

られる。スクラップは秤量機上に置かれたスクラップシュートに積み込まれる。この積み込みは2台の15Tリフティングマグネットクレーンで行なう。転炉への装入はスクラップ装入クレーンで行なわれる。

③ 転 炉 設 備

転炉は公称能力130T/heat、炉内容積123m³(比容積0.95)とする。炉体の高さ(H)9,000mm、径(D)6,600mmとし、高さとの比H/D=1.36とする。炉体傾動装置はDC4モーターにより駆動され、回転速度は0.1～1.0rpmの間をノッチコントロールで自由に選択できる。将来の上底吹操業ができるよう底吹設備のプロビジョンを行なう。

実際に底吹きを導入するためには、底吹き方式の決定、計装を含む底吹き設備の設置、使用する底吹きガスの発生、貯蔵、輸送のための設備が追加されねばならない。本F/Sには、これらの設備費等は含まれていない。

転炉の築炉時間短縮、安全性を考慮し、築炉タワー(Relining tower)を採用する。

④ 送酸設備(Oxygen blowing equipment)

溶銑成分のSi、Pが高いため吹錬チャージの20%をダブルスラグ法で行なう計画である。吹錬時間はシングルスラグ、ダブルスラグ法とも平均18分とし、吹酸速度28,000Nm³/hとする。酸素供給の配管能力はMax 30,000Nm³/hとする。

ランスの昇降装置はガイドポスト付のカートリッジ式とし、ランス交換は迅速交換式のものとする。

⑤ サブランス設備

転炉の吹止コントロールは生産能率、歩留、品質、コストに多大な影響を与える。スタティック・コントロールによる同時適中率(Simultaneous successful hitting ratio)はたかだか40%であるが、サブランスを導入し、ダイナミック・コントロールすることにより、同時適中率を70%以上に引き上げることができる。サブランス法は吹止2分前にサブランスで測定を行ない、吹錬中の溶鋼温度、溶鋼C%の測定およびサンプル採取を行ない、吹錬吹止制御を行なう。

⑥ 排ガス処理設備 (Waste gas treating equipment)

省エネルギーおよび環境汚染防止を積極的に実施するため、非燃焼回収型 (Non combustion type with gas recovery) (O.G. system) を採用する。排ガス量は最高送酸量と投入鉄鉱石量とから発生するガス量を計算し、約 78,000Nm³/h として計画する。集塵のために一次、二次集塵機を有し、排ガス含塵量は 0.1g/Nm³ 以下となる。非回収のガスは高さ 75 m の三脚煙突より燃焼放散する。ガス回収は三方切替弁にて回収側に切替え、ガスホルダーに送る。回収ガスは一般用燃料、ボイラー用燃料等多目的に使われる。

⑦ 副原料設備 (Flux handling equipment)

転炉工場に近接する生石灰炉で製造された生石灰は、貯蔵サイロから直接副原料コンベアー上に供給される。他の副原料はトラックにて、地下バンカーに運搬される。地下バンカーより切出された副原料は、ベルトコンベアーで炉上バンカーに運搬、貯蔵される。炉上バンカーは各々の転炉に 6 銘柄の 9 バンカーがそれぞれ設置される。転炉への切出しは振動フィーダーを介して秤量され、チャージホールディングホッパーに一時貯蔵されて転炉に装入される。

⑧ 合金設備 (Ferro-alloy handling equipment)

合金鉄は貯蔵所でコンテナに積込まれ、トラックで製鋼工場に運搬される。コンテナはモノレールホイストにて吊上げられ、貯蔵バンカーに合金鉄を移送する。バンカーの構成は各々の転炉に 5 銘柄 5 バンカーとする。合金鉄は振動フィーダーで切出され、ホッパー秤量機 (Weigh hopper car) で秤量され出鋼中に投入シュートを通じて鍋内に投入される。

(4) 技術説明

① 転炉炉容

223万T/Yの溶鋼生産に必要な炉容を 130 T × 2 基とする。平均製鋼時間 (Charge to top) を 43 分、年間稼働日数 348 日とする。稼働日数に対する実稼働率 (Working ratio) は、後工程の連続 4 基とのマッチングを考慮し、他の溶銑待、設備故障等の障害時間を差引いて 74 % とする。炉容は次の式から算定する。

$$\frac{1}{2} \times \frac{2,230,000 \text{ T/Y}}{\frac{348 \text{ D/Y} \times 1,440 \text{ min/D} \times 0.74}{43 \text{ min}}} = 129.3 \text{ T/heat} \approx 130 \text{ T/heat}$$

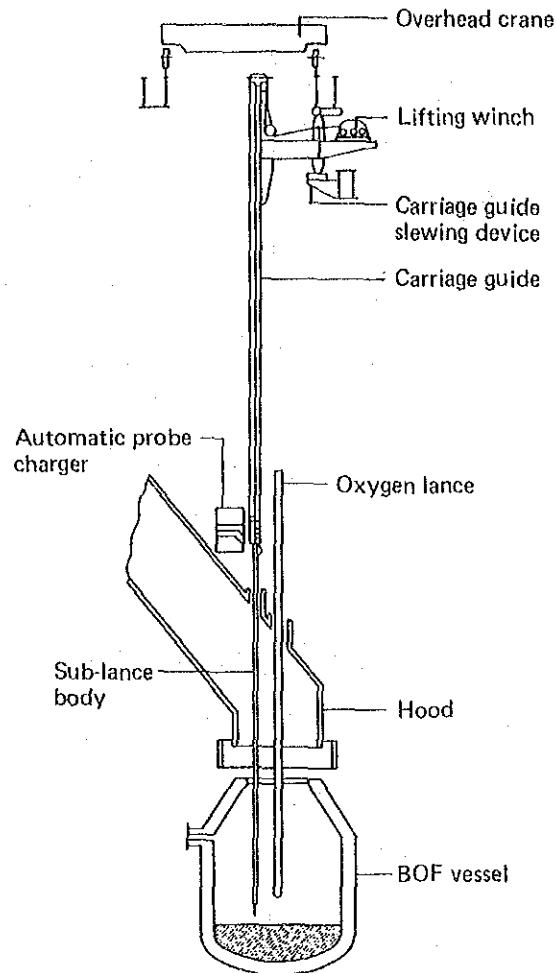


Fig. 7.5.3 Schematic diagram of sub-lance equipment

② サブランス設備

サブランス設備はサブランス本体、サブランスガイド、ガイド旋回装置、ウインチおよび計測・制御装置から構成される。Fig.7・5・3 にサブランス装置の概要を示す。

サブランスは転炉の吹錬中に溶鋼中に降下され、サブランス先端に装着されたプローブ (Probe) で鋼浴温度、鋼浴 [C] % の測定およびサンプルの採取を行なう。プローブはサンプル回収のため回収され、新しいプローブが自動装着される。一般にサブランス測定は吹止 (Blow-off) の 2 分前に行なわれる測定値をもとに吹錬コントロールを行い、目標の溶鋼成分と温度の適中を目指す。

Fig.7・5・4 にダイナミックコントロールの概念図を示す。

③ 転炉排ガス処理設備 (Waste gas treating equipment)

副生エネルギーの有効利用をはかるため転炉排ガスを非燃焼で回収する O G 設備を設置する。Fig.7・5・5 に転炉排ガス回収システムのフローを示す。

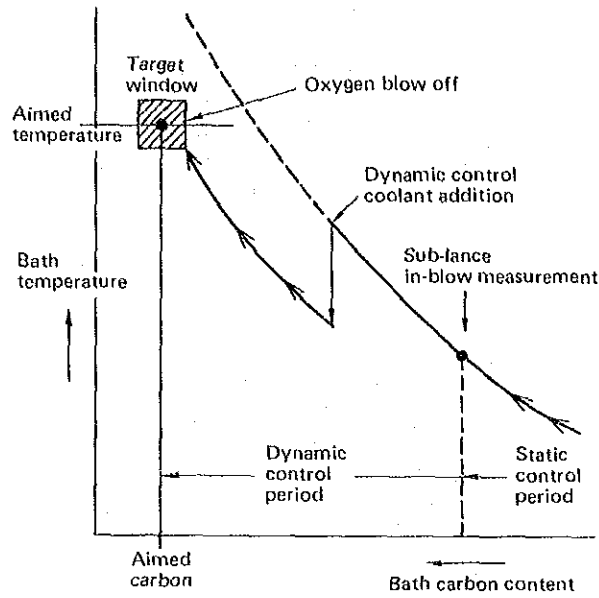


Fig. 7.5.4 Basic concept of BOF dynamic control (Blow-end control)

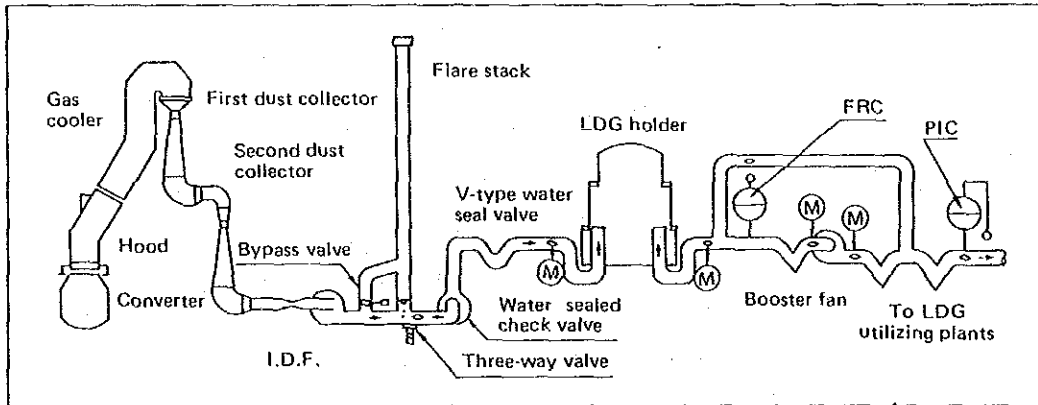


Fig. 7.5.5 LDG recovery system flow

回収ガスの特性は以下の通りである。

CO ratio	64% or more
SO ₂ ratio	0.5 ppm or less
H ₂ S ratio	0.1 ppm or less
Dust density	0.1 g/Nm ³ or less

ガス回収量は操業条件、ガス回収条件、ガスホルダー容量等により変化するが70~100Nm³/Tの回収実績が得られている。

Table 7.5.7 Equipment specifications of B.O.F. plant

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
1.	Hot metal handling equipment		
	01 Mixer	Inactive mixer: 1,200T x 2	
	02 Hot metal weighing machine	Weigh bridge type: 180T x 2	
	03 Hot metal charging ladle	130T x 3	130T x 2
	04 Deslagging machine	Cylinder type: 1	
	05 Slag pot	Steel casting: 20T x 3	20T x 1
06 Hot metal ladle dryer	Top burning type with cover: 1	1	
2.	Scrap handling equipment		
	01 Scrap charging chute	30T x 3	30T x 1
	02 Scrap weighing machine	Weigh bridge type: 80T x 2	80T x 2
	03 Coolant & coke charging chute	3T x 2	
3.	Furnace equipment		
	01 Furnace proper	Nominal capacity: 130T x 2 Furnace height: 9,000mm Furnace Diameter: 6,600mm Inner volume: 246m ³ Inner volume (after lining): 123m ³	130T x 1
	02 Furnace tilting device	2 Single side 4 motor Shaft-mounted type Tilting speed: 0.1 ~ 1.0 rpm	1

(continued)

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
4.	Oxygen blowing equipment 01 Oxygen holder 02 Piping & control system 03 Lance	Spherical type: 400m ³ x 1 2 systems Piping capacity: 30,000Nm ³ /h 8 for 2 furnaces Oxygen blowing capacity: 28,000Nm ³ /h Lance diameter: 250mm Lance length: 21,000mm 4 for oxygen (Rubber) 8 for cooling water (Rubber) Side shift quick change type: 4 2 systems Water volume: 200m ³ /h/furnace	400m ³ x 1 1 system 4 for one furnace
04	Flexible hose		2 for oxygen
05	Lance lifting device		4 for cooling water
06	Lance cooling water piping		2
			1 system
5.	Sub lance equipment	2 Fixed type with automatic probe charger	1
6.	Waste gas treating equipment 01 Waste gas treating system	2 Non combustion type with gas recovering system (OG) Waste gas volume: 78,000Nm ³ /h Dust density: 0.1g/Nm ³	1

(continued)

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
02	I.D. Fan capacity: 78,000Nm ³ /h x 1750mmHg x 1300kw		
03	Tri-pod type stack, height 75m		
04	Gas holder	Dry type: 20,000m ³ x 1	600m ³ x 1
05	Nitrogen holder	Spherical type: 600m ³ x 1	1
06	Water treating system	Closed & circulating system	1
07	Sludge handling equipment	Sludge thickener & filter	1
08	Secondary ventilation system	Bag filter capacity: 10,000m ³ /min Around furnace & mixer	
7.	Flux handling equipment		
01	Under ground bunkers	1	
02	Transport equipment	7 bunkers for 5 brands	
03	High level storage bunkers	1	Expansion of belt conveyer
04	Weighing & charging equipment	Belt conveyer transport method	1
		2	1
		9 bunkers for 6 brands	
		2 sets	
8.	Ferro-alloy handling equipment		
01	Ferro-alloy transport equipment	Mono rail hoist: 5T x 1	
		Container box: 10	5

(continued)

Division	Item	Specification	
		Step 1	Step 2
02	Ferro-alloy storage bunkers	2	1
03	Weighing & charging equipment	5 bunkers for 5 brands 2 sets	1
9.	Furnace brick lining equipment		
01	Relining tower	1 Tower, working deck, hoist & roller table Unishovel type: 1	
02	Lining breaker	2	
03	Worn brick receiving ladle	1	
04	Gunning machine		
10.	Auxiliary equipment		
01	Elevator	Goods elevator: 1 Passenger elevator: 1	2T x 2 2T x 2
02	Shovel bulldozer	Capacity: 2T x 2	1
03	Forklift truck	Capacity: 2T x 2	
04	Air conditioner	1 set	
05	Temperature measuring equipment	5 1 for hot metal 2 for furnace front 2 for furnace back 3 systems	1 1 Extended
06	Communication system	1) I.T.V. Camera: 4, Monitor: 8 2) Interphone station: 8 3) Paging system: 20 stations	Camera: 2, Monitor: 4 4 10

(continued)

Division	Item	Specification	
		Step 1	Step 2
07	Miscellaneous piping	1 set 1) O ₂ piping 2) N ₂ piping 3) COG piping 4) Air piping 5) Miscellaneous water piping	Extended
08	Air chuter	3 stations	1 station
11.	Molten steel handling equipment		
01	Ladle transfer car	200T x 2 Electrically self travelling	200T x 1
12.	Slag handling equipment		
01	Slag pot	Steel cast pot: 35T x 8	35T x 4
02	Slag pot transfer car	35T x 8	35T x 4
03	Shovel bulldozer	2T x 2	2T x 2
04	Shovel car	2T x 2	2T x 2
13.	Crane equipment		
01	Hot metal charging crane	180T/30T x 2	
02	Scrap charging crane	60T/50T x 1	
03	Scrap loading crane	15T x 2	15T x 1
04	Furnace bay service crane	25T x 1	
05	Crane repair hoist	7T x 2, 5T x 1	7T x 1
06	Crawler crane	25T x 2	25T x 1

(continued)

Division	Item	Specification	
		Step 1	Step 2
14.	Auxiliary electrical equipment		
01	Power supply system & materials for electrical work	1	1
02	Plant lighting & work materials	1	1
03	Trolley line & materials for power supply work	1	1
04	Others	1	1
15.	Instrumentation		
01	Control system for oxygen blowing	1	1
02	Control system for waste gas treating equipment	1	1
03	Control system for temperature measuring equipment	1	1
04	Others	1	1
16.	Computer		
01	BOF process computer system	1 system	Additional
17.	Water works		
01	Pure water supply system	Capacity: 10m ³ /h x 1	1
18.	Civil works		
01	Foundation of building	1	1
02	Foundation of equipment	1	1

(continued)

Division	Item	Specification	
		Step 1	Step 2
19.	Buildings		
01	Main building	1	1
02	Auxiliary buildings & structures	1	1

7-5-4 操 業

(i) マテリアルフロー

最終 215万 T 段階のマテリアルフローを Fig. 7.5.6 に示す。高 Si、高 P 溶銑を主原料とするため、転炉の製出鋼歩留は 89% と世界水準から見れば低目だが、溶銑から良鋼に至る一貫歩留は現製鋼工場の 76% から 86% へと飛躍的に向上する。

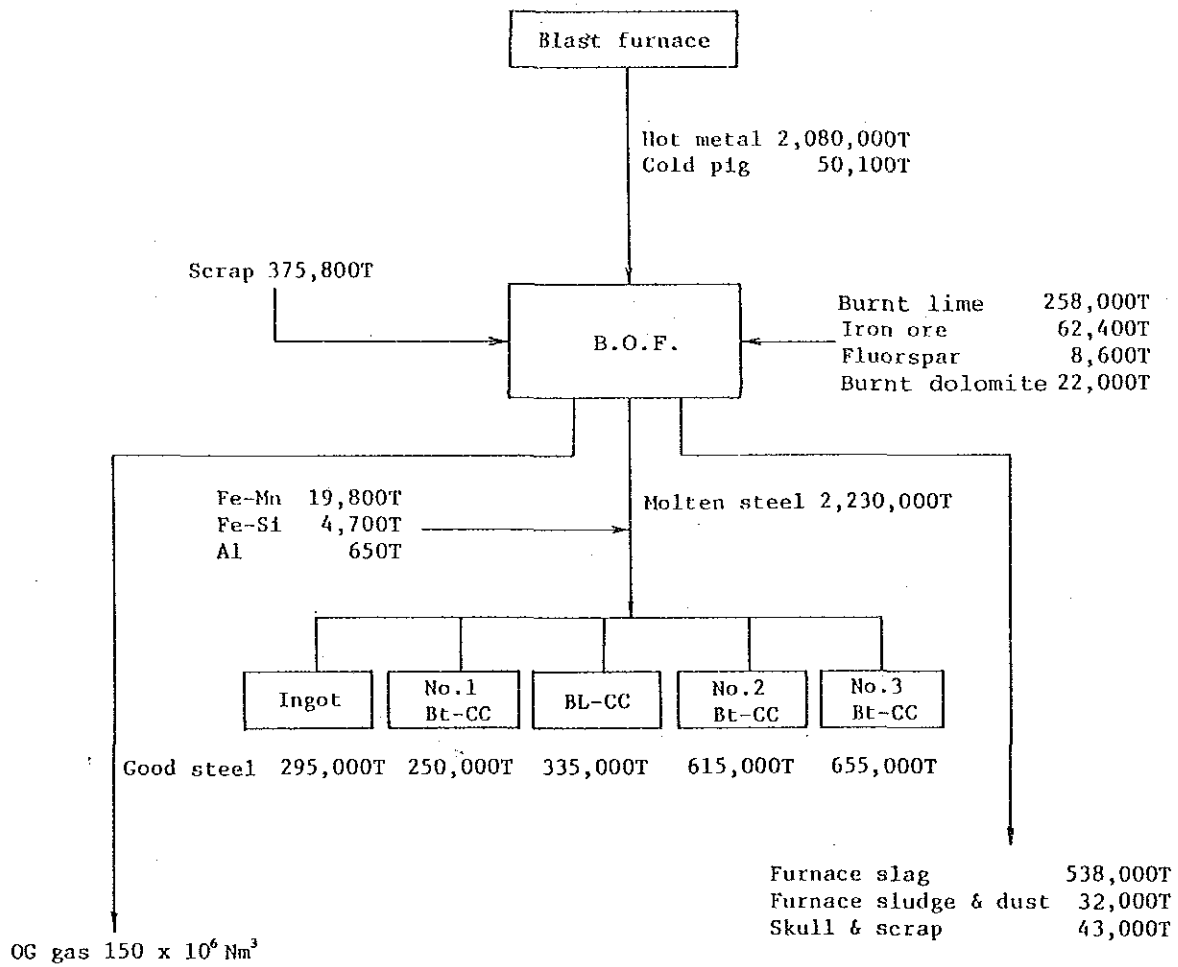


Fig. 7.5.6 Material flow of B.O.F. shop at step 2

(2) 転 炉 操 業

転炉の操業レベルは、通常ヒートの製鋼時間 (Charge to tap time) 4.1分とかなりレベルの高い設定をしている。転炉の吹止適中率 (Successful hitting rate at blow-off) 向上のためサブランス (Sub-lance) を導入するが、溶銑の性状が高Si、高Pであることを考えると、適中率を向上させるためにはかなりの努力を必要とする。

インド式の平均 Tap to tap time で見ると、通常ヒートでは5.5分となるが、これは215万T段階で並列する4基の連鑄機にタイミング良く溶鋼を分配するため、結果として出る数字であることに注意しなければならない。実際の操業では連鑄その他のトラブルに対処しつつ、出鋼量を確保していくためには、転炉は必要時に製鋼時間4.1分で出鋼する実力が要求される。

造塊法と異なり、多数基の連鑄の鑄造タイミングと転炉の出鋼とをマッチングさせることは、高度の操業管理と高い操業技術とが不可欠である。連鑄鋼比率を86%に設定しているが、Step 1での連鑄操業習熟と共に転炉の製鋼時間4.1分の実力が伴わないと、造塊に流れるヒートの増加から、製鋼作業を著しく混乱させ製造コストの上昇を招くこととなる。

転炉工場の生産諸元とエネルギーおよび耐火物原単位についてはTable.7.5・8に示す。

Table 7.5.8 Production and consumption of B.O.F. plant (per ton of good steel)

Product	Item	Unit consumption or Production	Annual consumption and production		Remarks	
			Step 1	Step 2		
Raw materials	Good steel		1,000,000 T	2,150,000 T		
	Molten steel		1,036,300 T	2,230,000 T		
Raw materials	1 Hot metal	966.4	967.4 kg/T	966,400 T	2,080,000 T	83 %
	2 Cold pig iron	23.3	23.3 kg/T	23,300 T	50,100 T	2 %
	3 Scrap	174.7	174.8 kg/T	174,700 T	375,800 T	15 %
	4 Burnt lime	120	kg/T	120,000 T	258,000 T	
	5 Iron ore	32	29 kg/T	32,000 T	62,400 T	
	6 Fluorspar	4	kg/T	4,000 T	8,600 T	
	7 Burnt dolomite	10	kg/T	10,000 T	22,000 T	
	8 Ferro manganese	8.8	9.2 kg/T	8,800 T	19,800 T	
	9 Ferro silicon	1.5	2.2 kg/T	1,500 T	4,700 T	
	10 Aluminum	0.17	0.30kg/T	170 T	650 T	
	11 Coke (breeze & lump)	0.7	kg/T	700 T	1,500 T	
By products	12 Furnace slag	250	kg/T	250,000 T	538,000 T	
	13 Furnace sludge & dust	15	kg/T	15,000 T	32,000 T	
	14 Ladle slag	20	kg/T	20,000 T	43,000 T	
	15 Skull & scrap	20	kg/T	20,000 T	43,000 T	
	16 OG gas	70	Nm ³ /T	70 x 10 ⁶ Nm ³	150 x 10 ⁶ Nm ³	2,300 kcal/Nm ³
	Utilities	17 Oxygen	66	Nm ³ /T	66 x 10 ⁶ Nm ³	142 x 10 ⁶ Nm ³
18 Nitrogen		9	Nm ³ /T	9 x 10 ⁶ Nm ³	19 x 10 ⁶ Nm ³	

(continued)

Item	Unit consumption or Production	Annual consumption and production		Remarks
		Step 1	Step 2	
19	COG	5 Nm ³ /T	5 x 10 ⁶ Nm ³	11 x 10 ⁶ Nm ³
20	Electric power	30 Kwh/T	30 x 10 ⁶ Kwh	65 x 10 ⁶ Kwh
21	Industrial water	0.3 m ³ /T	300,000 m ³	645,000 m ³
22	Soft water	0.06 m ³ /T	60,000 m ³	129,000 m ³
23	Compressed air	5 Nm ³ /T	5 x 10 ⁶ Kwh	11 x 10 ⁶ Nm ³
24	Mixer brick	0.52 kg/T	520 T	1,100 T
25	Furnace brick	12.3 kg/T	12,300 T	26,400 T
26	Charging ladle brick	0.45 kg/T	450 T	970 T
27	Brick waste	3 kg/T	3,000 T	6,500 T

Refractories

Gunning 2 kg/T

7-5-5 生石灰焼成炉

(1) 設 備

転炉工場が使用する生石灰量を良鋼T当り120kgとし、粗鋼年産215万Tの生産に必要な生石灰258,000tを生産する。

「インド国内産の石灰石の特性から生石灰焼成炉はシャフトタイプの炉の方がロータリーキルン炉に比べて優れている」との結論がインド国内では出ている」とのMECON情報から公称能力400T/Dの大型ベッケンバッハ炉(Becken Bach furnace)を第1Step1基新設、第2Stepで1基追加建設し、2基体制とする。原料石灰石は山元で水洗するものとし、石灰石の受入後簡易水洗してシャフト炉に装入する。シャフト炉で焼成された生石灰は破砕、サイジングされ、3~40mmサイズは成品バンカーに一時貯蔵され、転炉の副原料運搬コンベア上に直送される。3mmアンダーの粉はブリケットに成形され同じく転炉に使用される。シャフト炉内で焼成中に発生する粉生石灰は焼結原料として所内で消費される。

Table 7.5.9に生石灰焼成炉の設備仕様を示す。生石灰焼成炉のレイアウトはFig.7.5.2に示す通り新製鋼工場に隣接して配置する。

(2) 操 業

石灰石原石の受入サイズを40~80mmとし、転炉使用塊生石灰のサイズを3~40mmとする。Fig.7.5.7に受入原石から成品までのマテリアルバランスを示す。生石灰の焼成用燃料はCOGとする。燃料用COGは脱硫されていることが望ましい。脱硫されていない場合は、炉内発生粉生石灰中のS分が高くなるが、この粉は焼結原料の一部として使われるのでそのまま炉内消費することにする。

Table 7.5.10に生石灰焼成炉の生産諸元とエネルギーおよび耐火物原単位を示す。

(注) MECON : Metallurgical and Engineering Consultants Ltd.

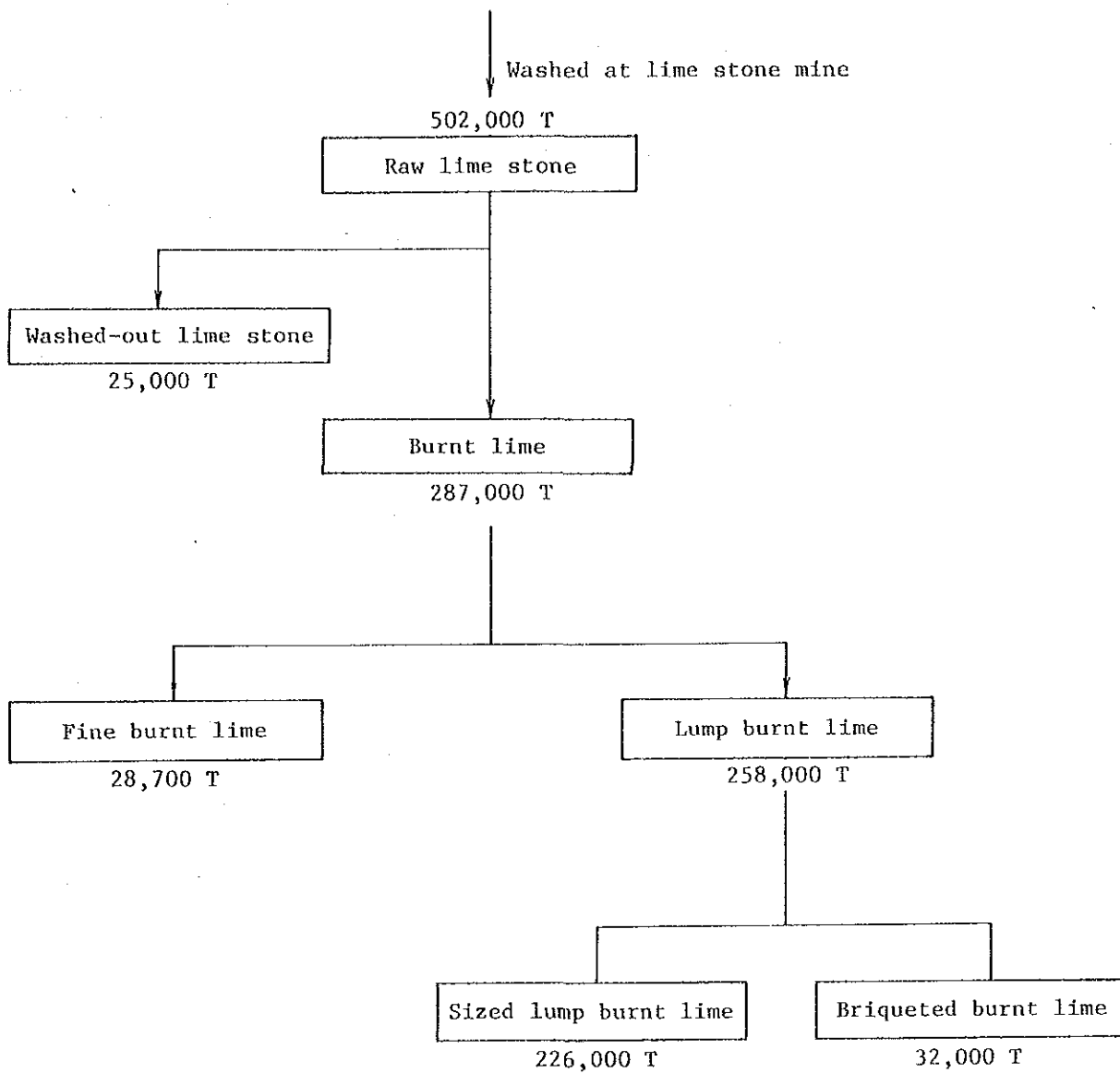


Fig. 7.5.7 Material balance (Lime)

Table 7.5.9 Equipment specification of lime calcining plant

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
1.	Receiving equipment of raw limestone		
	01 Belt conveyer	200T/h x 1 approx.	
	02 Limestone storage silo	1,000m ³ x 1	
	03 Fine limestone bin	100m ³ x 1	
	04 Vibrating screen	180T/h x 1 Wet type	
05 Washing equipment	1		
2.	Charging equipment		
	01 Limestone silo	1,000m ³ x 1	
	02 Belt conveyer	150T/h x 1	
	03 Weigher	1	
	04 Inclined belt conveyer	150T/h x 1	
05 Material charging equipment	1	1	
3.	Kiln equipment		
	01 Kiln proper	400T/D x 1 Becken Bach kiln Kiln profile: Diameter 7.5m approx. Height 55m approx.	400T/D x 1
	02 Driving air blower	145m ³ /min x 1, 4,000mm Ag. approx.	145m ³ /min x 1
03 Inner cylinder cooling fan	170m ³ /min x 2, 800mm Ag. approx.	170m ³ /min x 1	
4.	Waste gas treating equipment		
	01 Blower	1,300m ³ /min, -1,500mm Ag.	1,300m ³ /min x 1
02 Dust catcher	1,300m ³ /min	1,300m ³ /min x 1	

(continued)

