

## 6-9 線材圧延設備

### 6-9-1 基本的考え方

近年の細径量産型線材ミルは仕上列にブロックミルを有した高速圧延ミルが一般化しており、当初50～60 m/secであった仕上速度もさらに高速化され近年中に100 m/secレベルが普及すると思われる。現在インドネシアで稼動している線材ミル4工場のうち、ブロックミルを有しているのは、1工場でその仕上速度は最大で60 m/secである。又、軟鋼線材と硬鋼線材を生産しているが、硬鋼線材の生産比率は低く、今後硬鋼線材の生産量を高めていく必要が生じるものとする。コイル単重も最大で1 tで、二次加工メーカーよりコイル単重アップが要求されてこよう。

次世代の線材ミルとして、2 tコイルを供給できる設計仕上速度100 m/secの高速ミルを計画した。

線材工場の圧延サイズは5.5 φが大半を占めるが、一般的で又圧延能率は通常仕上速度で決まる。

本計画では主として軟鋼線材、硬鋼線材、5.5 φ～16.0 φのサイズ範囲を2系列圧延で600,000 t/yの生産能力を有するミルとした。

線材の二次加工工程の省略に寄与する線材の直接熱処理も一般化している現在、本ミルでもオンラインの制御冷却（強制空冷）を行い、付加価値を高めた。

#### (1) 計画の範囲

本線材工場は、線材製品の生産の上に製品倉庫および製品出荷の機能も有する。

又、専用のロール加工設備、水処理設備を持たせた。

#### (2) 生産品種

本計画における生産品種は、

1) 鋼種：軟鋼線材（JIS SWRM××）

硬鋼線材（JIS SWRH××）

2) サイズ：5.5 φ～16.0 φ

とした。

サイズ範囲としてはこれで充分であるが、鋼種面では将来的に冷圧用線材、溶接棒心線用線材の生産が生じてこよう。

これらの要望に対して本ミルで圧延上の問題はない。

### (3) ビレット

圧延歩留向上のため、ビレット単重を大きくし、全サイズ $150\text{mm} \times 12\text{m}$ （単重 $2,100\text{kg}$ ）としたが、同時にコイル単重アップは線材の二次加工メーカーにおける生産能率、歩留向上にも結びつく。

### (4) 圧延能力（最大仕上圧延速度）

圧延速度の増大に比例し、生産能率は高くなり、将来的には $100\text{m/sec}$ の操業が一般化するものと思われるので、本ミルでは、最大仕上速度を $100\text{m/sec}$ として設計した。

又、ミスロールによる圧延停止時間の減少、型定時間の減少、さらにカリバ替、ロール組替時間が短縮できる設備とし、ロール運転時間の増大をはかった。

### (5) 省エネルギー

適切な燃焼管理、レキュベレーターによる廃熱回収さらに、熱片のホットチャージにより加熱炉における燃料原単位低減をはかる。

### (6) 省力化

できる範囲機械化し、労働生産性向上をはかった。本ミルは、鋳片装入から精整まで全連続化されており、又生産管理、操業に関するシステム化をおりこんだが、このシステムは各々独立したもので互いに連絡させ、総合システムを構成するものでない。

### (7) 環境管理

次世代の線材工場として、大気、水質に関する公害を出さぬため、加熱炉では適切な燃焼管理により黒煙発生を抑え、又ロール冷却、製品冷却用の直接冷却水は、循環系で脱スケール、脱油される。

### (8) 製品出荷

CILEGONサイトは、鉄道、トラック、船舶により、ほぼ定常的な製品出荷が行なわれるが一方、ARUNサイトでは主として船舶により製品は外島へ搬送される。

このため、線材工場からの製品搬出は間歇的に集中して行なうことになり、

A R U N サイトでは製品ヤードを 50 m 延長し在庫能力を増やし、さらにクレーンを 1 台増設した。

#### 6-9-2 設備計画の前提条件（生産能力の算定）

現在の日本線材ミルにおける成績が本ミルの操業においても得られるものとし、操業条件を決め、2 系列圧延の生産能力を算定した。

線材ミルでは 5.5 φ が大半を占めるので 5.5 φ を代表サイズとした。

Table. 7-6-27 線材ミルの操業条件

全労働時間 (A)	8,760 h/y	4 / 3、連操
予定休止時間 (B)	620 h/y	年間修理：1回/年 月間修理：1回/月
全作業時間 (C)	8,140 h/y	(C) = (A) - (B)
ロール運転時間 (D)	6,350 h/y	(D) / (C) = 0.78
平均生産能力 (E)	94.5 t/h	
年間生産能力 (F)	600,000 t/y	(D) × (E) 2 系列圧延

#### 6-9-3 技術説明

##### (1) 設備概要

##### 1) レイアウト

線材工場は、2 系列よりなる全連続式タンデム配列で仕上列にブロックミルを有した高速圧延ミルである。

製品は線材工場から直接出荷するため、広い製品ヤードを持ち約 9,000 t の在庫能力を持つ。

##### 2) ビレットヤード

省エネルギーをはかるため、連鑄工場より熱片を直送し、加熱炉へホットチャージすることを基本とする。

鑄片はトラックにより搬入され、鑄片のハンドリングは 2 台のクレーンで行う。ビレットヤードには常時冷片在庫をおき、線材工場の生産能率が連鑄工場からの熱片供給能力を上まわる時に、在庫冷片を使用する。

鑄片装入台は冷片用、熱片用各々 1 台設けた。

### 3) 加 熱 炉

鋼片加熱炉はウォーキングハースタイプとし、平均圧延能力100 t/hを確保するため、最大加熱能力は130 t/hとした。

長尺ピレットは、サイドディスチャージされるので、抽出時の後端部の温度低下の問題はない。適切な炉内温度制御により焼べりは減少し、歩留向上につながり、同時にレキュベレーターによる排熱回収とあいまって燃料原単位は低減する。

燃料原単位は、ホットチャージ実施により、さらに低下する。

### 4) 圧 延 設 備

粗列、第1中間列は水平圧延機のタンデム配列で2本通しされ、第2中間列、仕上列は各々1本通しで2系列よりなる。第2中間列は水平—垂直圧延機の交互配列、仕上列は10スタンドのブロックミルであり、いずれも圧延材のねじれのない圧延を行なえる。ブロックミル入口前4パスは水平—垂直交互配列としたのでブロックミルには真円度の良い圧延材が供給され、寸法精度の向上、ミスロール防止につながっている。

粗列、中間列、いずれも圧延時パスラインは一定で油圧によりロール組替、カリバ替が短時間になされる。

ブロックミル以外はスタンド交換方式とし、組替時間の短縮をはかった。10スタンドよりなるブロックミルでは、磨耗の少ないタングステンカーバイトリングロールが使用され、人力でロール取替できる。このリングロール、ガイドは油圧でセッティングされ短時間で取付ができる。

粗列、中間列の全圧延機が1ロール1モーターの各個駆動であるのに対し、ブロックミルは1台のモーターで10台のスタンドを駆動する共通駆動方式で、従来はDCモーターを使用していたが、近年保守の面で有利なサイリスターモーターが広まって来ており、本ミルでもこれを採用した。

### 5) 精 整 設 備

圧延終了後、線材はブロックミル—レイニングヘッド間に設置された水冷帯で冷却され、さらにコイルコンベヤー上で強制空冷される。コイルコンベヤーは5ゾーンに分割しており、いずれもブローを有している。

鋼種、要求仕様に応じて、水冷帯、コンベヤー上の冷却を調整し、良好な

生引性を有し、表面スケールの少い線材が供給され、二次加工における工程省略に寄与できる。

この制御冷却には、鋼種、サイズに応じて冷却条件（水量、風量、コンベヤー速度）を定めるシステムを設ける。コイルコンベヤーを経た線材は、フォーミングされダウンエンダーを介してフックコンベヤーに移される。

フックコンベヤーラインでは、まずコイル両端の不良部切捨を行い、次に外観検査され、結束 — 秤量 — アンローディングされる。

結束機は故障が生じると、即生産低下に直結するので予備機を1台設置した。

#### 6) 電 気 設 備

粗列、中間列の主電動機はすべて直流電動機を用い各個電源各個駆動方式とした。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、制御が可能となり、第2中間列では引張のない圧延が行なえ、全長にわたって寸法変動が少くなる。

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で、水銀整流器に比較し応答性保守の面ですぐれている。

ブロックミルにはサイリスターモーター（交流）を採用した。

#### 7) シ ス テ ム

鋼片装入、燃焼、圧延運転、ロール加工、生産実績、出荷、制御冷却、以上7つのシステムを設けた。いずれも各々独立したシステムであるが、操業の安定化、品質の向上、ロール運転時間の向上に効果がある。

#### 8) ロ ー ル 加 工

線材工場のロール加工で特徴的なのは、仕上ブロックミルのタングステンカーバイトロールの加工である。

リングロールの電解研磨機、電解研磨用ダイヤモンド砥石を成形する研削機が必要である。

#### (2) 将来の高級鋼生産への対応

ここで計画した線材ミルは将来の高級鋼化に対し、かなり対応し得る設備となっている。

すなわち加熱炉はウォーキングハースタイプであり、脱炭管理が容易で、す

り疵発生が少い。

又、第2中間列、仕上列は、ねじれの無い圧延を行なえ良好な表面品質、寸法精度が得られる。

しかし、高級鋼では表面および内部品質に対する要求が厳しいので本計画で含まれていない鑄片検査、および手入設備が不可欠で鑄片検査、手入工場用のスペースを線材ミルに近接してあけてある。

#### 6-9-4 主要設備仕様

線材工場の主要設備とその仕様を Tabl. 7-6-28 に示す。

#### 6-9-5 レイアウト

線材工場のレイアウトとして CILEGON サイト用、ARUN サイト用を各々 Fig. 7-6-34、Fig. 7-6-35 に示す。

サイトによる基本的な差異はなく、製品ヤードが ARUN サイトで 50 m 長く、CILEGON サイトでは鉄道が製品出荷に利用できる違いだけである。

Tabl. 7-6-28 Major Equipment List of Wire Rod Mill

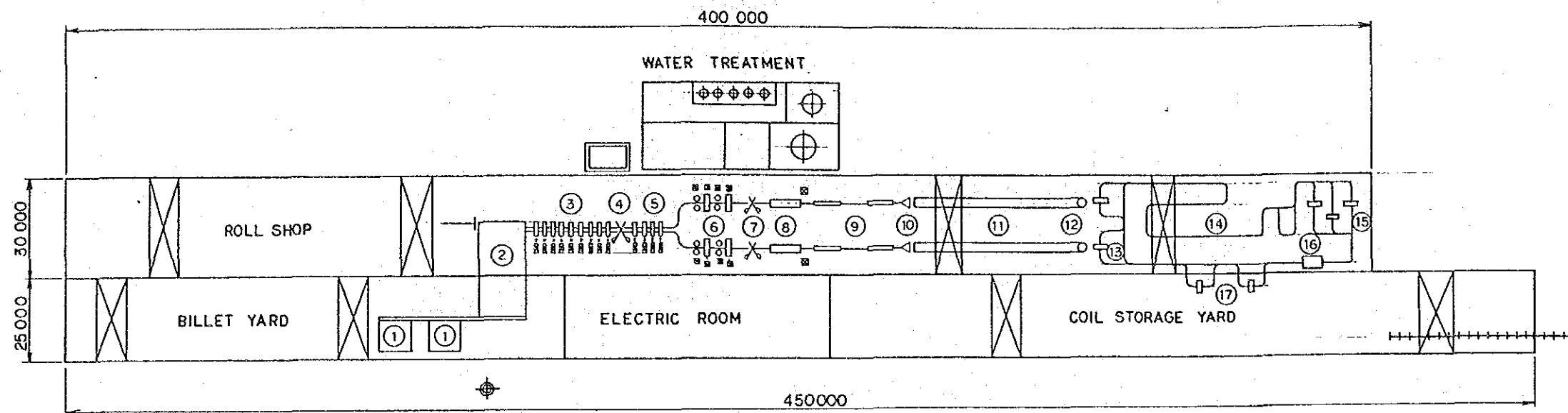
Name of Equipment	Q'ty	Specification
Billet Receiving Equipment	1 set	Consisting of - Billet receiving table: Two (2) - Furnace approach roller table
Reheating Furnace	1	. Three-zone, walking hearth type . Heating capacity: 130 t/hr . Fuel : Natural gas  Including - Combustion equipment - Combustion control equipment - Exhaust gas suction equipment such as flue and stack
Billet Charging/Discharging Equipment	1 set	
Roughing Mill Train	9 stands	. Two-high horizontal closed top and individually driven type . No. of strand: Two (2) . Stand clamping/shifting : Hydraulically operated  Including - Driving equipment such as reduction gear, pinion stand and mill spindle
No.1 Intermediate Mill Train	4 stands	- Same as roughing stand -
No.2 Intermediate Mill Train	4/line x 2 (8 stands)	. Two-line, one strand rolling . Horizontal-vertical stand alternate tandem arrangement . Each of individually driven type . Stand clamping/shifting : Hydraulically operated . Two-high horizontal stand : Four (4) . Two-high vertical stand : Four (4)  Including - Driving equipment

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Finishing Mill Train (Block Mill)	1/line x 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ten stand twist free type, commonly driven by one motor</li> <li>. Roll: Tungsten carbide ring type</li> <li>. Main motor: Thyristor motor</li> <li>. Roll clamping/guide settling : Hydraulically operated</li> <li>. Maximum finishing speed 100 m/sec. (Design)</li> </ul> <p>Including - Driving unit</p>
Mill Guide & Guiding Device	1 set	<p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Looper</li> <li>- Pinch roller</li> </ul>
Shear	4	<p>Consisting of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crop/cobble shear behind roughing train : Two (2)</li> <li>- Crop/shopping shear ahead of block mill : Two (2)</li> </ul>
Roll for Roughing and Intermediate Train	1 set	<ul style="list-style-type: none"> <li>. New roll diameter</li> <li>: 570 mm for No.1 and No.2 stand</li> <li>530 mm for No.3 to No.6 stand</li> <li>480 mm for No.7 to No.9 stand</li> <li>460 mm for No.10 to No.13 stand</li> <li>300 mm for No.14 to No.17 stand</li> </ul>
Water Cooling Zone	1 set/line x 2	Pressurized water nozzle spray type
Laying Head	1/line x 2	<p>Laying speed: Max. 100 m/sec.</p> <p>Coil dimension</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>: 1350 mm (Outer dia.)</li> <li>950 mm (Inner dia.)</li> </ul>



Name of Equipment	Q'ty	Specification
Coil Cooling Conveyor	1/line x 2	. Chain conveyor type . No. of cooling zone: Five (5) . Air blower for forced air cooling : Centrifugal type, Five (5)
Coil Forming Chamber	1/line x 2	Including - Reforming tub - Separating device
Coil Collecting & Transfer Unit	1/line x 2	Including - Coil collecting device - Coil transfer car
Coil Handling Equipment	1 set	Consisting of - Hook conveyor - Coil compacting/binding machine : Two (2) for working, one (1) for standby - Weighing machine - Coil unloader
Lubrication & Hydraulic System	1 set	Consisting of - Oil lubrication system - Grease lubrication system - Oil mist lubrication system - Oil hydraulic system
Mill Auxiliary Equipment	1 set	Including - Scrap removal system - Fire protection system - Air conditioning & ventilation system
Roll Shop Equipment	1 set	Including - Numerically controlled roll turning lathe - Electrolytic polishing machine for tungsten carbide roll - Dressing machine for grinding diamond wheel

Name of Equipment	Q'ty	Specification
<b>Water Treatment System</b>		
° Indirect cooling water recirculating system	1 set	Consisting of - Cooling water basin - Cooling tower - Supply pump - Diesel pump for emergency - Chemical dosing unit
° Direct cooling water recirculating system	1 set	Consisting of - Scale pit - Settling basin - Cooling water basin - Super filter - Cooling tower - Oil belt skimmer - Supply/washing pump - Chemical dosing unit
Overhead Travelling Crane	1 set	. 9 units for Arun Site . 8 units for Cilegon Site
<b>Electrical Equipment</b>		
° Electric power source and distribution	1 set	25 kV system, 6.6 kV system
° Main mill motor and control	1 set	. DC main motor: Nineteen (19) . AC main motor: Two (2) . Total power : 15,900 kW
° Auxiliary motor and control	1 set	
° Computer system	1 set	Consisting of respectively independent system as follows: - Billet charging system - Combustion system - Mill operation system - Controlled cooling system - Roll preparation system - Production result system - Shipping system
° Communication system	1 set	
° Lighting system	1 set	
Other Ancillary Equipment	1 set	

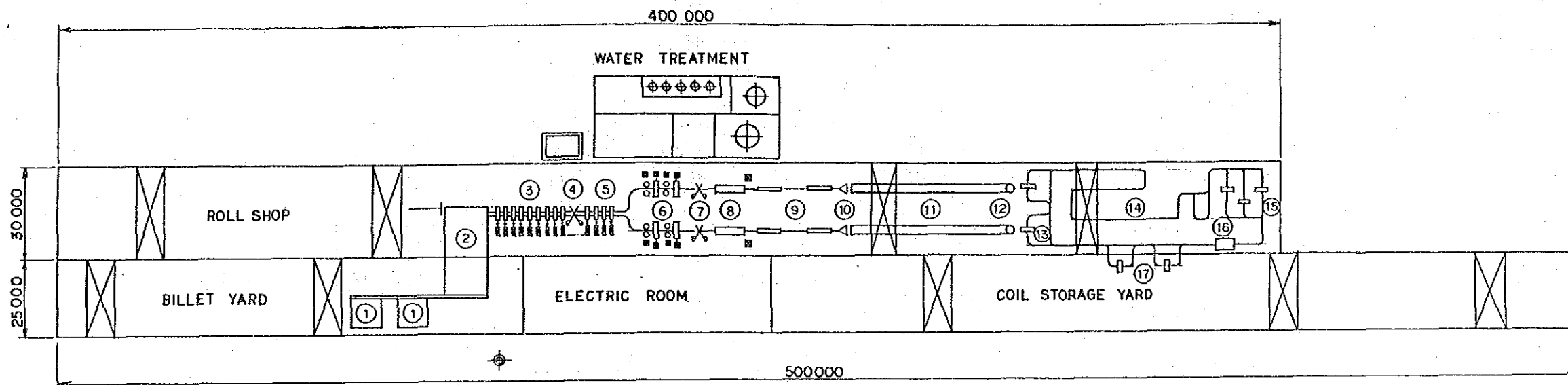


GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL : FULL CONTINUOUS TYPE
- NO OF STRAND : 2 (TWO) FOR ROUGHING AND NO.1 INTERMEDIATE TRAIN  
1 (ONE) FOR NO.2 INTERMEDIATE AND FINISHING TRAIN
- PRODUCTION CAPACITY : 600,000  $\frac{T}{Y}$
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS  
150<sup>□</sup> x 12,000 mm (APPROX. 2,100 kg/PIECE)
- TYPE OF PRODUCTS
  - STEEL GRADE : LOW CARBON STEEL WIRE RODS  
HIGH CARBON STEEL WIRE RODS
  - SIZE : 5.5 TO 16.0 mm DIA.
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 100 m/SEC  
(AT 5.5 mm DIA. WIRE RODS)

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑩	LAYING HEAD
②	REHEATING FURNACE	⑪	COIL COOLING CONVEYOR
③	ROUGHING TRAIN (9 STANDS)	⑫	REFORMING TUB
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑬	DOWN - ENDER
⑤	NO.1 INTERMEDIATE TRAIN (4 STANDS)	⑭	HOOK CONVEYOR
⑥	NO.2 INTERMEDIATE TRAIN (4 STANDS/LINE)	⑮	COMPACTING / BINDING MACHINE
⑦	CROP & CHOPPING SHEAR	⑯	WEIGHING MACHINE
⑧	FINISHING TRAIN (10 STAND BLOCK MILL)	⑰	COIL UNLOADER
⑨	WATER COOLING ZONE		

Fig. 7-6-34 . GENERAL LAYOUT OF WIRE ROD MILL FOR CILEGON SITE



**GENERAL SPECIFICATION**

- TYPE OF MILL : FULL CONTINUOUS TYPE
- NO OF STRAND : 2 (TWO) FOR ROUGHING AND NO.1 INTERMEDIATE TRAIN  
1 (ONE) FOR NO.2 INTERMEDIATE AND FINISHING TRAIN
- PRODUCTION CAPACITY : 600,000 T/Y
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS  
150<sup>D</sup> x 12,000 mm (APPROX. 2,100 kg/PIECE)
- TYPE OF PRODUCTS
  - STEEL GRADE : LOW CARBON STEEL WIRE RODS  
HIGH CARBON STEEL WIRE RODS
  - SIZE : 5.5 TO 16.0 mm DIA.
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 100 M/SEC  
(AT 5.5 mm DIA. WIRE RODS)

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑩	LAYING HEAD
②	REHEATING FURNACE	⑪	COIL COOLING CONVEYOR
③	ROUGHING TRAIN (9 STANDS)	⑫	REFORMING TUB
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑬	DOWN - ENDER
⑤	NO.1 INTERMEDIATE TRAIN (4 STANDS)	⑭	HOOK CONVEYOR
⑥	NO.2 INTERMEDIATE TRAIN (4 STANDS/LINE)	⑮	COMPACTING / BINDING MACHINE.
⑦	CROP & CHOPPING SHEAR	⑯	WEIGHING MACHINE
⑧	FINISHING TRAIN (10 STAND BLOCK MILL)	⑰	COIL UNLOADER
⑨	WATER COOLING ZONE		

Fig. 7-6-35 GENERAL LAYOUT OF WIRE ROD MILL FOR ARUN SITE



## 6-10 ユーティリティ設備

### 6-10-1 発電所

#### (1) 基本的考え方

製鋼プロセスでは電気炉を用いるため、電力消費量が多くなり、電力供給が重要である。電力消費量は平均でおよそ 222,000 kW と大きく、この値は CILEGON 地区と ARUN 地区のいずれにとっても多大なものである。VI 章の 4-2 ですでに述べた如く、CILEGON と ARUN では燃料事情が多少異っている。いずれの地区でも燃料事情が流動的であるので、複数の燃料を混焼できるようなプラントとして再熱式ボイラー及びタービンを基本計画として採用する。石炭焚きの場合には発電プラントが高価になるだけでなく、港湾計画、輸送計画、ヤード計画など大幅な製鉄所のレイアウトの変更を強いられる。

そこで本検討では、油焚きの発電所を採用する。VI 章の 4-2 に述べた如く、発電所の規模は 400,000 kW とする。蒸気タービン方式は、大量の冷却水を必要とするため、レイアウト上は海岸に近い位置に発電所が設置される。燃料の油は海上輸送される。電力庁 (P.L.N.) からの受電所は、この発電所の敷地内に組み込まれる。

#### (2) 設備計画の前提条件

##### 1) 設備容量

VI 章 4-2 に述べたように、この製鉄所の一部のピーク電力需要を除いて平均的な電力消費量のほとんどを供給するために 300,000 kW の容量が必要であり、ボイラーとタービン定期検査時の予備ユニットを加えて、400,000 kW を設備容量とする。

##### 2) 燃料

JIS 規格の C 重油相当品で、かつ低硫黄分の燃料とする。

Table 7-6-29 燃料油の前提

項目	内容
高位発熱量	10,200 kcal/kg
比重	1.0 kg/l 以下 (15℃にて)
粘度	15~75 cst.
硫黄分	0.3% wt. 以下
規格	JIS C 重油相当

