

12.3 財務分析

以上の財務予測の結果をもとに、次のような分析が行われた。

(1) 品種別損益

新会社が販売する製品の品種別の損益を、ケースA、ケースBごとにTable 12.3.1とTable 12.3.2に表示した。

これは、通常年における平均的な損益を求めたものである。販売に対する事業税（Business tax for Sales）は操業後5年間90%減税となるが、それ以後の課税される年度を通常年と考え費用に加算した。資本費用（償却費+金利）については年金償還法によった。

(2) 損益分岐点分析

損益分岐点については、第11章で説明したが、Fig. 12.3.1にはケースごとの損益分岐点が示されている。

これによるとケースAでは966,000トンの操業水準が必要であるが、ケースBでは販売価格が上昇するため、操業度は749,000トンで、固定費の回収が可能である。

それぞれの損益分岐点における操業度は、ケースAが87.6%、ケースBでは67.9%である。

(3) 投資利益率

i DCF法による投資利益率の計算

投資の収益性評価に当たっては、Discounted Cash Flow（DCF法）によった。

本計算に当たっては、プロジェクト年数を建設期5年、操業後15年、合計20年とし、前述の資金運用表に基づいてROI（Return on Investment）、ROE（Return on Equity）を計算した。

ii 計算結果

計算結果は下表の通りである。これによるとケースAでは、ROIが6.25%、ROEが5.59%となり、ケースBでは、ROIを10%に設定した結果、ROEは14.08%となっている。

	Case A	Case B
ROI	6.25	10.00
ROE	5.59	14.08

Table 12.3.3.1 販売損益(ケースA)

(Unit: dollars/t)

	Production (1,000 t)	Sales price	Cost				Profit	Profit amount (mill. dollars)	Remarks
			Production cost	Business tax for sales	General administra- tion cost	Interest				Total
HR coil	425	*1 351	286.3	*2 5.3	1.8	*3 42.8	336.2	14.8	6.3
HR sheet	199	376	295.1	5.6	1.9	45.9	348.5	27.5	5.4
CR coil	54	416	338.4	6.2	2.2	52.6	399.4	16.6	0.9
CR sheet	121	441	370.0	6.6	2.2	53.8	452.6	8.4	1.0
CRC for tin plate	80	476	397.9	7.1	2.4	58.1	465.5	10.5	0.8
CRC for GI sheet	224	489	371.9	7.3	2.5	59.6	441.3	47.7	10.7
Total	1,103	406	325.1	6.0	2.1	49.6	382.8	23.2	25.1

Note: 1. Sales price level is set to substitute import of flat products including CIF price, normal custom tariff and other charges.

2. Business tax for sales is charged by assuming normal taxation year.

3. Annuity method is applied to calculate interest.

Table 12.3.2 販売損益（ケースB）

(Unit: dollars/t)

	Production (1,000 t)	Sales price	Cost				Profit	Profit amount mill. (dollars)	Remarks	
			Production cost	Business tax for sales	General administra- tion cost	Interest				Total
HR coil	425	^{#1} 406	286.3	5.3	1.8	42.8	336.2	69.8	29.7	
HR sheet	199	431	295.1	5.6	1.9	45.9	348.5	82.5	16.4	
CR coil	54	471	338.4	6.2	2.2	52.6	399.4	71.6	3.9	
CR sheet	121	496	370.0	6.6	2.2	53.8	432.6	63.4	7.7	
CRC for tin plate	80	531	397.9	7.1	2.4	58.1	465.5	65.5	5.2	
CRC for GI sheet	224	544	371.9	7.3	2.5	59.6	441.3	102.7	23.0	
Total	1,103	461	325.1	6.9	2.1	49.6	383.7	77.3	85.9	

Note: 1. Sales price is revised by assuming protective custom tariff.

2. Other assumptions are same as Table 12.3.1.

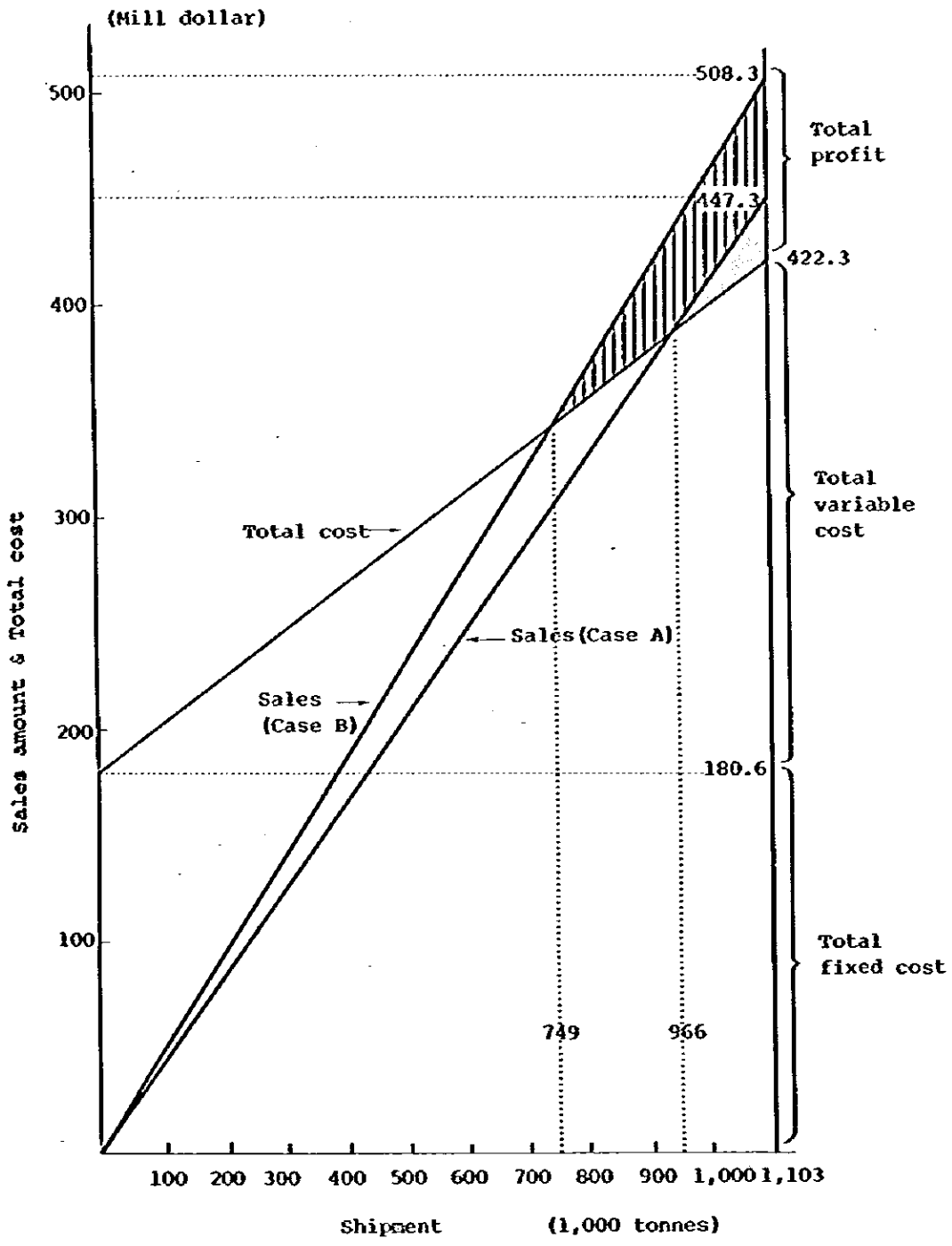
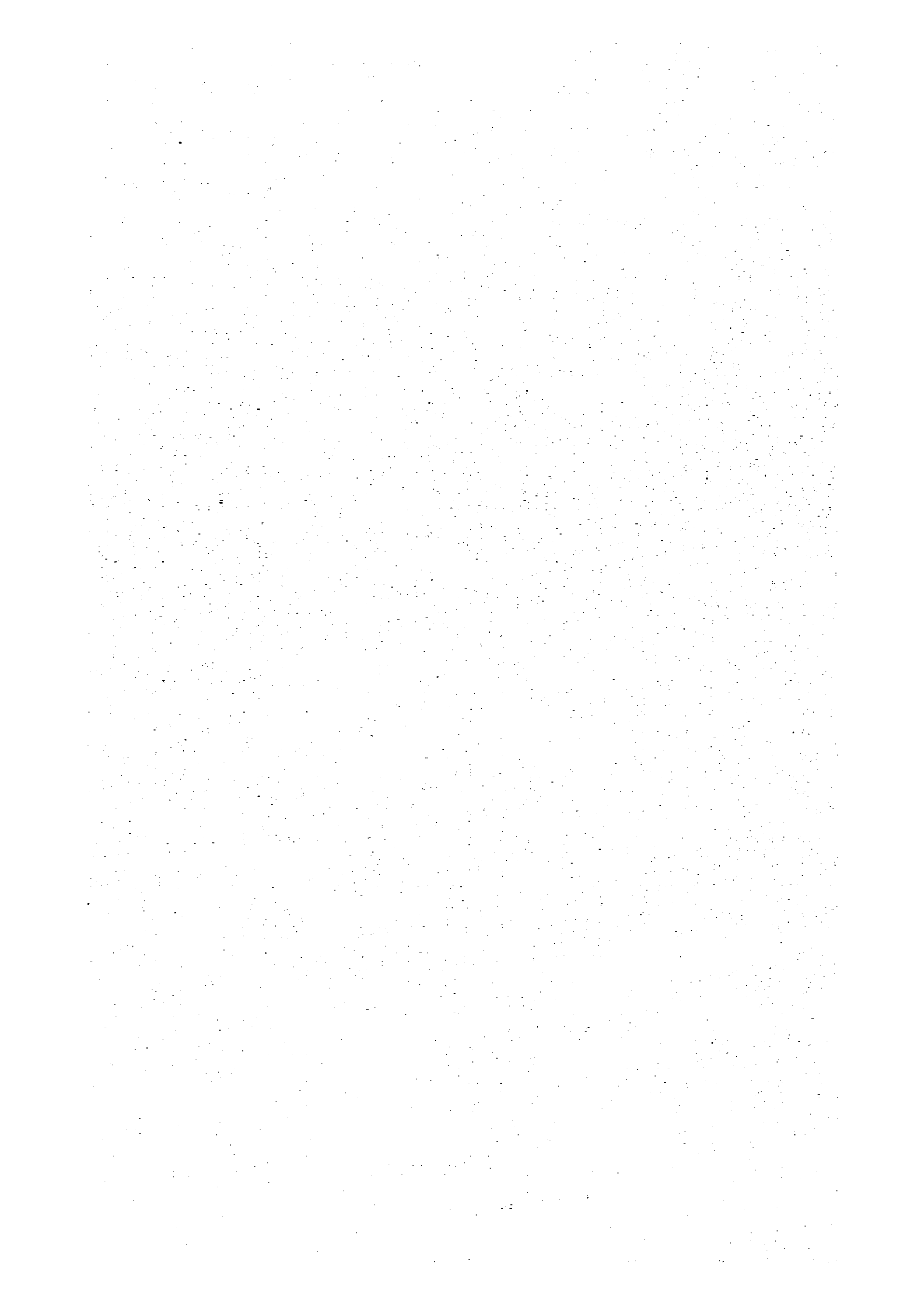


Fig. 12.3.1 損益分岐点分析

第 13 章

經濟社会的影響



第13章 経済社会的影響

13.1 概 要	343 頁
13.2 外貨の節約	345
13.3 雇用創出効果	347
13.4 技術移転効果	347
13.5 環境への影響	348
(1) 大気環境	348
(2) 排 水	350
(3) 熱 の 排 出	351
(4) 森 林 植 生	352
(5) 汚染防止のための費用	352

第13章 経済社会的影響

13.1 概要

アジア諸国のほとんどの国において5カ年を一期間とする経済開発計画を有しているが、その主要目標とするところは伝統的経済の部分の改革と近代化、工業化の推進である。

一般的に開発途上国の国民所得の大きな増加のためには国民生産における工業生産のウェイト増加が必要であり、経済・社会開発のためには伝統的な経済と社会の変革が必要で、その遂行には工業化が大きい役割をもっている。急速な工業化は一般的に加速度的経済発展のプロセスで明らかに大きい原動力を有しており、工業それ自体、農業を含む経済の他の部門に強い影響を与え生活の一般様式や消費パターンの変化を通じて社会制度全体にダイナミックな影響を与える傾向をもっている。開発途上国が一般的に工業化をもって経済的進歩と考え、工業化に優先的便宜づけをおこない、経済発展に努力するのはまさにこのような背景的理由による。

工業化を開発途上国がはかると、鉄鋼業が近代的産業複合体としての基礎をなすものとして工業化計画のなかに重要な位置づけがなされるが、それは鉄鋼業が全ゆる産業のなかで国民経済部門への波及効果が一番大きいことにもよっている。(Table 13.1.1参照)。その効果は雇用機会の創出と他産業創出の累積的効果に特色的にみられるが、一方その技術的発展の波及と定着は鉄鋼業の場合多方面にわたり総合的工業発展の技術面よりの基礎を提供しやすいことが示唆されよう。

現在想定されているタイ国の一貫製鉄所は、自国資源である天然ガスの有効利用とその高付加価値化を軸に、現在多くの外貨を支払って輸入されている鉄鋼製品の輸入代替に途をひろくものであり、予定立地点がタイ国の新興工業地域開発の拠点として、タイ国の調和のとれた経済発展と人口地域分散に好ましい効果をもたらすことになることとみることができる。同時に基幹産業としての典型的な性格をもつ鉄鋼業の成功裡の開発拡充は、今後の工業開発に多くの自信と確固たる将来への展望を与えることになり、そのもつ若き新興の意気に燃える世代に対し自信をうえることになる。そのことが教育態度の改善と併せ考える時、鉄鋼業の個別産業の問題を越えて総合的インパクトを社会・教育的に

Table 13.1.1 各種産業の産業間相互依存度前方後方連関度

(イタリア、日本、米国の例)

Sectors	Forward linkage	Backward linkage
Intermediate manufacture (backward and forward linkage both high)		
Iron and steel	66	78
Non-ferrous metal	61	81
Paper and products	57	78
Petroleum products	65	68
Coal products	63	67
Chemicals	60	69
Textiles	67	57
Rubber products	51	48
Printing & publishing	49	46
Final manufacture (backward linkage high, forward linkage low)		
Grain mill products	89	42
Leather and products	66	37
Lumber and wood products	61	38
Apparel	69	12
Transport equipment	60	20
Machinery	51	28
Non-metallic mineral products	47	30
Processed foods	61	15
Shipbuilding	58	14
Miscellaneous industries	43	20
Intermediate primary production (forward linkage high, backward linkage low)		
Metal mining	21	93
Petroleum and natural gas	15	97
Coal mining	23	87
Agriculture and forestry	31	72
Electric power	27	59
Non-metallic minerals	17	52
Final primary production (backward and forward linkage both low)		
Transport	31	26
Trade	16	17
Fishing	24	36
Services	19	34

Note: (a) Ratio of interindustry purchases to total production (%)

(b) Ratio of interindustry sales to total demand (%)

Source: A.O.Hirschman "Strategy of Economic Development",
P. 106-107

Original source: Chenery and Watanabe "International Comparisons" PN

与えることになろう。

このような性格を考える時、その開発に当って留意すべき事も多々存在している。鉄鋼業は典型的資本集約産業であり多量の資金を開発に当り必要とする。技術面においても巾広い体系化された技術が要請され、生産規模についてはいわゆる量産効果が顕著に働き、ある一定水準迄の生産拡大は単位当りコストの低下に結びつく。このことは生産規模が大きい程、好ましい事を意味するものではなくタイ国の経済・産業の発展段階に対応する、いくつかのパターンの鉄鋼業よりの最適なものの選択の必要を意味している。

この意味で、自国に産出する天然ガスを利用すると想定された一貫製鉄所は、他の面でのタイ国政府の鉄鋼業にける戦略目標と共に大きい意義を有するといえることができる。

以下において、外貨節約と雇用に関する効果につきやや詳しく考察する。

13.2 外貨の節約

外貨節約の計算は、輸入代替効果を考慮して行なわれた。すなわち、その計算は一貫製鉄所が建設されない場合の外貨の量とそれが建設された場合の外貨流出量とを比較して行なったものである。

(Table 13.2.1 参照)。

それによると年間425,832,000 ドルの外貨節約となる。他方、主要設備(場合によりインフラストラクチャーのある部門)については外貨によってそれを支払わなければならない。年間で節約した外貨を投資に振り向けることによって第1期の外貨節約額による投資回収期間は8.09年となる。この試算は第Table 13.2.1の①に示されている。1,063,225,000 ドルの外国資金借入れによる投資額は10年で返済されると仮定して年平均106,323,000 ドルづつが年に返済されてゆくものとしている。この間、操業準備費、委員の訓練費、操業技術指導料、コンサルティング料の外貨による支払いが考慮されることになる。このため、投資回収期間8.09年というのは外貨節約の重要性を説く単なる指標にすぎないといえる。しかし、建設期間中悪化すると思われる貿易収支バランスも、その数年後には回復していくとみる。

タイ国の鉄鋼市場で、需要がタイトでない場合、Table 13.2.1では、輸出の可能性は考慮されていないが製品の近隣諸国への輸出が考えられる。もし、こうした状態が起これば、それは貿易収支バランスに多大の効果をもたらす結果となろう。また、タイ国の重化学工業が発展していく中で、耐火レンガ、鉄錠、ロール、鋳型等が国産化できるようになるであろうし、さらにそのことが貿易収支バラン

Table 13.2.1 外貨節約効果

	Item	First stage			Remarks
		Volume (t/y)	Price (\$/t)	Amount (1,000 \$)	
Saving of foreign currency	(A)	1,103,000	386	425,832	
	(E) Note 1	Import of ore 365,000 Import of pellet 1,400,000 Import of scrap 132,000 Sub-materials Variable supplies Return of foreign currency		8,204 51,364 19,765 6,446 41,812 106,323	
Outflow of foreign currency	material interest			24,566	For maintenance Note 2
	(B)			35,933	
Foreign currency saving effect	(C) = A - B			131,419	
In investment for foreign currency	Main production facilities			1,063,225	
	(D)			1,063,225	
Payout period	D/C		8.09 yrs		() Excluding infrastructure

Note 1: Engineering and consulting cost and overseas training cost may be paid in foreign currency, though not included in this Table.

Note 2: It is assumed that all construction capital and running capital are borrowed foreign currency.

スの改善に大きな役割を果たすことになろう。もし、需要とは供給の母であるということわざが真実とすれば、一貫製鉄所の存在は、その操業を支える産業を創造するための景気循環を心理的に助長することになろう。一貫性というものは何も製鉄所内に限ったことではなく、それを囲む産業分野にも当てはまるものといえることができる。

13.3 雇用創出効果

鉄鋼業のような基礎産業は、大きな産出物利用効果ないし市場で供給された加工製品によって誘発された活動を意味するいわゆる前方連関効果をもつ。しかし一方で他産業およびサービス部門の製品に対する当該産業の需要を示す後方連関効果をもっている。この点からみて、鉄鋼業はTable 13.1.1 に示した産業およびサービス部門の中でも最上位に位する産業なのである。すなわち、鉄鋼業は、新規産業および雇用を創造するという点で最も優れた産業の一つなわけである。雇用については、正確なデータ不足と最近時点でのタイ国の産業連関表の不存在により前方ないし後方連関効果によって創出される雇用数をつかむことができなかった。

以上のことから、一貫製鉄所によって創出される雇用量を計算することができなかった。しかし、鉄鋼業の雇用がそれ以外で同じ雇用量を創出するという経験としての見通しが正しければ、製鉄所建設第二段階においては製鉄所内で4,500名、外で2,500名の雇用を創出することになろう。また、製鉄所の建設関係およびインフラストラクチャー部門にたずさわる従業員も除外してある。結局この製鉄所計画により概算10万人もの雇用が創出されることになり、製鉄所立地場所を中心にタイ国において新しく繁栄し工業化された地域となると思われる。

13.4 技術移転効果

鉄鋼業は産業複合体として広範囲な発展に必要な支援産業を必要とし、また自らの発展により他産業創出効果の高い産業である。

鉄鋼業自体、冶金、機械、電気、化学、資源、また必要な場合、土木建築の各分野の技術を必要とし、近年は電子工学分野の技術の導入も顕著である。このことは一貫製鉄所の建設と操業について特にいえることであり、その技術的定義と波及効果は大きいといえることができる。

この場合、技術を受入れるタイ国でその技術がタイ国国民により理解納得され長期にわたり利用される必要があり、先進工業国よりの技術移転は、タイ国の鉄鋼技術者の新しい一貫製鉄所の建設、操業を通じてなされてゆくことになる。この技術移転の定着プロセスでは一般的にタイ国国内にどんな種類の鉄鋼技術がどの程度存在しているかが重要なポイントとなる。しかしタイ国の場合、アジア地域を代表するような電炉製鋼圧延技術が存在し、タイ国の技術者により操業されている。この事はそれ等技術または技術者層と新しい一貫製鉄所に要請される広範囲な技術の接合が技術移転の戦略決定の重要な要因となることを意味し、受皿としての技術はすでに存在しているとタイ国の場合みることができる。

その意味で近代的総合化された一貫製鉄所の建設操業技術の導入は製鉄技術の急速なボトムアップに大きく寄与することになり、その波及は技術が多岐にわたるだけに他産業の技術レベル向上に大きい効果をあらわすことになるとみることができる。

このためにタイ国においても技術移転のためのインフラストラクチャー部門の整備に対する実効ある行動が必要であり、教育・訓練機関の整備・産業標準化、商品規格制の充実支援等があげられよう。

13.5 環境への影響

(1) 大気環境

製鉄所は大量の天然ガスを使用し、この天然ガスには若干の硫黄分が含まれている。しかし製鉄所のうちで最大のガス消費者である還元鉄工場では、ガス改質炉の炉壁の寿命低下を防ぐために、天然ガスに対する脱硫設備を備えており、その結果、ガス中の H_2S 分は生ガス中の想定含有量 $1.5 g/Nm^3$ から $0.001 g/Nm^3$ に低下する。還元鉄工場が製鉄所のガス使用量の77%を占めているので、この脱硫によって、製鉄所使用のガス中の H_2S のうちほぼ77%が除去されることになる。

熱延工場の加熱炉は還元鉄工場に次いで約12%のガスを消費する。排ガス拡散のためにこの加熱炉の煙突は地上高さ60mに計画した。排ガス拡散の計算式として一般に用いられるBosanquet-Suttonの式を用いて、熱延加熱炉の排ガス中の硫黄酸化物(SO_x)の拡散の計算を行えば、Table 13.5.1のような結果が得られる。この計算結果は3分間値で計算されているが、これを1日値で表せば約 $0.0015 ppm$ (風速 $6 m/sec$ の時)となる。 SO_x について各国の環境基準値の例をTable 13.5.2に示す。熱延加熱炉の排ガスによる SO_x の計算値は、もっとも厳しい値に比べ

Table 13.5.1 SO_xの拡散計算(熱延加熱炉)

Waste gas volume	10 ³ Nm ³ /h · stack	67 (wet base)
No. of stack		3
Height of stack	m	60
Top dia. of stack	m	2.5
Waste gas temp.	°C	480
SO _x concentration in waste gas	ppm vol.	63
Wind velocity	m/sec	3.1, 6.0
Results of calculation:		
Maximum SO _x concentration on ground (C _{max})	ppm	0.004, 0.012
Distance of C _{max} point	m	13,000, 4,500
Effective height of stack	m	280, 109

Table 13.5.2 各国のSO_xに対する環境基準値

(Unit: ppm, mean value in a day)

Brazil		0.02
Canada	desirable	0.06
	max. permissive	0.11
Japan		0.04
New Zealand		0.15
United States		0.14

でも10%にも満たない値であり、極めて小さい値であり、製鉄所は周辺環境のSO_x値に極く小さな影響を及ぼすに過ぎないので、問題はないと思われる。

電気炉は溶解期また精錬期において、鋸谷面から酸化鉄のダストを発生する。このダストはダクトを過じて集塵機へ導かれ、バッグ・フィルターによって集塵された後に大気中へ排出される。と

のバッグ・フィルターでは粉塵濃度は入口ガスの5 g/Nm³から出口ガスの0.03 g/Nm³へ除去されるので、約99.5%の除去率である。このようなフード集塵装置は今日の電気炉設備では一般的なものであるが、その運転取扱い上には注意が必要である。すなわち集塵機ダクトへの外気吸込を出来る限り小さく保つよう注意せねばならない。

電気炉の操業において、出鋼時およびスクラップ装入時の発塵はフード集塵機には吸引されないで、電気炉建屋の頂部から屋外に排出されていることになる。この発塵は装入時と出鋼時のみであるから、その発生が間欠的であり、含じん濃度も薄い。が製鋼建屋の頂部から屋外へ出るために外観上、目立ち易い。今回の製鉄所計画では、これが対策として建屋集塵装置を設けるものとした。この装置は電気炉建屋の頂部に設けた静電集塵機を経て、建屋内雰囲気を外へ排気するもので、この装置により建屋から外部への発塵はほぼ完全に防止される。これらの設備は設備費としては製鋼設備費の約5%を、また運転費としてその電力消費の0.5%を消費するであろう。

(2) 排 水

製鉄所の排水については、一般の冷却水は全て循環して使用される。冷延工場からの酸性排水は薬品により中和した後、沈降池にて凝集沈降の処理後に排出される。この排水は無色透明であるが溶解塩類を含んでいるので循環冷却水への再利用は好ましくないが、海域への排出には何らの支障はない。溶解塩類の濃度はほぼTable 13.5.3の如くであり、特別な有害成分は含まない。

Table 13.5.3 中和・凝集沈降後の排水
水質(冷延工場)

pH	6.5 ~ 9.0
S.S.	0 ~ 3 ppm
T.Fe	< 1 ppm
Ce ⁻	100 ~ 150 ppm
Ca	200 ppm

排水量は第2期で約6,000 m³/d である。

冷延工場からの排水は圧延油を含んでいるので、油分除去の処理後に排出する。この処理はコロイダル・エア・セパレーション(Colloidal Air Separation, CAS)と呼ばれるプロセスで、油分は凝集剤の添加によって凝集され、その後加圧下での空気溶解と減圧による微細気泡の発生に

より、油分は気泡とともに表面へ浮上し、排水から分離される。CASプロセスによる冷延ミル排水の処理後の成分の例をTable 13.5.4に示す。CAS処理前の油分濃度は3,000～5,000ppmであるから、このプロセスによる油分の除去率は99.8%である。

Table 13.5.4 CAS処理後の排水水質(冷延工場)

pH	8～9	
Oil	4～8	ppm
S.S.	5～20	ppm
T.Fe	0～6	ppm
Cℓ ⁻	300	ppm
Ca	400	ppm

(3) 熱の排出

製鉄所は以上のような排ガス・排水の他に熱を排出する。排出熱の大部分は各煙突からの排ガスの顕熱として排出され、また他の一部分は循環冷却水の冷却塔からの水分の蒸発潜熱として、また一部は排水の顕熱として排出される。Table 13.5.5にはこれらの排出熱量の概算を第2期に

Table 13.5.5 製鉄所からの排出熱

(Unit: mill kcal/h)

Exhaust fume from stacks	220	} To atmosphere
Radiation from furnaces	110	
Evaporation in water cooling tower	160	
Radiation from intermediate products	80	
Waste water from cold rolling shop	10	To ocean
Total	580	

ついて示す。いま仮に比較のためにこの熱量を出力1,300,000kW(South Bangkok 発電所に相当)の火力発電所のそれと比較すると、製鉄所の排出熱は発電所の約4%に相当するであろう。

(4) 森林植生

新製鉄所は海岸地域の既存平地に立地するので、土地造成のために山林を掘削することはない。若干の海岸埋立ては水路浚渫によって行なわれる。従って製鉄所は既存の森林植生には全く影響を与えることなく、治山・治水にも影響を与えることはない。

製鉄所が海岸地域に立地するので、製鉄所の排水は河川へ排出されることはなく、直接に海へ排出される。従って製鉄所は河川の生態系にも全く影響を与えない。

(5) 汚染防止のための費用

以上のように製鉄所は大気中および海中へ若干の排出物を排出するが、その影響は各種の防止対策の結果、非常に軽微である。これら防除設備は第1期で総設備費として約13,000,000ドル、また運転費用として年間約1,600,000ドルを必要とし、製品トン当りの負担コストは約3ドルと推定される。これらの防除設備は現在の製鉄所としては極く一般的なものであるほか、電炉建屋集塵機など未だ一般的でないものも含んでいる。

なお製鉄プロジェクトの実施に際しては、製鉄所の建設と操業が周囲環境へおよぼす影響について環境影響評価書(Environmental Impact Statement, EIS)を事業者側が作成して、国家環境委員会(National Environment Board)へ提出することが必要である。

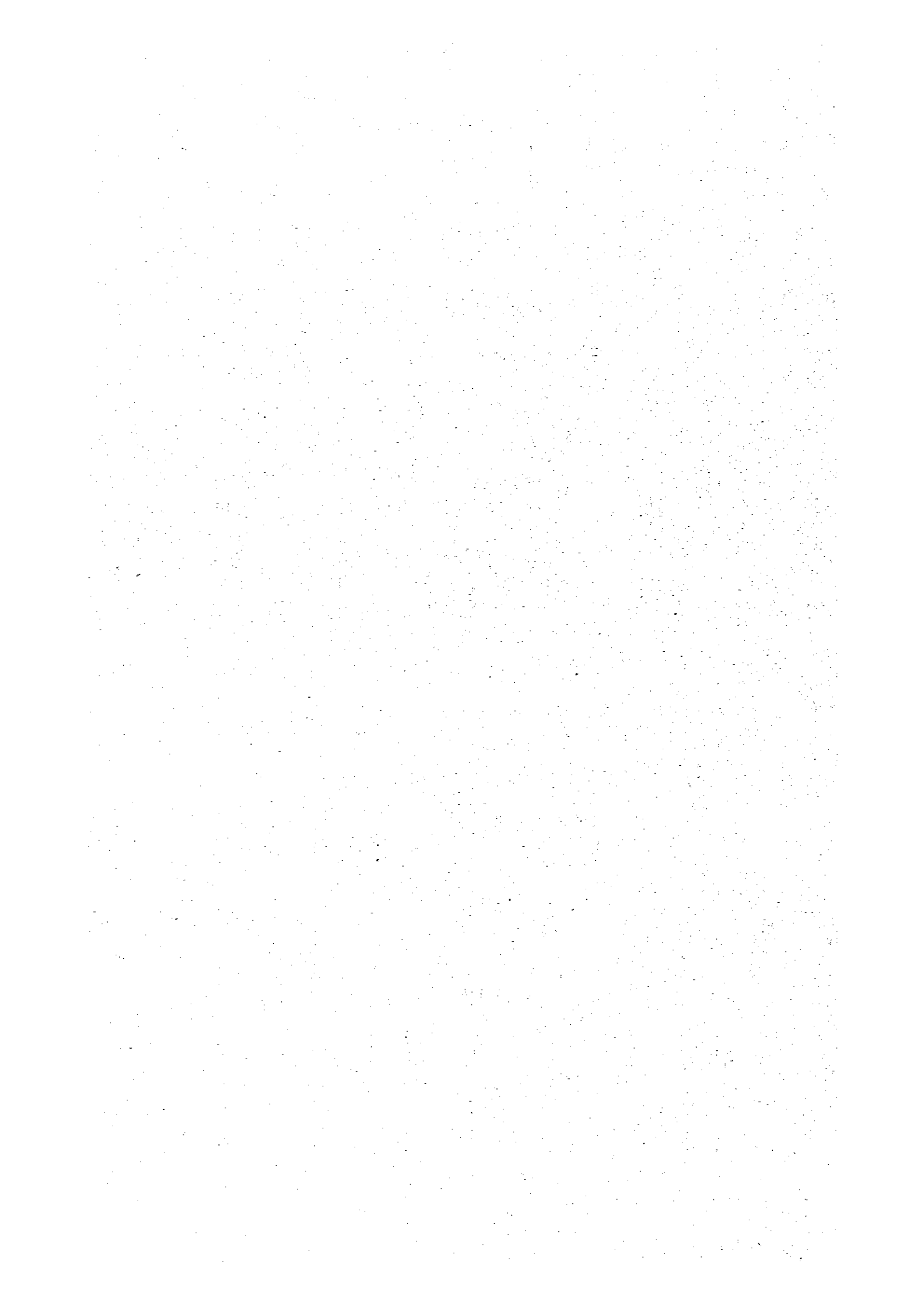
第 14 章

勸 告

第 14 章

第 15 章

第 15 章-1



第14章 勸 告

14.1 各種インセンティブの付与	353	頁
(1) 税制面でのインセンティブ	353	
(2) ユーティリティの価格	353	
(3) タリフ	354	
(4) 資金調達と金融面での助成	354	
(5) 関連産業の育成と国産化の奨励	354	
14.2 インフラストラクチャーの整備	354	
(1) 用 地	354	
(2) 港 湾	354	
(3) 鉄 道	355	
(4) 移 市 づ くり	355	
14.3 ユーティリティの供給保証	355	
(1) 電 力	355	
(2) ガ ス	357	
(3) 用 水	357	
14.4 新製鉄所に必要な関連調査の実施	357	
(1) 地形測量と深淺測量	357	
(2) 土 質 調 査	357	
(3) 水 質 分 析	357	
(4) 資 源 調 査	358	
(5) 天然ガスの成分調査	358	
14.5 優秀な労働力の確保	358	
14.6 プロジェクト推進機関の設立	359	
14.7 統計資料の拡充と整備	359	

第14章 勸 告

14.1 各種インセンティブの付与

本スタディにおいては、1979年4月現在の価格を基準として、プロジェクトの収益性評価のため各種の検討を行った。

建設の実施に当っては、これらの内容を十分吟味し、活用されたい。

また下記の諸項目については、政府が積極的にインセンティブ(優遇措置)を与えたりすることにより、経営をバック・アップする事が必要である。

(1) 税制面でのインセンティブ

a. 関税及び事業税

建設用機器、資材、サービス等

原料及び操業用諸資材

新製鉄所の製品の販売に対するもの

上記について通常の投資奨励法(Investment Promotion Act)以上のインセンティブを与えること。

b. 法人所得税

免税期間の設定

指定地域の設定

についてインセンティブを与える

c. 新製鉄所の製品について、競合輸入品からの保護(輸入許可制、保護関税等)を与える。

(2) ユーティリティの価格

a. 電力料金

- b. 天然ガス料金
- c. 用水料金その他

これらについてインセンティブを与えること。

(3) タ リ フ

- a. 港務については、輸入する原料、資機材、搬入する製品について

輸 入 税： ゼロ

ポート・チャージ： 通常の50%以下とする。但し使用料は無料^(注)

- b. 道路については、搬入する製品、搬入する資機材について、一切のタリフをゼロとする。
- c. 鉄道については、搬入される原料、資機材、搬出する製品について、一切のタリフを50%以下とする。
- d. Sattahip港についてもa.項と同じとする。

(注) シー・バース、製品岸壁とも製鉄所側で建設、償却する。

よってポート・チャージの対象は、タグボート、パイロットなどのみとなる。

(4) 資金調達と金融面での助成

(5) 関連産業の育成と国産化の奨励

14.2 インフラストラクチャーの整備

(1) 用 地

用地の収用、買収及び住民・地主に対する補償。

さらに製鉄所に必要な用地の面積417.5 haの確保が必要である。

(2) 港 湾

原料受入れバース、製品出荷岸壁とも製鉄所側で建設・維持管理・償却される。しかし港務にはパイロッタージ、タグボート、通関、検疫などのいわゆる港務管理業務が発生するし、また航路・泊地の維持、防波堤や航路標識などの設置といった国としての港務行政業務が発生する。これら国

の港湾として機能整備が必要である。

(3) 鉄 道

鉄道の引込み。SRT が計画している幹線との連結及び製鉄所内への鉄道引込みが必要である。SRTによって製鉄所内軌道及び信号施設の建設、さらにそれらの維持管理が行われること。

(4) 都 市 づ くり

製鉄所として従業員用住宅を1,500戸までは用意する。

本スタディにおいては、従業員のモラルの向上、定着性の確保等をめざし、従業員住宅・診療所・食堂・売店等の厚生施設を設置することになっている。

しかし、製鉄所周辺には100,000 人に近い人々が生活することになる。彼等への住宅、各種学校、病院、マーケット、寺院、公園、レクリエーション施設などを整備する必要がある。上下水道、送配電、都市ガスの供給、交通機関、通信施設、防災・防犯体制の整備も必要。官公庁、銀行などの公共機関の進出も必要。つまり100,000 人の人口をよする都市づくり、生活環境の整備が政府の音頭で実施されなければならない。