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
5.	Transport and storage equipment		
01	Belt conveyer	60T/h x 1	
02	Screen	30T/h x 1 60T/h x 1 30T/h x 1	
03	Single roll crusher	10T/h x 1	
04	Briquet press machine	30T/h x 1	
05	Lump product bunker	5T/h x 1	
06	Fine product bunker	2,000T approx.	
07	Briquet surge tank	100T approx. 80T approx.	
6.	Auxiliary equipment		
01	Air compressor and piping	1	
02	Miscellaneous piping	1	
7.	Electrical equipment		
01	Power supply system	1	1
02	Lighting	1	1
03	Communication system	1	1
8.	Instrumentation	1	1
9.	Civil works	1	1

(continued)

Division	Item	Specifications	
		Step 1	Step 2
10.	Buildings		
01	Main control room	1	
02	Product bunkers	1	
03	Product treating house	1	
04	Electrical room	2	1
05	Fan room	1	1
06	Weigher house	1	
11.	Water works		
01	Drainage and water supply piping	1	

Table 7.5.10 Production and consumption of lime calcining plant
(per ton of burnt lime)

Item	Unit consumption or Production	Annual consumption and production		Remarks
		Step 1	Step 2	
Product				
	Burnt lime	133,000 T	287,000 T	
	Sized burnt lime	120,000 T	258,000 T	3 ~ 40 mm
Raw material				
1	Raw lime stone	1,750 kg/T	233,000 T	40 ~ 80 mm
By-product				
2	Wash-out lime stone	87 kg/T	11,600 T	
3	Fine burnt lime	100 kg/T	13,300 T	
Utilities				
4	COG	226 Nm ³ /T	30 x 10 ⁶ Nm ³	65 x 10 ⁶ Nm ³
5	Electric power	65 Kwh/T	8.6 x 10 ⁶ Kwh	18.7 x 10 ⁶ Kwh
6	Industrial water	0.8 m ³ /T	106,000 m ³	230,000 m ³
7	Nitrogen	0.02 Nm ³ /T	2,700Nm ³	5,700Nm ³
8	Compressed air	0.5 Nm ³ /T	200,000Nm ³	430,000Nm ³
Refractories				
9	Brick	0.3 kg/T	40 T	86 T
10	Brick waste	0.1 kg/T	13 T	29 T

7-5-6 建設スケジュール

第7章7-1のプロジェクト実施スケジュールに書かれている通りStep 1の年産100万T体制は1993年に確立されるが、新製鋼工場は可及的速やかに現在の製鋼工場に置き換えることが望ましい。このため土地造成等の条件が整い次第建設に入り全所的に100万T体制になる前に工場の操業を可能ならしめて、既存の二重精錬法(Duplex process)に基づくベッセマー転炉-平炉工場を廃止する。Table 7.5.11に転炉工場および生石灰焼成炉の建設工程を参考までに示す。建設契約締結より32カ月でホットラン開始のスケジュールとしている。このスケジュールの前半、エンジニアリングとデザインの期間および機器の調達期間については、実際の契約がどうなるかで期間が変わってこようが、本表では標準的なスケジュール例を示す。

Table 7.5.11 Construction schedule of steelmaking plant & lime calcining plant (for reference only)

Plant	Month		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	Description		Contract	Start of foundation						Start of building						Erection of furnace						Hot run													
Steelmaking plant	Engineering		Basic eng.		Detailed eng.																														
	Design	Foundation			Building						Equipment																								
		Building			Main building						Aux-building																								
		Electrical																																	
	Civil & building works	Foundation			Building						Equipment																								
		Building			Fabrication						Main building						Aux. building																		
	Main equip.	Furnace			Design						Manufacturing						Furnace ere.						Tilting device ere. Lining												
		Mixer			Design						Manufacturing						Erection						Lining												
		OG equip.			Design						Manufacturing						Erection						Test												
		Flux equip.			Design						Manufacturing						Erection						Test												
		F-alley equip.			Design						Manufacturing						Erection						Test												
		Oxygen equip.			Design						Manufacturing						Erection						Test												
	Crane	180/30T C			Design						Manufacturing						No.1						No.2												
		60/50T C			Design						Manufacturing						No.1																		
		15T C			Design						Manufacturing						No.1						No.2												
		25T C			Design						Manufacturing						No.1																		
	Electrical & Inst.				Design						Manufacturing						Erection & wiring																		
	Computer				Design						Manufacturing						Installation						Test												
	Water works				Design						Manufacturing						Erection																		
	Engineering		Basic eng.																																
	Design	Foundation			Design																														
		Building			Design																														
	Main equip.	Rec. & charge			Design						Manufacturing						Erection																		
Kiln				Design						Manufacturing						Erection						Lining Test													
Waste G equip.				Design						Manufacturing						Erection																			
Auxil. equip.				Design						Manufacturing						Erection																			
Tra & storage				Design						Manufacturing						Erection																			
Electrical & Inst.				Design						Manufacturing						Erection																			
Water works				Design						Manufacturing						Erection																			

7-6 連続鑄造・造塊

7-6-1 概 要

粗鋼生産規模として第1期100万T/Y、第2期215万T/Yと2段階に分けて近代化を図る。

このため第1期ではブルーム連鑄機 (Bloom Caster) およびビレット連鑄機 (Billet caster) を各々1基ずつ設置する。この段階における連鑄ブルームおよびビレット (Cast bloom and billet) は合計48.5万T/Yであり、CC比率は48.5%となる。

第2期においては更にビレット連鑄機を2基増設して連鑄ブルームおよびビレットは合計185.5万T/Yとなり、CC比率は86.2%まで上昇する。

なお、第1期において設置される設備群と第2期において設置される設備群は各々完全に独立しているため、第2期拡張工事により既設備の操業が阻害されることはない。

7-6-2 検 討 前 提

(1) 生 産 量

第1期および第2期における粗鋼生産量を各工程別にTable 7-6-1に示す。

第2期におけるBloom-1およびBillet-1それぞれのCasterの生産量が第1期のそれよりも増大しているが、これは操業の習熟度が上ることによる増産を見込んでいるからである。

Table 7.6.1 Production of crude steel

Unit : T/Y

Process		Step 1	Step 2
Caster	Bloom-1	285,000	335,000
	Billet-1	200,000	250,000
	Billet-2	---	615,000
	Billet-3	---	655,000
CC Total (CC ratio)		485,000 (48.5%)	1,855,000 (86.2%)
Ingot casting		515,000	295,000
Total		1,000,000	2,150,000

(2) 連鋳ブルームおよびビレット諸元

Table 7.6.2 に寸法および単重 (Unit weight) を示す。

Table 7.6.2 Measurements and unit weight

Caster	Nominal cross sectional dimensions (mm)	Length (mm)	Unit weight (T/m)	Weight of a bloom or billet (T)
Bloom-1	300 x 400	5,000 max.	0.936	4.68 max.
Billet-1	100 SQ	4,000 max.	0.078	0.312 max.
Billet-2	150 SQ	12,000 max.	0.176	2.112 max.
Billet-3	180 SQ	12,000 max.	0.253	3.036 max.

(3) 操 業 条 件

Table 7.6.3 に 操 業 条 件 を 示 す。

Table 7.6.3 Operating conditions

Item		Days	
Operating days	Annual operating days	348	
	Monthly operating days	29	
	Scheduled maintenance days/month	1.4	
Average liquid steel in ladle		129.3 T/heat	
Average tap to tap time		50 min.	
Process	No. of heats to be cast (heats/D)		
	Step 1	Step 2	
Caster	Bloom-1	6.6	7.7
	Billet-1	4.6	5.8
	Billet-2	--	14.1
	Billet-3	--	15.1
Ingot casting	11.8	6.8	
Total		23.0	49.5

(4) 生 産 性

ブルームおよびビレットの鋳造時間率を Table 7.6.4 に示す。

これ等の鋳造時間率は一般的な値であり特に問題は無い。

Table 7.6.4 Casting time ratio of each caster

(2.15 million stage)

Caster	Production (T/Y)	Heats/Y	Heats/M	Casting time (hrs)	*Casting time ratio (%)
Bloom-1	335,000	2699	225	262	36
Billet-1	250,000	2015	168	204	28
Billet-2	615,000	4928	411	425	58
Billet-3	655,000	5248	437	386	53

$$*Casting\ time\ ratio = \frac{Casting\ time}{Calendar\ time} \times 100\ (\%)$$

(5) 工程歩留

Table 7.6.5 に各工程歩留を示す。

Table 7.6.5 Casting yield

Process	Casting yield (%)	Loss (%)				
		Scale	Skull	Crop	Butt	
Caster {	Bloom-1 (Good blooms/Liquid steel)	96	0.8	1.5	1.7	--
	Billet-1 (Good billets/Liquid steel)	96	0.8	1.5	1.7	--
	Billet-2 (Ditto)	96.5	0.8	1.5	1.2	--
	Billet-3 (Ditto)	96.5	0.8	1.5	1.2	--
Intgot casting	(Good ingots/Liquid steel)	97.0	--	1.0	--	2.0

(6) 操業諸元 (Operational data)

Table 7.6.6 に各種原単位を示す。

Table 7.6.6 Unit consumption for casters

Item	Step 1		Step 2	
	Bloom-1	Billet-1	Billet-2	Billet-3
1. Refractories				
- Ladle				
Ladle brick (High grade fire clay)	5.8	5.8	5.8	5.8
Sliding nozzle (High alumina)	0.3	0.6 (Double Nozzle)	0.2	0.2
- Tundish				
High grade fire clay brick	4.0	6.0	5.0	5.0
Castable (High alumina)	2.5	4.5	3.1	3.1
Nozzle (Zircon)	0.12	0.09	0.05	0.05
2. Utilities				
Electric power	10.0	10.0	10.0	10.0
Compressed air	7.0	7.0	8.0	8.0
Water	0.4	0.4	0.4	0.4
C.O.G.	4.5	4.5	4.0	4.0
Oxygen gas	1.6	0.1	1.0	1.0
L.P.G.	0.5	---	0.3	0.3
Nitrogen gas	0.4	0.4	0.4	0.4

7-6-3 設 備 計 画

(1) レイアウト

Fig. 7.5.2 に製鋼工場および鋳造工場のレイアウトが示されている。

Bloom-1 および Billet-1 それぞれの Caster は工場建屋の南側に位置し、鋳込床 (Casting floor) は同一高さにそろえられている。これ等両マシン用タンディッシュ (Tundish) およびモールド (Mold) はマシン (複数) の北側に配置された整備場 (Mold and tundish preparation area) にて準備される。一方両マシンに必要な電力はマシン (複数) の南側に位置した電気室 (Electric room) から供給される。更に冷却水は建屋の南隣りに位置した水処理場 (Water treatment) より供給される。両マシンの間には共通の主操作室 (Main pulpit) および切断操作室 (Torch and shear pulpit) が配置されている。連鋳ブルームおよびビレットはそれぞれのマシン出側 (Discharge side) に設けられたチェーントランスファーからクーリングベッド上に集められ、自然空冷後トレーラーにて圧延工場または野外のストレイヤードに搬出される。

一方 Billet-2 および Billet-3 の 2 Casters、タンディッシュ整備場 (Tundish preparation area)、電気室および水処理場等は建屋の北側に、Bloom-1 および Billet-1 の両 caster の諸設備に対してほぼ線対象の形で位置している。但し、両マシン間のスペースにはモールドおよびローラーエプロン整備場 (Mold and roller apron preparation area) が配置されており、トーチ操作室 (Torch pulpit) はそれぞれのマシン専用のものがマシン (単数) の北側に設けられている。この両マシンと新棒鋼ミル (複数) との間にはビレット搬送テーブル (Billet delivery tables) が設けられており、ホットチャージ (Hot charge) またはウォームチャージ (Warm charge) を可能ならしめる。

(2) 設 備 仕 称

Fig. 7.6.2 ~ 7.6.4 に各々の連鋳機の概略図を示す。

4 基の連鋳機の主任様を Table 7.6.8 に示す。

- ① 溶鋼取扱設備 (Ladle handling equipment) は生産量の少ない Bloom-1 および Billet-1 の両 caster では単鋳 (Batch casting) が実施さ

れるので構造が簡単なレードルスタンド (Ladle stand) を採用する。一方、Billet - 2 および Billet - 3 の両 caster では連々鋳 (Sequential casting) が実施されるので、レードルターレット (Ladle turret) を採用し、取鍋またはタンディッシュ (Tundish) の迅速交換を可能ならしめる。

また、上記に対応して Billet - 2、Billet - 3 の両 caster 1 基当り 2 台のタンディッシュカー (Tundish Car) が設けられている。

② マシン型式としては最も普及している湾曲型 (Curved mould type) を採用する。但し Bloom - 1 caster については後述 (マシン半径) する通り機高を低くし、投資額を抑えるために 2 点矯正 (2 point unbending) を採用する。

③ 基本的にマシン半径 (Machine radius) を 8 m で統一して鋳込床 (Casting floor) のレベルをそろえている。これにより鋳込床上での作業性、安全性を向上させる。また、特に Billet - 2 と Billet - 3 の両 caster はモールド寸法以外は全て同一であるために部品の互換性が増してスペアパーツの在庫の圧縮が可能である。

④ Billet - 2 および Billet - 3 の両 caster の搬出ラインは新棒鋼ミルに直結しているため、ホットチャージ或いはウォームチャージが可能となり省エネルギーを期待出来る。また、鋳片 (cast billet) の運搬の簡略化といったメリットも同時に得られる。全連鋳機の機器リストを Table 7.6.9 (Mechanical) および Table 7.6.10 (Electrical) に示す。

(3) 水処理設備設計条件

Table 7.6.11 に各ステップ毎の水処理設備設計条件を示す。

(4) 技術説明

① ストランド (Strand) 数の決定

ストランド数は生産量、出鋼量 (Steel weight per heat)、鋳片 (Cast bloom or billet) の品質・鋳込トラブルの発生度合を考慮した鋳込速度 (Casting speed)、鋳込時間 (Casting time)、Tap to Tap 等の条件を考慮して決定される。

特に鋳込時間については、次の点を考慮した。即ち、単鋳を行なう Bloom

—1およびBillet—1の両Casterでは鋳込中の温度降下に起因する鋳込トラブルを防止するため80分以内となる様にすること。とりわけビレット寸法が100_{mm}SQと小さいBillet—1Casterについてはノズル閉塞(Nozzle choking)、ブレイクアウト(Break out)等の鋳込トラブルの発生頻度が極めて高いため極力鋳込時間を短くなる様にした。

一方、連々鋳を行なうBillet—2およびBillet—3の両Castersについては転炉のTap to tap(50分)に近い鋳込時間とし、多ヒートの連鋳が出る様にした。

この結果、鋳込時間およびストランド数は、Table 7.6.7に示す値とした。

Table 7.6.7 Casting speed and casting time

Item	Bloom-1	Billet-1	Billet-2	Billet-3
Casting time (min.)	70	73	62	53
No. of strand	3	8	6	6

Billet—1casterは8ストランドとなったため、通常の一体型タンディッシュでは長さが約9mにもなり使用中の変形、各ノズルからの溶鋼流速のアンバランスが懸念された。Moldが100_{mm}SQと特に小さいBillet—1ではこれは好ましくない。この対策として、2丁ストッパー(Double nozzle)の取鍋を必要とする欠点は生じるが、操業の安定を優先して考え、2分割型のタンディッシュを採用する。

② マシン半径

マシン半径は、一般に鋳込速度、ビレットまたはブルーム寸法ならびに品質レベル等の条件を考慮して決定される。特にストランドの矯正(Unbending)に起因するひずみ(Unbending strain)はビレットまたはブルームの表面品質(Surface quality)および内部品質(Internal quality)に影響するので慎重にマシン半径を決定する必要がある。Bloom—1では300_{mm}×400_{mm}のBloomを鋳込むことから、一点矯正(One point unbending)の場合はマシン半径が10~15mにもなり、必然的に建屋高さが高くなって投資コストが増大する。この対策として2点矯正を採用し、マシン半径をR1

= 8 m、R 2 = 16 mに抑えることが出来る。

また Billet - 2、Billet - 3 についても同様の配慮によりマシン半径を 8 mに決定した。但し、この場合はストランド寸法が小さいので1点矯正でひずみを許容値内とすることが出来る。

③ 高級鋼への対応

上述の如く連鑄機の基本を成すマシン半径については、十分高級鋼鑄込への対応を考慮した。従って将来高級鋼製造が要求される場合でもマシンを根本的に改造する必要はない。しかし当然のことながら取鍋とタンディッシュ間シュラウディング (Shrouding)、タンディッシュスライディングノズル、電磁攪拌 (Electric magnetic stirrer) 等の追加投資は必要であり、また鋼種 (Steel grade) によっては取鍋精錬 (Ladle metallurgy) を必要とするかも知れぬ。

④ 溶鋼の配分

215万 T 段階では4基の連鑄機と造塊の合計5カ所に2基の転炉から出鋼される溶鋼をタイミング良く配分する必要がある。そこでこの溶鋼の配分の様子をチェックするために簡単なシュミレーションを行った。その一例を Fig. 7・6・1 に示す。その結果かなりタイトなスケジューリングとなるが、高度の技術管理、生産管理および現場作業管理を十分に機能させることによつて所要量を鑄込むことが可能であることが確認された。

なお造塊が14%未だ連鑄化されずに残っているが、全ての連鑄機が鑄込トラブルを起し易い小断面マシンであることを考えると、これはこのまま残しておく方が生産量を確保する上で望ましい。即ちたとえ何れかの連鑄機がトラブルを起して停止しても、造塊が残っておればその連鑄機で鑄込む予定の溶鋼を造塊で鑄込むことが可能であり、減産量を極力少なくすることが出来る。

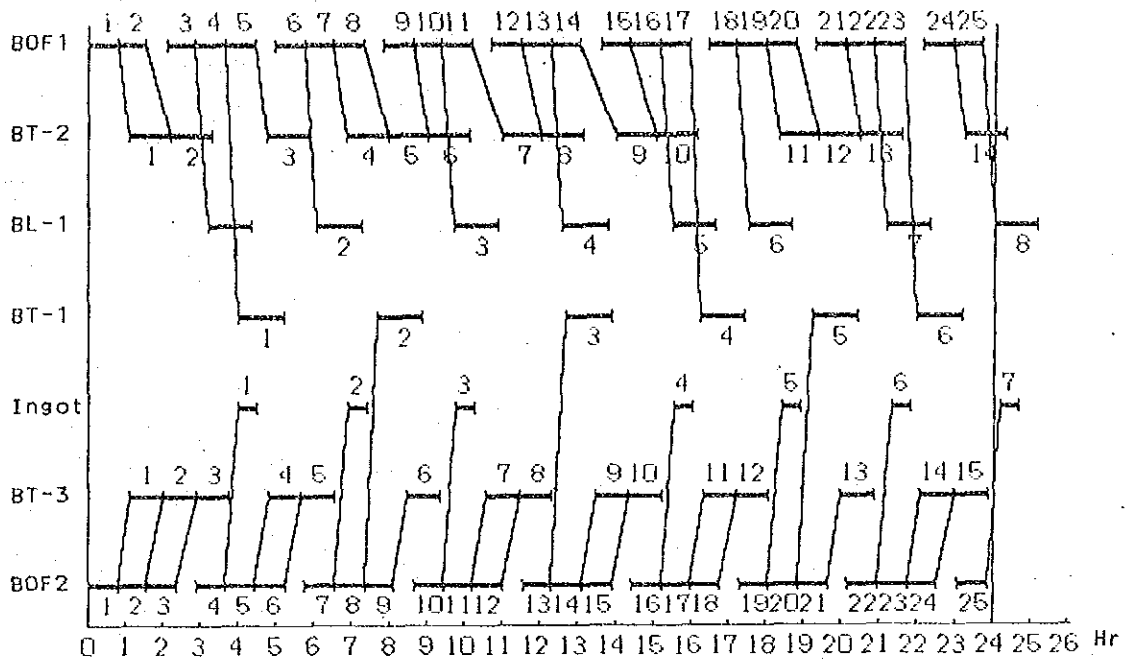
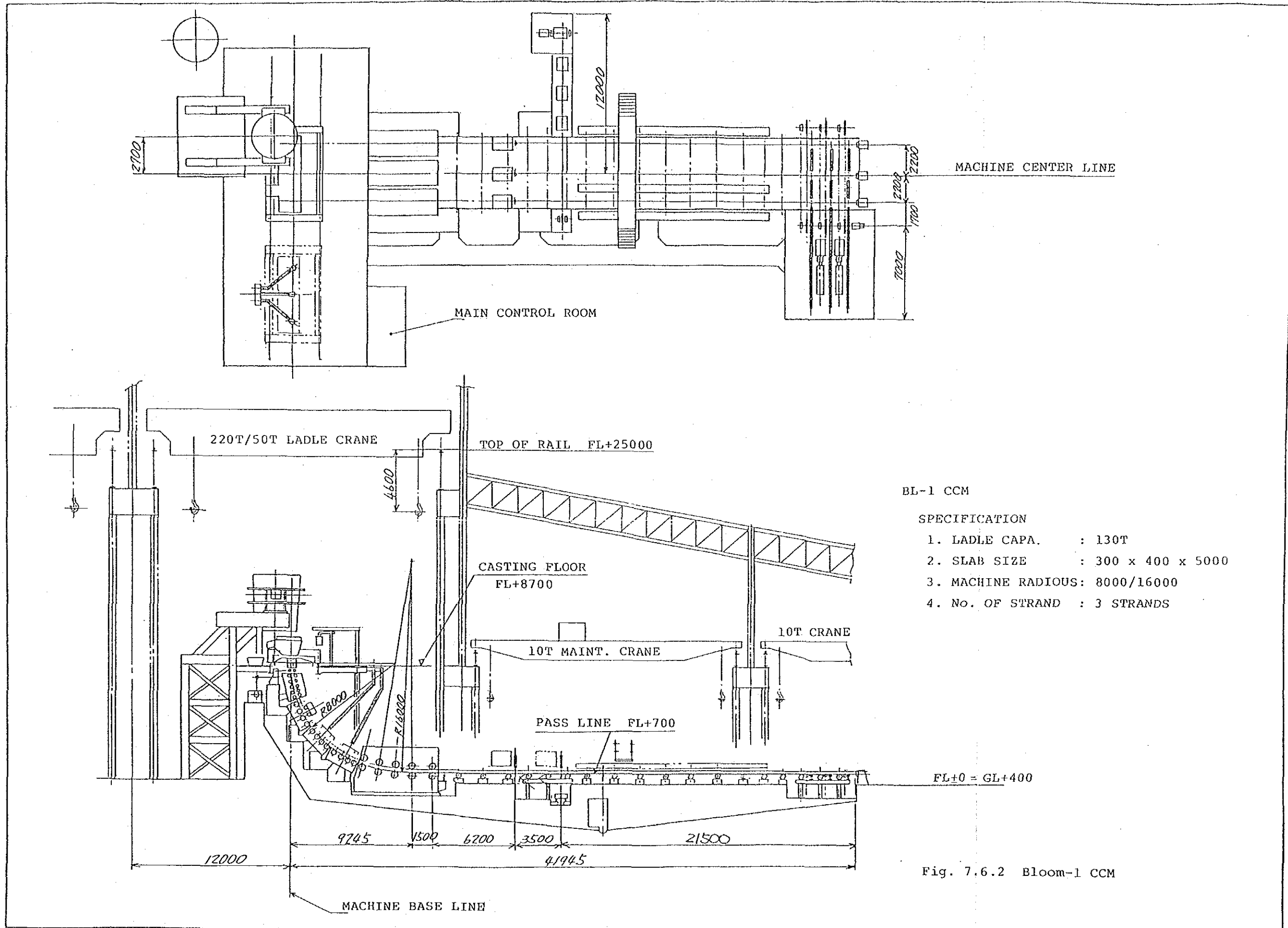


Fig. 7.6.1 An example of simulation for distribution of liquid steel

Table 7.6.8 Main specifications of casters

Caster Item	Bloom-1	Billet-1	Billet-2	Billet-3
Ladle handling	Ladle stand	Ladle stand	Ladle turret	Ladle turret
Tundish car	1	1	2	2
Machine type	Curved mold	Curved mold	Curved mold	Curved mold
Machine radius	8 m, 16 m	8 m	8 m	8 m
Unbending points	2	1	1	1
No. of strands	3	8	6	6
Mould size	300 mm x 400 mm	100 mmSQ	150 mmSQ	180 mmSQ
Cruising casting speed	0.7 m/min	3.0 m/min	2.1 m/min	1.7 m/min
Casting time	70 min	73 min	62 min	53 min
Cutting device	Torch	Shear	Torch	Torch
Discharge equipment	Roller table, Transfer, Cooling bed	Roller table, Transfer, Cooling bed	Roller table, Transfer	Roller table, Transfer

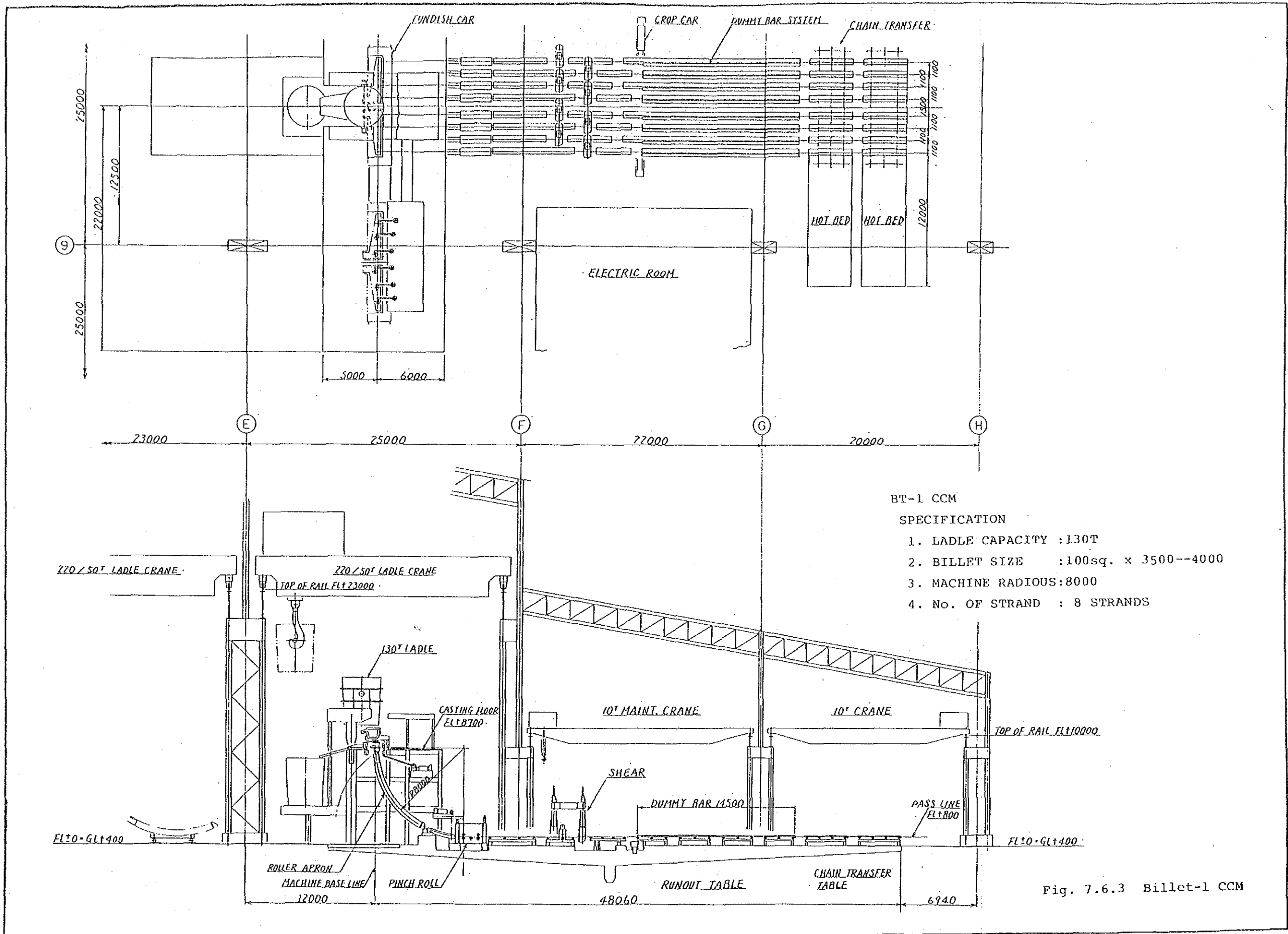


BL-1 CCM

SPECIFICATION

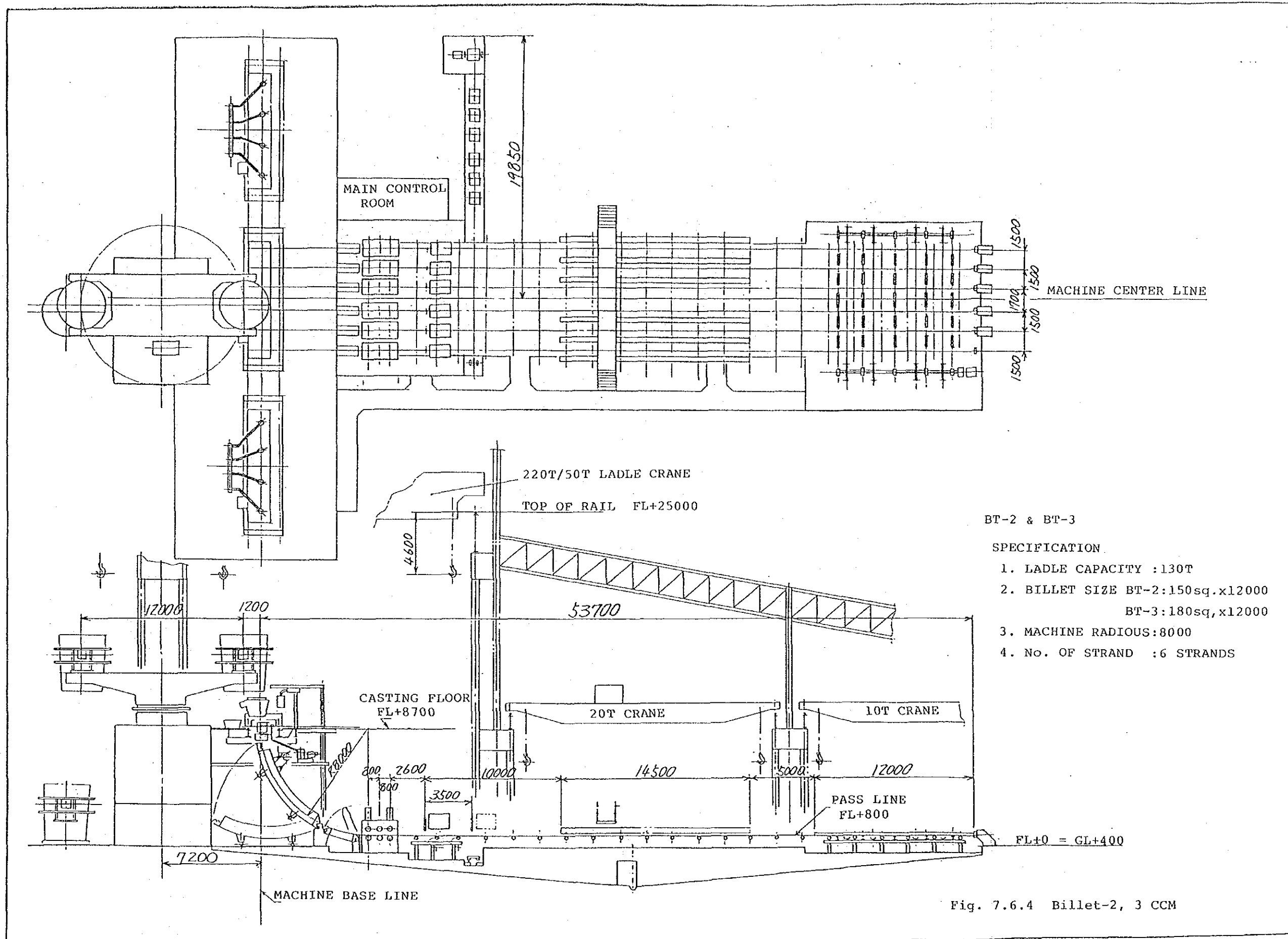
- 1. LADLE CAPA. : 130T
- 2. SLAB SIZE : 300 x 400 x 5000
- 3. MACHINE RADIOUS: 8000/16000
- 4. No. OF STRAND : 3 STRANDS