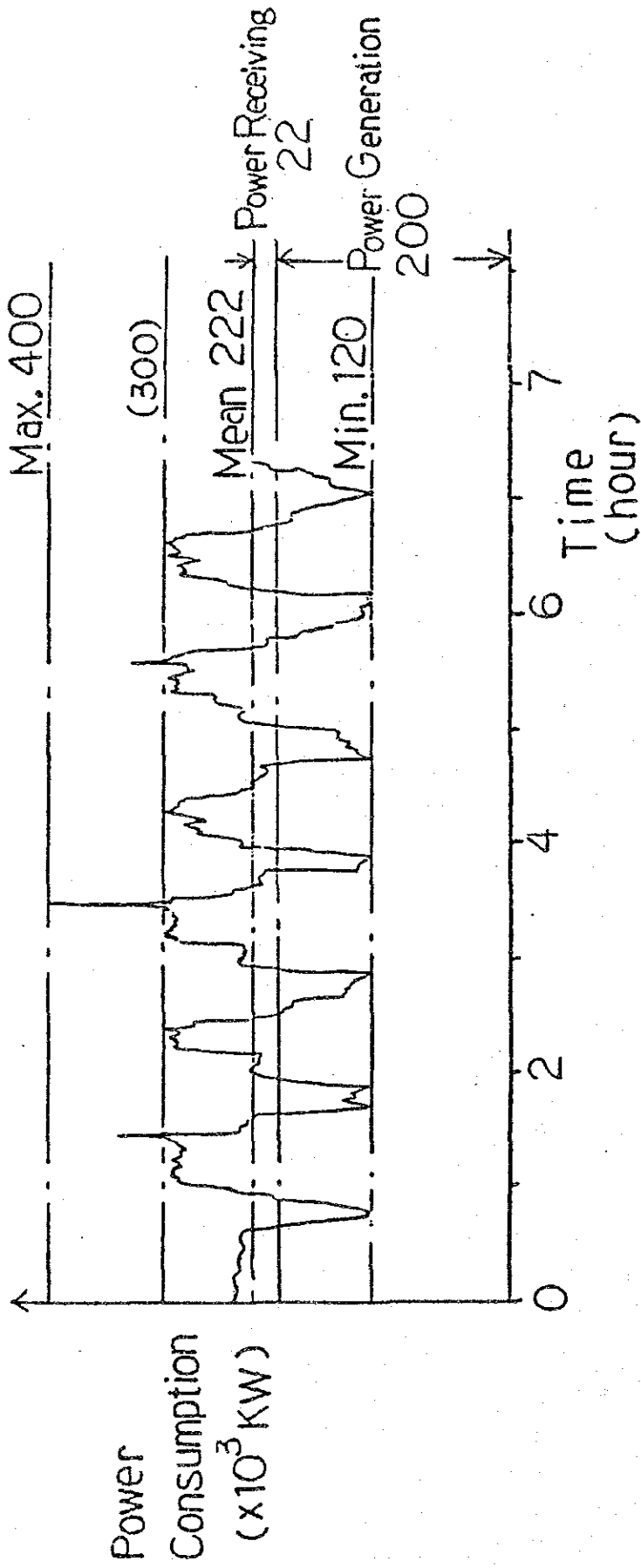


Fig. 7-6-36 Power Consumption Estimation

3) 冷却水 (海水)

温度は、詳細データないので30℃と仮定。

水質は、CILEGONでの実績相当と仮定。

4) 大 気 条 件

年平均で26℃とする。

5) 定 期 検 査

ボイラー及びタービンはユニット毎に約3週間/年の定期検査作業を行なう。

6) 製鉄所の電力消費

Fig.7-6-36に、製鉄所の電力消費量の変動の予想を示す。

7) 水 素 消 費

発電機の冷却用の水素はポンベにて購入する。

(3) 技 術 説 明

燃料油は、油の荷揚げバースから陸揚げされ、油タンクを経てボイラーへ送られる。ボイラーにて燃料油は焚かれて、高圧蒸気へ変換される。高圧蒸気は、蒸気タービンにて動力に変換される。得られた動力は発電機にて電力として出力される。

電気炉の電力需要の変化は、VI章4-2に示したように、きわめて速く、おそらく5分間で100,000kWくらいの変化速度であると予想される。これに対し

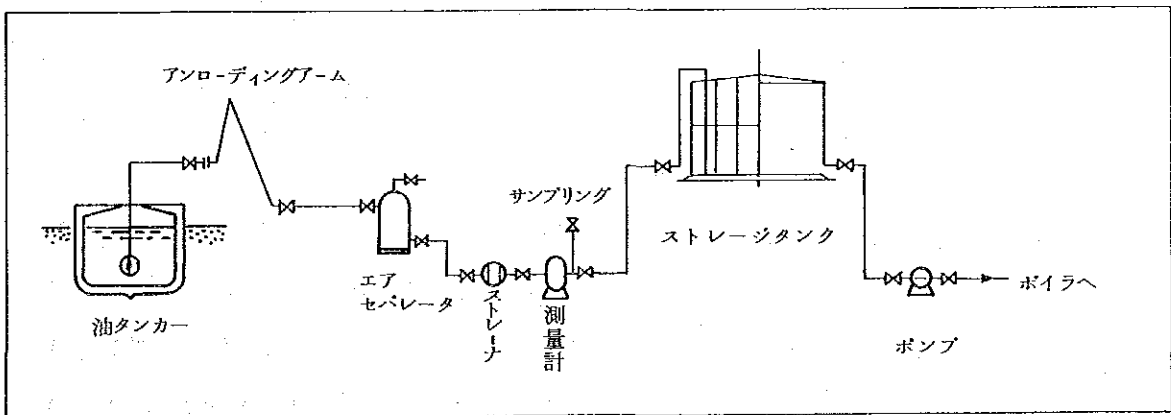


Fig.7-6-37 燃料油の受入れからボイラーまでの概念図



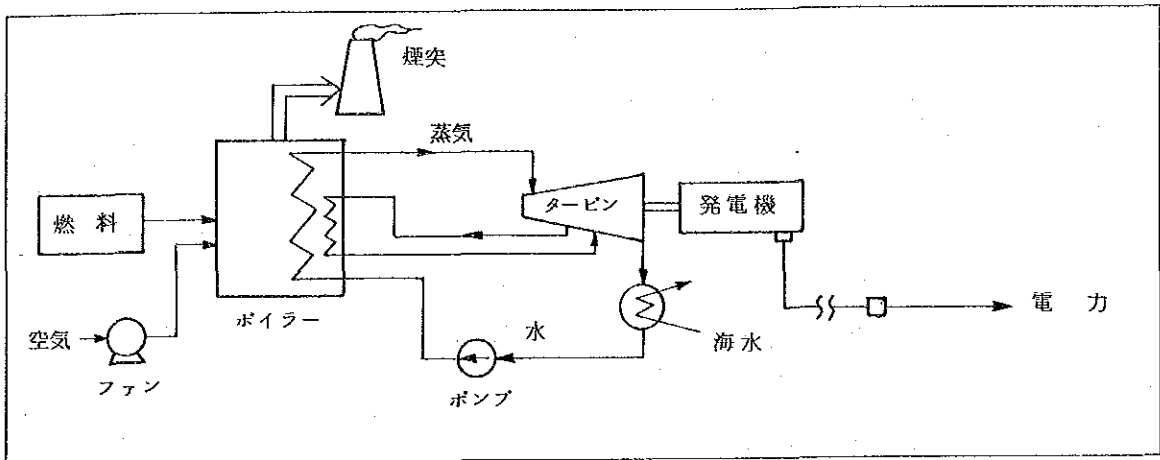


Fig. 7-6-38 発電所設備の概念図

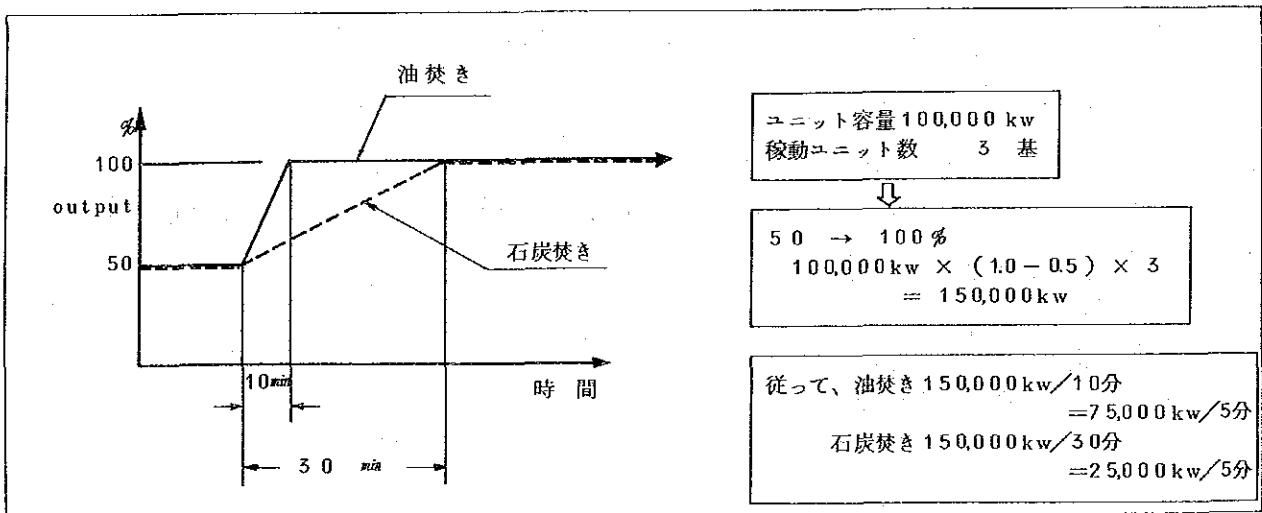


Fig. 7-6-39 油焚きと石炭焚きの出力変更速度の比較

発電プラントの応答は、油焚きの場合でも、1基あたりの出力を50%変化させるのに10分以上を要すと思われる。同じ変化に対して石炭焚きでは30分間程度を要す。いずれの場合にも、電気炉の電力需要の変化への発電プラントの追従が非常に難しいので、電源の周波数変動の低減のために、より大きな外部の電源に電力系を接続して運用する。

ボイラーの熱効率、高位発熱量ベースで、最大連続蒸発量では90%に達する。タービンの最大出力時の熱消費率は2,000 Kcal/KWhである。ボイラーとタ

ーピンを合わせた熱消費率は、最大出力運転時にて2,222Kcal/MHであるが、実際の平均運転点は部分負荷になるため、実際の熱消費率は2,343Kcal/MH程度である。Fig.7-6-40に熱消費率を示す。

電力庁からの電力購入量は、自家発電所の出力の調整の仕方によって決まる。実際には、電気炉の電力需要の変動に自家発電所の出力を追従させる事は難しいので、電力庁からは製鉄所の電力需要の平均10%くらいに相当する電力を購入する事になると思われる。

#### (4) 主要設備仕様

Table 7-6-30に示す。

#### (5) レイアウト

Fig.7-6-41に示す。

サブセンターは、発電所の建屋の中に入っている。

将来における石炭だきへの改造を可能とするように、石炭粉砕設備と排ガス系の電気集塵機のためのスペースを予め確保しており、その位置はFig.7-6-41にハッチングで示す。

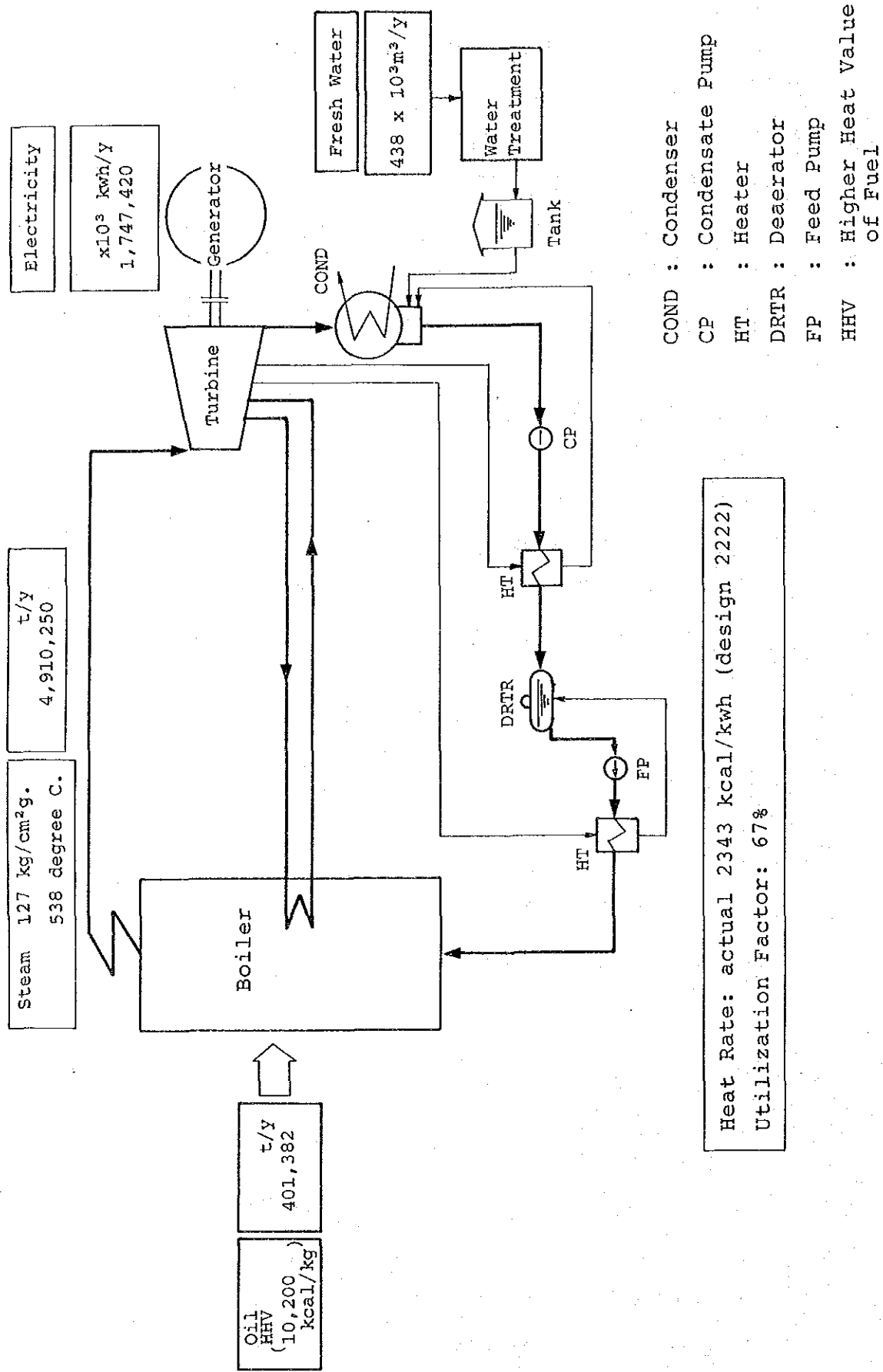


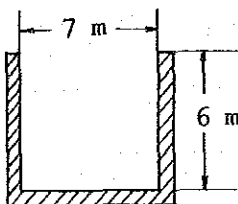
Fig. 7-6-40 Heat Rate of Power Plant

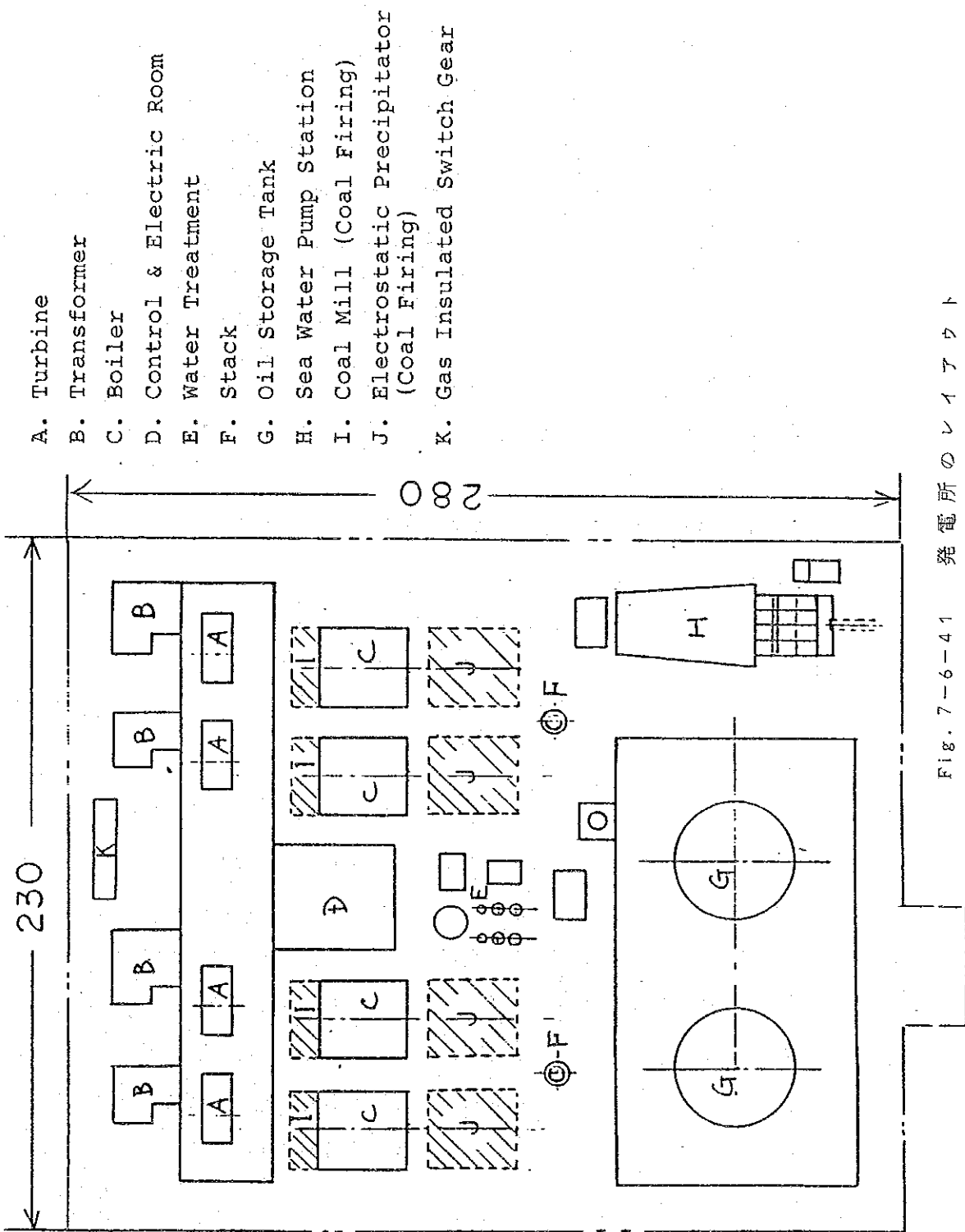
Table 7-6-30 Specification of Power Plant

Equipment	Quantity	Specification
Steam Generator (Boiler)	4 units	Type : Natural Circulation Boiler Evaporation : 300 t/h Steam Pressure : 156 kg/cm <sup>2</sup> g (design) 134 kg/cm <sup>2</sup> g (outlet) Steam Temp. : 541°C Draft System : Balanced Draft Fuel : Oil Main Equipment : Steam Drum, Furnace, Super- heater, Reheater, Econo- mizer & Air Heater
Steam Turbine	4 units	Type : Two Cylinders, Double Flow Exhaust, Reheat, Condensing Turbine Rating : 100,000 kw Speed : 3,000 rpm Steam Condition : 127 kg/cm <sup>2</sup> g (throttle) 538°C (throttle) 30 kg/cm <sup>2</sup> (reheat) 538°C (reheat) Condenser Vacuum : 722 mmHg See Water Temp. : 30°C
Generator	4 units	Type : Totally Enclosed, Self-ventilated, Stationary Amature, Cylindrical Field Hydrogen-cooled Capacity : 117,647 KVA Voltage : 12.5 KV Power Factor : 0.85 No. of Phase : 3 Frequency : 50 Hz Speed : 3,000 rpm
Transformer	4 units	Main Transformer Capacity : 117,647 KVA Voltage : 12.5 KV/150 KV Unit Transformer
Electrical Equipment	1 set	Switchgear, Battery and Charging Set

Equipment	Quantity	Specification
Instrumentation	4 units	Automatic Boiler Control System, Turbine Supervisory System, Burner Control System
Power Demand Monitor	1 set	Data Processing of Power Demand In E.A.F.
Water Treatment System (Fresh water)	1 set	Demineralized system: 2 trains of 2 beds 3 towers with polisher 50 t/h
Demineralizd- Water Tank	2 units	Capacity 200 m <sup>3</sup>
Oil Tank	2 units	Capacity 20,000 kl
Sea Water Pump	4 units	Capacity 15,000 t/h
Sea Water Intake	1 set	Cilegon Piping { diameter 2,100 mm length 400 m line 5  Open Channel (*) length 1,100 m  Arun Piping { diameter 2,100 mm length 500 m line 5  Open Channel (*) length 530 m
Sea Water Discharge	1 set	Cilegon Piping { diameter 2,100 mm length 200 m line 5  Open Channel (*) length 550 m  Arun Piping { diameter 2,100 mm length 500 m line 5  Open Channel (*) length 500 m

(\*) Sectional View of  
Open Channel





- A. Turbine
- B. Transformer
- C. Boiler
- D. Control & Electric Room
- E. Water Treatment
- F. Stack
- G. Oil Storage Tank
- H. Sea Water Pump Station
- I. Coal Mill (Coal Firing)
- J. Electrostatic Precipitator (Coal Firing)
- K. Gas Insulated Switch Gear

Fig. 7-6-41 発電所のレイアウト

## 6-10-2 受配電設備

### (1) 基本的考え

電気炉の負荷変動が大きい事とその変動速度が速い事から、製鉄所用の自家発電だけでは安定した電力供給は難しい。そこで、電力庁等の外部の電源からの送電系と自家発電の送電系を母線にて接続して、この母線から工場へ電力供給する。電気炉から生ずるフリッカー対策として、静止形無効電力補償装置を設ける。高調波対策としてフィルターを設ける。

### (2) 設備計画の前提条件

#### 1) 電源条件

外部に安定して大きな電源があり、その電源からの電力のバックアップを受ける事とする。外部の電源の条件は、電圧 150KV で周波数 50Hz とする。

#### 2) 範囲

発電所の敷地内に設けられた受電開閉器以降を検討範囲とする。

#### 3) 工場への供給電圧

150KV、25KV、6.6KV

#### 4) 製鉄所の電力バランス

Fig. 7-6-42 に示す。

### (3) 技術説明

電力庁等の外部の電源からの送電系を発電所と接続した 150KV の母線に接続する。この 150KV の母線は二重とする。全体の電力消費量のうちの 70% 以上は電気炉に集中しており、ほとんどの工場が電気炉の周囲に配置されている事から、電気炉の近くに集中化した変電所を設ける。変電所では 150KV から 25KV および 6.6KV へ変圧されて、工場へ送電される。中央整備と給水所は離れた位置にあるため、発電所から 6.6KV にて送電される。

電気炉から生ずるフリッカー対策として静止形無効電力補償装置を設けるが、高調波フィルターと組み合わせて、25KV の電力系に接続する。

### (4) 主要設備仕様

変電所の仕様を Table 7-6-31 に示す。他の電気設備の仕様を Table 7-6-32 に示す。

単線結線図を Fig. 7-6-43 に示す。

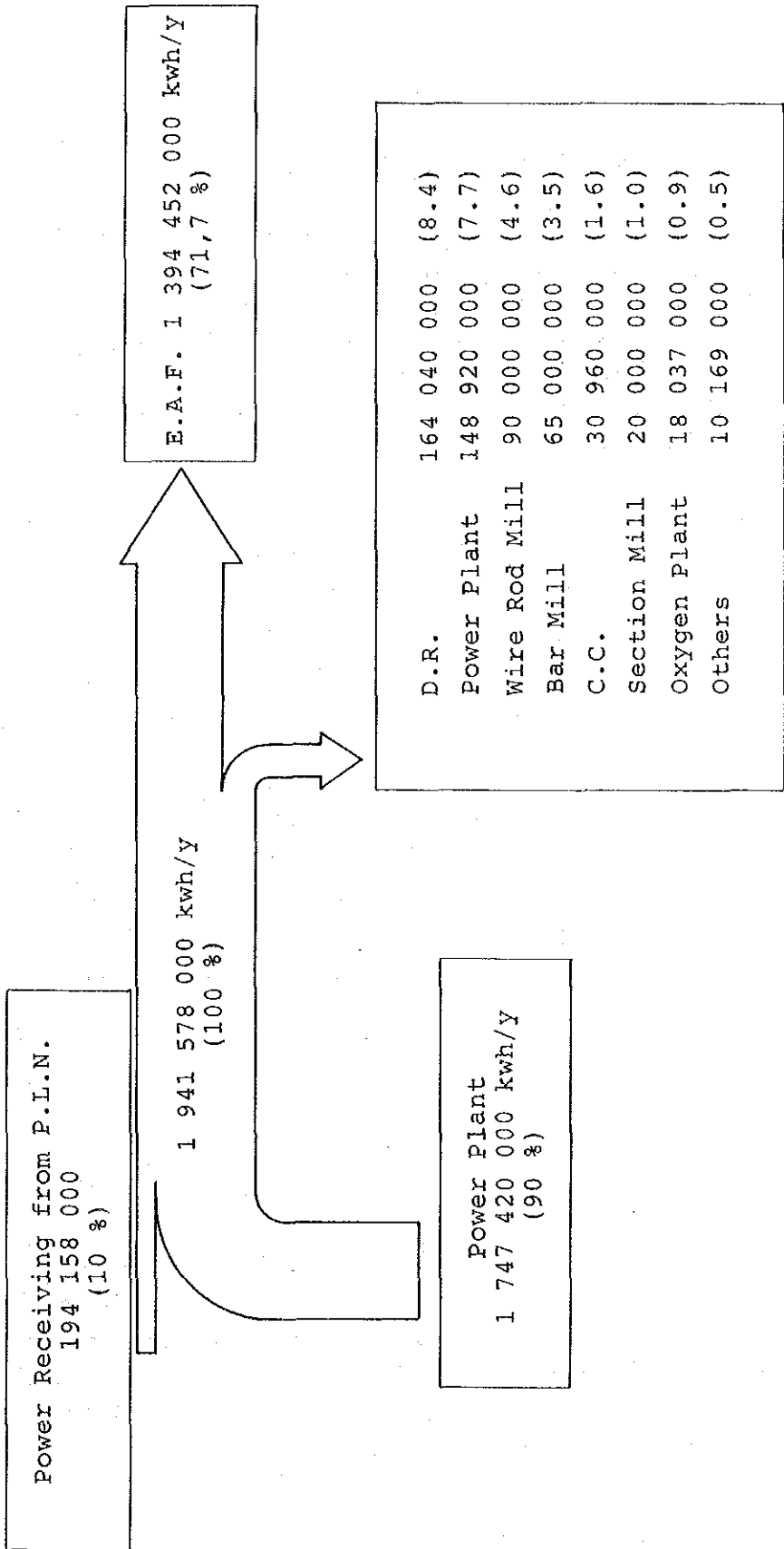


Fig. 7-6-42 Electricity Balance



Table 7-6-31 Specification of the Substation

Equipment	Quantity	Specification
Transformer	6 sets	100 MVA, 150 KV/25 KV, OFAF
	2 sets	30 MVA, 25 KV/6.6 KV, ONAN
Metal-clad Cubicle	37 units	25 KV, GCB
	17 units	7.2 KV, GCB
Static Var Compensator	2 units	25 KV, 120 MVar Thyristor-controlled reactor type
Harmonic Filter	2 sets	35 MVA 100 Hz
		34 MVA 150 Hz
15 MVA 200 Hz		
12 MVA 250 Hz		
6 MVA 300 Hz		
6 MVA 350 Hz		
1 set	20 MVA 250 Hz	
	10 MVA 350 Hz	