14.3 ユーティリティの供給保証

ユーティリティー即ち、天然ガス、電力および水等の供給は、製鉄所の操業に不可欠である。これらは製鉄所の試運転段階から将来にわたって、安定・確実に供給されなければならない。供給の条件としては、何れも製鉄所の敷地まで、Table 14.3.1の条件に従って公共事業によって供給されることが必要である。

(1) 電 力

特に電力の供給については、電源の短絡容量がEGATによって、製鉄所の設備計画時に明確にされなければならない。なんとすれば、短絡容量の大きさによって、製鉄所の構内に設置されるべきフッカー防止設備の内容が異なるためである。

Table 14.3.1 ガス、電力、用水の所要量

	1st stage		2nd stage	
	Annual consumption	Peak demand	Annual consumption	Peak demand
Natural gas	527,400 × 10 ³ Nm ³ or 17.2 × 10 ¹² BTU	80,000 Nm ³ /h 70 × 10 ⁶ SCFD	841,600 × 10 ³ Nm ³ or 27.5 × 10 ¹² BTU	120,000 Nm ³ /h 110 × 10 ⁶ SCFD
Electric power	1,577 × 10 ⁶ kWh	240 MW (In 230 kv, 450 MVA × Double Circuits)	2,480 × 10 ⁶ kWh	360 MW
Industrial water	14.2 × 10 ⁶ m ³	50,000 m ³ /day	21.7 × 10 ⁶ m ³	70,000 m ³ /day
Potable water	720 × 10 ³ m ³	2,200 m ³ /day	530 × 10 ³ m ³	3,200 m ³ /day

(2) ガ ス

天然ガスについては最も重要なことは、この製鉄所がガスを還元剤として使用しているので製鉄所が存続する限りガスが常に不足なく供給されることである。将来におけるガスの発電への使用増、他工業の燃料転換の進展、民生への使用増、タイ国南部へのガス供給などによるガスの需要増を考えると、NGOTはタイ湾で更に多くの天然ガスを開発することが必要となるであろう。

(3) 用 水

用水については、水文資料上の10年間第2位程度の少雨時にも、安定な水量が確保されるよう貯水池の建設及び利用計画が策定されねばならない。特に灌漑用水との間の水利関係の権利が明確にされ、かつ円滑に運用されることが必要である。また製鉄所への送水設備には、停電時の非常電源としてディーゼル発電機を設けることが必要である。

14.4 新製鉄所に必要な関連調査の実施

つぎの基本調査が必要である。

(1) 地形測量と深淺測量

400ha × 2~3 = 800~1200 ha の範囲についての地形測量図が必要で、縮尺は1/1,000 (又は1/2,000)である。

また既設物の調査、航空写真測量も必要で、調査対象は海岸線より沖合いまでを含み、深淺測量をも実施することが必要である。

(2) 土 質 調 査

最少陸上部10ヶ所、海上部10ヶ所の合計20ヶ所についてボーリングを実施すべきである。深度は硬い地層が存在すると思われるL.W.L - 30m付近までで地層とその土質及びその強度特性を調査することが必要である。

(3) 水 質 分 析

Bang Phra 貯水湖の水質を分析する必要がある。pH、硬度、金属成分、濁度などの調査である。

(4) 資源調査

タイ国産の原料を使用するという事は、国産からも当然のことと思われるが、資源の調査、開発の現状からは、多くの原料を輸入に頼らざるを得ない。

主原料である鉄鉱石、フェロアロイの原料となるマンガン鉱石等については賦存が確認されているので、詳細な調査が行われ、開発されることを期待したい。石灰、螢石等は国内で調達できるとしたが、これらについても製鉄所が稼動するまでに、具体的な開発計画、あるいは調達計画がたてられなければならない。

(5) 天然ガスの成分調査

硫黄分（硫化水素、二硫化炭素、メルカプタン、等）は、還元鉄工場の改質炉工場のチューブ内の充填物である触媒に悪影響を及ぼし、生産性を阻害するので、除去されなければならない。

硫黄化合物のうち、硫化水素は比較的容易に除去できるが、その他の化合物を除去するには、特殊な装置が必要であり、またその建設コストも高価なものである。

重質炭化水素は、通常の改質炉では改質しにくく、また、脱硫設備でも悪影響を及ぼすので、これらが多く含まれる場合には、除去する必要がある。

従って、天然ガス中の不純成分の調査を早急に実施することが望まれる。

14.5 優秀な労働力の確保

新製鉄所の操業に要する要員は、第1期で約3,700名に達する。

- a. タイ国の失業率は5～6%と推計されること
- b. 干ばつ等により農業生産の不振時には、失業が急激に増大すること
- c. 就業者の約80%が農林漁業に従事していること
- d. 人口増加率は年約3%と高水準であること

等を考慮した場合、労働力の供給余力は大きいと言える。

しかし、問題は、優秀な管理者、技術者、熟練労働者をいかにして確保するかということである。製鉄所には、炉やミルのオペレーター、クレーン運転者等、他産業と比較して高度の熟練を要する職種が多い。

優秀な労働力の確保のためには、主に下記のようなことが、政府により事前に考慮されなければな

らない。

- a. 大学及び専門学校における専門教育の充実
- b. 各種職業訓練学校、トレーニングセンターの充実

14.6 プロジェクト推進機関の設立

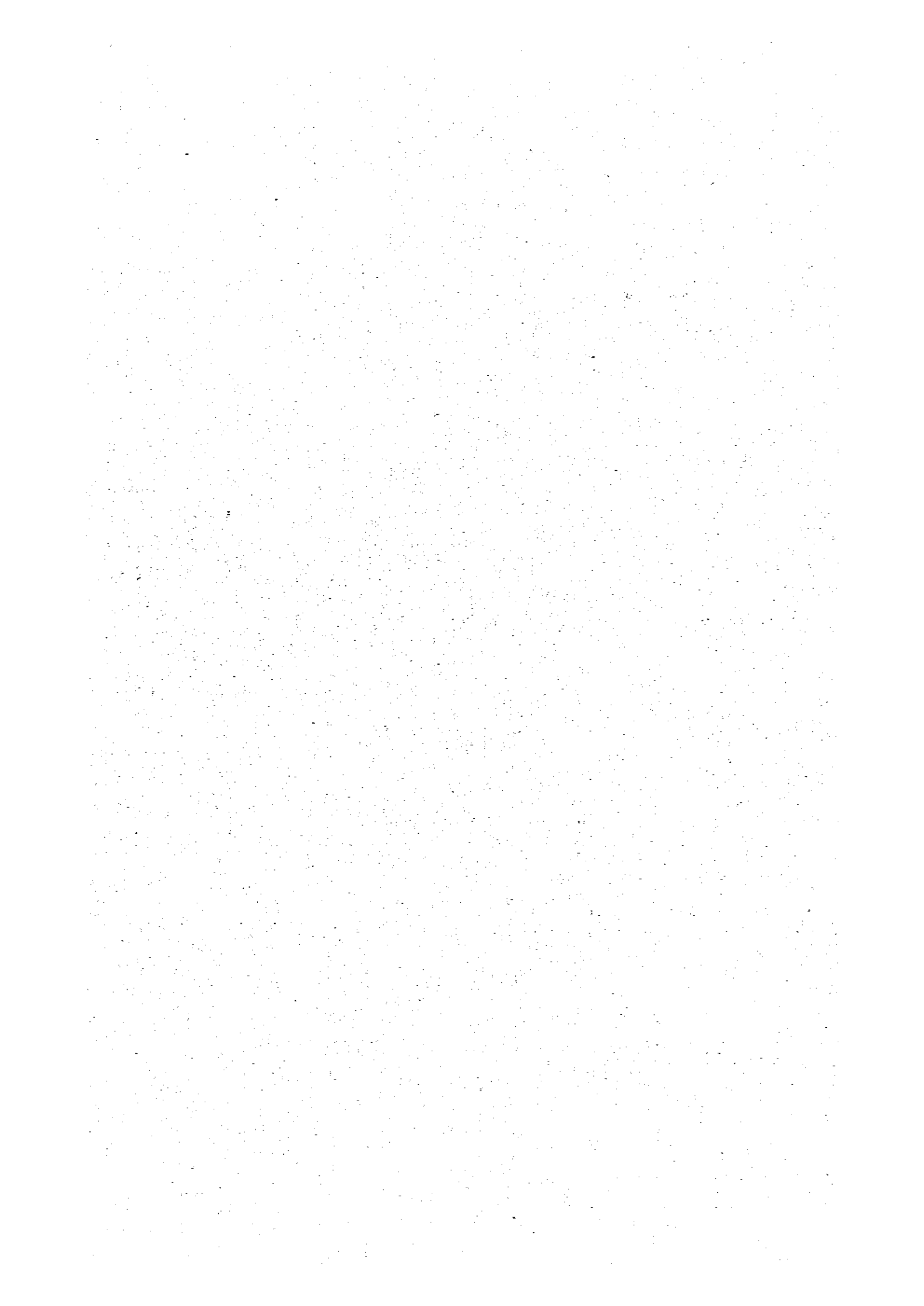
このプロジェクトを早期に実現するため、本プロジェクトを実行するために必要な権限を与えられた推進機関を出来るだけ早く設立することが必要である。

14.7 統計資料の拡充と整備

現状では統計資料は必ずしも充分整備された状態ではない。この種のプロジェクトを推進するにあたっては統計資料の範囲の一層の拡大と、信頼性の向上がのぞまれる。

第15章

設備詳細



第15章 設 備 詳 細

15.1	原 料 設 備	361	頁
(1)	主原料の荷役設備	361	
(2)	副原料の荷役設備	365	
(3)	ストックヤードおよび倉庫	365	
(4)	組織と要員	365	
15.2	直接還元工場	373	
(1)	プロセスの選定	373	
(2)	設備計画の条件	381	
(3)	プロセス及び機器の概要	387	
(4)	天然ガス脱硫設備の概要	391	
(5)	操業原単位	393	
(6)	機器リスト	393	
(7)	要員と組織	393	
15.3	製 鋼 工 場	397	
(1)	概 要	397	
(2)	製鋼工場のマテリアル・フロー	399	
(3)	製鋼工場の組織および要員	399	
(4)	製鋼工場の配置図	400	
(5)	電気炉設備の概要	400	
(6)	電気炉設備の設計条件	407	
(7)	電気炉の設備仕様	410	
(8)	電気炉機器リスト	420	
(9)	電 気 炉 作 業	420	
(10)	電気炉作業における操業諸元	420	
(11)	連続鑄造設備の概要	425	
(12)	連続鑄造設備の設計条件	426	

03	連続鋳造の生産能力	431	頁
04	連続鋳造設備仕様の説明	431	
09	連続鋳造機器リスト	441	
00	連続鋳造作業	441	
07	連続鋳造作業における操業諸元	441	
15.4	68' 熱間圧延工場	447	
(1)	概 要	447	
(2)	製造工程の概要	448	
(3)	設備計画の条件	451	
(4)	設 備 概 要	454	
(5)	マテリアル・フロー	456	
(6)	工場レイアウト	456	
(7)	操 業 諸 元	469	
(8)	組 織 と 要 員	470	
15.5	56' 冷間圧延工場	473	
(1)	概 要	473	
(2)	製造工程の概要	474	
(3)	設備計画の条件	477	
(4)	設 備 概 要	481	
(5)	マテリアル・フロー	489	
(6)	工場レイアウト	489	
(7)	操 業 諸 元	489	
(8)	組 織 と 要 員	494	
15.6	ユーティリティ	497	
(1)	概 要	497	
(2)	天然ガス設備	503	
(3)	電 力 設 備	505	
(4)	蒸 気 設 備	515	
(5)	圧縮空気設備	516	
(6)	酸素、窒素、アルゴン設備	519	

(7) 用水設備	.....	526	頁
(8) 組織と要員	.....	533	
15.7 分析設備	.....	535	
(1) 概 要	.....	535	
(2) 設備計画の条件	.....	535	
(3) 機器リスト	.....	540	
(4) 組織と要員	.....	540	
15.8 材料試験設備	.....	541	
(1) 概 要	.....	541	
(2) 設備計画の条件	.....	541	
(3) 機器リスト	.....	542	
(4) 組織と要員	.....	545	
15.9 保全設備	.....	547	
(1) 概 要	.....	547	
(2) 設備計画の条件	.....	547	
(3) 保全体制	.....	547	
(4) 設備計画	.....	548	
(5) 組織と要員	.....	549	
15.10 構内輸送設備	.....	559	
(1) 概 要	.....	559	
(2) 設備計画の条件	.....	559	
(3) 機器リスト	.....	559	
(4) 組織と要員	.....	559	
15.11 製品荷役設備	.....	563	
(1) 概 要	.....	563	
(2) 設備計画の条件	.....	563	
(3) 設備計画	.....	564	
(4) 組織と要員	.....	570	
15.12 生産・工程管理システム	.....	573	
(1) 概 要	.....	573	

(2) 各サブシステムの処理概要	.....573	頁
(3) ゼネラル・システム・フローチャート	.....574	
(4) 機器リスト	.....574	

第15章-1

原料設備

15.1 原料設備

原料受入のフローは大きく2つに分けられる。

- a. 船で搬入され、岸壁で荷揚げされるもの
- b. 鉄道貨車で運びこまれるもの

前者には鉄鉱石類、スクラップ、合金鉄、アルミニウム、加炭剤、後者には石灰、螢石などがある。

(1) 主原料の荷役設備

鉄鉱石類、スクラップ、合金鉄の一部は5.6(1)でのべられているように主原料岸壁で荷揚げされる。鉄鉱石類は移動式アンローダーで船倉より荷揚げされ、ベルトコンベアーをへて原料ヤードにつみつけられる。そしてDRプラントの要求にしたがってリクレーマーで払い出される(Fig. 15.1.1および15.1.2参照)。

スクラップはスクラップ専用船の場合は専用船側のマグネットつきデリックで、一般船の場合はポリップバケット(polyp bucket)またはリフティングマグネットで荷揚げされ、岸壁に一たん仮おきし、更に小型トラックにつみこまれ、スクラップヤードに運ばれる。第1期では岸壁の利用率(Table 15.1.1参照)を考え、この主原料岸壁を鉄鉱石類の荷役と共用することとし、第2期においてスクラップ専用岸壁を考慮することとした。

合金鉄の一部でバラ積で来るもの(例: Fe-Mn)もこの岸壁で揚げる事ができる。

その他船で運ばれる小さいコンサインメント(Fe-Si、アルミニウム、加炭剤など1回の取引きが数百トンのもの)は一般商業港で荷揚げされ、バージュで主原料岸壁または製品岸壁まで運ばれ、岸壁クレーンで荷揚げされ、トラックで副原料倉庫へ運ばれる。そして必要に応じてトラックで製鋼工場へ輸送される。

Table 15.1.2は主要な原料設備を示す。Fig. 15.1.3はアンローダーのスケッチ、Fig. 15.1.4は主原料の荷役設備のレイアウトを示している。

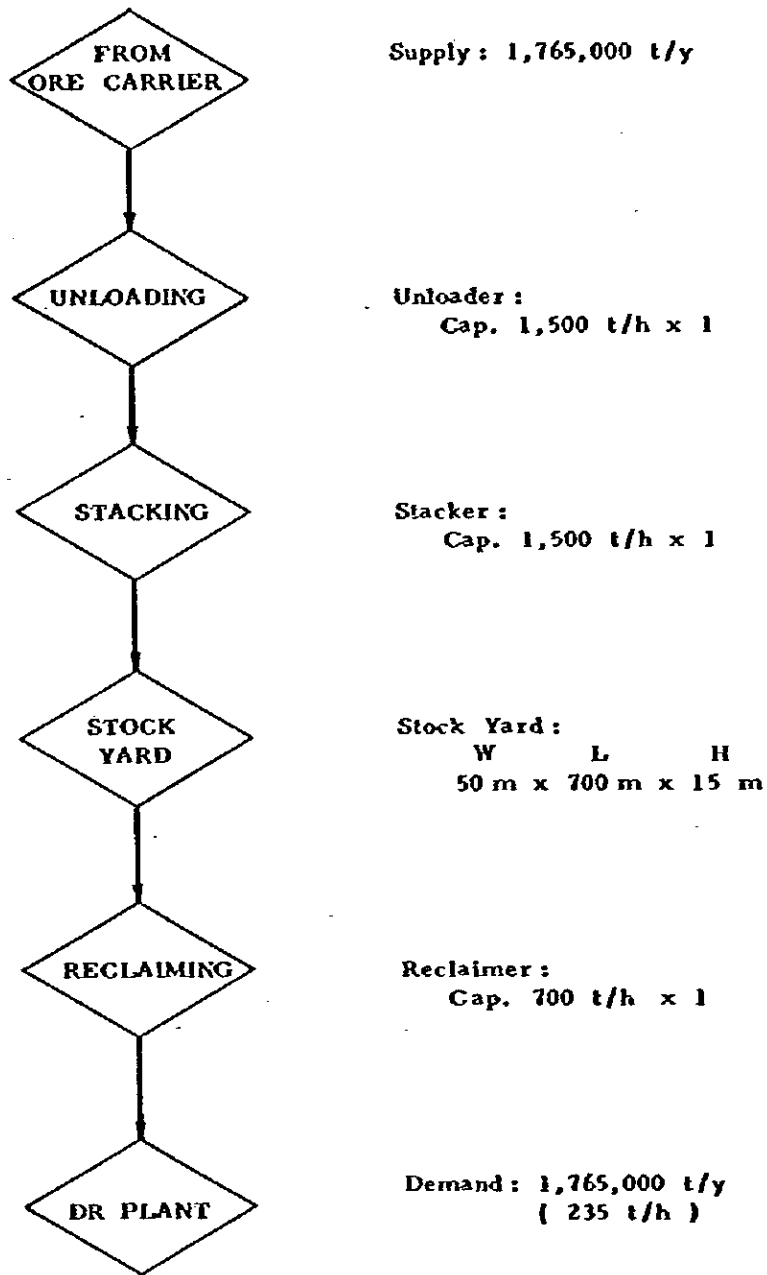


Fig. 15.1.1 原料のハンドリング・フロー (第1期)

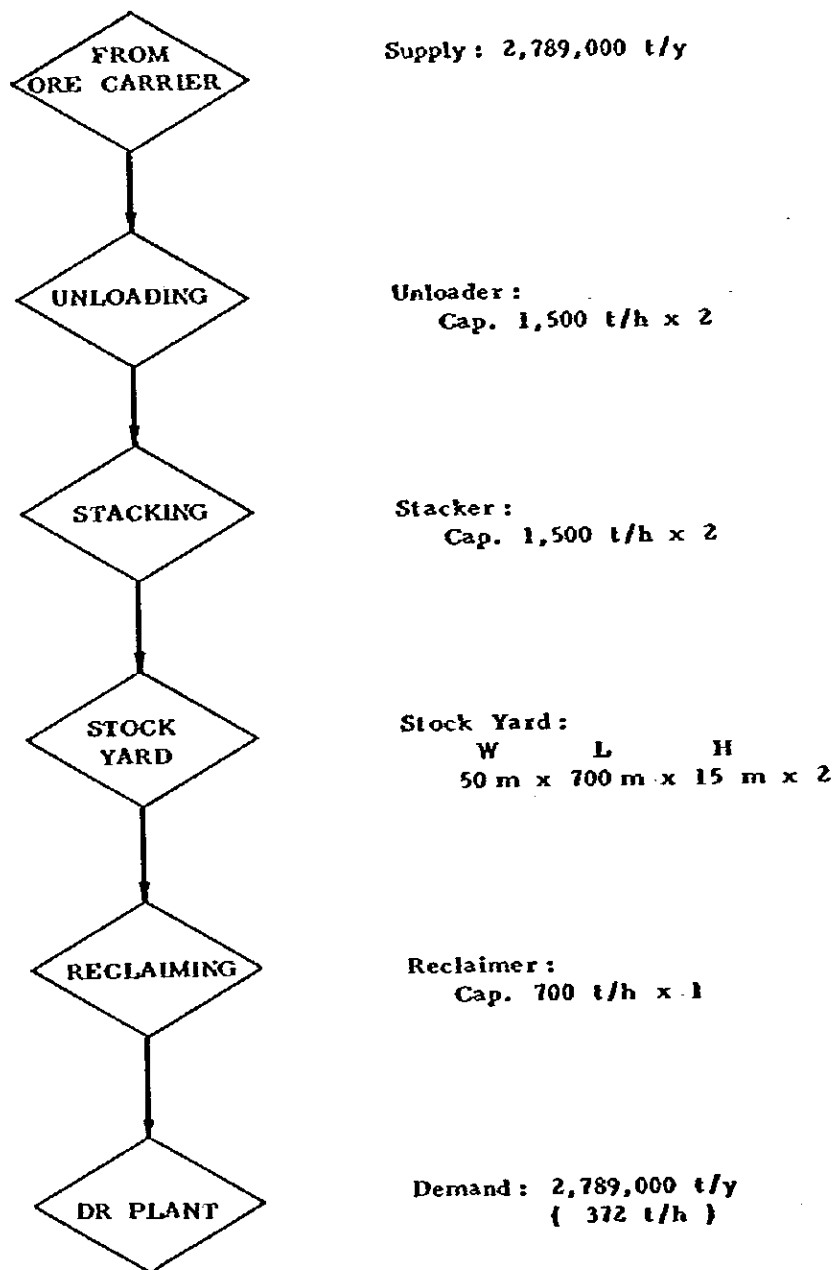


Fig. 15.1.2 原料のハンドリング・フロー（第2期）

Table 15.1.1 パーソンの利用率

Items	1st Stage			2nd Stage		
	Iron Ores		Scrap	Iron Ores		Scrap
	From Austr. and India	From Brazil and Sweden		From Austr. and India	From Brazil and Sweden	
Applicable Vessels (DWT)	50,000 ~ 100,000 (80,000)	150,000	25,000	50,000 ~ 100,000 (80,000)	150,000	25,000
Quantity to Be Unloaded (t/y)	765,000 (11 vessels/y)	1,000,000 (7 vessels/y)	139,000 (7 vessels/y)	989,000 (13 vessels/y)	1,800,000 (13 vessels/y)	208,000 (10 vessels/y)
Rate of Unloading (t/d)	25,000	25,000	2,500	50,000	50,000	2,500
Days Required per Vessel* (d/y)	3.5	6.3	8.7	2.0	3.4	8.7
Yearly (Monthly Max.) Rate of Operation (%)	10.5 (11.7)	12.1 (21.0)	16.7 (29.0)	7.1 (13.3)	12.1 (22.7)	23.8 (33.3)
	22.6 (32.7)	39.3 (61.7)		19.2 (36.0)	43.0 (69.3)**	

Notes: * Including 0.5 day for other miscellaneous working than days actually required for unloading.

** If rate of operation exceeds 70%, congestion will occur.

Table 15.1.2 原料ハンドリング設備一覧

Item	1st stage	2nd stage	Total
1,500 t/h Unloader	1 Unit	1 Unit	2 Units
1,500 t/h Stacker	1 Unit	1 Unit	2 Units
700 t/h Reclaimer	1 Unit	—	1 Unit
35 t Crane	2 Units	—	2 Units
Ore stockyard 150 m x 700 m	1 Unit	1 Unit	2 Units
Scrap yard and slag disposal area	1 Unit	—	1 Unit
Sub-materials receiving and handling facilities	1 Set	—	1 Set
Warehouse for sub-materials	1 Bldg.	—	1 Bldg.

(2) 副原料の荷役設備

石灰および螢石は山元で貨車（積載能力20トン）に積みこまれタイ国鉄汽関車によってこの製鉄所内所定の副原料受入設備まで輸送される（1日1列車300トン基準）。貨車は下開き型貨車を用い、1回に3輛同時排出できる。排出された副原料は地下に作られたピンに受入れ（能力30トン/ピン×6）、必要に応じてピンの下にとりつけられたシュートを開け、コンベアで次工程へ送られる（Fig. 15.1.5 参照）。石灰はベルトでそのまま製鋼工場へ送られるが、螢石は中間ピンに貯められ、必要に応じて小型トラックで製鋼工場へ送られる。

(3) ストックヤードおよび倉庫

輸入鉄鉱石類、スクラップ、フェロマンガンを約3ヶ月分置けるストックヤード、およびフェロシリコン、アルミニウム、加炭剤などを同様に約3ヶ月分を貯蔵できる原料倉庫を設けている。

(4) 組織と要員

原料の荷役に関連する組織と要員をTable 15.1.3に示す。

Table 15.1.3 原料荷役の組織と要員

Manager	Group	Asst. manager	Engineer	Clerk	Foreman	Skilled worker	Semi-skilled worker	Unskilled worker
	Unloader					6 (12)	-	3 (6)
	Stacker					6 (12)	-	3 (6)
	Reclaimer and crane	1 (1)	2 (2)	1 (1)	3 (3)	4 (4)	-	4 (4)
1 (1)	Panel Control					6 (6)	-	6 (6)
	Sub-material handling					3 (3)	3 (3)	-
	Scrap trimming	1 (1)	1 (2)		2 (2)	2 (2)	6 (6)	6 (6)
	Warehouse			1 (2)		-	4 (6)	4 (6)
1 (1)		2 (2)	3 (4)	2 (3)	5 (5)	29 (41)	13 (15)	26 (34)
Total								
81 (105)								

Note: Figures in () show the number of personnel at the 2nd stage.

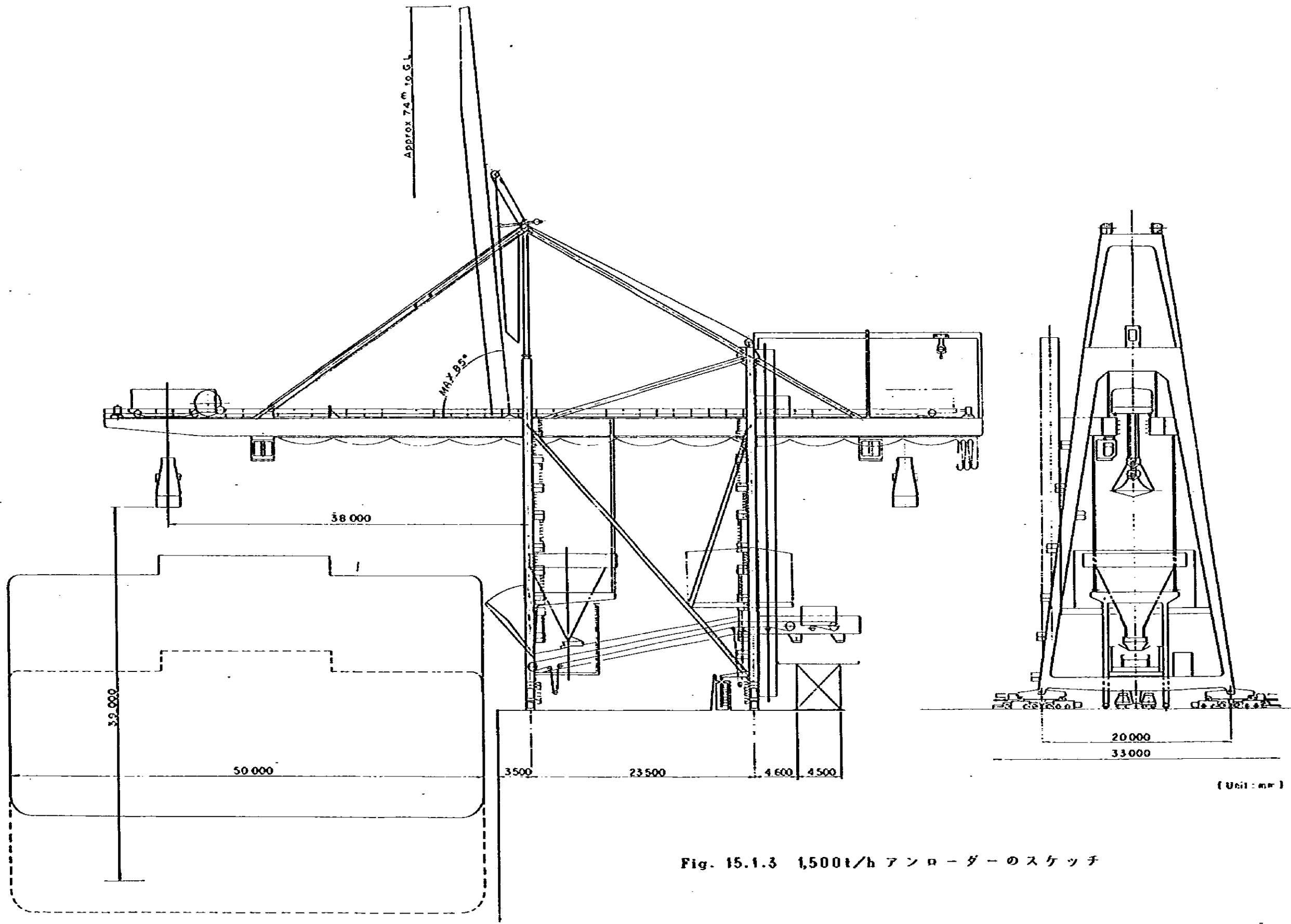


Fig. 15.1.3 1,500t/h アンローダーのスケッチ

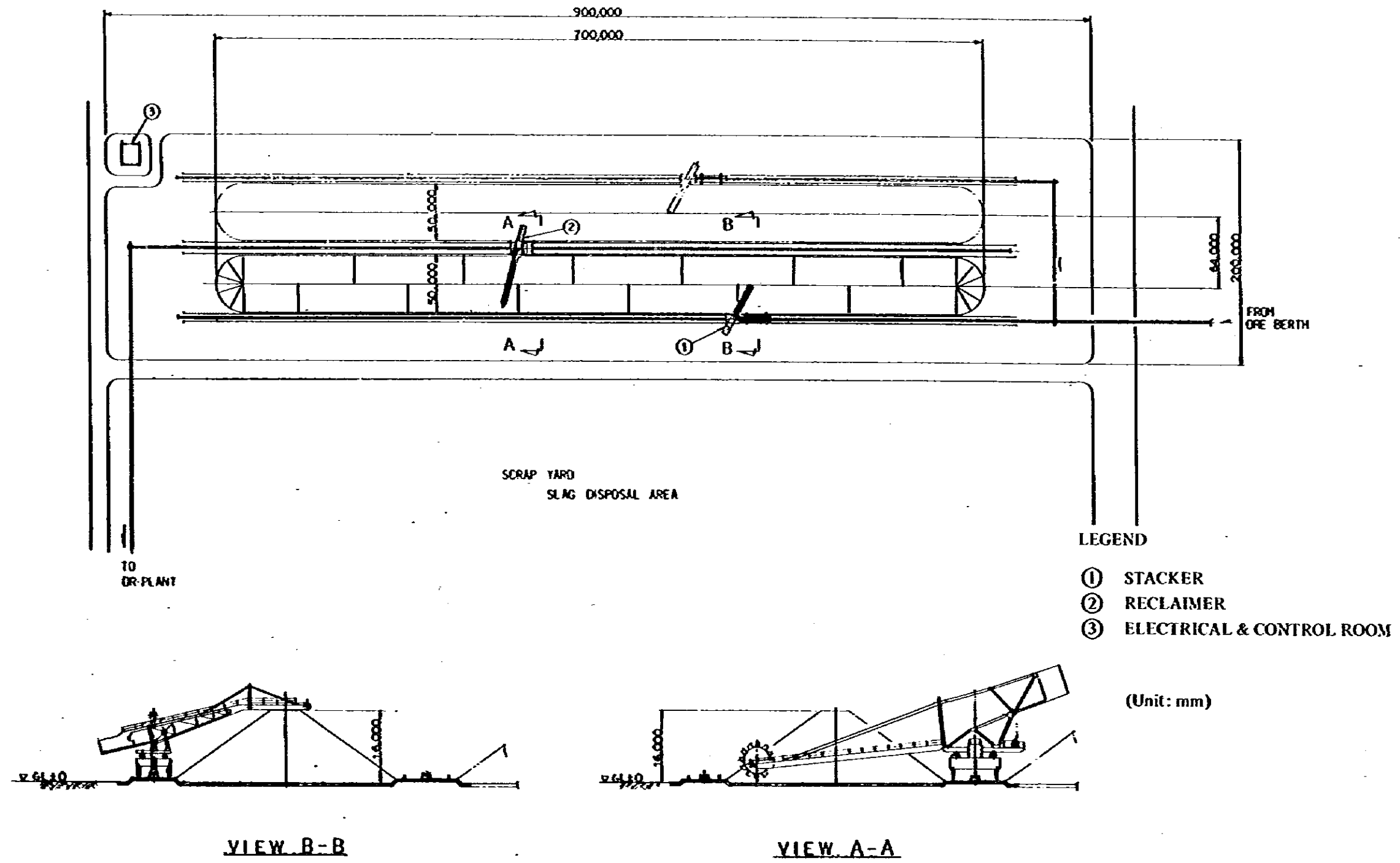
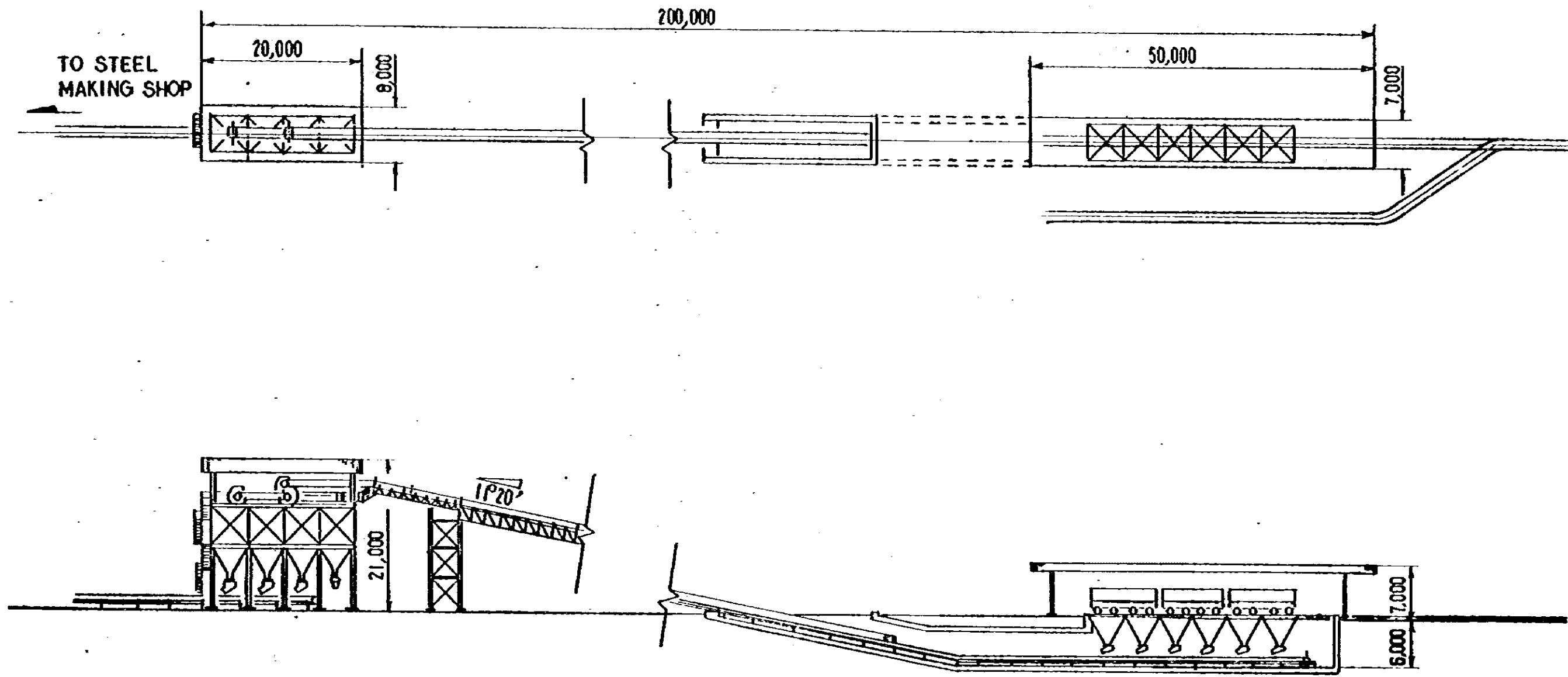


Fig. 15.1.4 原料ハンドリング設備のレイアウト



(Unit: mm)

Fig. 15.1.5 副原料受入設備のレイアウト

第15章-2

直接還元工場



15.2 直接還元工場

(1) プロセスの選定

現在、工業的に使用されている還元炉は、ロータリーキルン、シャフト炉、流動層炉、固定層炉の4種類である。これらに使われる還元剤としては、固体とガスの2種類がある。ロータリーキルンでは、通常固体還元剤が使用されるが、その他の還元炉ではガス還元剤が使われる。固体還元剤としては石炭、コークスが使用され、ガス還元剤は H_2 、COガスで、大部分のものは天然ガスの水蒸気改質または CO_2 改質によって製造されている。

