

4-4 アルゴン、窒素、酸素及び圧空

アルゴンの使用量が多い点の特徴である。プラントは酸素を分離する機能よりもむしろアルゴンを分離する機能に重点が置かれる。将来、酸素を過剰に製造する事が容易であるので酸素製造及び販売も可能である。いずれにしてもアルゴンを製造するために、酸素の一部を放散しながら運転するプラントである。

4-5 その他のユーティリティー

社員1万人分の飲料水供給と下水処理が必要である。いずれも設備の建設に問題はない。

4-6 輸 送

製鉄所は大量の重量物の搬入搬出があり、これに対応する輸送のための諸設備が必要となる。

(1) 海 上 輸 送

CILEGON、ARUN 両地区とも製鉄所に隣接した港湾設備を設置し原材料、副原料の受入及び製品の出荷を行なう。

CILEGON地区は原材料を受入れるために海上沖合にジェティを作り大型船が着岸出来るバースを設置し、スクラップ、石灰石、副原料の受入及び製品の25%を出荷出来るバースを海岸線に設置する。

一方ARUN地区は潮流の影響で防波堤で完全に囲まれた港湾が必要となり、その港湾内に原材料の受入、製品の82%を出荷するためのバースを設置する。

(2) 陸 上 輸 送

1) 道 路 輸 送

CILEGON 地区は製品の45%が道路輸送によって出荷され、又製鉄所で使用される資機材の受入れも道路輸送が主体となる。現在あるP.T. KRAK-ATAU STEELに加えて150万t/y級の製鉄所をCILEGONに設置すれば、CILEGON地区の道路は非常に混雑することが予想される。

JAKARTA/CILEGONを結ぶ自動車専用道路が完備されつつあり、この道路の完成が必要条件となろう。

一方ARUN地区は製品の18%をSUMATERA地区で消費されると予想して

いる。これらの製品は全て自動車によって輸送される。周辺の道路網は決して
良くはなく、今後のインドネシア政府の SUMATERA 地区開発に期待する。

現在 SUMATERA 横断道路が計画されているが、完成された暁には SUMAT-
ERA 地区の鉄鋼消費量も急増するであろう。

2) 鉄 道 輸 送

CILEGON 地区は JAWA 地区内を結ぶ鉄道網と結ばれており製品の 30% を
鉄道にて出荷することが出来る。しかし現在の CILEGON 地区の軌道の損傷
ははげしく修復の必要があろう。

一方 ARUN 地区は鉄道網が不備なため鉄道輸送は考えない。しかし将来にそ
なえて製鉄所内は鉄道が設置可能なレイアウトとしておく。

5. 工場立地の選定

5-1 経緯

本調査のステップⅠ及びステップⅡを通じて、日本側とインドネシア側とで合意された工場立地候補地は次の6カ所であった。

- 1) BONTAN AREA
- 2) CILEGON AREA
- 3) LHOKSEUMAWE AREA (ARUN)
- 4) PARE PARE AREA
- 5) TANJUNG ENIM AREA
- 6) YOGYAKARTA AREA

上記6カ所の候補地は、ステップⅡ調査団により、1985年7月～8月の間、詳細に現地調査が行なわれた。

現地調査の観点は下記の通りであった。

- 1) 候補地そのものの土木的要件（地形、地質等）
- 2) 港湾（港湾建設の難易度、海洋気象条件等）
- 3) 輸送（原料及び製品輸送の難易度）
- 4) 天然ガス（天然ガスの入手の難易度）
- 5) 電力（近隣地区での電力消費構造と自家発電設備計画の難易度）
- 6) 工業用水
- 7) 労働力
- 8) 周辺産業

以上の調査から、ステップⅡ調査団は、上記6カ所の候補地の中から、製鉄技術的にみて、製鉄所を建設する事が可能と判断される候補地は、南SULAWESIのPARE PARE地区と北SUMATERAのARUN地区であるとして勧告している。

5-2 ステップⅢにおける工場予定地

本ステップⅢにおける調査は北SUMATERA（ARUN）地区と、CILEGON工業団地を工場予定地として取りあげている。

CILEGON工業団地の工場候補地としての評価は工業用水と、天然ガスの入手の

容易性に対して疑念が持たれていたため、ステップⅡ調査団の勧告では低いものであった。

しかし、インドネシア工業省からの要請で、工業用水は将来予定されているダム
の建設により、CILEGON工業団地に新製鉄所の操業に必要な量が確保されること、
天然ガスは本章の3節に記述される如く、その需給は将来ともバランスするとは考
えにくい、現P.T. KRAKATAU STEELに於ける天然ガス使用量の節減と、同
製鉄所並びに近接諸工場（セメント工場等）における燃料転換がなされる事を期待
して本調査では候補地の一つとしてCILEGON工業団地を加えることとなった。

5-3 両候補地の特徴

製鉄所の立地は上記5-1の観点から検討されるべきであるが、ARUN及びCILE-
GONの両候補地に限って、それらの観点から再度整理すれば、次の様になる。

(1) ARUN 地区

1) 利 点

- a) 用地確保上の問題は少ない。
- b) 工業用水、天然ガスの入手に問題ない。

2) 不 利 な 点

- a) 港湾建設に多大の費用を要する。
- b) 近接地に電力消費量が現在では存在しないため、発電所建設計画に多大の
注意を必要とする。
- c) 周辺産業が現在は存在しないため製鉄所建設及び操業開始時期に、資材予
備品等の入手に困難が予想される。
- d) 建設並びに操業用の労働力をいかに調達するかも問題となる。
- e) 鉄鋼製品の消費地に遠い。

(2) CILEGON 地区

1) 利 点

- a) P.T. KRAKATAU STEELを中心として必要なインフラストラクチャー
が整備されている。
- b) 労働力を集め易い。
- c) 鉄鋼消費地に近い。

d) 陸上、海上輸送に特に問題ない。

2) 不利(疑問)な点

a) 工業用水の確保をさらに検討する必要がある。

b) 天然ガスの需給バランスを詳細に検討する必要がある。

以上のような利害得失はあるものの、本計画が実施に移される迄のインドネシアにおける社会変化を考えれば、上記不利な点のいくつかは解消されるものと考えるのが妥当であろう。

従って本計画ではインドネシア工業省の要請に基づき ARUN地区及び CILEGON地区の両地区について、次世代製鉄所の建設計画を検討することとなった。

第VII章 次世代製鉄所の概念設計

第VII章 次世代製鉄所の概念設計

1. 生產品種及び生産規模

本プロジェクトに於ける生產品種及び生産規模は第IV章で述べたインドネシア国内需要の見通しより、インドネシア工業省とステップⅢ調査団との間で以下の合意がなされた。

- 1) 生 産 品 種 — 形鋼、棒鋼、線材
- 2) 生 産 規 模 — 2,000千t/y 以内(粗鋼ベース)
- 3) 採用プロセス — DR(ガスベース) → 電気炉 → 連続鋳造 → 圧延

この大前提の下で一貫製鉄所として技術的、経済的に最適な生産規模を検討した結果、以下のような結論が得られた。

1-1 本プロジェクトの生産前提

- 1) 生産規模 — 1,500千t/y (製品ベース)
- 2) ミル別生産量及び製造サイズ範囲

ミ	ル	生 産 量	製 造 サ イ ズ 範 囲
		(千t/y)	
形	鋼	250	L 50~120、I 75~125 PB70~125、[75~125 T100~125
棒	鋼	650	10.0~50.0φ
線	材	600	5.5~16.0φ

- 3) 所内発生スクラップ及びスケールは出来るだけ当該製鉄所で再利用するものとする。
- 4) DRプラントでの塊鉱石・ペレットの比率は以下の通りとする。

塊 鉱 石 : ペ レ ッ ト = 3 0 : 7 0

5) 電気炉プラントでのDRI配合比率は以下の通りとする。

$$\text{DRI} : \text{SCRAP} + \text{SCALE} = 75 : 25$$

6) 連続鑄造プラントで生産した鑄片はすべて当該製鉄所の圧延工場向とし、外販用鑄片は予定しないものとする。

1-2 マテリアルバランス

前述の生産前提で製品1,500千t/yのMATERIAL BALANCEを記述したものがFig. 7-1-1である。

注) 単位: 千T/Y
 () 内は歩留%

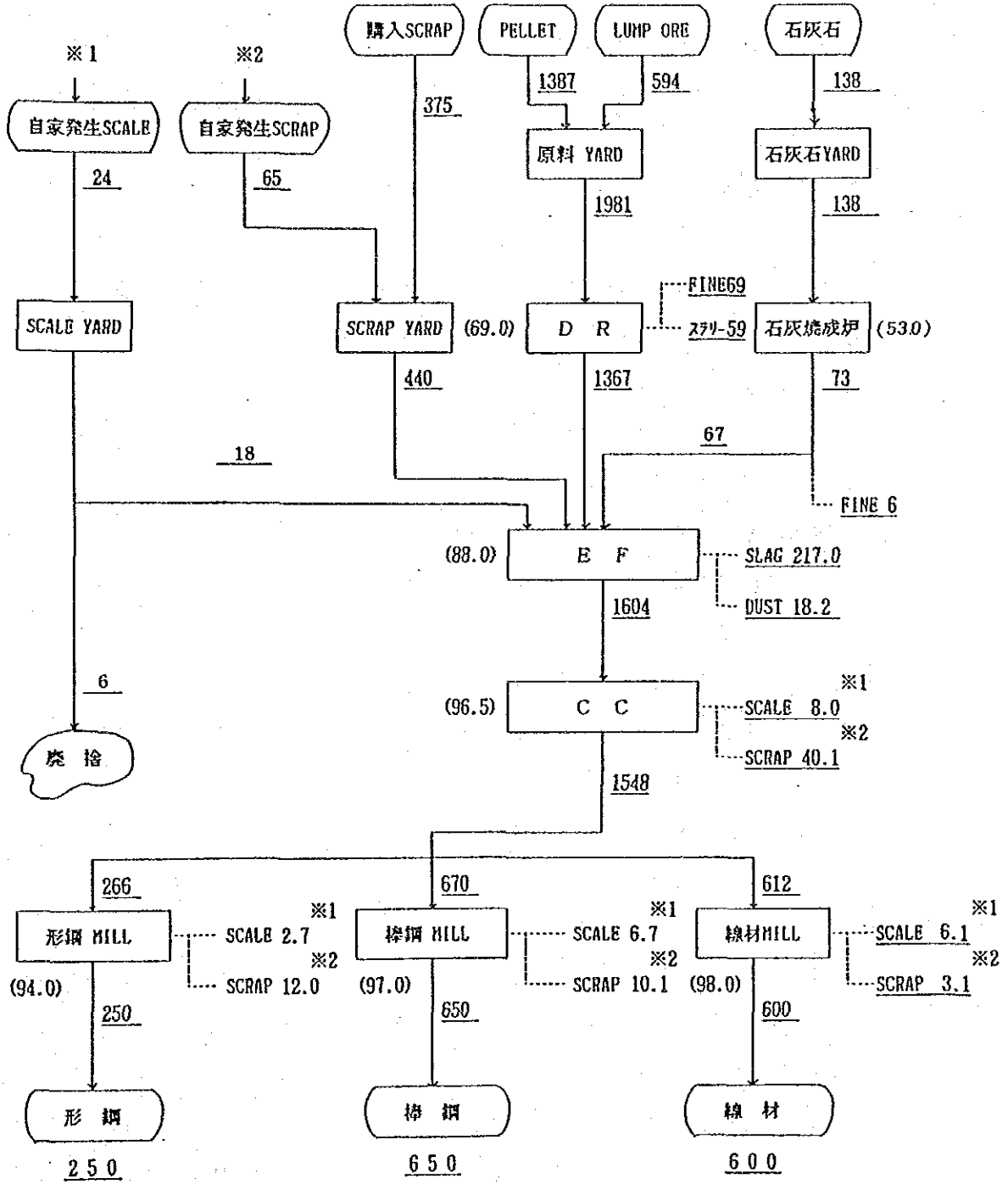


Fig. 7-1-1 MATERIAL BALANCE

2. 生産プロセスの決定

2-1 鉄鋼製造のための主要プロセス

現在、世界で幅広く採用されている鉄鋼製造プロセスは、下記3プロセスに大別される。

(1) 高炉—転炉法

豎型シャフト炉タイプの高炉の炉頂より、塊鉄鉱石や事前処理された焼結鉱又はペレットを主原料として装入し、同様に炉頂より還元剤として、石炭を乾溜したコークス、或いは木材を乾溜した木炭を装入する。

高炉下部より高温の空気を吹き込む事により還元剤と鉱石とを反応させ、炭素分を多く含んだ銑鉄が熔融状態で高炉下部より取り出される。

次いで、溶銑は転炉という容器に入れられ、溶銑上部より純度の高い酸素を吹き込む事により、溶銑中の不純物を酸化・燃焼し、所定の成分の鋼を製造する。

鋼の精錬をより効果的ならしめる為、転炉の下部より酸素或いは不活性ガスを吹き込む、いわゆる複合吹錬も一般的に採用されている。

(2) 電気炉法

スクラップを主原料とし、三相交流の電力を使用して鋼を製造する方法である。電気炉内に装入された原料と電極との間に、直接アークを発生させ、その高温を利用して原料を加熱溶解するものである。

(3) 直接還元法

電気炉法におけるスクラップに替るものとして、鉱石を固体状態で還元して得られる還元鉄を、主原料として用いる方法である。

還元鉄を製造するプロセスは各種あるが、天然ガスを用いるプロセスが世界的に最も普及している。

2-2 プロセス選定に際しての留意すべき点

前記3プロセスはいずれも確立された製鉄技術として、世界中で採用されているが、どのプロセスを、計画すべき新製鉄所に採用するかについては、以下の点を考慮せねばならない。

(1) 製鉄所の生産規模の大きさ

高炉—転炉法は、上流工程としてコークス製造設備や、焼結鉱又はペレット製造設備等が必要であるため、多大の初期投資が必要である。

従って、計画すべき製鉄所の最終生産規模があまり大きくない(200万t/y以下)場合は、他のプロセスの建設費に比し割高であるといわれている。

(2) 入手容易な原燃料の種別

スクラップが安価に、かつ豊富に入手出来、また安価な電力が安定的に供給される場合、生産規模の大小を問わず電気炉法を採用することが、一般的に建設費の観点からは経済的であると云える。

天然ガス、或いは石油系資源が豊富かつ安価に存在し、また電力が安価に入手出来る場合には、直接還元プロセスが採用される場合が多い。但しこの場合、製鉄所の最終生産規模は200万t/yを超えないケースが一般的である。

鉄鉱石の還元剤として石炭、木炭等の固体還元剤が、安価にかつ豊富に存在する場合、固体還元剤使用による直接還元プロセス(SL/RNなどのロータリー・キルン方式)や、木炭高炉—小型転炉プロセス等も現実的である。

2-3 ステップⅢで採用するプロセス

インドネシアに豊富に産出する天然ガスを還元剤としたGas Based Direct Reduction Process が、上記の観点から当然導かれてくる。

一方、固体還元剤を使用する直接還元プロセスについては、本章の6-3項に見られる如く、製鉄所近傍に開発された石炭産出源を有する立地に限定されている。

また市場調査の結果から、最終生産規模として200万t/yを超えない製鉄所として計画される。

以上の観点から天然ガスを使用する直接還元法を採用することが、他プロセスに比し極めて現実的であると判断されることから、本ブレF/SではNatural Gas Based Direct Reduction Process を採用することとなった。