Table 7-6-32 Specification of Electric Equipment

Equipment	Quantity	Specification
Wiring	1 set	Culvert 1500 m
	1 set	Duct 4200 m
Gas Insulated Switch Gear	19 units	150V Installed in Power Plant

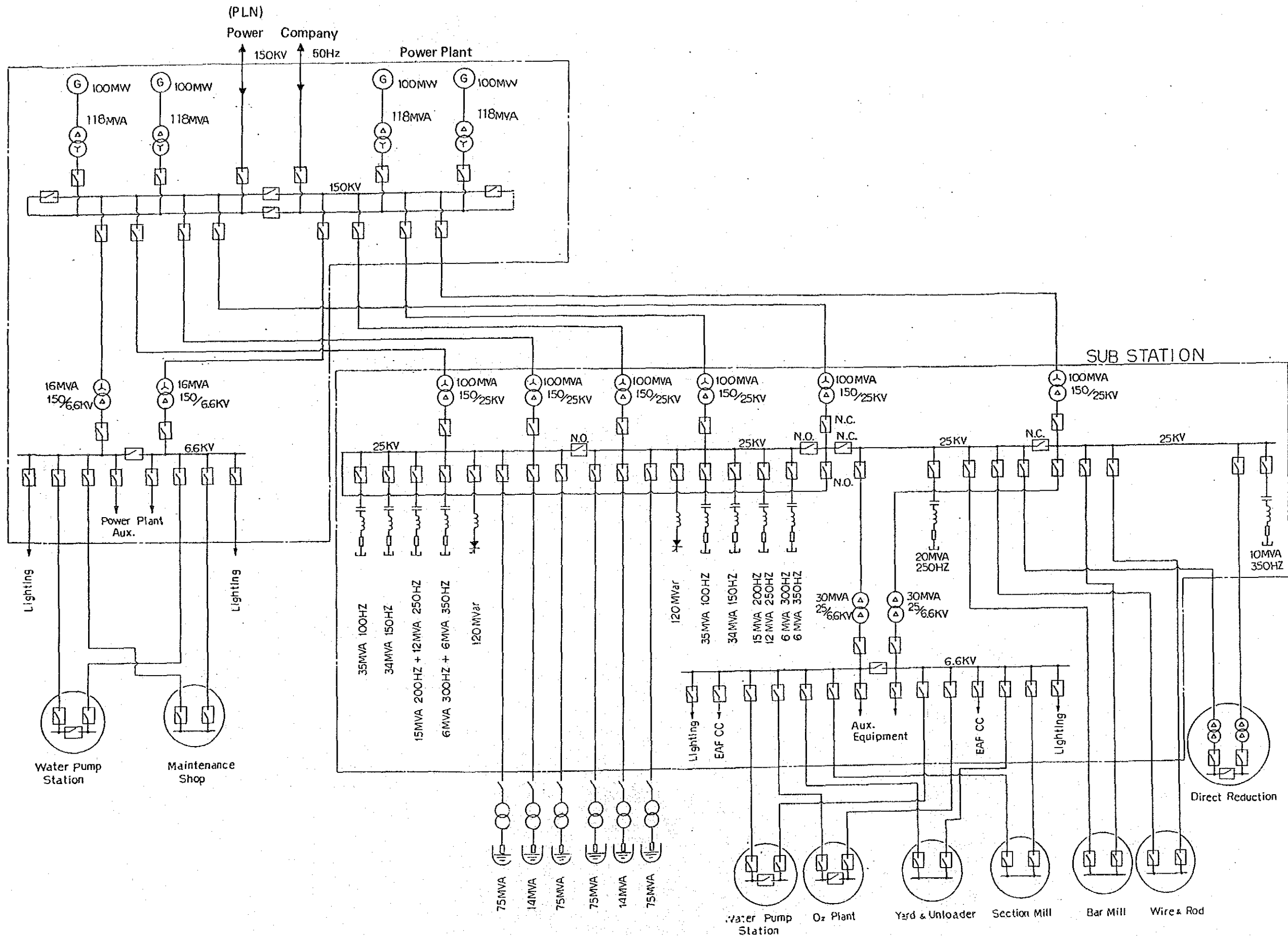
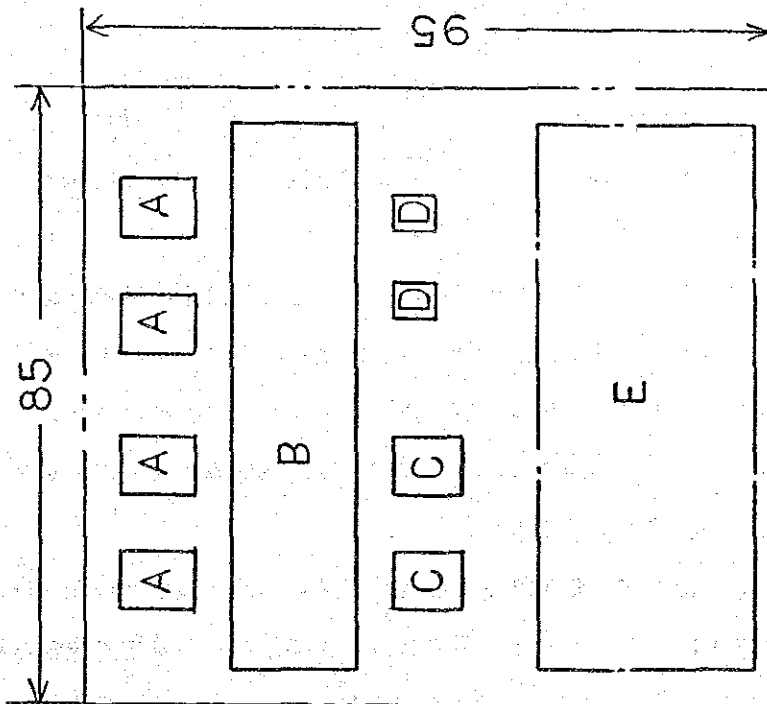


Fig. 7 - 6 - 43 Single Line Diagram





- A. Transformer
- B. Metal-clad Cubicle Room
- C. Transformer
- D. Transformer
- E. Static Var Compensator and Harmonic Filter (outdoor type)

Fig. 7-6-44 変電所のレイアウト

(5) レイアウト

Fig. 7-6-44 に変電所のレイアウトを示す。

6-10-3 アルゴン、窒素、酸素及び圧縮空気

(1) 基本的考え方

アルゴンを多量に必要とするため、深冷分離に基づく空気分離器を主体設備として構成される。

(2) 設備計画の前提条件

1) 純 度

アルゴン	99.99%
窒 素	99.99%
酸 素	99.6%

2) タンク及びホルダー

窒素及び酸素の需要変動に対しては、ガスホルダーにて対応し、アルゴンについては液化タンクにて対応する。

3) 送り出し圧力

アルゴン	10 kg/cm <sup>2</sup> g	酸 素	17 kg/cm <sup>2</sup> g
窒 素	10 kg/cm <sup>2</sup> g	圧縮空気	7 kg/cm <sup>2</sup> g

(3) 技 術 説 明

空気を原空機にて加圧し、空気分離器へ圧送し、そこで酸素、窒素及びアルゴンに分離する。得られた酸素は酸圧機にて加圧され、ガス・ホルダーを経て工場へ供給される。窒素についても同様である。アルゴンは、液化タンクへ貯蔵されて、工場へ少しずつ供給される。圧縮空気は、高効率のコンプレッサーにて圧縮されて、各工場へ供給される。

一般にアルゴン 1 m<sup>3</sup> に対し酸素 2.5 m<sup>3</sup> 程度でプラントからの各々の発生量がバランスするが、Fig. 7-6-46 に示されるように、この製鉄所の場合にはアルゴン 1 m<sup>3</sup> に対し酸素は  $7,090 \times 10^3 / (377 \times 10^3) = 1.9$  m<sup>3</sup> 程度にすぎない。従って、アルゴンを製造するために相当量の酸素を放散しながら運転される。

このプラントは、ごく微量の高純度水素を消費するが、ここでは外部より購入すると仮定している。

中央整備では、酸素を使用するが、時間当たり平均  $6 \text{ m}^3\text{N}$  と使用量が少ないので、配管による供給ではなく、ポンペを運搬する事によって供給する。

(4) 主要設備仕様

Table 7-6-33 に設備仕様を示す。

Fig. 7-6-45 にプラントのフローを示す。

Fig. 7-6-46 に供給量を示す。

(5) レイアウト

Fig. 7-6-47 にレイアウトを示す。

Table 7-6-33 アルゴン、窒素、酸素及び圧空設備の主仕様

Equipment	Quantity	Specification
Air Compressor for Air Separator	2 units	6000 m <sup>3</sup> N/h x 5.6 kg/cm <sup>2</sup> g
Air Separator	2 units	1000 m <sup>3</sup> N/h (99.6%) of Oxygen
		100 m <sup>3</sup> N/h of Nitrogen
		30 m <sup>3</sup> N/h of Argon
Oxygen Compressor	2 units	1000 m <sup>3</sup> N/h x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Nitrogen Compressor	2 units	100 m <sup>3</sup> N/h x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Oxygen Gas Holder	3 units	66.7 m <sup>3</sup> x 33 kg/cm <sup>2</sup> g
Nitrogen Gas Holder	3 units	66.7 m <sup>3</sup> x 33 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Argon Tank	3 units	5 m <sup>3</sup> x 12 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Oxygen Tank	1 unit	20 m <sup>3</sup> x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Nitrogen Tank	1 unit	5 m <sup>3</sup> x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Argon Vaporizer	1 unit	60 m <sup>3</sup> N/h x 12 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Oxygen Vaporizer	1 unit	1000 m <sup>3</sup> N/h x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Liq. Nitrogen Vaporizer	1 unit	100 m <sup>3</sup> N/h x 30 kg/cm <sup>2</sup> g
Air Compressor	3 units	9000 m <sup>3</sup> N/h x 7 kg/cm <sup>2</sup> g
Packing Equipment for Argon, Nitrogen and Oxygen	1 set	

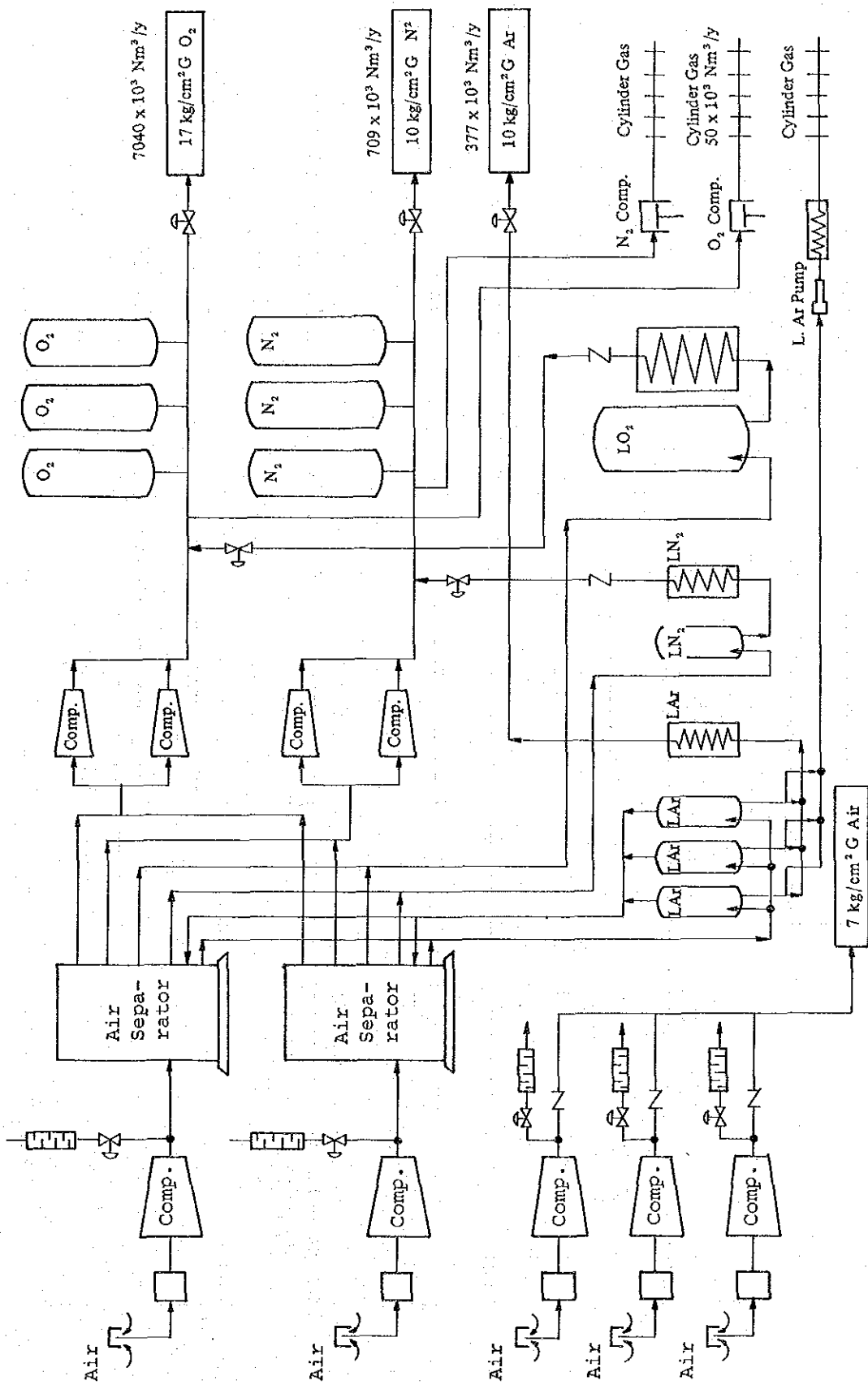


Fig. 7-6-45 Flow of Argon, Nitrogen and Oxygen Plant



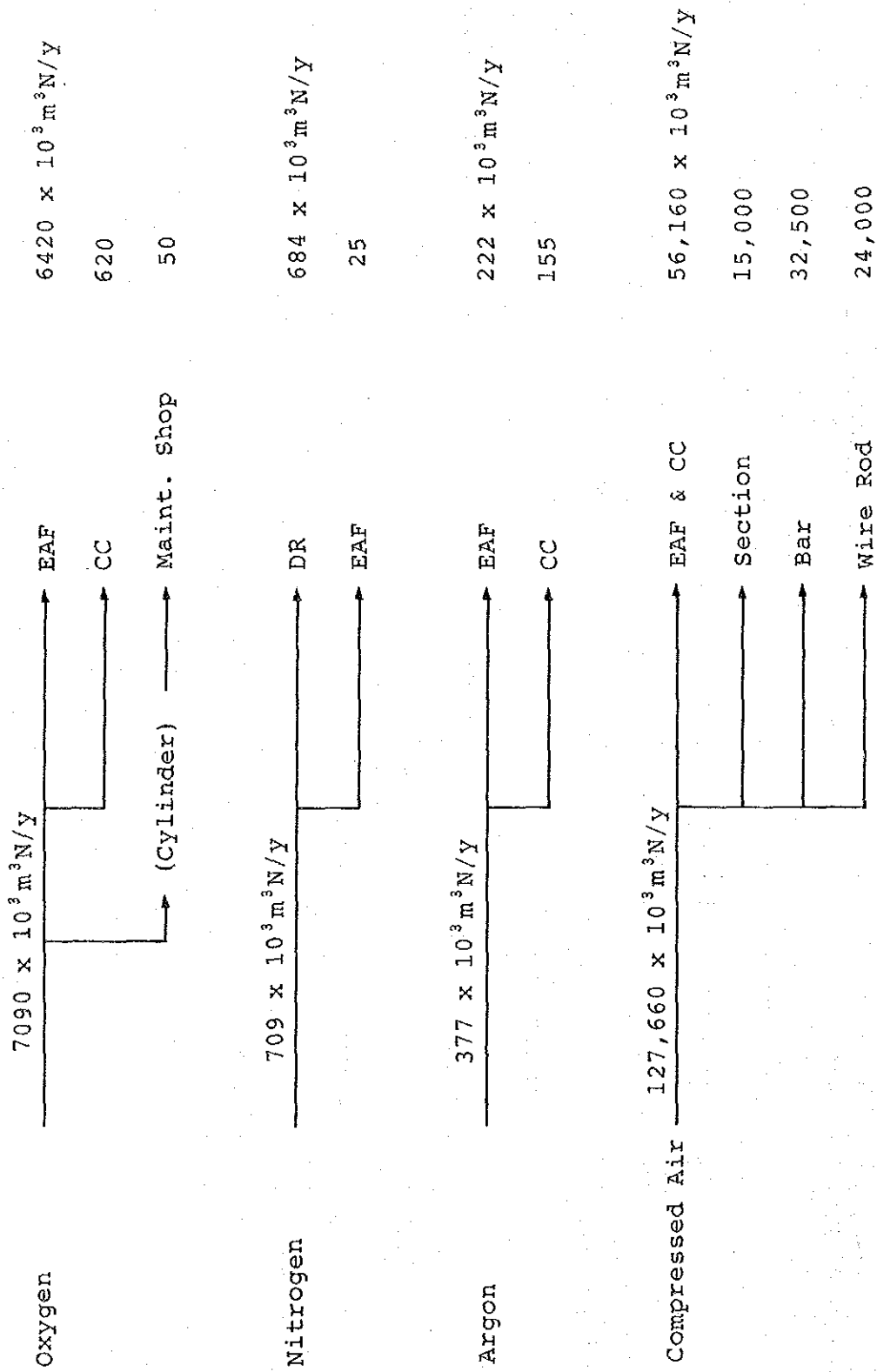


Fig. 7-6-46 Supply of Oxygen, Nitrogen, Argon and Compressed Air

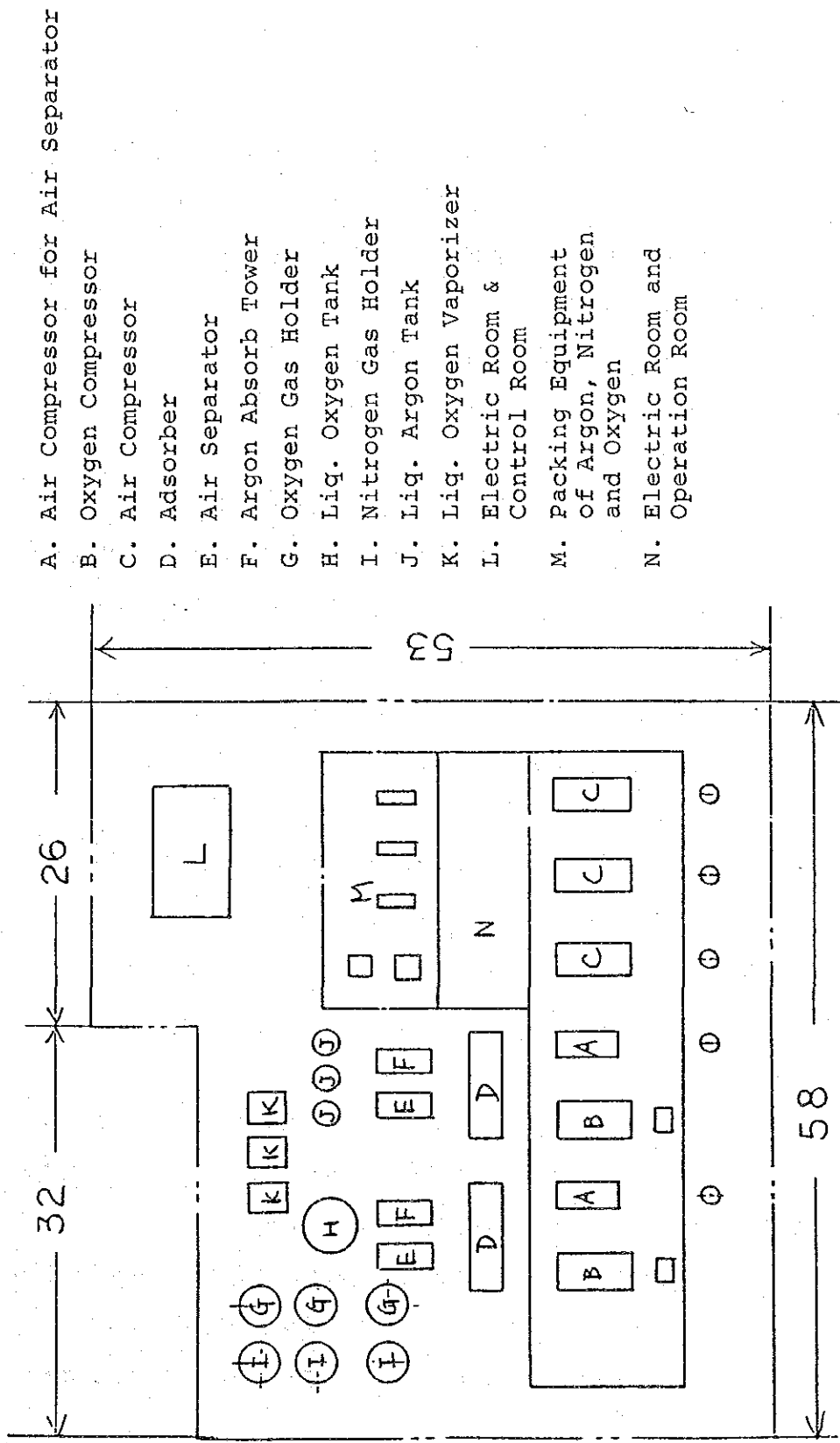


Fig. 7-6-47 アルゴン、窒素、酸素及び圧空設備のレイアウト

#### 6-10-4 給排水及び天然ガス供給設備

##### (1) 基本的考え方

受水ピットにて外部からの給水を受け、そこから各工場と飲料水設備へと分配する。CILEGONの場合には、濁度が高いので濾過器を追加する。

天然ガスのほとんどは直接還元炉にて消費されるので、外部から導入された配管は直接還元炉を中心に配置される。

すべての工場が冷却水の循環使用を行なう。

##### (2) 設備計画の前提条件

###### 1) 給 水

本 F/S の設備費に含まれる範囲は、製鉄所構内の受水ピット以降である。

CILEGONについては、将来の淡水供給能力不足問題があり、新しい水源の開発等の解決策が確定していないが、今回の給水の水質の前提は現在の

CILEGON地区の水源すなわちCIDANAH川のデータを使用する。

ARUNについては、KRUENG PEUSANGAN 川の水質データを使用する。

受水ピットの容量は約5時間分とする。

###### 2) 天 然 ガ ス

本設備の設備費に含まれる範囲は、製鉄所構内の受け入れ配管以降である。

###### 3) 排 水 処 理

下水処理の能力は1万人分であるが、下水処理設備自体の費用はアドミニストレーション設備の項に含まれている。

##### (3) 技 術 説 明

チレゴンの現状の淡水は濁度がやや高いので濾過設備にて前処理を行なう。

受水ピットは、4ないし5時間分の容量をもたせている。工業用水の使用先の80%以上が直接還元炉、電気炉及び連鑄にて占められている。

すべての工場の冷却水は、工水の循環使用を基本に計画されている。いわゆる一過性の用途と循環水への補給用として、工業用水は使用されている。

飲料水は、ろ過設備と殺菌処理が行なわれ、高架水槽でバックアップされて供給される。

天然ガス系には、フレアスタックが設けられる。

(4) 主要設備仕様

Table 7-6-34 に仕様を示す。

Fig. 7-6-48 に給水のフローを示す。

Fig. 7-6-49 に天然ガスのフローを示す。

(5) レイアウト

Fig. 7-6-50 に給水設備のレイアウトを示す。

Table 7-6-34 給排水及び天然ガス設備の仕様

Equipment	Quantity	Specification
Water		
Receiving Pit	1 unit	5000 m <sup>3</sup>
Feed Pump	3 units	550 m <sup>3</sup> /h
Piping	1 set	
Potable Water System	2 units	100 m <sup>3</sup> /h
Filter	3 units	550 m <sup>3</sup> /h (only in Cilegon)
Filter Pump	3 units	550 m <sup>3</sup> /h (only in Cilegon)
Natural Gas		
Piping	1 set	
Pressure Control System	1 set	
Flare Stack	1 set	