本節で検討する直接還元プロセスは、タイ湾海底ガス田から産出する天然ガスを還元剤として利用するガス還元プロセスに限定し、更にガス還元プロセスの中でも、シャフト炉法および固定層炉法に限って検討を加える。流動層炉法については、工業化の実績が少なく、また今後も技術的發展もあまり期待できないため検討の対象から除外した。

1 シャフト炉法

シャフト炉法では、装入物は炉頂から装入され時間の経過とともに下方に移動する。高温の還元ガスは還元帯の下部に吹込まれ装入物層を上昇しながら、装入物の予熱と還元反応に必要な熱を供給するとともに還元反応を行なう。

シャフト炉法には多くのプロセスがあるが、ここではミドレックス法、アームコ法、ピュロファ法および新日鉄法の4法について記述する。

a. ミドレックス法

この方法は、Midland Ross Corporation社の一事業部が1965年に開発したもので、種々の工業化試験を行なった後、1969年に米国オレゴン州ポートランドに年産200,000トンのプラントが2基建設された。本プロセスは現在米国ミドレックス社の所有となっている。1978年末までに稼働開始したプラントの、稼働開始年、および生産能力は次の通りである。

U.S.A.	Gilmore	1969	2 × 200,000 t/y
U.S.A.	Georgetown	1971	400,000
W. Germany	Hamburg	1972	400,000
Canada	Sidbec I	1973	400,000
Argentina	Dalmine	1976	330,000
Venezuela	Sidor	1977	360,000

Canada	Sidbec II	1977	600,000t/y
Qatar	QASCO	1978	400,000
Argentina	Acindar	1978	400,000

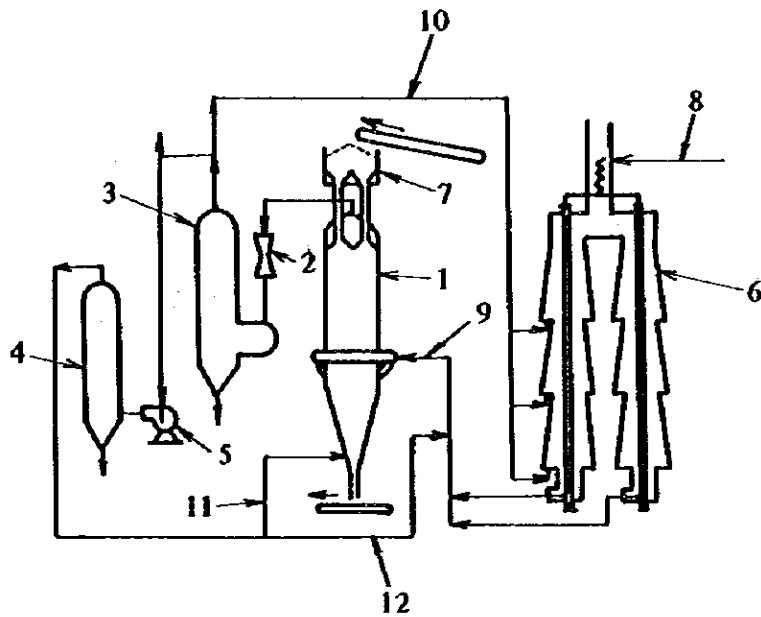
本プロセスの特色は、天然ガスの改質剤として還元炉排ガスを利用すること、還元と冷却を一体のシャフト炉で行なうこと、および冷却に還元排ガスを利用することである。Fig. 15. 2.7に本プロセスの簡単なフローシートを示す。

シャフト炉から排出された炉頂ガスはベンチュリー・スクラパーで冷却除塵されたのち昇圧され新鮮な天然ガスと混合される。この混合物は改質炉排熱で予熱されてから改質炉に送られ接触反応を起し、還元ガスが得られる。この時の還元ガスの温度は950~1,000℃である。このガスの一部はクーラーを通り羽口での吹込温度を調節している。羽口から吹込まれた還元ガスはシャフト炉内を上昇し装入物を還元して炉頂より排出される。シャフト炉は円筒状で、下部が絞られている。装入物はオクトパスと呼ばれる装入装置を通して装入され、炉内を降下する。還元帯を通過した装入物は炉の下部にある冷却帯で冷却される。ここでは冷却用ガスが分配器で炉内に送り込まれ、捕集ダクトを通過して炉外に排出される。このガスは冷却除塵された後循環再使用される。冷却帯には、バードン・フィーダーがついており、還元鉄の排出速度はワイパーと呼ばれる排出装置によって調整される。装入・排出装置にはシールガスが送り込まれ、還元ガスが洩れるのを防止している。

b. アームコ法

この方法は、Armco Steel 社が1962年から開発に着手し、米国テキサス州ヒューストンに年産330,000トンのプラントが1972年に完成した。しかし、その後新しいプラントは建設されていない。

本プロセスの特徴は、排ガスの利用法にあり、還元炉を出た排ガスの60%は改質炉の加熱用に使用され、残りは還元鉄の冷却および羽口吹込還元ガスの温度調整に使用される。Fig. 15.2.1に本プロセスの簡単なフローシートを示す。改質炉では、発生した還元ガスの水蒸気量を低くして直接シャフト炉に吹き込めるようにするため特殊な触媒が使用されている。装入物はシャフト炉頂部から装入管を通り炉内に装入される。この装入管にまぎれ込む炉頂ガスはスチームエジェクターで引抜かれ、炉頂ガスの下降管に送り込まれる。羽口部の下には円錐型の冷却部があり、その先端は排出管につながっている。この排出管にも装入管と同様にスチームエジェクターがついている。還元鉄の排出速度は、排出コンベアで調整される。



- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1) Shaft furnace | 8) Steam + Natural gas |
| 2) Venturi scrubber | 9) Reforming gas |
| 3) Top gas cooler | 10) Top gas |
| 4) Compressed gas cooler | 11) Cooling gas |
| 5) Top gas compressor | 12) Temp. control gas |
| 6) Reformer | |
| 7) Hopper | |

Fig. 15.2.1 Armcoプロセスのフローシート

c. ビュロファー法

この方法は、Hüttenwerk Oberhausen AGが1961年から開発に着手し、1970年に年産150,000トンのプラントが完成し試験が執行されるとともにブラジルのCosiguaに年産350,000トン(重油使用)、イランのNISICに年産330,000トン(天然ガス使用)が建設された。

本法(天然ガス使用)の特徴は装入物の還元と冷却を全く別系統で行ない、還元鉄を熱間で排出すること、改質炉を2基有し、高温還元ガスを交互に製造することである。Fig.15.2.2に本プロセスの簡単なフローシートを示す。シャフト炉からの炉頂ガスは、ベンチュリー・スク

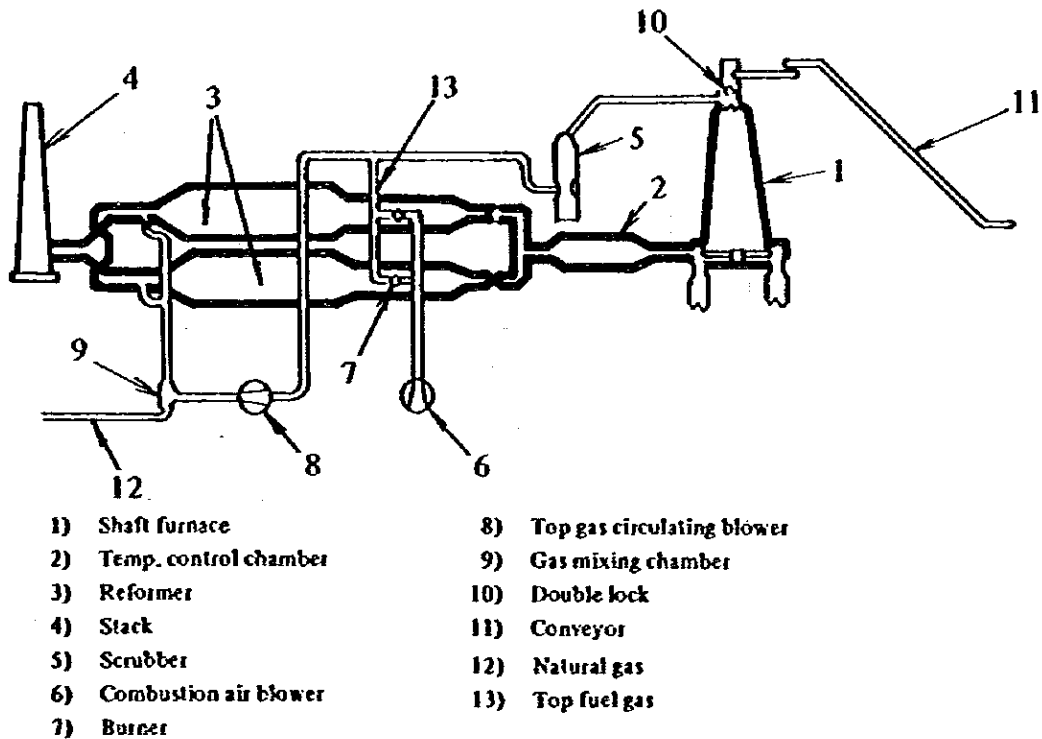


Fig. 15.2.2 Purofer プロセスのフローシート

ラバーで冷却除塵され第1の改質炉に送られ、空気で燃焼され、この改質炉を加熱する。この燃焼排ガスは煙突から排出される。十分に加熱した後、このガスの流れは第2の改質炉に切換えられ、第1の改質炉には天然ガスと空気または炉頂ガスが送り込まれ、部分酸化または接触反応により還元ガスが作られる。

装入物はベル式装入装置により装入される。シャフト炉の底板上には2個の排出ブラフがあり、油圧で交互に左右に移動し還元鉄を約800℃で排出し、そのまま製鋼工場へ送られるか、もしくはホット・ブリケット後冷却して外販される。

d. 新日鉄 (NSC) 法

この方法は、新日本製鉄が1969年から開発を始め種々の試験を行なった後、1976年に広島製鉄所に年産約150,000トンのモデルプラントを完成した。

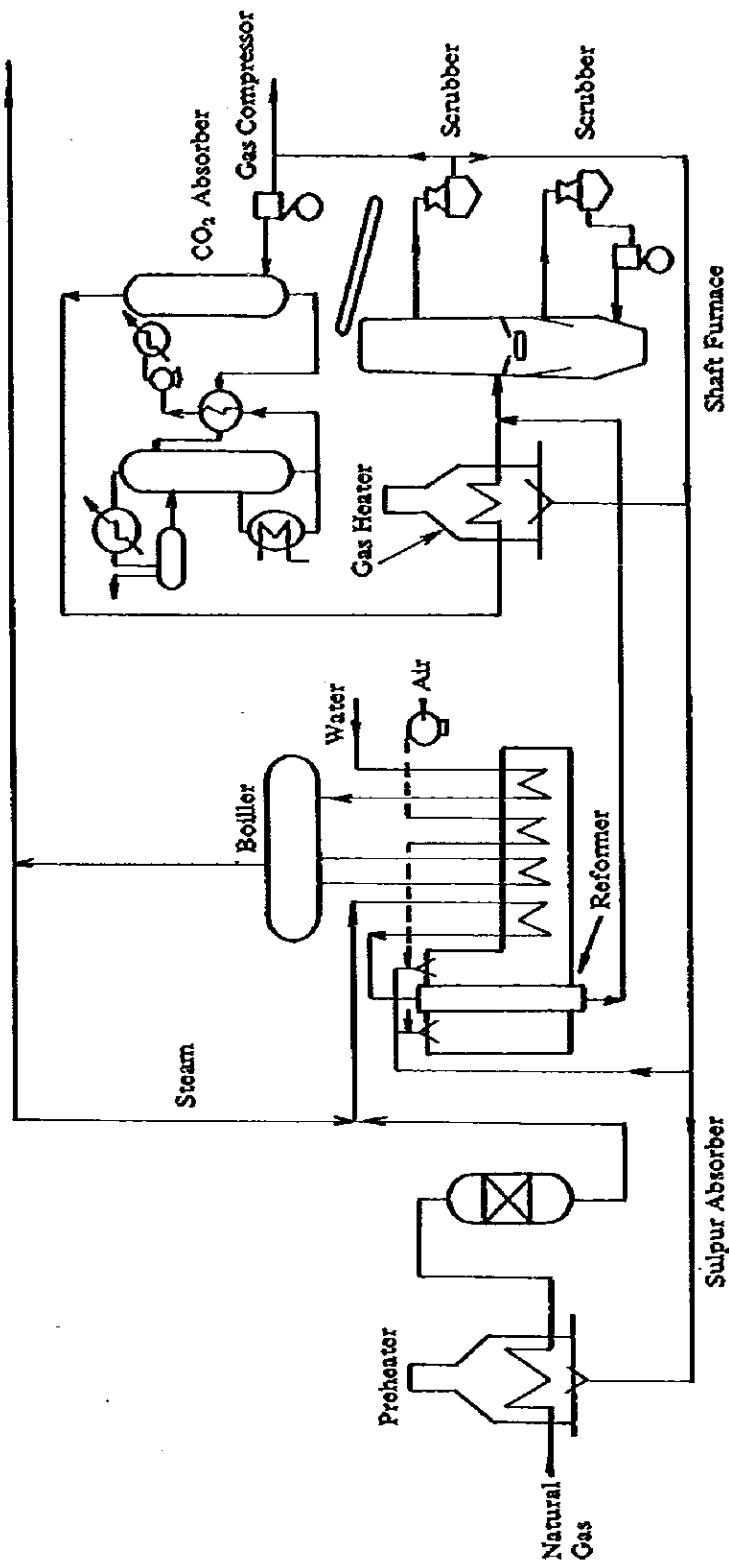


Fig. 15.2.3 NSCプロセスのフローシート

本プロセスの特徴は以下の通りである。

還元炉内ガス圧力が他のプロセスと比較すると高く、高圧操業を行なうため炉本体は小型である。

炉頂ガスが循環再利用される。

還元ガスの原料として天然ガス以外に、石油、石炭等も使用できる。

Fig. 15.2.3 に、本法(天然ガス使用)の簡単なフローシートを示す。

炉内ガスの圧力が高いため、二重弁シール方式が採用されている。炉内装入物は還元帯下部に位置するテーブルで支持されており、還元帯での均一な降下をさせながら冷却ベッセルに取出すために、スウィング式スクレーパーが取付けられている。

冷却ベッセルは、還元ガスまたは不活性ガスで冷却される。還元ガスは、水蒸気改質により生成される。炉頂排気ガスは、熱回収および除塵されて冷却される。この排気ガスの一部は、CO₂ および H₂O を除去してから再加熱される。加熱されたガスは、水蒸気改質された還元ガスと混合されシャフト炉に吹込まれる。

ii 固定層炉法

固定層炉法では、装入物は還元反応の行なわれている間は静止しており、生産がバッチ式である。本プロセスでは、装入物を流れる還元ガスは次第に H₂O と CO₂ が増加し、還元力が低下するので、還元炉の位置(上下)で金属化率が異なるという欠点がある。

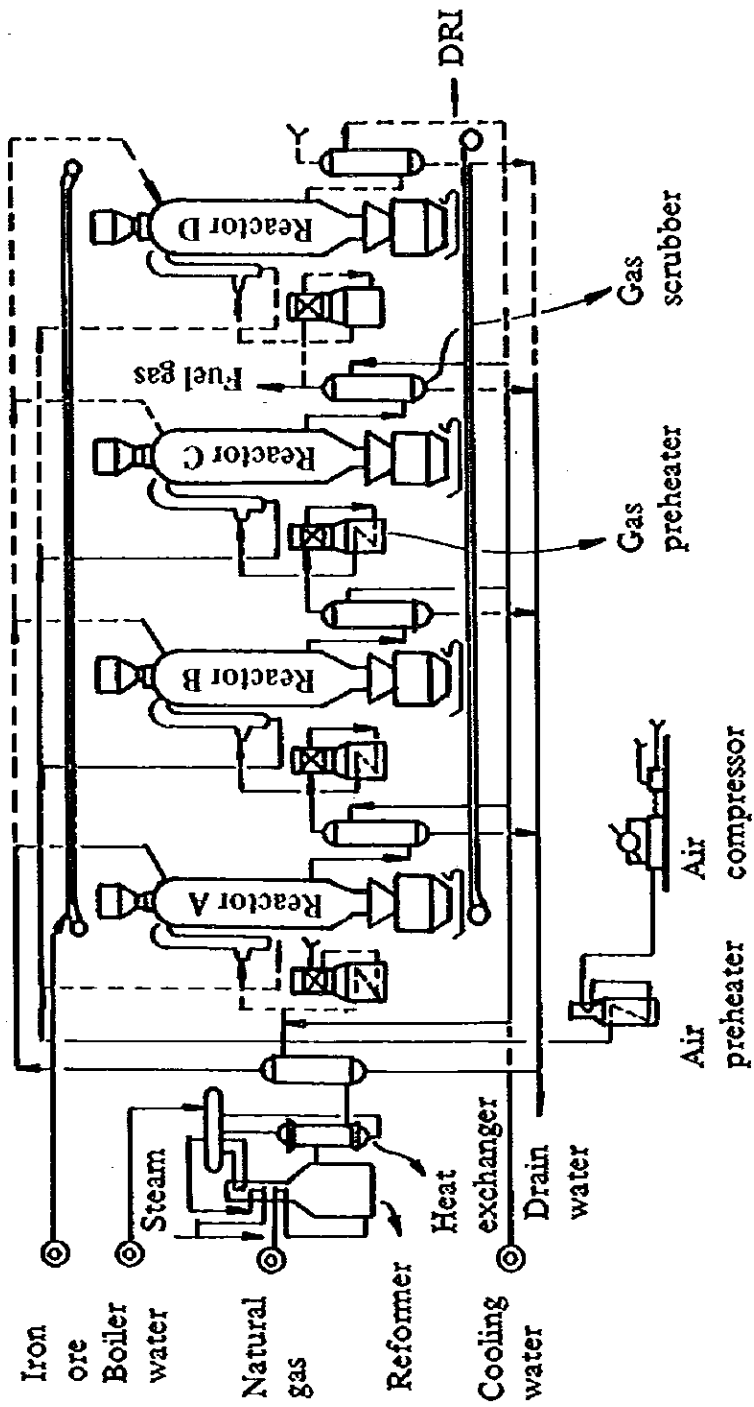
a. H y L 法

この方法は、Hojalata Y Lamina S.A. が 1950 年代に開発したもので、1957 年にメキシコの Monterrey に年産 95,000 トンの最初のプラントが建設された。

本プロセスの販売所有権は、現在 Pullman 社が所有している。1978 年現在、稼働中のプラントは次の通りである。

Mexico	HYLSA	1957	95,000t/y
Mexico	HYLSA	1960	270,000
Mexico	TAMSA	1967	235,000
Mexico	HYLSA	1969	315,000
Brazil	USIBA	1974	300,000
Mexico	HYLSA	1974	420,000
Venezuela	SIDOR	1976	420,000
Mexico	HYLSA	1977	700,000
Indonesia	KRAKATAU	1978	500,000

本プロセスでは、1基の改質炉と4基のリアクターを有しており、これが1組となっている。天然ガスは水蒸気改質により還元ガスとなり、これが冷却器で急冷され過剰水分を除去された後“冷却”のリアクターにはいる。ここでは“最終還元”のリアクターで高金属化率となった高温装入物層を通過することにより、還元ガスが加熱され、製品が冷却される。ここを出た還元ガスは予熱器で予熱され、その後加熱器で昇温され、“最終還元”のリアクターに送られる。リアクターで還元反応を行なったガスは排ガス冷却器で水分を除去され、予熱器、加熱器を経て“一次還元”のリアクターに送られ排出される。この排ガスは燃料として使用される。上記が1サイクルとなり順次作業が行なわれており、1つのリアクターを見ると装入から排出まで約12時間かかり、それぞれのリアクターは、“排出および装入”、“冷却”、“最終還元”、“一次還元”の4工程を3時間ずつ保持される。Fig. 15.2.4 に本プロセスの簡単なフローシートを示す。



- Reactor -A: Cooling process
 -B: Reduction process
 -C: Reduction process
 -D: Discharge/charge process

Fig. 15.2.4 HYLプロセスのフローシート

Ⅱ 各プロセスの比較

Table 15.2.1 に各プロセスの比較を示す。この表から判る通り、各プロセスはそれぞれ一長一短があり、解決しなければならない問題点がある。本スタディでは、現在プラントの販売実績および生産量の最も多いミドレックス法を、とりあえず採用し、技術的、経済的検討の前提としたが、本プロジェクトとして本法の採用を決定するものではない。本プロジェクトの実行段階における入札に際しては、上記問題点も十分に検討、評価したうえで、最終的なプロセス選定が行なわれるべきであろう。

(2) 設備計画の条件

i 基本構想

直接還元工場は、原料ストック・ヤードから酸化ペレット及び酸化塊鉱石が供給され、還元鉄ベースで

第 1 期	1,211,000t/y
第 2 期	1,912,000t/y

の生産を行ない、次工程の製鋼工場へ供給するため、次の主要設備を計画した。

	第 1 期	第 2 期
還元炉設備	2 基	3 基
ブリケット設備	1 基	2 基
H ₂ S 除去設備	1 基	2 基

ii 直接還元工場の立地

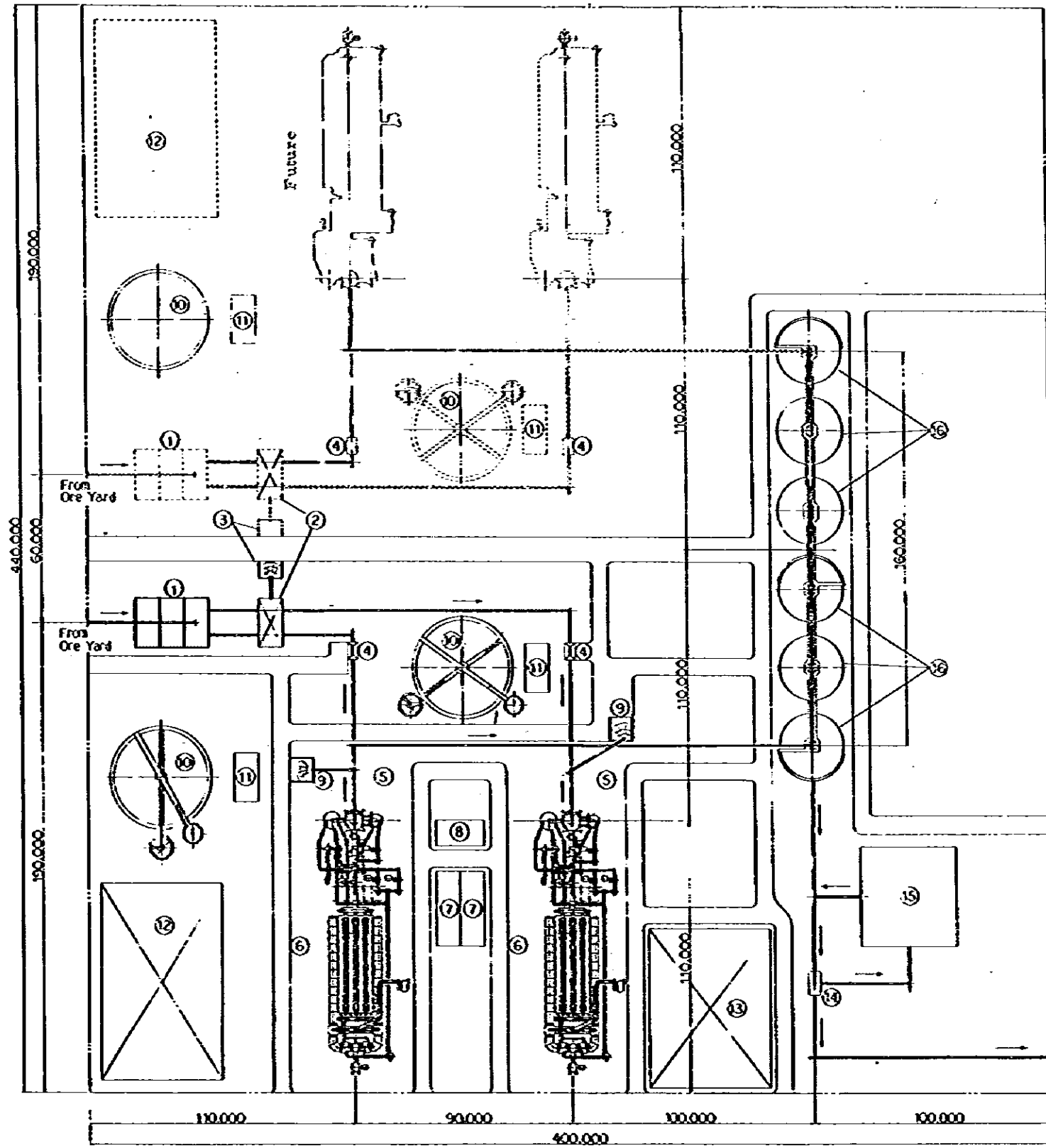
本工場は、原料ストック・ヤードの東隣に位置し、東西約440m、南北約400mの用地を有し、周囲を30～100m道路によって囲まれている。南側には製鋼工場が、西側には副原料ヤード及び倉庫が隣接している。Fig. 15.2.5 にレイアウトを示す。

敷地内には、前記主要設備をはじめとして、原料ストック・ビン、還元鉄ストック・ビン、水処理設備、スラッジ・ポンド、集塵機、中央制御室、電気室、工場事務所、作業員詰所等の附帯設備を有している。

また、第2期の設備の他に、将来の棒鋼工場用還元鉄または、本製鉄所以外の電気炉工場向け還元鉄を製造する場合を想定して還元炉工場の増設が可能な余地を残している(すなわち、合計約2,400,000t/yの還元鉄生産の可能性を持っている)。

Table 15.2.1 各プロセスの比較

	Process	Midrex	Armco	Purofer	NSC	KyL
Characteristics of process	Features	The top gas recirculated as the oxidizing agent in the gas reformer. The cooling gas for the lower part of the shaft furnace independently recirculated.	Part of the top gas used as cooling gas in the DR furnace. This gas mixed with the reducing gas produced by steam reforming in the lower part of the reduction zone.	Partially oxidized gas and a part of the top gas mixed to form reducing gas.	Furnace pressure higher than other shaft furnaces. Top gas recirculated which removed CO ₂ gas.	The four, static-bed furnaces switched over, in rotation, to repeat the four processes of pre-reduction, final reduction, cooling and discharge-charging.
	Advantages	Low overall energy consumption. Very stable product quality. Low water consumption.	The process simple.	Permissible limits for sulphur in the ore and natural gas not severe.	High productivity, high-stability of operation and quality, due to high pressure furnaces. Permissible limit for sulphur in ore not severe.	Operation procedure simple.
	Disadvantages	The permissible limits of sulphur in the material comparatively strict. The product has high reoxidizing tendency.	Low metallization. High re-oxidation tendency of the product. High tendency of uneven temperature distribution in the DR furnace.	Reducing gas composition fluctuates. Maintenance complicated. The discharge mechanism inherently prone to adhesion of fused materials.	Maintenance should be taken notice due to high pressure operation.	Total energy consumption high. Product quality fluctuates.
Reduction	Type	Shaft type	Shaft type	Shaft type	Shaft type	Report type static bed furnace
	Tuyere temperature	760 - 900°C	760 - 800°C	900 - 1,000°C	850°C	1,000 - 1,200°C
Reformer	Tuyere pressure	0.7 - 1.3 kg/cm ² g	1.4 kg/cm ² g	2.5 kg/cm ² g	3.2 - 3.8 kg/cm ² g	2.4 - 6.0 kg/cm ² g
	Type	Tube box type	Tube box type	Hot stove type	Tube box type	Tube box type
Raw material consumption	Process	Reforming with top gas (CO ₂ and H ₂ O)	Steam reforming	Reforming with top gas	Steam reforming	Steam reforming
	Reforming temperature	960°C	870°C	840 - 1,400°C	880°C	840°C
Product quality	Natural gas	2.8 Gcal/t-DRI	3.2 Gcal/t-DRI	3.3 Gcal/t-DRI	2.9 Gcal/t-DRI	4.2 Gcal/t-DRI
	Power	120 - 140 kWh/t-DRI	40 kWh/t-DRI	100 kWh/t-DRI	120 kWh/t-DRI	6 kWh/t-DRI
	Water	0.1 - 1.5 m ³ /t-DRI	1.8 m ³ /t-DRI	2.5 m ³ /t-DRI	1.5 - 2.5 m ³ /t-DRI	2.5 m ³ /t-DRI
	Metallization	92 - 95%	90%	95%	93 - 95%	85 - 90%
	Reoxidation tendency	Yes	Yes	Almost absent	Not much	Not much



- LEGEND**
- 1. Oxide Day-Bin
 - 2. Oxide Screening Station
 - 3. Oxide Fines Pile
 - 4. Remet Hopper
 - 5. Direct Reduction Furnace
 - 6. Reformer
 - 7. Electrical/Control Room
 - 8. Site House
 - 9. Remet Pile
 - 10. Clarifier
 - 11. Cooling Tower / Pump Station
 - 12. Sludge Pond
 - 13. H₂S Removal Facilities
 - 14. Product Screen
 - 15. Briquetting Facilities
 - 16. Product Silo
- 1st Stage
 - - - - 2nd Stage
 - - - - Future

Fig. 15.2.5 直接還元工場のレイアウト

Ⅲ 生産計画

本スタディでは、Table 15.2.2に示す基本設計値をもとに行なわれるものとするが、操業の立上り計画は、Fig. 6.6.1に示す如く、初年度約65%、2年度には約95%の能力を発揮するものとする。また、原料鉄石については、初年度は100%ペレットで運転技術に習熟し、2年度から20%程度の塊鉄石とする。

Table 15.2.2 直接還元工場の基本データ(第1期)

DRI production	1,211,000 t/y
Average production rate	3,876 t/d
Operation	24 hours, 3 shifts
Plant availability	7,500 h/y, 312.5 d/y
Total Fe of DRI	91.0 %
Metallization, nominal	93 %
Carbon content, nominal	1.5 %
Iron oxide feed from ore yard	1,765,000 t/y
	5,648 t/d
Iron oxide screen undersize (-3 mm)	89,000 t/y
Iron oxide fine dust	7,000 t/y
Iron oxide to DR furnace	1,669,000 t/y

IV マテリアル・フロー

本プラントのレイアウトは、Fig. 15.2.5 に示す通りであり、原料ストック・ヤードから供給されるペレット及び塊鉱石は、鉱石貯蔵ビン(デイ・ビン)に種類別に一旦貯蔵される。このビンは1槽当り1,000トンの容量があり、計6槽あるので、ほぼ1日分の使用量に相当する。ビンから定量切り出しされた鉱石は、スクリーンにより細粉(−3 μ m)を除去された後、還元炉頂部へ供給される。鉱石のふるい下粉は、セメント工場の原料添加剤として外販が可能である。

還元炉から排出される製品(還元鉄)は、製品貯蔵ビンへ送られ、不活性雰囲気下で貯蔵される。このビンは1槽当り6,000トンの容量があり、計6槽あるので、ほぼ10日分の製鋼原料に相当する。

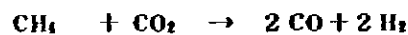
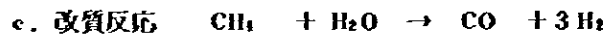
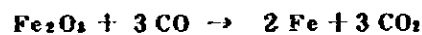
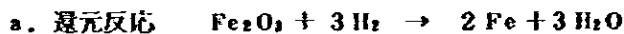
貯蔵ビンから切り出された還元鉄は、スクリーンによりふるい分けられ、ふるい下粉はブリケットにされることで粒度が整えられた後、スクリーンふるい上の製品と合せて製鋼工場へコンベアーにより送られる。

Fig. 15.2.6 に第1期の場合のマテリアル・バランスを示す。

(5) プロセス及び機器の概要

ミドレックス・プロセスは、ペレット及び塊鉱石の形の酸化鉄を、製鋼原料として適した高還元率の還元鉄に変換する。この還元プロセスは、連続的に流れる還元ガスを利用して、酸化鉄中の酸素を化学的に取り除き、還元された製品を浸炭するものである。

還元反応は、装入原料の融点以下で行なわれる。水素及び一酸化炭素の混合物である還元ガスは、改質炉でつくられ、成分、温度を調整されて還元炉に吹き込まれる。還元ガスは、炉内を上昇して、下降してくる酸化鉄を還元温度へ加熱する。水素と一酸化炭素は酸化鉄から酸素を取除き、高還元率の製品にする。本プロセスで行なわれる主要な化学反応は次の通りである。



還元炉から排出される炉頂ガスは大量の粉塵を含んでいる。このガスはトップガス・スクラパーで除塵、冷却される。冷却されたガスの大半は、プロセスガスとして用いられ、圧縮機で昇圧され、天然ガスを添加され、予熱器で予熱された後、改質炉へ送られるが、残りのガスは、改質炉を加熱するための燃料に用いられる。

改質された高圧ガスは、還元炉に吹き込まれる前に温度調整されるが、これには、一部のガスを直接接触の冷却器に通すことにより行なわれる。

還元炉の下部では、冷却ガスが循環しており、製品を排出前に冷却する。冷却帯を出た冷却ガスは、クーリングガス・スクラパーにより除塵、冷却され、加圧された後再び還元炉の冷却帯に供給される。

Fig. 15.2.7 に本プロセスのフローシートを示す。

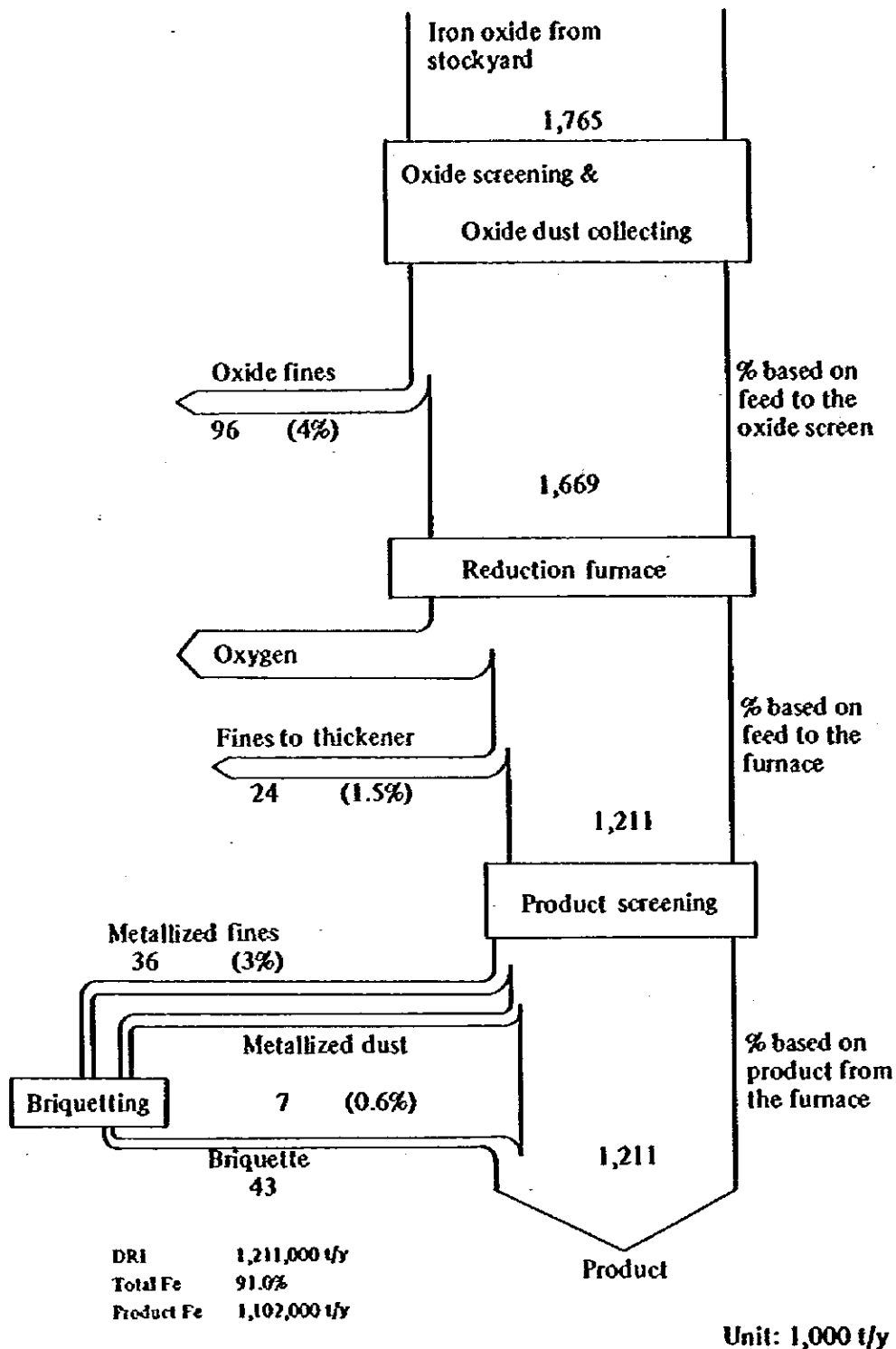


Fig. 15.2.6 直接還元工場のマテリアルバランス(第1期)