3. 製鉄所総合レイアウト

3-1 レイアウト計画上の基本方針

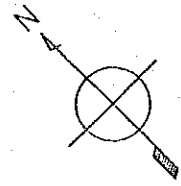
- 1) CILEGON地区及びARUN地区の2地区についてレイアウト案を作成する。
- 2) 上記2地区の新製鉄所サイト条件(敷地形状、地質条件 etc.)はステップⅡ、Ⅲ調査団の調査結果に基づき設定する。
- 3) 主原料及び副原料の大半は海送にて製鉄所に持込まれるものとする。
- 4) 製鉄所からの製品出荷はそれぞれの地区で以下の方法にて行われるものとする。

	海送	陸送
a) CILEGON地区	25%	75% (鉄道及びトラック)
b) ARUN地区	82%	18% (トラックのみ)

- 5) 製鉄所の生産規模は製品1,500千t/yをベースとするが、将来に対する拡張スペース(生産規模1.5倍程度)を考慮した設備配置とする。
- 6) 発電所、受水池、ノロ捨場は製鉄所内に設ける。
- 7) 製鉄所周辺はミニマム50m巾の環境保全帯(グリーンベルト)を確保する。

3-2 全体配置

- 1) 主要プロセス間の連結、原料及び製品の搬出入ルート、構内操車場等の物流面より、CILEGON地区、ARUN地区共生産プロセスの流れは岸壁→内陸→岸壁とすることがベストである。
- 2) 天然ガス、原水は内陸部より製鉄所に導入されるものと想定し、受水池、原水処理設備等は酸素工場と共に製鉄所内陸側、且つその使用量の多いDR、製鋼工場の近くに配置する。又、発電所は燃料オイルが海送にて持ち込まれるものと想定し、且つ海水による設備への冷却を考慮して受電所と共に製鉄所海側に配置する。
- 3) 製鋼工場と圧延工場の間はホットチャージが出来る配置とする。
- 4) 中央整備工場と中央資材倉庫は相互に密接な関係があるので隣接した配置とし、整備対象業務のウェイトが高い製鋼工場、圧延工場に比較的近い位置とする。
- 5) アドミ関係設備は対外者の出入に便利な製鉄所内陸側とし、原料ヤード、スクラップヤード等の粉じんの影響を出来るだけ避けた配置とする。



CILEGON SITE

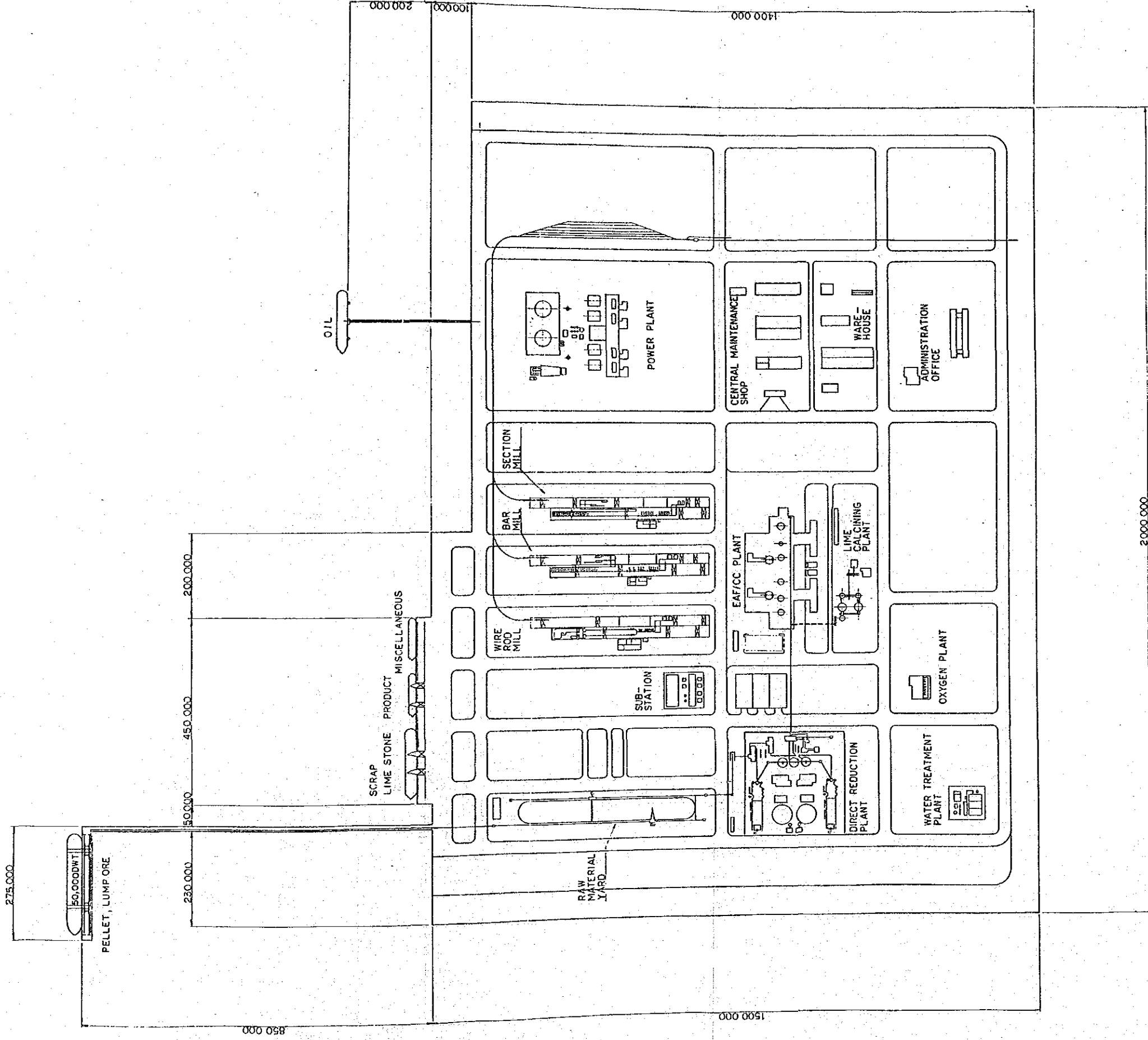
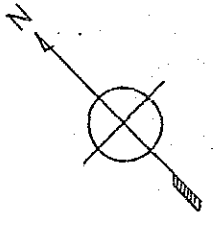


Fig. 7-3-1 GENERAL LAYOUT (CILEGON)



ARUN SITE

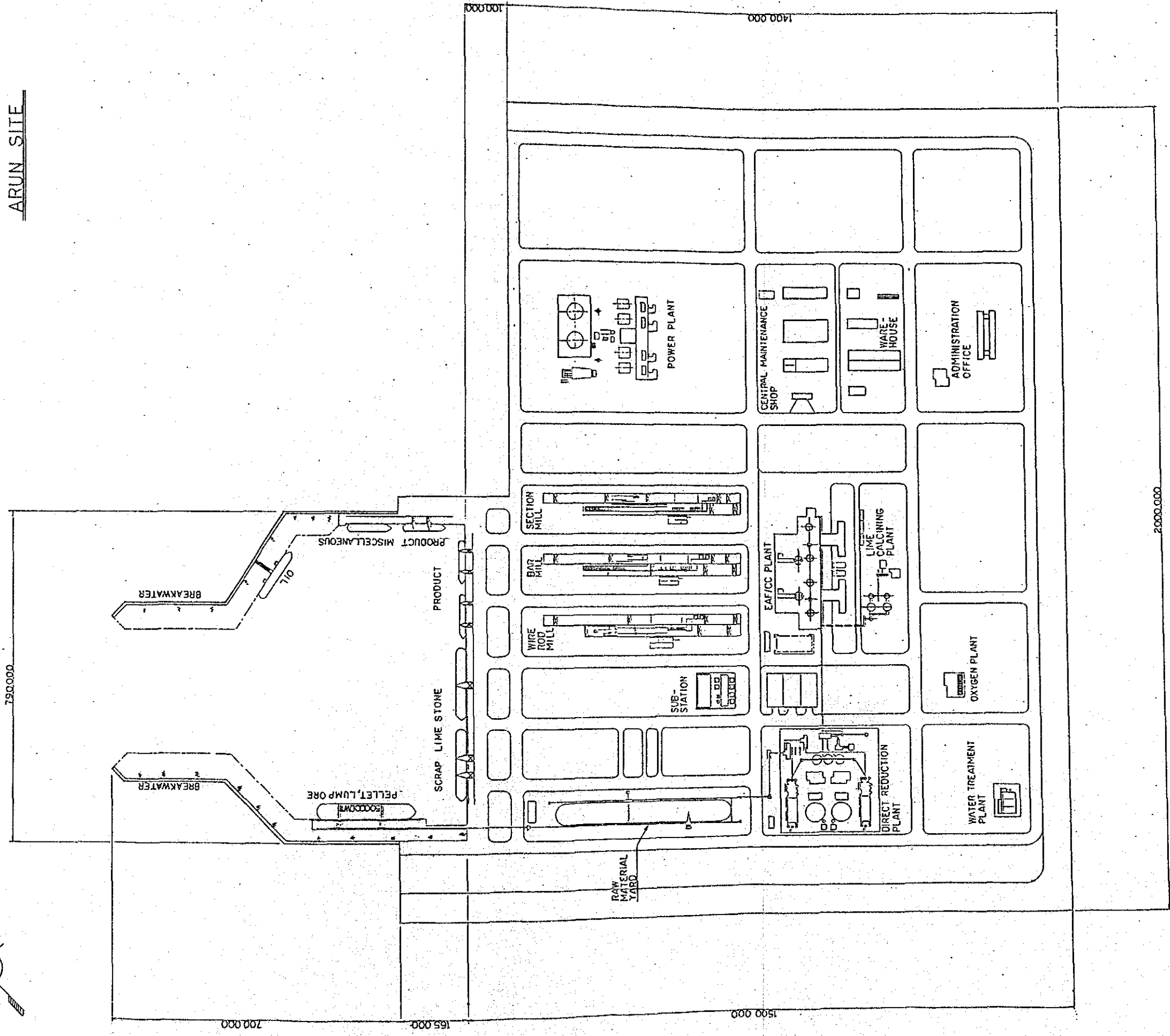


Fig. 7-3-2 GENERAL LAYOUT (ARUN)

以上の基本方針及び全体配置の考え方を図示したものが Fig.7-3-1 (CILEGON 地区) 及び Fig. 7-3-2 (ARUN 地区) である。

4. 総合建設工程

製鉄所全体の建設工程は、実際に建設の行なわれる時点で、現地工事にどの程度労働者、建設機械等を動員出来るかにより大きく左右される。

ここではそのような現地工事条件が比較的順調に準備されるものとして総合建設工程を計画する。

4-1 計画前提

1) 基本設備計画～設備購入契約は20カ月間を要するものとする。その内訳は以下の通りである。

- ・ 基本設備計画作成 — 6 (カ月)
- ・ 機器購入仕様書作成 — 4
- ・ 応札者見積 — 4
- ・ 見積評価・契約準備 — 6

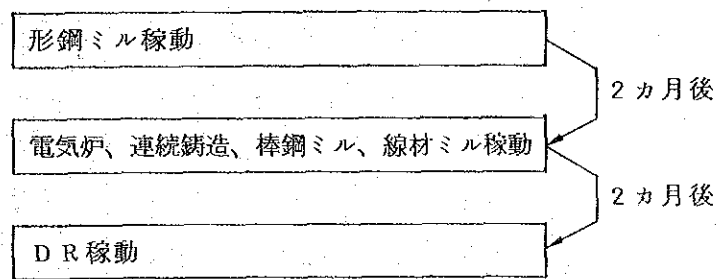
2) 主要生産プラントの立上げ期間は以下のように設定する。

- ・ DRプラント — 3 (カ月)
- ・ 電気炉プラント — 3
- ・ 連続鋳造プラント — 6
- ・ 形鋼ミルプラント — 12
- ・ 棒鋼ミルプラント — 6
- ・ 線材ミルプラント — 6

3) 設備建設に先行する土地造成及び工期が極めて長い発電所プラントについては上記生産プラントの設備購入契約時期より先行して契約する。

4-2 各プラントの稼動時期についての考え方

1) 主要生産プラント間の稼動タイミングは当該工場向材料調達等を考慮して以下のように設定する。

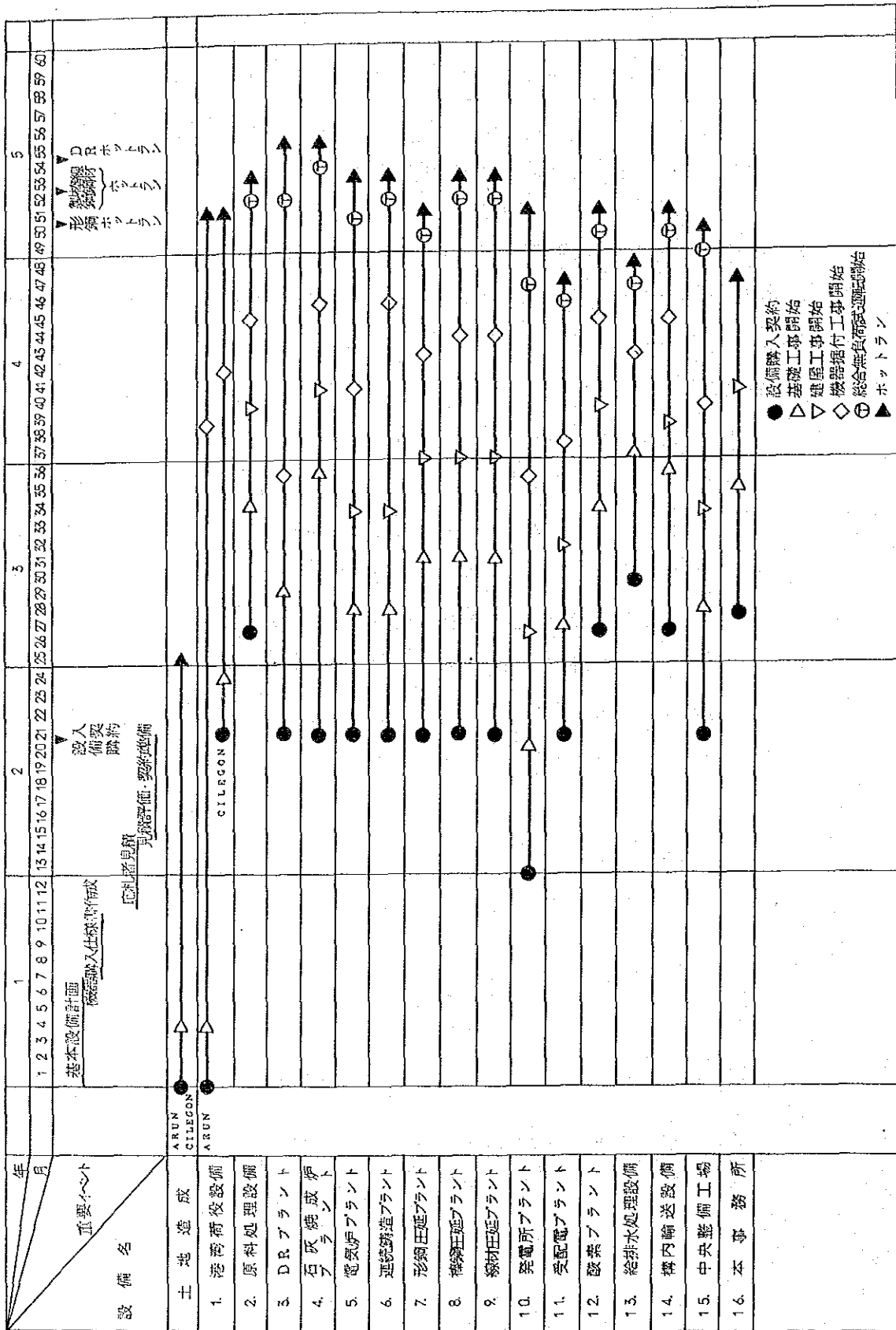


- 2) 港湾荷役設備の稼動開始は上記形鋼ミルに合わせる。
- 3) 原料処理設備の稼動開始は原料のストック期間を考慮してDRプラントの稼動開始2カ月前とする。
- 4) 電気炉プラントの稼動当初はスクラップ100%操業とし、石灰焼成炉プラントはDRプラントの稼動と同時期とする。
- 5) 発電プラントの稼動は形鋼ミルプラントに合わせる。この為、設備購入契約時期は工期の都合上主要生産プラントの契約時期より8カ月先行する。
- 6) 受変電設備の稼動は給排水処理設備の稼動に間に合わせる。
- 7) 酸素プラントの稼動は電気炉及び連続鋳造プラントの稼動2カ月前とする。
- 8) 給排水処理設備の稼動は形鋼ミルプラントの稼動3カ月前とする。
- 9) 中央整備工場の稼動は形鋼ミルプラントの稼動1カ月前とする。(但し、一部の設備については機器据付トラブルに対処出来るよう先行稼動を考慮する)