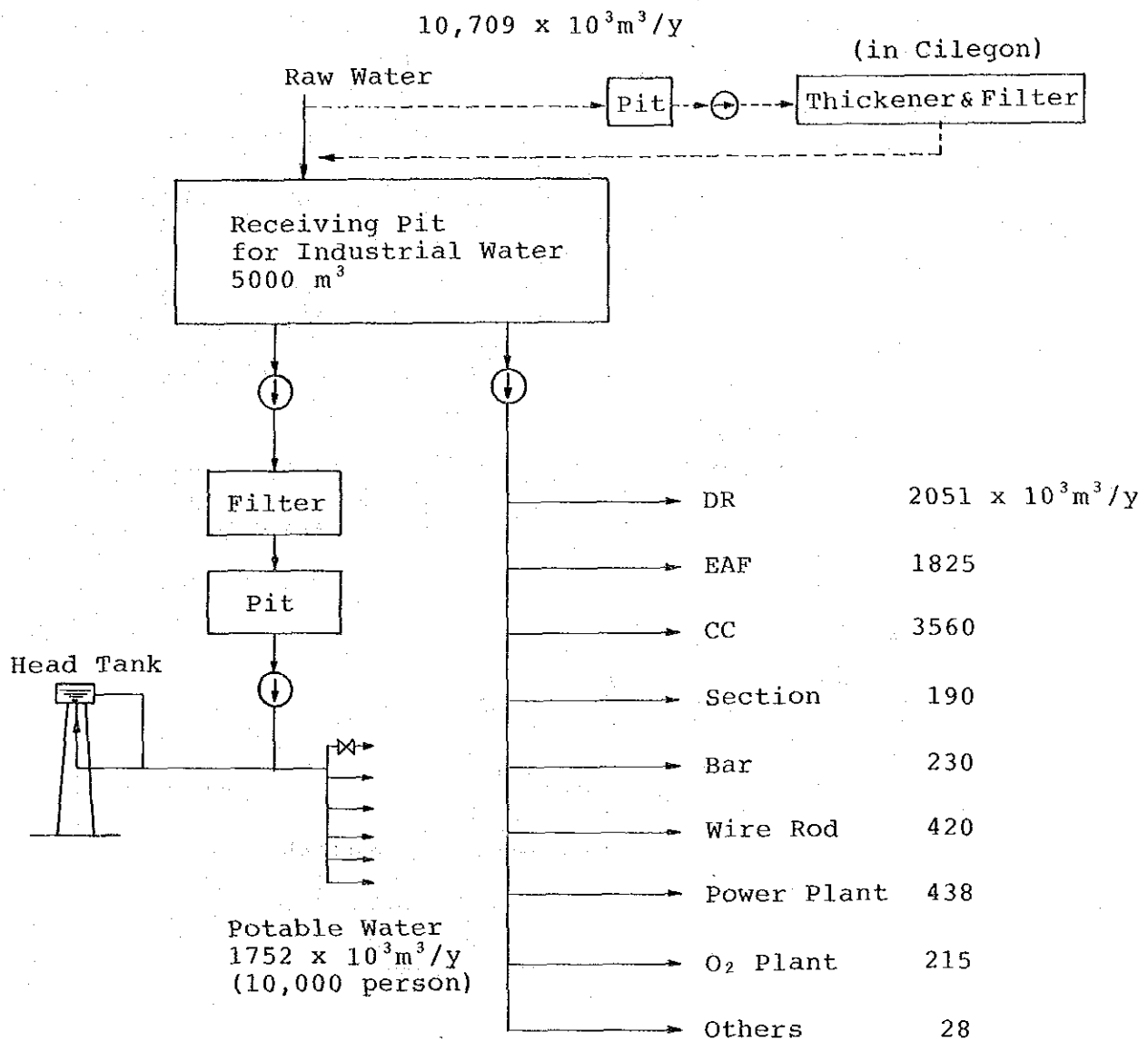


Fig. 7-6-48 Conceptual Flow of Feed Water

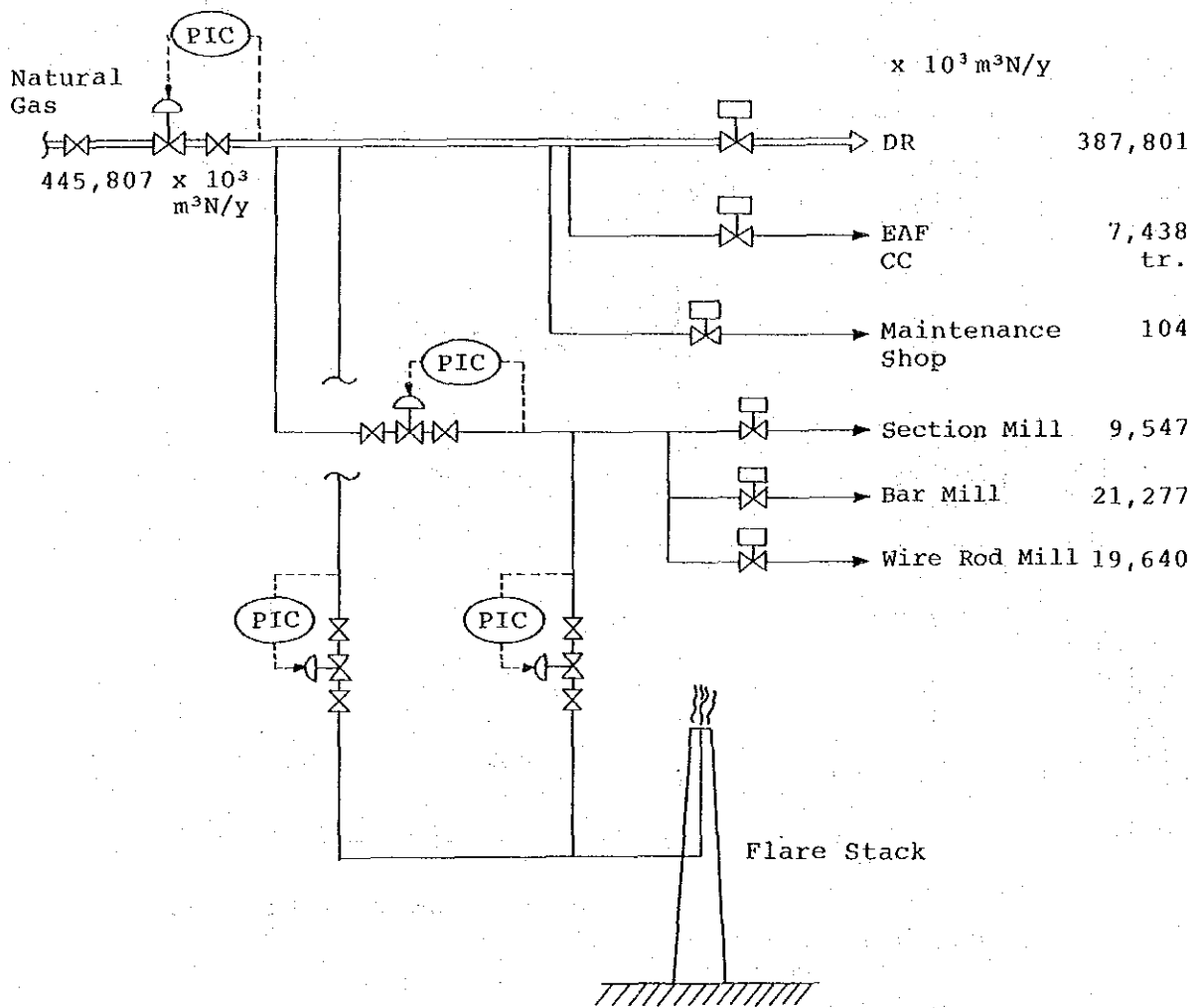
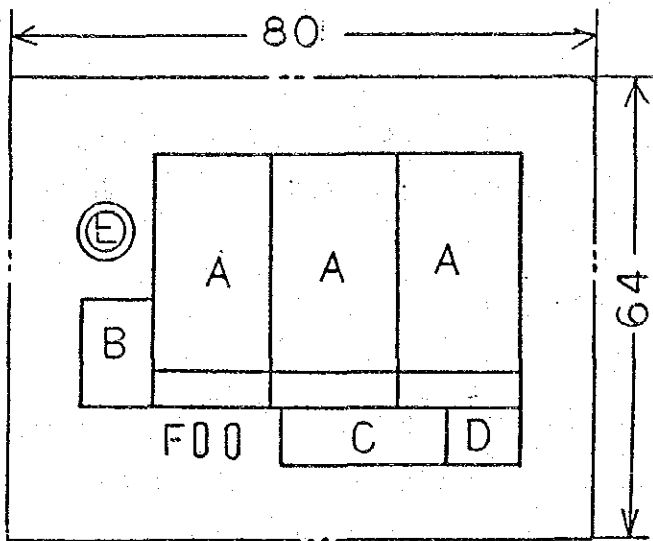
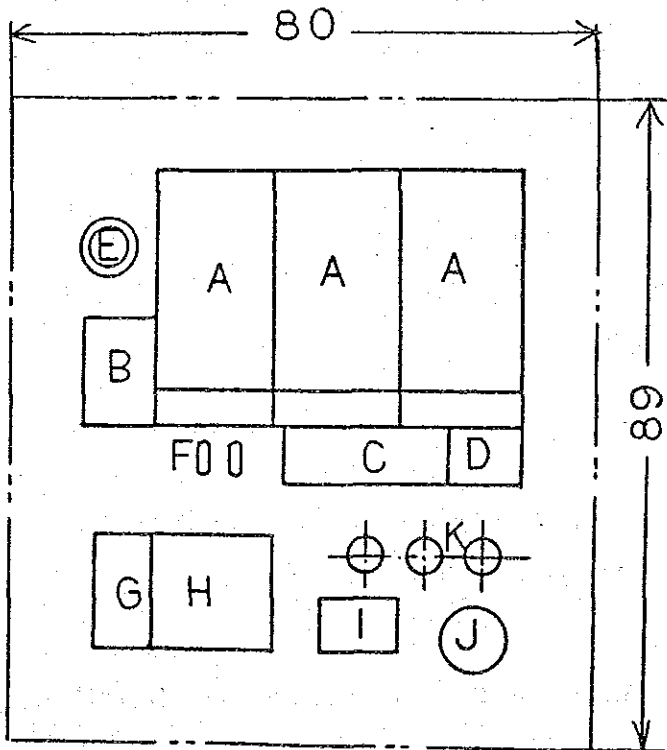


Fig. 7-6-49 Conceptional Flow of Natural Gas



- A. Water Receiver
- B. Potable Water Basin
- C. Pump Station
- D. Electric Room
- E. Head Tank
- F. Filtration Tank
- G. Pump Station
- H. Pit
- I. Counterflow Washer
- J. Thickener
- K. Filter

(Arun)



(Cilegon)

Fig. 7-6-50 給水設備のレイアウト



## 6-11 所内輸送設備

### 6-11-1 基本的考え方

本設備は次世代製鉄所の所内における各種原料、製品、発生品の輸送及び所内設備保全に必要な運搬物の輸送、従業員の移動に必要な車輛、について計画する。

#### (1) 鉄道輸送

CILEGON地区ではJAWA地区の鉄道網と連絡した鉄道を設置し、各工場の製品を鉄道にて出荷可能とした。

一方ARUN地区はSUMATERA地区の鉄道網が不備なために所内の鉄道の設置は行なわない、しかし将来、SUMATERA地区の鉄道網の完備が出来た時には、この鉄道網に連絡する所内鉄道を設置出来る様に所内レイアウトを考慮した。

#### (2) 道路輸送

岸壁より受入れるスクラップ、石灰石はダンプトラックにより輸送するものとする、工場と出荷岸壁間の製品輸送は岸壁ローダー周辺における作業性の良い道路輸送方式(トレーラー、セミトレーラー、トラック)を採用する。

副原料、整備用資機材の輸送にはトラックを使用、所内発生スクラップ、スケールはダンプトラックを使用し、これらの荷役にはブルドーザー、ショベルローダー、モービルクレーン、フォークリフトを使用する。

付帯設備として輸送量の把握のための自動車秤量機を設置し、車輛の給油のための自動車給油スタンドも設置する。

### 6-11-2 設備計画の前提条件

#### (1) 輸送量

計画の基礎となる輸送量は生産計画のマテリアルバランスより算出した。

Fig. 7-6-51~55に輸送量のフローチャートを示す。

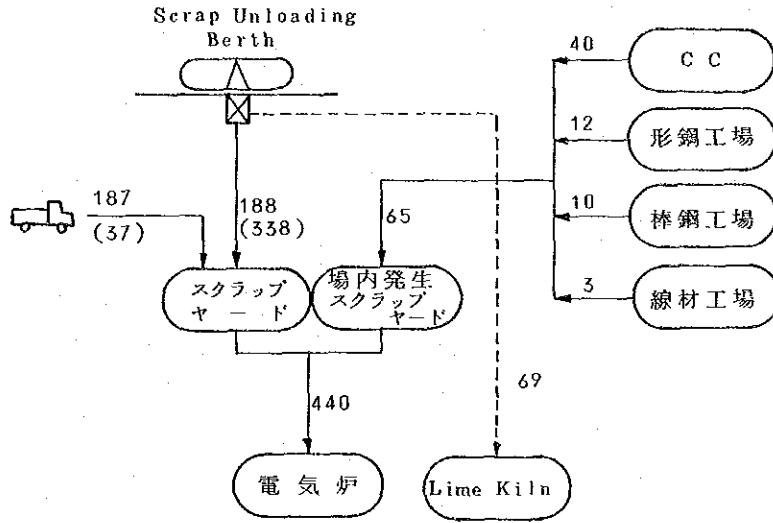
#### (2) 作業条件

三交代連続作業を原則とし輸送発生量の少ないものについては、常昼作業又は二交代作業とする。

#### (3) 輸送物と輸送設備

Table 7-6-35に輸送物と輸送設備及び積載効率を示す。

(単位: 1,000 t/y)



( )外は CILEGON  
( )内は ARUN

Fig. 7-6-51 スクラップ及び石灰石のフローチャート

(単位: 1,000 t/y)

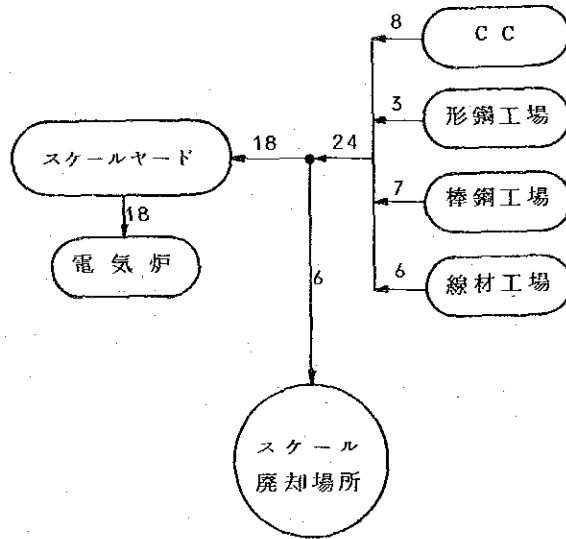


Fig. 7-6-52 スケールフローチャート

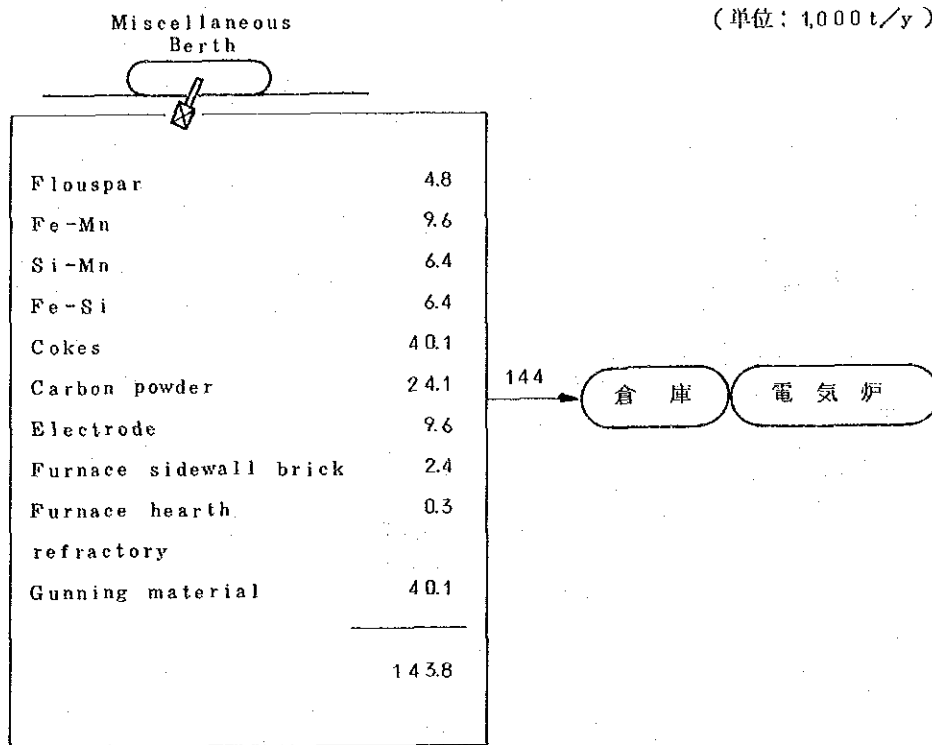


Fig. 7-6-53 副原料のフローチャート

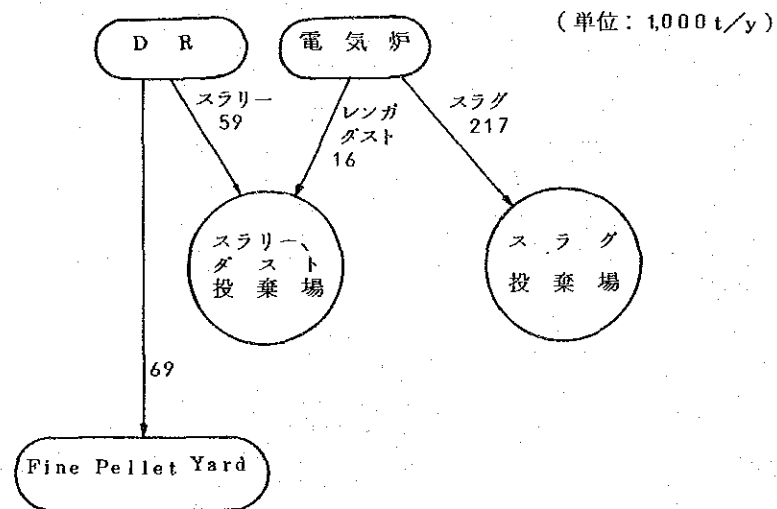


Fig. 7-6-54 廃棄物及び Fine Pellet のフローチャート

単位：1,000 t/y

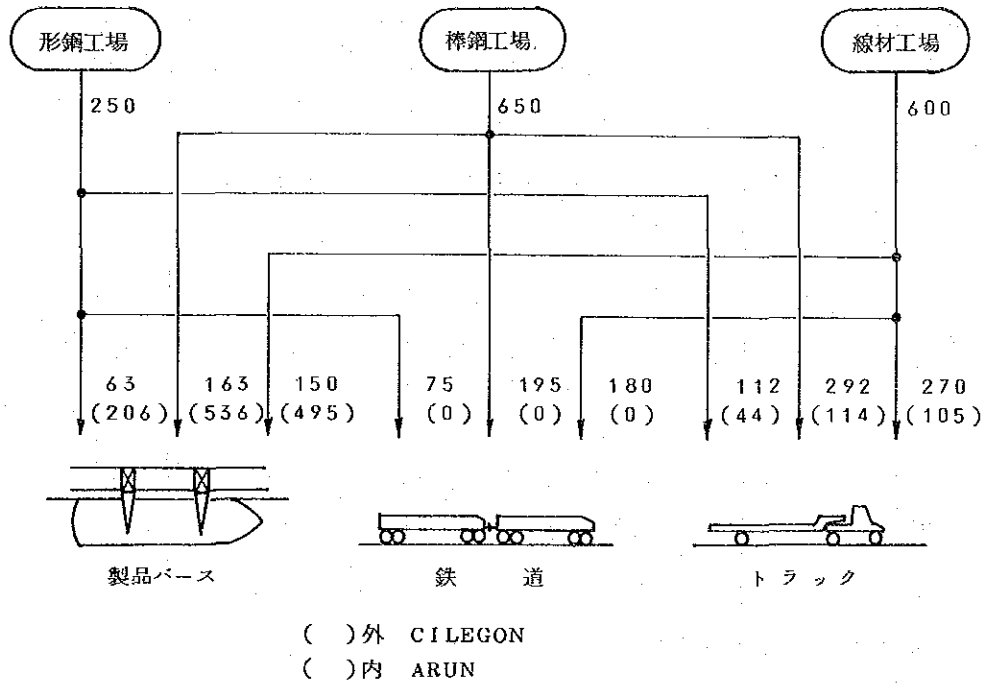


Fig. 7-6-55 製品のフローチャート

Transportation Equipment	Quantities of Shipment			
	CILEGON		ARUN	
	10 <sup>3</sup> t/y	%	10 <sup>3</sup> t/y	%
Truck or Trailer	674	45	263	18
Railway	450	30	0	0
Ship	376	25	1237	82
Total	1500	100	1500	100

(注)：ステップⅡ調査団の報告書のIndonesia内の地区別  
鉄鋼消費割合にもとづき算出した値である。

Table 7-6-35 Type of Vehicles for Intraworks Transportation

Item	Type of Vehicles	Loading Efficiency (%)	Shift
Scrap & Lime Stone	10 ton Dump Truck	70	3
Scale	8 ton Dump Truck	60	3
Sub-Material	8 ton Truck	60	2
	or 8 ton Dump Truck	60	
Slurry	8 ton Dump Truck	50	2
Dust	8 ton Dump Truck	50	1
Fine Pellet	8 ton Dump Truck	50	2
Waste Brick	8 ton Dump Truck	60	1
Miscellaneous	8 ton Truck	50	1
Products			
Medium Profiles	12 ton Trailer	80	3
Bars	12 ton Trailer	80	3
Wire Rods	12 ton Trailer	80	3

## 6-11-3 技術説明

### (1) 鉄道輸送

CILEGON地区はJAWA地区の鉄道網に連絡する所内鉄道を設置し、この鉄道によって生産量の30%を出荷するとして計画した。

所内の鉄道網は製鉄所総合レイアウト ( Fig. 7-3-1 ) に示す。

形鋼、棒鋼、線材の各工場の製品ヤードに引込み線を配置している。

各工場の製品は引込み線に搬入された貨車に積込まれ、製鉄所所有のジーゼル機関車によって操車場に牽引され向先別に編成される。

編成された車輛はこの操車場において鉄道会社に引渡される。

操車場のコントロールは操車場に隣接された管制塔より行なわれる。

操車場には貨車秤量材を設置し必要に応じて重量を測定することが出来る。

一方ARUN地区は現在SUMATERA地区の鉄道網の整備が不十分で使用されていないために所内には鉄道を設置しない。しかし、将来、SUMATERA地区の鉄道網が整備された時には、この鉄道網に連絡する所内の鉄道を設置し、各工場の製品を鉄道出荷出来る様に所内レイアウトを考慮している。

### (2) 道路輸送

#### 1) 製品輸送

##### a) 陸送出荷

トレーラー又はトラックにて陸送出荷される製品の量は、CILEGON地区では生産量の約45% ( 670,000 t/y )、ARUN地区では18% ( 263,000 t/y ) とした。