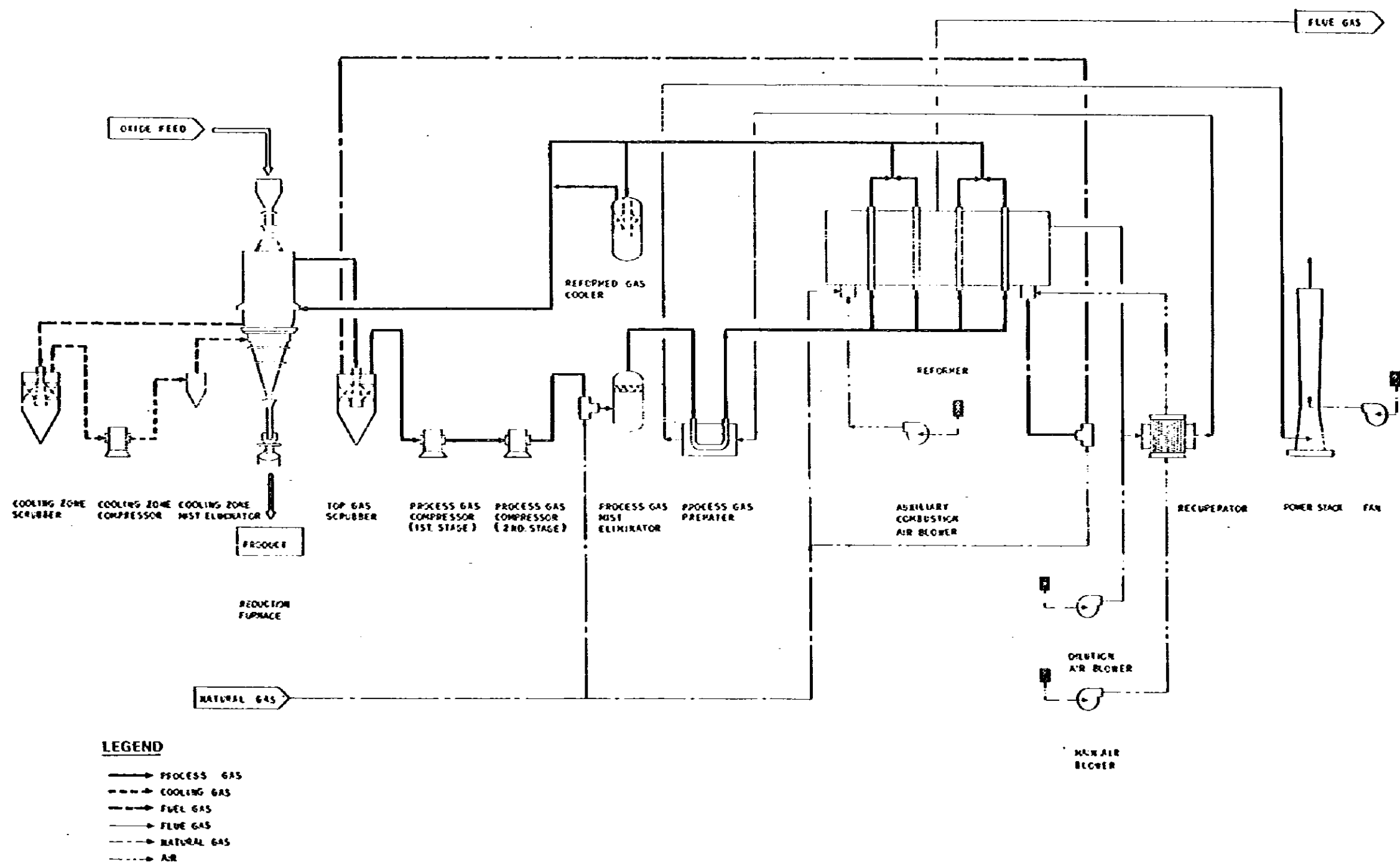


Fig. 15.2.7 Midrex プロセスのフローシート

(4) 天然ガス脱硫設備の概要

タイ湾のガス田から供給される天然ガスの組成は、Table 8.1.1 に示す通りであるが、硫黄分については現在明らかでない。水蒸気および一酸化炭素で天然ガスを改質する場合、通常はガス中の硫黄分が数 ppm より多いと、改質炉のチューブ内にある触媒に対し悪影響を及ぼし、改質能力の低下をきたす。従って、本直接還元設備の附帯設備としての脱硫設備について、以下に検討を行なう。

タイ湾に産出する天然ガス中の硫黄分は、主に硫化水素の形で約 1,000 ppm 存在し、その他の硫黄（主に有機硫黄）は殆んどないものと想定する。

上記を仮定した場合、硫化水素を 1 ppm 程度以下にできる能力を有する脱硫プロセスとしては、ストレットフォード・プロセスが最適である。他のプロセスとして、アミンプロセスと酸化亜鉛プロセスとの複合プロセス等が考えられるが、本プロジェクトの場合、設備コストが高くなるので不適當であろう。従って、本スタディでは、ストレットフォード・プロセスの技術的、経済的数値を用いることとする。

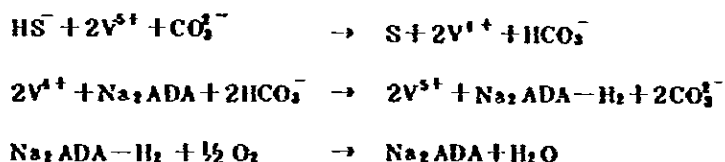
ストレットフォード・プロセスの概要は下記の通りである。

ガス減圧設備から送られて来た天然ガスは、吸収塔の底部に吹き込まれ、ストレットフォード液と接触することにより、硫化水素は 1 ppm 以下になる。吸収塔を出た天然ガスは、スクラバーでストレットフォード液を洗浄され、さらにミスト・セパレーターでミストが除去される。その後天然ガスは直接還元設備へ送られる。

硫化水素を吸収したストレットフォード液は、反応槽で約 10 分間滞留し、ストレットフォード液中の HS^- イオンがバナジウムの触媒作用により、完全に遊離硫黄に変換される。その後、遊離硫黄は酸化槽内で、空気吹き込みにより硫黄スラリーとして分離浮上し、スラリー・タンクに送られる。

ストレットフォード液は酸化槽内で空気により再生され、バランス・ピットに送られ、ポンプで吸収塔へ循環送付される。

ストレットフォード・プロセスの主な反応は、以下の通りである。



スラリー・タンク内の硫黄スラリーは、ポンプでフィルター・プレス機に送られ、硫黄ケーキにされる。ストレットフォードのろ液は、バランスピットに戻される。Fig. 15.2.8 にストレット

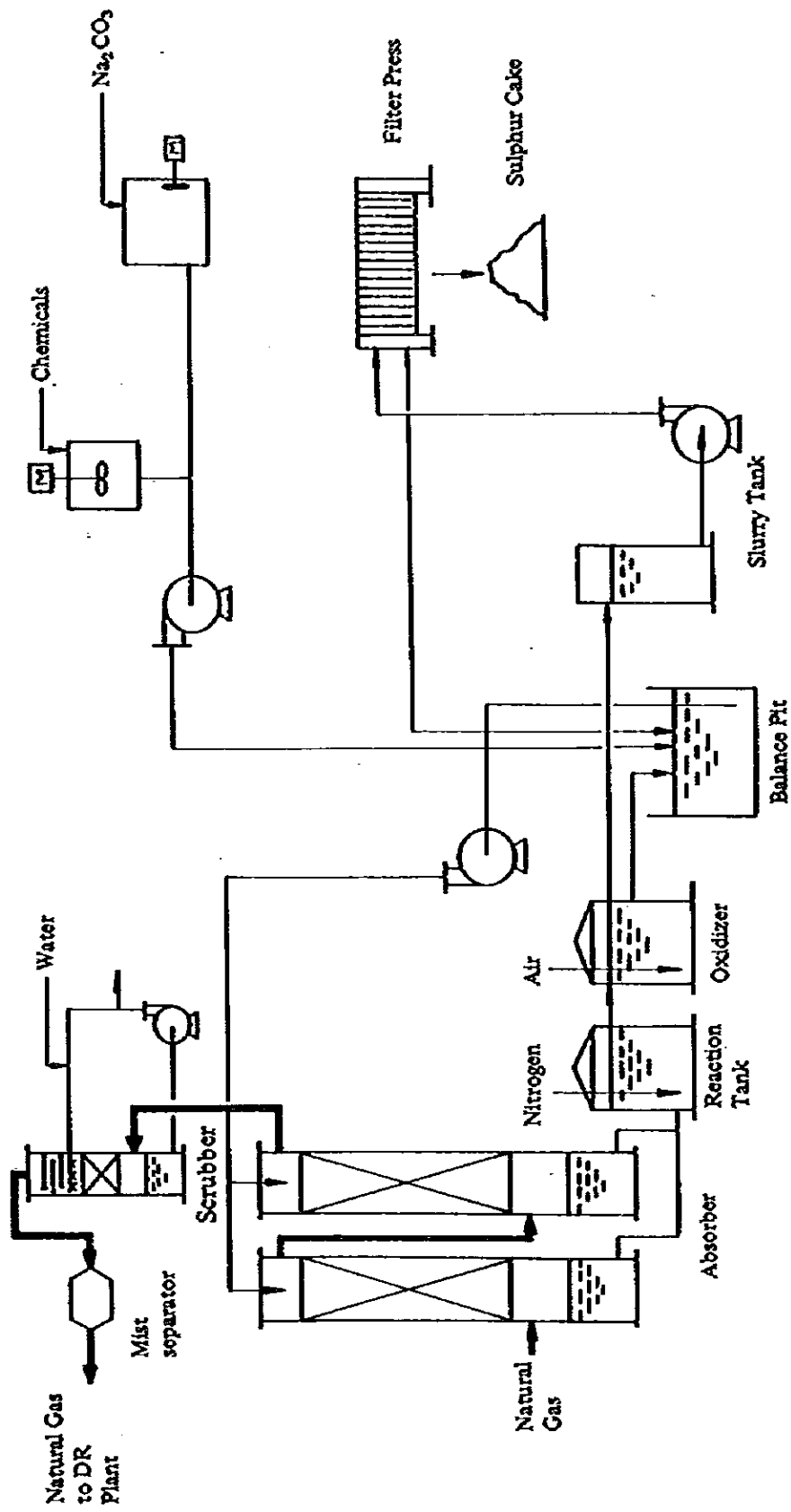


Fig. 15.2.8 脱硫設備(ストレットアワード・プロセス)のプロシート

フォード・プロセスの簡単なフローシートを示す。

(5) 操業原単位

還元鉄トン当りの原単位を、Table 15.2.3に示す。

Table 15.2.3 還元鉄トン当り原単位

	Item	Unit consumption
1	Iron oxide (pellets)	1.156 t
2	Iron oxide (lump)	0.301 t
3	Natural gas (8,233 Kcal-Net/Nm ³)	340.13 Nm ³ (2.8 Gcal - Net)
4	Electric power	142.03 kWh
5	Industrial water (make-up)	1.5 m ³
6	Compressed nitrogen	0.25 Nm ³
7	Compressed air	9.0 Nm ³
8	Others (reagents for water treatment and desulphurization, etc.)	1.93 US\$

(6) 機器リスト

直接還元プラントの主要機器を、Table 15.2.4に示す。

(7) 要員と組織

i 組織

直接還元工場の組織を示すと次の通りである。

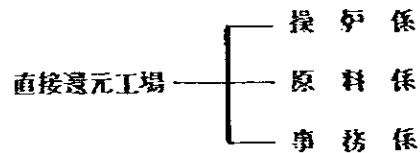


Table 15.2.4 直接還元工場の主要機器リスト

Equipment	Q'ty	Description
1 Direct reduction furnace	2 (3)	Shaft furnace (Nominal capacity 600,000 t/y each) equipped with charge hopper, slide gates, burden feeders and wiper bar
2 Reformer	2 (3)	200 mm dia. tubes with catalyst
3 Top gas scrubber	2 (3)	Venturi and packed tower type
4 Cooling zone scrubber	2 (3)	-- ditto --
5 Reformed gas cooler	2 (3)	Packed tower type
6 Seal gas cooler	2 (3)	-- ditto --
7 Preheater	4 (6)	Shell & tube type heat exchanger
8 Recuperator	4 (6)	Shell & tube type heat exchanger
9 Stack	2 (3)	Height: approx. 50 m
10 Process gas compressor	8 (12)	Positive displacement type Rotary lobe compressors
11 Cooling zone compressor	2 (3)	Positive displacement type Rotary lobe compressors
12 Main air blower	2 (3)	Centrifugal air blower
13 Auxiliary air blower	2 (3)	Centrifugal air blower
14 Dilution air blower	2 (3)	-- ditto --
15 Seal gas compressor	4 (6)	Rotary lobe compressors

Note: Figures in () are for the 2nd stage.

Table 15.2.4 (つづき)

Equipment	Q'ty	Description
16 Mist eliminator	6 (9)	For process gas, cooling gas & seal gas each 2
17 Piping system	2 sets (3)	Including valves and fittings
18 Dust collection system	2 sets (3)	Composed of cyclones, venturi scrubbers, fans and dust storage bin
19 Briquetting system	1 set (2)	Capacity: 20 t/h
20 Water system	2 sets (3)	Composed of clarifier, cooling towers and pumps
21 Electrical and instrumentation system	2 sets (3)	Max. capacity: 33 MVA
22 Product storage bin	6 (6)	Capacity: 6,000 t equipped with feeders
23 Oxide day bin	6 (9)	Capacity: 1,000 t equipped with feeders
24 Material handling system	2 (3)	Composed of screens, belt scales and belt conveyors
25 H ₂ S removal facility	1 set (2)	Stretford process

ii 要 員

本工場の要員計画をTable 15.2.5に示す。これは、3組3交替制にもとづくものである。

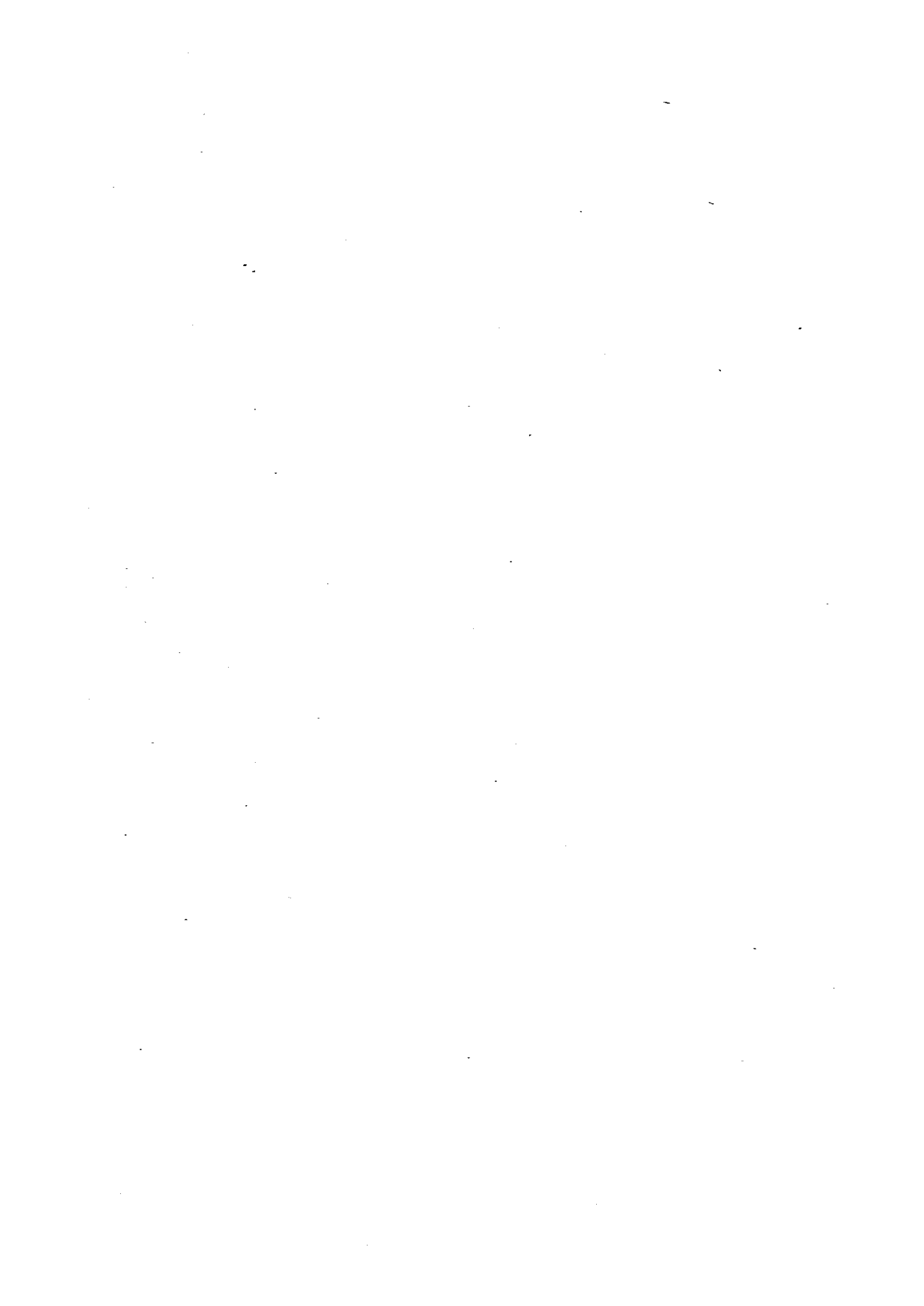
Table 15.2.5 要員計圖

Super-intendent	Group	Assist. super-intendent	Engineer	Clerk	Foreman	Skilled worker	Semi-skilled worker	Unskilled worker
1 (1)	Operation	1 (1)	6 (6)		3 (3)	6 (9)	18 (27)	27 (42)
	Supplies	1 (1)		1 (1)	1 (1)	--	4 (5)	4 (5)
	Office			1 (1)				
1 (1)		2 (2)	6 (6)	2 (2)	4 (4)	6 (9)	22 (32)	31 (47)
Total					74 (103)			

Note: Figures in () show the number at personnel of the 2nd stage.

第15章-3

製 鋼 工 場



15.3 製鋼工場

(1) 概要

i 基本構想

製鋼工場は前工程の還元鉄工場(DR)から原料の還元鉄(DRI、スポンジ鉄)の供給を受け、溶鋼ベースで年間

第 1 期	1,295,000 t
第 2 期	2,044,000 t

の生産を行い次工程の熱延工場へスラブを供給するため、次の主要設備を計画した。

	電 気 炉	連続铸造機
第 1 期	4	2
第 2 期	6	3

ii 製鋼工場の特徴

製鋼工場を計画するにあたっては、安定操業を旨とし、高生産性と経済性を考慮した新鋭設備とした。

- a. 高能率生産のためのUHP (ultra high power)大型電気炉。
- b. 品質、経済性を兼ね備えさせるため、連続铸造(CC)プロセスを採用した。
- c. 大型電気炉4基(6基)および連続铸造機2基(3基)を有する大製鋼工場となるため、生産性を阻害するような作業の錯綜を避けるべく、製鋼工場全体を6つのヤードに分け明確なレイアウトとした。
- d. また、原料および製品の輸送の合理化をはかるため、還元鉄はベルトコンベアにより工場内へ、また半製品であるスラブの次工程への輸送はスラブ・カーによって直接、熱延工場へ搬出される方式とし、夫々遠隔自動操作とした。
- e. 環境汚染・公害防止に特に考慮し、充分なる設備を配した超近代的工場とした。
- f. 第2期の他に更に料来、生産能力が増強出来る様、電気炉および連続铸造設備の拡張の余地

を持たせた。

各設備の詳細については、夫々の項にて述べるので参照されたい。

III 製鋼工場の立地

製鋼工場は製鉄所のはほぼ中央部に位置し、東西方向約700m、南北方向約500mの用地を有し、周囲を50～100m道路によってかこまれている。南北方向は、道路をはさんで北側に還元鉄工場が、南側は同じく道路をはさんで熱延工場が隣接している (Fig. 15.3.2)。

敷地内には、約39,000 m²の工場本建屋(第2期では約53,000m²)をはじめとして、このほかに屑鉄準備ヤード、集塵機、電気室、冷却水処理場、レンガ倉庫および工場事務所、作業員詰所などの製鋼工場附帯設備がある。

また、第2期の設備のほかに、将来対策として電気炉および連続铸造等の増設が可能な余地を残している。

IV 製鋼工場の基本生産計画および主体設備

製鋼工場に於ける基本計画を示すと Table 15.3.1 の通りである。

Table 15.3.1 基本生産計画

(Unit: tonnes)

		1st stage	2nd stage
Main raw materials	DRI	1,211,000	1,912,000
	(Fe. conversion)	(1,102,000)	(1,740,000)
	Scrap	276,000	435,000
Products	Molten steel	1,295,000	2,044,000
	As cast slab	1,230,000	1,942,000
	Surface conditioned slab	1,205,000	1,903,000

また、主体設備を Table 15.3.2に示す。

V 製造鋼種

生産基本計画で示した通り、ホットストリップ向けおよびコールドストリップ向け低炭素鋼とする。

Table 15.3.2 主体設備

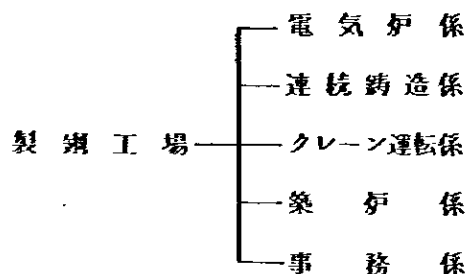
		1st stage	2nd stage
Melting, refining	UHP EAF	150 t/heat x 4 units	150 t/heat x 6 units
Casting	Slab CCM	2 strands x 2 units	2 strands x 3 units

(2) 製鋼工場のマテリアル・フロー

製鋼工場に於ける第1期の主要マテリアル・フローを示すと次のFig. 15.3.1の通りである。

(3) 製鋼工場の組織および要員

製鋼工場には電気炉係、連続鑄造係、クレーン運転係、築炉係および事務係を置く。



製鋼工場の要員をまとめるとTable 15.3.3の通りである。

Table 15.3.3 製鋼工場要員表

Sup't	Group	Ass't. mgr.	Engineer	Clerk	Foreman	Skilled worker	Semi-skilled	Unskilled	Sub-total of group
1	EAF	1 (1)	2 (2)	1 (1)	6 (6)	28 (36)	35 (46)	74 (96)	147 (188)
	CCM	1 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	24 (36)	6 (9)	11 (17)	49 (70)
	Crane	1 (1)		1 (1)	3 (3)	20 (21)	43 (50)	20 (23)	88 (99)
	Furnace repairing	1 (1)			1 (1)	4 (5)	10 (13)	7 (9)	23 (29)
	Office work	1 (1)		3 (5)					4 (6)
1		5 (5)	4 (4)	7 (9)	13 (13)	76 (98)	94 (118)	112 (145)	311 (392)
Total					312 (393)				

Note: Figures in () shows the number of personnel of the 2nd stage.

製鋼工場の作業形態は3組3交替操業とする。

詳細はTable 9.1.4を参照されたい。

(4) 製鋼工場の配置図

製鋼工場全体配置図をFig. 15.3.2に、設備の詳細配置図をFig. 15.3.3に示す。

(5) 電気炉設備の概要

製鋼工場は、前述の生産計画にもとづいて、第1期に於いて溶鋼ベース年間1,295,000トンの生産を達成するために1ヒートあたり150トンのUHP電気炉を4基設置する。炉用トランス容量は75,000 kVAとし、生産計画に見合った十分な溶解能力を有するものである。また、第2期に於ける生産量の溶鋼ベース年間2,044,000トンに対しては、同じく150トンのUHP電気炉を更に2基増設することになる。

主原料は前工程の還元鉄工場で製造された還元鉄と屑鉄(スクラップ)である。屑鉄は製鉄所内発生 of 所謂リターンスクラップおよび購入屑である。還元鉄は還元鉄工場よりベルトコンベアで製鋼工場内に搬送され、電気炉々前のホッパーに貯蔵される。還元鉄の炉内への装入はホッパーから定量切出しおよび自動計量され装入用コンベアから連続的に投入することが可能である。

一方、屑鉄は製鉄所内のスクラップ・ヤードからトラックで製鋼工場のスクラップ準備ヤードに搬入され、ここでマグネット付きクレーンで装入バケットに積み込まれ、埋設型秤量機で計量の後、電気炉々前の装入クレーンで吊り上げられ電気炉々頂から装入される。

また、副原料は製鉄所内の置場からトラックで製鋼工場の受入ホッパーに搬入され、更に炉前の貯蔵ホッパーまでコンベアで捲きあげられる。炉内への投入は、定量切出しおよび自動計量されてコンベアにて投入される。なお、副原料のうち大量に使用される焼石灰は、製鉄所内の焼石灰貨車おろし場よりベルトコンベアで搬送されるが、このベルトコンベアは途中から還元鉄のベルトコンベアと合流し、以後は製鋼工場まで還元鉄と焼石灰の搬送が交互使用で行われる。

これら、還元鉄と副原料のベルトコンベアによる輸送および炉内投入は、遠隔自動操作が可能となるよう計画した。

溶解および精錬を終えた溶鋼は取鍋に出廻し、後述の連続鋳造機に注入されスラブとなる。

また、電気炉から排出されたスラグは専用の鍋で受けセルフ・ローディング・トラックで製鋼工場外のスラグ・ヤードまで運搬され、冷却・破砕の後、流出熔金の選別を行い、スラグは投棄される。一方、電気炉から発生する排ガスは、炉頂から吸引されたバッグ・フィルターで集塵される。また

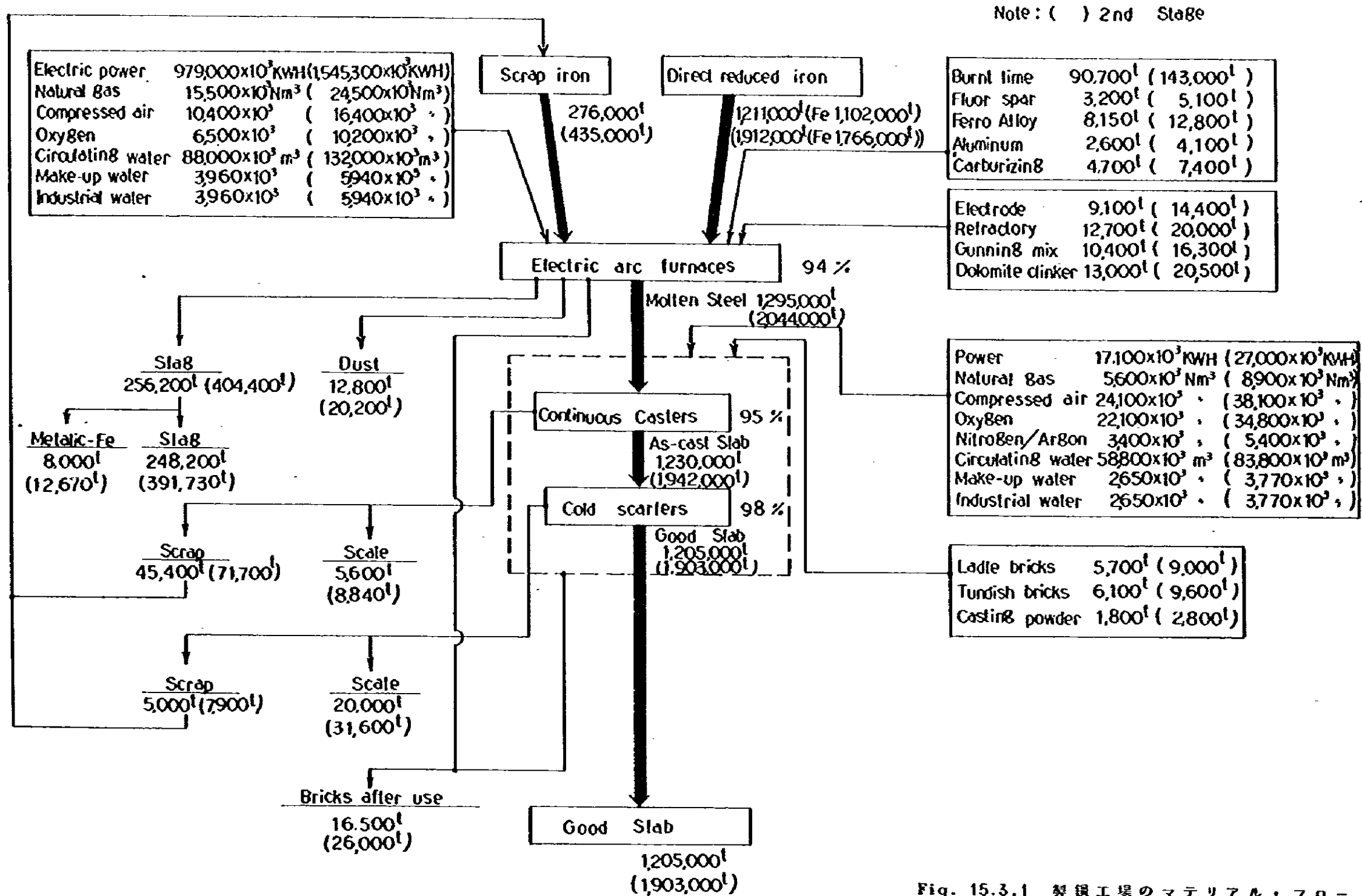


Fig. 15.3.1 製鋼工場のマテリアル・フロー

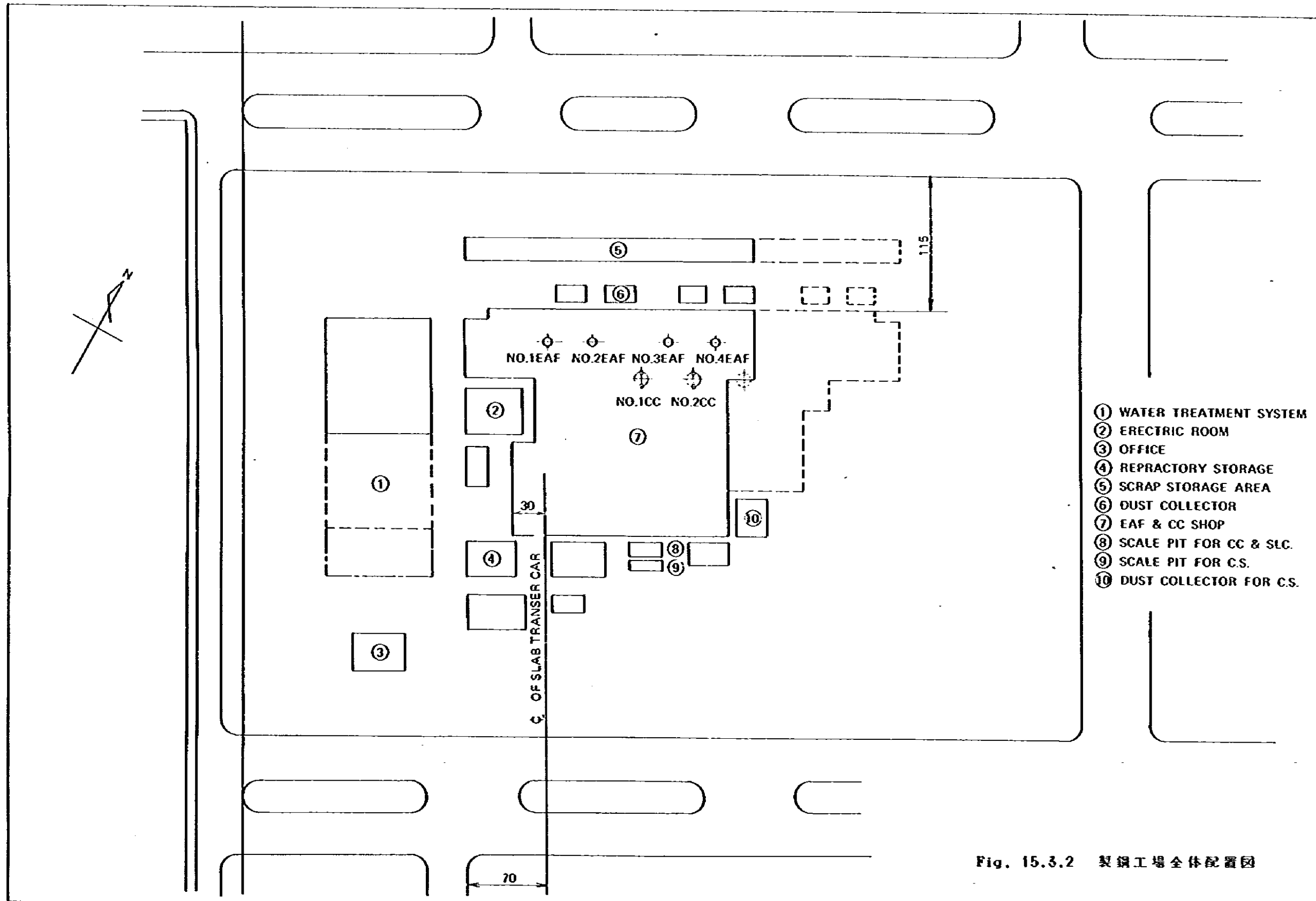
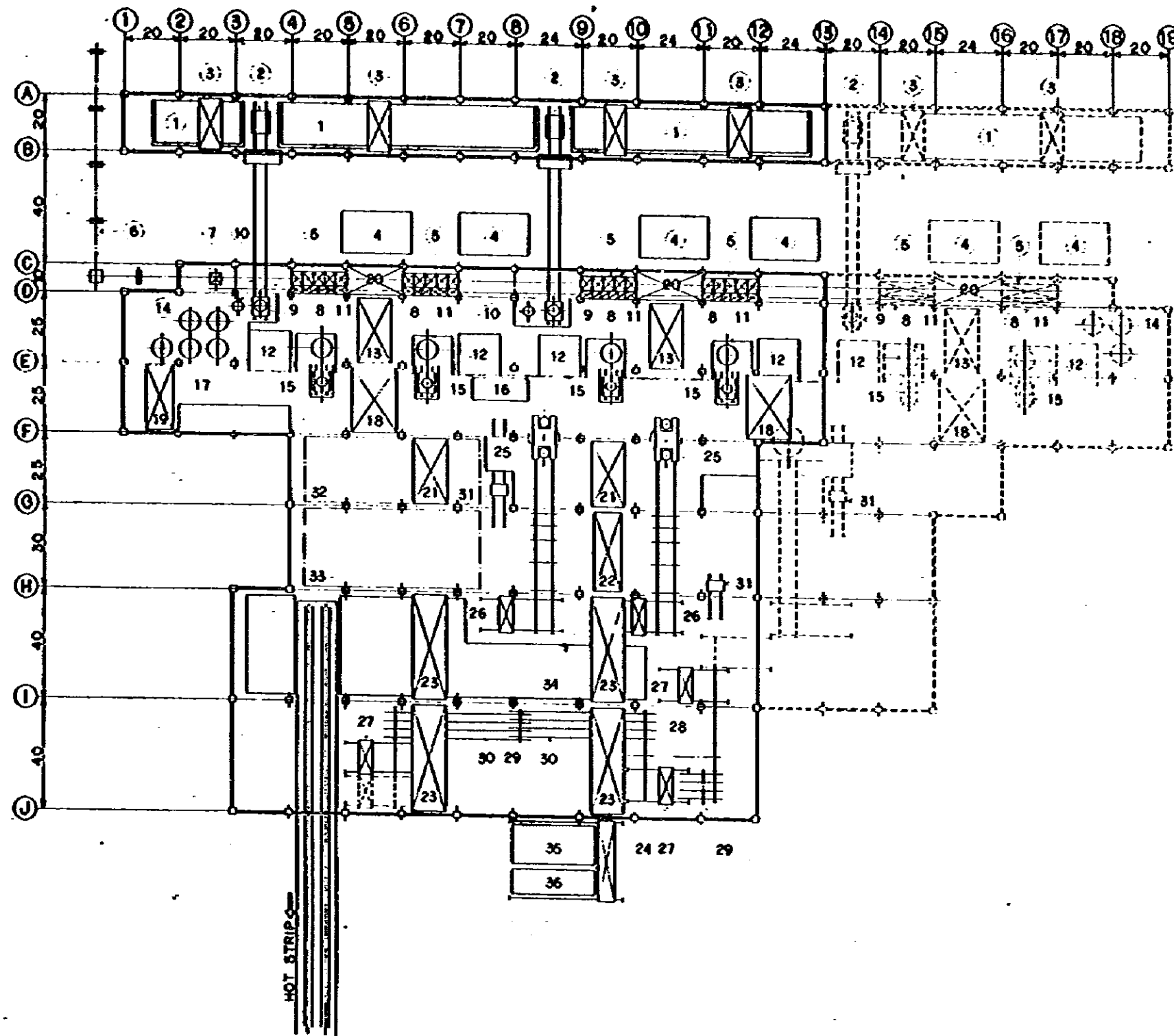