4-3 総合建設工程表

以上を考慮して作成した総合建設工程表を Fig. 7-4-1 に示す。

Fig. 7-4-1 総合建設工程表



5. 製鉄所の操業準備と要員計画

5-1 製鉄所の建設計画から操業開始まで

(1) 企画推進の母体

本プロジェクトが政府系プロジェクトであれ、民間プロジェクトであれ、先づ決定されるべきは、本プロジェクトの計画を具体化し推進する組織体を編成する事である。

(2) 企画推進組織の役割

本プロジェクトの推進母体の役割は以下の様なものである。

- 1) 資金調達計画
- 2) 用地の確保、主副原料、エネルギーの確保見直し
- 3) 建設計画、推進の組織体の編成
- 4) 操業準備推進の組織体の編成
- 5) 企業体としての組織の編成
- 6) 関連官公庁、地方自治体との折衝
- 7) 販売計画（含 原料、製品の輸送計画）
- 8) 要員計画
- 9) インフラストラクチャとの関連
- 10) プロジェクト全体の採算性のチェック、等

(3) 建設計画の推進

企画推進組織は企業の形態に応じ、上記、諸項目を強力に推進していくこととなろうが、ここでは製鉄所の建設を中心として、建設推進組織の業務の推進について、配慮すべき点が以下の様に考察されている。

1) 資金源に応じた機器、工事調達方式の検討

世銀融資であれ、二国間融資であれ、それぞれの資金源に応じて、機器及び工事の調達方式に制約を受ける場合がある。

また、国内産業育成の観点から機器調達に対して制約がある場合も考慮する必要がある。

従って調達すべき各プラントの調達方式 — 機器の購入契約単位、工事込みのフル・ターンキー方式か否かも含めて、 — を早急に検討する必要がある。

2) 土地造成

決定された立地でのレイアウトに基づき土地造成に先ず着手しなければならない。この場合に配慮すべきは建設工事に必要な資機材搬入ルートの確保、工
事用電力、水等の確保、建設労務者対策等である。

3) 機器・工事の調達準備

調達方式の決定に基づき実際の調達の為の準備を推進しなければならない。

即ち、各プラント・機器、工事等の仕様書の作成から入札、見積り評価業務
等々、一連の調達業務への準備である。一般に、これらの業務に対しては職業
的なコンサルタントが起用されるケースが多い。

建設推進組織の要員経済の面から、コンサルタントの起用が望ましいと云え
る。

4) 建設工事管理

機器、工事の調達が決まり、それぞれのコントラクターが決まったら、いか
に効率的に建設工事を行なわせるかが工期と建設後の機器の性能とに係わつ
てくる。

この時点でも、職業的なコンサルタントの起用によるコンストラクション・
マネジメントを行なう事が効果的である。

(4) 操業準備推進

建設の推進と並行して製鉄所の操業開始の為の準備が進められなければなら
ない。その準備には、以下のものが含まれる。

- 1) 製鉄所操業のための組織体制の検討
- 2) 各組織の要員計画の策定
- 3) 要員採用計画
- 4) 要員の採用に伴う付帯事項の検討（住居、通勤手段、福利厚生施設、等）
- 5) 要員の採用並びに訓練
- 6) 生産計画と、各設備の立上り生産計画の作成
- 7) 製造品種の製造体制の検討（製造標準、作業標準、等）
- 8) 操業に必要な資材、材料の準備（耐火物、潤滑油、ロール、等）

5-2 操 業 計 画

本プロジェクトで計画されている鉄鋼製品は、中形形鋼、棒鋼及び線材である。

それぞれの圧延工場の操業計画は、市場の要請に基づく注文量の多い品種並びに、要員訓練の観点から生産し易い品種とを勘案すべきである。

操業開始後は、いずれの圧延工場でも、1～2サイズ/月の新たな製品サイズの試圧延を行ない、遂次予定生産サイズの生産に習熟すべきである。

一般に、条鋼製品の圧延作業においては、圧延サイズを頻繁に変更する事は圧延工場の稼働率を著るしく低下させ、得策ではない。

従って1回の圧延チャンスで、同一サイズの製品を出来る丈多く生産するように、操業計画を策定すべきである。

5-3 要 員 計 画

製鉄所の操業に係わる要員のみが以下に示されている。

云う迄もなく、企業体として考える場合は、操業部門以外に、企業としての管理中枢機構の存在が必要である。

即ち、社長を初めとし、財務・経理担当部門、販売部門、購買部門、人事・労働部門、広報部門等々が必要な上に、さらに建設部門や研究開発部門も必要である。

しかし、それらの部門の要員は、ここでは含まれていない。

その理由は：

- 1) 企業の管理機構をどうするか、は、企業形態と、最高経営陣とによって決定されるべきものであり、
- 2) 従業員の資質、local conditins も加味して検討されるべきであり、
- 3) 建設部門では、コンサルタントの起用と併せて検討されるべきであり、
- 4) 従って、これらは本章の5-1(2)で云う企画推進組織が検討すべき役割であるからである。

Table 7-5-1 要員計画表

設備分野	管理者レベル	スタッフレベル	操業者レベル	計
原料処理	2	2	38	118
DRプラント		4	72	
石灰焼成炉	7	25	508	540
電気炉				
連続铸造				
形鋼圧延	2	8	CILEGON 250 ARUN 258	CILEGON 260 ARUN 268
棒鋼圧延	2	8	CILEGON 264 ARUN 272	CILEGON 274 ARUN 282
線材圧延	3	8	CILEGON 287 ARUN 295	CILEGON 298 ARUN 306
発電プラント	3	11	356	370
受配電プラント				
酸素プラント				
給排水処理	3	10	137	150
計装保守				
構内輸送 (含港灣)	4	4	CILEGON 419 ARUN 493	CILEGON 427 ARUN 501
試験分析	3	6	56	65
中央整備	21	16	877	914
倉庫	4	2	76	82
管理部門	52	248		300
計	106	352	CILEGON 3,340 ARUN 3,472	CILEGON 3,798 ARUN 3,930

6. 製鉄所内各プラントの概念設計

6-1 港湾及び荷役設備

6-1-1 港湾（岸壁及び護岸）

(1) 基本的考え方

製鉄所立地において港湾計画は、重要な位置を占める。製鉄所は運輸業であるといわれるように製鉄所には膨大な原料が搬入され、そこで生産された製品が搬出される。CILEGON、ARUN のサイト予定地を臨海域に設定しているのもこの膨大な貨物を海上輸送することが経済的であるからである。したがって、その海上輸送をする船舶を受け入れる港湾施設は、製鉄所の中でも重要な施設であり、物流効率、自然条件を考慮したレイアウトや構造形式とする必要がある。

新製鉄所には、ペレット、スクラップ、石灰石等の荷揚ベース、製品出荷ベース、重油荷揚げベースが建設される。

ステップⅢ調査は詳細な土質調査や深淺測量、潮流調査に基づくものではないために実施にあたっては十分な現地調査のうえ、計画を見直す必要がある。特に、大規模なサンゴ礁が存在した場合には港湾の位置を変更する必要がある。

(2) 設備計画の前提条件

1) CILEGON

ベース位置、規模等の選定は、次の条件を前提としている。

a) 原料ベース（ペレット）

原料であるペレットは輸入を前提とし、50,000DWT級満載鉍石専用船および120,000DWT級半載鉍石専用船を対象とし、計画水深17mの岸壁を1ベース建設する。

b) 原料ベース（スクラップ及び石灰石）

スクラップ及び石灰石を搬入する船舶は、最大35,000DWT級であり、計画水深13mの岸壁を1ベース建設する。

c) 製品ベース

CILEGON 地区では製品出荷は、船舶、貨車及びトラックを用いてなされるために、製品ベースは2基、対象船舶は、最大5,000DWT級の一般

貨物船であり、計画水深は 8 m である。

d) オイルバース

自家発電所の燃料である重油の荷揚げバースは、重油の搬送距離を短くするために重油タンクの前面に位置し、対象とする船舶は最大 10,000 DWT 級のタンカー、計画水深は 9 m である。

2) ARUN

航路、ターニング・ベースン、バース位置、規模等は、次の条件を前提として検討している。

a) 航路

進入航路の巾及び水深は、港湾を利用する最大船舶である 120,000 DWT 級半載鉍石専用船を対象として決定し、航路巾は、その船長 300 m、航路水深は 17 m とする。

b) ターニング・ベースン

港湾は、その中央にターニング・ベースンを確保できるレイアウトになっており、回頭は引船によって行うことを前提とする。最大船舶船長の 1.5 倍の直径の円がターニング・ベースンである。

c) 防波堤

うねりや設計波の方向によって防波堤のレイアウトは決定されるべきであるが今回のブレ F/S では、水深 17 m を確保できる所まで防波堤を延長する。

d) 原料バース (ベレット)

CILEGON 地区と同様。

e) 原料バース (スクラップ及び石灰石)

アルン地区では、スクラップ及び石灰石の搬入はすべて海上輸送に依存するために、最大 35,000 DWT 級の貨物船、鉍石船を対象とする計画水深 13 m の岸壁を 2 基建設する。

f) 製品バース

原料と同様、製品出荷のほとんどが海上輸送に依存するために、最大 5,000 DWT 級の一般貨物船を対象とする計画水深 8 m の岸壁を 4 基建設する。

g) オイルバース

港湾内の北東に、製品バースから距離をおいて重油荷揚用の、10,000 DWT 級のタンカーを対象とする計画水深 9 m のバースを 1 基建設する。

(3) 技術説明

1) CILEGON

a) 自然条件

CILEGON地区における卓越風向と、その風速は Table 7-6-1 に示すとおりであり、年間をとおして風速約 2 m/sec の北風であることがわかる。

Table 7-6-1 Wind(CILEGON)

Term	Direction	Velocity
Mar. ~ Nov.	North	3.8~4.4 knot
Dec. ~ Feb.	West or North	4.1~4.5 knot

波浪は比較的静穏で、年間を通じて波局は 0.3 ~ 1.5 m、平均波高は 0.6 m である。潮流は海岸線にそってあり、その方向は南西及び北東の両方向である。潮流の流速は平均 0.7 knot、最大でも 1.2 knot と小さい。Fig. 7-6-1 に示すように潮の干満差も 0.55 m と比較的小さく、岸壁天端高は地盤高と同じ M.S.L. + 4.0 m で充分である。また防波堤などの港湾外郭施設も不要である。

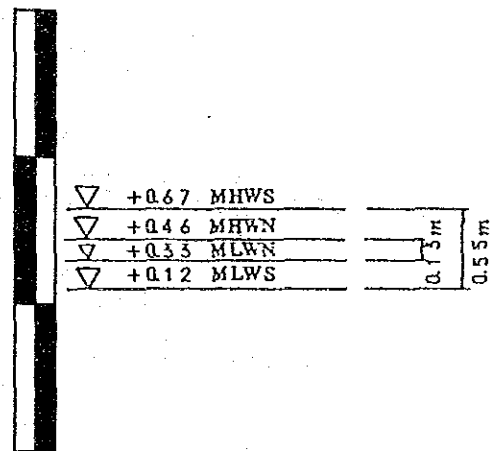


Fig. 7-6-1 Typical Tide Levels(Merak Port)

詳細な深浅測量を実施したうえで海底地形を把握し、地盤の硬軟の情報とあわせて、港湾施設の配置や構造を決定すべきであるが、現段階では Fig. 7-6-2 に示す深浅図のみからレイアウトを決定している。水深は現状の海岸線から約 300 m の位置で約 10 m、海岸線から約 1,200 m の位置で水深約 20 m であり、北側ほど浅い。海岸線には一部サンゴ礁が見られるが、大きなサンゴ礁が存在する可能性もある。

陸上の土質データによれば、現状の GL から約 15 m の層厚の粘性土が存在し、その下に N 値 50 以上を有する支持層が存在するようである。詳細な土質調査に基づいて港湾施設の構造を決定し、杭長等を決定すべきであるが本検討では海底の土質も海底面にそってほぼ同様の土層を構成していると仮定している。