各工場の製品ヤードにて民間の陸送会社のトレーラー、トラックに製品は積込まれ製鉄所の正門の近くにある自動車秤量機にて計量され、目的地へ輸送される。

##### b) 海上出荷

製品の海上出荷量はCILEGON地区では生産量の約25% ( 376,000 t/y )、ARUN地区では82% ( 1,237,000 t/y ) とした。

各工場の製品ヤードと製品出荷バース間の製品輸送はトレーラーによって行なわれる。港において、製品は水平引込み式クレーンでトレーラー上から船に積込まれる。

製品ヤードと製品パースの輸送能力は荷役コストアップをさけるために、水平引込み式クレーンの積込み能力に相当する能力を持つ必要がある。

ARUN地区では生産量の大部分が海上運送によって出荷されるので多数のトレーラーを使用しなければならない。ゆえにクレーンの作業範囲内の後背地に入船に前もって製品を仮置きし、トレーラーの所有数を減ずる手段も必要である。

## 2) スクラップの運搬とスクラップヤード

Fig. 7-6-51 にスクラップの所内フローを示す。スクラップの運搬はダンプトラックによって行なわれる。各工場のスクラップ発生量の管理及び購入スクラップの重量管理のためにスクラップヤードの近くに自動車秤量機を設えた。

スクラップヤードではクローラクレーンにリフティングマグネットを取付けスクラップの荷役が行なわれる。スクラップヤードの面積は 36,000 m<sup>2</sup>あり、3ヶ月分の使用量を十分に置くことが出来る。

## 3) 石灰石の運搬

水平引込み式クレーンの石灰石の荷揚能力は約 600 t/h もあり、この量に対応する輸送能力を持つためには多数のダンプトラックを一時に使用しなければならない。それゆえ、石灰石は水平引込み式クレーンの後背地に荷揚量の一部を仮置きされ、後日ショベルローダーとダンプトラックで石灰焼成炉に隣接した石灰石置場に運ばれる。

## 4) スケールの運搬

各工場で発生するスケールはダンプトラックによってスケールヤード又は投棄場所に運ばれる。スケールヤードには電気炉に再使用される量を保管し、余剰分は廃棄される。スケールヤードの面積は電気炉で使用される 2 カ月分以上のスケールを置けるように計画した。

スケールヤードでは、ショベルローダーによってスケールはダンプトラックに積込まれる。

## 5) 副原料、補修用資機材等の運搬

雑役パースより、螢石、合金鉄、コークス、カーボンパウダー等の副原料及び補修用資機材等が荷役される。

これらの運搬にはその荷姿によってトラック又はダンプトラックが使用され、製鋼副原料は電気炉の近くの倉庫に、他の資機材は中央倉庫又はそれぞれの使用先置場に運搬される。

これらの作業は原則として昼間作業とする。

#### 6) 所内発生廃棄物の運搬

DR、電気炉で発生するスラリー、ダスト、レンガ等、又他工場、事務所で発生する廃棄物はダンプトラックによって所内の投棄場所に運搬される。

投棄場所にはブルドーザーを配置し整地作業に使用する。DRより発生するスラリー及びFine Pelletは発生量も多く、その輸送には2シフト体制が必要である。他の廃棄物に対しては常昼作業とする。Fine Pelletは外販出来るのでFine Pellet Yardに保管するものとする。

電気炉のスラグはスラグボットカーにてスラグ投棄場所へ運搬される。スラグは冷却され地金回収された後、ブルドーザーで整理される。

#### 7) 従業員の所内移動

従業員移動用として定期循環バスを所内に配置する。

又マイクロバスを製鉄所として集中管理し、各部門はモーターサイクルを所有しコミュニケーションの一手段とする。

尚従業員の入退場時のピーク輸送、通勤手段は民間のバス会社と契約し対処するものとして製鉄所にはその為の車は所有しない。

#### 6-11-4 主要設備仕様

所内で使用される輸送設備の主仕様を Table 7-6-3.6 に示す。



Table 7-6-36 Specification of Transportation Equipment

Item	Specification	Quantities	
		CILEGON	ARUN
<b>1. Railway Equipment</b>			
(1) Flat-topped car	Load capacity 30 t	2	0
(2) Diesel locomotive	Own weight 25 t	2	0
(3) Shunting yard	Yard area 12,000 m <sup>2</sup> 6 lines	1	0
(4) Railway scale	Max. 60 t	1	0
(5) Control tower	25 m <sup>2</sup> x 2F - 8 m Height	1	0
(6) Tank lorry	Tank capacity 4 t	1	0
<b>2. Road transportation equipment</b>			
(1) Dump truck	Load capacity 10 t	29	33
(2) Dump truck	Load capacity 8 t	7	7
(3) Truck	Load capacity 8 t	11	11
(4) Flat body trailer	Load capacity 12 t	17	35
(5) Shovel loader	Capacity 7.7 m <sup>3</sup>	3	3
(6) Bulldozer	Engine power 105 HP	3	3
(7) Bulldozer	Engine power 267 HP	3	3
(8) Fork lift	Lifting capacity 5 t	2	2
(9) Fork lift	Lifting capacity 2 t	2	2
(10) Crawler crane	Lifting capacity 40 t	5	5
(11) Truck crane	Lifting capacity 40 t	3	3
(12) Vacuum truck	Capacity 2 t	1	1
(13) Motor sprinkler	Tank capacity 4 t	1	1
(14) Bus	Seating capacity 40 seater	5	5
(15) Minibus	Seating capacity 10 seater	10	10
(16) Motor cycle	Engine capacity 50 cc	30	30
(17) Truck scale	Capacity 40 t	3	3
(18) Automobile fuel station	Diesel & Gasoline	1	1
<b>3. Buildings</b>			
(1) Transportation division main office	Office area 500 m <sup>2</sup> x 2F	1	1
(2) Truck scale office	Office area 30 m <sup>2</sup>	2	2
(3) Office for Disposal Area	Office area 50 m <sup>2</sup>	1	1
(4) Office for Fuel Station	Office area 30 m <sup>2</sup>	1	1

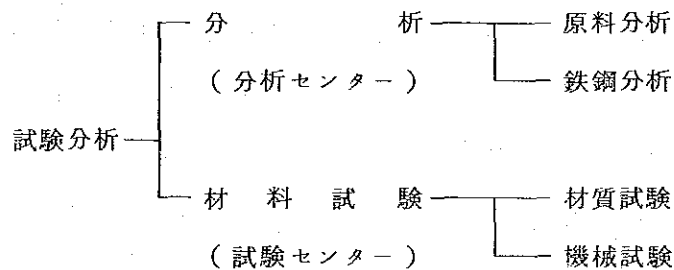
## 6-12 試験分析設備

### 6-12-1 基本的考え方

本計画における試験分析設備とは、新製鉄所の通常の生産活動に必要な設備を対象としており、普通鋼主体の生産体制に対応したもので品質向上のための大規模な工場実験や研究開発を目的とした試験分析設備は対象から除く。

又、原料関係の物理試験、及び耐火物、オイル等の消耗材の受入検査、公害管理のための環境分析（大気、水質）は含まれない。

従って、試験分析業務は下記に示すように分類され、製鉄所の生産規模、レイアウト、物流を考慮分析センターと試験センターを設ける。



#### (1) 分析センター

- 1) DR、電気炉、取鍋精錬炉で使用する主原料、副原料の分析  
(ベレット、合金鉄、スクラップ、DRI、石灰石、焼石灰)
- 2) 電気炉、連铸における品質管理、品質保証のための迅速溶鋼分析及び電気炉で発生するスラグ、連铸用鑄型内パウダーの分析
- 3) 品質管理のための原料、半成品、製品のチェック分析

#### (2) 試験センター

- 1) 半成品及び製品の品質管理、品質保証（出荷検査）のための材質試験、機械試験
- 2) 工場内又は客先で生じた品質異常の原因調査
- 3) 製鉄所内の品質監査（主として圧延製品）と成績報告

### 6-12-2 設備計画の前提条件

#### (1) 計画の範囲

当初計画している生産品種（普通鋼主体）を主眼とするが、ある程度の品種

拡大（高級鋼化）にも対応できる範囲とした。マイクロアナライザー、電子顕微鏡、疲労試験機といった主として基礎研究用の装置は含めない。

#### 1) 分 析

分析対象の材料及び分析項目を Table 7-6-37 に示す。原料分析は品質管理、品質確認の目的で行ない、かつロットが大きいいため分析頻度は低い。

これに対し鉄鋼分析は主として品質保証を目的とするので分析頻度は高く、特に製鋼段階における溶鋼分析は、7回/ヒート行なり。

#### 2) 材 料 試 験

材料試験は材質試験と機械試験に区分され、客先の要求仕様により試験項目は異なるが、本製鉄所では Table 7-6-38 に示した試験で対応し得る。

材質試験は主に品質管理を目的に行ない機械試験特に引張、曲げ試験は品質保証上必須であることが多い。従って引張、曲げの試験頻度は高くコンクリート用棒鋼、一般構造用形鋼及び直接パテンティング処理する硬鋼線材ではロットあたり少なくとも1回の引張試験が必要となる。

#### (2) 装置の自動化とシステム

試験分析作業には習熟した技能が要求され、測定結果に個人差が生じる傾向がある。このため、省力化をはかり同時に作業者の個人差をなくし安定した測定結果を得るために複雑な手作業による測定法をさけた。

特に分析作業は化学分析に依存する比率を少なくし、機器分析を主体とした。

装置の自動化については、自動または半自動の測定機器の採用にとどめ測定装置の全自動化、すなわち一連の前後処理（試料搬入、取付から測定及び測定後の試片処理まで）をも自動化した全自動測定装置（例えば全自動引張試験機）は将来の課題として本計画では考えない。

又、蛍光 X線分析装置、発光分光分析装置にはミニコンピューターによる簡単なデータ処理は含めるがいずれも独立した小規模なシステムにとどめ、各試験分析装置を連結し構成される製鉄所全体の品質管理を統括する大規模なシステムは本計画には含まれない。

#### (3) センターの設置場所

- 分析センター：製鋼地区内、電気炉周辺
- 試験センター：圧延地区内、棒鋼工場に近接

分析業務は原料分析と鉄鋼分析に分けられ、仕事の特性、試料の搬送を考えると原料地区、製鋼地区に各々分析室を設けることも一利あるが、分析室を2カ所に分散させると要員と投資額が増大する。

鉄鋼分析頻度が原料分析頻度より、はるかに高いので1ヶ所に集約し分析センターとして製鋼地区に設ける。原料及び半成品、製品分析用試料はトラックによる有人搬送方式、溶鋼分析用鋳込サンプルは気送管による自動搬入方式とした。

試験センターは主として圧延製品を対象とするので、圧延地区の中央に設け、各々の圧延工場で採取されたサンプルはトラックにより回収するものとした。

#### (4) 予 備 機

機器分析装置と引張試験機は使用頻度も高く、日常生産活動に不可欠な設備でありいったん故障が生じると大幅な生産停止をまねくことがある。このため予備機を保有する考えもあるが、本計画では日常の保守、点検で対処することにし予備機は設けない。

### 6-12-3 技 術 説 明

#### (1) 試験分析のためのサンプリングポイント

試験分析用サンプルの採取点をFig. 7-6-56に示す。

#### (2) 機種選定の理由

##### 1) 分 析 設 備

鉄中の合金元素及び化合物を分析する方法としては蛍光X線分析、発光分光分析で代表される機器分析法、原子吸光法、吸光光度法、重量法、滴定法などの湿式化学分析法がある。

機器分析法は測定能率が高く、しかも個人差による測定値の変動が少なく安定した測定結果が得られる。このため分析頻度が多少低くとも機器分析装置を導入し通常の分析作業は機器分析法によるものとした。製鋼段階における迅速溶鋼分析用として真空式発光分光分析装置を採用し分析頻度が高いためほぼ専用機となる。

原料分析頻度は鉄鋼分析頻度に比較し低い、多くの場合粉体試料となり発光分光分析が適用できないため、主として原料分析用に蛍光X線分析装置も設置した。普通鋼主体の生産であるので蛍光X線分析、発光分光分析では

最大で20元素の分析ができれば充分である。

ただし鉄中の重要元素であるC、Sの分析精度をより厳しく要求される場合には蛍光X線、発光分光いずれの分析法でも対応しきれないので将来の高級鋼化への指向も考慮し赤外線吸収方式のC、S同時分析装置を設置する。また鋼中のガス成分値を品質保証上、要求されることはまれであるが品質異常の原因調査、溶鋼の洗浄度確認においてガス分析が必要な時があり、ガス分析用として赤外線吸収方式のN、O同時分析装置を採用した。

機器分析主体の分析業務であっても、基本となる化学分析は不可欠で原子吸光分光光度計、吸光光度計を各々1台含む湿式化学分析装置一式を設けた。これらは機器分析不可能な特殊な元素、化合物の分析を行う場合に、分析試料の形状、サイズが機器分析に不適当な場合に、さらに機器分析装置の測定精度管理に適用される。引張、曲げ試験の頻度が高く、しかも試験片サイズも広範囲にわたるため(試験片断面積：約24～1,300mm<sup>2</sup>)試験の精度と作業性を考え高荷重用(100t)、低荷重用(30t)各々1基、計2基の万能試験機を設置した。30t万能試験機は主に25φ以下のサイズの線材、棒鋼に使用される。いずれの万能試験機も中、高炭素鋼の耐力も測定できるように伸び計、X-Yレコーダー付とした。

衝撃試験機、各種硬度計、金属顕微鏡は各々1台採用したが試験頻度からみてこれで充分である。機械試験用の試験片加工はサンプリングから試験終了までの時間を短縮し遅滞なく出荷させるために、外注せず試験センターで行なう。

棒鋼の多くと、線材の引張、曲げ用試験片は圧延のままの製品をそのまま使用できるが形鋼の引張、曲げ試験片および棒鋼、形鋼の衝撃試験片は圧延製品を機械加工して作られる。このためならい装置付旋盤、フライス盤、表面研削盤を設置した。

### (3) 将来の高級鋼化への対処

すでに述べた様に、ここで計画した試験分析設備でかなりの品種拡大にも対応できるが分析センター、試験センターともに多少の新規装置の追加設置ができるように面積的に余裕をもたせた。

#### 6-12-4 主要設備仕様

分析設備及び試験設備の主要設備仕様を各々 Table 7-6-39、Table 7-6-40 に示す。

Table 7-6-37 Materials to be Analyzed and Analysis Items

Classification	Material	Purpose of Analysis	Analysis Items (Components)	Analysis Apparatus/Method
Raw Material	Pellet	Quality confirmation	T.Fe, P, CaO, SiO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fluorescent X-ray analyzer
				Atomic absorption spectrophotometer
				Spectrophotometer
			Met.Fe, FeO	Chemical analysis (volumetry)
		C.S	Carbon and sulphur determinator	
DRI (Sponge iron)		Quality confirmation	T.Fe, P	Fluorescent X-ray analyzer
			C.S	Carbon and sulphur determinator
			Met.Fe	Chemical analysis (volumetry)
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, TiO <sub>2</sub>	Atomic absorption spectrophotometer
Ferro alloy	Fe-Si	Acceptance inspection	Si	Chemical analysis (gravimetry)
			P	Spectrophotometer
			S	Carbon and sulphur determinator
			Mn	Chemical analysis (volumetry)
Fe-Mn			SiO <sub>2</sub>	Spectrophotometer
		Acceptance inspection	MgO, CaO	Chemical analysis (volumetric method)
Lime stone			S	Chemical analysis (neutralization titrimetry)
		Ignition Loss		Chemical analysis (gravimetry)

Classification	Material	Purpose of Analysis	Analysis Items (Components)	Analysis Apparatus/Method
Raw Material (cont'd)	Burnt lime	Quality confirmation	MgO, CaO	Chemical analysis (volumetry)
	S		S	Carbon and sulphur determinator
	Scrap from outside	Acceptance inspection	Mn	Atomic absorption spectrophotometer
	C		C	Spectrophotometer
Steel	Cast sample from molten State in steelmaking process	Quality assurance (Representative chemical composition of heat)	C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, V, Nb, Al	(C),(S): Carbon and sulphur determinator (N),(O): Nitrogen and oxygen determinator (Others): Optical emission spectrometer
		Quality confirmation	C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, V, Nb, Mo, Ti, Sn, Al, N, O	Carbon and sulphur determinator
Semi-product (Cast billet)		Quality confirmation	C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, V, Nb, Mo, Ti, Sn, Al, N, O	Samples not applicable to instrumental analysis are analyzed chemically.
	Finished product (Wire rod) (Bar) (Section)	Quality assurance (Check analysis)	C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, V, Nb, Al	
		Quality assurance (Investigation of product rejected/complained)	C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, V, Nb, Mo, Ti, Sn, Al, N, O	



Classification	Material	Purpose of Analysis	Analysis Items (Components)	Analysis Apparatus/Method
Others	Slag from EAF	Quality confirmation	T, Fe, CaO, SiO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, TiO <sub>2</sub> C.S	Fluorescent X-ray analyzer
	Mould power in continuous casting process	Acceptance inspection	CsO, SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, C	Fluorescent X-ray analyzer

Table 7-6-38 Type of Material Testings  
and Testing Items

Classification	Name of Testing	Testing items	Purpose of Testing/Remarks	
Metallurgical Testing	Microscopic testing	Microstructure Grain size (Austenite, Ferrite) Chemical segregation Non-metallic inclusion (Cleanliness)	. Mainly for quality confirmation . Quality assurance being required for high quality steels	
	Macrostructure testing	Cast structure Internal crack, Scam Porosity, Chemical segregation	. Mainly for quality confirmation of continuously cast billet	
	Sulphur print testing	Sulphide distribution Chemical segregation		
Mechanical Testing	Tensile testing	Yield stress (Proof stress) Tensile stress, Elongation Reduction of area	. Quality assurance . Commonly applied to bars, sections and wire rods subject to direct patenting	
	Bend testing	Crack on bended portion Bending angle, Bending radius	. Quality assurance . Commonly applied to bars and sections for general structural use	
	Impact testing (Charpy test)	Impact value, Crystallinity Transition temperature	. Quality assurance . Applied only to bars and sections for hull and machine structural use	
	Hardness testing		Vickers hardness Brinell hardness Rockwell hardness	. Mainly for quality confirmation
			Rockwell superficial hardness (Hardenability)	. Quality assurance . Applied only to structural steels with specified hardenability bands by Jominy's end quenching method

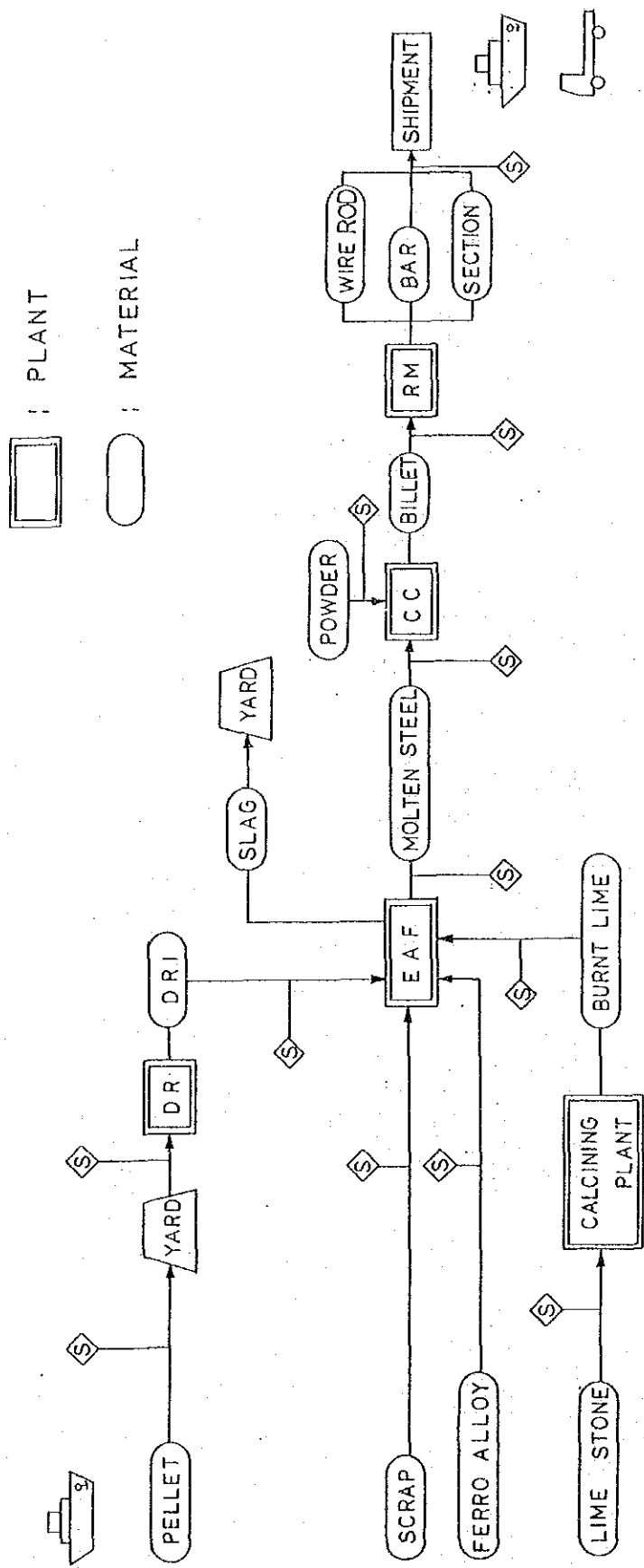


Fig. 7-6-56 SAMPLING STAGES FOR MATERIAL TESTING/ANALYSIS

Table 7-6-39 Major Equipment List  
of Analysis Center

Classification	Name of Equipment	Q'ty	Specification
1. Building	° Main building	1	Floor area: 20m x 35 m = 700 m <sup>2</sup> Structure : R.C., 1 story
2. Sample Preparating Equipment	° Jaw Crusher	1	
	° Disc vibration mill	1	Batch type
	° Briquette press	1	30-ton hydraulic press
	° Abrasive cut-off machine	1	Wet cutting type
	° Vertical drilling machine	1	Drilling size : Max. 19 mm dia.
	° Bench drilling machine	1	
	° Abrasive belt grinder	2	
	° Double head pedestal grinder	2	
	° Rough balance	1	
	° Band saw	1	
	° Muffle furnace	1	. Electric resistance type . Heating temp.: Max. 1100°C
3. Analysis Equipment	° Fluorescent X-ray analyzer	1	. Multichannel type . Analytical : Twenty (20) elements . Analysis time: 60 sec.  Including microcomputer system
	° Optical emission spectrometer	1	. Vacuum type . Analytical : Eighteen (18) elements . Analysis time: 20 sec.  Including microcomputer system
	° Simultaneous carbon and sulphur determinator	1	. Infrared ray absorption type . Measuring range for 1g specimen : Up to 3.5% . Analysis time: 20 sec.