Fig. 7.6.2 Bloom-1 CCM



- BT-1 CCM
SPECIFICATION
1. LADLE CAPACITY : 130T
 2. BILLET SIZE : 100sq. x 3500--4000
 3. MACHINE RADIUS : 8000
 4. No. OF STRAND : 8 STRANDS

Fig. 7.6.3 Billet-1 CCM



BT-2 & BT-3

SPECIFICATION

1. LADLE CAPACITY : 130T
2. BILLET SIZE BT-2: 150sq. x 12000
BT-3: 180sq. x 12000
3. MACHINE RADIUS: 8000
4. No. OF STRAND : 6 STRANDS

Fig. 7.6.4 Billet-2, 3 CCM

Table 7.6.9 Equipment list for casters (Mechanical)

1. Step 1 (1 MT/Y)

Item	Description	Q'ty	Remarks
1.	Rinsing station	2	
1.1	Jib crane	2	Capacity 3 T
1.2	Lifting magnet	2	Capacity 300 kg
1.3	Scrap bin	2	
1.4	Exhaust fan	2	
1.5	Auxiliaries	2 set	
2.	Crane		
2.1	Ladle crane (A)	1	220 T / 50 T
2.2	Maintenance crane	1	10 T
2.3	Ditto	1	20 T
2.4	Ditto	2	30 T
2.5	Billet/Bloom handling crane	2	10 T
3.	Ladle transfer car	2	
4.	Bloom - 1 CCM		
4.1	Steel structure	1	
4.2	Tundish	1	Capacity 30 T
4.3	Tundish cover	1	
4.4	Tundish car	1	
4.5	Tundish preheater	1	
4.6	Slag box	1	
4.7	Mold	3	
4.8	Rape seed oil supplier	1	
4.9	Pendant box	3	
4.10	Oscillator	3	50 - 200 cpm
4.11	1st segment	3	
4.12	Common segments	3 sets	
4.13	Segment support	3	

(continued)

Item	Description	Q'ty	Remarks
4.14	Segment changing guide	3	
4.15	Pinch roll	3	
4.16	Torch cutter	3	
4.17	Torch approach roller table	3	
4.18	Torch roller table	3	
4.19	Torch runout table	3	
4.20	Crop handling	1	
4.21	Discharge roller table	3	
4.22	Chain transfer	1	
4.23	Pusher	1	
4.24	Cooling bed	1	
4.25	End stop	3	
4.26	Dummy bar	3	
4.27	Dummy bar receiver	3	
4.28	Steam exhaust	1	
4.29	Hydraulic unit	1	
4.30	Lulvication system	1	
4.31	Spares		
4.31.1	Tundish	6	
4.31.2	Tundish cover	6	
4.31.3	Mold	6	
4.31.4	1st segment	6	
4.31.5	Dummy bar head	3	
4.31.6	Dummy bar links	1	
4.31.7	Others	1 set	
5.	Billet - 1 CCM		
5.1	Steel structure	1	
5.2	Tundish	1 set	
5.3	Tundish cover	1 set	
5.4	Tundish car	1	
5.5	Tundish preheater	1	
5.6	Slag box	1	

(continued)

Item	Description	Q'ty	Remarks
5.7	Mold	3	
5.8	Rape seed oil supplier	1	
5.9	Pendant box	8	
5.10	Oscillator	8	
5.11	Roller apron	8	
5.12	Pinch roll	8	
5.13	Cutting shear	8	
5.14	Approach roller table	8	
5.15	Intermediate roller table	8	
5.16	Crop handling	1	
5.17	Discharge roller table	8	
5.18	Chain transfer	1	
5.19	Pusher	1	
5.20	Colling bed	2	
5.21	End stop	8	
5.22	Dummy bar	8	
5.23	Dummy bar receiver	8	
5.24	Steam exhaust	1	
5.25	Hydraulic unit	1	
5.26	Lulvication system	1	
5.27	Spares		
5.28	Tundish	5	
5.29	Tundish cover	5	
5.30	Mold	10	
5.31	Top part of roller apron	10	
5.32	Dummy bar head	10	
5.33	Dummy bar links	4	
5.34	Others	1 set	

(continued)

Item	Description	Q'ty	Remarks
6.	Tundish yard		
6.1	Tundish tilting device	1	For BL-1 Tundish
6.2	Ditto	1	For BT-1 Tundish
6.3	Tundish skull punch	2	
6.4	Tundish drying	1	For BL-1 Tundish
6.5	Ditto	1	For BT-1 Tundish
6.6	Tundish repair platform	1 set	
6.7	Tundish lifting beam	1	For BL-1 Tundish
6.8	Ditto	1	For BT-1 Tundish
6.9	Auxiliaries	1 set	
7.	Mold roller apron yard		
7.1	Mold tilting device	1	For BL-1 Mold
7.2	Ditto	2	For BT-1 Mold
7.3	Mold storage stand	10	For BL-1 Mold
7.4	Ditto	20	For BT-1 Mold
7.5	Mold 1st segment alignment stand	2	
7.6	1st segment alignment stand	2	
7.7	Mold assembly stand	1	
7.8	Ditto	1	
7.9	1st segment stand	6	
7.10	Auxiliaries	1 set	

(continued)

2. Step 2 (2.15 MT/Y) (additional)

Item	Description	Q'ty	Remarks
1.	Rinsing station	1	
1.1	Jib crane	1	Capacity 3 T
1.2	Lifting magnet	1	Capacity 300 kg
1.3	Scrap bin	1	
1.4	Exhaust bar	1	
1.5	Auxiliaries	1 set	
2.	Crane		
2.1	Ladle crane (A)	1	220 T / 5 T
2.2	Billet/Bloom handling crane		10 T
3.	Ladle transfer car	1	
4.	Billet - 2, - 3 CCM		
4.1	Steel structure	2	
4.2	Ladle turret	2	
4.3	Tundish	4	
4.4	Tundish cover	4	
4.5	Tundish car	4	
4.6	Tundish proheater	4	
4.7	Slag box	4	
4.8	Mold	12	6 x 150 mmSQ 6 x 180 mmSQ
4.9	Rape seed oil supplier	2	
4.10	Pendant box	12	
4.11	Oscillator	12	
4.12	Segment (1)	12	50 - 200 cpm
4.13	Segment (2)	12	Ditto
4.14	Segment support	12	
4.15	Segment removal winch	2	
4.16	Pinch roll	12	
4.17	Torch cutter	12	

(continued)

Item	Description	Q'ty	Remarks
4.18	Torch approach roller table	12	
4.19	Torch roller table	12	
4.20	Torch runout table	12	
4.21	Crop handling	1	
4.22	Discharge roller table	12	
4.23	Chain transfer	2	
4.24	End stop	12	
4.25	Dummy bar	12	
4.26	Dummy bar receiver	12	
4.27	Steam exhaust	2	
4.28	Hydraulic unit	2	
4.29	Lulvication system	2	
4.30	Spares		For BT-2,-3 CCM
4.30.1	Tundish	14	
4.30.2	Tundish cover	14	
4.30.3	Mold	20	10 x 150 mmSQ 10 x 150 mmSQ
4.30.4	Dummy bar head	12	
4.30.5	Dummy bar links	2	
4.30.6	Others	1 set	
5.	Tundish yard		For BT-2,-3 CCM Tundish
5.1	Tundish tilting device	2	
5.2	Tundish skull punch	2	
5.3	Tundish drying	2	
5.4	Tundish repair platform	1 set	
6.	Mold roller apron yard		For BT-2,-3 CCM
6.1	Mold tilting device	3	
6.2	Mold storage stand	30	
6.3	Mold assembly stand	2	

(continued)

Item	Description	Q'ty	Remarks
7.	Spares		
7.1	Tundish	2	For BL-1 CCM
7.2	Tundish cover	2	For BL-1 CCM
7.3	Tundish	2	For BT-1 CCM
7.4	Tundish cover	2	For BT-1 CCM

Table 7.6.10 Equipment list for casters (Electrical)

Note: * 1 set covers Bloom-1 CCM and Billet-1 CCM

** 1 set covers Billet-2 and -3 CCMs

Item	Description	Quantity	
		1 million ton	2.15 million ton
1	High tension panel .	1 set*	1 set**
2	Transformer	1 set	1 set
3	A C motor	1 set	1 set
4	D C motor	1 set	1 set
5	D C control panel	1 set	1 set
6	A C motor control center	1 set	1 set
7	Programmable logic controller and relay panel	1 set	1 set
8	Operater's control station	1 set	1 set
9	Instrumentation	1 set	1 set
10	Level control system	1 set	1 set
11	Detecting apparatus	1 set	1 set
12	Lighting facilities	1 set	1 set
13	Air conditioner in electrical room and operation room	1 set	1 set
14	Communication system	1 set	1 set
15	Wiring materials	1 set	1 set
16	Wiring work	1 set	1 set
17	Welding receptacle for maintenance	1 set	1 set
18	Fire alarm system	1 set	1 set

Table 7.6.11 Design condition of water treatment facility for casters

1. Step 1 (1 MT/Y)

Bloom-1 CCM and Billet-1 CCM	
1. Indirect cooling water system	
(1) Flow rate:	
Mold	1026 m ³ /h
Machine closed	102 m ³ /h
Total	1128 m ³ /h
(2) Temperature:	
Inlet	45°C
Supply	35°C
Wet bulb	27°C
(3) Supply pressure:	3 Kg/cm ² G
2. Direct cooling water system	
(1) Flow rate:	
Spray	264 m ³ /h
Machine open	318 m ³ /h
Total	582 m ³ /h
(2) Temperature:	
Inlet	60°C
Supply	45°C
Wet bulb	27°C
(3) Supply pressure:	3 Kg/cm ² G
3. Emergency water	164 m ³ /Total

(continued)

2. Step 2 (2.15 MT/Y) (additional)

Billet-2 CCM and Billet-3 CCM		
1. Indirect cooling water system		
(1) Flow rate:		
Mold		1,296 m ³ /h
Machine closed		108 m ³ /h
Total		1,404 m ³ /h
(2) Temperature:		
Inlet		45°C
Supply		35°C
Wet bulb		27°C
(3) Supply pressure:		3 Kg/cm ² G
2. Direct cooling water system		
(1) Flow rate:		
Spray		360 m ³ /h
Machine open		612 m ³ /h
Total		972 m ³ /h
(2) Temperature:		
Inlet		60°C
Supply		45°C
Wet bulb		27°C
(3) Supply pressure		3 Kg/cm ² G

7-6-4 造 塊

(1) レイアウト

上注 (Top pour) 用の鋳込プラットフォーム (Casting Platform) が Teeming & Ladle preparation bay の南端に位置しており、鋳込線 (Casting line) が 3 本同ヤード (bay) 内に設置されている。鋳込済の鋳型を積んだ台車は鋳造工場の南側約 100m に位置する型抜場 (Stripping yard) に移送され、型抜き後均熱炉に向けて移送される。

(2) 設備仕様

Table 7.6.12 に主仕様を、Table 7.6.13 に設備リスト (Equipment list) を示す。

Table 7.6.12 Main specifications of ingot casting facility

Ingot weight	5.0 T
No. of Ingots/Heat	26 Ingots/Heat
No. of Wagon/Train	5 * Existing molds and wagons are used.
No. of teeming tracks	3
Stripper crane	12 T x 1
Mold cleaner	1

Table 7.6.13 Equipment list for ingot casting

1. Step 1 (1 MT/Y)

Item	Description	Q'ty	Remarks
1.	Teeming platform	2	
2.	Ladle		
2.1	Ladle for casters and ingot casting	14	Capacity 130T
2.2	Emergency ladle for casters	4	
3.	Slag pot for casters and ingot casting	12	
4.	Sliding nozzle		
4.1	Hydraulic unit for ingot casting	1	on ladle crane
4.2	Hydraulic unit for ladle preparation	1	on the ground
4.3	Sliding nozzle cassette	21	
5.	Ladle preparation stand	3	
6.	Ladle drying station	3	
7.	Ladle relining station	1	Pit type
8.	Cranes		
8.1	Ladle crane	1	220T/50T
8.2	Service crane	1	90T/30T
8.3	Stripper crane	1	12T
8.4	Mold crane	1	15T
8.5	Jib crane	4	2T
9.	Locomdite	1	Diesel
10.	Forklift	4	3T
11.	Mold cleaner	1	Gentry type

(continued)

2. Step 2 (2.15 MT/Y) (additional)

Item	Description	Q'ty	Remarks
1.	Ladle		
1.1	Ladle for casters	14	Capacity 130T
1.2	Emergency ladle	4	
2.	Slay pot for caster	16	
3.	Sliding nozzle		
3.1	Hydraulic unit for ladle preparation	1	
3.2	Sliding nozzle cassette	21	
4.	Ladle preparation stand	3	
5.	Ladle drying station	3	
6.	Ladle relining station	1	
7.	Jib crane	4	2T
8.	Fork lift	4	3T

(3) 操業諸元

Table 7.6.14 に歩留および諸原単位を示す。

Table 7.6.14 Yield and unit consumption for ingot casting

Item	Value
1. Casting yield (good ingot/molten steel) %	97.0
2. Refractories for ladle	
High grade fire clay brick Kg/T	4.6
Sliding nozzle (High alumina)Kg/T	0.6 (Double Nozzles)
3. Utilities	
Electric power Kwh/T	2.0
C.O.G. Nm ³ /T	2.0
Oxygen gas Nm ³ /T	0.1
4. Mold Kg/T	22.0
Stool plate Kg/T	3.5

7-7 圧延

7-7-1 近代化計画の概要

現存する圧延設備は、可能な限り設備の改善により活用していくことを基本とし、量の拡大に対応するものとして№1棒鋼工場（能力、年産600,000T）№2棒鋼工場（能力年産700,000T）を新設することとした。

製鋼工場の転炉化に伴い、連続鋳造工程の採用に対応するために必要な設備改善を実施した。現存の圧延工場のうち、分塊工場（Blooming mill）、ビレットミル（Billet mill）、大形工場（Heavy structural mill）、小形工場（Merchant and bar mill）については第Ⅰ期、第Ⅱ期に対応できるように改造を加えて活用することとしたが、中小形工場（Light structural mill）は第Ⅰ期時点で休止廃棄とし、シートミル（Sheet mill）は第Ⅰ期のみ活用し、第Ⅱ期は休止とした。

シートミルは設備が古く、改造による近代化は困難であり、従って存続期間の推定は困難であるので、第Ⅱ期は生産計画より除外した。

7-7-2 製品構成

第3章においてインド鉄鋼の需給動向より IISCO BURNPUR 製鉄所の近代化計画における拡張部分の品種は棒鋼が適していることを述べた。

現存の大形工場および小形工場のプロダクトミックスは、現在生産している品種構成が維持され、量の拡大がはかれるものとした。

新設の棒鋼ミルのプロダクトミックスは、インドにおける丸鋼および異形棒鋼の生産実績についてのデータおよび BURNPUR 製鉄所での実績をもとに設定した。

各圧延工場におけるプロダクトミックスは下記の通りに設定した。

大形工場（Heavy Structural Mill）	250,000 T
角鋼（Squares）	78,000 T
平鋼（Flats）	1,000 T
形鋼（Channels、Angles、Joists）	112,000 T
レール（Rails）	16,000 T
特殊形鋼（Special Sections）	43,000 T

小形工場 (Merchant & Bar Mill)	250,000 T
丸鋼 (Plain round)	102,000 T
異形棒鋼 (Deformed bars)	62,000 T
形鋼 (Angles)	53,000 T
平鋼 (Flats)	33,000 T

№ 1 および № 2 棒鋼工場

Mill	Size of Products (mm)	Quantity of product Unit : x 10 ³ T (ratio %)				
		10-12	14-22	25-38	40-80	Total
No.1 Bar and section mill	10-32	180 (30)	300 (50)	120 (20)	---	600
No.2 Bar and section mill	20-80	---	210 (30)	370 (53)	120 (17)	700
Total	10-80	180 (14)	510 (39)	490 (38)	120 (9)	1,300

cf: 1 Production of bar & deformed bar in India (1981/82)

Size (mm)	8-10	12-22	25-80	100 & above
Ratio (%)	15	43	41	1

(by National Council of Applied Economic Research)

2 Production of bar & deformed bar in BURNPUR works (1985/86)

Size (mm)	8-10	12-22	25-36	40-60
Ratio (%)	--	40	52	8

シートミル (Sheet mill)	100,000 T
ブラックシート (Black Sheet)	70,000 T
亜鉛メッキシート (Galvanized sheet)	30,000 T

7-7-3 近代化計画

(1) 分塊工場 (Blooming Mill)

分塊工場の設備近代化計画については、Table 7.7.1の Modernization of rolling department の Blooming mill に示す。

製鋼工程での連鋳化に対応するため、ミルライン近接の均熱炉を撤去し、新たにブルーム加熱炉を設置する。また、品質および歩留の向上、燃料原単位の低減、設備保全（スケールの減少）のために均熱炉の計装設備を近代化する。

圧延機では、主電動機関係のサイリスタコンバータ化および圧延操業上のトラブル減少のためにフィードローラー、ローラーテーブルの改造を行うこととした。

近代化後、燃料、電力、材料（鋼塊およびブルーム）の事情は大幅に改善されるので、年間稼働時間は5,500 hとなり、Ingotから448,000 T (120 T/h)、ブルームから282,000 T (160 T/h) の分塊が可能である。

(2) ビレットミル (Billet mill)

ビレットミルの設備近代化計画については、Table 7.7.1の Billet mill に示す。

近代化案件としては、主電動機のサイリスタコンバーター化が主体である。

改善すべき点は、この他にスタンド間のローラーツイスター設置、Gauge Stopper の改善、冷却床スキッドの改善があるが、これらは近代化計画に関係なく、日常の改善計画の中で処理されていくべきものとする。

ビレットミルの生産は、現在約30万 Tであるが、ミルの稼働率 (Net utilization rate) は32%程度に過ぎず、年間4,400時間に達する材料待 (Steel shortages) があり、現在の生産能率 (Rolling rate T/h) 105 T/hで推移したとしても、474,000 Tのビレットの生産は可能である。

(3) 大形工場 (Heavy structural mill)

大形工場の設備近代化計画については Table 7.7.1 の Heavy structural mill に示す。

加熱炉の更新と主電動機のサイリスタコンバータ化を行う。また、補機関係では油圧装置の更新を行い、操業の安定化をはかる。

精整ラインでは、矯正機を冷却床後のローラーテーブル内に移設し、矯正作業の合理化をはかる。

改善項目は上記の外に、ロールベアリングの改善、チルターの設定があるが、これは近代化計画の実行を待つまでもなく、日常の設備改善の中で実施されていくべきものとする。

近代化後、燃料、加熱能力、材料待 (Steel Shortage)、分塊ミルとのマッチング (Wait for blooming Mill) の事情は改善され、これらによる休止時間 (現在 36.5% に達している) は十分に利用出来、従って稼働時間は 5,500 時間となり、生産能力 4.6 T/h で 250,000 T の生産が可能である。

(4) 小形工場 (Merchant and bar mill)

小形工場の設備近代化計画については、Table.7.7.1 の Merchant mill に示す。

加熱炉の燃焼制御を現在の全マニュアル操作から温度、ガス流量、空気流量、炉圧の各制御を自動化し、加熱効率の向上をはかり、加熱炉入側に秤量機を設置する。

主電動機は DC ミルモーターのみサイリスタコンバーター化を行い、デスクも新設する。DC 補機については現状を維持する。

改善すべき項目は以上の外に、各スタンド入側のガイド改善 (ローラータイプ)、加熱炉のスキッドの更新があるが、これらは本近代化計画とは関係なく、日常の設備管理、改善活動の中で実施されるべきものとする。

なお、小形工場は近代化後、鋼片サイズを 100 mm 角に統一していくことを計画しており、今後の改善は鋼片サイズ拡大に対応出来るように配慮されるべきである。

近代化後、燃料、電力および材料事情が改善されること、および操業人員は全直配置とすることにより、稼働時間は 5,500 時間となり、250,000 T の生産が可能となる。

(5) シートミル (Sheet mill)

シートミルの設備近代化計画については Table.7.7.1 の Sheet mill に示す。

第 1 期のみに対応するために加熱炉の燃焼効率向上の改善を行うだけである。

(6) №1 棒鋼工場

① 生産概要

- a) 生産品種 鋼種：普通鋼 (JIS SS SD)
サイズ：丸棒鋼 10～32φ
(異形棒鋼 D10～D32含む)
山形鋼 L25～L40

b) 操業条件

Operation time (A)	8,760 h/Y
Roll rotating time (B)	6,000 Y/Y
Availability (B/A)	68.5 %
Average productivity (C)	100 T/h
Annual production (BxC)	600,000 T/Y

② №1 棒鋼工場概要

№1 棒鋼工場の設備概要は、Table 7.7.1 の №1 Bar mill に示す。

a) レイアウト

№1 棒鋼工場は、全連続式の圧延ミルで、精整ラインは棒鋼精整ライン、形鋼精整ラインに区別され、各々連続化されている。

ミルヤードをはさんで棒鋼、形鋼、各々の製品置場を配し、最終製品は直接圧延工場より出荷される。

当該ミル専用のロールショップを圧延ヤードに設けた。

また、工場全体は鋼片のホットチャージを考え、できるだけ連鋳工場に近接させて配置した。

レイアウトを Fig. 7.7.2 に示す。

b) ビレットヤード

細径主体の圧延工場にもかかわらず、ビレットサイズは 150□×10 m (単重約 1,700 kg) と大きくし、歩留の向上、高生産性をはかった。

圧延品質、省エネルギーを考え、連鋳工場より熱片を直送し、加熱炉へのホットチャージを基本とし、このため熱片搬送はローラーテーブルで行い、

熱片の温度低下は最小限に抑えられる。ピレットヤードには常時冷片在庫を置き、連鑄工場停止時あるいは圧延側の生産能率が連鑄片の供給能力を上まわる時に、在庫冷片を使用する。

c) 加 熱 炉

鋼片加熱炉は、ウォーキングハースタイプとし、平均圧延能率100T/hを確保するため、加熱能力は120T/hとした。ホットチャージ実施の上に、さらにレキュベレーターによる排熱回収、適切な炉内温度制御により燃料原単位は計画生産量圧延時には $270 \times 10^3 \text{ Kcal/T}$ と大きな省エネルギー効果が得られる。

また、燃焼管理により加熱炉内での焼ペリが減少し、歩留向上がはかれる。

d) 圧 延 設 備

圧延機はタンデム配置で、粗列、仕上列は水平—垂直交互配列、中間列は水平配列としたが、これは棒鋼、形鋼ともに圧延するため、形鋼圧延時には仕上列は水平圧延機のみ使用される。

粗列9台、中間列6台、仕上列4台のいずれの圧延機も1ロール1モーターの各個駆動方式とし、ロール組替はスタンド交換方式を採用し、組替時間の低減をはかった。

また、10～16φ、D10～D16の細径圧延では、スプリットローリングを採用し、スタンド数減少による初期投資額の低減、電力原単位の低下、生産能率の向上をはかった。

スプリットローリングでは、 $\#18$ 、 $\#19$ スタンドは2本通しとなり、これ以外は1本通し圧延である。

最大仕上速度 25 m/sec (10φ、D10圧延時において)が示すように、高速圧延を行い、圧延能率を高めた。

粗列出側のフライングシャー、中間列出側のスニップシャーは、各々圧延材の端部切捨によるミスロール防止、ミスロール発生時のコブル切断のために設置し、仕上列出側のディバイディングシャーにより圧延材は冷却床有効長さ内で最大歩留を得る最適切断長さに分割される。

e) 精 整 設 備

冷却床はレイクタイプで、最大圧延速度 25 m/sec に対応した高速冷却床

搬入装置を有し、また、冷却床出側に先端揃え装置を設け、歩留向上をはかっている。取扱いが異なるため、精整ラインは棒鋼ラインと形鋼ラインに分けた。

棒鋼は、冷却床出側のコールドシャーで製品切断後、自動結束、秤量される。一方、形鋼は生産能率を高めるため、分割長さまで長尺矯正し、この後製品切断 — パイリング — 自動結束 — 秤量される。

f) 電気設備

主電動機はすべて直流電動機を用い、1台の圧延機を1台の電動機で駆動する各個駆動方式であり、かつ各々直流電動機が独立した可変電圧電源を持つ各個電源方式を採用した。また、直流可変電圧電源はサイリスターによる静止レオナード方式(サイリスターレオナード)で応答性に優れ、しかも寸法的に小さく据付面積が小さくてすみ、保守をほとんど必要としない長所を有する。

各個電源、各個駆動方式により、インパクトドロップに対する応答性が高く、精密な速度制御が行なえる。

主機以外にも、精度の高い速度制御が必要な補機には直流機を適用する。

g) 高級鋼への対応 (High grade steel)

将来、炭素鋼、低合金鋼等の高級鋼の生産が可能である設備とした。

加熱炉は、ウォーキングハースタイプで自動燃焼装置を備え、脱炭および疵発生が比較的少なく、均熱性のすぐれたものとした。

圧延機は、圧延疵防止に有利な全連続式で水平圧延機と垂直圧延機の交互配列を主体とした。

冷却床も曲りの少ないレイクタイプを採用した。

電気設備は、圧延機の安定した操業を確保できる応答性の速い設備としている。また、圧延は一本通し(one strand rolling)とした。

上記により、表面品質に優れ、寸法精度が高く、機械的性質の均一な高級鋼の生産が可能である。

但し、高級鋼の生産に際しては10 mm φより16 mm φのスプリットローリングは実施せず、高級鋼の生産に際して追加すべき設備としては、ピレットの検査および手入設備(Conditioning facility)、超音波探傷器

(Ultra-sonic detector)、ショットブラスト設備 (Shot Blast Machine)、磁気探傷設備、疵手入具 (Chipping tool) が主たるものである。

h) 技術説明 “スプリットローリング”

1. スプリットローリングの概説

日本における鉄筋コンクリート用棒鋼の寸法範囲は D 10 ~ D 51 にわたっている。この中、D 16 以下の細物寸法の生産量は全サイズ生産量の約半分に至っている。

この様な細物の鉄筋コンクリート用棒鋼の生産に際しては圧延のパス回数増加により、生産性が低く、電力消費量も高いといった問題がある。

“スプリットローリング”は上記のような問題の解決に成功した。スプリットローリングは高生産性、高能率、省エネルギーに著しくすぐれた設備であり、細物の鉄筋コンクリート用棒鋼の生産に適した設備である。

スプリットローリング (以降 S R と記す) は次の如き優位性を有する。

- (i) 高い生産性
- (ii) 低い電力原単位
- (iii) 圧延機台数を減少出来ることによる低い設備投資コスト。

(一般的に、従来型圧延機に比し 2 台の圧延機が少なくすむ)

更に、上記利点の他に下記の如き利点も期待出来る。

- 大型ピレットの採用による製品歩留の向上
- 製品寸法に関係なく同じ様な生産性が得られるので連続鑄造設備とうまく組み合わせることにより、鋼片のホットチャージが可能となり、燃料原単位を大幅に低減出来る。

2. S R の一例

2.1 機械仕様

形式	: ナイフ切込み形スプリットロール式
ナイフ材質	: 高速度工具鋼
ナイフ隙調整	: パスライン一定、ウェッジ式
ナイフ開閉装置	: 油圧シリンダ式
スプリットロール外径	: 200 mm

スプリットローラー材質	: 合金工具鋼
ナイフおよびローラー冷却方式	: ウォータースプレー式
シフト装置	: 油圧シリンダ式
スプリット速度	: 約21m/sec(仕上速度換算27m/sec)
製品寸法	: D10~D16

2.2 特 徴

スプリットローリングは従来の1ストランド圧延と比較すると大幅に電力原単位を低減し、圧延機台数の削減に寄与しており、生産コスト、設備コストを大きく低減している。

上記の特徴の他に、細物製品の生産性を高めるために、駆動スプリットローラーにより高速化をはかっている。

- (1) 駆動側と作業側におのおの一对のスプリットローラーを傾斜配置し、駆動側の圧延材は上方に、作業側は下方に曲げを与え、後方のピンチローラーで材料に張力を与えて分離する方法である。この方法により、細物製品でも高速で安定したスプリットが可能である。
- (2) スプリットローラーの前方に設けた円形駆動ナイフを油圧シリンダーで開閉させて圧延材の先端に切込みを入れることにより、圧延中の先端冷えによる硬化や先端形状の悪化に影響されることなく、スムーズなスプリットが出来る。またナイフを閉じておけば、前方圧延機のローラー溝型の摩耗が進行したときでも、分離面の形状を良くするために、圧延中の連続切込みが可能である。
- (3) スプリットローラーおよびピンチローラーは各一对のローラーごとにすきま調整機構を設けており、圧延材の寸法変化、ローラーの摩耗に対して容易に調整ができる。各ローラーは1本のボルトで固定しオンラインで簡単かつ迅速に取替えることができる。
- (4) ナイフおよびローラーはウォータースプレーにより圧延材の接触部を冷却し長寿命化をはかっている。
- (5) スプリット圧延から1ストランドの太物寸法の圧延への切替えは、油圧シリンダ作動のシフト装置によりスプリットローラーを迅速にラインから退避させておこなう。