Fig. 15.3.2 製鋼工場全体配置図



- 1 SCRAP STORAGE AREA
- 2 SCRAP WEIGH SCALE
- 3 SCRAP CHARGING CRANE (15 T)
- 4 DUST COLLECTOR
- 5 SPONGE IRON AND LIME STORAGE BUNKER
- 6 SPONGE IRON AND LIME BELT CONVEYER
- 7 FERRO ALLOY RECEIVING BUNKER
- 8 FERRO ALLOY STORAGE BUNKER
- 9 SCRAP BUCKET TRANSFER CAR
- 10 SCRAP BUCKET
- 11 ELECTRIC ARC FURNACE
- 12 TRANSFORMER ROOM
- 13 FURNACE CHARGING CRANE (75 T/20 T)
- 14 ROOF REPAIRING AREA
- 15 LADLE TRANSFER CAR
- 16 LADLE PREPARING AREA
- 17 LADLE REPAIRING AREA
- 18 HOT METAL LADLE CRANE (240 T/40 T)
- 19 LADLE REPAIRING CRANE (75 T/20 T)
- 20 CONTROL ROOM
- 21 O.H.C (70 T/20 T)
- 22 O.H.C (45 T)
- 23 O.H.C (75 T)
- 24 O.H.C (75 T)
- 25 No. 1, 2 C.C.M
- 26 CRANE (TONGS)
- 27 CRANE (MAGNET)
- 28 COLD SCARFER
- 29 SLAB TURNER
- 30 PARTIAL SCARFER
- 31 TRANSFER CAR
- 32 TUNDISH REPAIRING AREA
- 33 MACHINE REPAIRING AREA
- 34 SLAB COOLING BED
- 35 SCALE PIT FOR CC & SLC
- 36 SCALE PIT FOR C.S

Fig. 15.3.3 設備の詳細配置図

屑鉄装入時や出鋼時等炉頂から吸引出来ない排ガスは、電気炉建屋上に搭載した電気集塵機で捕集するよう計画した。

(6) 電気炉設備の設計条件

i 生産量

電気炉から出鋼されるべき溶鋼ベースの年間生産量は次の通りである。

第 1 期	1,295,000 t
第 2 期	2,044,000 t

ii 主原料配合率および歩留

第 1 期および第 2 期の主原料基準配合率および基準歩留は次の Table 15.3.4 による。

Table 15.3.4 主原料基準配合率、基準歩留

		1st stage		2nd stage	
		t/year	%	t/year	%
Main raw materials	DRI (Fe)	1,102,000	80.0	1,740,000	80.0
	Scrap	276,000	20.0	435,000	20.0
	Total	1,378,000		2,175,000	
Molten steel	Steel tapped (yield as against main raw materials)	1,295,000	(94.0)	2,044,000	(94.0)
Slab	As cast slab (yield as against steel tapped)	1,230,000	(95.0)	1,942,000	(95.0)
	Slab after surface conditioned (yield as against as cast slab)	1,205,000	(98.0)	1,903,000	(98.0)

iii 年間稼働日数

電気炉は連続操業とし、年間稼働日数は300日とする。このベースとなった非稼働時間の前提は Table 15.3.5 の通りである。

Table 15.3.5 電気炉非稼働時間

	Frequency & time	Annual total hours
Roof change	Once/100 heats x 3 h	87 h
Sidewall repair	Once/120 heats x 25 h	601 h
Overhaul repairs	Once/2 years x 7 days	84 h
Periodical repairs	Once/week x 8 h	417 h
Waiting (adjusting) time	1.7% x 8,760 h	149 h
Accidents and troubles	1.83% x 8,760 h	160 h

IV 炉容および基数の決定

最適炉容の決定は、次工程に於ける鑄造方法との整合性、即ち電気炉と連続鑄造の処理能力、サイクルタイムの整合性がまず重要で、同時に操業のしやすさと経済性、生産性が重視されよう。

この計画では、第1期 年間1,295,000トンの溶鋼生産に必要な炉容を1ヒートあたり150トン、炉用トランス容量75,000kVAとし、これらを4基設置する。この考え方は次の条件を考慮して計画したものである。

a. 溶解時間

還元鉄の溶解については理論的に、

$$\frac{120\text{t/ヒート} \times 650\text{kWh/t} \times 60\text{分/時}}{75,000\text{kVA} \times 12 \times 0.65 \times 0.95} = 84.2\text{分/ヒート}$$

屑鉄の溶解についても同様に、

$$\frac{30\text{t/ヒート} \times 450\text{kWh/t} \times 60\text{分/時}}{75,000\text{kWh} \times 12 \times 0.76 \times 0.85} = 13.9\text{分/ヒート}$$

(注): オーバーロード係数 1.2
 力 率(還元鉄) 0.65
 (屑鉄) 0.76
 投入効率(還元鉄) 0.95
 (屑鉄) 0.85

この結果、他の製鋼作業時間を考慮して“Tap to Tap”時間を189分とする(Table 15.4.3 参照)。

b. 出鋼回数

1日の出鋼回数は次の通りである。

$$\frac{1,440 \text{分/日}}{189 \text{分/ヒート}} \approx 7.6 \text{ヒート/日} \quad (\text{1炉あたり})$$

c. 1日の出鋼量

$$\text{第1期} \quad \frac{1,295,000 \text{t}}{300 \text{日}} \approx 4,317 \text{t/日}$$

$$\text{第2期} \quad \frac{2,044,000 \text{t}}{300 \text{日}} \approx 6,813 \text{t/日}$$

d. 電気炉の所要基数

$$\text{第1期} \quad \frac{4,317 \text{t}}{150 \text{t} \times 7.6 \text{ヒート}} = 3.79 \approx 4 \text{基}$$

$$\text{第2期} \quad \frac{6,813 \text{t}}{150 \text{t} \times 7.6 \text{ヒート}} = 5.98 \approx 6 \text{基}$$

また、この時の電気炉の稼働率を求めると、まず実製鋼時間は“Tap to Tap”から補修時間を差し引いて1ヒートあたり159分、従つて年間の稼働率は次の通りである。

暦時間に対して

$$\frac{159 \text{分/ヒート} \times 7.6 \text{ヒート} \times 300 \text{日}}{1,440 \text{分} \times 365 \text{日}} \times 100 \approx 69\%$$

稼働可能時間に対しては

$$\frac{159 \text{分} \times 7.6 \text{ヒート} \times 300 \text{日}}{1,440 \text{分} \times 300 \text{日}} \times 100 \approx 84\%$$

となる。これらのデータを整理してTable 15.3.6に電気炉の操業条件を示す。

Table 15.3.6 電気炉操業条件

		Planned values	
		1st stage	2nd stage
Working time	Number of working days per year	300 d	300 d
	Non-working days (Repair, etc.)	65	65
Working ratio	Actual steelmaking time/total time	70 %	70 %
Tonnes of steel produced	t/heat	150	150
	t/d	4,317	6,813
	t/mon	107,900	170,300
	t/y	1,295,000	2,044,000
Number of taps	heats/d	29	45
	heats/mon	719	1,135
	heats/y	8,633	13,627
Breakdown of steelmaking time	Scrap charging	5 min	5 min
	Melt-down (scrap)	14	14
	Melt-down (DRF)	85	85
	Slag removal	15	15
	Refining	35	35
	Tapping	5	5
	Repairs	30	30
	Tap to tap	189 min	189 min

V 製造鋼種

本計画に於ける電気炉での溶製鋼種はホット・ストリップ向けおよびコールド・ストリップ向けの低炭素鋼とする。

(7) 電気炉の設備仕様

i レイアウト

電気炉関係のヤードは工場建屋に並行して設置されている屋外の屑鉄準備ヤード、還元鉄および副原料貯蔵ホッパー、および電気炉本体のある電気炉ヤードより成る。また、貯蔵用ホッパー

と屑鉄準備ヤードの間に電気炉用集塵機を設置した。

炉前作業床は電気炉本体を中心に、操業に必要な充分な広さをとった。主原料および副原料の貯蔵ホッパーは建設費を下げるために電気炉ヤードと別棟に設置した。

屑鉄装入用バケットの移動用台車線は、電気炉への装入作業とバケットへの屑鉄積み込みクレーンの差し合いによって影響されることのない様配慮している。

電気炉操作室は2炉集中制御出来る位置に設置し、設備の合理化をはかった。また電気炉用トランス室は電気ロスを極力低減する場所に配置している。

また、電気炉ヤードの端には炉蓋の修理場を設けた。

電気炉操業と連続鑄造の作業が交錯しないよう電気炉ヤードと連鑄ヤードの間に取鍋の準備ヤードがある。

工場は作業性を考慮したコンパクトな配置にすると共に第2期で電気炉を増設する際、更にはその後の拡張の余地も考慮にいれ、且つ工事の容易さも考えた計画としている。

レイアウトの詳細についてはFig. 15.3.3 に示してあるので参照されたい。

ii 還元鉄設備

還元鉄はベルトコンベアで製鋼工場内へ輸送され、選択した貯蔵ホッパーにトリッパーで供給される。このホッパーは5.6ヒート分(400 m^3 /炉)の容積を持ち、ホッパー内の残量が2ヒート分に減ると自動的に満杯になるまで供給される仕組みとなっている。

また、焼石灰は9.5ヒート分(100 m^3 /炉)の貯蔵ホッパーを有し、還元鉄と同じコンベアで同様のシステムにて輸送される。

コンベアの稼働率は第2期完成時で約51%となり充分な余力を有している。

貯蔵ホッパーからの切出しは遠隔操業にて、使用量を設定することにより定量切出しされ、コンベアで連続的に電気炉内へ自動投入することが出来る。

還元鉄(Fe分)と屑鉄の使用割合は8:2とし、還元鉄は1ヒートあたり128トンとする。

Table 15.3.7に還元鉄の性状を示す。

Table 15.3.7 還元鉄の性状

Total Fe	91%
Metallization	93%
C content	1.5%

III 屑鉄設備

屑鉄はトラックで製鋼工場内の屑鉄準備ヤードに搬入され積み置きされる。このヤードの面積は屑鉄使用量の4日分に相当する広さ(3,000 m^2)を有する。屑鉄はここからマグネット・クレーンで移動台車上の装入バケットに積み込まれる。この場合、積込量は台車下に設けてある秤量機で計られ且つ連続的にその値が表示される。

積込完了した装入バケットは吊上げられて電気炉の炉頂からバケットの底を開いて装入される。屑鉄使用量は1ヒートあたり30トンである。

IV 副原料設備

副原料の銘柄は、焼石灰、ホタル石、合金鉄、加炭材とし、合金鉄はFe-Mn、Fe-Si、その他の6種類とする。焼石灰の設備については前述の還元鉄の項を参照されたい。焼石灰以外の副原料は各々トラックで製鋼工場外の副原料ヤードから運ばれて電気炉の受入用地下バンカーにあげられる。

受入用地下バンカーは、1基で全銘柄共通とし、これから毎時100トンの輸送能力のコンベアで材料を送り出して任意の貯蔵ホッパーにトリッパーで供給することが可能である。貯蔵ホッパーは、2日分の使用量と1回のトラック受入量10トンが入る容積を持ち、演算装置により受入量から使用量を減算して常時ホッパーの残量管理を行いながら残量が2日分に減ると“受入可能”を表示する仕組みである。

コンベアの稼働率は昼間(8時間)のみ稼働するのとして第2期完成時に約70%で充分な余力を有する。

貯蔵ホッパーからの切出しは遠隔操作により使用量を設定することにより定量切出しされ、還元鉄と同一のコンベアで連続的に電気炉中へ自動投入することが出来る。なお材料の性状および使用量をTable 15.3.8に示す。

また化学組成を示すとTable 15.3.9の通り。

V 電気炉設備

a. ウルトラ・ハイ・パワー

本工場の電気炉の炉容は1ヒートあたり150トンで、ウルトラ・ハイ・パワー(UHP)方式を採用した。一般に電気炉の生産性は1回の製鋼作業時間のうち、約50%を占める溶解期を如何に短縮し得るかにかかっている。その対策として従来は大型炉で単位時間当りの電力量を増加させる方策をとって来た。これは従来の考え方が高電圧、低電流の方が電力の力率(電気効率)が高い(90~95%)ので電気効率の面で有利であるとされていたが、この様な方法で電力

Table 15.3.8 主原料、副原料の性状と使用量

	Grain size	Bulk specific gravity	Unit consumption	Used per heat (tonnes, kg/t)	Used per day
DRI	50 mm	1.8	935 kg/t	140t (Fe, 128t)	4,040t (Fe, 3,670t)
Scrap	-	0.6	213	30	920
Burnt lime	10~40	1.0	70	10.5	300
Fe-Mn	25~60	3.5	5.6	840 kg/t	24
Fe-Si	40~100	1.5	0.7	100	3
Fluorite	10~80	1.5	2.5	370	11
Carburizing material	5~25	0.5	3.6	540	16
Al	Rod		2	300	7

Table 15.3.9 副原料の主たる化学組成

Name	Chemical composition
Burnt lime	CaO 90~94%, SiO ₂ 3~4%, Ig-loss 2~3%
Fe-Mn	Mn 73~78%, C ≤ 7.3, Si ≤ 1.2, P ≤ 0.40, S ≤ 0.40
Fe-Si	Si 75~80%, C ≤ 0.2, P ≤ 0.05, S ≤ 0.02
Fluorite	CaF ₂ 75~83%
Carburizing material	C 98%

を増加するとロング・アークのため炉壁レンガが損傷し易く、また激しい電力負荷の変動によってフリッカー現象が起るといふ問題がある。

ここで、

$$\text{電力 (kW)} = \text{変圧器容量 (kVA)} \times \text{力率}$$

なる関係があり、kVAを大きくすることにより力率を落しても大電力を得ることが可能であることが判る。UHP操業においては、力率を下げながらも(70%程度)低電圧・大電流の安定したショート・アークの所謂低力率主電力操業を行い、溶解を迅速にしながら耐火物の損傷を少くしようというものである。

本計画では、炉用トランスは75,000 kVA とした。また、溶解自動運転装置の採用により安定した迅速溶解を可能とする。

b. 電 極

電極は直径610mmである。UHP用として電気比抵抗、熱膨張係数が小さく、耐衝撃性や機械的強度の大きいものが要求される。

電極昇降装置は作動性能に留意した電動ワイヤーロープ捲取式である。

c. 炉 体

炉殻内径7,300mmとした。UHPでは短時間に大電流を投入するため炉壁耐火物の溶損対策は重要である。その為、炉壁のホット・スポットをはじめとして本計画では炉壁および炉蓋に、レンガの代わりに水冷ジャケットを大幅にとり入れる構造とした。この水冷ジャケット方式は従来のレンガ方式に比べて炉壁、炉蓋の寿命が延長し大幅のコスト・リダクションが期待出来る。

電気炉の概略図をFig. 15.3.4 およびFig. 15.3.5 に示す。

d. そ の 他

炉体傾動装置はラック・ピニオンによる電動式である。炉蓋の昇降と旋回、扉の開閉は油圧駆動式とする。これらの運転はいずれも炉前の操作室から遠隔操作によって行われる。

電気炉からの排煙は炉体の反出鋼筒側の扉より行い、炉下に置いたノロ路で受けセルフ・ローディング車に積載された製鋼工場外のスラグ・ヤードに運ばれる。

スラグ・ヤードへ運ばれたスラグは冷却、破砕され一部マグネットによりスラグの鉄分が回収される。

VI フリッカー補償装置

一般にアーク炉では電流が不規則な時間的変動を繰り返えし、特に溶解期の初期は電流の変動が著しい。これに対しては勿論自動電極調整装置により電流が一定になる様に制御しているが、電流の速い変動は必ずしもおさえきれない。従ってこの場合電源インピーダンスにより電圧降下が炉電流の変化に伴って変動し、供給変動所母線の電圧が時々変化するので、同じ母線などから供給されている電灯などの明るさが変化し、ちらつき感を起す。これがフリッカーで、アーク炉で問題となるものである。

本計画では、これの防止対策としてフリッカー補償装置を設置している。詳細は別項ユーティリティの部門(電力)で述べるので参照されたい。

なお、この様な電圧変動は電源の容量にも関係するもので、炉の変圧器容量に比して電源の容量が小さい場合にはフリッカーとしての問題が起ることになる。後背地の電力事情の整備が重要

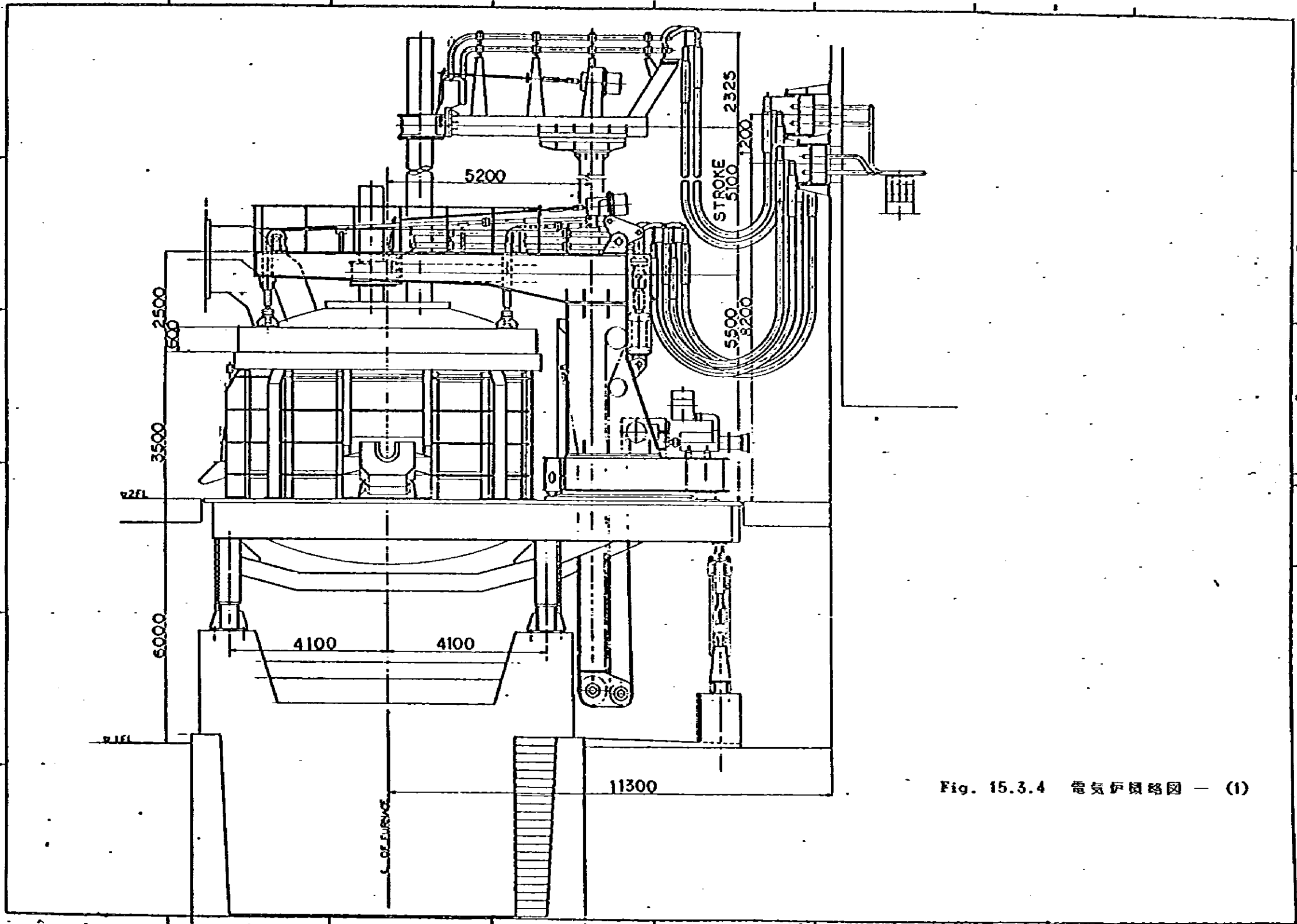


Fig. 15.3.4 電気炉概略図 — (1)

である。

VII 集塵設備

この電気炉設備では、環境汚染、公害防止に特に考慮し、三つの系統の集塵設備をとりつけ万全を期した。

即ちその一は、電気炉の溶解作業中および精錬中に電気炉から発生する排ガスを炉頂からダクトで吸引し、バッグフィルターで集塵するものである。バッグフィルターは各炉毎に独立に設置し、処理ガス量は1基あたり毎分3,000 m^3 (ガス温度220℃の時)とする。

その二は、屑鉄投入時や出鋼時に発生する排ガスは上記方式によって炉頂からの吸引が出来ないので、これを補足するため建家塔載式電気集塵機を設置した。この電気集塵機は電気炉2基を1組として集塵機1基設置し、処理ガス量は1基あたり毎分20,000 m^3 (排ガス温度50℃にて)とする。

これまでの一般の所謂建家集塵機は、処理ガス量が大量となり、また地上に集塵機を設けると排風機用電動機の容量が著しく大きくなるのでランニングコストが高くなることはまぬかれなかった。これを軽減するために建家屋上に塔載した電気集塵機とし、且つダスト処理を容易にするために乾式を採用した。

その三は、主原料および副原料のコンベア乗り継ぎ部や貯蔵ホッパー投入口から発生する粉塵をバッグフィルター式集塵機で処理しようとするものである。バッグフィルターは各炉共通とし、処理風量は毎分2,000 m^3 (ガス温度20℃の時)とする。

VIII 溶鋼運搬設備

電気炉からの出鋼は、炉下の受鋼台車上に設置されている取鍋(溶鋼鍋)で受け、隣接の取鍋ヤードに受鋼台車で移動される。

取鍋の容量は最大160トンとし、稼働中の鍋の他に修理中、待機中も含めて14個用意した。

取鍋の底の注入口には“電動ロータリー式ノズル”をとりつけ、注入作業の安定性、信頼性を高めた。また取鍋のノズルの開閉はこのロータリーノズルにより遠隔操作が可能である。

待機中の取鍋を保熱するためと内張レンガ修理後の取鍋を乾燥するために、加熱装置を4基設置した。燃料は天然ガスである。

その他、取鍋修理設備とロータリーノズル修理設備をもうけた。

IX 起重機設備

起重機の容量は、次の条件から決定した。

a. 屑鉄積込みクレーン

$$(\text{屑鉄最大} 7 \text{ t}) + (\text{マグネット} 8 \text{ t}) = 15 \text{ t}$$

b. 屑鉄装入クレーン

主原料が屑鉄だけの操業を考慮し、その時の屑鉄嵩比重を 0.8 t/m^3 とすれば、

$$\text{屑鉄} 44 \text{ t} + \text{バケット自重} 27 \text{ t} \approx 75 \text{ t}$$

c. 取鍋クレーン

溶 鋼(最大)	160 t	} 240 t
取 鍋 自 重	75	
ロータリーノズル	2	
そ の 他	3	

d. 鍋修理クレーン

$$\text{溶鋼鍋自重(レンガ積後)} \quad 75 \text{ トン}$$

(8) 電気炉機器リスト

電気炉設備仕様一覧表を示すと Table 15.3.10 の通りである。

なお、電気炉設備の配置図については、前記の製鋼工場の概要の項にある Fig. 15.3.3 を参照されたい。

(9) 電気炉作業

電気炉における主体作業は、前述の設計条件の項の通り、屑鉄装入 — 屑鉄溶解 — 還元鉄の連続的装入と溶解 — 排滓 — 精錬 — 出鋼 — 補修というサイクルを繰り返えし、“Tap to Tap” で189分を計画している。

これらの作業フローを模式的にあらわすと、Fig. 15.3.6 の如くである。

(10) 電気炉作業における操業諸元

主原料および副原料・その他資材の原単位、年間使用量について Table 15.3.11 に、またユーティリティの原単位、年間使用量を Table 15.3.12 に示す。

Table 15.3.10 電気設備リスト

Classification	Name of equipment	No.	Main specifications
1.	Main material equipment		
1	DRI transporting conveyor	1 Set	Transporting capacity: 900 t/h, belt width: 1,050 mm
2	DRI storage hopper	20 Units	Capacity: 100 m ³ /unit with supervisory device for remaining amount (including 4 units for raw lime)
3	DRI draw out device	4 Units	Draw out capacity: 100 t/h including specified amount drawing out device, automatic weighing device)
4	Scrap charging bucket	5 Units	Capacity: 55 m ³ /unit, clamshell type
5	Scrap charging bucket transporting car	2 Units	Load capacity: 70t, electric selfpropelling
6	Scrap weighing machine	2 Units	Weighing value: max. 50t
2.	Sub-materials equipment		
1	Receiving hopper	1 Unit	Capacity: 15 m ³
2	Transporting conveyor	1 Set	Transporting capacity: 100 t/h, belt width: 600 mm
3	Storage hopper	24 Units	6 types/furnace (18 m ³ x 2 units, 10 m ³ x 2 units, 7 m ³ , 5 m ³) with supervisory device for remaining amount.
4	Drawing out device	4 Units	Drawing out capacity: 100 t/h including specified amount drawing out device, automatic weighing device. (same conveyor to be used as for DRI).
5	Charging machine	2 Units	Load capacity: 2t, self-propelling
3.	EAF equipment		
1	EAF	4 Units	Capacity: 150t, inside diameter of furnace shell: 7,300 mm, electrode diameter: 610 mm
2	Transformer	4 Units	Capacity: 75,000 kVa
3	Slag pot	15 Units	Capacity: 16 m ³ /ladle
4	Slag pot carrier	5 Cars	Load capacity: 50t, self-propelling type
5	Electrode connecting device	2 Units	Tightening torque: 100 ~ 400 kg-m
4.	Dust collecting equipment		
1	Furnace top suction dust	4 Units	Bag filter type, volume of gas treatment: 3,000 m ³ /min/unit (gas temperature 220°C).

Table 15.3.10 (つづき)

Classification	Name of equipment	No.	Main specifications
4.	2 Dust collecting equipment on building	2 Units	Electric dust collector, volume of gas treatment: 20,000 m ³ /min/unit (gas temperature 50°C)
	3 Dust collector for the auxiliary materials	1 Unit	Bag filter type, volume of gas treatment: 2,000 m ³ /min/unit (gas temperature 20°C)
5.	Crane equipment		
	1 Scrap loading crane	4 Units	15t x 18m, with lifting magnet
	2 Scrap charging crane	2 Units	75t/20t x 22m
	3 Ladle crane	2 Units	240t/40t x 22m
	4 Ladle repair crane	1 Unit	75t/20t x 22m
6.	Ancillary equipment		
	1 Various types of piping	1 Set	O ₂ piping, natural gas piping, compressed air piping, cooling water piping, tap and effluent water piping
	2 Pneumatic sample transportation equipment	1 Set	Furnace (2 positions), analyzing room
	3 Air conditioning equipment	1 Set	
	4 Communication equipment	1 Set	
7.	Electrical equipment	1 Set	Power source equipment, shop lighting, power source for cranes
8.	Instrumentation equipment	1 Set	Instrumental power source equipment, molten steel temperature measuring equipment
9	Constructions		
	1 Scrap yard	1 Bldg.	20m x 252m, crane rail height 12m
	2 Bunker yard	1 Bldg.	10m x 252m, height of eaves 12m
	3 EAF yard	1 Bldg.	25m x 252m, height of crane rail 25m
	4 Ladle yard	1 Bldg.	25m x 252m, height of crane rail 27m
	5 Working floor for the furnace	1 Set	= 4,000m ² , height 6m
	6 Control room in front of furnace	2 Bldgs.	10m x 20m
	7 Transformer room	4 Bldgs.	15m x 15m - 2-storied bldg.
	8 Electrical room	1 Bldg.	35m x 40m - 2-storied bldg.
	9 Analysis room	1 Bldg.	
10 Office room	1 Bldg.		
10.	Civil engineering work	1 Set	Building foundation, foundation for equipment

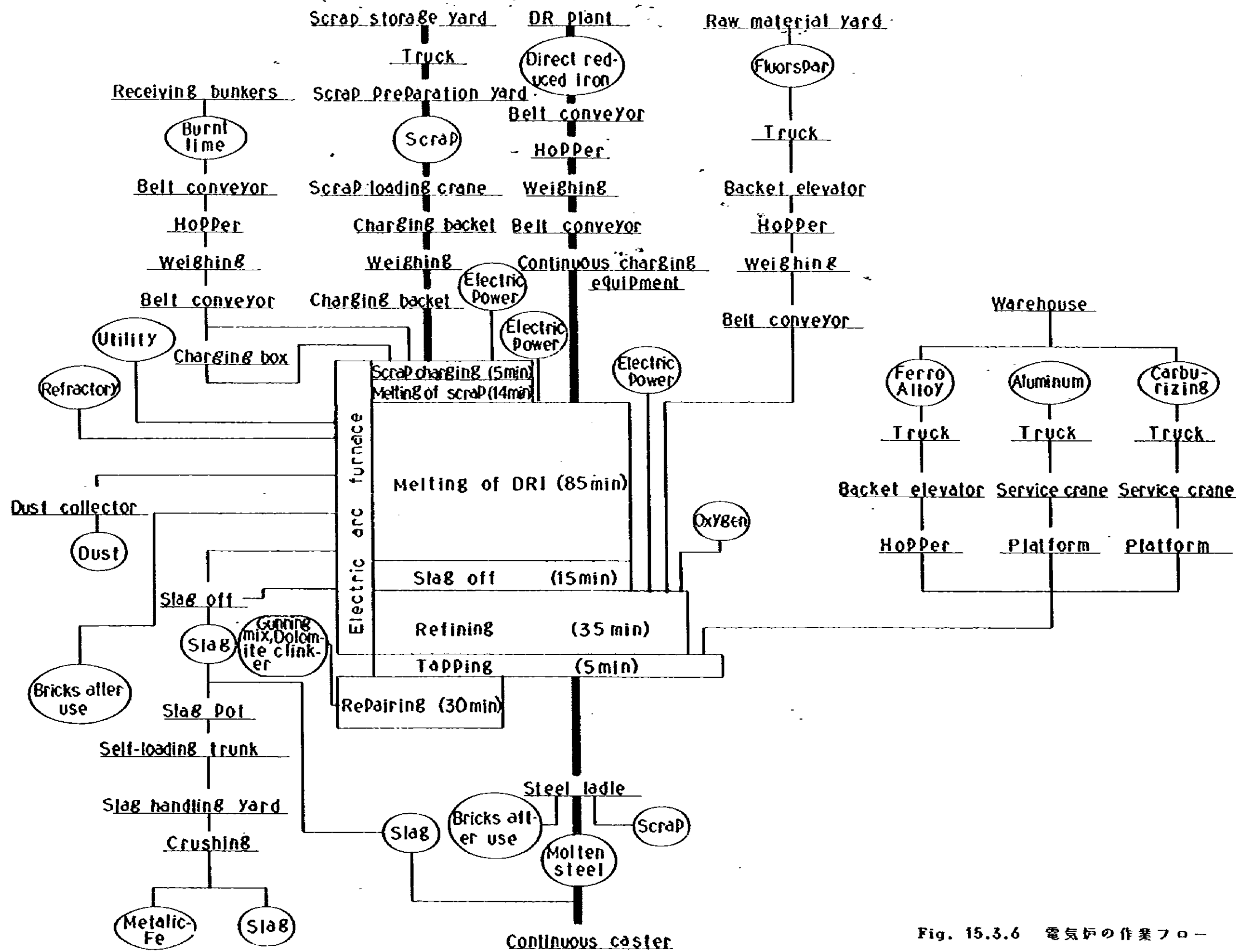


Fig. 15.3.6 電気炉の作業フロー

Table 15.3.11 電気炉の主原料・副原料等年間使用量

Classification	Items	Unit consumption	Annual consumption 1st stage	Annual consumption 2nd stage
Main materials	DRI (Fe content)	935 kg/t (850)	1,211,000 t (1,102,000)	1,912,000 t (1,740,000)
	Scrap	213	276,000	435,000
Sub-materials	Burnt lime	70 kg/t	90,700 t	143,100 t
	Fuorite	2.5	3,200	5,100
	Fe-Mn	5.6	7,250	11,400
	Fe-Si	0.7	900	1,400
	Al	2	2,600	4,100
	Carburizing material	3.6	4,700	7,400
Others	Electrode	7 kg/t	9,100 t	14,300 t
	Furnace shell brick	9.8	12,700	20,000
	Gun-mix	8	10,400	16,300
	Dolomite clinker	10	13,000	20,400

Table 15.3.12 電気炉のユーティリティ年間使用量

Name	Unit consumption	Annual consumption (1st stage)	Annual consumption (2nd stage)
Electric power	756 kWh/t	979,000 x 10 ³ kWh	1,545,000 x 10 ³ kWh
Natural gas	12 Nm ³ /t	15,500 x 10 ³ Nm ³	24,500 x 10 ³ Nm ³
Compressed air	8	10,400 x 10 ³	16,400 x 10 ³
Oxygen	5	6,500 x 10 ³	10,200 x 10 ³
Recirculating water	63 m ³ /t	8,800 x 10 ³ m ³	12,900 x 10 ³ m ³
Make-up water	3.1	3,960 x 10 ³	6,300 x 10 ³
Industrial water	3.1	3,960 x 10 ³	6,300 x 10 ³

(11) 連続鋳造設備の概要

この連続鋳造設備(CC)では、生産計画の項で示した如く、第1期に於いて150トン電気炉4基で生産される年間1,295,000トンの溶鋼の全量をスラブに鋳造するため2ストランドの塔島型スラブ連続機2基を有する。また第2期においては電気炉6基から生産される溶鋼年間2,044,000ト

ンを処理するため更に2ストランドのスラブ連続機1基を増設し、合計3基の連続機を有することになる。

ここで取扱う設備の範囲は電気炉から出鋼後、取鋼内溶鋼の温度調節装置以降の連続铸造機本体ならびにその附帯設備、スラブの手入設備、搬出装置およびこれに関連するクレーン設備等である。

機器の仕様、型式、容量・能力等の算定にあたっては、生産計画にもとづき当方で策定したプロダクト・ミックスによった。

また、スラブは全て熱延工場および冷延工場向である。

連続铸造設備の作業概要を記すと次の通りである。電気炉から出鋼された溶鋼を取鋼で受鋼し、レードル・カーでスウィング・タワー・ヤードに移送する。ここでレードル・クレーンにて取鋼を吊り上げ、溶鋼温度調節装置に鋼をセットする。温度調整は窒素ガスまたはアルゴンガスのバブリングと冷却材の投入装置ならびに测温、サンプリング装置から成る。調整が終わった取鋼はスウィング・タワーに搭載される。一方予熱を終了したタンディッシュを铸造位置に走行させた後スウィング・タワーを放回して鋼を铸造位置に固定する。以後、取鋼ノズル開 → タンディッシュ・ノズル開 → ダミーバー引抜開始と順次装置を作動させて铸造作業を行う。铸造し切られたスラブは、ローラーテーブル上より電動トング付クレーンにてパイリングされ、土間冷却場において表面温度が1,000℃以下になるまで散水冷却される。次にスラブをリフティング・マグネット付クレーンでコールド・スカーフィング・ラインに移動させ、スラブ表面のスカーフィングを行う。更に重手入を要するスラブはハンド・スカーフィングされる。手入済スラブはクレーンでパイリング作業が行われ、スラブ・カーによって直接熱延工場に搬出される。

以上の主要機器の配置はレイアウト図面に記載してある (Fig. 15.3.3)。

なお、レイアウトの選定にあたって、第1期、第2期の連続機合計3基の他、更に将来、連続機および附帯設備の拡張の余地を考慮にいった。

(12) 連続铸造設備の設計条件

i 生産量

第1期、第2期の生産計画をTable 15.3.13に、またスラブ・サイズを決定するためのホットストリップ・ミルのプロダクト・ミックスを示すとTable 15.3.14の通りである。

ii スラブ・サイズ

連続铸造によって製造されるスラブの寸法は後工程の熱延コイルの形状によってTable 15.3.15の如く計画した。

Table 15.3.13 連続铸造生産計画と基準歩留

		1st stage		2nd stage	
		Tonne/year	%	Tonne/year	(%)
Molten steel	Tapping	1,295,000		2,044,000	
Slab	As cast slab (yield to steel tapped)	1,230,000	(95)	1,942,000	(95)
	Conditioned (yield to as cast slab)	1,205,000	(98)	1,903,000	(98)