Classification	Name of Equipment	Q'ty	Specification
3. Analysis Equipment (Cont'd)	° Simultaneous nitrogen and oxygen determinator	1	. Infrared ray absorption type for oxygen . Thermal conductivity detection type for nitrogen . Measuring range for 1g specimen : Up to 2,000 ppm for oxygen : Up to 5,000 ppm for nitrogen . Analysis time: 40 sec.
	° Atomic absorption spectrometer	1	. Flame emission type . Wave length : 1,900 to 9,000A  Including : Hollow cathode lamps and A hot cathode deuterium lamp
	° Spectrometer	1	. Wave length : 2,000 to 10,000A . Reading : Digital display  Including quartz cells
	° Orsat gas analysis apparatus	1	. Orsat-Lunge type . Analytical gas : CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
	° Electronic balance	1	. Dual range, top loading type . Capacity : 2,800/280g
	° Drying oven	2	. Heating temperature: Max. 200°C
	° Wet chemical analysis device	1 set	Including Balance desk Draft chamber Analyzing bench Distilled water making apparatus Pure water making apparatus  . Chemical glass utensils (Beaker, flask, etc.) Reagent Refrigerator

Classification	Name of Equipment	Q'ty	Specification
4. Auxiliary Equipment	° Electrical equipment	1 set	
	° Water supply equipment	1 set	Including Waste water treatment
	° Gas supply equipment	1 set	. For Ar, N <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, He
	° Air conditioner		
	° Truck	1	For sample transportation

Table 7-6-40 Major Equipment List  
of Testing Center

Classification	Name of Equipment	Q'ty	Specification
1. Building	° Main building	1	Floor area: 20m x 30 m = 600m <sup>2</sup> Structure : R.C., 1 story
2. Test Piece Preparing Equipment	° Band saw	1	Cutting capacity: Approx. 400 mm dia.
	° Engine lathe	1	. Swing : 300 mm . Distance between centers: 800 mm . Including copying attachment
	° Vertical milling machine	1	Table dimension: 1300 mm x 290 mm
	° Drilling machine	1	Drilling size: Max. 40 mm dia.
	° Surface grinding machine	1	Table : 650 mm x 500 mm
	° Abrasive belt grinder	1	Wet type
	° Double head pedestal grinder	1	
	° Polishing machine	1	. Wheel dia. : 300 mm
	° Heat treatment furnace	1	. Electric resistance type . Heating temperature: Max. 1200°C
	° Heat treatment furnace	1	. Electric resistance type . Heating temperature: Max. 600°C
	° Pickling bath	1	. For macrostructure and surface defects examination
	° Jominy end quenching apparatus	1	. For hardenability examination
3. Material Testing Equipment	° Universal testing machine	1	. Application : Tensile and bend . Capacity : 100 ton . Equipped with extensometer and X-Y recorder . Including punches for bend test
	° Universal testing machine	1	. Application : Tensile and bend . Capacity : 30 ton . Equipped with extensometer and X-Y recorder . Including punches for bend test

Classification	Name of Equipment	Q'ty	Specification
3. Material Testing Equipment (Cont'd)	° Impact testing machine	1	. Charpy type . Capacity : 30 kg.m
	° Brinell hardness tester	1	
	° Rockwell hardness tester	1	
	° Vickers hardness tester	1	
	° Optical microscope	1	Magnification : x50 to x1,000
	° Projector	1	Magnification : x5 to x50 Mainly for non-metallic inclusion examination and observation of rebar deformations
	° Weighing apparatus	1	. Digital indication type . Capacity : 10 kg
	° Ultrasonic flaw detector	1	Portable type
	. Measuring device	1 set	Micrometer, vernier calipers, etc.
4. Auxiliary Equipment	° Dark room equipment	1 set	Including processing unit
	° Electrical equipment	1 set	
	° Water supply and drainage equipment	1 set	
	° Air conditioner	1 set	
	° Hoist	1	Capacity : 2 ton
	° Sample transportation equipment	1	Truck



## 6-13 整備設備

### 6-13-1 基本的考え方

製鉄所の生産設備及び付帯設備の保守の為整備設備を設ける。整備設備は中央整備工場及び地区整備工場で構成される。

中央整備工場では機械加工品、製缶品、鍛造品等の部品製作及び生産工場等より発生する大半の修理作業を行なう。

但し、整備設備は一般の整備作業に必要な規模とし、特殊品（高品質品、大形品等）の製作、修理は外注するものとして除外する。

地区整備工場では、生産工場設備等の突発故障のうち修理に高度な設備・技能を要しない小修理作業及び小規模設備の分解整備を行なう。地区整備工場は小規模なものとし、担当プラントの近くに配置する。

### 6-13-2 設備計画の前提条件

#### (1) 整備工場構成

製鉄所の整備工場は以下の構成とし、地区整備工場はそれぞれの担当プラントの近くに分散配置する。

##### a) 中央整備工場

##### b) 製鉄地区整備工場

（担当範囲：港灣、原料ヤード、スクラップヤード、DR）

##### c) 製鋼地区整備工場

（担当範囲：電気炉、CC、石灰）

##### d) 圧延地区整備工場

（担当範囲：形鋼ミル、棒鋼ミル、線材ミル）

##### e) Utility 地区整備工場

（担当範囲：発電所、受変電、ガス、給排水）

#### (2) 製作範囲

中央整備工場での製作対象品及び製作対象外品は以下の通りとする。

（製作対象外品は外注するものとする）

##### 1) 製作対象

##### a) 10トン以下の一般加工予備品

##### b) 10トン以下の製缶品

## 2) 製作対象外

- a) 全ての鋳造品及び熱処理部品
- b) 大物鍛造品
- c) 製作に高技術・技能を要する予備品
- d) 自製が不経済な予備品
- e) 電気及び計装部品
- f) 10トン以上の機械加工品及び製品
- g) ゴム及び高分子材料による予備品

(注；地区整備工場では通常製作は行わないものとする)

## (3) 修理作業範囲

地区整備工場では、生産工場設備等の突発故障のうち修理に高度な設備・技能を要しない小修理作業及び小規模設備の分解整備を行うこととし、大半の本格的修理作業は中央整備工場で行うものとする。但し、以下の修理対象外作業は外注するものとする。

修理対象外作業；

- 1) 特殊品、高品質品で極めて特殊な修理技能を要する修理作業
- 2) 車輛修理作業及び土建水修理作業

## (4) 整備体制

- 1) 整備部門は中央整備工場、地区整備工場、整備技術スタッフをまとめて独立集中組織とする。
- 2) 設備の状態を把握し、必要な整備計画を組む為の点検業務にたずさわる要員は地区整備工場に配置する。
- 3) 設備の劣化を防止する為の清掃、調整、再締、給油脂、小補修作業は各生産及び付帯工場要員の担当とする。
- 4) 定期修理要員は中央整備工場に配置する。
- 5) 中央整備工場及び地区整備工場要員の勤務形態は常昼勤務とする。但し、地区整備工場には小規模な突発故障対応要員を4組3交替で配置する。

## 6-13-3 主要設備仕様

中央整備工場は以下の工場により構成される。

- a) 機械加工工場
- b) 製缶工場
- c) 鍛造工場
- d) 機械修理工場
- e) 電気修理工場
- f) 計装修理工場
- g) 整備サブセンター

地区整備工場は、前述の如く4地区（製鉄地区、製鋼地区、圧延地区、ユーティリティー地区）に分散配置される。

以上の各工場及びサブセンターの主要設備仕様を Table 7-6-41 以下に示す。

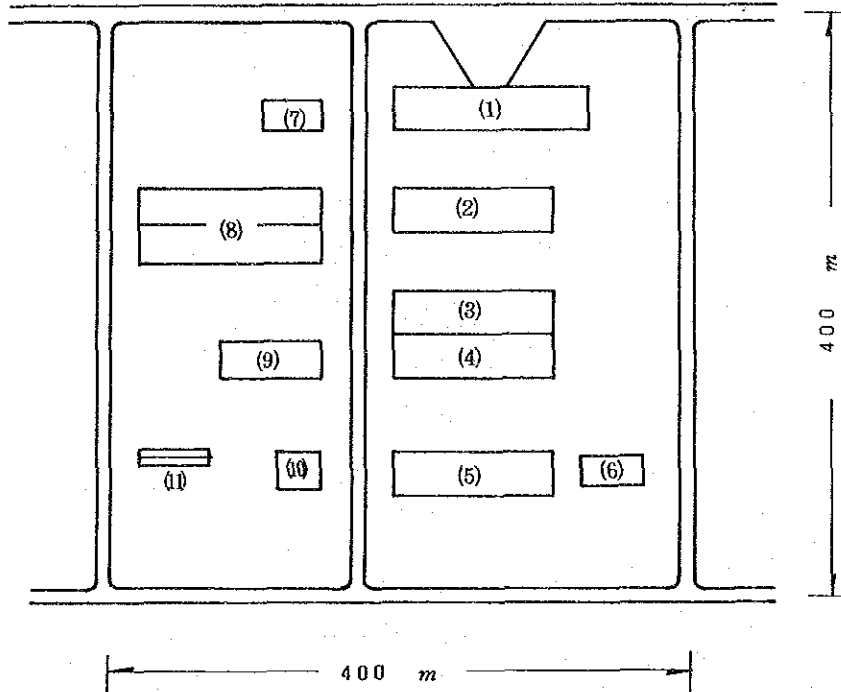
Table 7-6-41 主要設備仕様

工場名	主要設備仕様
1. 機械加工工場	建屋面積 $30m \times 110m = 3,300m^2$
	クレーン 10t 3 (Units)
	旋盤 17
	研削盤 2
	フライス盤 3
	中ぐり盤 2
	平削盤 2
	その他機器・工具
2. 製缶工場	建屋面積 $30m \times 110m = 3,300m^2$
	クレーン 10t 3 (Units)
	鋼板剪断機 1
	油圧プレス 3
	ベンディングローラー 2
	焼鈍炉 1
	各種溶接機 27
	その他機器・工具

工場名	主要設備仕様
3. 鍛造工場	建屋面積 $20m \times 40m = 800m^2$ クレーン 5t 1 (Unit) エアハンマー 2 加熱炉 2 その他機器・工具
4. 機械修理工場	建屋面積 $30m \times 110m = 3,300m^2$ クレーン 15t 1 (Unit) 10t 1 油圧プレス 2 バランシングマシン 1 溶射装置 1 その他機器・工具
5. 電気修理工場	建屋面積 $30m \times 80m = 2,400m^2$ クレーン 20t 1 (Unit) 旋盤 3 平削盤 1 バランシングマシン 2 乾燥炉 1 その他機器・工具
6. 計装修理工場	建屋面積 $15m \times 30m \times 2棟 = 900m^2$ クレーン 5t 1 (Unit) 各種計測機器
7. 整備サブセンター	建屋面積 $16m \times 50m \times 2F = 1,600m^2$
8. その他共通設備 (中央整備工場、中央資材倉庫)	整備用トラック等 25 (Units) 変電設備 1
9. 地区整備工場 (4地区とも共通)	建屋面積 $20m \times 60m = 1,200m^2$ クレーン 5t 1 (Unit) ボール盤 2 その他機器・工具

6-13-4 中央整備工場及び中央資材倉庫レイアウト (1/5,000)

Fig. 7-6-57 中央整備工場及び中央資材倉庫レイアウト



- (1) 中央整備サブセンター
- (2) 電気・計装修理工場
- (3) 機械・修理工場
- (4) 機械加工工場
- (5) 製缶工場
- (6) 鍛造工場
- (7) 中央資材倉庫事務所
- (8) 予備品倉庫
- (9) 一般資材及び耐火物倉庫
- (10) 鋼材倉庫
- (11) 油脂倉庫

## 6-14 中央資材倉庫

### 6-14-1 基本的考え方

各生産及び付帯工場で使用される資材を一括して保管・管理する為に中央資材倉庫を設ける。但し、操業用資材のうち、製鋼用電極、耐火物、副原料は製鋼工場側に、圧延用ロール及びガイドは圧延工場側に保管する方が機動性、経済性より有利と考え中央資材倉庫の管理品目より除外する。

中央資材倉庫は中央整備倉庫と極めて関連が深いので両者を隣接した配置とする。

### 6-14-2 設備計画の前提条件

#### (1) 保管資材及び保管量

資材保管量は以下の前提とする。

- a) 予備品 - 2年間分の使用予想量
- b) 一般資材 - 3カ月分 "
- c) 耐火物 - 3カ月分 "
- d) 油脂 - 3カ月分 "
- e) 鋼材 - 3カ月分 "

但し、製鋼用電極、耐火物、副原料は製鋼工場側の保管、圧延用ロール及びガイドは圧延工場側の保管として除外する。

#### (2) 資材倉庫は以下のように区分して保管・管理する。

- a) 予備品倉庫
- b) 一般資材及び耐火物倉庫
- c) 油脂倉庫
- d) 鋼材倉庫

#### (3) 管理体制

- 1) 中央資材倉庫に保管される資材について一括管理する。

(注：中央資材倉庫以外で保管される資材はそれぞれの使用工場が管理する)

- 2) 中央資材倉庫要員は整備部門の所属とし、勤務形態は常昼勤務とする。但し、緊急突発対応要員として若干名の3交替要員を配置する。

6-14-3 主要設備仕様

Table 7-6-42 主要設備仕様

倉庫名	主要設備仕様
1. 予備品倉庫	建屋面積 $25m \times 130m \times 2棟 = 6,500m^2$ クレーン 10t 2 (Units) フォークリフト 2 保管棚他
2. 一般資材及び耐火物倉庫	建屋面積 $25m \times 70m = 1,750m^2$ フォークリフト 2 (Units) 保管棚他
3. 油脂倉庫	建屋面積 $50m \times 6m \times 2棟 = 600m^2$ クレーン 0.5t 2 (Units) フォークリフト 2 その他
4. 鋼材倉庫	建屋面積 $25m \times 30m = 750m^2$ クレーン 10t 1 (Unit) その他

6-14-4 倉庫レイアウト

6-13 整備設備参照

## 6-15 管理設備

### 6-15-1 概要

近代的製鉄所の管理設備として一般に考慮される設備には、次のようなものが挙げられる。

- a) 生産管理事務所
- b) 工場事務所
- c) 食堂
- d) 守衛所
- e) 診療所
- f) 消防所
- g) 病院
- h) 従業員社宅
- i) ゲストハウス
- j) 教育訓練センター、他
- k) 厚生施設（グラウンド、テニスコート、プール、体育館他）
- l) 道路、フェンス、下水等の付帯設備

本 Pre-F/S では、これらの設備のうち、後で述べるように、製鉄所構内に設置される設備のみを対象としている。

### 6-15-2 設備計画の前提条件

#### (1) 設置設備

製鉄所構内に設置する管理設備は、生産管理事務所、工場事務所、食堂、守衛所のみとした。診療所、病院、社宅等の設備は、構外のタウンシップに設置されるものとした。

#### (2) 主要設備概要

##### 1) 事務所・食堂等

##### a) 生産管理事務所

約300名程度（製鉄所従業員総数の約8%）の管理要員を想定し、文書保存や共通スペースを含め、1人当たり10㎡程度の大きさとなるように建物の大きさを計画した。



b) 工場事務所(サブセンター)

サブセンターは、原料設備・直接還元炉設備、電気炉設備・連鋳設備、  
圧延設備及び発電設備のそれぞれに隣接して、4カ所設置することにした。

c) 食堂

食堂は、生産管理事務所の要員の80%、工場作業員の10%の利用者  
を想定して計画した。また、給食設備も含んでいる。

d) 守衛所

製鉄所への入出門を3カ所計画し、それぞれに守衛所を設置した。

2) 交通・通信

a) 道路

主要道路は、片側2車線、計4車線の道路とした。各設備内の道路は原  
則として、片側1車線、計2車線の道路とした。

b) 通信

近代的製鉄所として適切な電話設備、ページングシステム等を計画した。

## 6-16 土木建築

### 6-16-1 概要

インドネシア次世代製鉄所建設プロジェクトにおける土木建築工事には、土地造成工事、港湾工事、工場設備の土木建築工事、管理設備及び境界フェンス、道路・下水等の付帯工事がある。

土地造成工事のような大規模土木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、複雑さのため、非常に難しい工事である。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工事遂行能力を有する者でなければならない。

インドネシアの建設会社の経験と能力についての詳しい情報はないが、本レポートでは、インドネシア工業省の指示に従って、建設機器、資材を含めてすべての土木建築工事は、インドネシアの建設会社によって行なわれるものとしている。

### 6-16-2 土地造成工事

#### (1) CILEGON

##### 1) 候補地の現状

製鉄所候補地は、P.T. KRAKATAU STEELの北側に位置し、海岸線と既設ハイウェイ及び鉄道に挟まれた地域となろう。この地域は、現地盤高さがMSL + 2.0 m ~ + 3.0 mの非常に平坦な土地である。

既設の構造物の主なものとしては、上述のハイウェイ及び鉄道の他鉄道の東側を走る送電線がある。

##### 2) 土地造成計画

土地造成計画に当っては、土工量をできるだけ少なくすること、既設の道路、鉄道、送電線等の構造物の撤去、移設工事を極力少なくすること、更には、港湾計画に当っての水際線の有効利用等を考慮した。

従って、前面海域を一部埋立てることによって、既設の構造物の大幅な撤去、移設を避けるとともに港湾計画に必要の水際線を容易に確保できるよう土地造成することにした。

また、造成地盤高については、既往最高潮位 (+ 1.421 m) や P.T. KRAKATAU STEEL敷地の地盤高を参考にし、MSL + 4.0 mとした。

土地造成に必要な土量は約600万 $m^3$ と予想されるが、本地区では、港湾建設に伴う浚渫土量がほとんど期待できないため、全土量を陸上の適当な採土地から搬入するものとした。

なお、採土地に関する情報が不明のため、ここでは、候補地から10 Km程度のところに採土地があるものと仮定した。製鉄所従業員のためのタウンシップは、今回のプレF/Sの対象にはなっていないが、この採土地跡はタウンシップエリアとして有効利用が計れるものと考えられる。

## (2) A R U N 地区

### 1) 候補地の現状

製鉄所候補地は、P.T. ASEAN ACEH 肥料工場(A.A.F)の境界に隣接して、西側に大きく広がる土地であり、A.A.Fの境界より西へ約4 Km、海岸線より既存の南方のハイウェイまでの約1.5 Kmに囲まれた地域となろう。

この地域は、ほとんど高低差がなく、非常に平坦な土地であり、現地盤高さは、M.S.L+2.0~2.5 m程度と思われる。

製鉄所用地と干渉する既存の構造物としては、養漁池、民家、鉄道等があるが、鉄道は既に廃棄されており、撤去に際しては、あまり問題はないものと思われる。しかしながら、養漁池や民家については、撤去・移設に当って補償の問題が発生するものと思われる。

### 2) 土地造成計画

土地造成計画に当っては、CILEGON地区の場合と同様、土工量、既設構造物、港湾設備計画等を考慮した。

造成地盤高は、最高潮位(+2.200 m)を考慮して、M.S.L+4.5 mとした。

土地造成に必要な土量は約900万 $m^3$ と予想されるが、この土量のうち約60%程度については、浚渫土を充当することになっている。残りの40%については、CILEGON地区の場合と同様、製鉄所候補地から10 Km程度のところに採土地があるものと仮定し、採土地から搬入することにした。また、900万 $m^3$ のうちの約10%の土量を、養漁池部分の軟弱土の置換土として見込んでいる。

6-16-3 製鉄所設備土木建築工事

(1) 計画条件

1) 計画地盤高

土地造成計画の中で述べたように、

CILEGON地区	M.S.L + 4.0 m
ARUN地区	M.S.L + 4.5 m

とする。

2) 基礎形式

Ⅴ章の1の地盤条件に述べた通り、CILEGON地区、ARUN地区とも地盤表層は15m以上の軟弱層であることが予想されるので、杭基礎形式を採用する。ただし、原料ヤードの軌条部基礎については、地盤の不等沈下、側方移動に対する維持・補修の容易性、経済性を考慮し、地盤改良によって必要な支持力の確保、沈下対策等を行うこととする。

基礎杭仕様、適用構造物及び支持力、改良地盤の支持力等については、以下の通りである。

a) 杭仕様、適用構造物

	寸法	適用構造物
P C 杭	φ400	コンベアー基礎、軽量機械基礎、一般建屋基礎
	φ500	一般機械基礎、工場棟基礎
鋼管杭	φ600	重量機械、振動機械基礎、トップヘビー
	φ700	構造物（煙突、高架水槽等）の基礎

b) 許容支持力、抵抗力

支持力・抵抗力	P C 杭		鋼管杭	
	φ400	φ500	φ600	φ700
鉛直支持力(t)	7.5	10.0	15.0	20.0
水平抵抗力(t)	4	7	12	15

e) 改良地盤の支持力

長期許容支持力  $15 \text{ t} / \text{m}^2$

3) 建屋仕様

建屋は、鉄骨構造建屋と鉄筋コンクリート構造建屋の2種類に分類した。

工場建屋は、鉄骨構造とし、その屋根及び壁は着色した亜鉛メッキ波形鋼板で計画した。

工場建屋以外の建屋のうち、生産管理事務所は、鉄筋コンクリート建屋で計画した。

運転室、電気室、サブセンター（工場事務所）等は、柱、梁、床を鉄筋コンクリートで、壁はレンガで計画した。

(2) 見積り条件及び範囲

1) 見積り条件

土木建築工事費の見積りのために、次の条件を前提とした。

- a) すべての材料、労役、機器等は、インドネシア工業省の指示に従って、インドネシア国内で調達できるものとした。
- b) 土木建築工事は、インドネシアのコントラクターによって請負契約がなされ、Ⅶ章の4に示す建設期間内で実施・完成されるものとした。
- c) 土木建築工事用の単価は、原則として、JICA質問状に対する1987年4月21日付のインドネシア工業省の回答に記述されている情報を基にして設定した。
- d) ただし、単価についての情報が得られなかった項目については、日本での経験をもとに仮定した。
- e) 質問状の回答に記述されている単価は経費及び利益を含むものとした。
- f) 土地造成に要する土量のうち浚渫土量分を除く土量は、製鉄所候補地から10 Km程度に採土地があるものと仮定し、その採土地から造成現場に採土・搬入することにした。その際、砂材料費は無償とみなし、採土から搬入までの費用を見込んだ。
- g) 土木建築工事において発生する掘削残土の土捨場は、製鉄所候補地の近隣に確保され、無償にて利用できるものとした。
- h) 土木建築工事で発生する不測の費用（不測の障害物の撤去費等）は土木

建築工事に含まないものとした。

## 2) 見積りの範囲

- a) 見積りは、製鉄所構内の土木建築工事に限定した。
- b) 従って、製鉄所構外の土木建築工事、例えば、製鉄所へのアクセス道路・鉄道、タウンシップ等の建設費用は、見積りに含まれないものとした。
- c) 机、椅子、ロッカー等の家具及び厨房機器は、見積り範囲外とした。
- d) 土木建築工事のためにのみ必要な仮設設備は、見積り範囲内とした。
- e) 土木建築工事の計画から実施・完成までに必要なエンジニアリングフィーは、見積り範囲外とした。

## 6-16-4 建設工事数量

建設工事の主要工事数量は、概略、Table 7-6-43 に示すように予想される。

表中の数量は、機器及び鉄骨構造物に対する建設工事数量である。その他に、鉄筋コンクリート建物、境界フェンス、各種地下埋設配管等に対する数量として、上記数量の概略10%程度の工事数量（鉄骨数量を除く）が追加されるものと思う。

しかしながら、上述数量は、CILEGON、ARUN両地域とも、製鉄所候補地の土質資料、地形測量結果、また、関連海域における深浅測量結果、海底地盤の土質資料等がないため、近隣地域の土質資料、地形図、海図等をもとにして見積った数量にすぎない。それ故、次の調査計画においては、候補地に対する土質調査、地形測量、深浅測量等を綿密に行い、それらについての正確な情報を収集する必要がある。そうすることによって、上述数量、建設工事費は訂正され、実際のでしかもより精度の高い数値に近づいていくであろう。

Table 7-6-43 主要工事数量

地域	CILEGON 地域						ARUN 地域						備考	
	項目	坑 S.P. ton P.C pcs	掘 (m <sup>3</sup> )	コンクリート (m <sup>3</sup> )	鉄筋 (ton)	骨 (ton)	掘 (m <sup>3</sup> )	コンクリート (m <sup>3</sup> )	鉄筋 (ton)	骨 (ton)	掘 (m <sup>3</sup> )	コンクリート (m <sup>3</sup> )		鉄筋 (ton)
設備														
港湾設備		7,500	-	38,000	4,500	-	-	68,000	7,600	-	-	-	-	-
原料設備		-	5,500	1,300	100	-	-	1,300	100	-	-	-	-	-
直接還元設備		2,850 1,260	60,000	45,000	4,050	600	3,550 1,260	60,000	4,050	600	45,000	4,050	600	600
電気炉設備		-	8,250	19,000	3,900	6,900	-	8,250	3,900	6,900	19,000	3,900	6,900	6,900
運送設備		-	9,700	16,700	1,350	5,100	-	9,700	1,350	5,100	16,700	1,350	5,100	5,100
圧延設備		3,300 4,870	26,600	7,350	5,500	9,250	4,100 4,960	27,000	5,500	9,250	7,410	5,540	9,760	9,760
ニューリライ-設備		-	36,550	69,400	5,680	4,180	-	36,550	5,680	4,180	68,700	5,620	4,180	4,180
中央整備・倉庫設備		-	28,500	17,500	1,220	5,770	-	28,500	1,220	5,770	17,500	1,220	5,770	5,770
輸送設備		-	1,500	800	80	-	-	1,400	80	-	800	80	-	-
管理設備		-	5,000	4,000	400	-	-	5,000	400	-	4,000	400	-	-
合計		SP13,650 PC14,050	911,500	285,200	26,780	51,800	43,650 14,155	913,400	29,860	51,800	315,100	29,860	52,310	52,310
土地造成工事		埋土	6 million m <sup>3</sup>				埋土	9 million m <sup>3</sup>						

1) 杭の項目のうち、鋼管杭(S.P.)の単位は ton、P.C 杭の単位は本(piece)である。

## 第VIII章 投資額の概算見積り





## 第VIII章 投資額の概算見積り

### 1. 投資額見積りの基本的考え方

#### 1-1 国内及び輸入調達区分

本ブレ F/S は詳細な調達区分を設定する段階にはないが、概算見積りの為に、次の条件を想定した。

- (1) 土地造成、土木及び建築工事：100%国内調達
- (2) 上記に関する諸資材：同上
- (3) 機械及び装置：100%輸入調達
- (4) 予備品：同上
- (5) 据付工事：とくに調達比率は想定せず
- (6) その他：後述2-3を参照

#### 1-2 見積りの基準

##### (1) 見積りの時点

国内調達：1987年3月

輸入調達：1987年6月

##### (2) 使用通貨

国内調達：インドネシアルピア

輸入調達：日本円（ルピアに換算）

##### (3) 為替レート

¥100 = Rp . 1,074.63

#### 1-3 物価変動の影響

本ブレ F/S における投資額は上記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んでいない。

#### 1-4 関税及びその他の税金の取扱い

調達区分の設定、税制の政策的可変性及び本プレF/Sの性格などに鑑み、税抜きベースで見積った。

#### 1-5 建中金利の取扱い

資金調達事項は本プレF/Sの対象外ゆえ、建中金利は計上していない。

但し、参考数値を別途メモにおいて示した。

## 2. 概算投資額

### 2-1 総投資額(単位:100万Rp)

CILEGON 2,497,285 (粗鋼トン当り  $1,557 \times 10^3$  Rp)

ARUN 2,627,696 ( "  $1,638 \times 10^3$  Rp)

総投資額のサイト別、費目別、設備別内訳を Table 8-2-1 に示す。

### 2-2 直接建設費(単位:100万Rp)

CILEGON 2,259,006

ARUN 2,381,909

直接建設費の大きな設備上位7位迄を次に掲げる。(単位:100万Rp)

CILEGON		ARUN	
1) 発電所プラント	683,289(30.2%)	1) 発電所プラント	684,879(28.7%)
2) DRプラント	291,201(12.9)	2) DRプラント	290,626(12.2)
3) 線材プラント	202,842(9.0)	3) 港湾及び荷役設備	274,488(11.5)
4) 受配電プラント	151,790(6.7)	4) 線材プラント	203,666(8.6)
5) 電気炉プラント	147,084(6.5)	5) 受配電プラント	150,843(6.3)
6) 棒鋼プラント	144,086(6.4)	6) 電気炉プラント	147,084(6.2)
7) 港湾及び荷役設備	135,054(6.0)	7) 棒鋼プラント	144,911(6.1)

直接建設費のサイト別、設備別内訳を Table 8-2-2 に示す。

また、サイト別、費目別、設備別投資額内訳を Table 8-2-3 及び 8-2-4 に示す。

### 2-3 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・フィーは新製鉄所側とエンジニアリング会社との間の相互関係により流動的であるが、本ブレF/Sでは経験的に推計額(総投資額の4%)を計上した。

#### (2) 開業準備費

会社の設立、建設マネジメント、その他操業態勢をととのえるための諸費用で

ある。経験的に推計額（総投資の0.3%）を計上した。

(3) 予 備 品

操業開始以降において必要な機械装置のための予備品及び取替部品で、操業開始以前に用意しておくべき調達額である。約2年分を計上した。

(4) コンテンジェンシー

「機械及び装置」の投資額の5%を計上した。

(5) そ の 他

サプライヤーの行なり教育訓練費及び車輛は「機械及び装置」の中に含まれている。なお操業指導費は対象外とした。

また、直接建設費に含まれている「輸送及び保険料」は「機械及び装置」と「予備品」の合計額の15%を計上した。

Table 8-2-1 総投資額

(単位：100万Rp.)