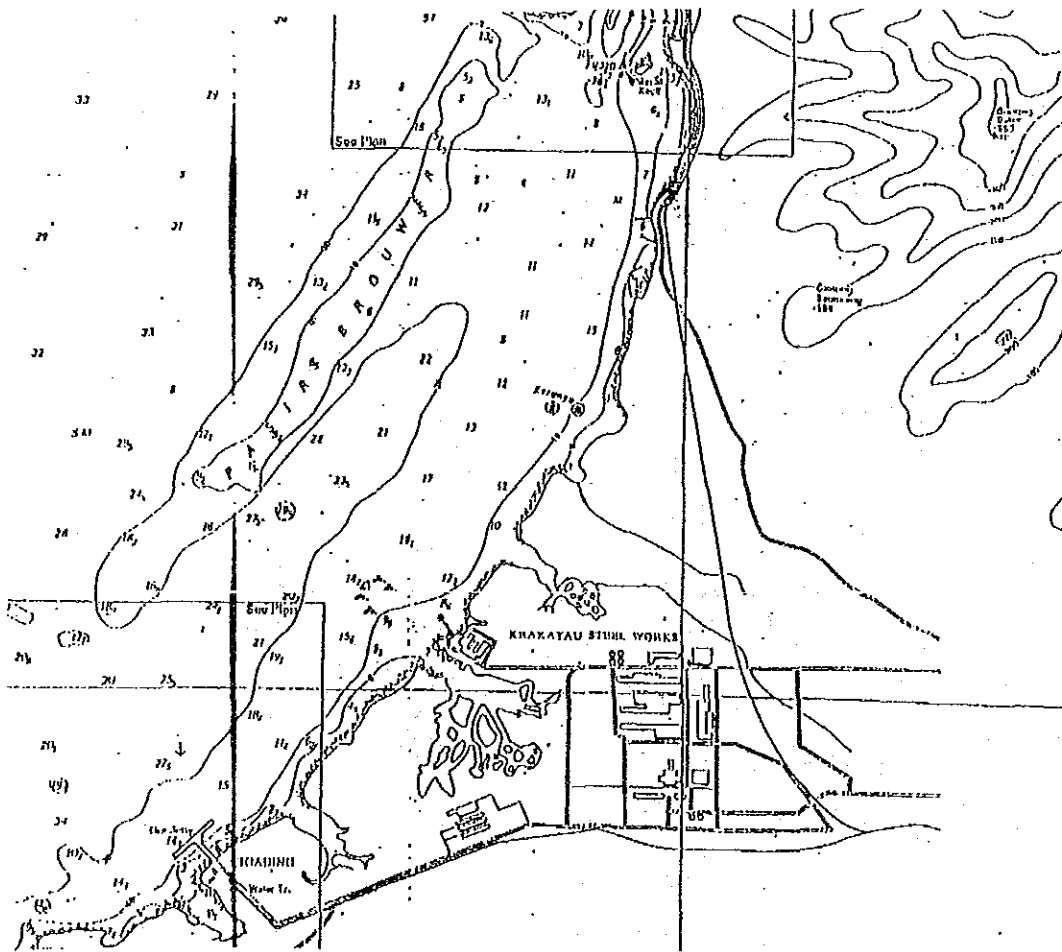


Fig. 7-6-2 Topographical Map

b) 設計条件

i) 設計震度

“Standard Design Criteria for Port in Indonesia”
 によれば CILEGON は Zone 3 に位置し、Stiff Soil の場合 0.05
 Soft Soil の場合 0.07 の設計震度となる。

ii) 船舶接岸速度

大型船は、タグボートを使用する接岸が原則であり、10～12 cm/sec が設計接岸速度として用いられているが、防波堤のない港となるため 15 cm/sec 程度を考慮する。ただし Oil Jetty は、危険物荷役を行うため接岸速度として 20 cm、接岸角度として 6° を考慮する。

iii) 荷役機械の荷重条件

Table 7-6-2 Raw material (Pellet) Unloader

	Sea Side	Land Side	Load Condition
During Operation	192t/corner	150t/corner	Long term

(6wheels/corner×4corners)

Table 7-6-3 Scrap Unloader and Product Loader

	Sea Side	Land Side	Load Condition
During Operation	110t/corner	118t/corner	Long term

(4wheels/corner×4corners)

IV) 岸壁上載荷重

Table 7-6-4 Live load

(t/m²)

	Quay	Bridge
Raw Material (Pellet) Berth	3.0	1.0
Scrap and Product Berth	2.0	-
Oil Jetty	1.0	0.5

地震時の上載荷重は半載とする。

2) ARUN

a) 自然条件

ARUN地区における卓越風向と、その風速はTable 7-6-5に示すとおりであり、年間をとおして風速約2 m/secの南西風が多い。

Table 7-6-5 Wind (ARUN)

Term	Direction	Velocity
Dec. ~ Feb.	NE ~ SW	3.0 ~ 4.0 knot
Mar. ~ Nov.	SW	2.0 ~ 4.5 knot

近隣のLNG専用港、AAF専用港の設計波をTable 7-6-6に示す。

Table 7-6-6 Wave Condition

Port	Specification	Wave Height	Term
LNG	100 Years Storm Wave	$H_{1/3} = 4.27 \text{ m}$	11 sec
	Operational Wave	$H_{1/3} = 1.30 \text{ m}$	10 sec
AAF	20 Years Cyclone Wave	$H_o = 3.5 \text{ m}$	8 sec
	20 Years NE Monsoon Wave	$H_o = 3.3 \text{ m}$	8 sec
	50 Years Cyclone Wave	$H_o = 3.9 \text{ m}$	9 sec
	50 Years NE Monsoon Wave	$H_o = 3.4 \text{ m}$	8 sec

BENGAL 湾方向からうねりがある等海象条件はかなり厳しく外郭施設である防波堤が必要であり、その高さは M S L + 6.5 m とする。潮位差は Fig. 7-6-3 に示すとおりであり、防波堤に囲まれた湾内の岸壁天端高は M S L + 4.5 m とする。

Fig. 7-6-4 に示す深淺図によれば、現状の海岸線から約 300 m で水深 5 m、海岸線から約 500 m で水深 1.0 m、海岸線から約 800

m で水深 2.0 m である。土質は A A F の F / S 時資料によれば、現状の G L から 1.8 m の厚さで N 値が 7 程度の比較的強度を有する粘性土層が分布し、その下に N 値 5.0 以上の支持層が存在するようである。海底の土質も海底面にそってほぼ同様の土層を構成しているものとして構造検討を行うが、実施段階では、詳細な土質調査が必要である。

湾内に大規模なサンゴ礁が存在する場合、港湾施設の位置を変更することを余儀なくされる可能性がある。

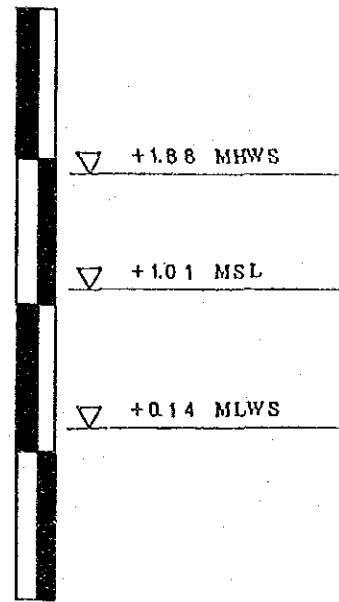


Fig. 7-6-3 Typical Tide Levels (ARUN)

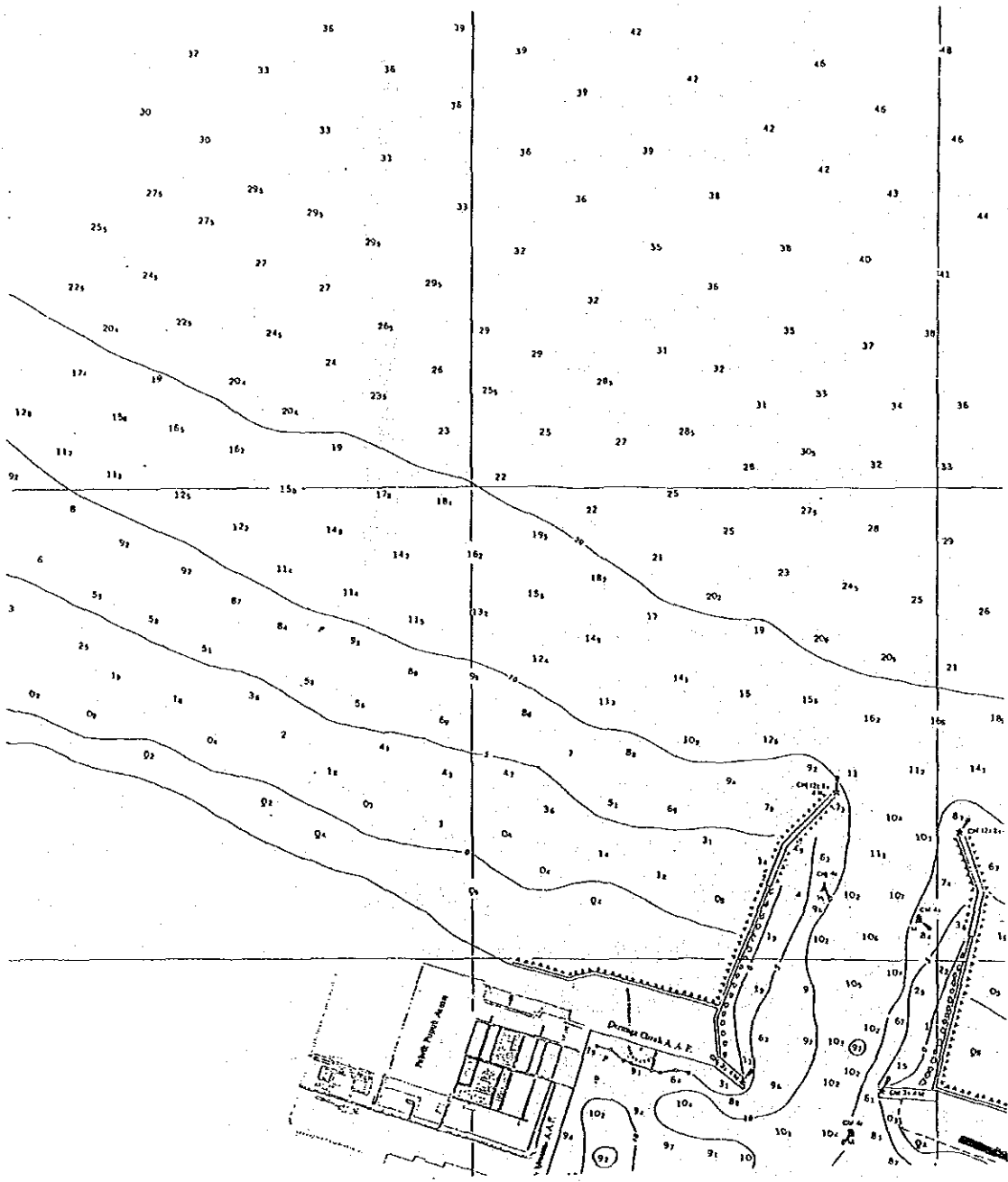


Fig. 7-6-4 Topographical Map (ARUN)

b) 設計条件

i) 設計震度

“Standard Design Criteria for Port in Indonesia”
によれば ARUN は、Zone 4 に位置し、Stiff Soil の場合で 0.03、
Soft Soil の場合で 0.05 の設計震度である。

ii) 船舶接岸速度

CILEGON 地区と同様である。

iii) 荷役機械の荷重条件

CILEGON 地区と同様であり、Table 7-6-2 ~ 3 に示す。

iv) 岸壁上載荷重

CILEGON 地区と同様であり、Table 7-6-4 に示す。防波堤上
は 1.0 t/m^2 としている。

地震時の上載荷重は半載として検討する。

(4) 設備仕様

原料バース(ベレット)、原料バース(スクラップ、石灰石)、製品バース、
オイル・ジェティ、防波堤の各設備仕様を Table 7-6-7 に示す。

1) 原料バース(ベレット)

ベレット荷揚げ用の原料バースは、120,000DWT 級の半載鉱石専用船を
対象船舶とする。船長は 300 m、半載時の吃水は 15.5 m であり、岸壁延長
275 m、計画水深 17 m とする。岸壁の両端には係留のためのドルフィン
を設置する。

原料バースには、総重量 550 トンのクラブバケットを有するロープロリ
ー式クレーンが 2 基走行する。背面はコンベアが上載できるようになって
おり、岸壁幅員は 28 m とする。Fig. 7-6-5 に岸壁の断面を示す。

岸壁の構造は直径 900 mm、長さ約 30 m の鋼管杭に支持されたたな式係船
岸であり、接岸力や地震時の水平力に対処するために斜杭を配している。

Table 7-6-7 Specifications of Port Facilities

Name	Structural Type	Water Depth	Applicable Vessel	Remarks	Reference Figure No.
Material(Pellet) Berth	Steel pipe pile type quay	-17.0m	120,000DWT (half load) Ore Carrier	Rope Trolley Crane	Fig. 7-6-5
Material(Scrap) Berth	Steel pipe pile type quay	-13.0m	35,000DWT Cargo Vessel	Level Luffing Crane(15t hoist)	Fig. 7-6-6
Product Berth	Steel pipe pile type quay	- 8.0m	5,000DWT Cargo Vessel	Level Luffing Crane(10t hoist)	Fig. 7-6-7
Oil Berth	Dolphin type quay	- 8.0m	10,000DWT Oil Tanker	Oil Loading Arm	Fig. 7-6-8
Revetment	Steel sheet pile type revetment	-3.0~- 5.0m	-		Fig. 7-6-9
Break Water	Interlocked steel pipe pile type	±0.0~- 7.0m	-		Fig. 7-6-10
Break Water	Double interlocked steel pipe pile wall	-7.0~-17.0m	-		Fig. 7-6-11

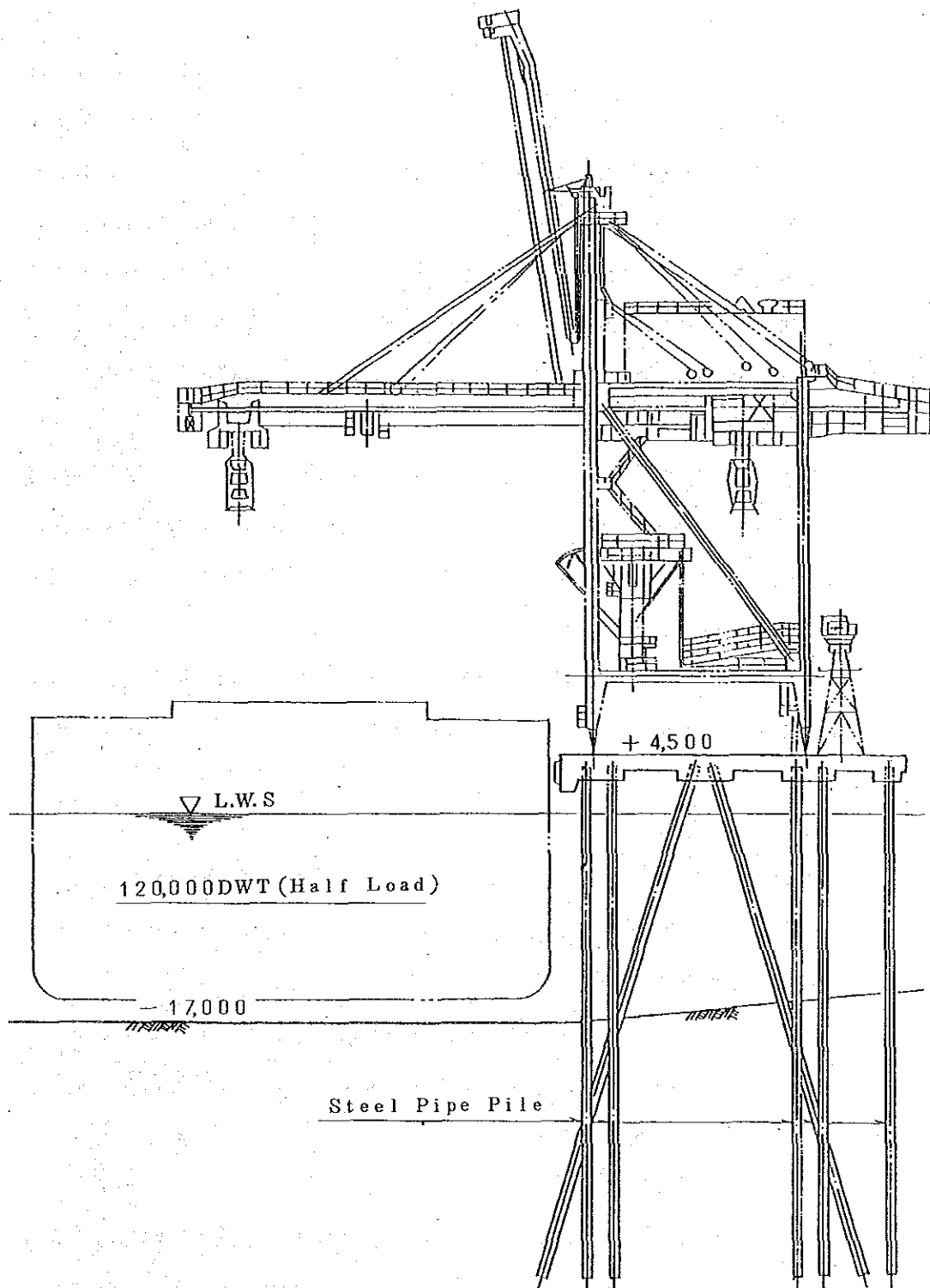


Fig. 7-6-5 Profile of Material (Pellet) Berth

2) 原料バース (スクラップ、石灰石)