Table 15.3.14 ホットストリップ・ミルの
プロダクト・ミックス

Slab width	1st stage		2nd stage	
	Tonne/year	(%)	Tonne/year	(%)
2.5 feet	196,000	16.8	268,000	14.5
3.0	126,000	10.8	332,000	18.0
4.0	801,000	68.5	1,177,000	63.8
5.0	46,000	3.9	69,000	3.7

Table 15.3.15 スラブ・サイズ

		Size
Slab	Thickness	200 mm
	Width	800 ~ 1,600 mm
	Cut length	4,000 ~ 9,300 mm
	Weight	max. 22,900 kg

iii 製造鋼種

先に、生産基本計画で示した通りホット・ストリップ向けおよびコールド・ストリップ向け低炭素鋼とする。

iv 年間稼働日数

連続铸造は電気炉と同じく1日3交代24時間稼働の所謂連続操業とし、年間稼働日数は300

日とする。非稼働時間の前提はTable 15.3.16 の通りである。

Table 15.3.16 連続铸造非稼働時間

	Frequency and hours	Annual total
Periodical repair	Once/week x 12 hours	624 hours
Overhaul repair	Once/year x 7 days	168 hours
Down time (accidents, troubles)	8.78% x 8,760 hours	768 hours

V 铸造回数

a. 電気炉からの出鋼回数

$$\text{第 1 期} \quad \frac{4,317\text{t/日}}{150\text{t/ヒート}} \approx 29\text{ヒート/日}$$

$$\text{第 2 期} \quad \frac{6,813\text{t/日}}{150\text{t/ヒート}} \approx 45\text{ヒート/日}$$

b. 電気炉からの出鋼ピッチ

$$\text{第 1 期} \quad \frac{1,440\text{分/日}}{29\text{ヒート}} \approx 50\text{分}$$

$$\text{第 2 期} \quad \frac{1,440\text{分/日}}{45\text{ヒート}} \approx 32\text{分}$$

c. 連続铸造1基当りの铸造回数

$$\text{第 1 期} \quad \frac{29\text{ヒート/日}}{2\text{基}} \approx 14.5\text{ヒート/日}$$

$$\text{第 2 期} \quad \frac{45\text{ヒート/日}}{3\text{基}} \approx 15\text{ヒート/日}$$

VI 铸造時間・サイクルタイム

連続铸造の主体作業に要する時間は、铸造のための準備時間と铸造時間そのものとに分けると

とが出来る。従って連続鋳造の作業サイクルを図示すると Fig. 15.3.7 の如くである。

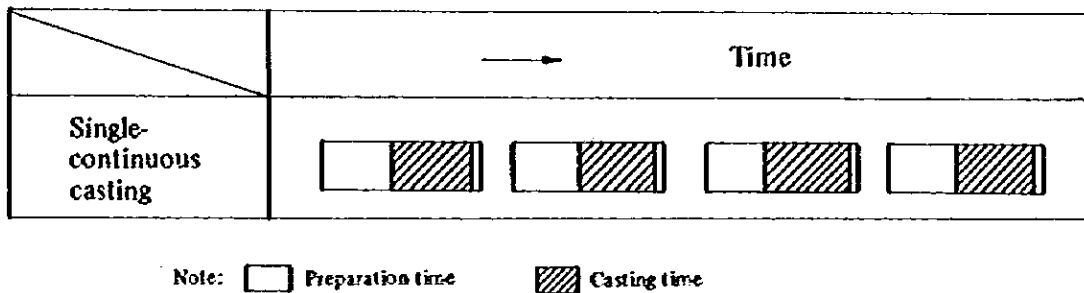


Fig. 15.3.7 連続鋳造のサイクル説明図

ここで、連続鋳機1基あたりのサイクルタイムを単純な計算から求めてみると、

$$\text{第 1 期} \quad \frac{1,440\text{分}}{145\text{ヒート}} \approx 100\text{分}$$

$$\text{第 2 期} \quad \frac{1,440\text{分}}{15\text{ヒート}} \approx 96\text{分}$$

ということになる。従って、例えば第1期では、電気炉4基から50分ピッチで150トン/ヒートの溶鋼が出廻され、これを2基の連続鋳機で受けて準備時間、鋳造時間を含めて100分以内に作業を終えて、夫々のマシンが1日145 ヒート処理するということになる。

a. 準備時間

鋳造のための準備時間は Table 15.3.17 を前提とする。

b. 連続 — 連続鋳造

古典的な連続鋳造では Fig. 15.3.7 に示した如く各ヒートの鋳造毎に、鋳造時間にほぼ匹敵するくらいの準備時間がつきまとうために実質的な鋳造時間率(延鋳造時間/暦時間×100%)が低くなる。これを改善し得るのが連続 — 連続鋳造(連々鋳)であって作業サイクルを Fig. 15.3.8 に示す。

c. 鋳造時間

1日に処理すべき鋳造回数と準備時間を考慮すると、許容される鋳造時間は、次式で示す如くである。

Table 15.3.17 連続铸造準備時間

Item	Minutes
Head cooling (cooling of preceding slab head)	3
Slab extraction (extraction of preceding slab)	20
Dummy bar insertion (for next casting)	10
Mould seal (for next casting)	10
Tundish setting (for next casting)	5
Ladle setting	2
Total	50 minutes

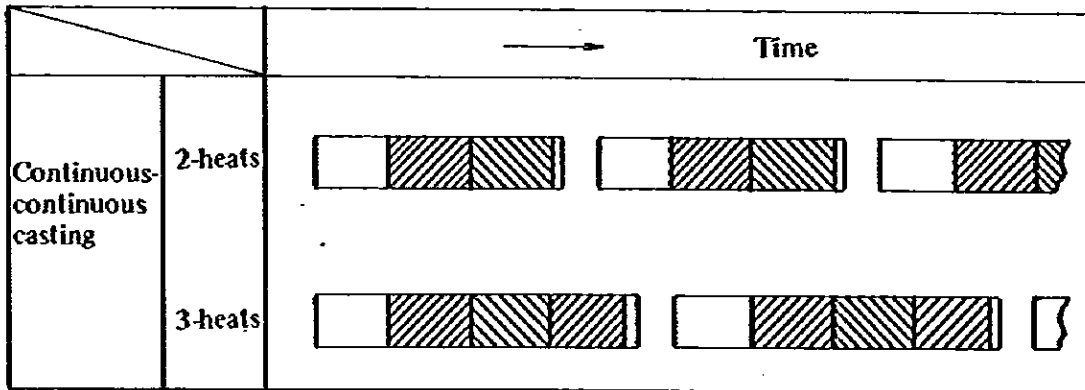


Fig. 15.3.8 連続 — 連続铸造のサイクル説明図

$$1,440 \text{分/日} = \left(T_c + \frac{50}{n} \right) \times 145 \text{ヒート/日}$$

T_c = 铸造時間(分)

n = 連々铸比

いま連々铸比 1.0、即ち連々铸を行わないで単発铸造のみで行うと、 $T_c = 50$ 分以内でなければならぬが連々铸比 $n = 15$ 、例えば 2 ヒート連々铸を行って 1 ヒート単発铸造を

行方という鑄造スケジュールとすれば、許容される鑄造時間は66分までとなって可成り作業にゆとりが持てる。また同一鑄造時間であればそれだけ処理し得るヒート数が増加することになる。

d. 鑄造速度

上記諸項目の検討の結果、本計画では達々鑄比は1~2、平均1.5とする。また鑄造時間は余裕をみて50~60分と想定する。

鑄造速度であるが、いま標準的なスラブサイズを200×1200mm（断面）、溶鋼の比重を7.85とし、1ヒートあたり150トンの

$$\frac{\text{処理すべき溶鋼量 } t}{\text{スラブ単位長さ当りの重量 } t \times \text{鑄造速度 } m/\text{分}} = \text{鑄造時間(分)}$$

溶鋼を2ストランドのマシンで処理する場合、平均的な鑄造時間55分とするためには上式によって、毎分0.72mとなる。

スラブサイズ別の鑄造速度 — 鑄造時間の関係をTable 15.3.18に示す。

なお、本連鑄機の鑄造速度の設計値は、平均値の20%アップをみて、毎分1.5mとした。

(13) 連続鑄造の生産能力

以上述べた各諸元数値を用いて、この連鑄機の操業シミュレーションを行った。Fig. 15.3.9は電気炉が4基とも稼働中の場合、Fig. 15.3.10は電気炉が1基炉修中3基稼働中の場合である。これらより、通常の操業状態ではスラブサイズの変更を1日あたり7~8回行っても計画の生産量は確保出来ることが判る。

(14) 連続鑄造設備仕様の説明

i. レイアウト

連続鑄造関係設備の配置されるヤードを、物の流れにしたがってレールドルヤード、鑄造ヤード、切断ヤード、スラブ冷却ヤードおよびスラブ手入ヤードに分けた。

タンディッシュの修理は鑄造ヤードの端に、また機械整備場を切断ヤードの端に設けてある。スラブは冷却、手入された後専用のスラブ・カーにて直接熱延工場のスラブヤードに搬送出来る様レイアウトした。

また、電気室は電気炉と兼用にして一括して工場建屋の外側に、また連鑄用の水処理場—集水

Table 15.3.18 サイズ別铸造速度・時間

(minutes per heat)

Slab width	Speed		0.6 (m/min)	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
	Unit weight										
800 mm	1.25 t/m				75	67	60	54	50	46	43
850	1.33				70	63	56	51	47	43	40
900	1.40			77	67	60	54	49	45	41	
950	1.48			72	63	56	51	46	42	39	
1,000	1.56		80	69	60	53	48	44	40		
1,050	1.64		76	65	57	51	46	42	38		
1,100	1.72		73	63	54	48	44	40			
1,150	1.79		70	60	52	47	42	38			
1,200	1.87		67	57	50	45	40				
1,250	1.95		64	55	48	43	38				
1,300	2.03		62	52	46	41	37				
1,350	2.11		59	51	44	39					
1,400	2.18		57	49	43	38					
1,450	2.26		55	47	41	37					
1,500	2.34		53	45	40						
1,550	2.42		52	44	39						

池、フィルター、冷却塔、ポンプ、高架水槽等を配置した。

これについては、既に Fig. 15.3.2 および Fig. 15.3.3 に示したので参照されたい。

ii 連続铸造設備

連続機本体の基本設計諸元は前項で検討した通りであるが、連続機の機長(ピンチロールを含めた鋳片支持長さ)は次式で求められる。

$$L = v_c \left(\frac{S}{K} \right)^2$$

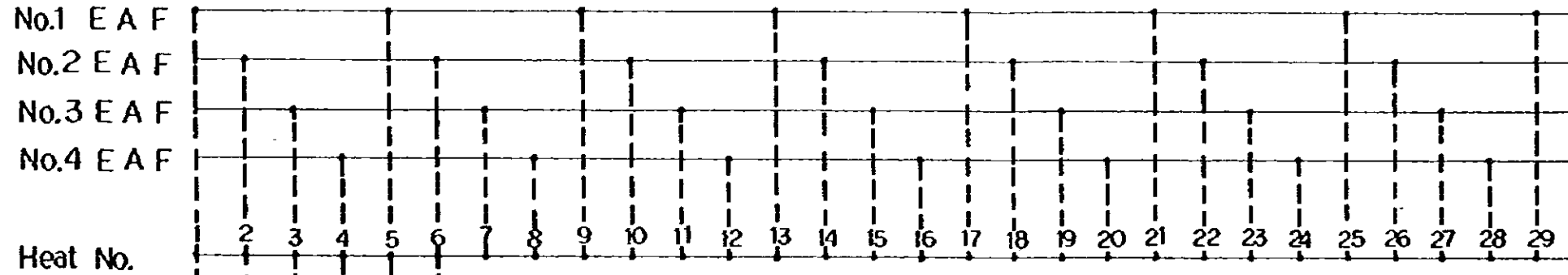
L : 機 長 (m)

v_c : 铸造速度 (m/min)

S : シェル厚さ (mm)

K : 凝固係数 (mm/√min)

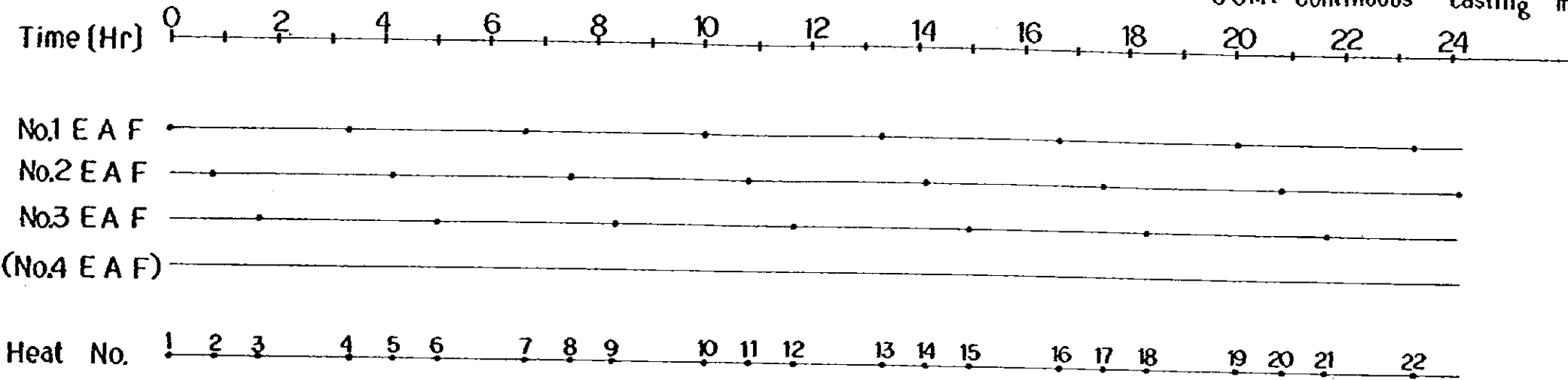
Remarks: c/w : Changing the slab width
 EAF: Electric arc furnace.
 CCM: Continuous casting machine



												Cycle pattern
CASE I	No.1 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-2-c/w-
	No.2 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-c/w-2-
CASE II	No.1 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-2-c/w-2-c/w-
	No.2 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-c/w-2-c/w-2-
CASE III	No.1 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-1-2-c/w-
	No.2 CCM	c/w ————— c/w ————— c/w —————										1-1-c/w-2-

Fig. 15.3.9 連続鋳造作業のシミュレーション (1)

Remarks C/W : Changing the Slab width
 EAF : Electric ark furnace
 CCM : Continuous casting machine



												Cycle Pattern		
CASE I	No.1 CCM	—	C/W	—	—	C/W	—	—	C/W	—	—	C/W	—	1 - C/W - 2 -
	No.2 CCM	—	—	C/W	—	—	C/W	—	—	C/W	—	—	—	2 - C/W - 1
CASE II	No.1 CCM	—	—	—	C/W	—	C/W	—	—	—	—	C/W	—	2 - 2 - C/W - 1 - C/W - 1 -
	No.2 CCM	—	C/W	—	—	—	—	C/W	—	C/W	—	—	—	1 - C/W - 1 - 2 - 2 - C/W -
CASE III	No.1 CCM	—	—	C/W	—	—	—	C/W	—	—	—	C/W	—	C/W - 1 - 1 - 1 -
	No.2 CCM	—	—	—	C/W	—	—	—	C/W	—	—	—	C/W	1 - 1 - 1 - C/W -

Fig. 15.3.10 連続鋳造作業のシミュレーション (2)

凝固係数を $27 \text{ mm}^2/\text{min}$ とすれば、機長は 20.6 m となる。

連続機の型式は、铸造鋼種、建設費、操業のしやすさ、能率等を考慮にいれてカーブドモールドを備えた彎曲型とし、曲率半径は 10.5 m とした。ピンチロールはマルチタイプとした。連続機の主要目を記すと Table 15.3.19 の通りである。

Table 15.3.19 連続铸造機主要目

		Major specifications
Type		Curved mould type
Number of strands		2
Strand interval		5,000mm
Slab size	Thickness	200mm
	Width	800 ~ 1,600
	Length	4.0 ~ 9.3m
Max. slab weight		21.9t
Machine length		20.6m
Casting radius		10.5m
Max. casting speed		1.5m/min.
Pass line height		FL + 800mm
Casting floor height		FL + 11,300mm

これらについての概略図を示すと Fig. 15.3.11の通りである。

iii 連鑄附帯設備

鑄造中の取鍋の支持は、連々鑄作業が容易に出来るようスウィング・タワーを設け、それに取鍋昇降装置をつけてタンディッシュの殺漬ノズルの使用に便ならしめた。

タンディッシュは安全上と鋼の品質の問題からT字型のものとした。タンディッシュ・カーを鑄造機の両側に夫々配置し、そこに予熱装置を設けた。鑄造トラブルによるタンディッシュからの溶鋼のオーバーフローは、非常樋を鑄造床上に設け、その先端に空鍋を置いて対処することにした。この非常樋は取鍋ノズルのトラブル時の処理と共用である。

iv スラブ手入設備

連鑄機と同調切断機によって所定の長さに切断されたスラブは、温片状態で各マシン毎にバイリングされる。本計画ではスラブ・クレーンを設けず、土間にて散水冷却することとした。理由は設備費の節約と、将来温片スラブを直接、熱延工場に加熱炉に装入して歩留向上、省エネルギーをはかる所謂温片装入方式の可能性の余地を持たせるためである。

冷却済スラブは、コールド・スカーファークに移されるが、重手入を要するものは更にハンド・スカーフ・ラインに送られる。

本設備の附帯設備として、コールドスカーファーク用集塵装置と、スカーファーク用水処理装置とがある。前者は2基のスカーファークがラップした状態でも吸引および集塵が可能なだけの容量を有する湿式電気集塵機とし、その濁水処理も含めて環境対策を配慮した。スカーファークの水処理装置は高圧水ポンプ、スケール・スルース、スケール・ピット等から成る。

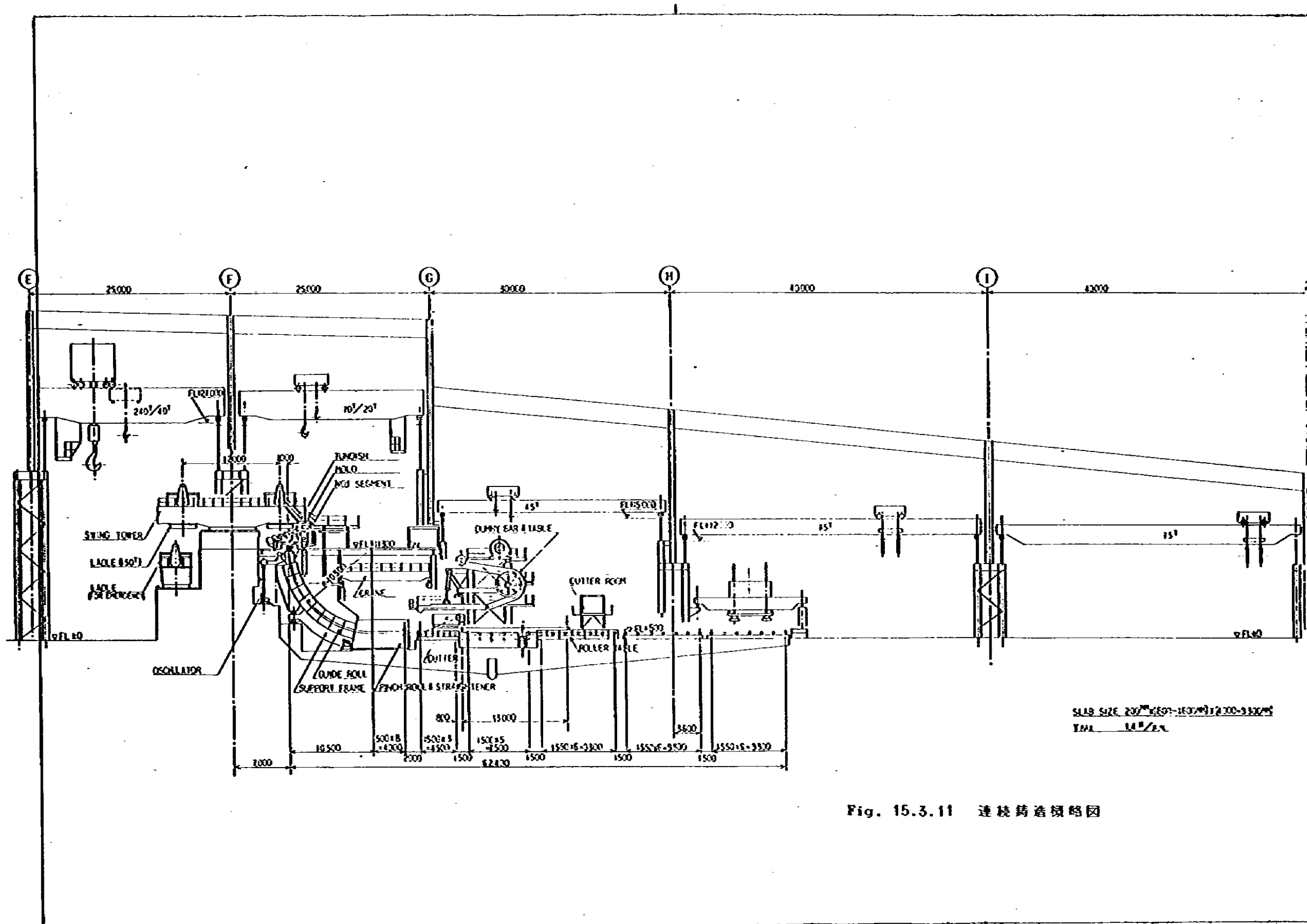


Fig. 15.3.11 連枝铸造机略图

V 熱延工場へのスラブ搬送

スラブは3～4枚単位にパイリングされて専用の搬送台車により熱延工場のスラブヤードへ送られる。この台車は製鋼工場と熱延工場を結ぶ半地下式の軌条の上を毎分200 m程度で走行し、遠隔操作の自動運転で制御される。

台車は第1期に於いては1台、第2期で更に1台増設するものとする。

(15) 連続铸造機器リスト

設備仕様一覧表を示すと Table 15.3.20 の通りである。

(16) 連続铸造作業

連続铸造に係わる作業は大きく分けて三つに整理される。まずその一は取鍋およびタンディッシュの準備、ノズルの整備、そしてグミーパーの挿入、鋳型整備とあと片付け作業である。その二は連続铸造機本体への溶鋼の鋳込と、その結果出来たスラブの引き抜きおよび切断。そしてもう一つはスラブの冷却、および表面手入、更に手入済スラブの次工程への払出しである。

このうち主体を占めるのは勿論連続铸造機への鋳込みで、おおよそ1ヒートあたり50～60分を要する。

これらの作業フローを模式的に表わすと、Fig. 15.3.12の如くである。

(17) 連続铸造作業における操業諸元

主要資材およびユーティリティの使用量を示すと Table 15.3.21 の通りである。

Table 15.3.20 連続铸造設備リスト

	Item	Description	Q'ty	Main specifications
Molten steel transporting equipment	1	Ladle	14 ladles	Capacity: max 160t
	2	Ladle car	4 cars	Load weight: max 240t, electric, self-propelling
	3	Ladle heating equipment	4 sets	Heating capacity: for 8 hr/800°C
	4	Rotary nozzle driving equipment	15 sets	Electrical type
	5	Rotary nozzle cassette	21 sets	
	6	Rotary nozzle replacing equipment	2 sets	Ladle stand, nozzle attaching and removing device
	7	Rotary nozzle maintenance equipment	1 set	Cassette assembling and testing devices
	8	Ladle repair equipment	1 set	Repairing deck, brick breaker
Continuous casting pouring facilities	1	Ladle holding table	4	Steel plate welded construction
	2	Cooling and insulation materials charging device	1	
	3	Temperature measuring and sampling device	1	
	4	Bubbling device	1	N ₂ or Ar gas is used
	5	Aluminium supplying device	1	9mmφ wire feeder
	6	Ladle swing tower (turret)	2	With 240t x 2 ladles
	7	Tundish	16	With stopper
	8	Tundish car	4	With elevator
	9	Tundish preheating device	4	Natural gas combustion type
	10	Tundish brick piling	16	
	11	Tundish slag pan	8	Made of cast steel, approx. 3m ³
	12	Tundish moving car	2	30t car
	13	Cooling supply for casting personnel	2	

Table 15.3.20 (つづき)

	Item	Description	Q'ty	Main specifications
Facilities of continuous casting machine proper	1	Continuous casting machine	2	Curved type with horizontal extraction, 2-strand, slab size 200 x 800 x 1600mm, casting radius: 10.5 m, max. casting speed: 1.5m/min.
	2	Mould	14	Copper sheet fabrication, adjustable width type.
	3	Mould oscillation device	2	Eccentric shaft lever type
	4	Support roll	2	With side roll
	5	Guide roll	2	Roll segment type
	6	Pinch roll (withdrawal roll)	2	Multiple roll system
	7	Dummy bar proper	2	Permanent type
	8	Dummy bar handling device	2	Winch lifting type
	9	Slab synchronized cutting	2	2-torch horizontal synchronized type
	10	Crop handling device	1	Pusher car system
	11	Roller table in front (rear) of cutter	4	Line shaft drive
	12	Under cutter table	2	Roll elevator
	13	Slab carrying table	2	Line shaft drive
	14	Vapour discharging device	1	Turbo fan
	15	Hydraulic unit	1	Water-glycol system
	16	Casting floor frame	1	Steel frame construction self supporting
	17	Piping	1	
Slab carrying, repairing facilities.	1	Piling crane	2	60t x 2, tong hoisting
	2	Unpiling crane	2	60t x 2, with lifting magnet.
	3	Receiving roller table	1	Line shaft drive
	4	Table for scarfer	1	Line shaft drive
	5	Transfer side guide	2	Electric rack and pinion
	6	Cold scarfer	2	2 sides (L. type) simultaneous
	7	Slab turner	1	Crank arm type
	8	Slab conveyor	2	Stat chain type
	9	Slab turner	1	I type electric rotation type.
	10	Carrying roller table	1	Line shaft drive
	11	Piling crane	1	60t x 2, with lifting magnet.
	12	Dust collector for scarfer	1	Wet electric dust collector
	13	Slab car	1	75t, electric, remote control

Table 15.3.20 (つづき)

	Item	Description	Q'ty	Main specifications
Continuous casting ancillary facilities	1	Tundish repair facility	1	Tundish cooling bed
	2	Machine maintenance facility	1	Centring tables, hydrostatic pressure and hydraulic test equipment, segment bed
	3	Suspension tools and hardware	1	
	4	Piping	1	Overhead gas piping, in-pit water piping.
	5	Slab cooling pit	1	Load approx. 15 t/m ²
	6	Centralized oiling and greasing unit	1	
Cranes	1	Casting yard crane	2	70t/20t x 22m
	2	Cutter yard crane	1	45t/10t x 27m
	3	Slab cooling yard crane	2	50t + 50t x 37.5m
	4	Slab scarting yard crane	2	50t + 50t x 37.5m
	5	Scale pit crane	1	3t x 27m (with bucket)

Table 15.3.21 連続铸造のユーティリティおよび主要資材

		Unit consumption	1st stage	2nd stage
Utilities	Electric power	14.2 kWh/t	17,100 x 10 ³ kWh	27,000 x 10 ³ kWh
	Natural gas	4.7 Nm ³ /t	5,600 x 10 ³ Nm ³	8,900 x 10 ³ Nm ³
	Compressed air	20	24,100 x 10 ³	38,100 x 10 ³
	Oxygen	18.3	22,100 x 10 ³	34,800 x 10 ³
	N/Ar.	2.8	3,400 x 10 ³	5,300 x 10 ³
	Circulating water	48.8 m ³ /t	58,800 x 10 ³ m ³	92,900 x 10 ³ m ³
	Make-up water	2.2	2,650 x 10 ³	4,200 x 10 ³
	Service water	2.2	2,650 x 10 ³	4,200 x 10 ³
Main materials	Casting powder	1.5 kg/t	1,800 t	2,900 t
	Ladle refractory	4.7	5,700	8,900
	Tundish refractory	5	6,100	9,710
	Mould	4.7 g/t	7	9
	Roll	0.02 kg/t	24	38

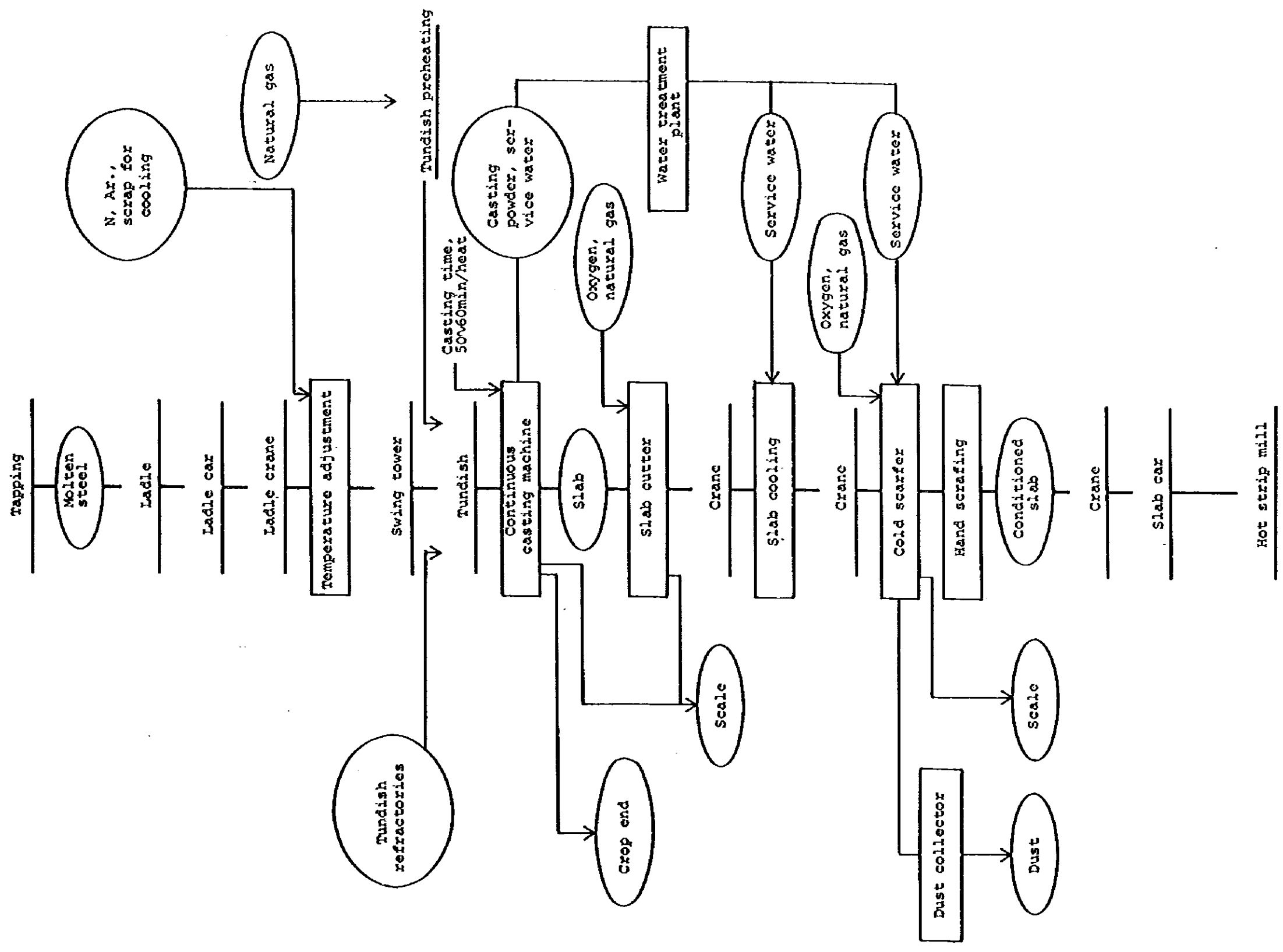


Fig. 15.3.12 連続鋳造作業フロー

第15章-4

68"熱間圧延工場

15.4 68" 熱間圧延工場

(1) 概 要

本熱延工場は、連続鋳造工場から供給されるスラブから下記の熱延製品および冷延製品の素材となる熱延コイルを生産する。

- a. 熱延コイル
- b. 熱延厚中板および薄板
- c. 冷延製品用熱延コイル

各期における必要生産量(熱延コイル・圧延ベース)は下記に示す通りである。

第 1 期 : 1,169,000 t/y

第 2 期 : 1,846,000 t/y

本工場は圧延設備および精整設備の主要設備で構成され、各期における設備能力は上記に示す各期における必要生産量を満足する能力を有し、かつ投資効率良く計画されている。

即ち、第1期には必要生産量に合わせて、

圧 延 設 備

スラブ加熱炉	2 基
粗圧延機	1 基
仕上圧延機	6 基
ダウンコイラー	2 基

精 整 設 備

スキンパスミル	1 基
シャーライン	1 基
リコイリング・スリッティングライン	1 基

の設備を設置し第2期では圧延設備に

スラブ加熱炉	1 基
粗圧延機	1 基
ダウンコイラー	1 基

を増設することにより必要生産量を満たす設備能力が得られるように計画されている。

(2) 製造工程の概要

Fig. 15.4.1 にプロセス・フローを示す。

i 圧延設備

連鑄工場で製造され手入れの済んだスラブは、スラブ移送台車で本工場のスラブヤードに供給される。供給されたスラブは天井クレーンで受取り圧延命令が出るまで貯蔵される。

圧延命令の出たスラブは天井クレーンでファーネス・アプローチ・テーブル横に山積みされたのち、テーブル上に1枚ずつ移載される。スラブはテーブルによってファーネス・エントリー・テーブルに移送されたのち、スラブ・プッシュャーによりスラブ加熱炉に装入される。

装入されたスラブはウォーキングビーム装置により炉内を移送されながら設定温度まで加熱される。加熱されて炉出側に到達したスラブは、スラブ・エクストラクターによりファーネス・デリバリー・テーブル上に抽出される。

抽出されたスラブはパーチカル・スケール・ブレーカー (VSB) へ送られ、堅ロールによる巾方向の圧延と高圧水の噴射により加熱炉内で発生したスラブ表面の一次スケールが除去される。次いで第1期では1基、第2期では2基の粗圧延機により厚さ200mmのスラブは、厚さ22~28mmのシートバーに圧延される。圧延中に生ずる材料の巾方向の広がり、ばらつきは粗圧延機のエッジャーにより矯正され所定の巾に仕上げられる。

シートバーは、仕上圧延機前面に設置されたクロップシャーによりフィッシュテールを除去され、さらに仕上スケールブレーカー (FSB) の高圧水噴射により表面の2次スケールが除去されて仕上圧延機に送られる。

シートバーは6スタンドの仕上圧延機で連続して圧延されて、厚さ1.2~12.7mmのストリップになる。ストリップは定められた捲取温度になるようにホットラン・テーブル上で上下面より水冷され、ダウンコイラーで捲取られて熱延コイルとなる。

捲取られたコイルはストリッパー・カーでダウンコイラーから抜き取られ、アップエンド状にされてコイル・コンベア上に移載される。

精整設備向けのコイルは、No1コイル・コンベアで各精整設備用コイルヤードに送られ、ダウンエンダーによりコイルは軸水平とされて天井クレーンでコイルヤードに移送され、1段積みで冷却、貯蔵される。

冷延工場向けのコイルは、No2コイル・コンベアで冷延工場向けコイルヤードに送られ、ダウンエンダーによりコイルは軸水平となり、天井クレーンでトレーラーに移載されて、冷延工場へ搬送し冷却される。

ii 精整設備

a. スキンパス・ミル

ストリップはスキンパス・ミルで軽度の冷間圧延を施すことにより形状の矯正、機械的性質の改善、表面性状の改善がなされる。

コイルヤードで冷却の完了したコイルはスキンパス命令に従って、天井クレーンで入側コンベア上に移載され、アンコイラー → ミル → テンション・リールの主要設備を経て調質コイルとなる。

ミルエッジのまま出荷されるコイルは、ミルスタンドとテンション・リールの間に設置された分割シャーにより所定のコイル重量 (max. 8t/コイル) に分割され、結束梱包される。