費目	CILEGON		A R U N	
	金額	構成比	金額	構成比
① 土地造成	58,395	2.3%	46,530	1.8%
② 土木及び建築	343,872	13.8	456,253	17.4
③ 機械及び装置	1,443,981	57.8	1,461,540	55.6
④ 据付	187,338	7.5	189,395	7.2
⑤ 輸送及び保険料	225,420	9.0	228,191	8.6
(直接建設費合計)	(2,259,006)	(90.4)	(2,381,909)	(90.6)
⑥ エンジニアリング・フィー	99,866	4.0	105,082	4.0
⑦ 開業準備	7,517	0.3	7,909	0.3
⑧ 予備品	58,694	2.4	59,717	2.3
⑨ コンティンジェンシー	72,202	2.9	73,079	2.8
(その他投資合計)	(238,279)	(9.6)	(245,787)	(9.4)
投資額合計	2,497,285	100	2,627,696	100

(粗鋼トン当り)

(1,557 × 10<sup>3</sup> Rp)(1,638 × 10<sup>3</sup> Rp)

Table 8-2-2 直接建設費

(単位：100万Rp.)

設 備	サ イ ト	C I L E G O N		A R U N	
		金 額	構成比	金 額	構成比
(1) 港湾及び荷役設備		13,505.4	6.0%	274,488	11.5%
(2) 原料処理設備		14,267	0.6	14,207	0.6
(3) 構内輸送設備及びストラップヤード		23,174	1.0	22,527	0.9
(4) 石灰焼成炉設備		19,527	0.9	19,527	0.8
(5) DRプラント		29,120.1	12.9	290,626	12.2
(6) 電気炉プラント		147,084	6.5	147,084	6.2
(7) 連鑄プラント		114,807	5.1	113,423	4.8
(8) 形鋼プラント		129,945	5.8	130,570	5.5
(9) 棒鋼プラント		144,086	6.4	144,911	6.1
(10) 線材プラント		202,842	9.0	203,666	8.6
(11) 酸素、アルゴン、窒素及び圧空供給設備		29,686	1.3	29,366	1.2
(12) 給排水及び天然ガス供給設備		10,638	0.5	8,369	0.4
(13) 発電所プラント		683,289	30.2	684,879	28.7
(14) 受配電プラント		151,790	6.7	150,843	6.3
(15) 試験分析設備		6,600	0.3	6,630	0.3
(16) 整備設備		55,901	2.5	55,488	2.3
(17) 中央資材倉庫		7,020	0.3	6,815	0.3
(18) 管理設備		33,700	1.5	31,960	1.3
(19) 共通設備		58,395	2.5	46,530	2.0
合 計		2,259,006	100	2,381,909	100

備考 1) ここでいわゆる直接建設費とは、土地造成、土木及び建築、機械及び装置、据付、輸送及び保険料の合計額である。

2) 共通設備には、土地造成58,395 (CILEGON)、46,530 (ARUN)を含む。

Table 8-2-3 投資額明細表

サイト: CILEGON

(単位:100万R.p.)

設備 費目	合 計	(1) 港 灣 及 び 荷 役	(2) 原 料 処 理	(3) 構 内 輸 送 及 び スクラップヤード	(4) 石 灰 焼 成 炉	(5) D R	(6) 電 気 炉	(7) 運 送	(8) 形 鋼 プラント	(9) 棒 鋼 プラント	(10) 鋳 材 プラント
① 土 地 造 成	58,395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
② 土 木 及 び 建 築	343,872	85,915	4,380	3,393	699	28,146	30,090	22,247	24,642	25,522	25,582
③ 機 械 及 び 装 置	1,443,981	37,537	80,600	17,033	150,450	200,376	93,492	73,612	83,391	93,923	140,454
④ 据 付	187,338	5,631	505	61	1,505	30,056	9,349	7,361	8,339	9,392	14,045
⑤ 輸 送 及 び 保 險 料	225,420	5,971	1,322	2,687	2,278	32,623	14,153	11,587	13,573	15,249	22,761
( 直 接 建 設 費 合 計 )	( 2,259,006 )	( 135,054 )	( 142,677 )	( 23,174 )	( 19,527 )	( 291,201 )	( 147,084 )	( 114,807 )	( 129,945 )	( 144,086 )	( 202,842 )
⑥ エ ン ジ ニ ア リ ン グ ・ フ ァ ー	99,866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑦ 開 業 準 備	7,517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑧ 予 備 品	58,694	2,267	752	880	140	17,108	860	3,632	7,093	7,737	11,284
⑨ コ ン テ ー ン ナ ン ジ ン	72,202	1,877	403	852	752	10,019	4,875	3,681	4,170	4,696	7,023
( そ の 他 投 資 合 計 )	( 238,279 )	( 4,144 )	( 1,155 )	( 1,752 )	( 892 )	( 27,127 )	( 55,335 )	( 7,315 )	( 11,263 )	( 12,433 )	( 18,307 )
投 資 額 合 計	2,497,285	139,198	154,222	24,906	20,419	318,328	152,619	122,120	141,208	156,519	221,149



サイト：CILEGON

(単位：100万R.p.)

費目	01 設備	(i) 酸素、アルゴン、窒素及び圧空供給	(ii) 給排水及び天然ガス供給	03 発電所	04 受配電	05 試験分析	06 整備	07 中央貯蔵庫	08 管理設備	09 共通設備
① 土地造成	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,595
② 土木及び建築	5,074	5,074	3,235	37,083	7,751	619	9,811	4,466	25,237	0
③ 機械及び装置	19,666	19,666	3,815	49,651	110,687	4,750	3,682	2,051	6,770	0
④ 据付	1,967	1,967	3,009	74,477	16,603	475	3,683	203	677	0
⑤ 輸送及び保険料	2,979	2,979	579	75,218	16,759	756	5,579	320	1,016	0
(直接建設費合計)	(29,686)	(29,686)	(10,638)	(68,328)	(151,790)	(660)	(55,901)	(7,020)	(33,700)	(58,595)
⑥ エンジニアリング・フィー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,866
⑦ 開業準備	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,517
⑧ 予備品	193	193	43	4,943	1,107	290	365	0	0	0
⑨ コンテナンション	983	983	191	24,826	5,534	238	1,841	102	339	0
(その他投資合計)	(1,176)	(1,176)	(234)	(29,769)	(6,641)	(528)	(2,206)	(102)	(339)	(10,738)
投資額合計	50,862	50,862	10,872	71,508	158,431	7,128	58,107	7,122	34,059	165,778

Table 8-2-4 投資額明細表

サイト：ARUN

(単位：100万円p.)

設備 費目	合 計	(1) 港 湾 及 び 荷 役	(2) 原 料 処 理	(3) 構 内 輸 送 及 び ス ク ラ ッ プ キ ャ ー ト	(4) 石 灰 焼 成 炉	(5) D R	(6) 電 気 炉	(7) 連 鋳	(8) 形 鋼 プ ラ ン ト	(9) 棒 鋼 プ ラ ン ト	(10) 線 材 プ ラ ン ト
① 土 地 造 成	4,6530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
② 土 木 及 び 建 築	45,6253	20,8893	4,520	402	699	27,571	30,090	20,863	24,461	25,541	25,600
③ 機 械 及 び 装 置	14,61540	4,9315	8,060	1,9075	1,5045	20,0376	9,3492	7,3612	8,4036	9,4567	14,1099
④ 握 付	18,9395	7,397	505	47	1,505	30,056	9,349	7,361	8,404	9,457	14,110
⑤ 輸 送 及 び 保 険 料 (直接建設費合計)	22,8191 (23,81,909)	7,683 (27,44,88)	1,322 (14,207)	3,003 (22,527)	2,278 (19,527)	32,623 (29,0,626)	14,153 (14,7,084)	11,587 (11,34,23)	13,669 (13,0,570)	15,346 (14,4,911)	22,857 (20,3,666)
⑥ エンジニアリング・フィー	10,5082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑦ 開 業 準 備	7,909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑧ 予 備 品	5,9717	3,235	752	946	140	17,108	860	3,632	7,093	7,737	11,284
⑨ コンテナンジェンシー	7,3079	2,466	403	954	752	10,019	4,675	3,681	4,202	4,728	7,055
(その他投資合計)	(24,57,87)	(5,701)	(1,155)	(1,900)	(892)	(27,127)	(5,555)	(7,313)	(11,295)	(12,465)	(18,339)
投 資 額 合 計	2,627,696	280,189	15,362	24,427	20,419	317,753	152,619	120,736	141,865	157,576	222,005

（単位：100万円）

サイト：ARUN

設備 費目	(1) 酸薬、アルゴ ン、窒素及 び圧空供給	(2) 給排水及び 天然ガス 供給	(3) 発 電 所	(4) 受 配 電	(5) 試 験 分 析	(6) 整 備	(7) 中 央資材倉庫	(8) 管 理 設 備	(9) 共 通 設 備
① 土 地 造 成	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6530
② 土 木 及 び 建 築	4,754	2,526	3,4929	6,784	649	9,398	4,276	23,497	0
③ 機 械 及 び 装 置	18,666	2,740	499,391	110,687	4,750	3,6828	2,031	6,770	0
④ 据 付	19,67	2,687	749,09	1,6603	475	3,683	203	677	0
⑤ 輸 送 及 び 保 險 料	2,979	416	75,650	1,6769	756	5,579	305	1,016	0
(直接建設費合計)	( 29,366)	( 8,369)	(684,879)	(150,845)	( 6,630)	( 55,488)	( 6,815)	( 31,960)	( 4,6530)
⑥ エンジニアリン グ・フィー	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5082
⑦ 開 業 準 備	0	0	0	0	0	0	0	0	7,909
⑧ 予 備 品	193	32	49,43	1,107	290	365	0	0	0
⑨ コンテナインジエ ンション	983	137	24,970	5,534	238	1,841	102	339	0
(その他投資合計)	( 1,176)	( 169)	( 29,913)	( 6,641)	( 528)	( 2,206)	( 102)	( 339)	(11,2991)
投 資 額 合 計	30,542	8,538	714,792	157,484	7,158	57,694	6,917	32,299	15,9521

## 第IX章 結 論 と 勸 告



# 第IX章 結論と勧告

## 1. 概要

(1) インドネシア及び日本の両政府間で到達した合意事項に基づき、ステップⅠ（需要調査）及びステップⅡ（サイト調査）が実施され、引続いてステップⅢ（プレF/S）の業務が実施された。

(2) 本レポートはステップⅠからステップⅢまでを網羅するものである。

(3) 本レポートに用いられているデータは、インドネシア工業省をはじめとする公的機関を通じて提供されたものを基礎とし、それらに加えてそれぞれのステップで調査団員が現地で入手した資料も加味されている。

しかしながら、データ入手の困難であった分野については、各担当分野の団員の長年の技術的経験と知見に基づき推定したものもあることを付記しておく。

(4) 本プレF/Sの目的は、各ステップを通じて業務を推進する過程で、インドネシア側との間で次の様に設定された。

1) LHOKSEUMAWE (ARUN)地区及びCILEGON 工業団地にサイトを限定し、それぞれの地区に次世代製鉄所を建設するものとしてプレF/S業務を行なう。

2) 建設されるべき次世代製鉄所とは、中形形鋼、小形棒鋼及び線材を生産する条鋼一貫製鉄所を云うものとする。

3) 製鉄所の生産規模は、ステップⅠの調査結果をベースとして、粗鋼規模で200万t/yを超えないものとする。

但し、ステップⅠ調査時点以後の、インドネシアに於ける経済情勢の変化に鑑み、1990年以降の或る時期に、かかる需給ギャップが発生する事を想定するものとする。

4) 生産プロセスはインドネシア各地に産出する天然ガスを用いる直接還元法によることとし、他のプロセスについては検討の対象外とする。

5) プレF/Sでは、サイトの条件（気象、海象、地形、土質等）を勘案した、よ

り現実に近い姿での検討を行なうのではなく、所謂、製鉄所の概念設計のみを行ない、諸々の前提に基づいた建設所要資金の見積りを行なうものである。

従って本レポートの中に、財務分析及び経済分析は行なわれない事となった。

## 2. プレF/Sの結論

### (1) 簡素化された設備ライン・アップ

DR炉×2基→電気炉×4基→取鍋精錬炉×2基→連铸×2基→形鋼ミル、棒鋼ミル、線材ミルという極めて簡素化された生産設備構成で計画することが出来た。

### (2) コンパクトなレイアウトと将来の拡張への配慮

設備配置は物流が円滑となる様配慮し、且つ連铸 - 圧延のホットチャージ操業等の省エネルギーを可能ならしめるよう計画した。

将来設備拡張が必要な場合、容易に対応出来る配置ともしている。

### (3) 最新の技術レベルによる設備計画

次世代製鉄所にふさわしい最新の技術レベルを盛り込むこととして設備計画がなされている。即ち、

#### 1) 高 能 率

DR～圧延設備に至る迄、最も経済的かつ高生産性となる様に配慮されている。

#### 2) 高品質の製品生産

いわゆる特殊鋼などの高級鋼は、本プレF/Sでは対象としていないが、将来それ等の製品の生産が必要な場合、脱ガス設備やピレット手入れ設備などの若干の追加設備で対応出来る様に配慮されている。

#### 3) 低生産コスト

操業に必要な諸用役原単位や、素材対製品の歩留等、生産コストに影響する要因は、日本における類似の設備の操業実績をベースとして計画されている。

#### 4) 自動化、コンピュータ化された設備計画

設備計画にあたっては、要員経済と、品質安定との観点から設備の自動化、コンピュータ化に配慮されている。

#### 5) 環境保全への配慮

各設備を計画するに当り、公害対策設備（大気汚染、騒音、排水基準等）は、世界でも最も高いレベルにある日本の現状レベルを参考として計画している。

#### (4) 高レベルの労働生産性

直接生産に係わる要員のみで労働生産性を算出すれば、約400トン/人・年となる。

これは、本社機構等のいわゆる間接部門の要員を含んでいないが、仮りにそれらの要員を含めても、日本における同種の製鉄所の労働生産性と比較して、高いレベルにあるといえる。

#### (5) 効果的な設備投資額

新立地に新製鉄所を建設する場合の設備投資効率を見る一つの指標として粗鋼年間生産高当りの投資金額がある。本プロジェクトの場合、約1,100ドル/トン・年となる。

近年、これと対比すべき適当な例はないが、過去の製鉄所建設の例から見て、効果的な投資額であるといえる。

### 3. 勧告

本ブレフ/Sの目的並びに前提条件は前に述べた通りである。

今後、インドネシア政府が、本プロジェクトの推進を図るに際して、以下の様な事項について検討が必要であろう。

(1) STEP I 調査団の需要調査では1990年以降、条鋼類について供給不足を予測しているが他の機関による別の需要予測もあり、将来の鉄鋼需要についてはさらに詳細な調査を行なう必要がある。

(2) サイトの決定と詳細な現地調査

今回は ARUN 地区と CILEGON 地区の 2 カ所を候補地としているが、いずれかのサイト 1 カ所に限定し、詳細な現地調査を行なうべきである。調査に当って



は第Ⅵ章で述べられている項目に準拠して行なうとよい。

(3) 天然ガス、工業用水、電力事情の詳細調査。

(4) 詳細現地調査に基づく建設所要資金の見直し

特に土木工事（港湾を含む）、機器据付工事費を中心として見直すべきである。

(5) 建設期間の短縮

総合建設工程の遅滞は、本プロジェクトの収益性に大きく影響する。

(6) 財務分析、経済分析の実施

本プロジェクトの実施に当っては、上記見直しされた建設所要資金をベースとして、採算性につき検討されるべきである。

(7) 代案の検討

天然ガスの産出と、電力事情やサイト周辺地区のインフラストラクチャーを勘案すると、インドネシア工業省が考えている ARUN 地区に直接還元設備を設置し、CILEGON 地区に電気炉設備以降の設備を設置するという案は、極めて現実的な考え方であると思われる。

その際、初期投資を少なくする為に段階的な設備建設についても、検討されるべきであろう。

(参考)

インドネシア共和国次世代製鉄所建設計画

プレF/S プロGRESSレポート



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

P.O. BOX 216 MITSUI BLDG.  
2-1, NISHI-SHINJUKU, SHINJUKU-KU, TOKYO  
160 JAPAN

Jakarta, March 11, 1987

Ministry of Industry  
Republic of Indonesia

Attn : Ir. H.M. Toyib

Director of Basic Metal Industry

Subject : Progress Report for the Pre-Feasibility Study on the  
National Iron and Steel Development for the Second  
Generation in the Republic of Indonesia

Dear Sir :

Attached 15 copies are the Progress Report prepared by the  
Step III mission of JICA for the captioned study.

In this report, the premises for the Study are described under  
item 3.b. The Step III mission will develop the captioned  
study in Japan based upon these premises.

The premises are based upon technical information and data  
obtained officially through governmental agencies.

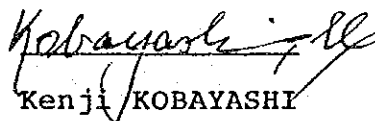
The answers to the questionnaire which was mailed in mid  
February 1987 to MOI are anticipated to be given to JICA  
within two weeks after JICA mission's arrival to Japan, and  
the information to be contained in these answers will also be  
the basis of the pre-feasibility study, if they arrive Japan  
timely for the study.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

P.O. BOX 216 MITSUI BLDG.  
2-1, NISHI-SHINJUKU, SHINJUKU-KU, TOKYO  
160 JAPAN

If you agree to the above, please return one copy of this letter to us by signifying your concurrences.

Truly yours,




Kenji KOBAYASHI

Mission Leader

The Feasibility Study Mission (JICA)

Agreed and confirmed :



Ir. H.M. Toyib

Director of Basic Metal Industry

M O I.

PROGRESS REPORT

FOR

THE PRE-FEASIBILITY STUDY

ON

THE NATIONAL IRON AND STEEL DEVELOPMENT FOR

THE SECOND GENERATION IN THE REPUBLIC OF INDONESIA

MARCH 11, 1987

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

TOKYO, JAPAN

## CONTENTS

1. Objective of the Study Team
2. Members List of the Mission and their Jobs
3. Methods for Executing the Study
4. Study Schedule
5. Organization List for Study Visit

## The Pre-Feasibility Study

on

the National Iron and Steel Development for  
the Second Generation in the Republic of Indonesia

### 1. Objective of the Study Team

#### a. Background

In the Republic of Indonesia, with a fast growth of steel demand, steel production was predicted to be short.

The Government of Indonesia therefore was anxious for construction of a new steel mill and requested Japan, in February 1983, to cooperate in a study for such steel mill. The request was carefully considered by the Japanese government and it was decided that a study mission consisting of staffs from member companies of the Japan Iron and Steel Federation with the Federation acting as liaison office was to be dispatched to Indonesia. The mission for preliminary studies for the study was sent three times; in July 1983, February and August 1984, and all the three study teams were conducted by Japan International Cooperation Agency and the Japan Iron and Steel Federation as missions under direct control of the Japanese government. The current mission is the mission for Step Three of the study (herein-after



called Step III mission) and its objective was to carry out in the form of a pre-feasibility study without conducting a soil investigation, covering two sites, Cilegon and Arun, for future location of the non-flat steel plant. The members of Step III mission are shown later.

b. Objective of the Study

Objective of the study is to conduct a study on technological and economic feasibility of the National Iron and Steel Development for the Second Generation in the Republic of Indonesia.

Overall procedures of the study were agreed between DGMBI MOI in charge of the study on the Indonesian side and the preliminary study team dispatched in July, 1984 and the scope of works including such agreement was signed on July 31, 1984. According to the scope of works and the minutes of meeting signed on December 20, 1986, the Step III mission conducted field studies on the conceptional design of the plant, environmental control measures and construction costs (rough estimation) etc. from March 1st to 11th, 1987, with cooperation of DGMBI, the counterpart in this study on the Indonesian side.

In order to achieve the above objectives, the Step III mission covered the following items.

- 1) Preparation of the conceptual design of the plant
  - a. Study on the type of products and their optimum production scale
  - b. Determination of the process
  - c. The design standards and process flow sheet including material balance of the proposed plant
  - d. Layout of the proposed plant
  - e. Drawings of the plant
  - f. Plant construction plan
  - g. Operation program including organization and man power plan
- 2) Environmental control measure
- 3) Financial analysis
  - a. Overall investment costs (rough estimation on construction cost)

## 2. Members List of the Mission and their Jobs

- a. Kenji KOBAYASHI, Mission Leader

Overall management of the mission and preparation of a master plan for this project

- b. Masahiro OISHI, Technical Coordination

In carrying out the survey, coordination of assignments of the following 11 members as well as

matters not assigned to them, e.g. studies for such subjects as central maintenance and repair shops and central material warehouses.