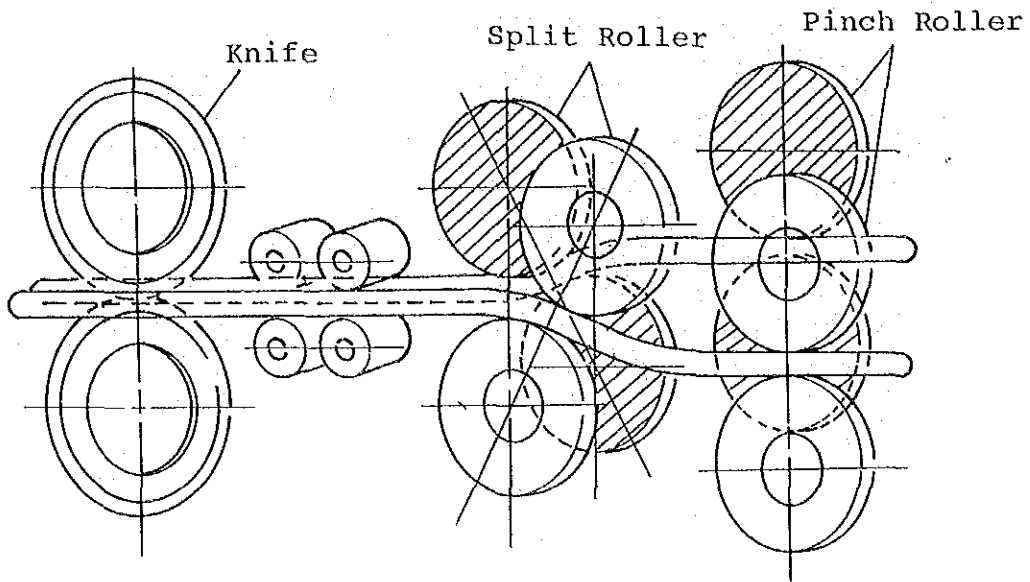
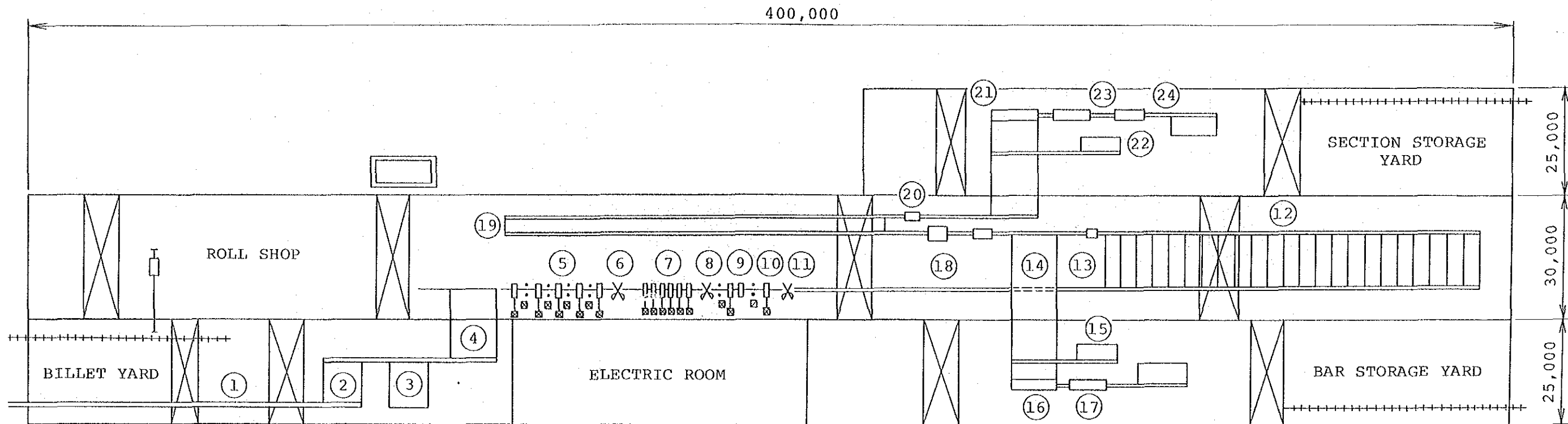


Fig. 7.7.1 SR unit mechanism



GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL FULL CONTINUOUS TYPE
SPLIT ROLLING FOR 10 TO 16 mm DIA. BARS
- PRODUCTION CAPACITY 600,000 T/Y
- BILLET 150 x 150 x 10,000 (APPROX. 1,700 Kg/PIECE)
- STEEL GRADE ORDINARY CARBON STEEL
- PRODUCTS ROUND & DEFORMED BAR: 10 TO 32 mm DIA.
EQUAL ANGLES : 25 x 25 TO 40 x 40 mm
- ROLLING SPEED APPROX. 25 m/sec AT 10 mm DIA. BARS
12.5 m/sec AT 30 x 30 mm EQUAL ANGLES
10 m/sec AT 40 x 40 mm EQUAL ANGLES
- REHEATING FURNACE 120 T/H WALKING HEARTH TYPE

NO.	EQUIPMENT NAME	NO.	EQUIPMENT NAME
①	TRANSFER ROLLER TABLE	⑬	COLD SHEAR
②	HOT BILLET RECEIVING TABLE	⑭	TRANSFER TABLE
③	COLD BILLET RECEIVING TABLE	⑮	IRREGULAR BAR TAKE-OUT TABLE
④	REHEATING FURNACE	⑯	AUTOMATIC BINDING MACHINE
⑤	ROUGHING TRAIN (9 STANDS)	⑰	WEIGHING MACHINE
⑥	FLYING SHEAR	⑱	STRAIGHTENING MACHINE
⑦	INTERMEDIATE TRAIN (6 STANDS)	⑲	TRANSFER TABLE
⑧	SNIP SHEAR	⑳	COLD SHEAR
⑨	FINISHING TRAIN (4 STANDS)	㉑	PILING MACHINE
⑩	SPLITTING UNIT	㉒	IRREGULAR SECTION TAKE-OUT TABLE
⑪	DIVIDING SHEAR	㉓	AUTOMATIC BINDING MACHINE
⑫	COOLING BED	㉔	WEIGHING MACHINE

Fig. 7.7.2 No.1 Bar & section mill

(7) №2 棒鋼工場

① 生産概要

- a) 生産品種 鋼種：普通鋼
サイズ：丸棒鋼 20～80φ
(異形棒鋼 D22～D38含む)
角棒鋼 40□～80□
山形鋼 L40～L80
溝形鋼 [50～[75

b) 操業条件

Operation time (A)	8,750 h/Y
Roll rotating time (B)	6,000 h/Y
Availability (B/A)	68.5 %
Average productivity (C)	120 T/h
Annual production (B×C)	700,000 T/Y

② №2 棒鋼工場概要

№2 棒鋼工場の設備概要は、Table.7.7.1 №2 Bar mill に示す。

a) レイアウト

№2 棒鋼工場は、全連続式の1本通しの圧延ミルであり、棒鋼ラインと形鋼ラインより構成される精整ラインも連続化されている。

当該工場は成品倉庫も兼ねるので、棒鋼および形鋼各々の製品置場を持たせ、ここから直接製品は出荷される。

省エネルギーをはかるため、鋼片は加熱炉へのホットチャージを基本とし、このため工場全体はできるだけ連鑄工場に近接させる。

レイアウトをFig.7.7.3に示す。

b) ビレットヤード

80φの太径棒鋼を圧延するため、180□×10m (単重約2,500kg)のビレットを使用するが、最小圧延比は6.4で十分鑄造組織は破壊される。また、単重が大きいため太径での歩留が高くなる。

加熱炉へのホットチャージの円滑化と効率化をはかるため、熱片は連鑄工場精整場からローラーテーブルで搬送される。

連鑄側と圧延側とで生産能率がマッチングしない場合には、冷片装入となるが、このためピレットヤードには常時冷片をストックしておく。

c) 加 熱 炉

大断面のピレットを効率よく加熱するため、加熱炉はウォーキングビームタイプとした。太径サイズでは加熱能力で生産能率が決まることを考慮し、加熱能力を150 T/hとした。

加熱炉にはレキュペレーター、燃料制御装置がそなえられ、ホットチャージの効果とあいまって、燃料原単位は $270 \times 10^3 \text{ kcal/T}$ と低位になる。同時に、適切な炉内温度制御により加熱炉内でのスケールロスが減少し、歩留向上につながる。

d) 圧 延 設 備

圧延機はタンデム配置され、棒鋼と形鋼を圧延するため、粗列 $\#1 \sim \#8$ スタンドと仕上列4スタンドは水平—垂直交互配列、粗列 $\#9 \sim \#10$ スタンドと中間列4スタンドは水平配列とした。

形鋼圧延では仕上列の垂直スタンドはダミーパスとなる。

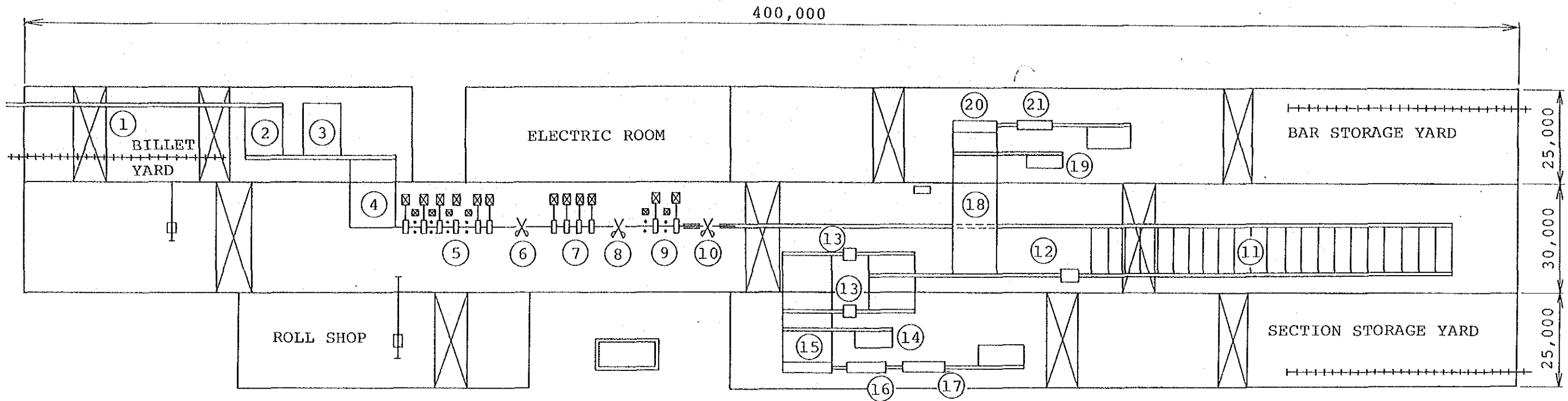
圧延材の形状が大きい本ミルで、全スタンド水平配列とすれば圧延材のねじれに起因する操業上、品質上の問題が発生するが、粗列、仕上列の水平—垂直配列によるねじれなしの圧延によって、この問題は大幅に改善される。

18台すべての圧延機は、おのこの1台の直流電動機で駆動され、スタンド交換方式の採用でロール組替時間は短縮される。

最大仕上速度は20φで、約15m/sec、平均圧延能率は120T/hである。

圧延材の端部割れによるミスロール発生防止のため、粗列出側にフライングシャーを設置し、端部切捨を行い、コブルやトラブル処理用として中間列出側にスニップシャーを設けた。

仕上列出側のディバイディングシャーは、圧延材を冷却床有効長さ内で分割するもので、サイズにより無分割から10分割する。



GENERAL SPECIFICATIONS

- PRODUCTION CAPACITY 700,000 T/Y
- BILLET 180 x 180 x 10,000 mm
(APPROX. 2,500 Kg/PIECE)
- STEEL GRADE ORDINARY CARBON STEEL
- PRODUCTS ROUND & DEFERMED BARS: 20 TO 80 mm DIA.
SQUARE BARS : 40 TO 80 mm SQ
EQUAL ANGLES : 40 x 40 TO 80 x 80 mm
CHANNELS : 50 x 25 TO 75 x 40 mm
- NUMBER OF STRANDS 1 (ONE)
- ROLLING SPEED APPROX. 15 m/sec AT 20 mm DIA. BARS
10 m/sec AT 50 x 50 mm EQUAL ANGLES
8 m/sec AT 60 x 60 mm EQUAL ANGLES
6 m/sec AT 80 x 80 mm EQUAL ANGLES
8 m/sec AT 50 x 25 mm CHANNELS
6 m/sec AT 75 x 40 mm CHANNELS
- REHEATING FURNACE 150 T/h WALKING BEAM TYPE

No.	EQUIPMENT NAME	No.	EQUIPMENT NAME
①	TRANSFER ROLLER TABLE	⑫	COLD SHEAR
②	HOT BILLET RECEIVING TABLE	⑬	STRAIGHTENING MACHINE
③	COLD BILLET RECEIVING TABLE	⑭	IRREGULAR SECTION TAKE-OUT TABLE
④	REHEATING FURNACE	⑮	PILING MACHINE
⑤	ROUGHING TRAIN (10 STANDS)	⑯	BINDING MACHINE
⑥	FLYING SHEAR	⑰	WEIGHING MACHINE
⑦	INTERMEDIATE TRAIN (4 STANDS)	⑱	TRANSFER TABLE
⑧	SNIP SHEAR	⑲	IRREGULAR BAR TAKE-OUT TABLE
⑨	FINISHING TRAIN (4 STANDS)	⑳	BINDING MACHINE
⑩	DIVIDING SHEAR	㉑	WEIGHING MACHINE
⑪	COOLING BED		

Fig. 7.7.3 No.2 Bar & section mill

e) 精 整 設 備

冷却床はレイクタイプで、真直度の良い圧延製品が得られる。

冷却床出側に設置されたコールドシャーで、棒鋼、形鋼ともに製品切断される。コールドシャー以降、精整ラインは棒鋼ラインと形鋼ラインに分かれる。

棒鋼は、搬送 — 自動結束 — 秤量の工程を通り、形鋼は矯正 — バイリング — 自動結束 — 秤量される。

f) 電 気 設 備

主電動機はすべて直流電動機を使用し、サイリスターレオナード方式の電源を持った各個電源、各個駆動方式を採用した。これにより、インパクトドロップに対し速やかな速度回復、制御が可となる。また、サイリスターレオナードは水銀整流器に比較して安価でかつ応答性が優れており、保守をほとんど必要としない特徴を持つ。

主機以外にも、精度の高い速度制御が要求される補機には直流電動機を使用する。

g) 高級鋼への対応 (High grade steel)

ウォーキングビーム式加熱炉 (walking beam type reheating furnace) の採用および圧延機は一本通し圧延 (one strand rolling) で水平—垂直交互配列を主体として圧延材の捻りを最小限に抑えたものとしており、電気設備も応答制御性能の高いものである。冷却床も冷却効率の高い、また真直度の良いレイクタイプを採用した。

高級鋼の生産に適した技術・設備を採用しており、炭素鋼、低合金鋼の生産は設備の大きな変更もなく可能である。

高級鋼の生産に際して追加が必要となる設備は、超音波探傷器 (Ultrasonic detector)、ショットブラスト設備 (Shot Blasting Machine)、磁気探傷設備、表面疵手入設備 (Chipping tool) であり、ピレットヤードに設置することとなる。

Table 7.7.1 Modernization of rolling department

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Blooming mill				
Soaking pit combustion control system	1 set	Instrumentation for control system of temperature, gas flow, air flow, pressure of atmosphere		
Bloom reheating furnace	1 unit	Top/Bottom fired 4 zone Walking beam type Effective length of furnace: 20,000 mm Width of furnace: 6,800 mm Burner: Nozzle mix type Recuperater Combustion control system 100 T/h		
Main-drive motor	2 units	Thyrister converter for main motor 6600HP x 1 and Ilgner Shear motor 700HP x 1 and Ilgner		
Mill fseed roller	1 set	Motor drive		
Roller table	1 set	Replacement fo roller table between 500T shear and billet mill		
Billet mill				
Main-drive motor	6 units	Thyrister converter for roughing mill 800HP x 2 and Ilgners and intermediate mill 600HP x 4 and Ilgners		

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Heavy structural mill				
Replacement of reheating furnace	2 units	Top fired 1 zone pusher type Length of furnace: 7,500 mm Width of furnace: 6,700 mm Recuperator: channel type Combustion control system		
Main-drive motor	2 units	Thyrister converter for main motor 6,700HP x 1, 6,000HP x 1 and Ilgners.		
Straightener	1 unit	Relocation of straightener		
Auxiliary equipment	1 set	Replacement hydraulic pressure unit for spindle and spindle balance (750 psi)		
Merchant and bar mill				
Reheating furnace combustion control system	1 set	Instrumentation for control system of temperature, gas flow, air flow, pressure of atmosphere. Modification of recuperater		
Main-drive motor	16 units	Thyrister converter for main motor 250/500/500HP x 1 #1 & #2 stand 250/500/500HP x 7 #3 ~ #9 stand 300/600/600HP x 2 #10, #12 stand 300/600/600HP x 2 #11, #13 stand 75/150/150HP x 4 E1 ~ E4 stand		
Sheet mill				
Reheating furnace combustion control system	1 set	Instrumentation for control system of temperature, gas flow, air flow, pressure of atmosphere.		

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
No.1 Bar & section mill				
Billet receiving equipment	1 set	Consisting of Transfer roller table: one (1) Hot billet receiving table: one (1) Cold billet receiving table: one (1)		
Reheating furnace	1 unit	Type: Walking hearth type Capacity: 120 T/h Including Combustion control equipment		
Billet charging & discharging equipment	1 set			
Roughing mill stand	9 stands	Horizontal-vertical alternative arrangement Horizontal stand: five (5) Vertical stand : four (4) Including Driving equipment such as reduction gear, pinion stand and spindle		
Intermediate mill stand	6 stands	Horizontal arrangement Horizontal stand: six (6) Including Driving equipment		
Finishing mill stand	4 stands	Horizontal-vertical alternative arrangement		

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Mill guide & guiding equipment	1 set	Horizontal stand: two (2) Vertical stand : two (2) Splitting unit for split rolling : one (1) Including Driving equipment		
Roll	1 set			
Shear	3 units	Consisting of Flying shear behind roughing train: one (1) Snip shear behind intermediate train: one (1) Dividing shear behind finishing train: one (1)		
Cooling bed	1 unit	Type: Rake type Including Run-in roller table equipped with high speed run-in trough: one (1) Run-out roller table: one (1)		
Cold shear	2 units	Type: Down cut type Including Gauge stopper: Two (2)		
Bar finishing equipment	1 set	Consisting of Transfer table: one (1) Irregular bar take-out table: one (1)		

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Section finishing equipment	1 set	<p>Automatic binding machine: one (1)</p> <p>Weighing machine: one (1)</p> <p>Consisting of</p> <p>Straightening machine: one (1)</p> <p>Transfer table: one (1)</p> <p>Filling machine: one (1)</p> <p>Irregular section take-out table : one (1)</p> <p>Automatic binding machine: one (1)</p> <p>Weighing machine: one (1)</p>		
Lubrication & hydraulic system	1 set	<p>Consisting of</p> <p>Lubrication oil circulation system</p> <p>Grease system</p> <p>Hydraulic system</p>		
Electrical equipment	1 set	<p>Including</p> <p>Electric power supply equipment</p> <p>DC main mill motor: nineteen (19) total 14,000 KW</p> <p>Auxiliary motor</p> <p>Control equipment</p>		
Water treatment system	1 set	<p>Consisting of</p> <p>Direct cooling water treatment system</p> <p>Indirect cooling water treatment system</p>		
Roll shop equipment	1 set	<p>Including</p> <p>Roll lathe</p> <p>Electro discharging machine</p>		

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Overhead travelling crane	10 units			
Other ancillary equipment	1 set			
No. 2 Bar & section mill				
Billet receiving equipment			1 set	Consisting of Transfer roller table : one (1) Hot billet receiving table : one (1) Cold billet receiving table : one (1)
Reheating furnace			1 unit	Type: Walking beam type Capacity: 150 T/h Including Combustion control equipment
Billet charging & Discharging equipment			1 set	
Roughing mill stand			10 stands	Horizontal-vertical arrangement Horizontal stand: six (6) Vertical stand : four (4) Including Driving equipment such as reduction gear, pinion stand and spindle

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Intermediate mill stand			4 stands	Horizontal arrangement Horizontal stand: four (4) Including Driving equipment
Finishing mill stand			4 stands	Horizontal-vertical alternative arrangement Horizontal stand: two (2) Vertical stand : two (2) Including Driving equipment
Mill guide & guiding equipment			1 set	
Roll			1 set	
Shear			3 units	Consisting of Flying shear behind roughing train: one (1) Snip shear behind intermediate train: one (1) Dividing shear behind finishing train: one (1)
Cooling bed			1 unit	Type: Rake type Including Run-in roller table : one (1) Run-out roller table: one (1)
Cold shear			1 unit	Type: Down cut type Including Gauge stopper: one (1)

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Bar finishing equipment	1 set		1 set	Consisting of Transfer table: one (1) Irregular bar take-out table: one (1) Binding machine: one (1) Weighing machine: one (1)
Section finishing equipment	1 set		1 set	Consisting of Straightening machine: two (2) Irregular section take-out table: one (1) Piling machine: one (1) Binding machine: one (1) Weighing machine: one (1)
Lubrication & hydraulic system	1 set		1 set	Consisting of Lubrication oil circulation system Grease system Hydraulic system
Electrical equipment	1 set		1 set	Including Electric power supply equipment DC main mill motor: eighteen (18) total 15,000 KW Auxiliary motor Control equipment
Water treatment system	1 set		1 set	Consisting of Direct cooling water treatment system Indirect cooling water treatment system

(continued)

Equipment and facility	Step 1		Step 2	
	Quantity	Specifications	Quantity	Specifications
Roll shop equipment			1 set	Including Roll lathe Electro discharging machine
Overhead travelling crane			10 units	
Other ancillary equipment			1 set	

7-7-4 近代化後の操業諸元

近代化後の操業諸元（歩留、原単位）を Table 7.7.2 に示す。

Table 7.7.2 Operational statistics after modernized

項目 圧延工場	歩留(%)		電力(kwh/T)		燃料($\times 10^3$ Kal/T)	
	現 状	近代化後	現 状	近代化後	現 状	近代化後
分塊工場			25.7	24.5	897	600
鋼塊	91%	92%				
ブルーム	—	99				
ピレットミル	94.5	94.5	27.5	26	—	—
大形工場	88.5	90.5	124.6	118	616	400
小形工場	95.8	97.0	63.5	60	566	400
シートミル	78.8	78.8	200	200	1572	1400
№1棒鋼工場		97.5	—	90	—	350/270
№2棒鋼工場		97.5	—	90		270

7-8. 整備

7-8-1 近代化の前提

Step 1 (粗鋼年産100万T)

Step 1では既存設備の有効利用をはかるために保全部門への新規設備投資は行なわない。

この段階では、保全体制、特に組織・要員の改革を行ない計画的な保全のできる体制の基礎づくりを行う。

Step 2 (粗鋼年産215万T)

この段階で、保全修理工場(Maintenance & repair shops)の集中と保全設備への新規投資を行う。

また、組織・要員についても、Step 1で実施した合理化を更に見直ししてStep 2に相応して保全体制づくりを行う。

(1) 使用する材料

Step 2において、保全修理工場で使用する材料の量および入手先を次表のよう推定する。

Table 7.8.1 Prime materials to be used

(Unit: T/Y)

Description	Estimated consumption of prime material to be used			
	Produced in the Works	Supplied from KULTI	Supplied from outside	Total
Steel casting	1,000	4,000	---	4,000
Iron casting (excl. ingot mold)	1,000	2,500	---	3,500
Non-ferrous casting	20	280	---	300
Forgings	1,000	---	500	1,500
Steel structure	4,300	---	500	4,800
Total	6,320	6,780	1,000	14,100

- BURNPUR 製鉄所で製造する Cast iron (鋳鉄) の量は現状レベルの量とする。従って、粗鋼生産能力 2,150,000T/Y に伴なり Cast iron の増加分は KULTI 鋳造工場から供給される。なお、将来 Cast iron は BURNPUR 製鉄所での生産量を漸減していき、KULTI 鋳造工場からの供給に切り換えていくことが合理化上望ましい。
- Non-ferrous casting (非鉄鋳物) も上記 Cast iron と同様に考える。
- Forgings (鍛造) は製鉄所内鍛造能力を 1,000T/Y に増量する。
- Structure (製缶物) の製作能力の増加を図る。

(2) 保全修理工場の施設

メンテナンス施設は通常の整備作業に必要な規模とする。高品質品、大形品、等の特殊品の製作は外部へ発注する。それらについては BURNPUR, CALCUTTA などが在る西ベンガル州のみならず、全インドでその対応を考えるべきである。

① 予備品の製造範囲例

- a. 予備品と再生予備品の機械加工と修理・組立
- b. 製缶品の製作
- c. 一般鍛造品の製作
- d. Iron casting (鋳鉄) / Non-ferrous casting (非鉄鋳物) の一部

② 製造対象外予備品例

- a. Steel casting (鋳物)
- b. Iron casting / Non-ferrous casting の大部分
- c. 大型鍛造品
- d. 製作に対し高い技術が必要な高精度な部品

例えば、ベベルギヤ、スピンドル、機関車部品、車輛部品、ターボジェネレーター部品、等

- e. 自社製作が不経済な物
- f. 大部分の電気部品および計装部品
- g. 一般標準品 (Standard articles)
- h. ゴム、高分子材料を使用している部品

(3) 次の保全修理工場は適正な保全を行なっていけば、近代化投資をして Step 2 に対応できると考える。

従って、今回の合理化計画の対象外とする。

Casting & pattern shop (鍛造・木型工場)

Locomotive repair shop (機関車修理工場)

Wagon repair shop (貨車修理工場)

Vehicle repair shop (車輛修理工場)

(4) 整備作業の範囲

整備体制は整備部門をまとめて独立集中組織とし、諸整備用設備と人員を結集して整備業務を推進する。

- ① 機器修理は原則として製鉄所内で行う。
- ② 加熱炉の修理は全面改修を除き製鉄所要員が行う。
- ③ 製鉄所構内線路および製鉄所が管理する線路の保線業務は製鉄所要員が行う。
- ④ 構造物や建屋は部分的な修理を除き外部業者に発注する。

なお、“近代化提案”で述べるように、一部の整備機能は各操業部門が担当する。

7-8-2 近代化の提案

(1) 組織

現在のメンテナンス組織は、基本的には中央保全グループ (Central maintenance sections) と地区保全グループ (Area maintenance sections) に大別される。

近代化後のメンテナンス division は中央保全グループが主体を成し、所内全般の保全管理、機械加工、製缶、鋳造、鍛造等一般的な部品製作と機器の修理およびその他整備業務を行う。

地区保全グループは各主要操業部門に所属し、日常の点検業務を行なうとともに、各主要生産工場内の地区修理工場 (Area repair shop) で小修理および各工場に固有の繰り返し使用する部品の整備を行なう。

以下に、現在のメンテナンス Dept. の組織と近代化後の組織を示す。

(Table. 7-8-2 および Table. 7-8-3)

Table 7.8.2 Organization (Present)

	Asst.GM	Ch.Supdt Ch.Eng'r	Supdt	Mgr	Other Mgr	S/V worker	After modernization	
Deputy general manager	Refractories							
	Mechani- cal	C & OR	Iron	Mechanical maint (BF)			to BF	
				M.M. (Coke oven & CHP)			to Coal/Coke	
			SMS & crane	M.M. (Steel making)			to SM	
				M.M. (Crane)			to each Div.	
			Rolling mill	M.M. (Blooming, Billet, Bar)			to RM	
				M.M. (Heavy & light structural)			to each Div.	
				M.M. (General servicing)				
			Capital repair	M.M.				
				Electrical M.				
			Mech. shops	Mech. shops	Light maintenance shop			
					Heavy maintenance shop			
				Services	Diesel service			
	Earth moving equipment							
	Civil maintenance							
	Power & electri- cal	CEE	Electri- cal maint- nance	Electrical maint. (Melting shop)			to SM	
				E.M. (Rolling mills)			to RM	
				E.M. (Heavy drive & distribution)				
				E.M. (Crane inspection)				
			E.M.	E.M. (Coke oven)			to Coal/Coke	
				E.M. (BF)			to BF	
				E.M. (Power distribution)			to Energy	
			E.M.	Diesel services			to Energy	
				Central repairings				
			CPE	Generator			to Energy	
				Boilers				
	Planning							
approx. 300						approx 8200		

Total 8500

Table 7.8.3 Re-organization (Step 2)

		Dept.Mgr	Section Mgr	Eng'r/ Staff	S/V, Worken	
Gen.Mgr of mainte- nance div.	Dy.G.M.	Maintenance technology	Office staff (1)	0/6	--	
			Mechanical (2)	11/3	17	
			Electrical (2)	7/2		
	Dy.G.M.	Maintenance & repair shop		0/2	--	
			Machine shop (1)	1/0	516	
			Repair & assembly shop (1)	1/0		
			Forging shop (1)	1/0	252	
			Casting shop (1)	1/0	99	
			Structural shop (1)	1/0	242	
			Loco./Wagon repair shop (1)	1/0	226	
			Vehicle repair shop (1)	1/0		
			Repair & construction	Mechanical (1)	0/2	233
				Electrical (1)		81
			Electrical maintenance	Electrical maintenance (1)	8/2	206
	Electrical repair shop (1) (including diesel/vehicle)					
	Instrument maintenance (1)	86				
	Dy.G.M.	Civil	Parmanent way (1)	2/1	153	
Iron (1)			97			
Steet (1)			74			
Refractories		Refractories (2)	3/1	853		
1	3	6	22	38/19	3135	

Total : 3224

近代化後の組織の特徴としては：

① 保全体制

- 基本的には分散保全体制とする
- 近代化後の組織の特徴は以下2)～5)のようになる

② Executive クラスの簡素化

現在の9段階を4段階とする。即ち、

General manager of maintenance division

Deputy general manager of maintenance division

Department manager

Section manager

③ 保全技術部 (Maintenance technology department) の新設

保全技術部新設の目的は、次のような業務を強力に推進することにより、保全の近代化と業務の合理化をはかるものである。

近代的な製鉄所においては、極めて重要な役割りを果たすグループである。同グループが行なう代表的な業務として：

— メンテナンス エンジニアリングの推進

保全の方法を改善し、管理水準を高めて、保全の効果をあげられる技術活動を行なう。

すなわち、保全標準の制定・改制と指導・援助、故障原因の分析、保全の効果の測定等を行ない保全の改善・向上をはかる。

— 最適保全計画の実施

設備の劣化損失と保全費の合計が最も少なくなるように最適修理周期、部品の最適取替方法、最適保全要員数、最適点検周期、等の計画を行なう。

— 機械技術、制御技術の開発・改善

— 設備保全システム合理化の推進

例えば、主要設備 (Critical facility) の予防保全体制の充実

— 予備品調達計画とその使用管理

— 設備保全の技術的援助

— トレーニング計画の立案

④ 地区保全グループの移管

地区保全グループをそれぞれ操業部門に移し、操業部門の管理下で保全業務を行なう。

即ち、下記の各部 (Division) にメンテナンス Dept. を置き、日常の点検業務、簡単な補修および各工場に固有の繰り返し使用される部品の整備を行なう。

- 製 鉄
 - ┌ 石炭・コークス
 - ├ 鉄鉱石・焼結
 - └ 高 炉
- 製鋼・連続鋳造
- 圧 延
- エ ネ ル ギ ー

⑤ 工事 (Repair & construction) Dept. の増強

この Dept. は、大修理、定期修理等の各種修理、ブレイクダウン時の対応、建設時のバックアップ等を主な業務とする。また、仕上工場 (Repair & assembly shop) や製缶工場 (Structural shop) の大物機器の整備作業も行なう。

従って、Dept. 内のグループ編成は、業務の数、規模、緊急の程度等により適宜編成替えされなければならない。言い替えればタスクフォース的に運営される Dept. である。

(2) 保全修理工場の近代化

機械、電気、計装、その他各種設備機器の部品製作および機器修理を行なう工場の設置場所は、現在の大形品修理地区 (Heavy maintenance area) 周辺とする。(Fig. 7・8・1)