シャーラインに送られるコイルは、コイル分割せずに移送台車によりシャーライン用のコイルヤードに移送される。

b. シャーライン

コイルヤードで冷却の完了したコイルおよび調質コイルは剪断命令に従って、天井クレーンで入側コンベア上に移載され、アンコイラー → サイドトリマー → アップカットシャーまたはフライングシャー → ヘビーレベラーまたはライトレベラー → プライム・パイラーの主要設備を経て厚中板または薄板となり、結束梱包される。

c. リコイリング・スリッピングライン

コイルヤードで冷却の完了したコイルはリコイリング命令またはスリッピング命令にしたがい天井クレーンで入側コンベア上に移載され、アンコイラー → スリッター → 分割シャー → テンション・リールの主要設備を経てトリムド・エッジ・コイルとなり、結束梱包される。

d. 出 荷

結束、梱包の完了した製品は、天井クレーンでトレーラーに移載され、製品倉庫に搬送される。

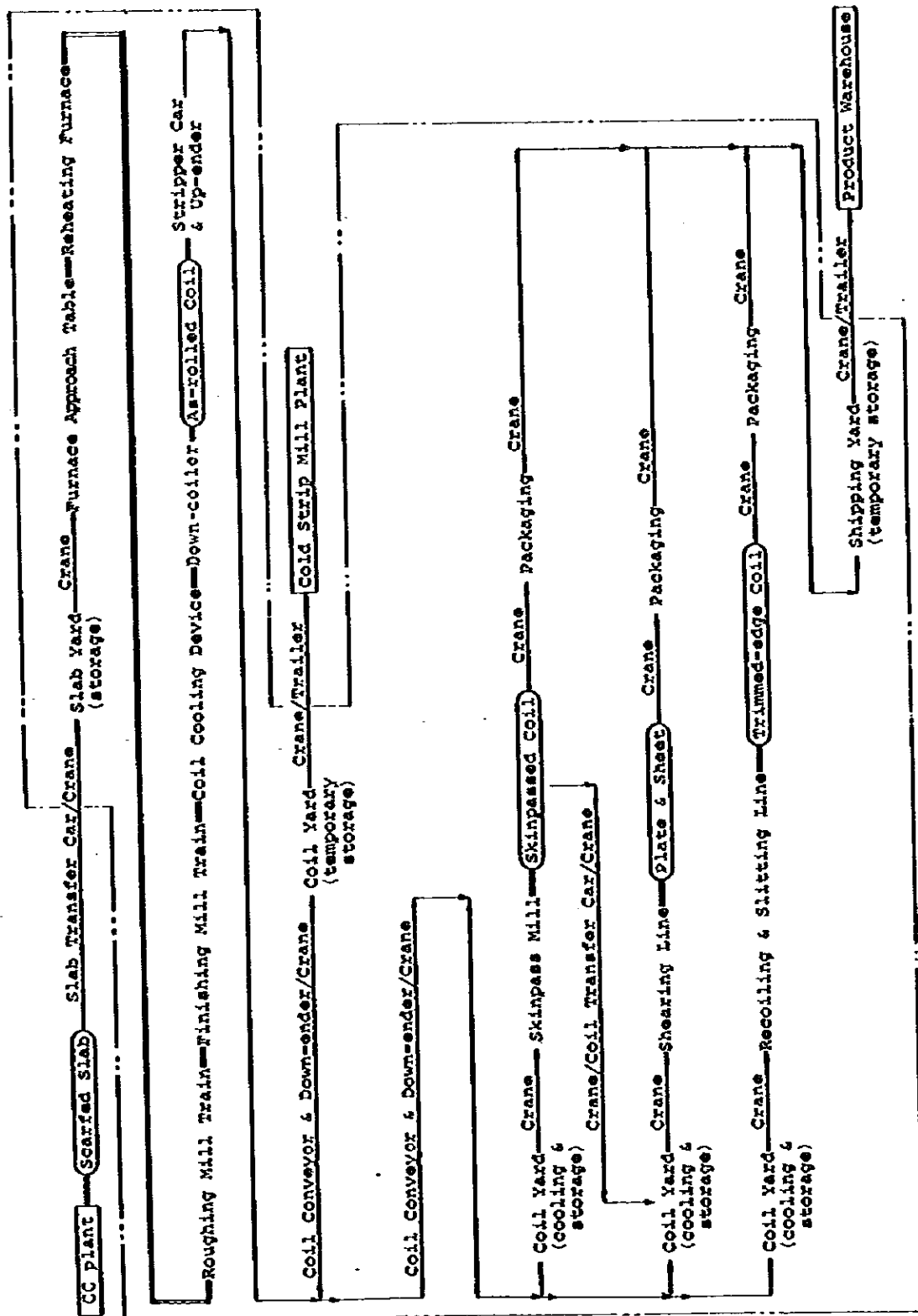


Fig. 15.4.1 プロセス・フロー

(3) 設備計画の条件

i スラブ

a. 鋼種：低炭素普通鋼

b. 寸法

厚さ：200 mm

幅：600～1,600 mm

長さ：4,000～9,100 mm

c. 重量：229 t/スラブ (max.) [800 PIW]

ii 製品

a. 熱延コイル

板厚：1.2～12.7 mm

板幅：600～1,600 mm

重量：8 t/コイル (max.)

b. 熱延厚中板および薄板

厚さ：1.2～12.7 mm

幅：762～1,524 mm

長さ：10,000 mm (max.)

c. 冷延製品用熱延コイル

板厚：1.6～6.0 mm

板幅：600～1,300 mm

重量：1.8 t/コイル (max.)

iii 用途別の生産量と代表寸法

a. 生産量

各期別の年間生産量を Table 15.4.1 に示す。

b. 製品の代表寸法

製品の代表寸法とコイル重量を Table 15.4.2 に示す。

IV 操業条件

各設備の操業条件を Table 15.4.3 に示す。

Table 15.4.1 年間生産量

Use	1st stage		2nd stage	
	1,000 t/y	%	1,000 t/y	%
Hot rolled coil	436	37.3	679	36.8
Hot rolled plate & sheet	212	18.1	291	15.7
Sub-total	(648)	(55.4)	(970)	(52.5)
Cold rolled coil	56	4.8	77	4.2
Cold rolled sheet	130	11.1	183	9.9
Galvanized sheet	246	21.1	334	18.1
Tinplate	89	7.6	282	15.3
Sub-total	(521)	(44.6)	(876)	(47.5)
Grand total	1,169	100	1,846	100

Table 15.4.2 代表寸法、重量

Use	Thickness (mm)	Width (mm)	Coil weight (t)
Hot rolled coil	3.2	1,240	17.2
Hot rolled plate & sheet	6.0	1,240	17.2
Cold rolled coil	3.8	1,240	17.2
Cold rolled sheet	2.8	1,240	17.2
Galvanized sheet	1.8	785	10.9
Tinplate	2.0	835	11.6

Table 15.4.3 操業条件

Item	Line Stage	Rolling line		Skinpass mill		Shearing Line		Recoiling & slitting line	
		1st & 2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
(1) Calendar time *1	(h/y)	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760
(2) Annual maintenance time	(h/y)	144 *2		120 *3		72 *4		72 *4	
(3) Weekly maintenance time *5	(h/y)	816		816		816		816	
(4) Lunch time	(h/y)	0	618 *6	978 *7	622 *8	984 *9	622 *8	984 *9	
(5) Non shift working time	(h/y)	0	2,472 *10	0	2,488 *11	0	2,488 *11	0	
(6) Total scheduled suspension time = (2) + (3) + (4) + (5)	(h/y)	960	4,026	1,914	3,998	1,872	3,998	1,872	1,872
(7) Time to operate = (1) - (6)	(h/y)	7,800	4,734	6,846	4,762	6,888	4,762	6,888	6,888
(8) Rate of operation	(%)	75	85	85	75	75	75	70	70
(9) Operating time = (7) x (8)	(h/y)	5,850	4,024	5,819	3,572	5,166	3,333	4,821	4,821
(10) Number of shift *12	(S/d)	3	2	3	2	3	2	3	3

Notes:

- *1) 24h/d x 365d/y = 8,760h/y
- *2) 24h/d x 6d/y = 144h/y
- *3) 24h/d x 5d/y = 120h/y
- *4) 24h/d x 3d/y = 72h/y
- *5) 16h/w x 51w/y = 816h/y
- *6) 1h/S x (2S/d x (365-5-51)d/y)
- *7) 1h/S x (3S/d x (365-5-51)d/y + 1S/d x 51d/y) = 618h/y
- *8) 1h/S x (2S/d x (365-3-51)d/y)
- *9) 1h/S x (3S/d x (365-3-51)d/y + 1S/d x 51d/y) = 978h/y
- *10) 8h/S x 1S/d x (365-5-51)d/y
- *11) 8h/S x 1S/d x (365-3-51)d/y
- *12) 3S/d = 24h/d, 2S/d = 16h/d
(W: week)
(S: shift)

(4) 設 備 概 要

i 圧 延 設 備

本設備は1部設備の増設により1ラインで第2期の必要生産量(1,846,000t/y、圧延ペース)を満たす設備能力を有するライン配置になつている。

各設備は各期の必要生産量に合わせて設置するように計画されている。

本設備で生産可能な製品幅は、

第一に本プロジェクトの中には厚板ミルの設置は含まれていないこと、

第二に熱延製品は将来広幅の需要が増加する可能性が大きいと予想され、本設備で生産可能な製品幅は大きいほうが望ましいこと、

の理由により需要量、投資コストから判断して最大5フィート幅とし、ミル幅は68"とした。

これにより本設備でタイ国厚板需要の85%、熱延製品の全需要の97%が生産可能である。

a. スラブヤード

本工場のスラブヤードは連続鋳造工場において手入れの済んだスラブを受け入れ、貯蔵することを前提として計画し、連続鋳造工場に隣接して設置されている。

連続鋳造工場よりスラブ移送台車で搬送されて来たスラブは天井クレーンにてスラブヤードの所定の場所に移送し貯蔵され、圧延命令に従ってファーネス・アプローチ・テーブルへの払出しが行なわれる。

スラブヤードは第1期に2棟、第2期に1棟の計3棟設置し、各期共に生産量の約10日分のスラブを貯蔵可能な面積を有するように計画されている。

b. スラブ加熱炉

加熱炉の基数は操業性、投資コストの両面より考え第1期に2基、第2期に1基の計3基を設置する計画である。

炉の型式はスキッドマークおよび裏面疵の減少を考慮してウォーキング・ビーム式とした。燃料は、天然ガス専焼とした。

c. 粗 圧 延 機

粗圧延機の型式としては、全連続式、半連続式、スリー・クォーター式が考えられるが、設備能力、投資コストの両面より検討し、半連続式とした。

粗圧延機は第1期に1基、第2期に1基建設し、合計2基の可逆式圧延機とする計画である。

d. 仕 上 圧 延 機

ストリップの品質(圧延歪度、形状、板厚精度など)確保の観点より第1期から6スタンド

の仕上圧延機とした。第2期にスタンドの増設、モーターの増設の必要はない。

板厚精度確保のために自動板厚制御(AGC)装置を、ロール組替作業の簡略化、能率向上のためにワークロール自動組替装置を設置する計画である。

e. ダウンコイラー

ダウンコイラーは非常に過酷な条件(高温、多湿、高速、高衝撃)の中で使用されるために設備故障が多く設備保全の頻度が高い設備である。従って稼働率を確保するために第1期に2基、第2期には1基の計3基を設置する計画である。

f. コイルヤード

各精整設備の入荷に専用のコイルヤードを設置し、コイルはダウンエンドの状態での冷却、貯蔵される。

コイルヤード内の移送は電動コイルトング付天井クレーンで行なわれる。

冷延工場向けのコイルの冷却、貯蔵は冷延工場で行なう計画である。

ii 精整設備

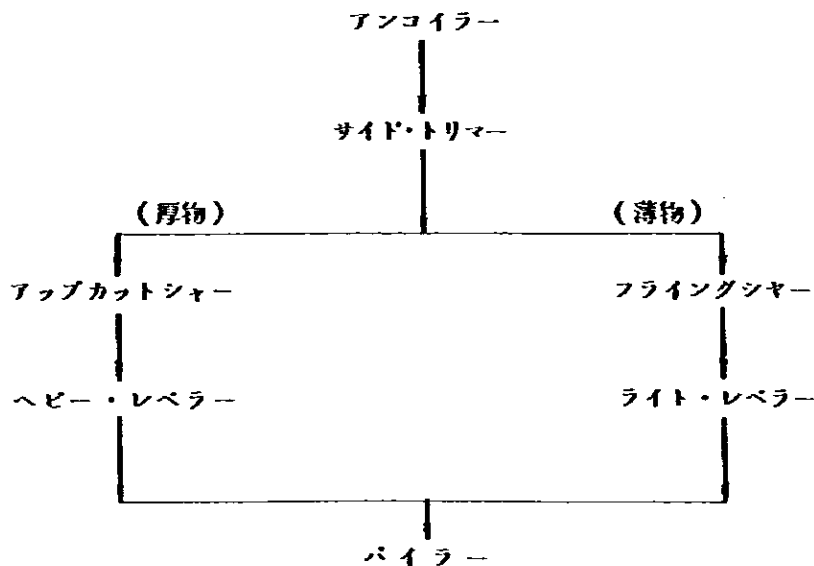
a. スキンパス・ミル

ミル型式には、四重式と二重式とがあるが、品質、投資コストの両面より考えて二重式とした。

ミルエッジで製品となるコイルはコイル分割が必要なため(入側最大重量222t/コイル、出側最大重量8t/コイル)ミルスタンドとテンション・リールとの間に分割シャーを設置する計画である。

b. シャーライン

本ラインは1ラインで1.2から12.7mmの広範囲の板厚の剪断作業が可能をよりに、



のようなライン配置として、厚物は剪断能力を考慮してアップカットシャーを、薄物は剪断能力を考慮してフライングシャーを使用して剪断作業を行なうように計画した。

c. リコiling・スリッティングライン

本ラインはリコiling作業とスリッティング作業が同一ラインで能率良く行なえるようにアンコイラー、スリッター、分割シャー、テンション・リール、ベルト・ラッパーの主要機器により構成されるライン配置とした。

製品最大重量は8t/コイルとした。

d. 結 束

製品の結束は、各ライン(前記a.b.c.)の出側に仮置した後、各ラインの後方に設けられた結束用のチェーン・コンベア上で人手で行なうように計画した。

コンベア上での結束は裸バンド結束のみとし、紙梱包、金属梱包が必要な場合は展開梱包を行なうものとする。

e. 出 荷

冷延工場向けのコイルはミルヤードからトレーラーで冷延工場に搬送し、熱延製品は、出荷ヤードからトレーラーで製品倉庫へ搬送するが、直接貨車積も可能なようにヤード内に線路を設置する計画である。

■ 主 要 設 備

主要設備数を Table 15.4.4 に示す。

IV 主要設備の仕様

主要設備の仕様を Table 15.4.5 に示す。

V 圧延設備の能力

Table 15.4.6 に圧延設備の能力を示す。

(5) マテリアル・フロー

マテリアル・フローを Fig. 15.4.2 に示す。

(6) 工場レイアウト

工場レイアウトを Fig. 15.4.3 に示す。

Table 15.4.4 主要設備數

Main equipment		1st stage	2nd stage
Rolling line	Reheating furnace	2	3
	Roughing mill	1	2
	Finishing mill	6	6
	Down-coiler	2	3
Finishing line	Skinpass mill	1	1
	Shearing line	1	1
	Recoiling & slitting line	1	1

Table 15.4.5 主要設備仕様

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Qty	Main specifications	Qty	Main specifications
1. Rolling line				
(1) Reheating furnace facilities				
(a) Reheating furnace	2	Capacity: 150 t/h/each Type : Walking beam type	1	Capacity: Refer to Table 15.4.6 Same as left
(b) Slab pusher	2	Type: Motor driven rack & pinion type	1	Same as left
(c) Slab extractor	2	No. of rams : Four(4)/each Up-down motion: Hyd. cylinder Running : Motor driven	1	Same as left
(2) Roughing mill train				
(a) Vertical scale breaker (VSB)	1	Main motor : AC 1,000 KW Rolling speed : 70 m/min Roll size : 1,140 ^φ ×430 ^L mm	-	
(b) No.1 edger (E-1)	-		1	"R-1" Front edger. Main motor: DC 740 KW Roll size : 860 ^φ ×380 ^L mm
(c) No.1 roughing mill (R-1)	-		1	Mill type : 4HL, Reversible Main motor : DC 4,000 KW Rolling speed: 75/150 m/min Roll size: WR: 1,070 ^φ ×1,727 ^L mm BUR: 1,570 ^φ ×1,727 ^L mm

Note: The quantities of 2nd stage mean an additional equipment.

Table 15.4.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specifications	Q'ty	Main specifications
3. Auxiliary equipment				
(1) Roll grinder	4	For back up roll (R-mill & F-mill) For work roll (R-mill) For work roll (F-mill) For general use	1	For work roll (F-mill)
(2) Roll lathe	1	For back up roll & other use		
(3) Crane	28		3	
4. Area of main building		Approx. 79,400 m ²		Approx. 6,700 m ²
5. Capacity of Slab Yard		Approx. 41,000 tonne (for 10 days)		Approx. 61,000 tonne (for 10 days)

Table 15.4.5 (つづき)

	1st stage		2nd stage	
	Qty	Main specifications	Qty	Main specifications
(d) No.2A edger (E-2A)	1	"R-2" Front edger Main motor: DC 740 kW Roll size : 860 ^φ ×380 ^{mm}	-	
(e) No.2 roughing mill (R-2)	1	Mill type : 4H1, Reversible Main motor : DC 7,000 kW Rolling speed: 135/270 m/min Roll size: WR: 1,070 ^φ ×1,727 ^{mm} BUR: 1,570 ^φ ×1,727 ^{mm}	-	
(f) No.2B edger (E-2B)	1	"R-2" Back edger Same as "E-2A"	-	
(g) Roll changing device	1	For "R-2" WR : Changing car with side shift type BUR: Hyd. operated sled type	1	For "R-1" WR : Same as left BUR: Same as left
(3) Finishing mill train (a) Crop shear	1	Capacity: Thickness: 35 mm (max) width : 1,600 mm (max) at 900°C (min) Type : Rotary drum type		

Table 15.4.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Qty	Main specifications	Qty	Main specifications
(b) Finishing mill	1	Mill type : 4Hi, 6stand tandem mill. Main motor : X-1~5 : DC 5,500 KW /each stand X-6 : DC 4,500 KW Rolling speed: 950 m/min (max) Roll size: WR: 740° x 1,727 $\frac{1}{2}$ mm BUR: 1,570° x 1,727 $\frac{1}{2}$ mm	-	-
(c) Roll changing device	6	WR : Changing car with side shift type BUR: Hyd. operated sled type	-	-
(4) Hot run table & strip cooling device	1	Strip cooling: Laminar flow type	-	-
(5) Down-coiler	2	Type : 3 Wrapper roll type Main motor : DC 600 KW /each Mandrel dia.: 760° mm	1	Same as left
(6) Coil conveyor	1	From coiler to coil yard Total length: 370 m (approx.)	-	-

Table 15.4.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specifications	Q'ty	Main specifications
2. Finishing lines (1) Skinpass mill	1	<p>Capacity : 334,000 t/y (skinpassed coil)</p> <p>Type : 2Hi</p> <p>Strip thickness: 1.2 ~ 6.5 mm</p> <p>Strip width : 600 ~ 1,600 mm</p> <p>Coil weight : 23t/coil (max)</p> <p>Skinpass speed : 350 m/min (max)</p> <p>Roll size : 860ϕ × 1,727$\frac{1}{2}$ mm</p> <p>Main equipment : Uncoiler Mill Dividing shear Tension reel Conveyor for packaging</p>	-	<p>Capacity: 488,000 t/y (skinpassed coil)</p> <p>Note: 1st Stage: 2 shift/d operation 2nd Stage: 3 shift/d operation</p>

Table 15.4.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Qty	Main specifications	Qty	Main specifications
(2) Shearing line	1	<p>Capacity : 206,000 t/y (plate & sheet)</p> <p>Type : stop cut & flying cut</p> <p>Strip thickness: 1.2~12.7 mm</p> <p>Strip width : 600~1,600 mm</p> <p>Coil weight : 23 t/coil (max) (entry section)</p> <p>Cut-to-length : 10,000 mm (max)</p> <p>Line speed : 60/100 m/min</p> <p>Main equipment : Uncoiler</p> <p>Side trimmer</p> <p>Up-cut shear</p> <p>Flying shear</p> <p>Heavy leveller</p> <p>Light leveller</p> <p>Piler</p> <p>Conveyor for packaging</p>	-	<p>Capacity: 301,000 t/y (plate & sheet)</p> <p>Note:</p> <p>1st Stage: 2 shift/d operation</p> <p>2nd Stage: 3 shift/d operation</p>

Table 15.4.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specifications	Q'ty	Main specifications
(3) Recoiling & slitting line	1	<p>Capacity : 192,000 t/y (trimmed-edge coil)</p> <p>Strip thickness: 1.2~9.0 mm</p> <p>Strip width : 1,600 mm (max)</p> <p>Coil weight</p> <p>Entry: 23 t/coil (max)</p> <p>Delivery: 8 t/coil (max)</p> <p>Line speed : 100 m/min (max)</p> <p>Slitting cap. : 4 cuts</p> <p style="padding-left: 40px;">in 9mm thickness</p> <p style="padding-left: 40px;">at 100 m/min</p> <p>Main Equipment : Uncoiler</p> <p style="padding-left: 40px;">Slitter</p> <p style="padding-left: 40px;">Dividing shear</p> <p style="padding-left: 40px;">Tension reel</p> <p style="padding-left: 40px;">Belt wrapper</p> <p style="padding-left: 40px;">Conveyor for packaging</p>	-	<p>Capacity: 281,000 t/y (trimmed-edge coil)</p> <p>Note:</p> <p>1st Stage: 2 shift/d operation</p> <p>2nd Stage: 3 shift/d operation</p>

Table 15.4.6 在延設備能力

Item	Unit	1st stage	2nd stage
Time to operate	h/y	7,800	7,800
Rate of operation	%	75	75
Yield	%	97	97
Average t/h	slab-t/h	242	373
Line capacity *1)	coil-t/y	1,373,000	2,116,000
Required production	coil-t/y	1,169,000	1,846,000

Note: *1) Calculation of line capacity

1st stage: $242 \text{ t/h} \times 7,800 \text{ h/y} \times 0.75 \times 0.97 = 1,373,000 \text{ t/y}$

2nd stage: $373 \text{ t/h} \times 7,800 \text{ h/y} \times 0.75 \times 0.97 = 2,116,000 \text{ t/y}$

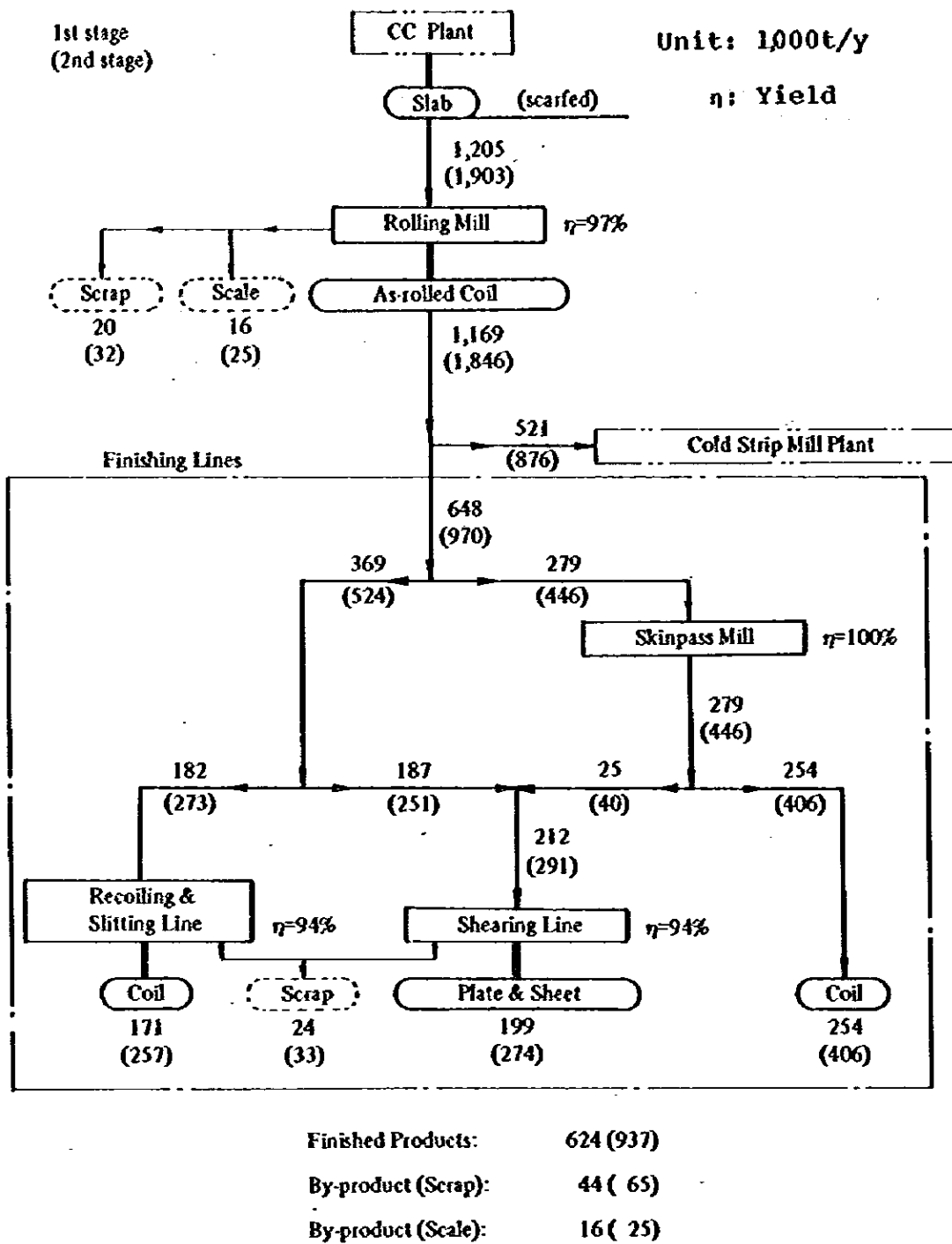
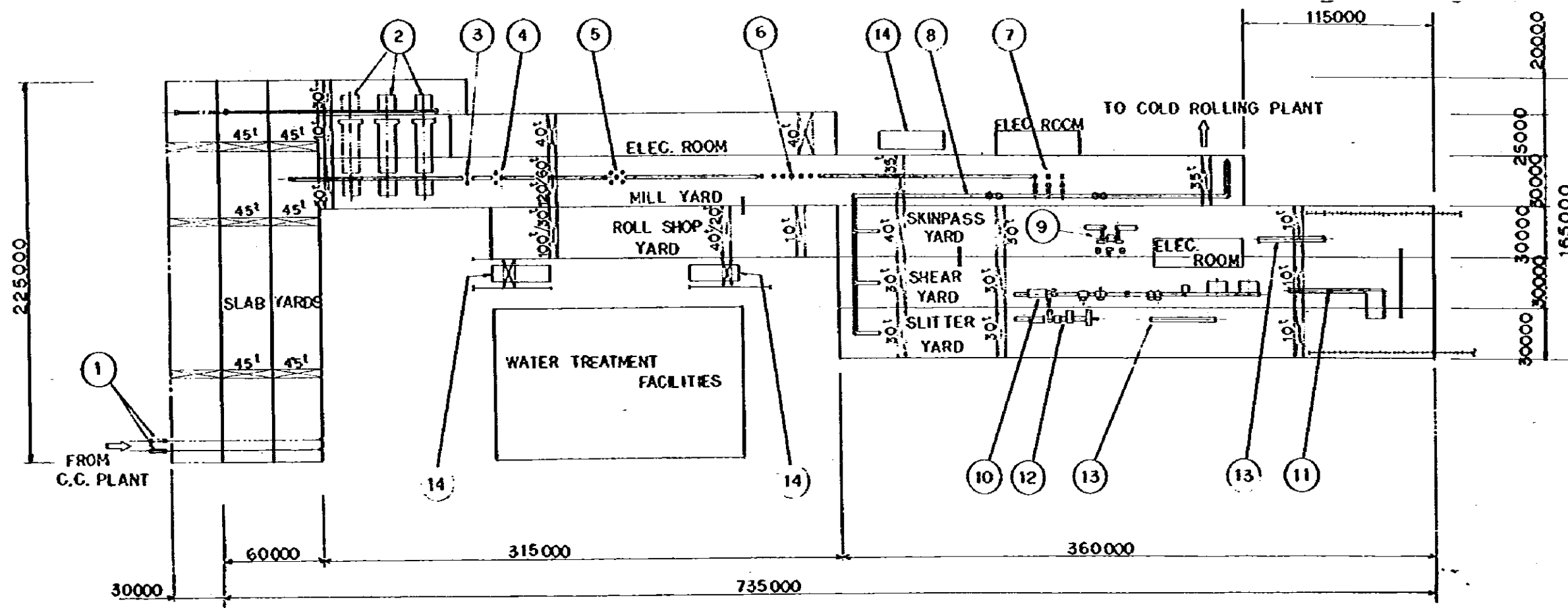


Fig. 15.4.2 マテリアル・フロー

NO	NAME
1	SLAB TRANSFER CARS
2	SLAB REHEATING FURNACE NO.1 AND NO.2 (NO.3 F/CE: 2nd Stage)
3	VERTICAL SCALE BREAKER
4	ROUGHING MILL R-1 WITH ATTACHED EDGER, E-1 (2nd Stage)
5	ROUGHING MILL R-2 WITH ATTACHED EDGER, E-2a, E-2b
6	FINISHING MILL GROUP, F-1 ~ 6
7	DOWN-COILER NO.1 AND NO.2 (NO.3 D.C: 2nd Stage)

NO	NAME
8	COIL CONVEYOR
9	SKINPASS MILL
10	SHEARING LINE
11	SHEET PACKAGING LINE
12	RECOILING AND SLITTING LINE
13	COIL PACKAGING LINE
14	SCALE PIT NO.1, NO.2 AND NO.3



Legend
 ——— 1st Stage
 - - - - 2nd Stage

Fig. 15.4.3 工場レイアウト

(7) 操業諸元

i ユーティリティ

ユーティリティの原単位と年間消費量をTable 15.4.7に示す。

ii 副産物

副産物の発生量をTable 15.4.8に示す。

Table 15.4.7 ユーティリティ消費量

Item	Stage	Unit consumption	Annual consumption
Natural gas	1st	56.4 Nm ³ /t	65.9 x 10 ⁶ Nm ³ /y
	2nd	56.4 Nm ³ /t	104 x 10 ⁶ Nm ³ /y
Electric power	1st	101 kWh/t	118 x 10 ⁶ kWh/y
	2nd	101 kWh/t	186 x 10 ⁶ kWh/y
Make-up water	1st	2.78 m ³ /t	3.25 x 10 ⁶ m ³ /y
	2nd	2.32 m ³ /t	4.28 x 10 ⁶ m ³ /y
Recirculation water	1st	61.8 m ³ /t	72.3 x 10 ⁶ m ³ /y
	2nd	51.6 m ³ /t	95.2 x 10 ⁶ m ³ /y
Steam	1st	12.4 kg/t	14.5 x 10 ⁶ kg/y
	2nd	12.4 kg/t	22.8 x 10 ⁶ kg/y
Compressed air	1st	36.7 Nm ³ /t	42.9 x 10 ⁶ Nm ³ /y
	2nd	28.3 Nm ³ /t	52.2 x 10 ⁶ Nm ³ /y

Note: Production (as-rolled hot coil)

1st stage: 1,169,000 t/y

2nd stage: 1,846,000 t/y

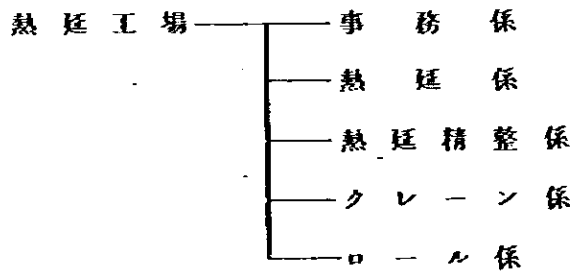
Table 15.4.8 副産物発生量

Line	By-products	1st stage (t/y)	2nd stage (t/y)
Rolling line	Scrap	20,000	32,000
	Scale	16,000	25,000
Shearing line	Scrap	13,000	17,000
Recoiling & slitting line	Scrap	11,000	16,000
Total	Scrap	44,000	65,000
	Scale	16,000	25,000

(8) 組織と要員

i 組織

組織を下記に示す。



ii 要員

要員をTable 15.4.9に示す。

Table 15.4.9 要 員 表

Sup't.	Group	Ass't. sup't.	Engineer	Clerk	Foreman	Skilled worker	Semi-skilled worker	Un-skilled worker	Sub-total of group
	Office work	1 (1)	- (-)	4 (4)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	5 (7)
	Rolling	1 (1)	3 (3)	9 (11)	7 (8)	38 (41)	77 (86)	55 (81)	190 (231)
1 (1)	Finishing	1 (1)	2 (2)	2 (3)	3 (4)	16 (24)	31 (47)	50 (75)	105 (156)
	Crane	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)	17 (24)	23 (29)	21 (27)	67 (86)
	Roll	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)	10 (14)	7 (11)	17 (23)	40 (54)
1 (1)		5 (5)	7 (7)	17 (22)	16 (18)	82 (103)	137 (173)	143 (206)	407 (534)
Total									408 (535)

Notes: 1) Figures in () show the number of personnel required at the 2nd stage.
 2) Finishing means skinpass, shearing & slitting.