- c. Itsuo NOZAWA and Ichiro OKUMURA, Civil Engineering  
Success of construction of the steel plant depends firstly on availability of effective land of 300 ha and secondly on possibility of construction of port which can accomodate flow of various materials corresponding to the production of maximum 2 million tons of steel a year.  
Assigned to the study of overland portion and marine transportation part of civil engineering work. They studied, in addition to the above, the main office, refectory, other office buildings, roads and water intake and drainage facilities within the proposed sites of the steel works.
- d. Shigeki SATO, Raw Materials  
Assigned to the study of the raw materials yard facilities and raw materials test/analysis facilities, and if required pellet firing and ore crushing facilities.
- e. Hiroshi NAGUMO, Gas Based Direct Reduction Plant  
Assigned to the study of gas based direct reduction plant (including the process ranging from raw materials acceptance to DRI temporary storage) and sub-center office of iron making area.
- f. Jutaro SHIMOGO, Electric Arc Furnace Plant  
Assigned to the study of the EAF plant (including the

furnace-side scrap yard, materials yard and furnace lining), lime calcining plant and steelmaking test/analysis facilities.

g. Shinya UEDA, Continuous Casting Plant

Assigned to the study of the CC plant (including the ladle/tundish shops, and cranes for EAF/CC), temporary billet yard (in CC plant), outgoing billet yard (if billets are to be sold) and sub-center offices within the steelmaking area.

h. Masaru SHIMIZU, Rolling Plants

Assigned to the study of the rolling plants (wire-rod mill, bar mill and section mill), test center, products warehouse, billet yards (in rolling plants), and sub-center offices within the rolling area.

i. Yoshiki NAKAHARA, Energy-Utility

Assigned to the following studies:

Power supplies and communications (power plant, power receiving/distributing facilities, and local communications facilities);

water supply/discharge (local reservoirs, raw water treating facilities, sea-water intake facilities, and waste water treating facilities);

Oxygen (oxygen plant, holder, compressed air facilities (air center), etc.);

Local utility piping (utility piping for oxygen, natural gases, nitrogen and water to all plants and mills).

j. Yoshishige UEMURA, Transportation

Assigned to the following studies:

Wharf handling facilities (raw materials wharf handling facilities, products wharf handling facilities and wharf-raw materials yards conveyance facilities);

Local transportation (rail-road transportation (including shunting yard), trackless transportation (including fire engine and ambulance-car), and weighers (for trucks and rail-road vehicles) ;

Treatment of scrap and wastes (scrap yard facilities, slag disposal facilities, heavy scrap treating facilities and slag/waste dump).

k. Hideyuki YOSHII, Coordination on Investment

Relevant studies for estimation of investment cost.

Studies for laws and regulation regarding equipment investment.

l. Yoshiki TAJIRI, Demand and Supply of Steel

Reviews for demand and supply of steel in the Republic of Indonesia.

Complementary study to STEP I and II.

3. Methods for Executing the Study

a. Method of Study

The study to be conducted by the Step III mission comprises a pre-feasibility study on the two sites in Cilegon and Arun areas presented by the Indonesian side.

for the purpose of working out a rough estimation of the total amount of investment required for the construction of new integrated non-flat steel plant. An outline of the study method is shown in the flowchart on the following page.

The field survey consisted :

- \*Re-confirmation of conditions at the two sites; and
- \*Re-confirmation of principal production processes to be adopted

in order to set necessary premises for construction.

The product mix will be established with reference to the results of step I study and/or the demand and supply balance sheet as provided by the Ministry of Industry. Materials balances will be worked out from the yield and various amounts of consumption to decide the capacity of the individual facilities and quantity of required raw materials, slag, gases and others. The plant layout will be prepared on the basis of these facilities to be installed.

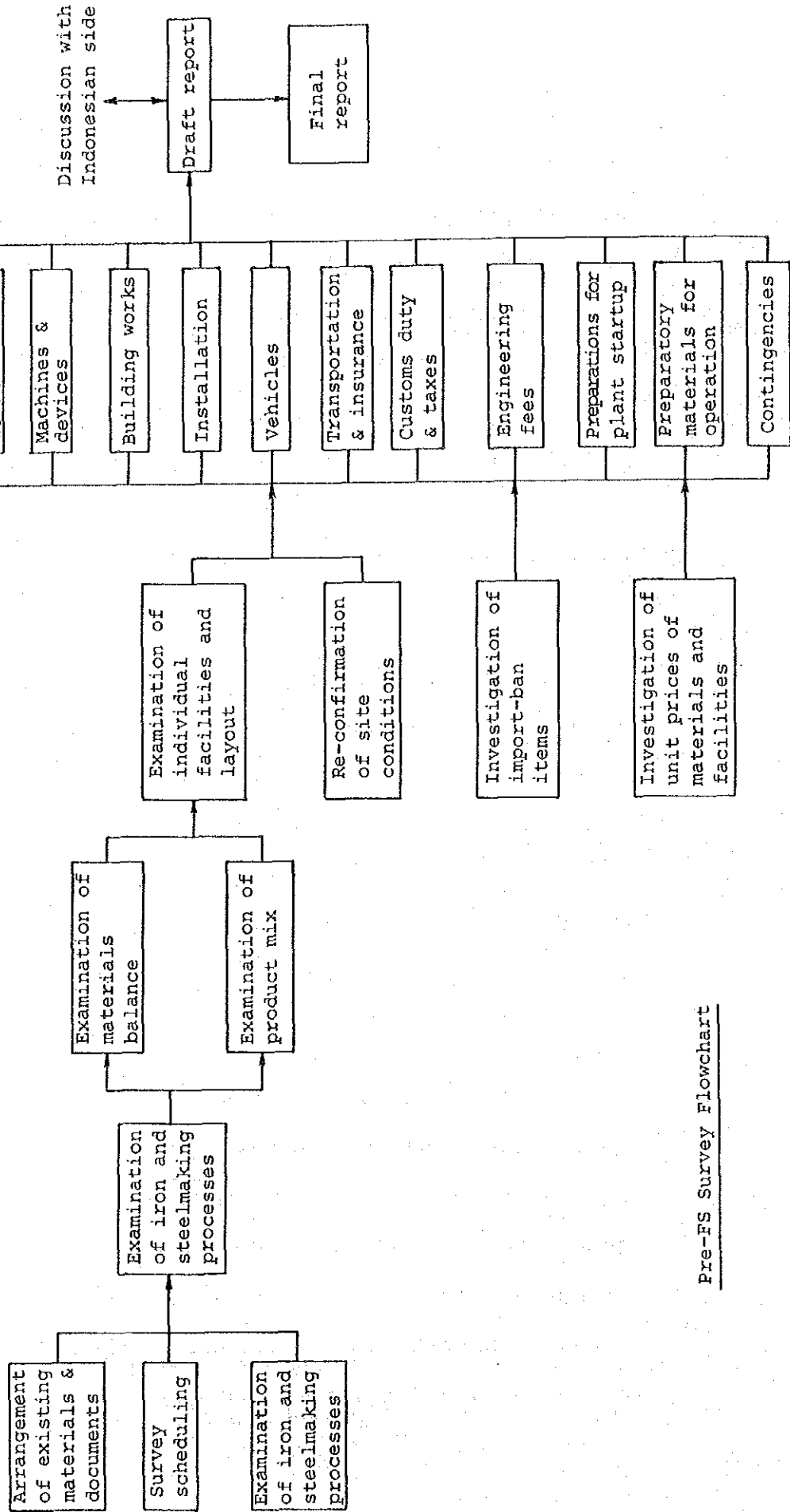
Necessary machines, installation cost and civil engineering and construction costs will be calculated for each of the facilities ranging from raw materials acceptance to ironmaking, steelmaking, rolling and products shipment. Also common costs such as those for local transportation including necessary vehicles for conveyance, utility cost and engineering fees as well as

Preparatory jobs  
in Japan

Selection of iron and  
steelmaking processes

Rough estimation  
of investment

Report



Pre-FS Survey Flowchart

materials for operational preparation will be calculated, and the total amount of investment will be roughly estimated.

b. Premises for the Study

During the period of the Step III mission's field survey, the followings were confirmed by and between DGMBI MOI and the Step III mission as the premises for the Study :

1) Demand and supply

DGMBI MOI stated that there was no significant demand increase of non-flat products for the coming years 1990 and 1995 according to the studies conducted by the consultants of the third country.

However, DGMBI MOI and the Step III mission agreed that the Study should be proceeded with on the assumption that the demand for non-flat products would increase as per the study results of Step I in some years after 1990.

2) Product mix

It was confirmed by and between both parties that the non-flat products should include wire rod, bar and medium section products.

3) Plant capacity

The production capacity of individual plants to produce the above products should be planned by the Step III mission paying due attention to the above



circumstances for the steel demand.

Accordingly, an optimum production capacity will be planned from technical and economical points of view for each of productive installation units within the total annual production capacity of 2.0 million tons of crude steel.

#### 4) Production processes

It was confirmed by and between both parties that the production processes to realize the above production should be :

- Gas - based direct reduction process,
- Electric arc furnace steelmaking process,
- Continuous casting process, and
- Rolling mill process.

#### 5) Proposed plant sites

As requested by DGMBI MOI, the study will be conducted on the conditions that Cilegon and Arun are the possible two plant sites, that one complete process from direct reduction process to rolling process will be planned for each of the proposed two plant sites, and that the comparative study of the two sites will not be conducted because of lack of data for local conditions such as soil and topographical data, etc.

However, since the equipment planning will be developed through such a manner that the utilities demand for each of the productive units, e.g.

required volume and specifications for electricity, natural gas, water, etc. are to be separately indicated, and that the capital cost investment will also be separately estimated, it will be possible for DGMBI MOI to develop the further study to install selected productive units of the integrated installations to one of the possible plant sites and to install the remaining installations to the other plant site, in case necessary.

The Step III mission will comment on this matter in the draft report from a technical point of view, in case deemed technically favorable.

#### 6) Utilities

##### (6-1) Arun area

###### (i) Industrial water

The sources of industrial water are abundant around Arun area.

###### (ii) Electric power

The installed capacity of power plant and the power network around Arun area have to be increased in advance with the demand growth caused by the proposed steel works.

##### (6-2) Cilegon Area

###### (i) Industrial water

The possible shortage of water supply, mainly caused by the future expansion plan of P.T.

Krakatau Steel, is to be solved by feeding water from Karian reservoir which is now being considered by the Forest Ministry (refer to JICA Report 1985). The proposed steelworks has to depend upon the Karian reservoir as well as P.T. K.S.

(ii) Electric power

The installed capacity of power plant and the power network in West Java can support the operation of electric arc furnaces in the same way as at P.T. Krakatau Steel.

7) Civil and building engineering

(7-1) Purpose of site survey

Generally, the purpose of site survey regarding civil and building engineering in this type of study must be to investigate topography, subsoil conditions, prices of main construction materials, sources of basic materials, etc. necessary to develop the plan of civil and building work of an integrated steel plant to be recommended.

(7-2) Status of site survey at present

(i) Data and information obtained

Data and information obtained through the site survey are listed below :

	Cilegon (PTKS)	Arun
(a) Topographic map	Not obtained	Not obtained
(b) Subsoil data of the site	Outline description of PTKS obtained	Brief description of assumed subsoil data of AAF obtained
(c) Hydrography off-shore of the site	Not obtained	Chart around AAF and Iskandar Muda harbor obtained
(d) Construction record	Construction duration of civil/building work for HSM, BT-CC obtained	Source place of rock and aggregates for concrete obtained.
(e) DWGS, specs, B/Q, etc.	General layout drawings, typical foundation dwgs, outline specs of bldg & foundation work of each plant obtained	A few preliminary dwgs and specs obtained
(f) Unit prices	Unit prices of materials, equipment, labor and civil/building works obtained. They will be reference data for rough estimation	Not obtained
(g) Design basis and standard	Not obtained	Not obtained

(ii) MOI's answers to questionnaire

Answers to the questionnaire have not been obtained yet from MOI. However, MOI arranged and coordinated the appointments with PTKS and AAF for the Step III mission to discuss and obtain data and information regarding civil and building works of integrated steelworks.

Answers from MOI to the questionnaire are anticipated to be given within two weeks after the Step III mission's arrival to Japan.

(iii) Consideration to the obtained data and information during development of the pre-feasibility study in Japan.

- (a) As a result of site survey, the Step III mission observed some obstructions to the site preparations work, such as villages, fish ponds, roads, etc. It will be assumed that any expenses and duties for removal, relocation and destruction of these obstructions will not be included in the civil and building engineering work for this pre-feasibility study.
- (b) The obtained data and information will be studied and the pre-feasibility study will be undertaken based upon them.
- (c) Due to the time limitation, in-house pre-feasibility study of civil and building works

will be initiated soon after this site survey. Therefore, some assumptions will be made because of lack of some data and information.

8) Method of estimation

Regarding the method of estimation of investment costs, the following items were confirmed by and between MOI and the step III mission:

- (i) The costs of civil and building works will be estimated with making use of Indonesian domestic prices as much as possible. However, in case of difficulty in getting appropriate data, Japanese prices may be applied.
- (ii) The costs of equipment, machinery, vehicles and spare parts will be estimated on the basis of FOB prices in Japan.
- (iii) Ocean freight and insurance cost will be estimated to be 10% of the FOB prices of imported goods.
- (iv) Inland transportation costs in Indonesia will be estimated to be 5% of the FOB prices of imported goods.
- (v) Contingency costs will be estimated to be 5% of the FOB prices of equipment and machinery.
- (vi) Interest during construction will not be included in the investment costs.

- (vii) Investment costs will be estimated on the basis without taxes and duties.
  - (viii) All items of investment costs will be shown in Indonesian Rupiah.
  - (ix) Exchange rate ; ¥100= Rp. 1074.63  
(Official rate of the Central Bank, on March 6th, 1987)
  - (x) Financing matters will not be considered in the pre-F/S report.
- C. Commonsensial conditions to satisfy the above premises

The site should satisfy the following conditions, further details being to be studied by the mission:

1) Land

An open space area of less than 300 ha as steel plant site (The land to be one single lot. For effective utilization of land and efficient steel plant operation, land of rectangular shape, e.g. 1,000m x 3,000m desirable. From the viewpoint of construction costs, land to be flat as much as possible). 300ha as site for housing (for this land, the above conditions for steel plant site are not necessarily applied).

2) Port facilities

For ensuring efficient and effective steel plant operation, the following facilities are necessary and besides it is highly desirable that they form part of the steel plant, namely, they are not far from the steel plant.

Raw material unloading berth

Scrap, sub-material and general cargo berth

Products shipping berth

3) Industrial water and sea water

200,000m<sup>3</sup> fresh water/day as cooling for various purposes -for replenishment- in the steel plant. If electric power is to be supplied from a power plant installed in the steel plant and not from outside sources, the power plant will require cooling water of

3,300,000m<sup>3</sup> sea water/day for 1,000 MW back power

(1,300,000m<sup>3</sup> sea water/day for 400 MW maximum power)

In addition, potable water is required as follows :

1,000m<sup>3</sup>/day for steel plant

10,000m<sup>3</sup>/day for housing area

2,500m<sup>3</sup>/day for boiler feed water



(This assumes that conventional steam turbine is employed for 1,000 MW back power)

4) Manpower

The productivity target shall be 200 tons/man-year. As manpower, 10,000 persons are required as employees including management down to workers at the lowest echelon.

The workers should satisfy at least the following conditions:

They can read and understand instructions and orders.

They can write, read and understand report.

5) Others

d. Investigation at Sites

- 1) In Jakarta, members visited MOI and related Ministries and Agencies, conducted interviews, collected data and information concerning their respective assignments.
- 2) Each of the proposed sites was visited and conditions of each site were studied extensively as time permits.
- 3) At the proposed site of Cilegon, all the members visited P.T. Krakatau Steel and its surrounding area, conducted interviews, col-

lected data and information. At the proposed site of Arun, five members, Messrs. K. Kobayashi, I. Nozawa, I. Okumura, Y. Nakahara and Y. Uemura visited AAF (ASEAN-Aceh-Fertilizer), conducted interviews and collected data and information.

#### 4. Study Schedule

Study schedule of step III mission is illustrated in Figure 1 which shows the study activities carried out in the Republic of Indonesia and also in Japan. Time interval and sequence of individual study components are shown also in the Figure.

The study and survey results in the Republic of Indonesia will be evaluated and formulated into the conceptual design of the proposed project during the study in Japan.

The report submission schedule is as follows:

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| * Inception Report           | March, 1987           |
| * Progress Report (Step III) | March, 1987           |
| * Final Report (Step III)    | End of December, 1987 |

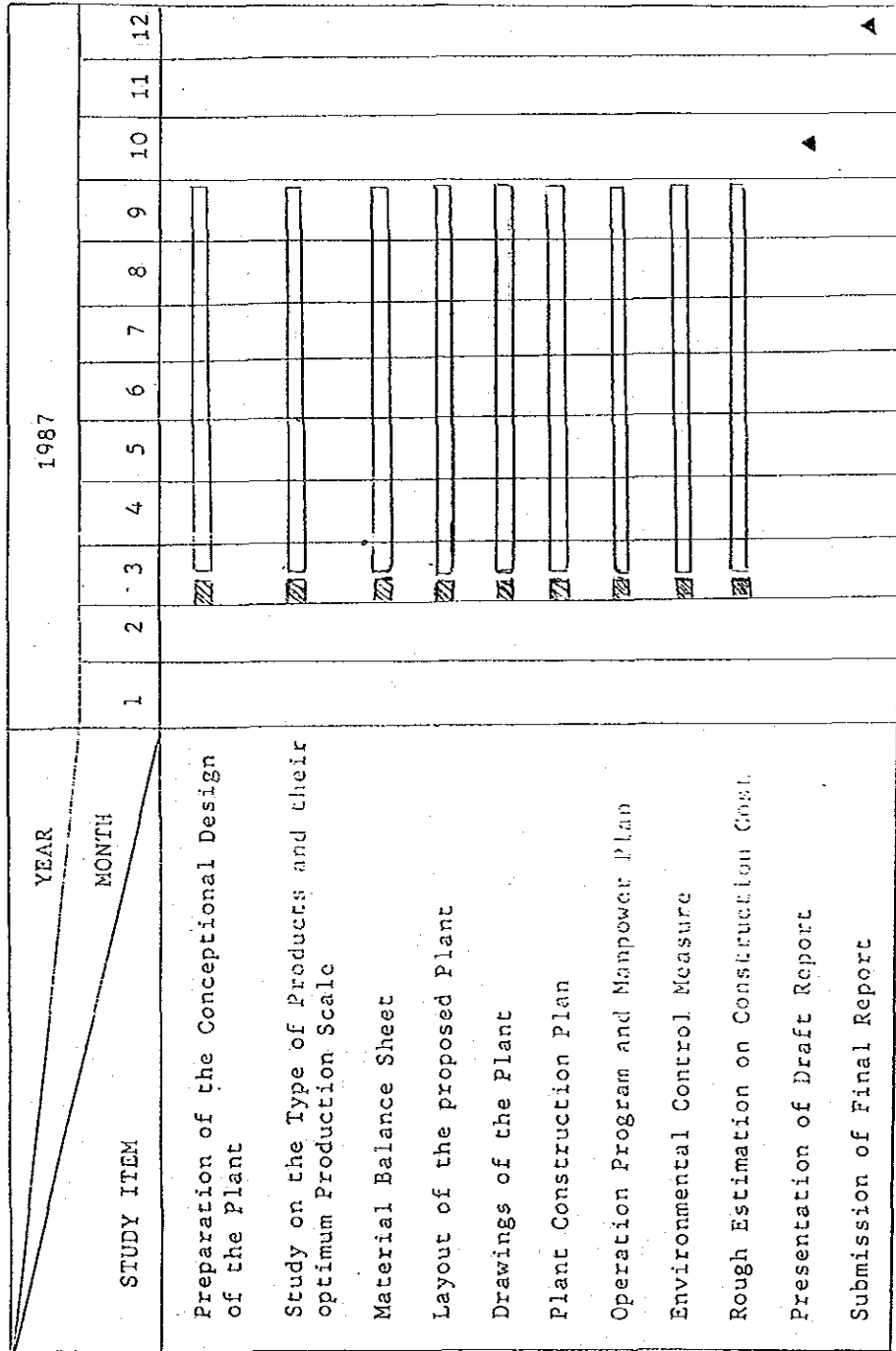
#### 5. Organization List for Study Visit

The list of organizations in the Republic of Indonesia visited for step III study and survey is shown in Table 1.

Table 1 Organization List for Study Visit

M O I	Departemen Perindustrian (Ministry of Industry)
D P E	Departemen Pertambangan dan Energi (Department of Mining and Energy)
P L N	Perusahaan Listrik Negara (National Electricity)
KRAKATAU	P.T. Krakatau Steel
B A R A T A	P.T. Barata Indonesia
Tosan Prima	P.T. Tosan Prima Murni
Pulogadung	P.T. Pulogadung Steel
A A F	Acean Aceh Fertilizer
I W W I	P.T. IWWI
Intan Pertiwi	P.T. Intan Pertiwi Industri
Indoporlen	P.T. Indoporlen
Unindo	P.T. Unindo
Jakarta Kyoei	P.T. Jakarta Kyoei
Tobu	P.T. Tobu Indonesia Steel
Universal Metal	P.T. Universal Metal
Kajima Corp.	Kajima Corporation
JETRO	Japan External Trade Organizator

Figure 1. OVERALL STUDY SCHEDULE



▨ Work in Indonesia

▨ Home Office Work

[ 別途メモ ]

参 考 資 料

建 中 金 利 の 概 算 例

(単位：100万Rp.)

1. 当該参考資料作成の目的

本ブレフ/Sに於ける概算投資額には建中金利支払額が含まれていない。資金調達事項がOut of Scopeとされたからである。しかしながら投資額の一つの要素たる建中金利の金額がどの程度となるかを認識したいと考えるのは当然のことである。

当該参考資料は、ブレフ/Sの性格上、マクロ的概算とならざるを得ないという限定条件を付したうえで、一つの参考に資するものである。

2. 投資額の年次別支出の想定

ブレフ/Sレポートの“総合建設工程表”にもとづいて、投資額の年次別支出は以下のようなものとなるものと推定した。

(単位：100万Rp.)

建設期間	CILEGON		ARUN	
	金額	割合	金額	割合
1	50,674	2.0%	90,987	3.5%
2	204,307	8.2	245,961	9.4
3	903,101	36.2	953,859	36.3
4	1,188,468	47.6	1,174,929	44.7
5	150,735	6.0	161,960	6.1
合計	2,497,285	100.0	2,627,696	100.0

3. 調達比率及び資金調達ソース

ブレフ/Sの性格上、精度の高い調達比率を設定することは困難ゆえ、以下の如きケースを想定した。また資金調達ソースとその比率を以下の如く仮定した。

区分	ケース	CILEGON			ARUN		
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース1	ケース2	ケース3
国内調達	国内調達	40%	35%	30%	40%	35%	30%
	輸入調達	60	65	70	60	65	70
資金調達	資本金	30%	30%	30%	30%	30%	30%
	自国ローン	10	5	0	10	5	0
	輸銀ローン	60	65	70	60	65	70

区分	年次	CILEGON						ARUN					
		1	2	3	4	5	合計	1	2	3	4	5	合計
年次別調達額	資金支出	50,674	204,307	903,101	1,188,468	150,735	2,497,285	90,987	245,961	953,859	1,174,929	161,960	2,627,696
	<ケース1>												
	資本金	15,202	61,292	270,930	356,540	45,222	749,186	27,296	73,788	286,158	352,478	48,589	788,309
	自国ローン	5,068	20,431	90,310	118,847	15,072	249,728	9,099	24,596	95,386	117,493	16,195	262,769
	輸銀ローン	30,404	122,584	541,861	713,081	90,441	1,498,371	54,592	147,577	572,315	704,958	97,176	1,576,618
	<ケース2>												
	資本金	15,202	61,292	270,930	356,541	45,221	749,186	27,296	73,788	286,158	352,478	48,589	788,309
	自国ローン	2,534	10,215	45,155	59,423	7,537	124,864	4,550	12,298	47,693	58,747	8,097	131,385
	輸銀ローン	32,938	132,800	587,016	772,504	97,977	1,623,235	59,141	159,875	620,008	763,704	105,274	1,708,002
	<ケース3>												
	資本金	15,202	61,292	270,930	356,541	45,221	749,186	27,296	73,788	286,158	352,478	48,589	788,309
	自国ローン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
輸銀ローン	35,472	143,015	632,171	831,927	105,514	1,748,099	63,691	172,173	667,701	822,451	113,371	1,839,387	
中金利	<ケース1>												
	自国ローン	342	2,063	9,538	23,656	32,696	68,295	614	2,888	10,988	25,357	34,380	74,227
	輸銀ローン	744	4,493	20,772	51,518	71,205	148,732	1,338	6,291	23,928	55,221	74,874	161,652
	合計	1,086	6,556	30,310	75,174	103,901	217,027	1,952	9,179	34,916	80,578	109,254	235,879
	<ケース2>												
	自国ローン	171	1,032	4,769	11,828	16,348	34,148	307	1,444	5,493	12,678	17,191	37,113
輸銀ローン	807	4,868	22,503	55,811	77,138	161,127	1,449	6,815	25,922	59,823	81,113	175,122	
合計	978	5,900	27,272	67,639	93,486	195,275	1,756	8,259	31,415	72,501	98,304	212,235	
利	<ケース3>												
	自国ローン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	輸銀ローン	869	5,242	24,234	60,104	83,072	173,521	1,560	7,339	27,916	64,425	87,353	188,593
合計	869	5,242	24,234	60,104	83,072	173,521	1,560	7,339	27,916	64,425	87,353	188,593	

4. 金利の条件

- (1) 国内ローン 13.5%/年
- (2) 輸銀ローン 4.9%/年

5. 概算建中金利合計

(単位：100万Rp.)

CILEGON			ARUN		
ケース1	ケース2	ケース3	ケース1	ケース2	ケース3
217,027	195,275	173,521	235,879	212,235	188,593

JICA