合理化の対象となる工場は：

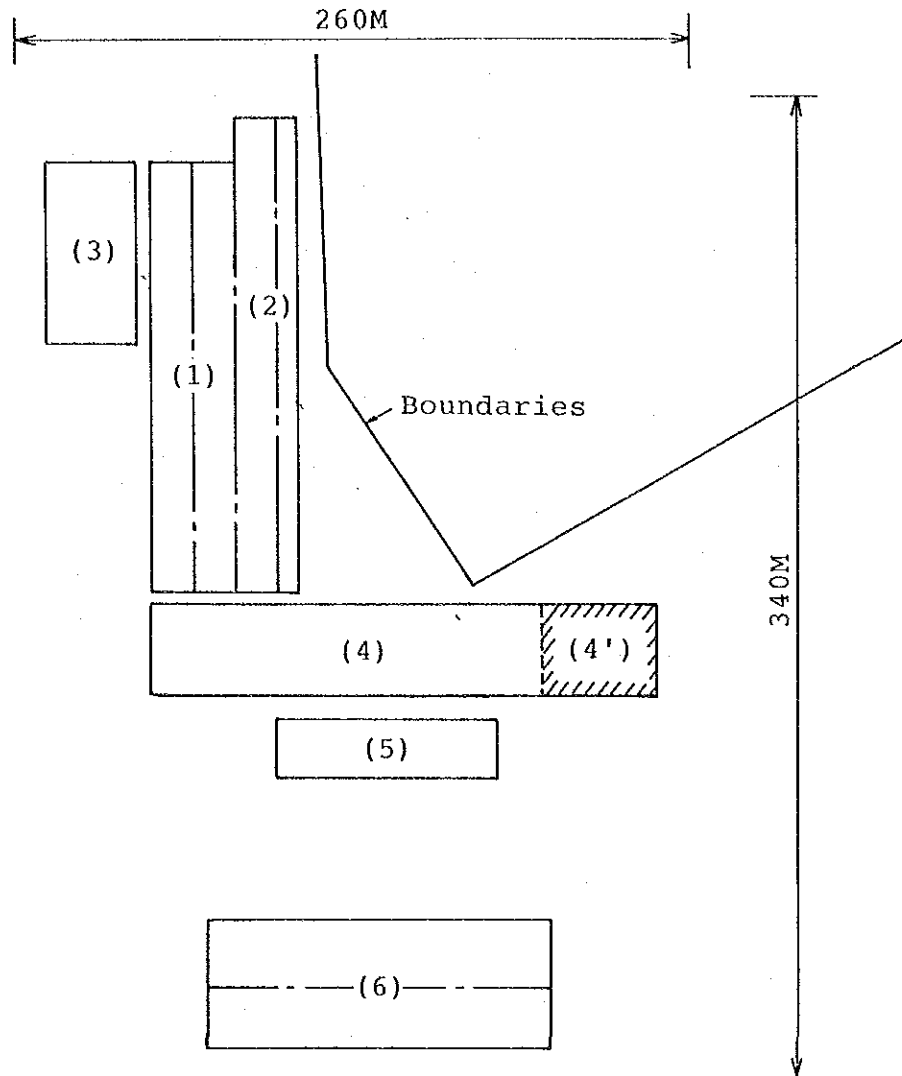
機械工場 (Machine shop)

仕上工場 (Repair & assembly shop)

製缶工場 (Welding and plate/structural shop)

鍛造工場 (Forging shop)

電気修理工場 (Electric repair shop)



- (1) Machine shop (Existing)
- (2) Machine shop and repair & assembly shop (Existing electric repair shop)
- (3) Repair & assembly shop (New)
- (4) Welding and plate/structural shop (Existing)
- (4') Ditto (New)
- (5) Forging shop (New)
- (6) Electric repair shop (New)

Fig. 7.8.1 Layout of maintenance & repair shop

各保全修理工場の合理化案の骨子は：

① 機械工場、仕上工場

- 老朽工作機械の更新
- 現在の電気修理工場を機械工場および小物品のための仕上工場に転用する。
電気修理工場は別途新設する。
- 小形品修理地区 (Light maintenance area) の工作機械は上記転用工場に移される。
- 大形品修理地区にある仕上工場および鍛造工場 (Blacksmith shop) は解体し、その跡地に大物品のための仕上工場 (60 m × 30 m) を建てる。
また、新しい機器の導入をはかる。

② 製缶工場

- 現在の建屋を40 m延長増設し、小形品修理地区の作業を増設部分に移す。
- 新しく機器を導入する。

③ 鍛造工場

- 製缶工場に隣接し鍛造工場 (75 m × 20 m) を建てる。
- 現在の鍛造工場 (Forging shop および Blacksmith shop) の諸設備を上記工場に集める。
- 加熱炉の更新およびマニプレーター等新しい機器の導入をはかる。

④ 電気修理工場

- 現在の製鋼工場の近くに新しく電気修理工場 (120 m × 25 m、120 m × 20 m) を建てる。
- 現在の電気修理工場の諸設備を上記工場に移す。その際、老朽化設備の更新をはかる。
- 部品蒸気洗浄装置 (Steam cleaner for washing of motor & parts)、試験装置 (Testing panel & instruments)、乾燥機 (Drying oven for drying of motors & parts)、バインダー (Binding equipment) 等の導入をはかる。

Table 7.8.4 Specification of equipment/machinery

Item	Specifications	
	Present	Rationalization
Machine shop, repair & assembly shop	Building area: 5,300 m ²	Building area: 10,300 m ²
		Diversion { : 4,400 m ² : 4,100 m ² New : 1,800 m ² Crane: { : 15T x 1 Diversion { : 3T x 1 : 7.5T x 2 New { : 20/5T x 1 : 10T x 1
	Machine tools: • Lathe - 51 • Milling machine - 7 • Drilling machine - 9 • Boring machine - 7 • Grinding machine - 20 • Planer/plano miller - 6 • Shaper - 6 • Slotting machine - 4 • Others - 7	Machine tools 15-Renewal } 4- do } 2- do } 2- do } Existing machine 3- do } tools are to be 3- do } used after 1- do } modernization. 0- do } 1- do }
	Facilities: • Hydraulic press - 2	Facilities: Diversion : Induction bearing heater - 1 Dynamic balancing machine- 2
Welding and plate/structu- ral shop	Building area: 4,700 m ²	Building area: 5,600 m ² New : 1,300 m ² Diversion : 4,700 m ²

(continued)

Item	Specifications	
	Present	Rationalization
	<p>Facilities</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Automatic welding unit - 4 ◦ Automatic gas cutting unit - 1 ◦ Dynamic balancing machine machine- 1 ◦ Bending machine - 1 ◦ Shearing machine - 1 ◦ Hydraulic press - 2 ◦ Cold saw - 1 ◦ Furnace - 2 	<p>Crane:</p> <p>Diversion : 20T x 1</p> <p>New : 20T x 1</p> <p>Facilities</p> <p>} Diversion</p> <p>New : Automatic welding unit - 2</p> <p>Tig welder - 2</p> <p>Flame hardening unit- 1</p> <p>High speed cutter - 2</p> <p>Pipe bending machine- 2</p>
Forging shop	<p>Building area: 820 m²</p> <p>Facilities:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pneumatic hammer - 5 Furnace - 5 	<p>Building area: 1,500 m² (New)</p> <p>Crane:</p> <p>New : 5T x 1</p> <p>3T x 1</p> <p>Facilities:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diversion - Renewal <p>New : Manipulator 2T x 3</p> <p>Furnace for heat Treatment 5T x 1</p> <p>3T x 1</p>

(continued)

Item	Specifications	
	Present	Rationalization
Electric repair shop	Building area: 4,400 m ²	Building area: 5,400 m ² (New)
		Crane:
		New: 10T x 1
		5T x 2
		3T x 1
	Facilities:	Facilities:
	• Machine shop	
	Drilling machine - 3	1 - Renewal
	Lathe - 2	} Existing machine tools are to be used after modernization.
	Grinding machine - 1	
	Shaper - 2	1 - Renewal
	Milling machine - 1	
	• Winding shop	} Diversion
	Motor coil making machine - 3	
	Automatic contactor coil making machine - 2	
	Hand driven contractor coil making machine - 2	
	Magnet coil winding turn talbe - 1	
• Control panel repair		
	New:	
	Steam cleaner - 1	
	Coil winding machine and coil changing/winding tools - 1	
	Testing panel for testing of motor/parts - 1	
	Motor generator for testing DC motor - 1	
	Drying oven - 1	

7-9 ユーティリティ

7-9-1 発電設備

7-9-1-1 概要

現在60MWの発電設備を所有しているにもかかわらず、ガスバランス、蒸気バランスによって、その利用率は12MW程度と低い運転をしいられている。

一方購入電力は17MW程度であるが電力会社の系統が弱く頻繁に負荷制限の要請が有り、生産活動に大きな影響を与えている。

近代化計画によってガスバランス・蒸気バランスは改善されてくるがTable. 7-9-1 に示すごとく Step 1で33MW、Step 2で66MWの受電々力となり、現在より悪化する恐れがある。

Table 7.9.1 Electricity balance

Present		Step 1		Step 2	
Generation MW	Buying from DVC MW	Generation MW	Buying from DVC MW	Generation MW	Buying from DVC MW
12	18	31	33	54	66

このような状況下においては、生産活動の基礎要因の一つである電力安定供給を図る上でも発電設備の計画は必然である。

今回、副生ガスを最大限に活用し、さらに自給率を高める発電設備としてコンバインドサイクルタイプを採用する。

コンバインドサイクルタイプのHeat rateは、2,000Kcal/kwhに対し、既設発電設備のHeat rateは6,489Kcal/kwh (Fig. 7-9-1-1参照)で3倍強の効率向上が期待される。

この発電設備は、ガスコンプレッサー、発電機、ガスタービン、蒸気タービン、排熱ボイラーによって構成される。

7-9-1-2 検討の前提

Step 1のガスバランスでは、50MWの発電設備でよいがStep 2を考慮して、Step 1に60MW発電設備1基、Step 2でもう1基増設する。

なお、既設設備は、新プラントの定期点検時(工期約30日)に運転する。し

かし電力会社の供給能力によっては廃止するのも一つの方法である。

(1) 設備容量の決定

7-9-2で説明するように Step 2の時点でのガスバランスから発電量を算出すると、118,926 kwh/hとなる。従って発電所の規模を120,000 kwと定めた。

安定した運転を継続するためには、2年毎の定期点検が必要で、その時の発電量の低下を考慮して60 MW×2基とした。

建設計画は Step 1で60 MW×1基、Step 2で更に60 MW×1基、合計2基とする。

なお発電用のエネルギー源はBFG(高炉ガス)、COG(コークス炉ガス)およびLDG(転炉ガス)である。購入エネルギーを使用しないところにひとつの特徴がある。

(2) 設備操業条件

① 冷却水

種類 環水

温度 32℃

② 燃料

BFG、COG、LDGの混合ガス

③ 大気条件

最大 40℃

相対湿度 100%

7-9-1-3 設備計画

(1) 主要機器仕様

Table.7.9.2に示す。

(2) 設備フロー

Fig.7.9.2に示す。

(3) レイアウト

Fig.7.9.3に示す。

7-9-1-4 補 足 説 明

(1) コールタールの使用について

コールタール油を既設ボイラーの燃料として使用することになっている。

これに係わる設備は織り込んでいる。

(2) 60 MW 1 基稼動に必要なガス量

60 MWhに必要な熱量は $120,000 \times 10^9 \text{ Kcal}$ である。この熱量を供給できればよい。

B F G 発生原単位 $1.56 \times 10^9 \text{ Kcal/KT}$

C O G " $1.65 \times 10^9 \text{ Kcal/KT}$

L D G " $0.16 \times 10^9 \text{ Kcal/KT}$

で算出し、使用とのバランスを考えながら、高炉、コークス炉、酸素転炉の稼動を計画すること。

(3) コンバインドサイクル発電設備の実例

副生ガス使用コンバインドサイクル発電設備の実例(日本)

15,000 kw 60 Hg B F G 1965年

34,000 kw 60 Hg C O G 1970年

16,000 kw 50 Hg B F G 1982年

12,900 kw 60 Hg $\left\{ \begin{array}{l} \text{B F G} \\ \text{C O G} \end{array} \right\}$ 1987年

87,400 kw 50 Hg $\left\{ \begin{array}{l} \text{B F G} \\ \text{C O G} \\ \text{L D G} \end{array} \right\}$ 1986年

↑

ガスタービン出力(蒸気タービン出力は含まず)

Table 7.9.2 Equipment specifications (Power plant)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
1) Gas turbine	1 unit	1 unit	36.6 MW 3,000 rpm Mix gas
2) Steam turbine	1 unit	1 unit	23.4 MW 3,000 rpm
3) Generator	1 unit	1 unit	60.0 MW 11 kv
4) Boiler	1 unit	1 unit	68.6 T/h (H.P.S.) 11.8 T/h (L.P.S.)
5) Air filter	1 unit	1 unit	
6) EP	1 unit	1 unit	
7) Electrical equipment	1 set	1 set	
8) Cooling water equipment	1 set	1 set	9,000 T/h
9) Building			
Machine room	2,000 m ²	2,000 m ²	20 m x 50 m x 2
Electric room	1,200 m ²		20 m x 20 m x 3

Old power plant energy rate
(1985-86)

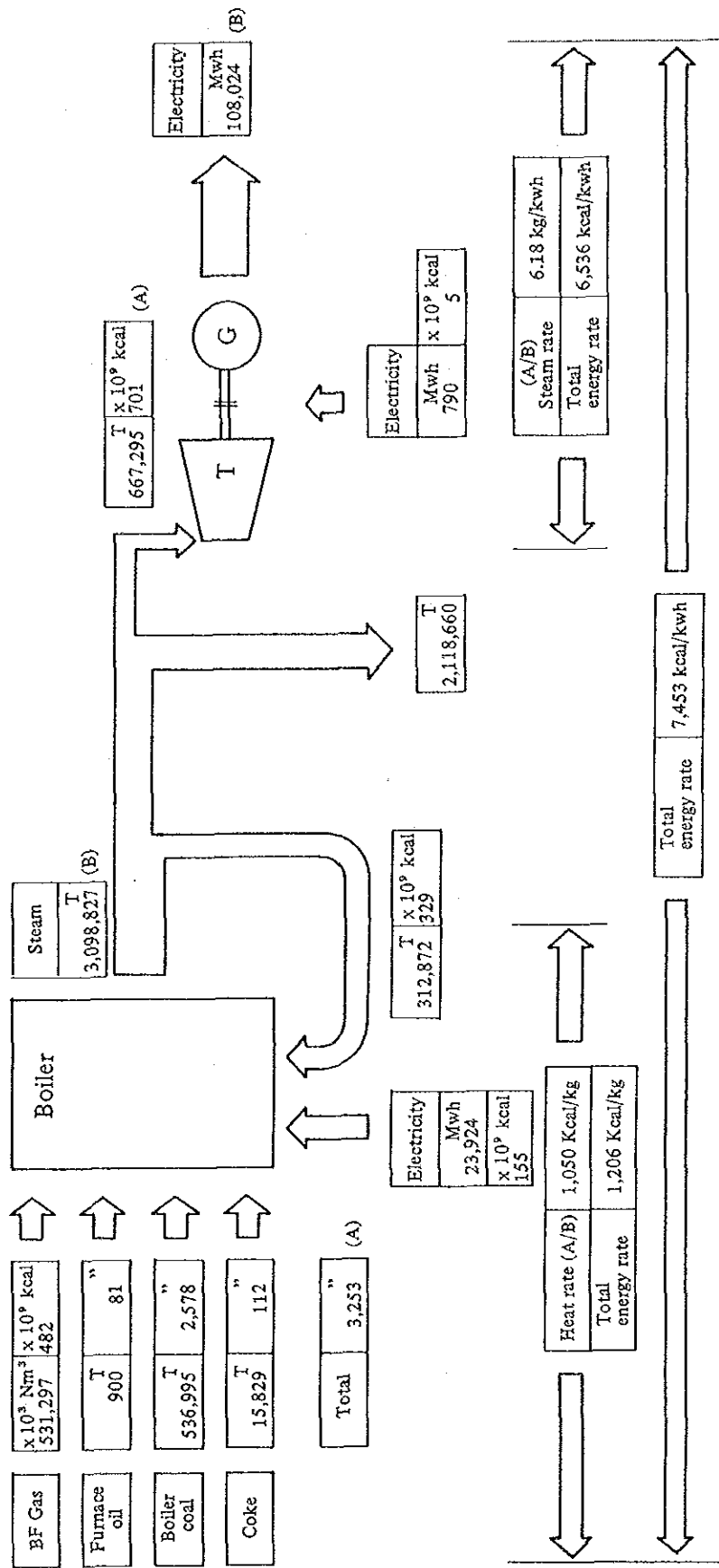
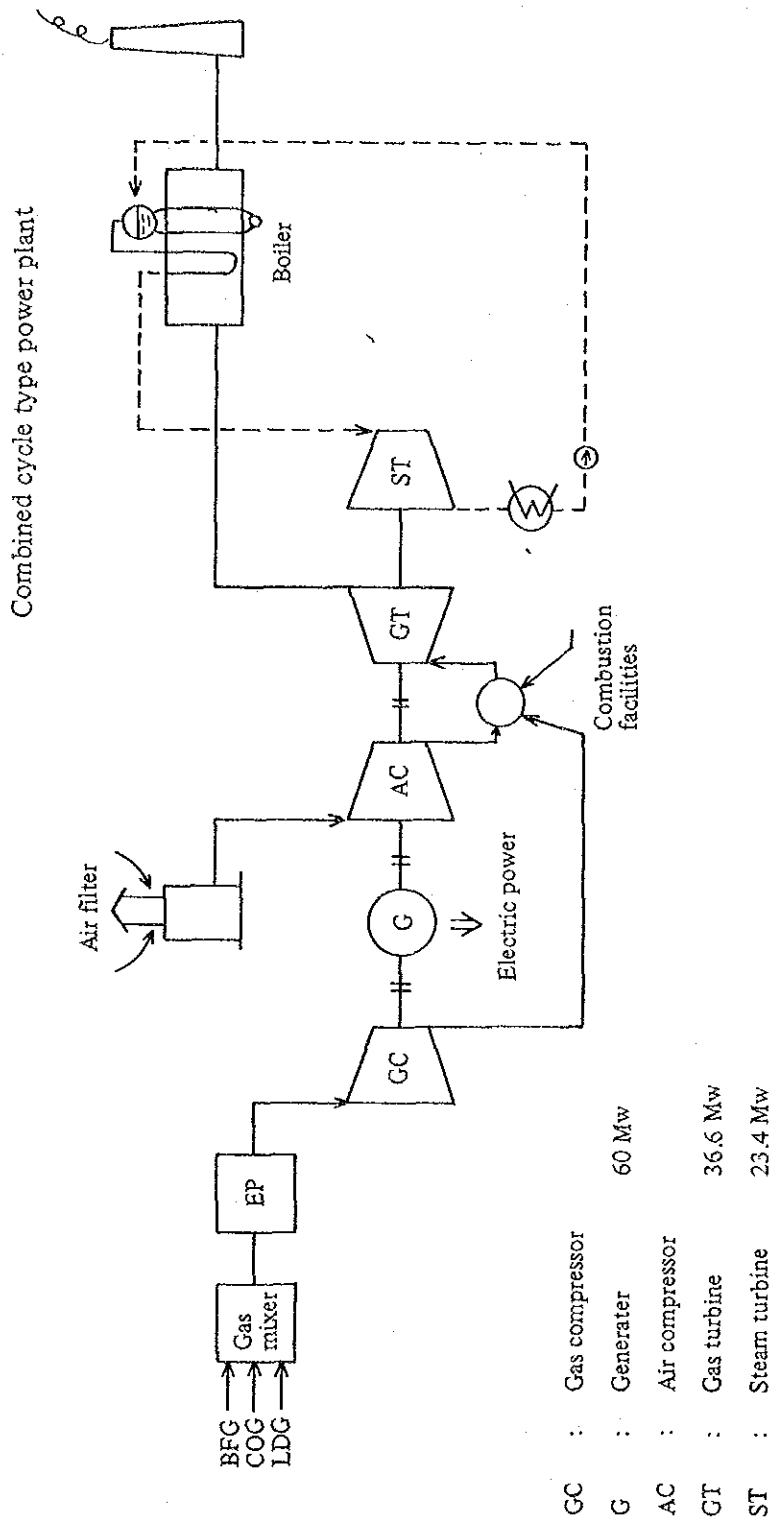


Fig. 7.9.1 Old power plant heat rate

New power plant



Specific heat rate 1,900 kcal/kwh

Fig. 7.9.2 Power plant flow

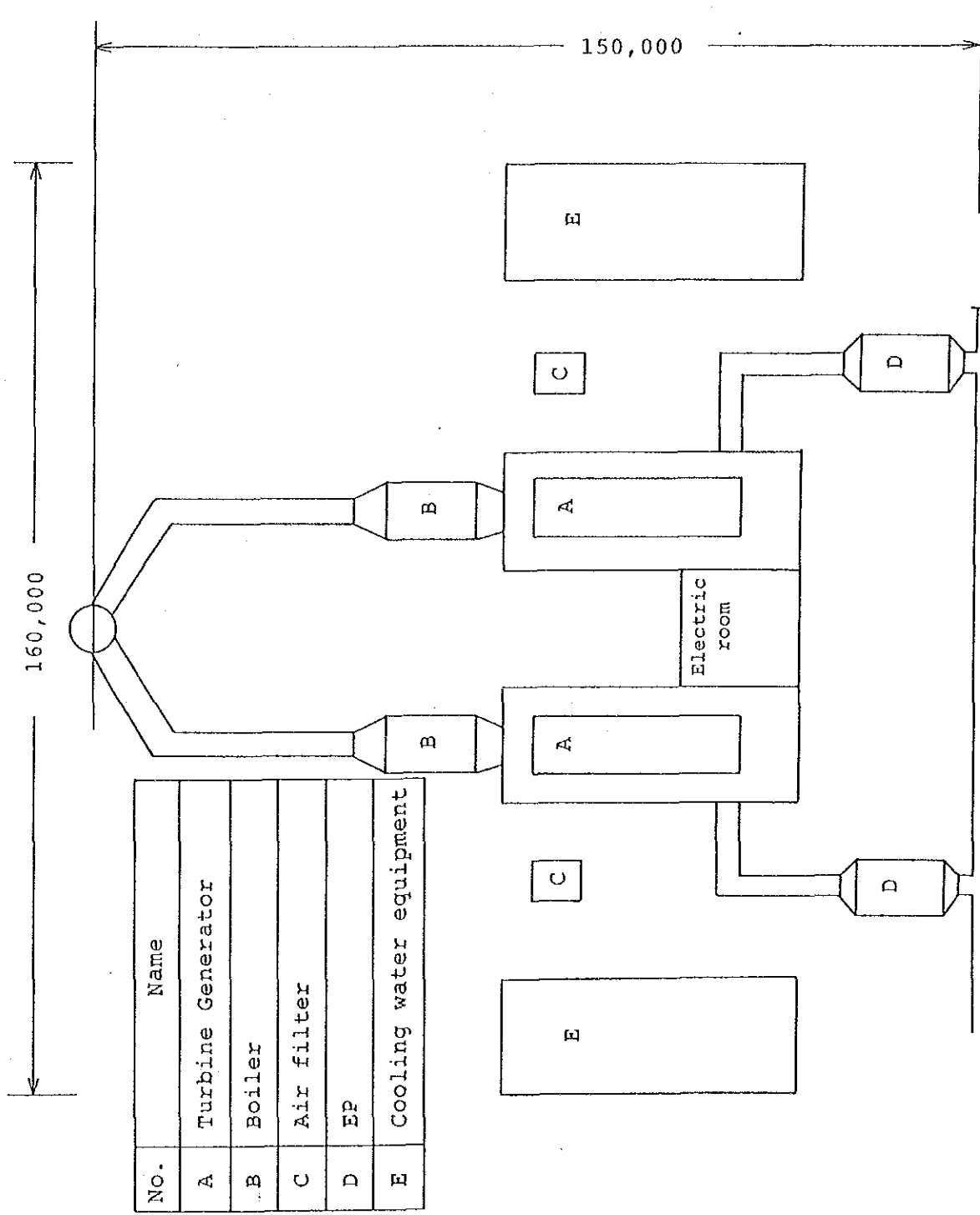


Fig. 7.9.3 Power plant layout

7-9-2 受配電設備

7-9-2-1 概要

受配電設備は、購入電力および発電々力を各電気室へ配電する設備であるが既設の電力系統には数々の問題があり、近代化にあたっては、その問題を解決し、安定した電力供給が出来るよう計画する。

7-9-2-2 設備計画

(1) 現状の問題と対応

現状の電気系統には、

- ① 電力会社の系統が弱いため負荷制限が頻繁に発生し、生産活動に大きな影響を与えている。
- ② 電力機器の短絡容量不足の問題がある。

この点については、次の方法で対応するよう計画した。

- ① 新発電所の設置
- ② 受電々圧を132KVに格上すると共に新発電所も132KVで連けいしたうえ高インピーダンスの変圧器を採用する。

(2) 設備容量

Table.7.9.3に基づき最大使用量を加味して決めた。

(3) 電力系統構成

132KV、11KV母線ともダブル母線とし、負荷を買電系、自家発系に系統分離出来るようにした。

分離しゃ断器は、Fig.7.9.5に示すA、Bしゃ断器である。

11KVフィーダーは、2回線方式を採用し、常時並列で運用する。このための保護方式も区間保護出来るパイロットワイヤーリレーを採用した。

(4) 配電線

11KV配電線はすべてケーブルとし、布設方式は直接埋設とする。

(5) 主要機器仕様

Table.7.9.4に示す。

(6) レイアウト

Fig.7.9.4に示す。

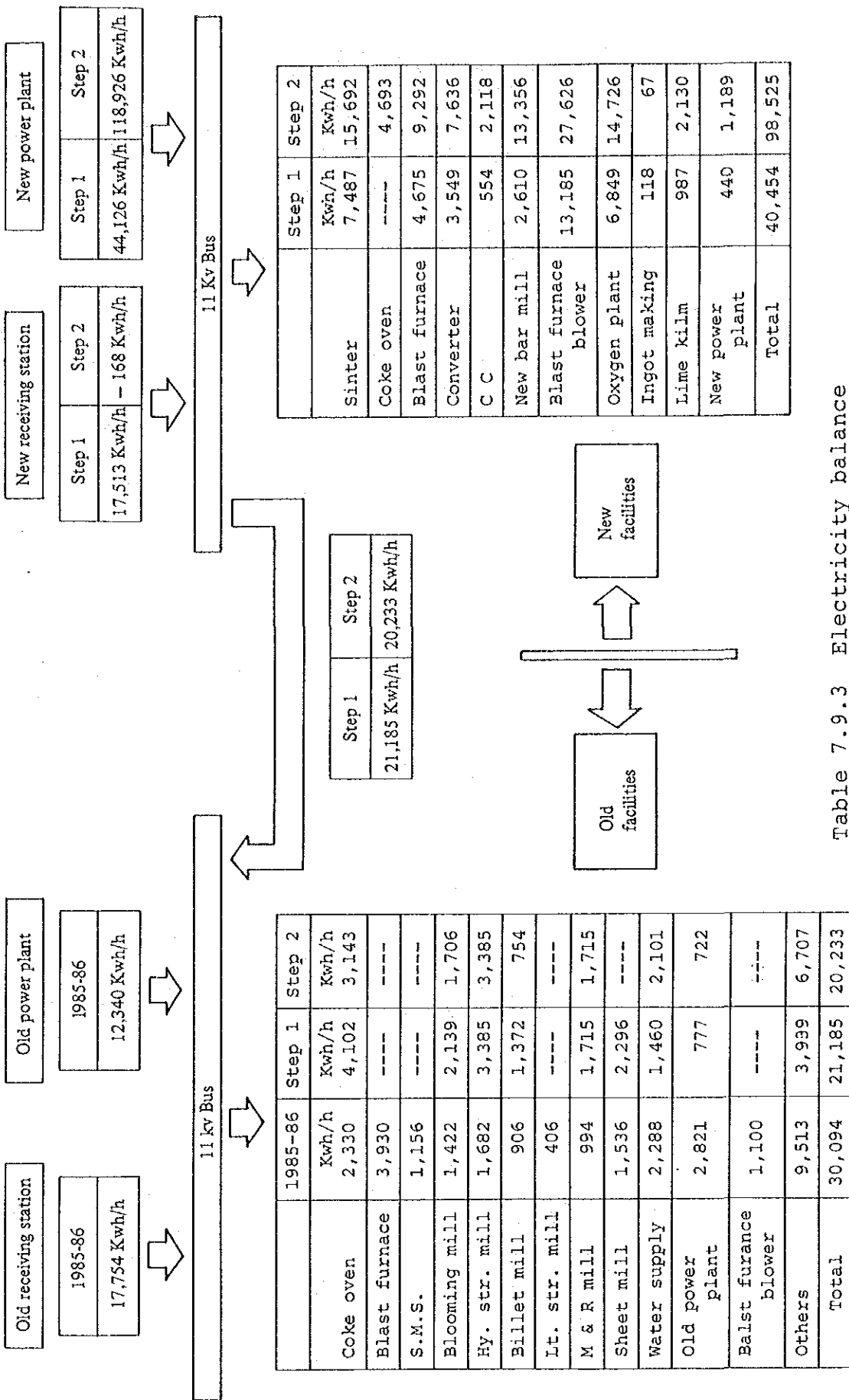


Table 7.9.3 Electricity balance

Table 7.9.4 Equipment specifications
(Power receiving and distributing)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
1) Receiving station			
11kv Metal enclosed switch gear	29 units	3 units	11kv, VCB
Building			
11kv Switch gear room	390 m ²		1F 13 m x 30 m
Control room	390 m ²		2F 13 m x 30 m
2) Distributing equipment			
	1 set	1 set	Directly buried cable type