第15章-5

56" 冷間圧延工場

15.5 56' 冷間圧延工場

(1) 概 要

冷延工場は熱延工場から供給される熱延コイルから、下記の製品を生産する。

- a. 一般用冷延コイルおよび薄板
- b. 亜鉛鉄板用冷延コイル
- c. ブリキ用冷延コイル

各期における年間生産量は下記に示すとおりである。

第 1 期	479,000 t/y
第 2 期	804,000 t/y

本冷延工場は上記の生産量を満足する設備能力を有し、かつ各期において最も投資効率良く計画されている。

各期において設置される主要設備は下記に示すとおりである。

第1期

酸洗ライン	1 基
5スタンド・タンデム・コールドストリップミル	1 基
クリーニング・ライン	2 基
パッチ焼鈍炉	1 式
2スタンド・スキンプスミル	1 基
ジャー・スリッターライン	1 基
コイル準備ライン	1 基

第2期

6スタンド・タンデム・コールド・ストリップミル	増 強
レバース・コールド・ストリップミル	1 基
パッチ焼鈍炉	増 設
連続焼鈍ライン	1 基
1スタンド・スキンプスミル	1 基
ジャーライン	1 基
コイル準備ライン	1 基

(2) 製造工程の概要

Fig. 15.5.1にプロセス・フローを示す。

i 酸 洗

熱延工場で圧延された熱延コイルはトレーラーで冷延工場のホットコイルヤードに搬入され、トレーラー上から天井クレーンにて受取られ貯蔵される。酸洗命令の出たコイルは天井クレーンにて酸洗ラインに装入される。酸洗ラインではコイル表面のスケール除去、コイル接続、サイドトリミング、プレコート油の塗油などが行なわれる。酸洗後のコイルはコイルコンベアにて酸洗ヤードから圧延ヤードへ搬送され、天井クレーンにて圧延コイル置場に貯蔵される。

ii 冷 間 圧 延

圧延命令の出たコイルは天井クレーンにてタンデム・コールドストリップミルまたはレバースミルに装入され所定の板厚に圧延される。圧延後のコイルの内、クリーニングされるコイルは天井クレーンにてクリーニングコイル置場へ搬送される。クリーニングを必要としないコイルは天井クレーンにてアップエンダーへ装入され、アップエンドの状態にされた後天井クレーンにて焼鈍コイル置場へ搬送される。また連続焼鈍されるコイルは天井クレーン、コイル台車で圧延ヤードから連続焼鈍ヤードへ搬送されコイル置場に貯蔵される。

iii クリーニング

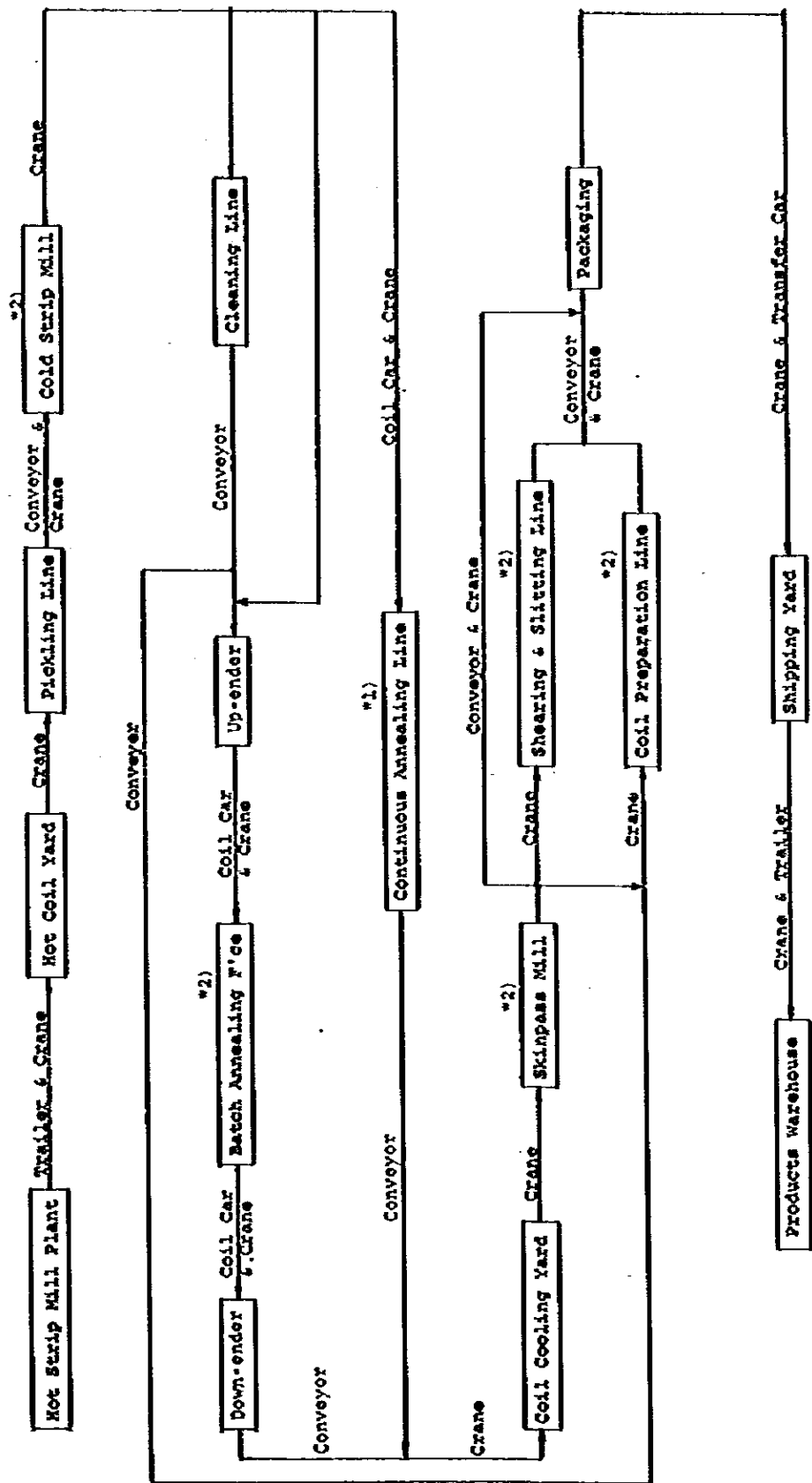
冷間圧延において油脂系圧延油にて圧延されたストリップは次工程の焼鈍時に炭化物の付着が起り易く、製品の外観やメッキの付着性が悪くなるので、ストリップ表面を脱脂、清浄する必要がある。クリーニングラインにおいてコイルは天井クレーンにてコイル置場からラインに装入され、アルカリ溶液中での電解作用やブラッシングを受けて脱脂、清浄される。クリーニング後のコイルはコイルコンベアにてアップエンダーへ搬送され、アップエンドの状態にされた後、天井クレーンにて焼鈍コイル置場へ搬送される。

亜鉛鉄板用フルハードコイルはクリーニング後焼鈍せず、コイルコンベアにて精整設備コイル置場へ搬送される。

iv バ ッ チ 焼 鈍

冷間圧延されたストリップは非常に硬く折曲げ、深絞りなどの加工性が悪いので、機械的性質の改善や加工性を付与させるため焼鈍される。

コイルは天井クレーン、コイル台車にてコイル置場からバッチ焼鈍炉に搬送される。炉のベース上にコイルを数段積載後インナーカバー、アウターカバーを設置し所定の温度に加熱、均熱が行なわれ、続いてアウターカバーが取除かれコイルは冷却される。冷却過程で冷却時間短縮のため



Note
 *1) Installed at 2nd Stage
 *2) Expanded at 2nd Stage
 Refer to Table 15.5.4

Fig 15.5.1 ノロセス・フロー

めクーリングカバーが設置される。なお、コイルの酸化防止のため、焼鈍作業中には還元性雰囲気ガスがインナーカバー内に供給される。焼鈍後のコイルは天井クレーン、コイル台車にてダウンエンダーへ搬送される。

ダウンエンダーにて軸水平にされたコイルはコイルコンベアにてコイル冷却ヤードへ搬送される。コイル冷却ヤードにおいてコイルは天井クレーンにてコイル置場へ搬送、貯蔵され、除湿空気を吹き付けられることにより錆発生を防ぎながら常温付近まで冷却される。

V 連続焼鈍

連続焼鈍用コイルは天井クレーンにてコイル置場から連続焼鈍ラインへ装入され、連続して脱脂、焼鈍される。ストリップは全長にわたり均一に焼鈍され、又急速加熱、急速冷却されるので連続焼鈍ラインでは硬度の要求される高調質度のブリキ用コイルが焼鈍される。焼鈍後のコイルはコイルコンベアにてコイル冷却ヤードへ搬送される。

VI 調質圧延

焼鈍後のコイルは加工時のストレッチャーストレインを防止し、必要な機械的性質を与え、ストリップ形状を矯正し、用途に適した表面粗さに仕上げるため調質圧延される。コイル置場のコイルは天井クレーンにてスキンパスミルに装入され圧延される。調質圧延では板厚や調質度に応じて1スタンド・スキンパスミルや2スタンド・スキンパスミルが使用される。調質圧延後コイルは天井クレーンにて用途に応じた精整設備へ搬送される。

なお、ミルエッジで出荷される一般用冷延コイルはスキンパスミルに設置された分割シャーにて所定の単重に分割され、コイルコンベアにて梱包ヤードへ搬送される。

VII 精 整

調質圧延後のコイルは需要家の仕様に応じて、それぞれコイル準備ライン、シャー・スリッティングライン、シャーラインなどでサイドトリミング、リコイルリング、剪断、スリッティングが行なわれ、所定の単重、寸法のコイルまたはシートに仕上げられる。また、同時に寸法精度や表面鏡、平坦度など出荷前の最終検査が行なわれ、防錆油の塗油や梱包が行なわれる。コイル準備ラインではブリキ用コイルおよび亜鉛鉄板用コイルが処理され、後続するコイル梱包ライン上で順次、梱包され天井クレーンにて出荷ヤードに搬送される。シャー・スリッティングラインおよびシャーラインにて一般用コイルがシートまたはスリットコイルにそれぞれ剪断またはスリットされ、シートは後続するシート梱包ライン上で順次、梱包され、天井クレーンにて出荷ヤードへ搬送される。またスリットコイルは前述のスキンパスミルで分割されたコイルと同様オフラインの梱包ヤードで梱包され、天井クレーン、移送台車にて出荷ヤードへ搬送される。仕上、梱

包された製品は天井クレーンにてトレーラーに積載され製品倉庫へ搬送される。

(3) 設備計画の条件

i 熱延コイル

鋼種 : 低炭素普通鋼
板厚 : 1.6 ~ 6.0 mm
板幅 : 600 ~ 1300 mm
コイル単重 : 18 t (max.)

ii 製品

用途 : 一般用冷延コイルおよび薄板
亜鉛鉄板用冷延コイル
ブリキ用冷延コイル
板厚 : 0.15 ~ 3.2 mm
板幅 : 50 ~ 1300 mm
板長さ : 1000 ~ 4000 mm
コイル単重 : 8 t (max.)

iii 生産計画

Table 15.5.1に各期における年間生産量を示す。

iv 製品別代表寸法

Table 15.5.2に製品別代表寸法を示す。

v 操業条件

Table 15.5.3に各設備の操業条件を示す。

Table 15.5.1 年間生産量

Products	1st stage		2nd stage	
	t/y	%	t/y	%
Cold rolled sheet for general use	121,000	25.2	170,000	21.2
Cold rolled coil for general use	54,000	11.3	74,000	9.2
Cold rolled coil for galvanized sheet	224,000	46.8	305,000	37.9
Cold rolled coil for tinplate	80,000	16.7	255,000	31.7
Total	479,000	100	804,000	100

Table 15.5.2 代表寸法

Products	Thick. x Width (mm x mm)	Hot coil weight (tonne)
Cold rolled sheet for general use	0.8 x 1,219	17.2
Cold rolled coil for general use	1.6 x 1,219	17.2
Cold rolled coil for galvanized sheet	0.2 x 762	10.9
Cold rolled coil for tinplate	0.23 x 810	11.6

Table 15.5.3 操業条件

Equipment	Pickling line		Tandem mill	Reversing mill		Cleaning line	
	1st	2nd		1st & 2nd	2nd	1st	2nd
1) Calendar time h/y	8,760 (365 d/y x 24 h/d)						
2) Annual maintenance h/y	120 (5 d/y x 24 h/d)						
3) Periodical maintenance h/y	816 (51 time/y x 16 h/time)						
4) Lunch time h/y	0						
5) Non shift working h/y	2,472 (365-5-51)d/yx8h/d	0	0	0	0	2,472 (365-5-51)d/yx8h/d	0
6) Scheduled suspension 2)+3)+4)+5) h/y	3,408	936	936	936	936	3,408	936
7) Time to operate 1)-6) h/y	5,352	7,824	7,824	7,824	7,824	5,352	7,824
8) Rate of operation %	90	90	75	80	88	88	88
9) Operating time 7) x 8) h/y	4,816	7,042	5,868	6,259	4,709	6,885	6,885
10) Number of shift shift/d	2	3	3	3	2	3	3

Table 15.5.3 (つづき)

Equipment	Batch annealing furnace	Continuous annealing line	2 St'd skipass mill	1 St'd skipass mill	Shearing & mill-ting line	Coil preparac-ion line
Stage	1st & 2nd	2nd	1st & 2nd	2nd	1st & 2nd	1st & 2nd
1) Calendar time h/y	8,760 (365 d/y x 24 h/d)					
2) Annual maintenance h/y	72 (3d/y x 24h/d)	336 (14d/y x 24h/d)	120 (5d/y x 24h/d)	120 (5d/y x 24h/d)	72 (3d/y x 24h/d)	72 (3d/y x 24h/d)
3) Periodical maintenance h/y	48 (12time/y x 4h/time)	576 (12time/y x 48h/time)	816 (51time/y x 16h/time)	816 (51time/y x 16h/time)	816 (51time/y x 16h/time)	816 (51time/y x 16h/time)
4) Lunch time h/y	0	0	978 (3shift/d x (365-5)d/y - 2shift/d x 51d/y) x 1h/shift	978	984	984
5) Non shift working h/y	0	0	0	0	0	0
6) Scheduled suspension 2)+3)+4)+5) h/y	120	912	1,914	1,914	1,872	1,872
7) Time to operate h/y	8,640	7,848	6,846	6,846	6,888	6,888
8) Rate of operation %	90	85	78	80	85	80
9) Operating time h/y 7) x 8)	7,776	6,670	5,340	5,476	5,855	5,510
10) Number of shift shift/d	3	3	3	3	3	3

(4) 設 備 概 要

i 設 備 計 画

a. レイアウト

冷延工場のレイアウトは高品質の製品を能率良く生産するために次の点について配慮され、計画されている。

- 熱延コイル受入から製品出荷まで材料の流れがスムーズに行なわれること。
- 第2期における増設工事が無理なく行なえること。
- 各製造工程中や製品出荷までの間における錆の発生を防止すること。
- ロールの管理が有効に行なえ、かつロールショップへの搬送がスムーズに行なえること。

b. 酸洗ライン

酸洗作業を効率良く、かつ高品質の製品を得るため塩酸々洗ラインとした。出鋼最大コイル単重は製品の大半が薄物であること、天井クレーン容量を小さくしたいことなどから、最大20トンとした。設備能力は第2期までの設備投資コストを考慮して第1期当初から、第2期の処理能力にみあう酸洗ラインを設置する計画である。なお使用する酸の原単位節減のため、塩酸回収装置を設置する計画である。

c. 冷間圧延設備

第1期には薄物から厚物の圧延が可能をよう、5スタンド・タンデムミルを設置する。

第2期にはタンデムミルを6スタンドに増強し、薄物用ミルとする。また厚物用としてレバースミルを設置する計画である。

各ミルとも、板厚精度を向上させるため油圧圧下装置を利用した自動板厚制御(AGC)装置を採用する。また、ロール組替を能率良く行なうため、ワークロール組替にはサイドシフト式組替台車方式を、バックアップロール組替には油圧操作スレッド方式を採用する。なお、圧延油の原単位節減のため、圧延廃油再生処理設備を設置する計画である。

d. クリーニングライン

冷間圧延において油脂系圧延油を使用して圧延される板厚0.8mm未満のストリップを清浄するラインである。しかしながら不潔の事態に対処するため、1ラインは板厚1.6mmまで清浄可能な設備仕様としている。清浄効率を高めるため、電解クリーニングラインとする。

e. バッチ焼鈍炉

バッチ焼鈍炉には生産性に融通のきくタイトコイル、シングルスタック炉を採用する。加熱均熱後のベース上のコイル冷却にはクーリングカバー方式を採用する。また、炉内雰囲気ガス

はアンモニア分解ガスに窒素を添加した H_2-N_2 ガスを使用する。焼鈍済みコイルは冷却中や調質待ちの間、錆発生防止のため、コイル冷却ヤードにおいて除湿空気を吹き付け冷却される。

f. 連続焼鈍ライン

連続焼鈍ラインではコイルは急速加熱、急速冷却されるため、硬度の要求されるブリキ用高調質度のコイルを焼鈍する計画である。生産量、設備能力と操業コストとの点から見て連続焼鈍ラインは第2期に設置すべきであると判断した。したがってブリキ用高調質度コイルの生産は第2期から行なわれる。なおライン中にクリーニング設備を有しているので圧延済みコイルはクリーニングラインを経ず連続焼鈍ラインへ搬送されるよう配置している。

g. スキンパスミル

第1期には薄物から厚物までの調質圧延が可能となり、2スタンド・スキンパスミルを設置する。第2期には2スタンド・スキンパスミルを薄物用とし、厚物用に1スタンド・スキンパスミルを増設する計画である。圧下装置には応答性の優れた油圧圧下システムを採用し、さらに伸び率一定制御システムを採用する。なお、ミル入側にはオフゲージ処理装置を、ミル出側には分割シャーを設置してミルエッジコイルの分割をスキンパスミルで行なえるよう計画した。

h. シャー・スリッピングライン

第1期にはシャーおよびスリットのコンビネーション型のシャーラインを設置し、第2期にシャー専用ラインを増設する計画である。両ラインとも、厚物、低速のラインなのでシャーはギロチン型フライングシャーとした。また、スリッターの型式は良好な切口の得られるドライブカット方式とした。より良好な製品形状の要求に対処するため、シャー・スリッピング・コンビネーションラインにはテンション・レベラーを設置する。剪断後のシートは後続するシート梱包ラインで梱包される。また、スリットコイルはオフラインの梱包ヤードで梱包される。

i. コイル準備ライン

コイル準備ラインにてブリキ用コイルおよび亜鉛鉄板用コイルの仕上を行なう。第1期に1ライン設置し、第2期に1ライン増設する計画である。より良好な製品形状の要求に対処するため、第2コイル準備ラインにはテンション・レベラーを設置する。処理後のコイルは後続するコイル梱包ライン上で梱包される。

ii 主要設備

Table 15.5.4に主要設備数を示す。

iii 主要設備の仕様

Table 15.5.5に主要設備の仕様を示す。

IV 圧延設備能力

Table 15.5.6 に圧延設備能力を示す。

Table 15.5.4 主要設備数

Equipment	1st stage	2nd stage
Pickling line	1	1
Tandem cold strip mill	1	1 (Expansion)
Reversing cold strip mill	—	1
Cleaning line	2	2
Batch annealing furnace	1	Expansion
Continuous annealing line	—	1
2 stand skinpass mill	1	1
Single stand skinpass mill	—	1
Shearing & slitting line	1	1
Shearing line	—	1
Coil preparation line	1	2

Table 15.5.5 主要設備仕様

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specification	Q'ty	Main specification
1. Pickling line	1	<p>Capacity 950,000t/y (input base) Type Hydrochloric acid type Max. speed Entry sec. 600 m/min Tank sec. 300 m/min Del. sec. 400 m/min Strip thickness 1.6 - 6.0 mm Strip width 600 - 1,300 mm Coil weight Entry 18t (max.) Delivery 20t (max.)</p>	-	
2. Tandem cold strip mill	1	<p>Capacity 710,000t/y (input base) Type 56", 4Hi, 5 Stands, Hydraulic push-up sys. Max. speed 1,800 m/min Strip thickness: Entry 1.6 - 6.0 mm Delivery 0.15 - 3.2 mm Strip width 600 - 1,300 mm Coil weight 20t (max.) Roll changing system Work roll: Changing car with side shift type Back-up roll: Hyd. operated sled type Coolant system: Direct & recirculation system Work roll bending: Increasing & decreasing Roll size: WR: 564^φ × 1,422^L mm BUR: 1,422^φ × 1,372^L mm Mill motor Total: DC 20,000KW</p>		<p>704,000t/y (input base) 6 Stands (expansion) 2,300 m/min 1.8 - 4.5 mm 0.15 - 1.2 mm</p> <p>Total: DC 26,000KW</p>

Table 15.5.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specification	Q'ty	Main specification
3. Reversing cold strip mill	-		1	<p>Capacity 281,000t/y (input base) Type 56", 4Hi, single stand, hydraulic push-up sys. Max. speed 600 m/min Strip thickness: Entry 2.3 - 6.0 mm Delivery 0.5 - 3.2 mm Strip width 600 - 1,300 mm Coil weight 20t (max.) Roll changing system Work roll: Changing car with side shift Backup roll: Hyd. operated sled type Coolant system: Recirculation system Work roll bending: Increasing & decreasing Roll size: WR: 546^φx1,422^L mm BUR: 1,356^φx1,372^L mm Mill motor : DC 2,000kW</p>
4. Cleaning line No.1	1	<p>Capacity 274,000t/y (input base) Type Electrolytic cleaning Max. speed 600 m/min Strip thickness 0.15 - 0.8 mm Strip width 600 - 1,067 mm Coil weight 20t (max.)</p>	-	
5. Cleaning line No.2	1	<p>Capacity 274,000t/y (input base) Type Electrolytic cleaning Max. speed 600 m/min Strip thickness 0.2 - 1.6 mm Strip width 600 - 1,300 mm Coil weight 20t (max.)</p>	-	

Table 15.5.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specification	Q'ty	Main specification
6. Batch annealing furnace	1	<p>Capacity 345,000t/y (input base) Type Single stack, tight coil, direct fired furnace Number of Heating Cover: 22 Covers Number of Base: 54 Bases Charge Capacity: 80t/Base (max.) Piling Height: 4,700 mm (max.) Atmospheric Gas: N₂ - N₂ Gas Cooling Sys: Cooling cover type</p>	1	<p>140,000t/y (input base) Same as left 9 Covers 24 Bases Same as left Same as left Same as left Same as left</p>
7. Continuous annealing line	-		1	<p>Capacity 170,000t/y (input base) Type CAL with electrolytic Cleaning type Max. Speed Entry sec. 450 m/min F'ce sec. 350 m/min Del. sec. 450 m/min Strip thickness 0.15 - 0.6 mm Strip width 600 - 1,067 mm Coil weight 20t (max.) Atmospheric gas: N₂ - N₂ Gas</p>
8. Skinpass mill	1	<p>Capacity 346,000t/y (input base) Type 56", 4Hi, 2 Stands, Hydraulic push-up sys. Max. Speed 1,500 m/min Strip Thickness 0.15 - 3.2 mm Strip Width 600 - 1,300 mm Coil Weight 20t (max.) Roll Changing System Work Roll: Changing car with side shift type Backup Roll: Hyd. Operated sled type</p>	1	<p>329,000t/y (input base) 56", 4Hi, single stand, Hydraulic push-up system 600 m/min 0.2 - 3.2 mm 600 - 1,300 mm 20t (max.) Same as left Same as left</p>

Table 15.5.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q'ty	Main specification	Q'ty	Main specification
9. Shearing & slitting line	1	<p>Capacity 138,000t/y (input base)</p> <p>Type Shearing & slitting combination type</p> <p>Shear Guillotine type flying shear</p> <p>Slitter Drive cut type</p> <p>Max. speed Shearing 120 m/min Slitting 200 m/min</p> <p>Strip thickness: 0.4 - 3.2 mm</p> <p>Strip width Entry 600 - 1,300 mm Delivery 50 - 1,300 mm</p> <p>Sheet length 4,000 mm (max.)</p> <p>Coil weight Entry 20t (max.) Delivery 8t (max.)</p>	-	
10. Shearing line	-		1	<p>Capacity 108,000t/y (input base)</p> <p>Type Guillotine type flying shear</p> <p>Strip thickness 0.4 - 3.2 mm</p> <p>Strip width 600 - 1,300 mm</p> <p>Sheet length 4,000 mm (max.)</p> <p>Coil weight Entry 20t (max.)</p>
11. Coil Preparation line	1	<p>Capacity 348,000t/y (input base)</p> <p>Max. speed 1,220 m/min</p> <p>Strip thickness 0.15 - 1.0 mm</p> <p>Strip width 600 - 1,300 mm</p> <p>Coil weight Entry 20t (max.) Delivery 8t (max.)</p>	1	<p>Same as left</p> <p>Same as left</p> <p>Same as left</p> <p>600 - 1,067 mm</p> <p>Same as left</p> <p>Same as left</p>

Table 15.5.5 (つづき)

Equipment	1st stage		2nd stage	
	Q,ty	Main specification	Q,ty	Main specification
12. Auxiliary equipment 1) Roll grinding machine 2) Aux. roll grinding machine 3) Surface grinding machine 4) Shot blasting machine 5) Work roll chock remover 6) Crane 7) Up-ender 8) Down ender 9) Coil cooling equipment 10) Buggy 11) Coil packaging line 12) Sheet packaging line 13) Acid recovery equipment 14) Waste water treatment eq't 15) Rolling oil recovery eq't 16) Atmospheric gas generator	4 1 1 1 1 19 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1	For coil cooling yard For roll, coil & sheet	2 - - - - 7 - - 1 2 - - - - -	For coil cooling yard For coil & sheet Approx. 23,500 m ²
13. Main building		Approx. 84,900 m ²		Approx. 23,500 m ²

Table 15.5.6 圧延設備能力

Item	Unit	1st stage	2nd stage	
		5 St'd Tandem mill	6 St'd Tandem mill	Reversing mill
Time to operate	h/y	7,824	7,824	7,824
Rate of operation	%	75	75	80
Average t/h	Input t/h	121	120	44.9
Mill capacity *1)	Input t/y	710,000	704,000	281,000
Amount of required production	Input t/y	500,000	841,000	

Note: *1) Calculation of mill capacity

Tandem mill

1st stage: $121 \text{ t/h} \times 0.75 \times 7,824 \text{ h/y} = 710,000 \text{ t/y}$

2nd stage: $120 \text{ t/h} \times 0.75 \times 7,824 \text{ h/y} = 704,000 \text{ t/y}$

Reversing mill

2nd stage: $44.9 \text{ t/h} \times 0.8 \times 7,824 \text{ h/y} = 281,000 \text{ t/y}$

(5) マテリアル・フロー

Fig. 15.5.2に第1期、第2期のマテリアル・フローを示す。

(6) 工場レイアウト

Fig. 15.5.3に冷延工場レイアウトを示す。

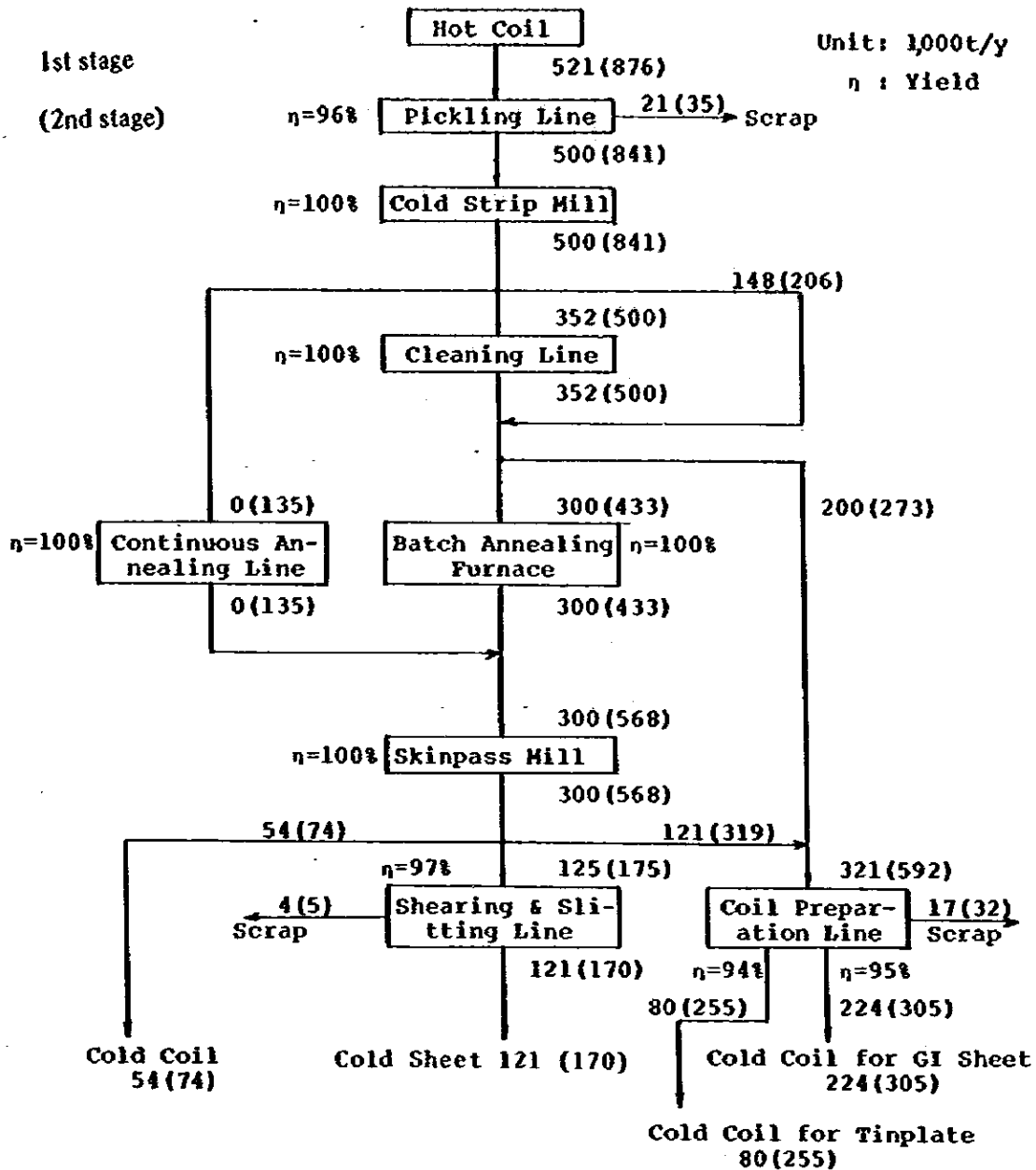
(7) 操業諸元

i ユーティリティ

Table 15.5.7にユーティリティ消費量を示す。

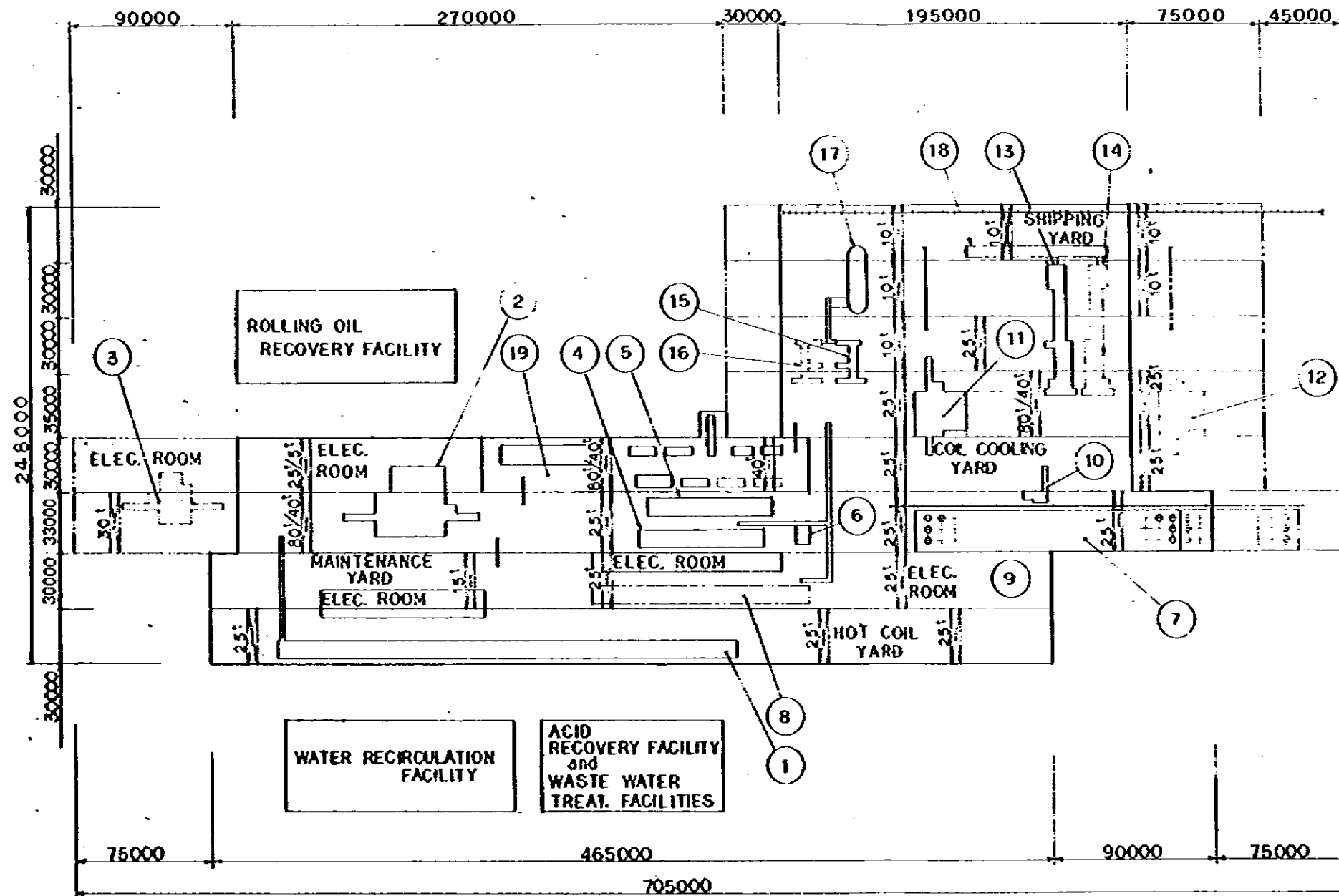
ii 副産物

Table 15.5.8に副産物発生量を示す。



* Amount of Products: 479,000t/y (804,000t/y)

Fig. 15.5.2 マテリアル・フロー



NO	NAME
1	PICKLING LINE
2	5-STD. TANDEM COLD MILL
3	REVERSING COLD MILL (2nd Stage)
4	ELECTROLYTIC CLEANING LINE NO.1
5	ELECTROLYTIC CLEANING LINE NO.2
6	UP-ENDER
7	BATCH ANNEALING F'CE
8	CONTINUOUS ANNEALING LINE (2nd Stage)
9	ATMOSPHERIC GAS GENERATOR
10	DOWN-ENDER
11	2-STD. SKINPASS MILL
12	SINGLE STD. SKINPASS MILL (2nd Stage)
13	COMB. SHEAR AND SLITTING LINE
14	SHEAR LINE (2nd Stage)
15	COIL PREPARATION LINE NO.1
16	COIL PREPARATION LINE NO.2 (2nd Stage)
17	COIL PACKAGING LINE
18	SHEET PACKAGING LINE
19	ROLL SHOP

Legend

- 1st Stage
- - - 2nd Stage

Fig. 15.5.3 工場レイアウト

Table 15.5.7 ユーティリティ消費量

Item	Stage	Unit consumption	Annual consumption
Natural gas	1st	27.8 Nm ³ /t	13.3 x 10 ⁶ Nm ³ /y
	2nd	30.0 Nm ³ /t	24.1 x 10 ⁶ Nm ³ /y
Electric power	1st	192 kWh/t	91.8 x 10 ⁶ kWh/y
	2nd	194 kWh/t	155.6 x 10 ⁶ kWh/y
Recirculation water	1st	35.9 m ³ /t	17.2 x 10 ⁶ m ³ /y
	2nd	38.2 m ³ /t	30.7 x 10 ⁶ m ³ /y
Make-up water	1st	1.63 m ³ /t	0.78 x 10 ⁶ m ³ /y
	2nd	1.72 m ³ /t	1.38 x 10 ⁶ m ³ /y
Once-through water	1st	2.80 m ³ /t	1.34 x 10 ⁶ m ³ /y
	2nd	3.64 m ³ /t	2.93 x 10 ⁶ m ³ /y
Steam	1st	289 kg/t	138.3 x 10 ⁶ kg/y
	2nd	345 kg/t	277.1 x 10 ⁶ kg/y
Compressed air	1st	93.7 Nm ³ /t	44.9 x 10 ⁶ Nm ³ /y
	2nd	77.7 Nm ³ /t	62.5 x 10 ⁶ Nm ³ /y
N ₂ gas	1st	9.39 Nm ³ /t	4.50 x 10 ⁶ Nm ³ /y
	2nd	21.1 Nm ³ /t	17.0 x 10 ⁶ Nm ³ /y

Note: Production (finished products)

1st stage: 479,000 t/y

2nd stage: 804,000 t/y

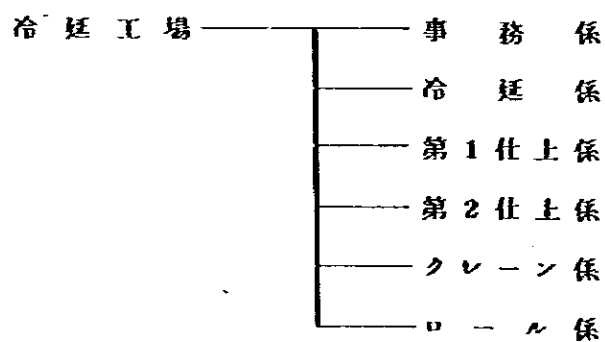
Table 15.5.8 副産物発生量

Equipment	By-products	1st stage	2nd stage
Pickling line	Scrap	21,000 t/y	35,000 t/y
	Sludge	3,200 t/y	5,400 t/y
Cold strip mill	Sludge	3,400 t/y	5,700 t/y
	Fatty acid	500 t/y	800 t/y
Cleaning line	Sludge	1,800 t/y	2,600 t/y
Shearing & slitting line	Scrap	4,000 t/y	5,000 t/y
Coil preparation line	Scrap	17,000 t/y	32,000 t/y

(8) 組織と要員

i 組織

冷延工場の組織を下記に示す。



ii 要員

Table 15.5.9に要員を示す。

Table 15.5.9 要 員 表

Sup't.	Group	Ass't. sup't.	Engineer	Clock	Foreman	Skilled worker	Semi-skilled	Unskilled	Sub-total of group
	General	1 (1)	- (-)	5 (7)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	6 (8)
	Rolling	1 (1)	3 (3)	2 (3)	4 (5)	26 (43)	44 (63)	23 (34)	103 (152)
	1st finishing	1 (1)	2 (2)	2 (3)	4 (5)	24 (48)	27 (53)	26 (48)	86 (160)
1 (1)	2nd finishing	1 (1)	1 (1)	8 (10)	3 (4)	13 (34)	33 (58)	72 (102)	131 (210)
	Crane	1 (1)	- (-)	1 (1)	3 (3)	21 (29)	21 (29)	20 (26)	67 (88)
	Roll	1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (3)	11 (15)	10 (14)	19 (25)	46 (60)
1 (1)		6 (6)	7 (7)	19 (25)	17 (20)	95 (169)	135 (217)	160 (235)	439 (679)
Total									440 (680)

Note: 1) Figures in () show the number of personnel required at the 2nd stage.

2) Rolling means pickling and rolling.

3) 1st finishing means cleaning, annealing and skinpass.

4) 2nd finishing means shearing, slitting and coil preparation.

