通炭素鋼	63,000	66,000 (冷抜3,000)	66,000	78,000	78,000	78,000		78,000
低合金鋼	14,000	28,000	25,000	0	0	0		0
構造用炭素鋼	3,000	25,000 (冷抜2,000)	25,000	38,500	38,500	38,500		38,500
構造用合金鋼	0	0	34,000	39,000	60,000	60,000		60,000
ばね鋼	0	0	0	4,500	4,500	4,500		4,500
軸受鋼	0	0	0	0	0	0		0
計	80,000	119,000	150,000	160,000	181,000	200,000		200,000
新増産分	17,000	39,000	31,000	10,000	21,000	19,000		19,000
Scrap press	● 65							
製鋼			● 110			● 80		
合金投入装置								
20t電弧炉×2		● 525				● 525		
25t L F V × 2			● 520			● 500		
蒸気発生装置			● 110					
連続鋳造設備			● 3,126		● (補充) 150			
分析計	● 262							
P i t 炉							● 500	
鋼塊台車							● 340	
他								
WP炉, Roller table			● 680					
他								
φ750圧延機・前後装置			● 570				● 750	
φ550圧延機・前後装置								
その他圧延設備			● 1,218					
加熱炉改造	● 200							
二圧延								
圧延Line改造	● 281							
他								
線材関係				● 2,701				
鋼検査Line	● 393							
片								
自動研削機	● 217			● 650			● 433	
検査								
棟間台車	● 13							
5t hoist crane	● 70							
大型整機設備			● 1,508					
小型整機設備	● 173							
棒鋼熱処理炉 (SIC炉)		● 618						
その他棒鋼引抜設備		● 185	● 185					
線材二次加工 (SIC炉)		● 523						
保護雰囲気変成炉								
その他線材二次加工工場設備								
鋼線工場 (SIC炉)								
保護雰囲気変成炉								
連続伸線機								
その他酸洗設備								
酸素発生装置 (1000㎡ × 2)		● 600					● 600	
Butane gas貯蔵設備								
重油 tank	● 35							
変電所改造								
合計	1,709	2,451	8,067	5,255	750		4,238	

(注) 1. 生産量の () 内は内数。

2. ● - 設備設置時期

表-14 設備投資に伴う必要製造技術

工場名	第一段階		第二段階		第三段階		第四段階		第五段階		第六段階	
	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術
製 鋼	Scrap press	1、操作方法の教育 2、安全教育	20t 電弧炉 (No. 2)	1、作業標準の作成 2、操作方法の教育	25t L F V (No. 1)	1、作業標準の作成 2、操作方法の教育 3、安全教育					20t 電弧炉 (No. 3)	
	分析機器	1、分析標準の作成 2、操作方法の教育			連続铸造	1、作業標準の作成 2、操作方法の教育 3、安全教育			連続铸造 (補間)	1、操作方法の教育 2、作業標準の作成 3、安全教育	L F V (No. 2)	
					Boiler	1、作業標準の作成 2、技能教育の実施 3、安全教育						
第一圧延					W. B 炉 roller table 他	1、操作方法の教育 2、作業標準の作成 3、安全教育					P i t 炉 鋼塊台車 他	1、操作方法の教育 2、作業標準の作成 3、安全教育
					φ550圧延機 前後装置 その他	1、技能教育の実施 2、作業標準の作成 3、操作方法の教育 4、安全教育					φ750 圧延機 その他	1、技能教育の実施 2、作業標準の作成 3、操作方法の教育 4、安全教育
第二圧延	加熱炉・ 既存圧延 Line改造	1、操作方法の教育 2、作業標準の作成 3、安全教育						線材圧延 Line改造	1、技能教育の実施 2、作業標準の作成 3、操作方法の教育 4、安全教育			
鋼片手入	検査line・ Grinder 設備 (1台)	1、技能教育の実施 2、検査・疵取標準 の確立 3、操作方法の教育						Grinder (3台)			Grinder (2台)	
大型製品 検査手入					検査・ 手入設備	1、技能教育の実施 2、検査・疵取標準 の確立 3、操作方法の教育 4、技術の習得						
小型製品 検査手入	2-Roll 矯正機	1、技能教育の実施 2、操作方法の教育	検査・ 手入設備	1、技能教育の実施 2、検査・疵取標準 の確立								