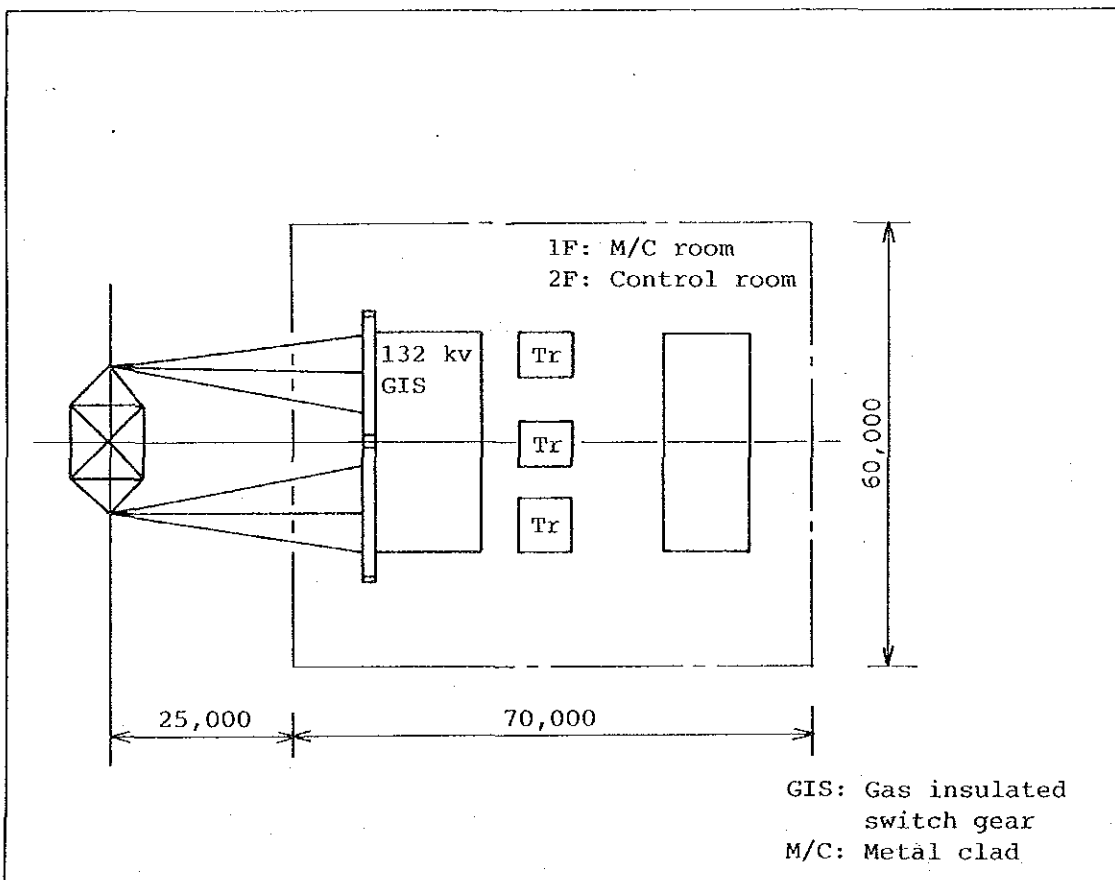


Fig. 7.9.4 Receiving station layout

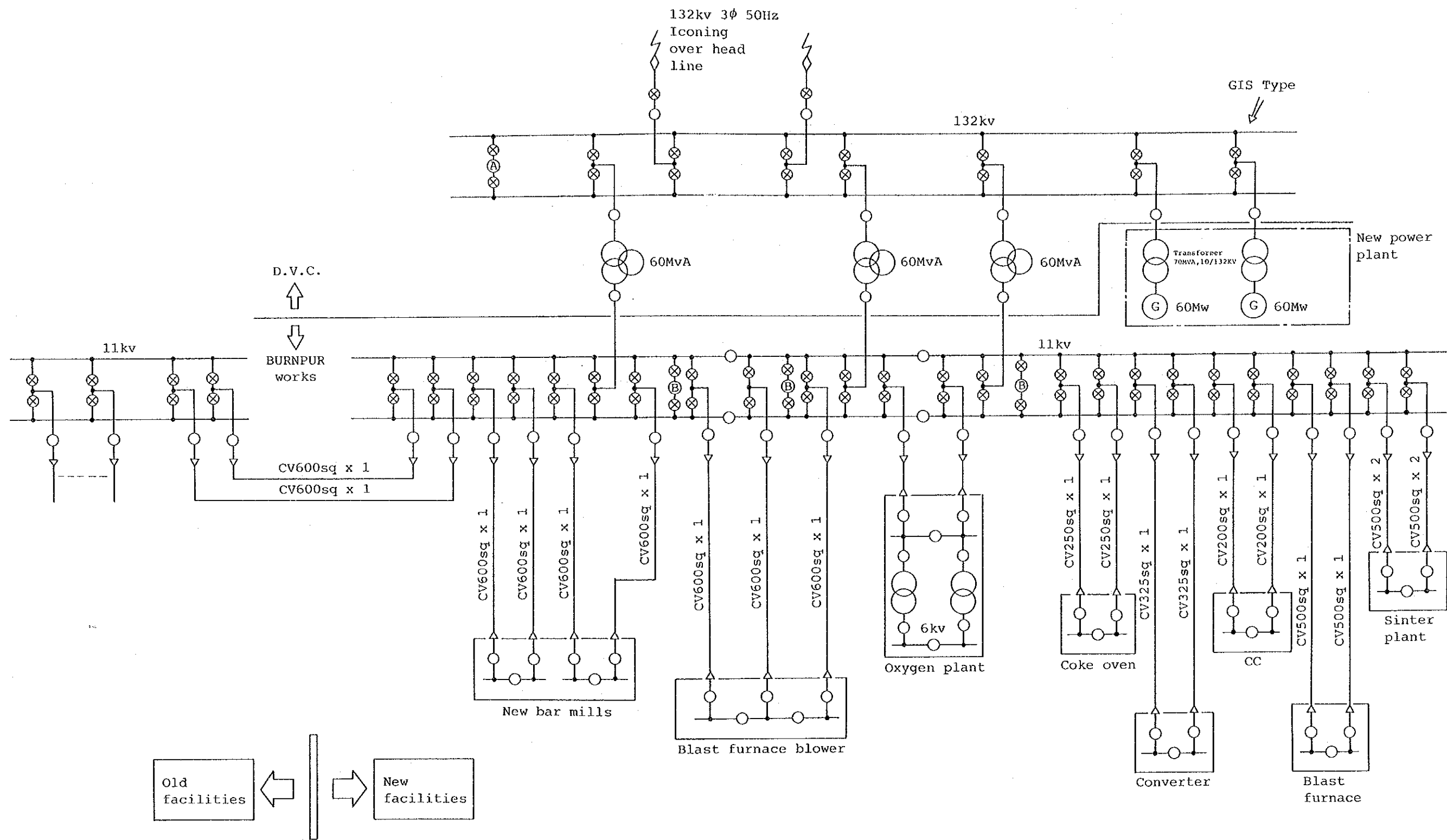


Fig. 7.9.5 Power distribution system diagram

7-9-3 ガス供給設備

7-9-3-1 概要

ガス供給設備は、ガスホルダー、放散塔、昇圧設備、需給管理設備、配管で構成されている。

7-9-3-2 計画前提

副生ガスを有効活用するためにガス供給設備を次のように計画した。

(1) ガスの圧力

BFG、COG：現在250 mmAqであるが広範囲になるため、新地区は650 mmAqとする。

混合ガス：現地区は従来通り250 mmAq、新地区は1,000 mmAqとする。

L D G：1,000 mmAqとする。

(2) 混合ガスカロリー：すべて3,000 Kcalとする。したがって既存のミキサーは改造する。

(3) ホルダー

BFGホルダー：既存の56,600 m^3 では、変動を吸収出来ないので60,000 m^3 1基新設する。

COGホルダー：COGは不足気味のため調整用として80,000 m^3 1基を新設し、既存と合せ100,000 m^3 で需給調整する。

(4) 放散塔

BFG放散塔：容量は発生量の1/2とした。

COG放散塔：COGプロアトリップ時の緊急放出用であるから20,000 m^3 とする。

(5) プロア

混合用プロア：焼結、新棒鋼工場(Bar mill)用として計画する。

COGプロア：既存地区からの供給用として計画する。

(6) 需給管理設備

電力、蒸気、発電、 O_2 、 N_2 、Air、ガス供給のすべてを需給調整、監視制御を一箇所で行えるようユーティリティコントロールセンターを計画する。

(7) 配 管

ガス、蒸気、タール、 O_2 、 N_2 、Air 用配管のすべてを計画する。

7-9-3-3 設 備 計 画

(1) 主要機器仕様

Table.7.9.6に示す。

(2) ガスフロー

Fig.7.9.6、Fig.7.9.7に示す。

Table 7.9.5 Fuel balance

	1985 - 86						Step 1						Step 2					
	BFG	COG	Furnace oil	Coal Tar	Boiler coal		BFG	COG	LDG	Coal Tar	Boiler coal	BFG	COG	LDG	Coal Tar	Boiler coal		
	Kcal/Nm ³	Nm ³ /h	Kcal/kg	kg/h	Kcal/kg	T/h	Kcal/Nm ³	Nm ³ /h	Kcal/Nm ³	kg/h	Kcal/kg	Nm ³ /h	Kcal/Nm ³	Nm ³ /h	kg/h	Kcal/kg	T/h	
Coke oven	907	3,957	9,000	8,000	4,800		800	4,000	2,300	8,000	4,800	800	{4,000}	2,300	8,000	4,800		
Blast furnace		45,816	17,017				54,762	13,538		3,799		56,856	5,882					
Steel melting shop		86,496																
Blooming mill		1,165	12,217	1,487	3,040		14,934	6,571				12,642	3,703					
Heavy structural mill		60,181	171				4,459	1,962				5,488	1,608					
Sheet mill		2,961	302	580			6,243	2,747										
Merchant mill		2,562	1,026	957			4,459	1,962				5,488	1,608					
Power plant		542	123	834														
Others		60,650				61				3,799	16				7,991		7	
		7,610	5,313	619				1,466					2,127					
Sinter								2,997	1,318			7,727	2,263					
Coke oven												89,843	8,662					
Blast furnace												175,799	10,297					
Converter													1,165					
Ingot making shop													62					
C C													806					
Bar mill													19,264					
Lime kiln													7,625					
Power plant													116,619	25,329	17,816			
(KULTI plant)													2,000					
Total (A)		267,983	36,170	4,477	3,040	61	251,712	41,936	8,281	3,799	16	489,726	78,779	17,816	7,991		7	
Old plant		267,983	36,170		3,040			41,936					30,300		2,696			
New plant							251,712		8,281			489,726	48,479	17,816	5,295			
Total (B)		267,983	36,170				251,712	41,936	8,281	3,799		489,726	78,779	17,816	7,991			
(B) - (A)		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	

Table 7.9.6 Equipment specifications (Gas)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
1) BF gas holder	1 unit		Capacity: 60,000 m ³ Pressure: 650 mmAq 38.4 x 63.5 m, 1,140T
2) CO gas holder	1 unit		Capacity: 80,000 m ³ Pressure: 650 mmAq 42.7φ x 66,0m, 1,290T
3) BF gas flare stack	1 unit		Discharge capacity: Max. 225,000 Nm ³ /h Height: 35m
4) CO gas flare stack	1 unit		Discharge capacity: Max. 20,000 Nm ³ /h Height: 60m
5) CO gas blower	2 units		Capacity: 20,000 Nm ³ /h Delivery pressure: 650 mmAq Motor capacity: 100kw
6) M gas blower	2 units		Capacity: 40,000 Nm ³ /h Delivery pressure: 1,000 mmAq Motor capacity: 200kw
7) LD gas blower	2 units		Capacity: 20,000 Nm ³ /h Delivery pressure: 1,000 mmAq Motor capacity: 100kw
8) Gas mixer			
BFG-COG mixer	1 unit		Capacity: 20,000 Nm ³ /h Delivery calorie: 3,000 Kcal/Nm ³
BFG-COG mixer	1 unit		Capacity: 30,000 Nm ³ /h Delivery calorie: 3,000 Kcal/Nm ³
9) Telemeter' Tele-control equipment	1 set	1 set	
10) Piping	1 set	1 set	BFG, COG, LDG, MG, O ₂ , N ₂ , Air steam line

(continued)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
11) Building office	900 m ²		1F: Utility supply section office
Electric room	400 m ²		2F: Utility control center 30m x 30m 20m x 20m

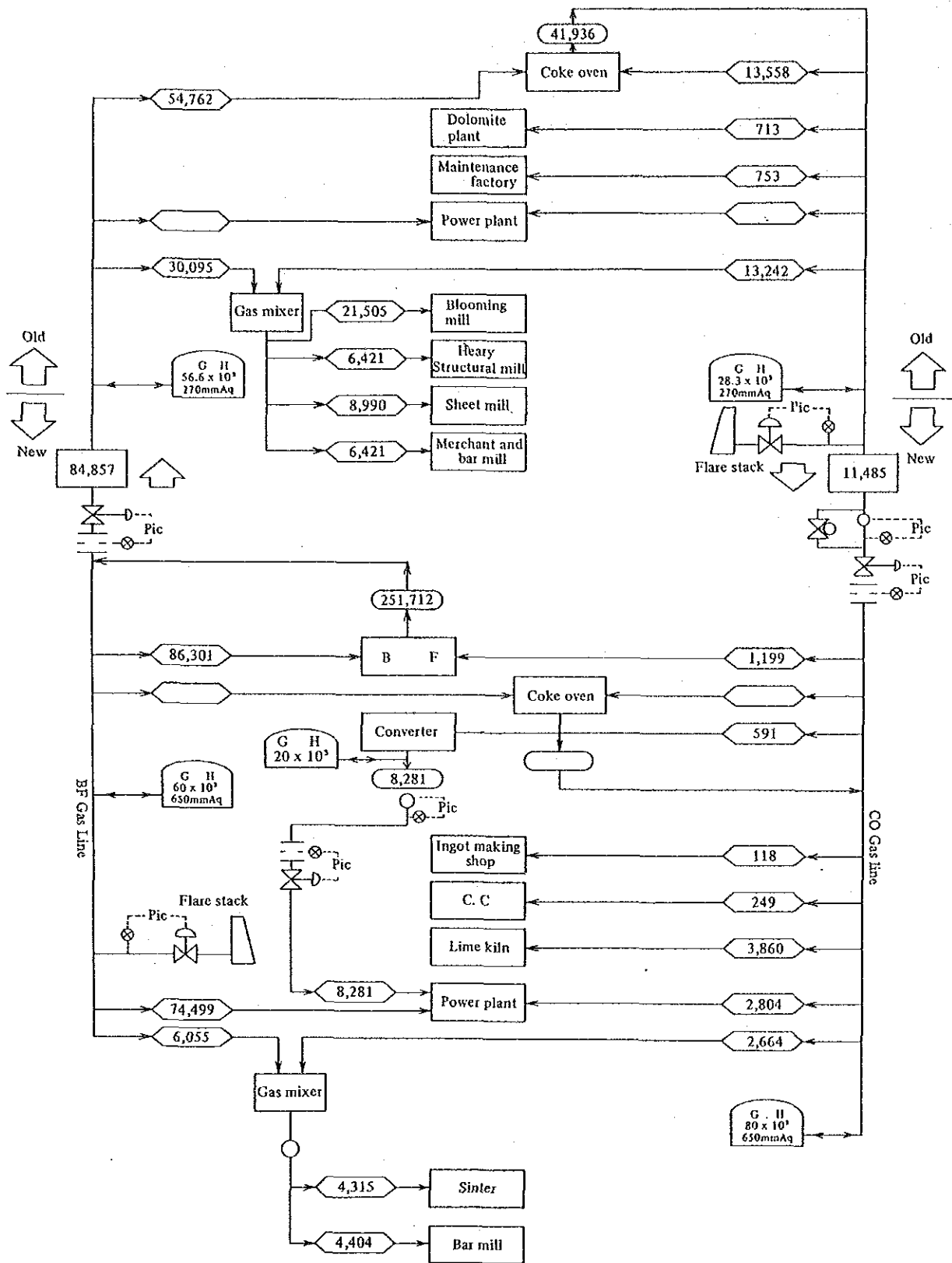


Fig. 7.9.6 Gas flow (Step 1)

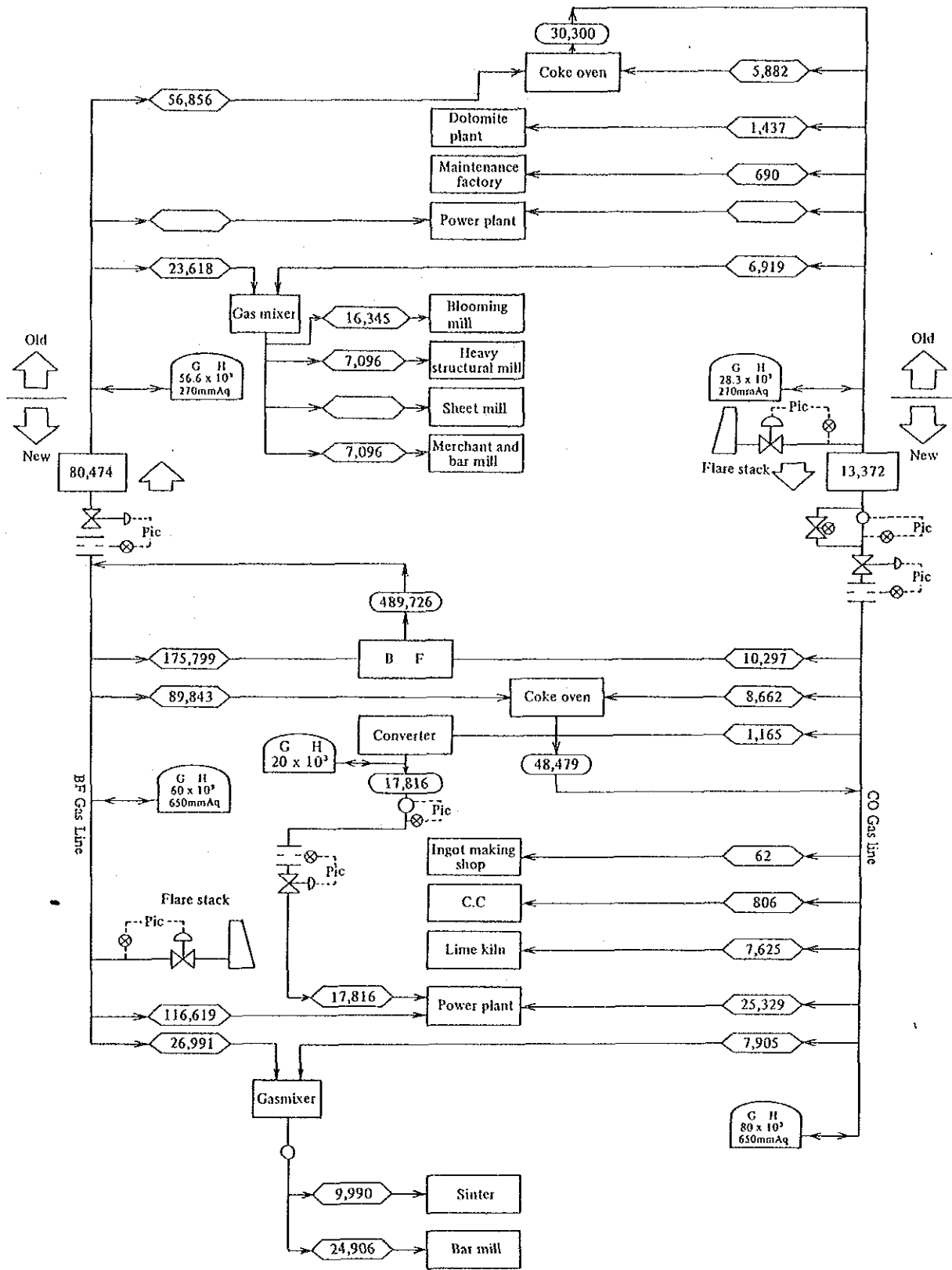


Fig. 7.9.7 Gas flow (Step 2)

7-9-4 蒸気供給設備

7-9-4-1 概要

蒸気タービンプロアーの廃止、新発電所の計画等によって蒸気使用量は激減するため、炉1～炉12ボイラーは休止とし、工場用一般蒸気はA & Bボイラーから供給する。

7-9-4-2 設備計画

(1) 配管設備計画は、Table.7.9.7によって行なった。

Table 7.9.7 Steam balance

	Step 1	Step 2
Coke oven	70.0 T/h	61.2 T/h
Dolomite	0.25	0.6
Blast furnace	5.5	11.6
Sheet mill	3.4	----
Heavy structural mill	3.7	3.7
Merchant & rod mill	4.6	4.6
A, B boiler	9.2	8.2
Loss	4.4	3.9
Total	101.0	93.8

(2) 配管工事費用は、ガス供給設備に含めた。

7-9-5 酸素設備

7-9-5-1 概要

本プラントは、転炉、連鋳で使用する酸素ガス、窒素ガスを製造供給する設備で、空気分離装置、酸素圧縮機、窒素圧縮機によって構成される。

7-9-5-2 設備計画

設備は、第1期、第2期に分けて計画し、第1期時に故障・定期修理に対処させるための予備プラントを含めた。

設備容量は、Table.7.9.9 O₂、N₂、Air flow and balance を基に最大使用量を加味して決めた。

(1) 品質および生産量

Table.7.9.8 に示す。

Table 7.9.8 Quality and capacity of each gas

	Purity (%)	Pressure (kg/cm ²)	Capacity (Nm ³ /h)		Remarks
			Step 1	Step 2	
Oxygen gas	99.5	25.0	10,600	21,200	O ₂ ≤ 100 ppm
Nitrogen gas	99.99	25.0	2,300	4,600	
Air	---	7.0	5,300	10,600	

(2) 構成機器および機器仕様

Table.7.9.10 に示す。

(3) レイアウト

Fig.7.9.8 に示す。

Table. 7.9.9 O₂, N₂, Air flow and balance

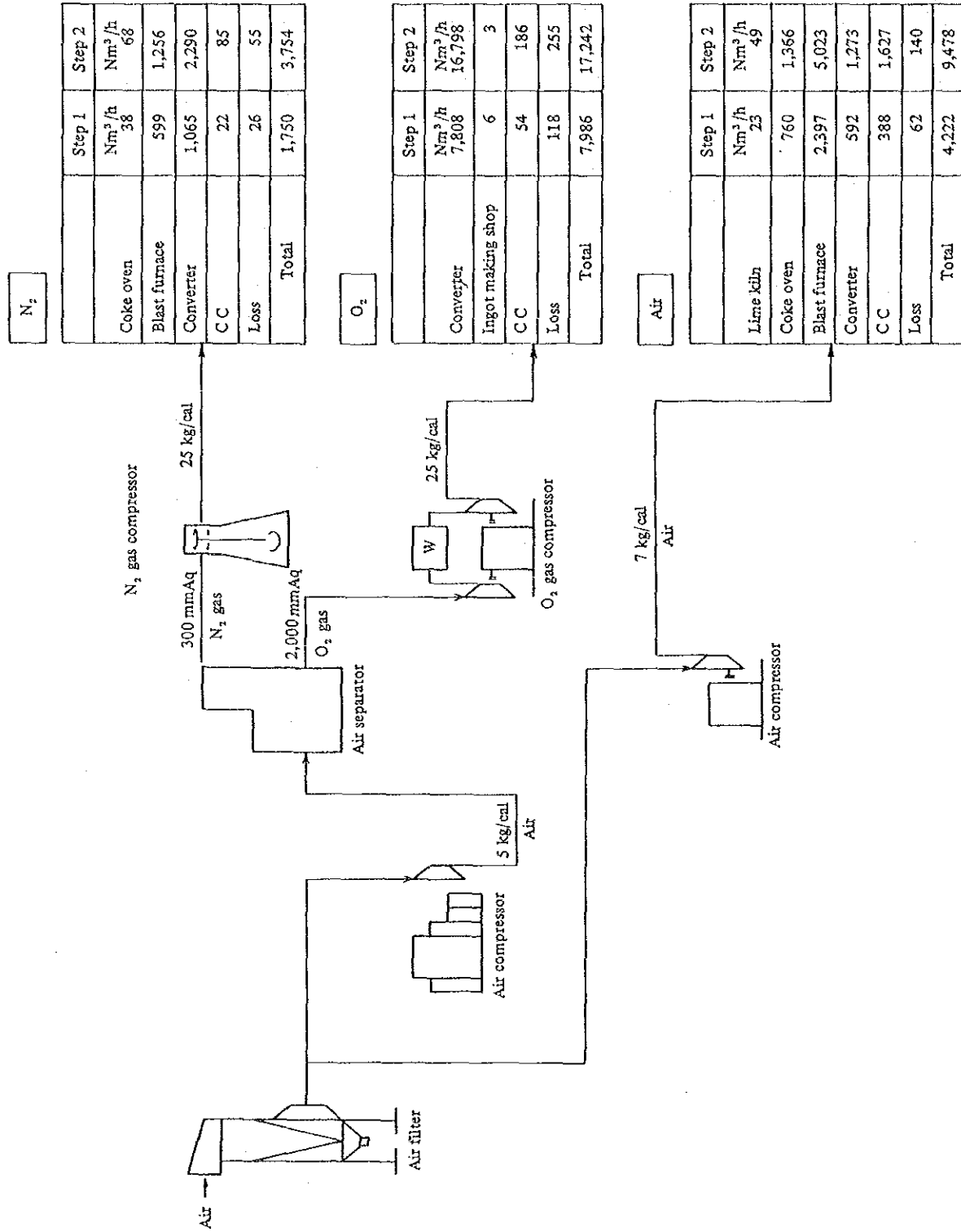


Table 7.9.10 Equipment specifications (Oxygen plant)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
1) Air filter	2 units	1 unit	Type: Bag filter Capacity: 79,000 Nm ³ /h
2) Air compressor	2 units	1 unit	59,000 Nm ³ /h x 5.0 kg/cm ² Turbo type Motor capacity 5,950 kw
3) Air separator	2 units	1 unit	GO ₂ 10,600 Nm ³ /h x 99.5% O ₂ x 2,000 mmAq GN ₂ 5,000 Nm ³ /h x 99.99% N ₂ x 300 mmAq
4) Oxgen gas compressor	2 units	1 unit	10,600 Nm ³ /h x 25.0 kg/cm ² Turbo type Motor capacity 1,910 kw
5) Nitrogen gas compressor	2 units	1 unit	2,300 Nm ³ /h x 25.0 kg/cm ² Reciprocating type Motor capacity 450 kw
6) Control air compressor	2 units	1 unit	5,300 Nm ³ /h x 7.0 kg/cm ² Turbo type Motor capacity 650 kw
7) Cooling water equipment	2 units	1 unit	Close circuit type 900 T/h
8) Electrical equipment	1 set	1 set	
9) Building compressor			
Compressor room	1,500m ²	500m ²	20m x 75m, 20m x 25m
Electric room	400m ²		20m x 20m
10) Ceiling crane	1 unit		30 T

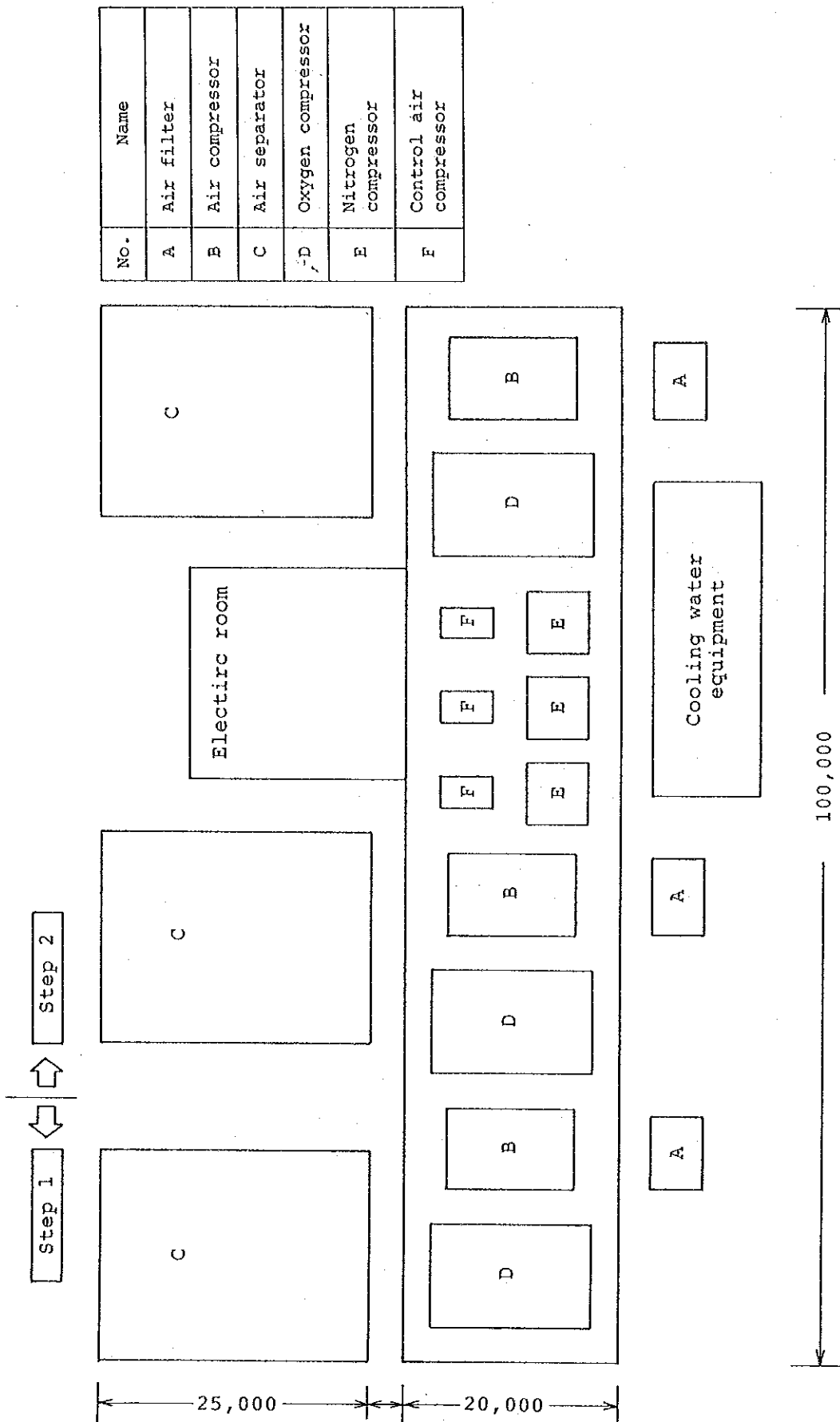


Fig. 7.9.8 Oxygen plant layout

7-9-6 給水設備

7-9-6-1 概要

近代化に伴う給水設備としての問題は、おもに

- (1) №2 River side pump houseのポンプが容量不足になる。

Table.7.9.11 Water balance 参照

- (2) 新工場建設の障害となる下水処理場 (Sewage disposal plant) の移設の2点である。

給水設備の近代化は、この2点を主とし、併せて近代化に必要な給水管計装設備を計画した。

7-9-6-2 設備計画

(1) 基本事項

- ① ポンプ所は、ユーティリティコントロールセンターで監視・制御出来るよう計画した。

(№1 & №2 River side pump house、 №1 & №2 Reservoir pump house)

- ② 新工場へは、直接 №2 River side pump house より、きれいな水を供給する。
- ③ 下水処理場は、10,000 人の生活排水を処理出来る規模とし、環境を考慮して地下タイプとする。
- ④ 補給水の水質は、現状通りとする。
- ⑤ 給水設備は、第1期にすべての工事を計画する。