スクラップ、石灰石荷揚げ用の原料バースは、35,000 DWT級の一般貨物船を対象船舶とする。船長は210 m、満載時の吃水は11.5 mであり、計画水深は13 mとする。バース上には、吊能力15トン、自重350トンのLLCが走行する。岸壁幅員は17 mであり、Fig. 7-6-6に示す断面を有する。

岸壁の構造は、直径660 mm、長さ約25 mの鋼管杭に支持されたたな式係船岸であり、前面水深を確保するために岸壁背面に鋼矢板を配している。背面土圧、接岸力、地震時の水平力に対処するために、斜杭を配している。

3) 製品バース

線材、形鋼等の鉄鋼製品を出荷する製品バースは5,000 DWT級の一般貨物船を対象船舶とする。船長は103 m満載吃水は6.8 mであり、計画水深は8 mとする。バース上には、吊能力10トン自重350トンのLLCが走行する岸壁幅員は17 mである。

岸壁の構造はスクラップ、石灰石用の原料バースと同様、鋼管杭に支持された背面に鋼矢板を有するたな式係船岸であり Fig. 7-6-7に示す断面を有する。

4) オイル・ジェティ

発電所用の重油を荷揚げするオイル・ジェティは10,000 DWT級の石油タンカーを対象船舶とする。船長は139 m満載時の吃水は8.1 mであり、計画水深は9 mとする。

中央に、ローディングアーム等荷役設備を有するプラットフォームを、その両翼に接岸と係船を兼ねたドルフィンを各2基配した構造であり、Fig. 7-6-8に示す断面を有する。

5) 護岸

CILEGON地区における護岸は、現状の水深約3 mの位置に延長約1.3 kmにわたって製品バースの北東に建設される。土留は鋼矢板を用い、H杭による控え壁を設ける。背面土圧の軽減と変位量の低減、安定性の確保のために矢板背面および前面に捨石層を設けている。断面は Fig. 7-6-9に示すとおりである。

ARUN地区における護岸は、港湾内の南西及び南東の隅角部に使用され、

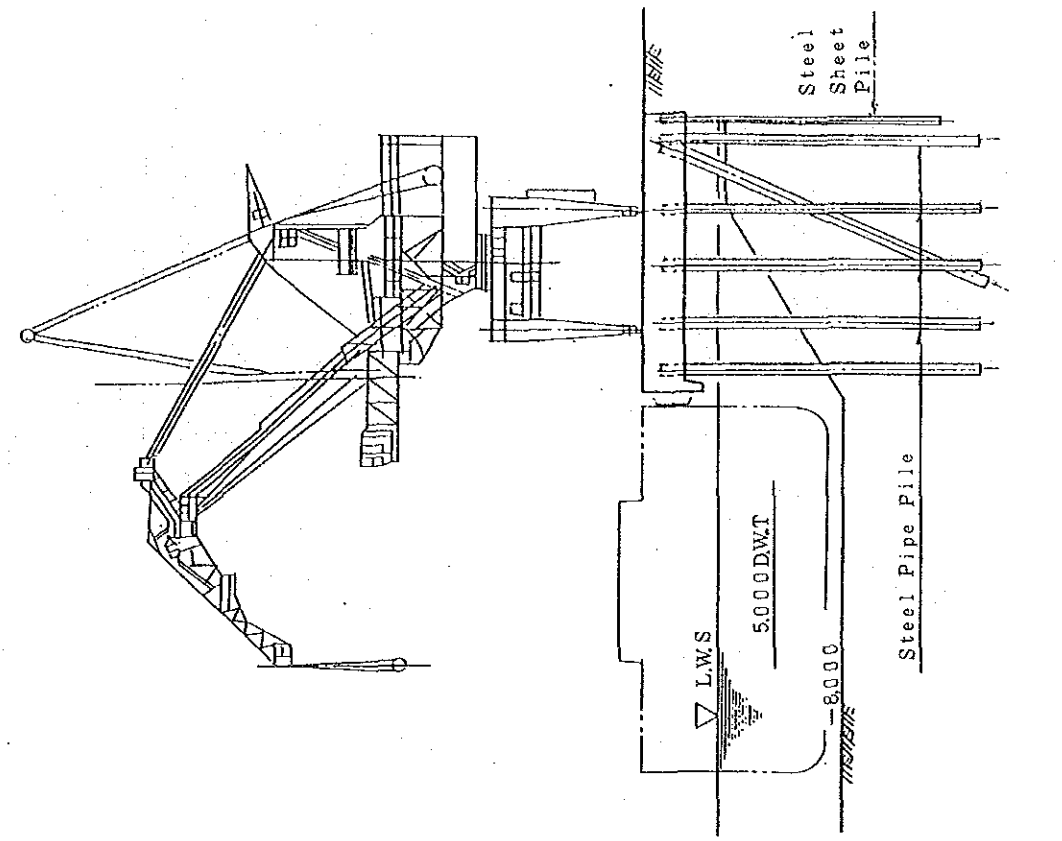


Fig. 7-6-7 Profile of Product Berth

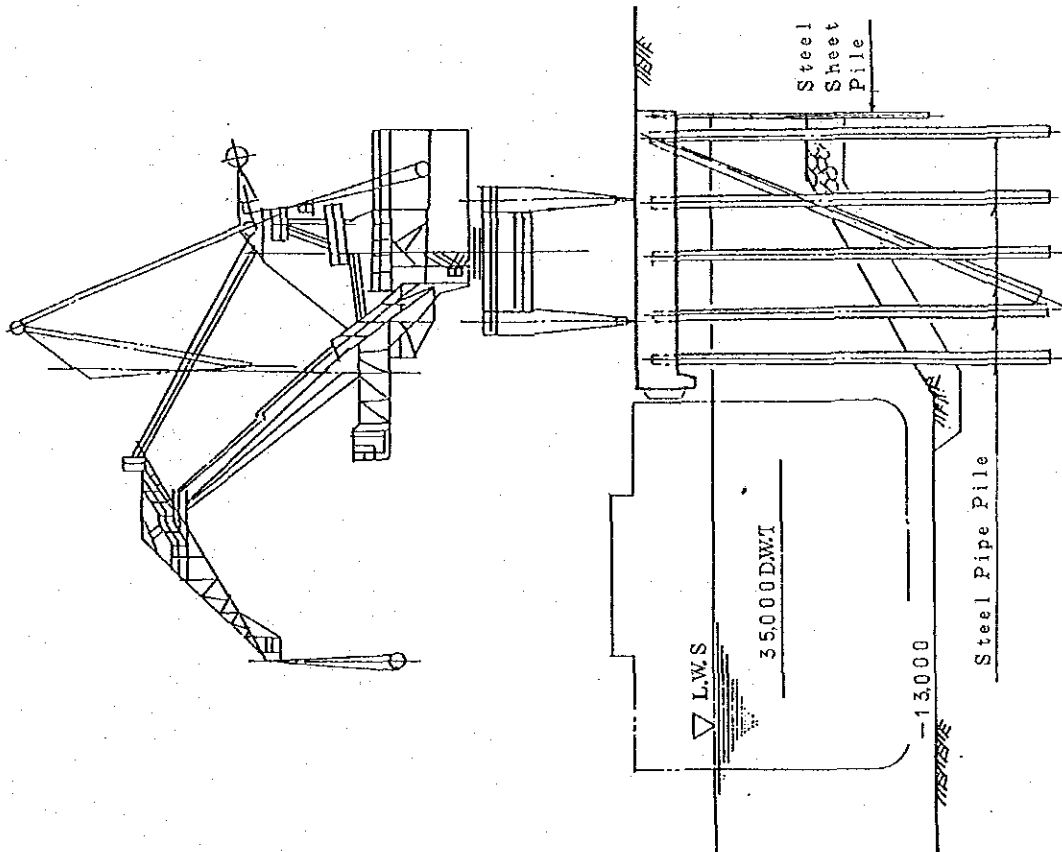


Fig. 7-6-6 Profile of Material (Scrap) Berth

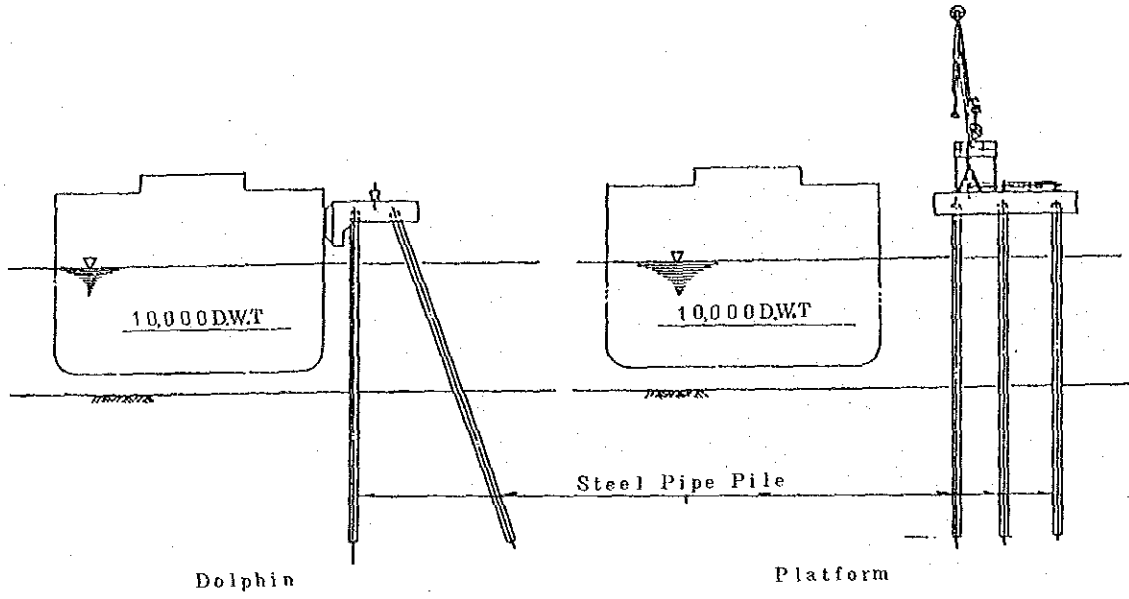


Fig. 7-6-8 Profile of Oil Jetty

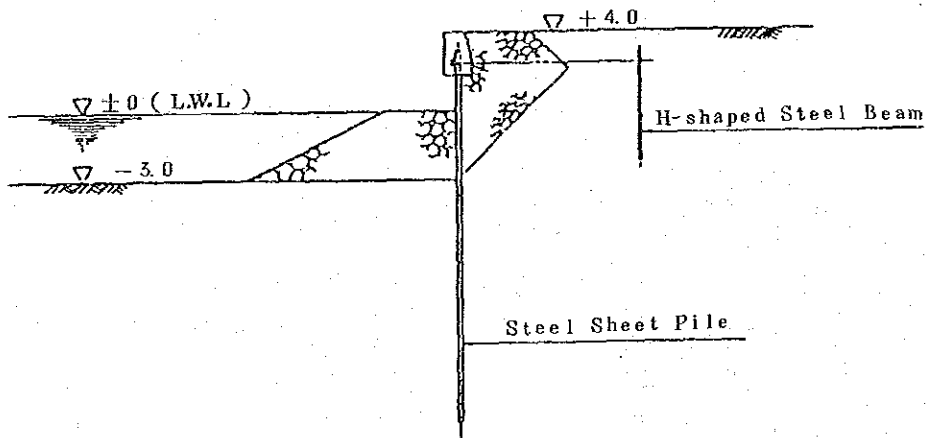


Fig. 7-6-9 Profile of Bulkhead

構造は CILEGON 地区と同様である。

6) 防 波 堤

ARUN 地区は、波浪が大きく、うねりの侵入も考えられるために、防波堤を設け、港湾内の静穏度を保つ。現状の水深が 7 m 以下の部分は Fig. 7-6-10 に示す断面とし、土留壁と防波堤を兼用した鋼管矢板と鋼管杭の斜杭から構成される構造となっている。現状の水深が 7 m 以上の部分は Fig. 7-6-11 に示すように鋼管矢板の 2 重壁からなる構造とする。防波堤の天端高は M S L + 6.5 m である。

7) 渡 り 棧 橋

原料棧橋までの渡り棧橋は、有効幅員 5 m の道路と、コンベアーを鋼管杭により支持する構造とする。棧橋は 300 m に 1 カ所離合可能な有効幅員 10 m の道路部分を設け、100 m に 1 カ所延長方向の耐震柱を設置する。

オイルジェティまでの渡り棧橋も同様であり、道路とパイプラインを鋼管杭により支持する構造とする。

(5) レ イ ア ウ ト

1) CILEGON 地区

原料ベース（ベレット）はその水深を確保するために、現状の海岸線から沖合へ約 850 m の位置に建設される。海底地形から北東の水深は小さく南西の水深が大きいため、原料ベースは南側に展開させる。スクラップ荷揚げベースは、スクラップヤードの前面に位置し、その搬送距離を小さくするとともに、製品ベースと接続させて、浚渫土量を小さくしている。オイル・ジェティは、発電所重油タンクの前面に配し、水深が得られる沖合約 300 m の位置に配している。

2) ARUN 地区

ARUN 地区は海象条件が厳しいために、防波堤を建設し、静穏な港湾を確保する。防波堤は波の卓越方向を考慮して配置を考えなければならない。港湾内の船路幅員は、入港する最大船舶船長を確保するものとし、ターニングベースンは、最大船舶船長の 1.5 倍を直径とする範囲を確保する。