工場名	第一段階		第二段階		第三段階		第四段階		第五段階		第六段階	
	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術	導入設備	製造技術
棒鋼二次加工					加工設備 熱処理設備	1、操作方法の習得 2、製造工程標準化						
線材二次加工							酸洗設備 加工設備 熱処理設備	1、操作方法の習得 2、製造工程標準化				
鋼線											酸洗設備 加工設備	1、操作方法の習得 2、製造工程標準化

VII 章 結論と提言

日本国際協力事業団の調査団一行は、1990年2月から1990年12月にかけて、三回に亘り、南京第二鋼鐵廠を訪問し、製造設備・製造技術・生産管理および補助施設などに対して、全面的な調査を実施するとともに、技術者・管理 member などと幅広く討議を行なった。さらに調査団は、日本国内でも、南京第二鋼鐵廠が普通鋼生産から特殊鋼生産に転換するための必要条件を調査検討したが、同廠は、その可能性を十分もっていると考ええる。

南京市は、中国国内で経済発展している大都市の一つで、電子・化工・自動車・機械および計器など多種類の工業部門を抱え、特殊鋼に対する潜在需要量が多い。更に水陸・交通の便が良く、将来国際 level の品質の製品が製造できるようになれば輸出も期待できる。

南京第二鋼鐵廠は、誕生して以来二十年電弧炉で普通鋼を生産しており、製造技術・生産管理などを含め豊かな経験を持っている。これを基盤として段階的に特殊鋼生産に転換していけば、高級特殊鋼生産会社に転身が計れるであろう。

鉄鋼業は、比較的投下資金を要する装置産業であり、適切な投資が必要欠くべからざるものである。今回の設備投資計画は六段階に分けた。これは、各段階で投資した設備の早期効果を上げ、進んだ製造技術の蓄積を計りながら、次の段階を進めるためである。すべての段階が完了すると、棒鋼・線材など各種の製品を製造できるようになるとともに、先進的な製造技術と近代的管理方法の習得と相俟って製品品質は、ほとんど先進的な国際 level に達することができ、国内外市場での競争力も一層強くなるであろう。

また製品製造のための各項目での経済目標が、一層高められ、原価を低減し、経済利益も多くなるであろうと考えられる。

以下に報告の締めくくりとして、特殊鋼生産工場はいかにあるべきかを述べるが、これを工場近代化計画の一助とされるよう希望する。

1 製造技術

特殊鋼は自動車産業、機械産業、電子産業などには不可欠な材料であり、重要な部品として使用されるため、その品質要求は普通鋼に比べて極めて厳しいものである。

普通鋼生産に於けるの品質管理項目は、特殊鋼生産の場合と比べれば非常に少なく、特殊鋼の厳しい多くの品質管理項目を達成するためには、製品と中間製品の検査とその結果への対処が最も重要な事柄である。

2 設備

南京第二鋼鐵廠には、普通鋼生産用の電弧炉と圧延機しかないといっても過言ではない。また、特殊鋼を製造するための生産技術も不十分である。この現在の生産方式と生産設備のみではこの計画の達成は不可能と考える。原材料管理、電弧炉での迅速溶解、炉外精練、連続鑄造、高熱効率加熱、二次加工設備（皮むき、表面研磨、引抜き、熱処理など）および検査・手入れなどの新しい技術と新設備の導入に加えて、更に品質管理に対する考え方の転換も必要となってくる。これらの計画は一挙に達成出来るものではなく、生産技術の向上に合わせて設備導入を行いつつ、一步一步段階的に推進しなければならないと思われる。

3 環境保全

南京第二鋼鐵廠は旧南京市街の南西に位置し、中華門から 8 km、西へ 4 km で長江に達するため、発展の条件として鋼鐵廠の周辺に対する環境保全への配慮が織り込まれなければならない。特に、水質汚濁、大気汚染対策としての設備への配慮が必要。

4 計画の遂行

製造技術計画の遂行にあたっては、思考のみが先行することのないよう日常発生する現象に深く目を通し、実際に物に触れながら迅速かつ正確な判断に基づいて進めるよう心掛ける必要がある。すなはち、“計画の立案”－“計画の実行”－“結果の確認”－“方針の確立”の Cycle の輪を転すことによって、その輪が目的に到達するよう努めなければならない。

JICA