(2) 構成機器および機器仕様

Table.7.9.12 に示す。

(3) 給水系統

Fig.7.9.9 に示す。

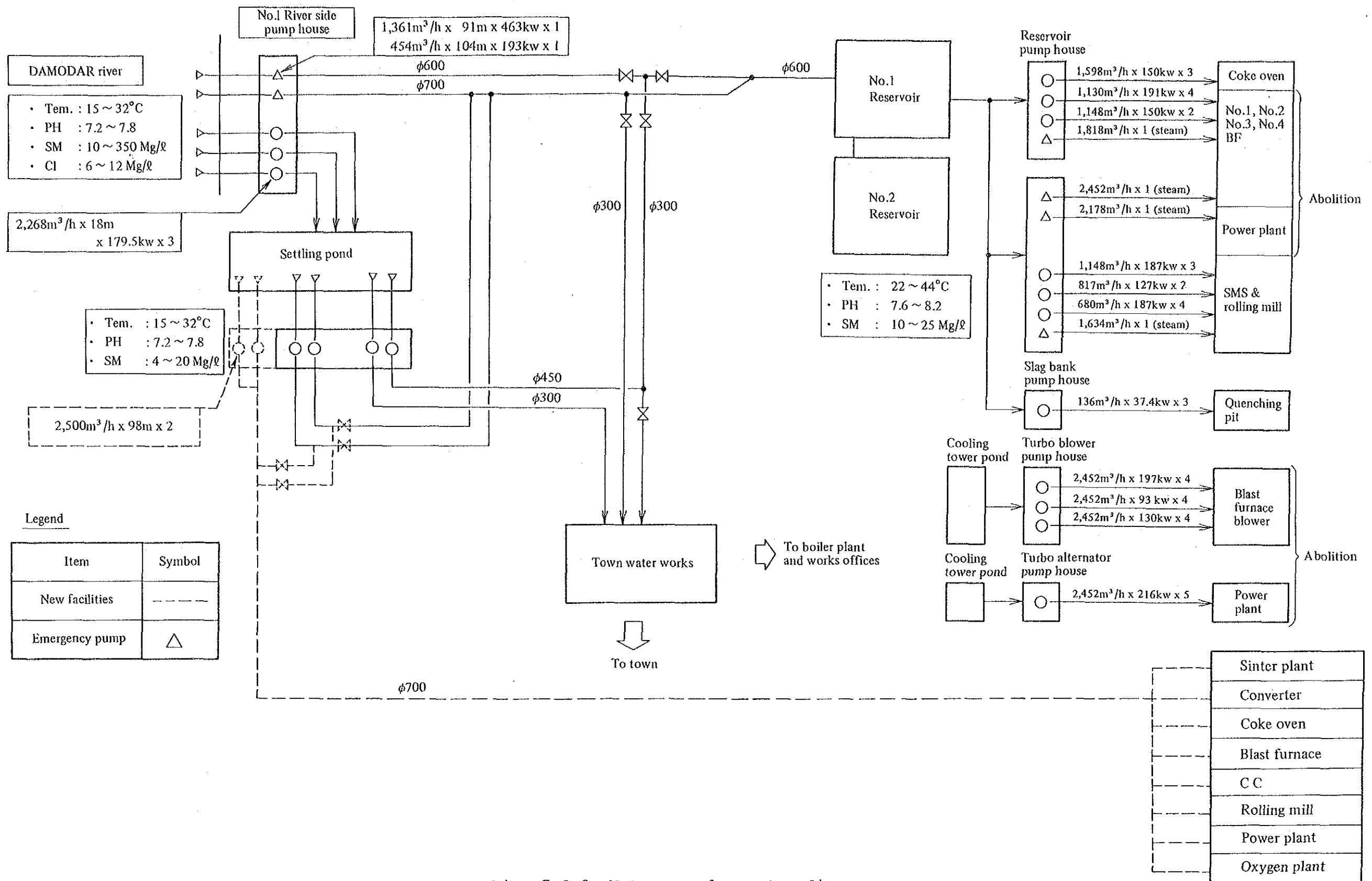


Fig. 7.9.9 Water supply system diagram

Table. 7.9.11 Water balance

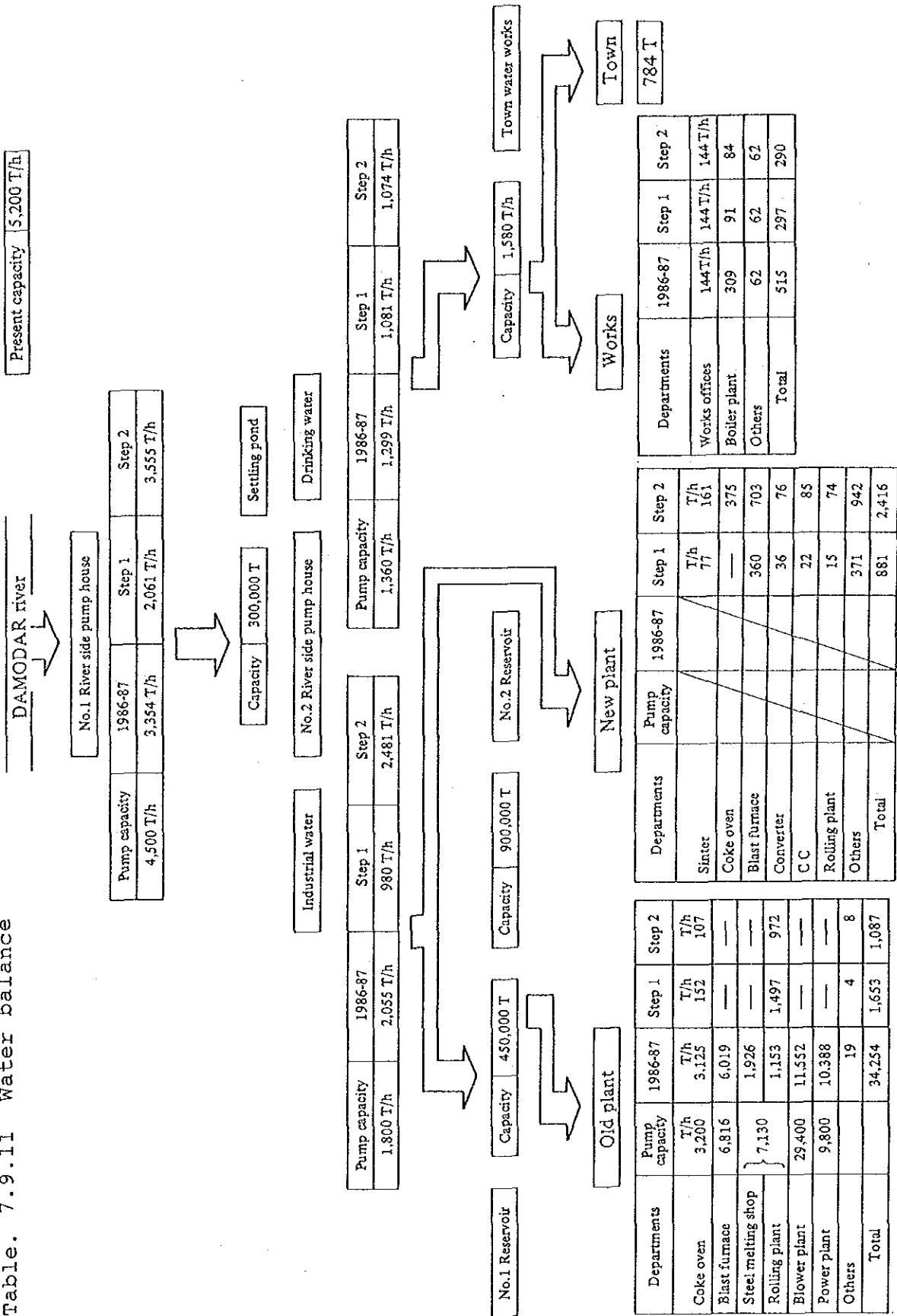


Table 7.9.12 Equipment specifications (Water supply)

Equipment	Quantity	Specifications
1) No.2 River Side pump house		
• Pump	2 units	2,500 m ³ /h x 98 m
• Electrical equipment	1 set	
• Building		
Machine room	300 m ²	15m x 20m
Electric room	400 m ²	20m x 20m
2) Piping	1 set	No.2 River side pump house to works Sinter line Converter line No.11 Coke oven line New blast furnace line CC line Rolling mill line Power plant line Oxygen plant line
3) Telemeter. Tele-control equipment	1 set	
4) Sewage disposal plant	1 unit	Capacity: 1,800 m ³ /D Under ground type Building: 800 m ² (20m x 40m) Electrical equipment

7-9-7 高炉送風設備

7-9-7-1 概要

本プラントは、新高炉へ送風するための設備で、送風機、電動機より構成される。

7-9-7-2 計画前提

既設送風機の転用は、容量不足、低効率、設備が古い等の理由により出来ないため、新設とする。

高炉送風機は、高炉操業上予備機が必要であるので第1期に2ユニット、第2期に1ユニットで計画する。

(1) 設備容量の決定

① 送風機容量

高炉容量および炉頂圧力から熱風炉入口までの送風量、送風圧力を求め、送風機と熱風炉間の配管抵抗を考慮した送風条件とする。

送風機所要軸入力は、

吹込空気温度	40℃
同上相対湿度	100%
吐出風圧	3.2 kg/cm ²
吐出風量	3,900 N m ³ /min
送風機断熱効率	85%

から計算し、余裕を見て19,500 kWとする。

② 電動駆動送風機の採用

下記の理由から電動駆動送風機を採用する。

- 保全費用が安い
- 保全要員が少ない
- 運転が簡単
- 短時間で起動出来る
- その他

(2) 設備操業条件

① 冷却水

種類 環水

温 度 最大32℃

② 大 気 条 件

温 度 40℃

相対湿度 100%

(3) 通常の運転

通常は、Utility control center で監視、制御する。

7-9-7-3 設 備 計 画

(1) 主要機器仕様

Table.7.9.13 に示す。

(2) 設備フロー

Fig.7.9.10 に示す。

(3) レイアウト

Fig.7.9.11 に示す。

Table 7.9.13 Equipment specifications (Blower)

Equipment	Quantity		Specifications
	Step 1	Step 2	
1) Air filter	2 units	1 unit	Type: Bag filter Capacity: 3,900 Nm ³ /h
2) Blower	2 units	1 unit	Maximum blast volume: 3,900 Nm ³ /min Maximum blast pressure: 3.2 kg/cm ² Normal blast volume: 3,150 Nm ³ /min Normal blast pressure: 2.8 kg/cm ² Motor capacity: 19,500 kw
3) Blow-off silencer	2 units	1 unit	Capacity: 3,900 Nm ³ /h
4) Cooling water equipment	2 units	1 unit	Closed circuit type 300 T/h
5) Electrical equipment	1 set	1 set	
6) Telemeter. Tele-control equipment	1 set	1 set	
7) Building			
Compressor room	658 m ²	182 m ²	14m x 47m, 14m x 13m
Electric room	420 m ²		14m x 30m
8) Ceiling crane	1 unit		30 T

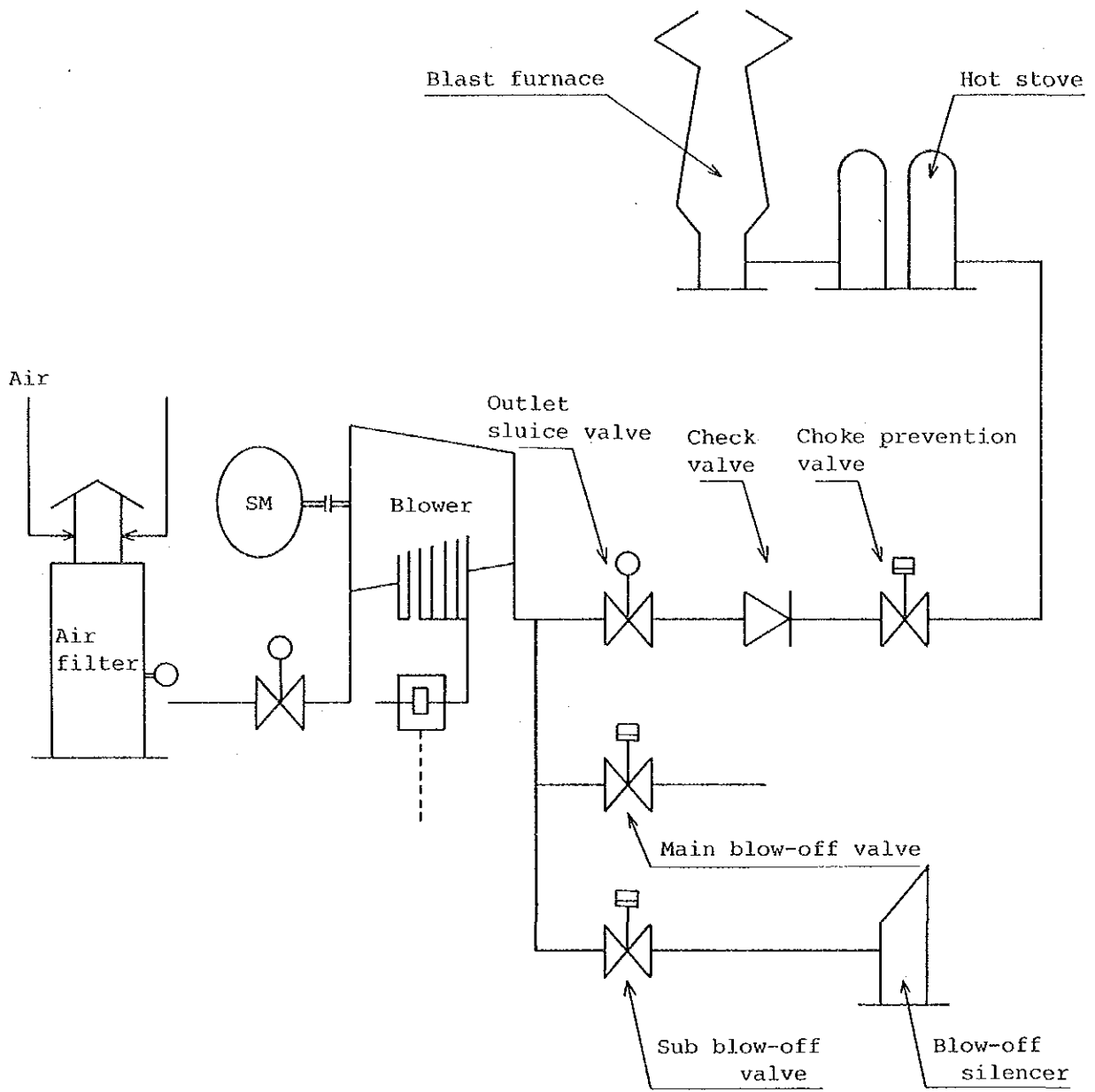


Fig. 7.9.10 Blast furnace blower flow

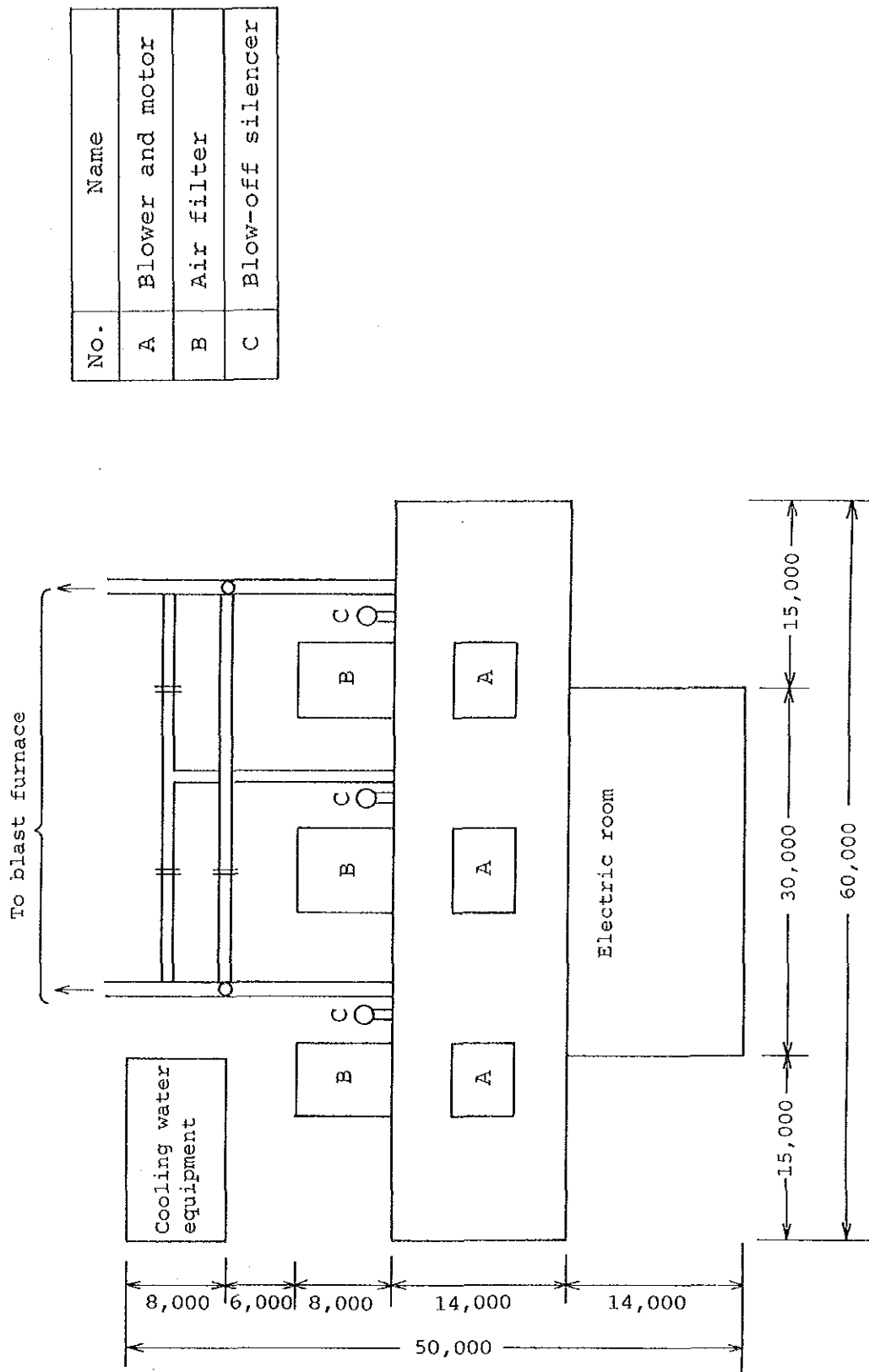


Fig. 7.9.11 Blast furnace blower layout

Table 7.9.14 Energy balance (Step 1)

Unit : 10⁹ Kcal

Products	Energy consumption											Energy generation					Net energy (A)-(B)				
	Coal Kcal/kg 7,600	Boiler coal Kcal/kg 4,800	Coke Kcal/kg 7,100	Tar Kcal/kg 8,000	Gas Kcal/Nm ³ -----			Steam Kcal/kg 1,050	Electri- city Kcal/kwh 2,000	Oxygen Kcal/Nm ³ 1,727	Total (A)	Coke Kcal/kg 7,100	Tar Kcal/kg 8,000	Gas Kcal/Nm ³ -----				Steam Kcal/kg 1,050	Electri- city Kcal/kwh 2,000	Oxygen Kcal/Nm ³ 1,727	Total (B)
Coke oven	KT/Y 990	10,116						643	72		11,691	7,031	266	1,469						8,766	2,925
Sinter	1,344			859					108		1,034										1,034
Blast furnace	1,050			4,771				51	82		5,551			1,764						1,764	3,787
Converter	1,036								62	118	201			167						167	34
C C	485								10	1	20										20
Blooming mill	756								37		372										372
Billet mill	453								24		24										24
H.S. mill	250							34	59		193										193
L.S. mill	-----																				
Merchant and bar mill	250							42	30		172										172
New bar and section mill	254								46		115										115
Sheet mill	100							32	40		212										212
Blast blower									231		231										231
Old power plant			662		266			84			1,012						928			928	84
Oxygen plant									120		120								120	120	0
Others								42	151	1	473										473
New power plant									773		781							773		773	8
Total		10,116	662	5,630	266	3,400		928	1,080	120	22,202	7,031	266	3,400			928	773	120	12,518	9,684
Purchasing energy		10,116	662						307			1,041									11,085
Selling energy																					1,401

Table 7.9.15 Energy balance (step 2)

Unit : 10⁹ Kcal

	Products	Energy consumption										Energy generation						Net energy (A)-(B)				
		Coal Kcal/kg 7,600	Boiler coal Kcal/kg 4,800	Coke Kcal/kg 7,100	Tar Kcal/kg 8,000	Gas Kcal/Nm ³ 860			Steam Kcal/kg 1,050	Electri- city Kcal/kwh 2,000	Oxygen Kcal/Nm ³ 1,727	Total (A)	Coke Kcal/kg 7,100	Tar Kcal/kg 8,000	Gas Kcal/Nm ³ -----				Steam Kcal/kg 1,050	Electri- city Kcal/kwh 2,000	Oxygen Kcal/Nm ³ 1,727	Total (B)
Coke oven	KT/Y 1,798	18,194				1,568			563	137		20,462	12,773	560	2,973						16,306	4,156
Sinter	2,816			1,669		141				225		2,035										2,035
Blast furnace	2,200			9,202		1,639			106	163		11,110			3,432						2,432	7,678
Converter	2,230					45				134	254	433			359						359	74
C C	1,855					31				37	3	71										71
Blooming mill	603					230				30		260										260
Billet mill	250									13		13										13
H.S. mill	250					100			34	59		193										193
L.S. mill	-----																					
Merchant and bar mill	250					100			42	30		172										172
New bar and section mill	1,300					351				234		585										585
Sheet mill	-----																					
Blast blower										484		484										484
Old power plant			302		560				76	13		951					862				862	89
Oxygen plant										258		258							261		261	Δ 3
Others						475			41	243	4	763										763
New power plant						2,084				21		2,105						2,081			2,081	24
Total		18,194	302	10,871	560	6,764			862	2,081	261	39,895	12,773	560	6,764			862	2,081	261	23,301	16,594
Purchasing energy		18,194	302																			18,496
Selling energy													1,902									1,902

7-10 土 木 建 築

7-10-1 概 要

バンブール製鉄所近代化プロジェクトにおける土木建築工事は、大別して、土地造成工事、工場設備の土木建築工事、その他敷地境界フェンス、排水設備等の付帯工事に分けられる。

土地造成工事もさることながら、製鉄所設備の土木建築工事は、重量設備の基礎、複雑な基礎、諸設備間の複雑な取り合い、大規模な建物等、規模の大きさ、複雑さから、非常に難かしい工事である。従って、土木建築工事の請負者は、製鉄所設備建設工事に対する十分な経験と遂行能力を有する者でなければならない。

現地調査で得られた情報によれば、インドの建設会社の中には、製鉄所建設の経験と能力を有する会社はいくつかある。従って、本近代化 F/S においては、インドの建設会社によって、土地造成工事、工場設備の土木建築工事を行うこととしている。また、工法、建設資材、規格等もインドで現在使用されているものを適用することを前提にしている。

7-10-2 土地造成工事

(1) BURNPUR 製鉄所の現況

① 敷地面積

IISCO BURNPUR製鉄所の敷地面積は、タウンシップ（工場敷地内のタウンシップは除く）を含めて約 5,300 千 m^2 であり、おおよそ次のように区分される。

a) 既存工場敷地	2,600 千 m^2
b) 埋立地	1,100 "
c) 緑地	1,100 "
d) タウンシップ	500 "

② 地盤高

既存工場地区の地盤高は、“Reference Data, Present Status and Modernization of Burnpur Steel Works”によれば、M.S.L.(Mean sea level = 海拔) + 129.6 m から + 132.6 m と記述されている。

高炉スラグ、石炭粉および石炭灰、煉瓦屑等既存工場からの廃棄物で埋めた

てられた地区の地盤高は、“General Layout Pattern for Modernization of Burnpur Steel Works of IISCO for Production of Steel of 1.0MT/YR” (drawing No PSL/833 dated 21-12-85) および現地調査の結果から、おおよそ、M.S.L.+120mから+145mの間と考えられる。

また、BURNPUR 製鉄所内の埋立地区周辺の緑地の地盤高は、南側でおおよそM.S.L.+110m、北側でおおよそM.S.L.+130mである。

Fig. 7・10・1 に、以上の地盤高をおおよその高さで区分して示す。

③ 輸 送

原料および製品の輸送は、一般に鉄道によつて行われている。BURNPUR 製鉄所への原料の搬入は、North yardとHIRAPUR exchange yardを通して行われている。他方、製鉄所からの製品搬出は、West yardとHIRAPUR exchange yardを通して行われている。

(2) BURNPUR 製鉄所の近代化のレイアウト

① 利用可能面積

近代化のために必要な新規設備建設用地は、工場廃棄物によつて埋め立てられた用地および BURNPUR 製鉄所敷地内の緑地に限定される。

埋立地および緑地の総面積は、前述したように約2,200千 m^2 である。しかしながら、複雑な敷地境界やUnderground coal reserveによる制限を考えると、利用可能な面積は2,200千 m^2 の総面積の内せいぜい1,500~1,800千 m^2 程度と考えられる。

② 生産規模

近代化後の新規設備による生産規模については、生産規模100万T/Yに対し、一般に1,500千 m^2 程度の用地が必要であるという条件をもとに計画した。従つて生産規模は、上述の利用可能な面積からすると増加分は100万T/Y~120万T/Yとなる。すなわち本F/Sでは、近代化後の新規設備による生産規模は約100万T/Y増加出来るものとして計画した。

③ 設備および設備の配置

主要な新しい設備をTable 7・10・1に現状と併記して示した。またそれらの配置をFig. 7・10・2に示した。

Table 7.10.1 Main new facilities

Present	After Modernization	
	Step 1	Step 2
Coke oven & by-product plant		
72 ovens x 1	} 68 ovens x 1 78 ovens x 2	68 ovens x 1
78 ovens x 2		78 ovens x 1
(78 ovens x 1) under rebuilding		92 ovens x 1
Sinter plant	210 m ² x 1	210 m ² x 2
Blast furnace		
500 m ³ x 2	} 2,250 m ³ x 1	2250 m ³ x 2
1170 m ³ x 2		
Steel making shop		
Bessemer converters	} 130 TLD x 2	130 TLD x 3
Open hearth furnace		
Lime calcining shop	120,000 T/Y	258,000 T/Y
Continuous casting machine		
	Bloom CC x 1	Bloom CC x 1
	Billet CC x 1	Billet CC x 3
Rolling mill plant		
Blooming mill	→	
Heavy structural mill	→	
Light structural mill	→ X	
Merchant & bar mill	→	
Sheet bar & billet mill	→	
Hand sheet mill	→ X	
Galvanizing plant	→	
	Bar & section mill x 1	Bar & section mill x 2

④ 設備配置計画

a) 配置計画の前提

近代化されるバンブール製鉄所の設備の配置を計画するに当っては、次の条件が考慮された。

(i) 既存の鉄道網、特に、製鉄地区の鉄道網は非常に密集しているので、新規設備への原料搬入は、DAMODAR 駅側から新しい鉄道を敷設して行なわれる。この新しい鉄道は IISCO 敷地に至るまでは、IISCO 社以外の他者によって敷設されるものとする。

ただし、原料のうち石炭は CHASNALLA 炭鉱から既設のロープウェイを使って BURNPUR 製鉄所まで運ばれるものとする。

(ii) 新設設備からの製品は、現状の搬出方法と同様に West yard と HIRAPUR exchange yard を通して行うものとする。

(iii) 既存設備のある BURNPUR 製鉄所北西部の地盤高は M.S.L.+130 m とする。

(iv) 高炉－転炉間の溶銑運搬用の軌道には、安全な搬送を確保するため勾配をつけない。

(v) 新設設備はどのような場合においても BURNPUR 製鉄所敷地内に設置されるものとする。

(vi) 新設構造物は原則として、石炭の埋蔵が予想される区域には建設されない。

b) 新設設備の配置

上述の前提に基づき、主な新設設備は次のように計画された。

(i) 鉱石ヤードは、DAMODAR 駅により近い BURNPUR 製鉄所の南西部敷地に設置する。

(ii) 石炭ヤードは、既存のヤードを使用するとともに、新しい造成地に新設する。

(iii) 圧延工場は既存の圧延工場に近い区域に設置する。

(iv) 製鋼・連鑄工場は新圧延工場の位置と造成用地の形状を考慮して、新圧延工場の南西側に設置する。

(v) 高炉設備は、製鋼工場への溶銑の搬入、焼結工場およびコークス工場か

らの原料受入れ、更には既存のスラグ粉砕設備、スラグピット等の位置を考慮して配置する。

(vi) 焼結工場は鉄石ヤードの近隣に配置し、コークス工場は焼結工場、高炉工場の位置を考慮して配置する。

(vii) 発電、受配電設備は DVC からの電力が、既存工場地区の方から供給されることおよび新設設備への配電を考慮して既存工場地区と新設工場地区の間に配置する。

(3) 土地造成計画

① 造成地域の地盤高

造成地域の地盤高は、前述の設備配置計画に基づき、最小の切土量および盛土量で新設設備の配置に必要な面積が得られるよう計画した。

製鋼・連鋳設備のための用地の地盤高については、新製鋼設備が高炉だけでなく、既存の高炉からも溶銑を受け入れるよう計画されているので既存工場と同じ地盤高の M.S.L.+130m とした。

新高炉設備用地の地盤高については、溶銑運搬線によって製鋼・連鋳地区と高炉地区が繋がることを考慮し、製鋼・連鋳地区と同じ地盤高の M.S.L.+130m とした。

また、圧延工場地区の地盤高については、連鋳工場と圧延工場の関係を考慮して M.S.L.+130m とした。

コークス工場と焼結工場地区は、これらの地区に割り当てられた敷地の現状の地盤高がおおよそ M.S.L.+145m であることおよび土地造成土量を少なくすることを考慮して M.S.L.+135m の地盤高とした。

鉄石ヤードの地盤高については、BURNPUR 製鉄所敷地の外側の緑地の地盤高および DAMODAR 駅側からの原料（鉄鉄石）の搬入を考慮し M.S.L.+125m とした。

上記以外の地区の地盤高は、土地造成土量、近隣設備用地の地盤高および緑地の地盤高を考慮して適切な地盤高に計画した。

② 既存設備と土地造成工事の干渉

操業中の既存設備で土地造成工事を干渉するものは、既存製鉄所の操業に支障をきたさないように、土地造成開始前に撤去・移設されるものとした。

7-10-3 土木建築工事計画の前提条件

(1) 環境条件

風、雨、温度、地震、地形、土質等については5-9-2に述べた通りであるので、ここでは、地盤の支持力について述べる。

地盤の支持力については、次の許容支持力を適用した。

(i) 既存工場地区	20 T/m ²
(ii) 拡張予定地区(埋立地域)	
地盤改良地区	25 T/m ²
非地盤改良地区	10 T/m ²

(2) 計画地盤高

主な新設設備の計画地盤高は、前述の土地造成計画に基づき以下に示すように設定した。

(i) 既存工場地区	M.S.L.+130 m
(ii) 焼結工場地区	M.S.L.+135 m
(iii) コークス工場地区	M.S.L.+135 m
(iv) 高炉工場地区	M.S.L.+130 m
(v) 石炭焼成工場地区	M.S.L.+130 m
(vi) 製鋼・連鋳工場地区	M.S.L.+130 m
(vii) 圧延工場地区	M.S.L.+130 m
(viii) ユーティリティー(発電、受配電設備 酸素工場、ガスホルダー)地区	M.S.L.+130 m
(ix) 鉍石ヤード	M.S.L.+125 m
(x) 化成(ベンゼン、トルエン、キシレン およびタール)工場地区	M.S.L.+120 m

(3) 基礎形式

前述した土質調査報告書によれば、既存工場地区のほとんどの土層は、20 T/m²以上の許容支持力を持っているので、直接基礎に適している。

他方、新設備のほとんどが設置されることになる地域の埋立層は、前述の土質調査報告書に基づくと、様々な大きさや形状の鋼片、鋼塊や廃棄物を含んでおり、製鉄所の重量設備や重量構造物の基礎として直接基礎のための支持力は不十分で