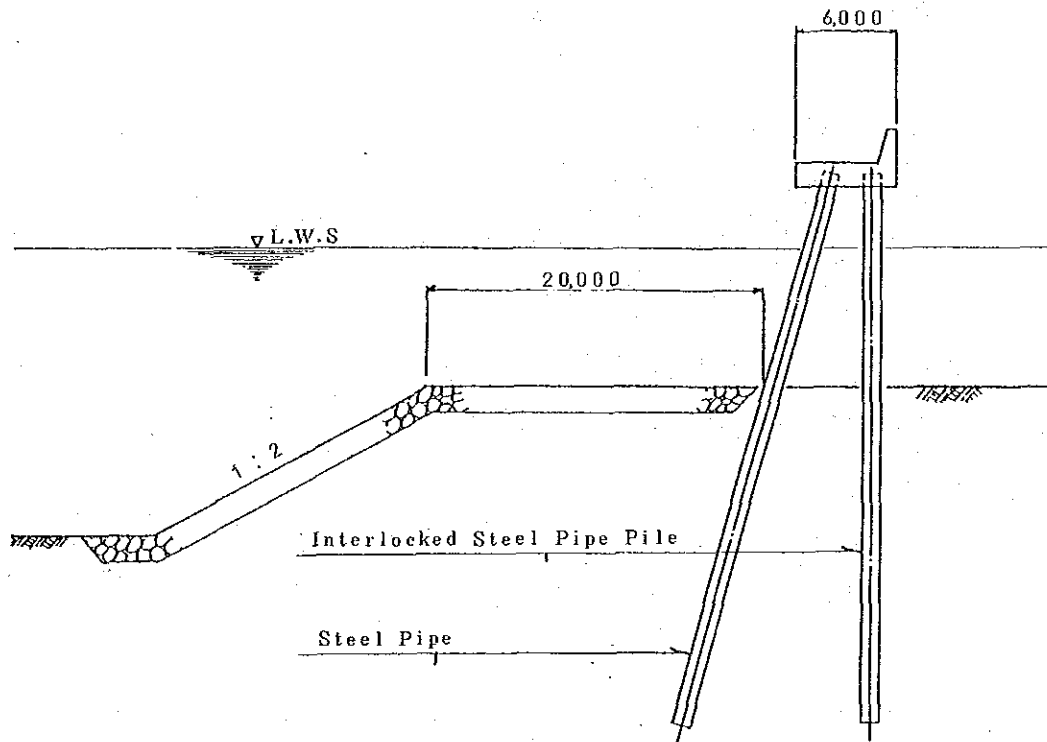


Fig. 7-6-10 Profile of Breakwater ($\pm 0 \sim -7.0 m$)

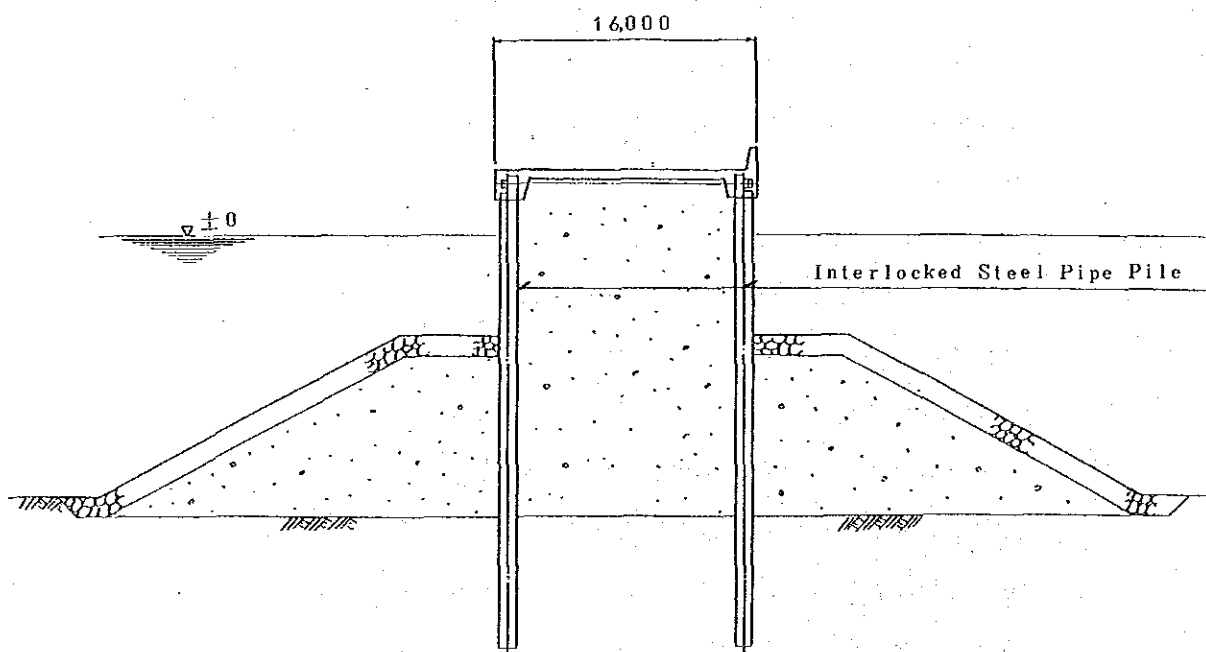


Fig. 7-6-11 Profile of Breakwater ($-7.0 \sim -17.0 m$)

6-1-2 製品原料荷役設備

(1) 基本的考え方

本設備は次世代製鉄所に必要な各種原料の港からの受入れと製鉄所で造られた製品を港から出荷するために必要な港湾荷役設備について計画した。

1) 原料荷揚設備

ペレット及び塊鉱石の輸入原料を50,000DWTの大型船で受け入れ可能な原料岸壁を新設し、120,000DWT級までの大型船半載時に対応出来るシップアンローダーを配置しておく。

スクラップ及び石灰石の受入れ用として15tの水平引込式クレーンを設置する。

受入れた原料のうちペレット及び塊鉱石は原料ヤードにベルトコンベヤーによって輸送され、スクラップや石灰石はダンプトラックによって運搬される。

副原料のフェロアロイ、螢石等をトラッククレーンにて荷揚げするためのベースをも計画した。

2) 製品荷役設備

製品はそれぞれの工場の製品ヤードよりトレーラーによって製品岸壁まで運搬され、直接船積みする。又岸壁後背地に一時仮置きした後船積みするものとし、ローダーは多種類の製品に対応出来る10t水平引込み式クレーンを配置した。

(2) 設備計画の前提条件

1) 原料岸壁および製品岸壁のハンドリング量

各岸壁のハンドリング量をTable 7-6-8に示す。

Table 7-6-8 Amount of Handling on The Berth

	Type	Quantity(1,000t/y)		Remarks(Type of Vessel)
		CILEGON	ARUN	
Unloading	Pellet	1,387	1,387	Max. 50,000DWT
	Lump Ore	594	594	or
	Sub total	1,981	1,981	Half load of 120,000DWT
	Scrap	188	338	Max. 35,000DWT
	Lime Stone	69	69	Max. 5,000DWT
	Sub total	257	407	
	Miscellaneous (Ferro Alloy, Fluorite, etc)	144	144	Max. 5,000DWT
Oil			Max. 10,000DWT	
Loading	Product			
	Medium Profile	63	206	
	Bar	163	536	Max. 5,000DWT
	Wire Rod	150	495	
	Total	376	1,237	

ペレット及び塊鉱石：全量輸入されるものとした

スクラップ：インドネシアに於ける鉄鋼消費量はステップⅡ調査

団の報告書によれば

JAWA地区 75%

SUMATERA地区 18%

その他 7%

でありスクラップの地域別発生量は上記消費量に比例すると考え、余裕を見てCILEGONの製鉄所では必要量の50%を海上受入れとし、ARUNの製鉄所では90%を海上より受入れ可能とした。

石 灰 石 : CILEGON, ARUNともに必要の50%を海上より
受入可能とした。

そ の 他 : この製鉄所に必要な副原料を全て海上受入可能とし
た。

製 品 : ステップⅡ調査団の報告書によるインドネシア内の
地区別鉄鋼消費割合にもとづきCILEGONの製鉄所
は25%を海上出荷、ARUNの製鉄所は82%を
海上出荷とした。

2) 作 業 条 件

a) 作 業 時 間 3交代連続作業を原則とする。

b) バース占有率

Table 7-6-9 バース占有率

Berth	Rate of Occupation (%)	
	CILEGON	ARUN
Pellet & Lump Ore Berth	30	30
Scrap & Lime Stone Berth	40	47
Miscellaneous Berth	55	55
Product Berth	49	61

(3) 技 術 説 明

1) 原 料 岸 壁

本岸壁ではペレット及び塊鉄石の荷役が行なわれる。ペレット及び塊鉄石は全て輸入されるものであり50,000DWTの船型にて運ばれてくる事を前提とし、シップアンローダーは120,000DWT以下の大型船半載時にも受入れ可能な設備を計画した。

このシップアンローダーは軽量化をはかったローブトロリータイプのアンローダ (Fig. 7-6-12) でグラブバスケットを設けペレット、塊鉄石を荷揚げする。これらの主原料はアンローダー機上に設けられたホッパーに投入さ

れ、機上フィダー、コンベヤーによつて地上に設置されたベルトコンベヤーに供給され、原料ヤード迄連続的に輸送される。船舶の大型化にともなつて船内の掻き出し部分が増加し、クレーン能率を低下させるのでブルドーザーを船内に置き能率よく作業することが重要である。

一方スクラップは 10,000~35,000 DWT の船によつて運ばれてくるゆゑ、この船型に対応した 15 トン水平引込み式クレーン (Fig. 7-6-13) を計画し、このクレーンにポリープバケット又はリフティングマグネットを取付けて荷揚げする。荷揚げされたスクラップは、ダンプトラックに直接積込むか又は岸壁上に一時仮置した後、再びこの水平引込み式クレーンでトラックに積込みスクラップヤードに搬送される。

石灰石は 5,000 DWT 以下の船によつて運ばれてくる。スクラップ同様、水平引込み式クレーンに取付けられたグラブバケットで荷揚げされ、荷揚げ量の一部を直接ダンプトラックに積込み石灰工場に隣接した石灰石置場に輸送される。

水平引込み式クレーンによる石灰石の荷揚げ能力は約 600 t/h もありダンプトラックの輸送能力をはるかに越えるため、クレーンの後背地に仮置する必要がある。後背地は 5,000 トン以上の容量があり 1 船分を十分に置き得る。仮置された石灰石は後日ショベルローダーとダンプトラックにて石灰石置場に運ばれる。

製鉄所で使用される副原料 (フェロアロイ、螢石、カーボンパウダー etc.) や耐火物等はトラッククレーンにて雑役バースにて荷揚げする。船型は 5,000 DWT を最大とした。

しかし、上述したスクラップ用の水平引込み式クレーンや後述する製品出荷用の水平引込み式クレーンに時間的余裕がある場合に於いては、出来るだけこれらのクレーンを使用してこれらの副原料や耐火物を荷揚げすることが、作業面や荷揚効率の面より望ましい。

2) 製品岸壁

本設備は国内向け出荷のため最大 5,000 DWT の船型に対応出来る 10 トン水平引込み式クレーンを計画した。

製品はすべて工場からトレーラー又はトラックにて直接このクレーン下に

持込み船積みする方式を取る。クレーン後背地に一時仮置きし積み込み効率を上げることも出来るが、二重ハンドリングによるコストアップは出来るだけさけることが望ましい。

このクレーンには線材、棒鋼、形鋼を荷役するために必要な吊具を設えるものとする。

3) 石油荷役設備

CILEGON、ARUN 両地区とも所内発電設備の燃料としての天然ガスが不足のため石油を燃料として使用する。この石油の受入れ設備として石油荷役設備を計画した。

着岸可能船型は 10,000 DWT を最大とした。

(4) 主要設備仕様

前述の荷役量を処理するために必要な港湾荷役設備の主要仕様を Table 7-6-10 に示す。

(5) レイアウト

CILEGON 及び ARUN の港湾設備のレイアウトを Fig. 7-6-14、Fig. 7-6-15 に示す。

SPECIFICATIONS

TYPE OF UNLOADER	ROPE TROLLEY UNLOADER WITH SHUTTLE TROLLEY		MOTION	SPEED		MOTOR		BRAKE
				R/min	KW	R.P.M		
HANDLING MATERIAL	PELLET & LUMP ORE		CLOSING	HOIST	110	220	1000	M.B
GRAB BUCKET	LOAD	SELF WT.		LOWER	132		1200	
PELLET	10 ^t	10 ^t	HOLDING	HOIST	110	220	1000	M.B
MAX. LIFT	3.7m			LOWER	132		1200	
ELECTRIC SOURCE	AC 3300 V, 60 Hz, 3 Ph.		TROLLEY TRAVEL	130	44	1300	M.B	
			BOOM HOIST	130	44	1300	M.B, B.B	
			GANTRY TRAVEL	25	11 ^{1/2} x 6	1200	M.L.B	
			NO.1 CONVEYOR	100	15	1200	M.B	
			NO.2 CONVEYOR	120	30	1200	M.B	
			CAB TRAVEL	30	1.5	1800	M.B	

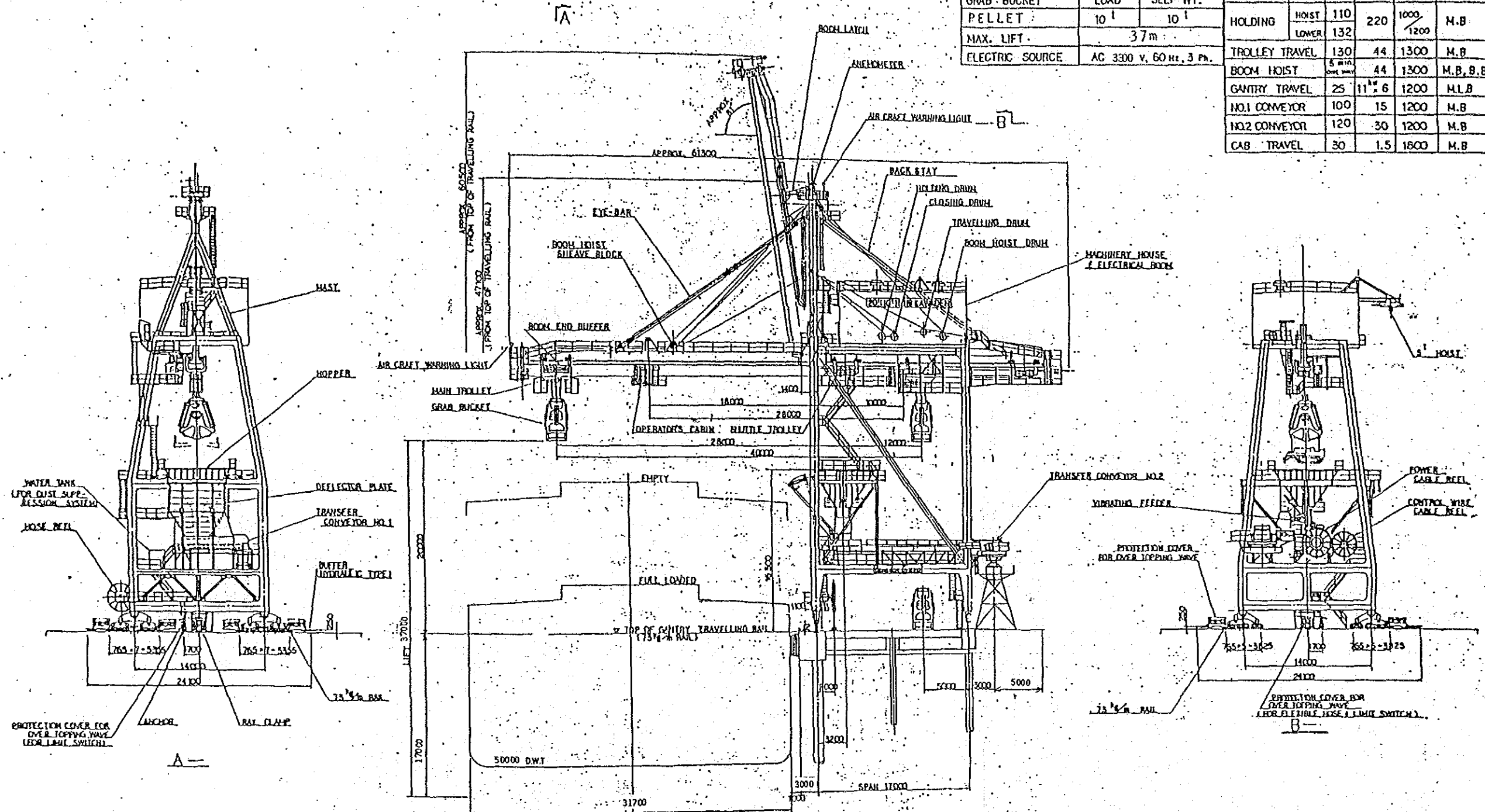


Fig. 7-6-12 800t/h SHIP UNLOADER

SPECIFICATIONS	
SAFE WORKING LOAD	5 T
SWING RADIUS	30' 11 1/2" (10.4 m)
NET	30' 11 1/2" (10.4 m)
SPAN	9'
SPEED	
MOUNTING	60°
LUBRICATION	60°
SLEWING	1 min
TRAVELLING	30°