ある。

しかしながら、重量設備や重量構造に対して杭基礎を適用することは難しい。なぜならば、埋設されている鋼片や鋼塊および廃棄物は杭基礎の設置に対して障害となるであろうし、それらの埋設位置がどの辺であるかを知ることが難かしいからである。

従って、適当な地盤改良法により、地盤面から埋立層を改良したのち、直接基礎を埋立層に適用することがより实际的と思われる。

上述の理由により、直接基礎形式が新設設備のすべての基礎に適用された。

(4) 建 屋 形 式

建屋形式は2種類に分類した。ひとつは鉄骨構造建屋であり、もうひとつは鉄筋コンクリート構造の建屋である。

工場建屋は、鉄骨構造建屋であり、その屋根および壁は亜鉛メッキした波形鋼板で計画した。

工場建屋以外の建屋たとえば、事務所、管理室、電気室等は鉄筋コンクリート建屋で計画した。

いずれの場合においても現地調査時の入手情報に基づくとともに、インドにおける慣習が考慮されている。

7-10-4 土木建築工事費見積り条件

(1) 見 積 り 条 件

土木建築工事費の見積りのために、次の条件を考慮した。

- (i) すべての材料、労役、機器等は、SAILおよびIISCOの指示に従って、インド国内で調達できるものとした。
- (ii) 土木建築工事は、インドのコントラクターによって請負契約がなされ、別途示す建設スケジュール案による建設期間内で実施・完成されるものとした。
- (iii) 土木建築工事用の単価は、原則として“Reference Data、Present Status and Modernization of Burnpur Works”に記述されている情報を基にした。

ただし、現地調査時にいかなる情報も得られなかった単価については、日本の経験をもとに仮定した。

- (iv) 上述の調査単価は経費および利益を含むものとした。
- (v) 単価のエスカレーションは考えないものとした。
- (vi) 地下にある障害物の撤去に要する費用など不測の費用は、土木建築工事費に含まれないものとした。
- (vii) 土木建築工事において発生する掘削残土の土捨場は、BURNPUR 製鉄所の近隣に確保され、無償にて利用出来るものとした。

(2) 見積り範囲

- (i) 見積りは BURNPUR 製鉄所の敷地内の土木建築工事に限定する。
- (ii) それ故、製鉄所敷地外の土木建築工事、例えば BURNPUR 製鉄所への新しいアクセス道路、原料輸送のための操車場、タウンシップ等の建設の費用は見積りに含まれないものとした。
- (iii) 机、椅子、ロッカー等の家具は見積り範囲に含まれないものとした。
- (iv) 新しい管理用の建物、例えば既存の General manager 用オフィスの更新は必要ないものと考え、見積り範囲外とした。
- (v) 土木建築工事のためにだけ必要な仮設設備は見積り範囲内とした。
- (vi) いかなるエンジニアリングフィーも土木建築工事に含まれないものとした。

7-10-5 建設工事数量

主要建設工事数量は概略次のように見積った。

	掘削 (m ³)	コンクリート (m ³)	鉄筋 (T)	鉄骨 (T)
土地造成	7,500,000
焼結設備	274,000	92,300	7,480	7,390
コークス設備	186,000	87,300	8,350	1,120
高炉設備	203,000	64,400	5,460	3,440
石灰焼成設備	51,000	10,000	1,000	550
製鋼設備	83,000	20,000	840	11,200
連鑄設備	164,000	25,000	1,600	8,000
圧延設備	247,000	55,000	4,050	6,220
整備設備	8,000	3,900	210	1,200
ユーティリティー設備	95,000	25,000	2,220	1,430
合計	1,311,000	382,900	31,210	40,550

上記の数量は、機器および鉄骨構造物に対する建設工事数量である。鉄筋コンクリート構造物および境界フェンス等に対する数量として、上記数量の概略10%の工事数量(鉄骨の数量を除く)が追加されるものと思われる。

また、上記数量は第1章緒言で述べられている如く、今回F/Sは非常に限られた時間内で行なわれたために、短時間の現地滞在中に入手した限られた土質データおよび地形データによって相当粗く見積られたものである。

特に、新設設備が配置される地区の土質データはほとんどない。また、“General Layout Pattern for Modernization of Burnpur Steel Works of IISCO for Production of Steel of 1.0MT/YR”に示されている地形は、現状の地形を反映していない。

それ故実行段階においては新設設備用地に対する土質調査、地形測量等を改めて行ない、土質データ、地形データを確認しなければならない。また、その調査・測量の結果によって、上記数量および建設工事費は訂正され実際的なより精度の高いものに近づいていくであろう。

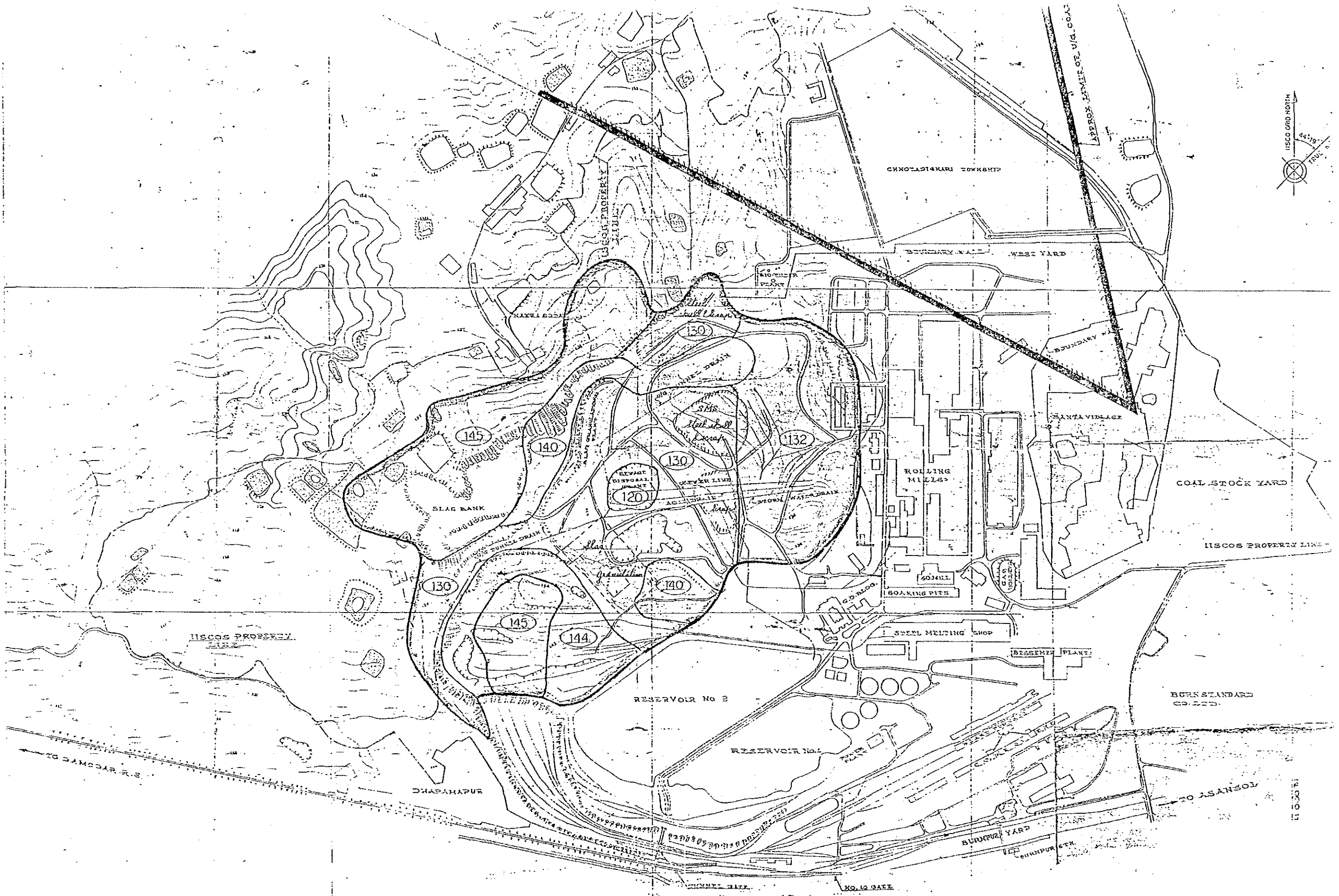


Fig. 7.10.1 Topographic map of BURNPUR works

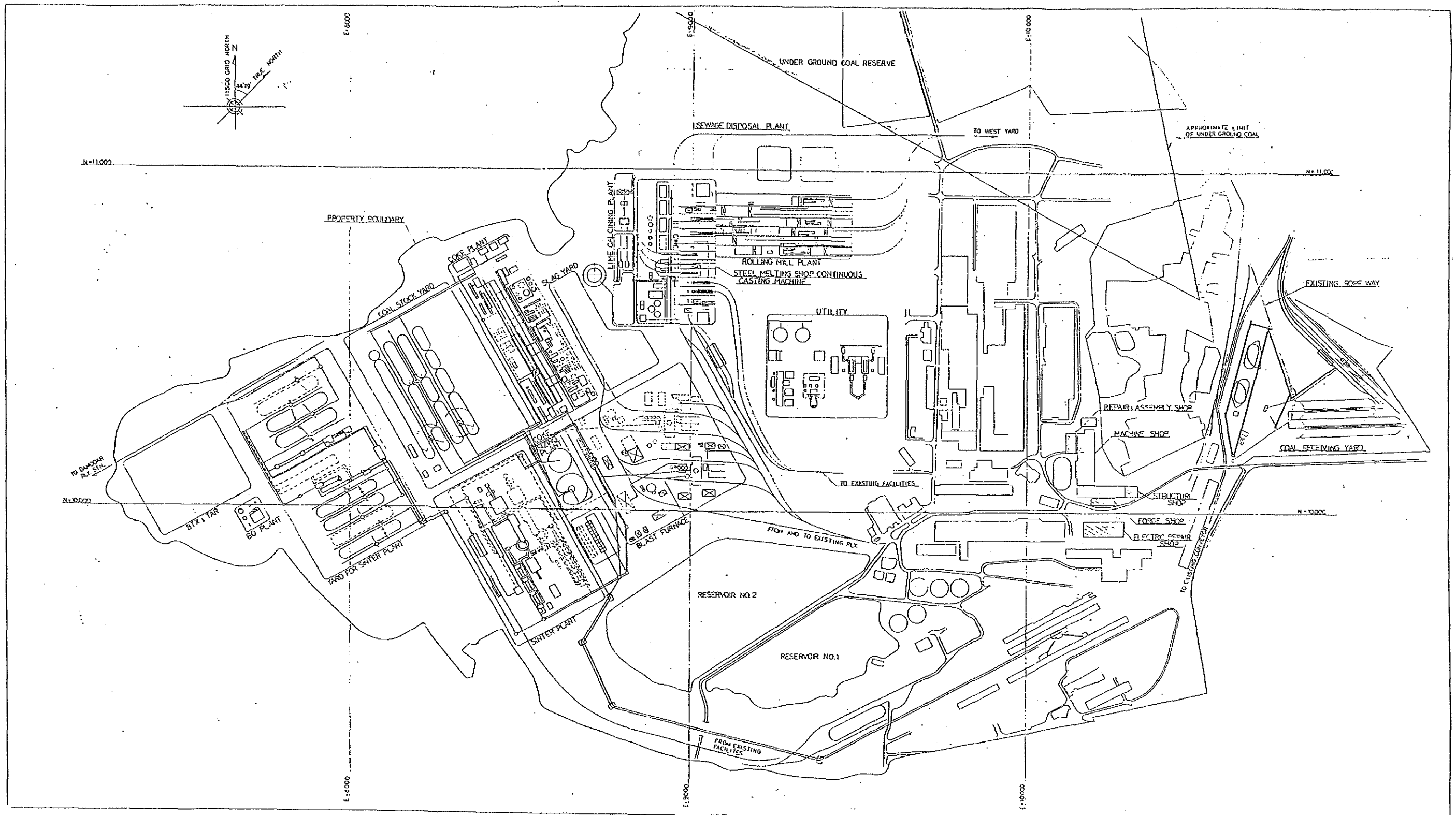


Fig. 7.10.2 General layout of BURNPUR works

7-1-1 近代化計画のまとめと財務分析のための技術的前提条件

第8章で詳述する財務分析のための技術的前提条件の大半はこの第7章近代化計画で詳述したものである。

以下にその項目とその章一節とを示す。

- | | |
|------------------------|------------------|
| (1) 投資金額の内 | |
| 土地造成、土木、建築 | (7-10) |
| 機械および装置、据付、車輛 | (7-2～7-9) |
| 環境対策 | (7-1-4、7-2～7-9) |
| 教育訓練、操業指導 | (7-1-9、7-2～7-9) |
| 開業準備、操業準備品 | (7-2～7-9) |
| (2) 建設スケジュール | (7-1-5、7-2～7-10) |
| (3) 生産計画 | (7-1-6、7-2～7-7) |
| (4) マテリアルフロー・マテリアルバランス | (7-1-7、7-2～7-7) |
| (5) エネルギーフロー・エネルギーバランス | (7-9) |
| (6) 歩留、諸原単位 | (7-2～7-9) |
| (7) 要員 | (7-1-8、7-2～7-9) |
| (8) 教育訓練 | (7-1-9、7-2～7-9) |
| (9) 修繕費 | (6-3、7-8) |
| (10) レポートの効力 | (7-1-5) |

第 8 章 財 務 分 析

目 次

第 8 章 財 務 分 析

	頁
8-1 投資額の見積り	627
8-1-1 投資額見積りの基本的な考え方	627
8-1-2 投 資 額	628
8-1-3 固定資産取得額	638
8-1-4 既存設備の帳簿価格	641
8-1-5 GUA 鉬山粉鉬石水洗設備投資額	641
8-2 製造原価の見積り	642
8-2-1 原価計算の基本的前提と方法	642
8-2-2 原価要素の価格	643
8-2-3 減 価 償 却 費	647
8-2-4 高炉の特別修繕引当金	648
8-2-5 補 助 部 門	648
8-2-6 製造原価計算の結果	649
8-2-7 製造費明細表による原価構造の概観	650
8-2-8 製造原価の感度分析	653
8-3 財 務 分 析	654
8-3-1 基本的前提条件	654
8-3-2 既存設備の帳簿価格について	654
8-3-3 損益計算書に関する前提条件	655
8-3-4 資金運用表および貸借対照表に関する前提条件	661
8-3-5 財務予測計算結果	666
8-3-6 品種別損益(第 2 Step 215 万トン正常操業時)	677
8-3-7 投資効率分析(内部利益率)	678
8-3-8 感 度 分 析	682

第 8 章 財 務 分 析

8-1 投資額の見積り

8-1-1 投資額見積りの基本的な考え方

(1) 国内および輸入調達区分

- ① 土地造成および土木建築工事：100%国内調達
- ② 上記に関する諸資材： " "
- ③ 機械および装置：インドにおける調達の可能性および諸条件を勘案のうえ、
判断した。
- ④ 車輛および予備品：上記③に同じ
- ⑤ 据付工事：上記③に同じ
- ⑥ 海上輸送：100%外国船によるものと仮定した。

(2) 見積り基準

1) 見積りの時点

国内分：1986年7月

輸入分：1986年12月

2) 使用通貨および為替レート

① 使用通貨

国内調達分：インドルピー

輸入調達分：円(インドルピーに換算)

② 為替レート：1 Rupee = 13.25円(1986年7月)

(3) 物価変動の影響

本スタディにおける投資額は上記(2)の見積り時点における時価であり、建設時点における物価変動の影響は一切織り込まれていない。

(4) 輸入品に対する関税

大規模な投資にもかかわらず、既存企業は原則的に Tax Incentive を受けることが出来ない。従って本スタディでは輸入品に対して、かなり高率な55%の関税が課されている。

8-1-2 投資額

(1) 総投資額

(Unit: Rs. in Lakhs)

	国内	輸入	合計	比率(%)
第 1 Step	79,624	49,529	129,153	(53)
第 2 Step	76,428	39,285	115,713	(47)
合計	156,052	88,814	244,866	(100)
比率(%)	(64)	(36)	(100)	

総投資額のステップ別、費目別内訳を Table 8-1-1、Table 8-1-2 および Table 8-1-3 に示す。

なお設備別の詳細を巻末に付した。

(2) 総投資額 (Step 1 & 2) における費目別構成比率

上位 4 費目で全体の約 80% 近くを占めている。

① 機械および装置	107,048 Rs. in Lakhs	43.7%
② 関税	36,222 "	14.8%
③ 土木・建築	28,975 "	11.8% (土地造成を含む)
④ 据付	16,895 "	6.9%

このうち、とくに関税の比率の高いことに留意すべきである。

(3) 直接建設費

(Unit: Rs. in Lakhs)

	国内	輸入	合計	比率(%)
第 1 Step	49,318	38,115	87,433	(52)
第 2 Step	49,785	30,267	80,052	(48)
合計	99,103	68,382	167,485	(100)
比率(%)	(59)	(41)	(100)	

直接建設費のステップ別、設備別内訳を Table 8-1-4、Table 8-1-5 および Table 8-1-6 に示す。

(4) 直接建設費における国内、輸入調達比率

(Unit: Rs. in Lakhs)

	国内		輸入		合計 金額
	金額	%	金額	%	
土木および建築	28,975	100	0	0	28,975
機械装置および車輛	54,143	48	58,395	52	112,538
据付	12,959	77	3,936	23	16,895
輸送および保険料	3,026	33	6,051	67	9,077
合計	99,103	59	68,382	41	167,485

従来、インドにおいては自国内調達能力は非常に高く製鉄設備に関しては、80～90%の調達比率を示すことがあるといわれている。

本スタディは、それに比べれば、かなり低目の比率であるといえる。ただし、調達比率に関しては価格以外にも納期その他の勘案すべき諸条件があり、一概には云々しがたい。当該プロジェクトの実行段階において、さらに具体的条件を踏まえて検討されるべきことがらである。

(5) 直接投資額における設備別構成比率 (Step 1 & Step 2)

上位6設備で全体の約70%を占めている。

① 高炉設備	30,830 Rs. in Lakhs	18.4 %
② 新棒鋼設備	24,680 "	14.7 %
③ コークス設備	22,135 "	13.2 %
④ 焼結設備	14,711 "	8.8 %
⑤ 転炉設備	14,124 "	8.4 %
⑥ 発電所設備	10,054 "	6.0 %

(6) 関税およびその他の税金

次の税率を用いた。

1) 関税 : C I F 価額に対して 5.5 %

2) その他の税金 :

① Excise duty : 国内調達品に対して 1.5 %

② Sales tax : " 4 %

(7) その他の投資額

1) エンジニアリング・フィー

エンジニアリング・フィーは IISCO とエンジニアリング会社との相互関係により流動的である。

本スタディでは経験にもとづき推計額を計上した。

2) 教育訓練費および操業指導費

各設備ごとに必要な Man・day を見積った。

第7章(7-1-9)を参照。

3) 開業費用

操業開始前の建設マネジメントその他の操業態勢を整えるための諸経費である。経験にもとづき推計額を計上した。

4) 予備品

操業開始以降に必要な、機械装置の予備品および取替部品で、操業開始前に用意しておくべき調達額である。

5) コンティンジェンシー

国内分、輸入分ともに、直接建設費の5%を計上した。

6) 建中金利

建設期間中に建設費支払いのために借入した長期借入金に対する金利を計上した。

借入条件については8-3において説明する。

(8) 環境対策投資額(第1 & 第2 Step 合計)

「機械および装置」の投資額の中には、以下の如く、環境対策投資額が含まれている。(%は各「機械装置」に対する割合)

	金額 (Rs. in Lakhs)	比率(%)
1) 原料ヤード設備	96	2.9
2) 焼結設備	1,309	15.1
3) コークス設備	3,378	22.1
4) 高炉設備	1,604	6.9
5) 生石灰設備	66	4.1
6) 転炉設備	2,325	24.6
合計	8,778	8.2

(9) 粗鋼トン当り投資額について

通常、一貫製鉄所の投資額の水準をチェックする方法として「粗鋼トン当り投資額」という尺度が用いられる。

当該プロジェクトの如く、既存設備を有効に活用しつつ追加投資を行なうタイプにおいては、追加投資額に対応する増分生産量を用いることが必要である。しかしながら、前後工程のあい関係しあう一貫製鉄所の投資において、かかる対応関係(インプットとしての追加投資額とアウトプットとしての増分生産量)を抽出することは理論的にも実務的にもきわめて困難である。

従って敢えて「粗鋼トン当り投資額」の記述は避けた。このことはまた財務分析における投資効果計算の方法に直接、関係してくる。8-3においてさらに触れる。

Table 8.1.1 総投資額(第1 & 第2 Step)

(Unit : Rs. in Lakhs)

費 目	国 内	輸 入	合 計	構成比
① 土地造成	5,450	0	5,450	2.2%
② 土 木	10,300	0	10,300	4.2
③ 建 築	13,225	0	13,225	5.4
④ 機械および装置	48,674	58,374	107,048	43.7
⑤ 据 付	12,959	3,936	16,895	6.9
⑥ 車 輛	5,469	21	5,490	2.3
⑦ 輸送および保険料	3,026	6,051	9,077	3.7
A (①~⑦直接建設費計)	(99,103)	(68,382)	(167,485)	(68.4)
⑧ 関税および税金	45,872	0	45,872	1.87
B < 内、関税 >	<36,222>		<36,222>	<14.8>
⑨ エンジニアリング・フィー	2,219	5,177	7,396	3.0
⑩ 教育訓練	0	300	300	0.1
⑪ 操業指導	0	471	471	0.2
⑫ 開業準備	370	0	370	0.2
⑬ 予 備 品	1,338	2,087	3,425	1.4
⑭ コンティンジェンシー	4,955	3,418	8,373	3.4
⑮ 建 中 金 利	2,195	8,979	11,174	4.6
C (⑨~⑮その他投資計)	(11,077)	(20,432)	(31,509)	(12.9)
A + B + C 総投資額	(63.7%) 156,052	(36.3%) 88,814	244,866	100

Table 8.1.2 第1 Step 総投資額

(Unit : Rs. in Lakhs)

費 目	国 内	輸 入	合 計	構成比
① 土地造成	5,450	0	5,450	4.2%
② 土 木	5,531	0	5,531	4.3
③ 建 築	7,476	0	7,476	5.8
④ 機械および装置	22,685	32,273	54,958	42.6
⑤ 据 付	6,117	2,473	8,590	6.7
⑥ 車 輛	381	13	394	0.3
⑦ 輸送および保険料	1,678	3,356	5,034	3.8
A (①~⑦直接建設費計)	(49,318)	(38,115)	(87,433)	(67.7)
⑧ 関税および税金	24,823	0	24,823	19.2
B < 内、関税 >	<20,301>		<20,301>	<15.7>
⑨ エンジニアリング・フィー	1,154	2,692	3,846	3.0
⑩ 教育訓練	0	254	254	0.2
⑪ 操業指導	0	391	391	0.3
⑫ 開業準備	192	0	192	0.1
⑬ 予備品	733	1,261	1,994	1.5
⑭ コンティンジェンシー	2,466	1,905	4,371	3.4
⑮ 建中金利	938	4,911	5,849	4.6
C (⑨~⑮その他投資計)	(5,483)	(11,414)	(16,897)	(13.1)
A+B+C 総投資額	(61.6%) 79,624	(38.4%) 49,529	129,153	100

Table 8.1.3 第2 Step 総投資額

(Unit : Rs. in Lakhs)

費 目	国 内	輸 入	合 計	構成比
① 土地造成	0	0	0	0%
② 土 木	4,769	0	4,769	4.1
③ 建 築	5,749	0	5,749	5.0
④ 機械および装置	25,989	26,101	52,090	45.0
⑤ 据 付	6,842	1,463	8,305	7.2
⑥ 車 輛	5,088	8	5,096	4.4
⑦ 輸送および保険料	1,348	2,695	4,043	3.5
A (①~⑦直接建設費計)	(49,785)	(30,267)	(80,052)	(69.2)
⑧ 関税および税金	21,049	0	21,049	18.2
B < 内、関税 >	<15,921>		<15,921>	<13.8>
⑨ エンジニアリング・フィー	1,065	2,485	3,550	3.1
⑩ 教育訓練	0	46	46	0
⑪ 操業指導	0	80	80	0.1
⑫ 開業準備	178	0	178	0.2
⑬ 予備品	605	826	1,431	1.2
⑭ コンティンジェンシー	2,489	1,513	4,002	3.5
⑮ 建中金利	1,257	4,068	5,325	4.5
C (⑨~⑮その他投資計)	(5,594)	(9,018)	(14,612)	(12.6)
A+B+C 総投資額	(66.0%) 76,428	(34.0%) 39,285	115,713	100

Table 8.1.4 直接建設費合計(第1 & 第2 Step)

(Unit : Rs. in Lakhs)

設 備	国 内	輸 入	合 計	構 成 比
1. 原料ヤード設備	3,568	1,839	5,407	3.2%
2. 焼 結 設 備	9,643	5,068	14,711	8.8
3. コ ー ク ス 設 備	18,945	3,190	22,135	13.2
4. 高 炉 設 備	15,646	15,184	30,830	18.4
5. 生 石 灰 設 備	1,841	702	2,543	1.5
6. 転 炉 設 備	10,183	3,941	14,124	8.4
7. 造 塊 設 備	1,315	0	1,315	0.8
8. ブルームCC設備	1,604	832	2,436	1.5
9. ピレットCC設備	4,528	2,089	6,617	4.0
10. 新 棒 鋼 設 備	12,104	12,576	24,680	14.7
11. ブル ー ム 設 備	1,267	2,044	3,311	2.0
12. ヘビー・ストラクチャ設備	394	548	942	0.6
13. ピ レ ッ ト 設 備	190	226	416	0.2
14. マーチャントミル設備	286	482	768	0.5
15. シ ー ト ミ ル 設 備	28	266	294	0.2
16. 受 配 電 設 備	759	822	1,581	0.9
17. 発 電 所 設 備	1,876	8,178	10,054	6.0
18. 酸 素 設 備	1,052	5,378	6,430	3.8
19. 高 炉 送 風 機	563	3,112	3,675	2.2
20. 水 処 理 設 備	343	236	579	0.3
21. ガ ス 設 備	1,619	1,430	3,049	1.8
22. 整 備 設 備	727	239	966	0.6
23. 管理および共通部門	5,746	0	5,746	3.4
24. 輸 送 部 門	4,876	0	4,876	3.0
合 計	99,103(59.2%)	68,382(40.8%)	167,485	100

備考(1) ここでいわゆる直接建設費とは、土地造成、土木、建築、機械装置、据付、車輛、輸送および保険料の合計額である。

(2) 管理および共通部門には、土地造成費 5,450 Rs. in Lakhs を含む。

Table 8.1.5 第1 Step 直接建設費

(Unit : Rs. in Lakhs)

設 備	国 内	輸 入	合 計	構 成 比
1. 原料ヤード設備	3,046	1,739	4,785	5.5%
2. 焼 結 設 備	5,037	2,521	7,558	8.6
3. コ ー ク ス 設 備	1,243	42	1,285	1.5
4. 第 5 高 炉 設 備	8,028	7,715	15,743	18.0
5. 第 1 生 石 灰 設 備	1,291	443	1,734	2.0
6. 第 1 & 2 転 炉 設 備	7,883	2,813	10,696	12.2
7. 造 塊 設 備	1,315	0	1,315	1.5
8. 第 1 ブ ル ー ム C C 設 備	1,604	832	2,436	2.8
9. 第 1 ビ レ ッ ト C C 設 備	1,678	741	2,419	2.8
10. 第 1 新 棒 鋼 設 備	5,576	5,700	11,276	12.9
11. ブ ル ー ム 設 備	1,267	2,044	3,311	3.8
12. ヘ ビ ー ・ ス ト ラ ク チ ャ ー 設 備	394	548	942	1.1
13. ビ レ ッ ト 設 備	190	226	416	0.5
14. マ ー チ ャ ン ト ミ ル 設 備	286	482	768	0.9
15. シ ー ト ミ ル 設 備	28	266	294	0.3
16. 受 配 電 設 備	529	662	1,191	1.4
17. 第 1 発 電 所 設 備	1,032	4,089	5,121	5.9
18. 第 1 酸 素 設 備	702	3,585	4,287	4.9
19. 第 1 高 炉 送 風 機	373	2,075	2,448	2.8
20. 水 処 理 設 備	343	236	579	0.7
21. ガ ス 設 備	1,553	1,356	2,909	3.2
22. 管 理 お よ び 共 通 部 門	5,746	0	5,746	6.5
23. 輸 送 部 門	174	0	174	0.2
合 計	49,318(56.4%)	38,115(43.6%)	87,433	100

Table 8.1.6 第2 Step 直接建設費

(Unit : Rs. in Lakhs)

設 備	国 内	輸 入	合 計	構 成 比
1. 原料ヤード設備	522	100	622	0.8%
2. 焼 結 設 備	4,606	2,547	7,153	8.9
3. コ ー ク ス 設 備	17,702	3,148	20,850	26.0
4. 第 6 高 炉 設 備	7,618	7,469	15,087	18.8
5. 第 2 生 石 灰 設 備	550	259	809	1.0
6. 第 3 転 炉 設 備	2,300	1,128	3,428	4.3
7. 第 2 ビレットCC設備	1,425	674	2,099	2.6
8. 第 3 ビレットCC設備	1,425	674	2,099	2.6
9. 第 2 新 棒 鋼 設 備	6,528	6,876	13,404	16.7
10. 受 配 電 設 備	230	160	390	0.5
11. 第 2 発 電 所 設 備	844	4,089	4,933	6.2
12. 第 2 酸 素 設 備	350	1,793	2,143	2.7
13. 第 2 高 炉 送 風 機	190	1,037	1,227	1.5
14. ガ ス 設 備	66	74	140	0.2
15. 機 械 組 立 工 場 設 備	282	13	295	0.4
16. 電 気 修 理 工 場 設 備	219	0	219	0.3
17. 鍛 造 工 場 設 備	146	226	372	0.5
18. ス トラクチャー工場設備	80	0	80	0.1
19. 輸 送 部 門	4,702	0	4,702	5.9
合 計	49,785(62.2%)	30,267(37.8%)	80,052	100

8-1-3 固定資産取得額

製造原価計算のために8-1-2で述べた投資額を固定資産の種類別かつ原価部門別に再分類しなければならない。再分類の結果をTable 8-1-7、Table 8-1-8およびTable 8-1-9に示す。

Table 8-1-7 固定資産取得額

(Unit : Rs. in Lakhs)

種 類	Step 1	Step 2	合 計
土 地	5,737	0	5,737
建 物	9,066	6,261	15,327
機 械 お よ び 装 置	100,254	92,707	192,961
車 輛	477	5,410	5,887
有 形 固 定 資 産 計	115,534	104,378	219,912
エ ン ジ ニ ア リ ン グ ・ フ ィ ー	3,846	3,550	7,396
教 育 訓 練 費	254	46	300
操 業 指 導 費	391	80	471
開 業 準 備 費	192	178	370
建 中 金 利	5,849	5,325	11,174
繰 延 資 産 計	10,532	9,179	19,711
合 計	126,066	113,557	239,623
うち償却資産合計	120,329	113,557	233,886