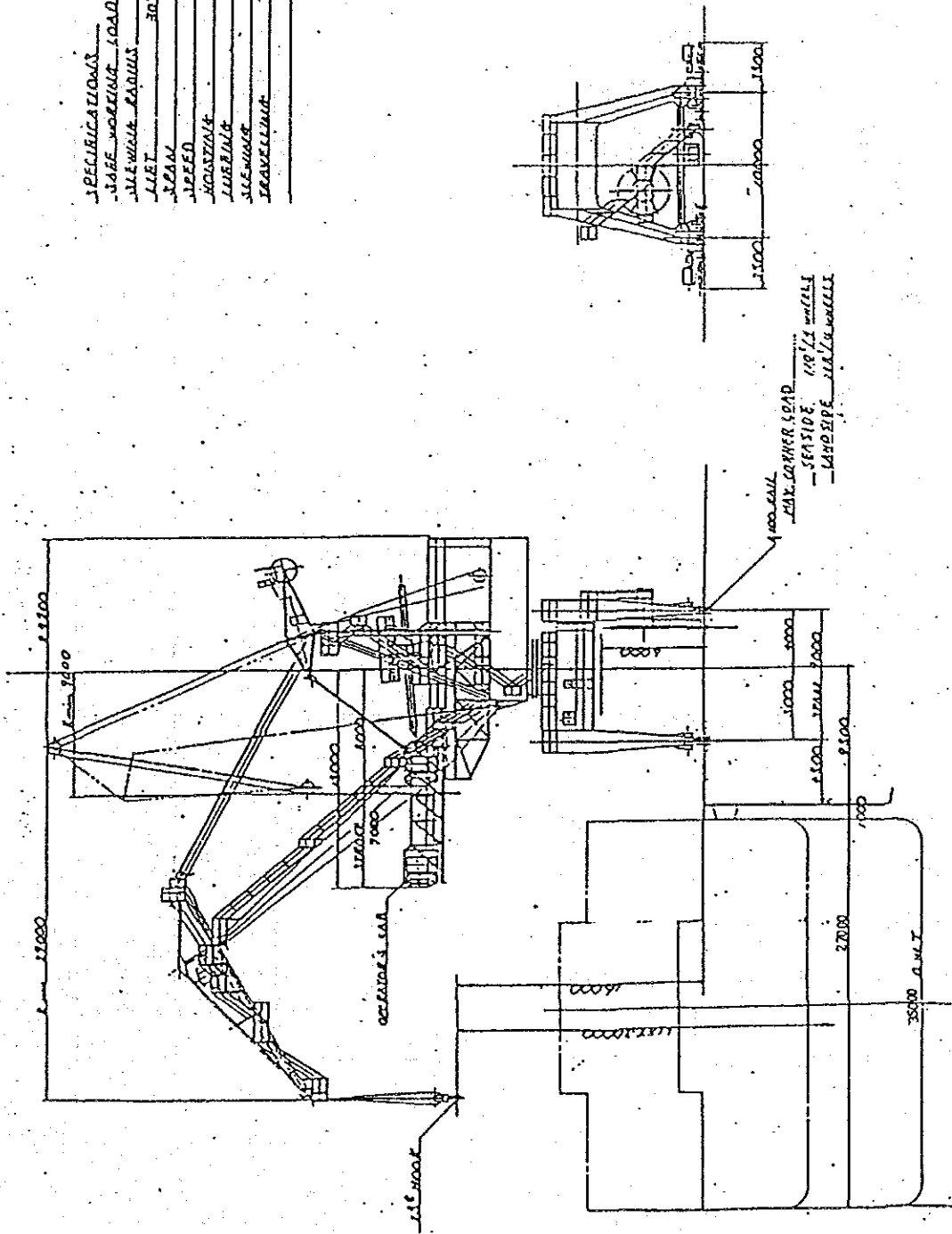


Fig. 7-6-13 1 5 TON LEVEL LUFFING CRANE

Table 7-6-10 Specification of Port Facilities (製品原料用)

Item	Specification	Quantities	
		CILEGON	ARUN
1. Raw material shipunloader	Capacity 800t/h Type Rope trolley crane	2	2
2. Scrap & lime stone unloader	Lifting capacity 15t Type Level luffing crane with lifting magnet or bucket	2	3
3. Product loader	Lifting capacity 10t Type Level luffing crane	2	6
4. Truck crane	Lifting capacity 40t Boom length 18.5m } Lifting Operation radius 14m } 7t	1	1
5. Conveyor for pellet & lump ore	Capacity 1,600t/h Belt width 750mm Belt speed 200m/min	1	1
6. Bulldozer	Engine power 105HP	2	2
7. Building			
(1) Port control center	Office area 500m ²	1	1
(2) Sub-station	" " 100m ²	1	0
(3) Electric power room	Room " 100m ²	1	1
8. Heavy oil unloading equipment	Pipe line size 10 inch	1	1

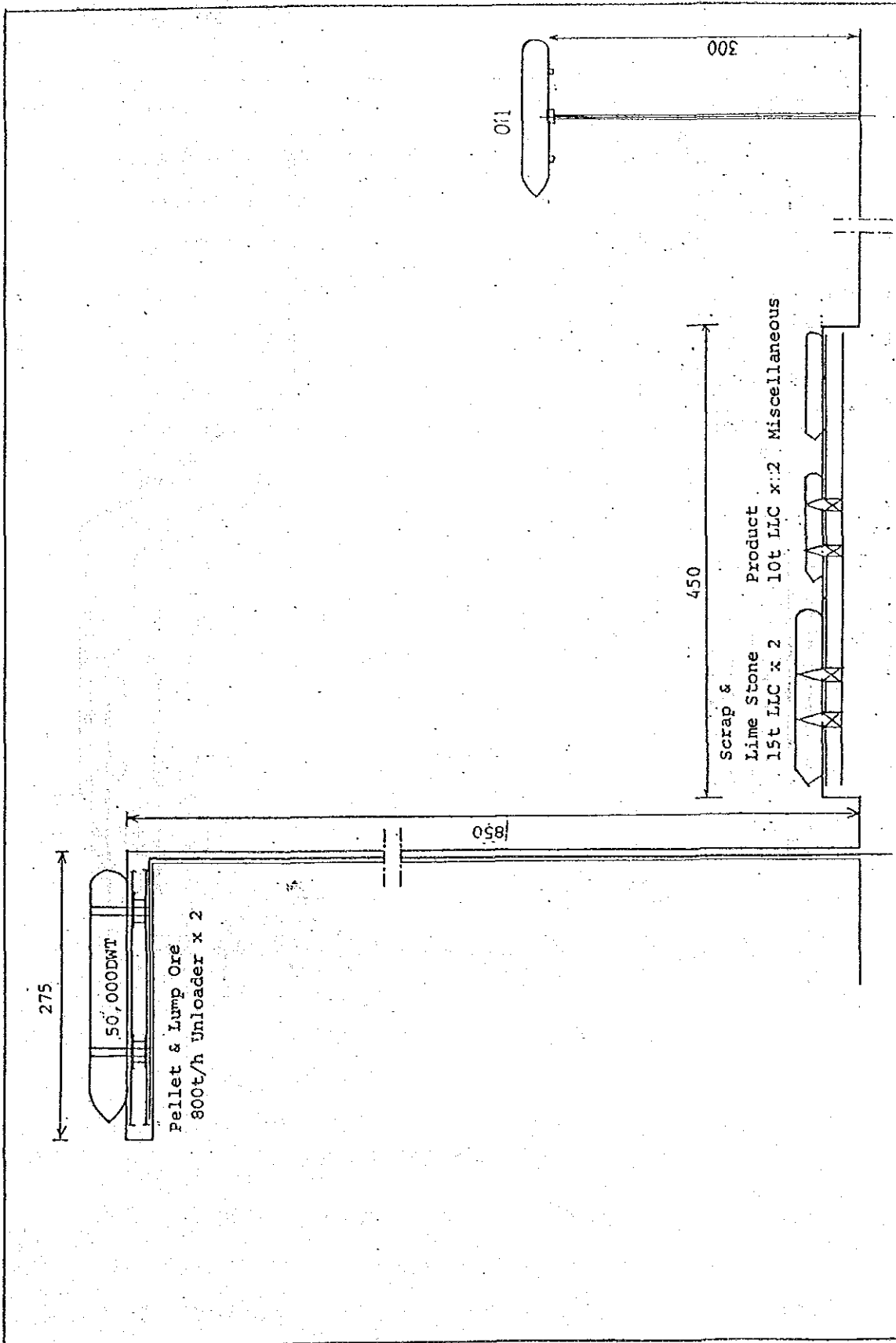


Fig. 7-6-14 CILEGON PORT

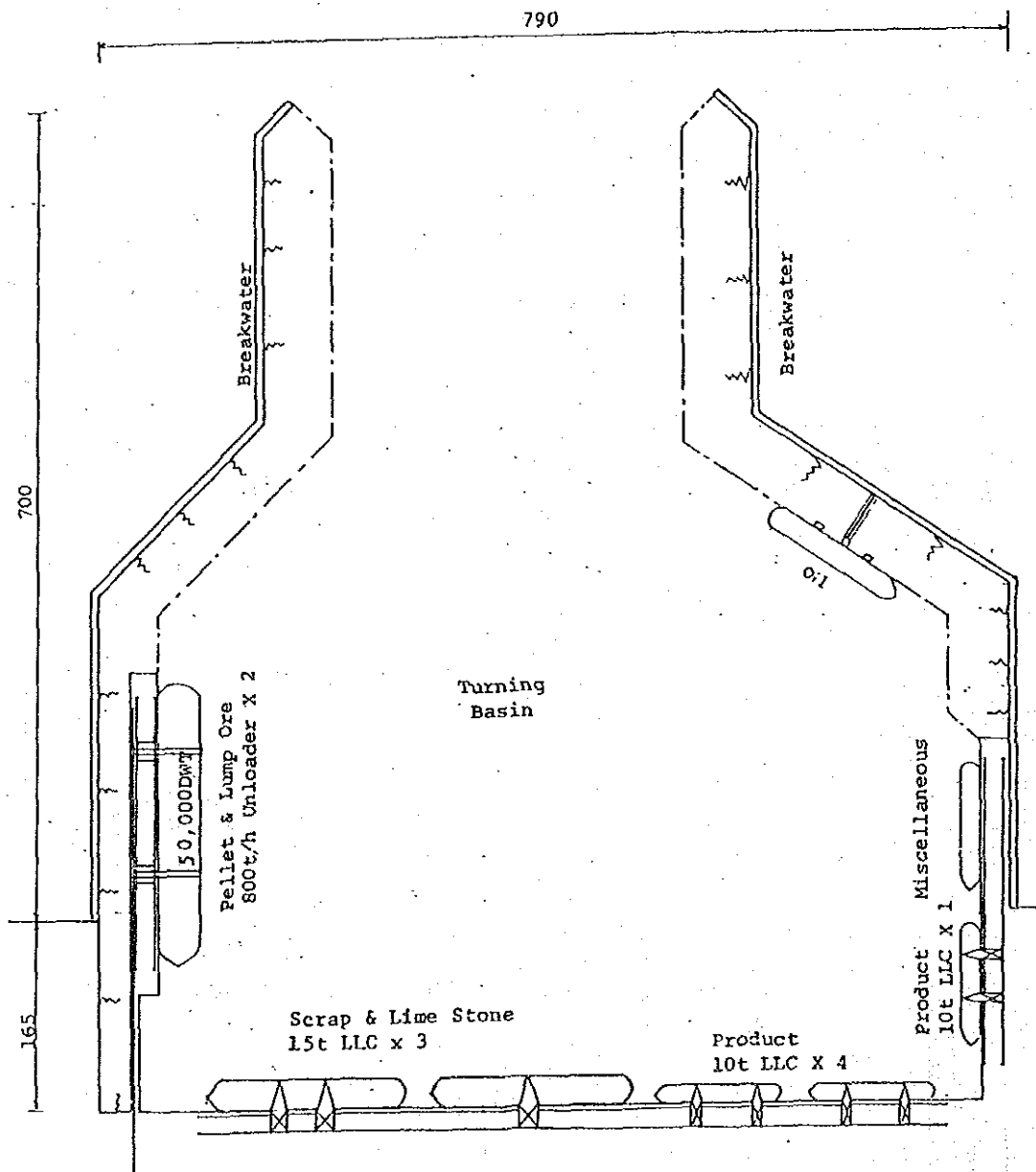


Fig. 7-6-15 ARUN PORT

6-2 原料処理設備

6-2-1 基本的考え方

当該プロジェクトに於ける、原料処理設備は、年間200万トンの鉄鉱石を受入れ、貯蔵し直接還元工場へ安定かつ、長期的に払出す機能を有している。

鉄鉱石はペレットと塊鉱であり、海上輸入を前提としているので、既設のP.T. KRAKATAU STEELとの共同購入運搬を当然計画すべきであり、原料処理設備の能力に対する影響は、インドネシア単一製鉄所時代に比較して有利になることは当然である。

しかし、大型船型（6万～10万DWT）に対応して設けられた岸壁荷役設備から搬入される鉄鉱石を遅滞なく受入れること、直接還元・電気炉と続く後工程の操業を安定させるべく適切な鉄鉱石を貯蔵すること、最後に直接還元工場へ安定した原料供給を行なうことは依然として、重要な機能として要求される。

上記の機能を満足させるために、以下の構想で原料処理設備を計画した。

- 1) 岸壁受入設備に対応した受入コンベヤー
- 2) 受入専用スタッカー
- 3) ペレット2銘柄・塊鉱1銘柄を想定し、フル貯蔵能力30万トン（月間使用量の1.8カ月に相当）の貯蔵ヤード一面
- 4) 直接還元工場への輸送コンベヤーと、専用リクレーマー
- 5) 鉄鉱石サンプリング設備
- 6) 上記設備に対する遠隔自動運転制御設備

6-2-2 設備計画の前提条件

(1) 計画前提諸元

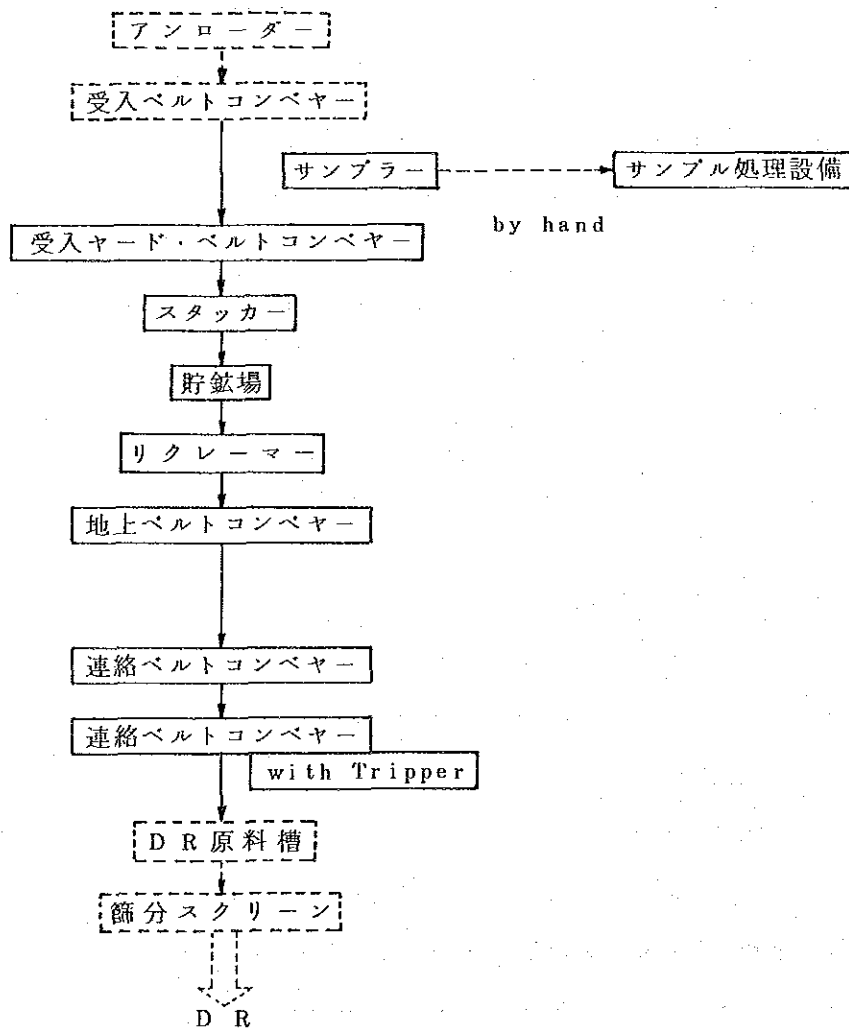
1) 年間鉄鉱石使用量	1,981,000トン
内訳 ペレット鉱	1,387,000トン
塊 鉱	594,000トン
2) 想定鉄鉱石銘柄	3銘柄
内訳 ペレット鉱	2銘柄
塊 鉱	1銘柄
3) 平均月間鉄鉱石使用量	165,000トン
内訳 ペレット鉱	115,000トン

- 塊 鉄 50,000 トン
- 4) 原料受入設備能力 1,600 t/h
- 5) 必要最大貯鉄能力 300,000 t
- for 3 Brands
- (月間平均使用量の1.8倍)
- 6) 鉄鉄石嵩比重 2.3
- 7) 鉄鉄石安息角 30°~35°
- 8) 運 転 条 件 連 続 操 業
- (4直3交代)

6-2-3 技 術 説 明

(1) プロセスフロー

原料処理設備のプロセスフローを以下に示す。



(2) 機器選定の理由

1) ベルトコンベヤー

大量の鉄鉱石の安定連続輸送に最も実績があり、信頼性のあるベルトコンベヤー方式を採用した。

2) スタッカー

毎時1,600 t/hのヤード積付機として専用のスタッカーを設置する。

4) 項のリクレーマーと兼用するスタックリクレーマータイプも別案として考えられるが、年間200万トンに及ぶ大型船による鉄鉱石受入れを考えると、信頼性、操業性を考え専用スタッカーを採用した。貯鉄場横に付設された走行軌道上を自走し、任意のいかなる貯鉄場の場所にも積付出来る構造を取り、貯鉄上の運営に便なるように計画した。

3) 貯鉄場

3銘柄貯鉄で最大貯鉄能力30万トンに設定した。この30万トンの貯鉄能力は月間使用量の約1.8倍に当たる。

想定される鉄鉱石の積出地は、ブラジル、スウェーデンが今後とも有力であり、大型船による海上輸送期間約40日(1.3カ月)を考慮すると適切な貯鉄場能力と判断している。既設のP.T. KRAKATAU STEELとの共同購入、共同荷役を考えれば、通常時の在庫量を少なくした運営、又、緩急ある時の在庫量積増等の処理がとれる規模であり、運用面の柔軟性が発揮出来る。

管理の容易さ、貯鉄場の融通性を考慮して、野積方式の貯鉄場を計画している。

4) リクレーマー

当該製鉄所に於ける物流の実質的スタートと言える貯鉄鉄鉱石の直接還元工場への原料輸送はリクレーマーから始まる。このため、最も実績があり、信頼性がある旋回式バケットホイール型のリクレーマーを選択した。

唯一の欠点は、ブリッジ型リクレーマーに比較して自動化が困難なことだが、この欠点を補って余りあるのは貯鉄場の任意の地点の積付山の掻出しが可能なことである。この為、直接還元工場の要求に応じた銘柄の掻出輸送、又、将来予想されるタイトな原料供給事情時に、柔軟な対応が出来ることから最適な機種と判断している。

5) サンプラー

ベルトコンベヤーに付属して設置された秤量器に連動した自動サンプラーを設置する。これにより定期的、自動的にサンプリングが行われ購入原料の品質検査が可能となる。

6-2-4 主要設備の仕様と図面

以下に主要設備の仕様と図面を示す。

Table 7-6-11 生産設備一覧

Item	Description		Remark
	Capacity	Spec.	
Belt Conveyor for Yard (No. 1)	1,600 t/h	750 mmW x 200 m/min	
Stacker	1,600 t/h		
Stock Yard	300,000 t	45 mW x 450 mL	
Reclaimer	600 t/h	Bucket Wheel type	
Belt Conveyor for Yard (No. 2)	600 t/h	600 mmW x 130 m/min	
Belt Conveyor (No. 3)	600 t/h	600 mmW x 130 m/min	
Belt Conveyor (No. 4)	600 t/h	600 mmW x 130 m/min	
Sampler		Automatic type	

主要機器であるスタッカー、リクレーマーの外観図を以下に示す。

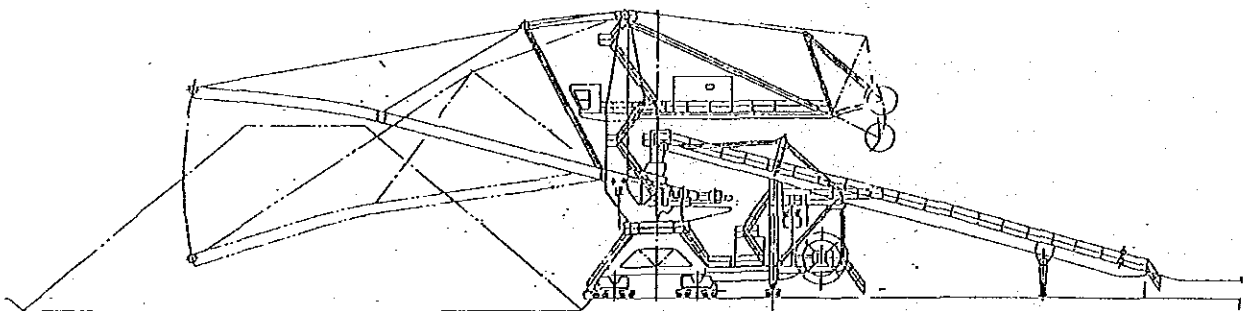


Fig. 7-6-16 スタッカー

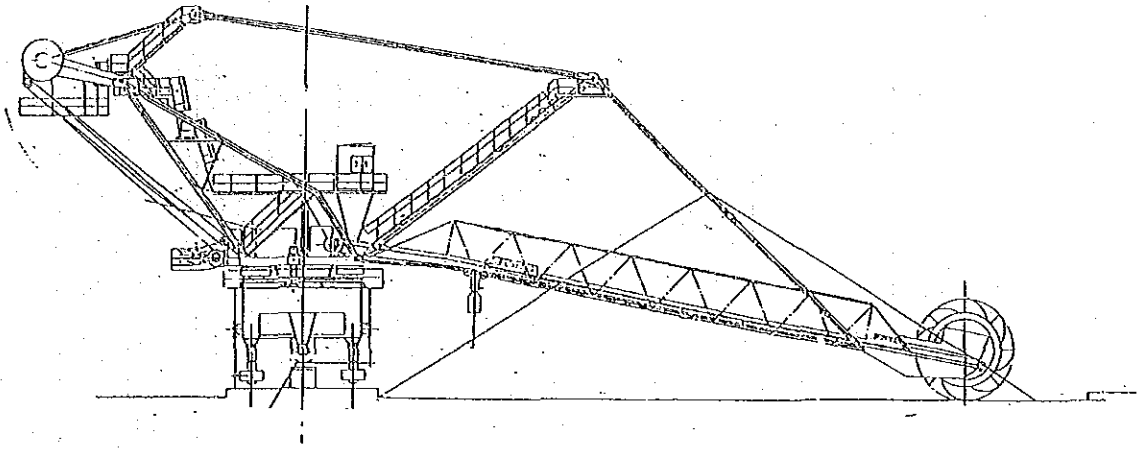


Fig. 7-6-17 リクレーマー

6-3 直接還元設備

6-3-1 基本的考え方

全世界において、各種の直接還元プロセスが考案され、還元鉄の生産に当たっているが、その中で天然ガスを用いるシャフト炉方式が主流をなし、全還元鉄生産の90%以上を占めるに到っている。

インドネシアにおいて、候補地にあげられているCILEGON及びARUNの両地区のうち、特にCILEGON地区で天然ガス事情が悪化しているという問題はあるが、技術的に確立され、運転及び品質管理の容易なガスベースのシャフト炉方式を対象として考える。

また、ガスベースのシャフト炉方式においても、種々のタイプがあるがTable 7-6-1.2に示すように、最近のプロセス別生産量を見ると、MIDREX法が54%そしてHYL I型及びIII型が35%と両プロセスが全体の約90%を占めている。

Table 7-6-12 Direct Reduced Iron Production
by Process

(単位:100万トン)

Process	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Midrex	0.06	0.13	0.44	0.77	1.11	1.11	0.95	1.35	2.12	3.77	3.97	4.25	3.87	4.08	4.94
HYL I	0.62	0.67	0.78	0.75	1.03	1.09	1.35	1.66	1.96	2.12	2.33	2.48	2.52	2.71	2.86
HYL III											0.10	0.27	0.18	0.33	0.39
NSC								0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Purofer	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.06	0.07	0.10	0.23	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Armeo				0.13	0.23	0.20	0.17	0.10	0.12	0.21	0.21	0.24	0.07	0.00	0.00
Fior							0.02	0.08	0.12	0.20	0.22	0.23	0.23	0.32	0.33
Plasmared												0.01	0.03	0.02	0.02
K-M									0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
SL/RN	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.15	0.19	0.14	0.14	0.08	0.23	0.26	0.27	0.25	0.45
DRC									0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.08
Codir				0.03	0.06	0.07	0.09	0.00	0.08	0.01	0.02	0.12	0.10	0.05	0.08
Accar				0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05
Total	0.73	0.86	1.30	1.80	2.60	2.69	2.90	3.36	4.83	6.64	7.20	7.89	7.28	7.80	9.21
Cumulative	0.73	1.59	2.89	4.69	7.29	9.98	12.88	16.24	21.07	27.71	34.91	42.80	50.08	57.88	67.09
Gas Based	0.71	0.83	1.25	1.69	2.43	2.46	2.56	3.21	4.58	6.33	6.83	7.48	6.90	7.46	8.54
Coal Based	0.02	0.03	0.05	0.11	0.17	0.23	0.34	0.15	0.25	0.31	0.37	0.41	0.38	0.34	0.67

従って、インドネシアの次世代製鉄所においても、両プロセスのいずれかを選択することになるが、各々を比較すると以下のようになる。

- 1) HYL I型及びIII型が還元鉄の全生産量中35%を占めるということであるが、31%迄はI型によるものであり、かつ最近になって天然ガス原単位が高く、製品品質の不均一なI型から改良型とも言えるIII型へ切替を始めたところであり、この意味でHYL I型は、旧プロセスと言える。
- 2) 一方HYL III型はTable 7-6-13に示すように、1979年の1号機以来6基建造されているが、すべてメキシコ国内であり、その実績も未知数な部分が多い。
- 3) 1980年以降、運転開始した、あるいは建造中の直接還元工場はMIDREXが24基、1,200万t/yであるのに対して、HYL I型11基600万t/y

Table 7-6-13 Direct Reduction Plants Producing
Steelmaking-Grade DRI

(Installed or under construction as of June 1, 1985)

No.	操業開始年	会社名	所在地	国名	プロセス名	基数	還元材	生産能力(千t/年)
1	1957	Hylsa	Monterrey	Mexico	HyL	1	Gas	95
2	1967	Tamsa	Vera Cruz	Mexico	HyL	1	Gas	235
3	1969	Hylsa	Puebla	Mexico	HyL	1	Gas	315
4	1970	NZS	Glenbrook	New Zealand	SL/RN	1	Coal	165
5	1971	HSW	Hamburg	W. Germany	Midrex	1	Gas	400
6	1971	GSC	Georgetown, SC	USA	Midrex	1	Gas	400
7	1973	Piratini	Charquedas	Brazil	SL/RN	1	Coal	65
8	1973	Dunswart	Benoni	S. Africa	Codir	1	Coal	150
9	1973	Sidbec	Contrecoeur	Canada	Midrex	1	Gas	400
10	1974	Usiba	Bahia	Brazil	HyL	1	Gas	250
11	1976	Sidor	Matanzas	Venezuela	HyL	1	Gas	360
12	1976	Siderca	Campana	Argentina	Midrex	1	Gas	330*
13	1976	Fior	Matanzas	Venezuela	Fior (HBI)	1	Gas	400
14	1977	NISCO	Ahwaz	Iran	Purofer	1	Gas	330
15	1977	Sidbec	Contrecoeur	Canada	Midrex	1	Gas	600
16	1977	Hylsa	Puebla	Mexico	HyL	1	Gas	630
17	1977	Sidor	Matanzas	Venezuela	Midrex	1	Gas	355
18	1978	Krakatau	Cilegon	Indonesia	HyL	1	Gas	575
19	1978	Acindar	Villa Const.	Argentina	Midrex	1	Gas	600
20	1978	Qasco	Umm Said	Qatar	Midrex	1	Gas	400
21	1979	BSC	Hunterston	UK	Midrex	2	Gas	800*
22	1979	Hylsa	Monterrey	Mexico	HyL III	1	Gas	250*
23	1979	Soidac	Khor Al-Zubair	Iraq	HyL	2	Gas	485*
24	1979	Sidor	Matanzas	Venezuela	Midrex	3	Gas	1275
25	1980	SIIL	Paloncha	India	SL/RN	1	Coal	30
26	1980	Siderperu	Chimbote	Peru	SL/RN	3	Coal	100
27	1980	Krakatau	Cilegon	Indonesia	HyL	1	Gas	575
28	1980	ISCOTT	Point Lisas	Trinidad	Midrex	1	Gas	420
29	1980	Sidor	Matanzas	Venezuela	HyL	2	Gas	1408
30	1981	Mining Corp.	Maymyo	Burma	K-M	1	Coal	20
31	1981	Nordferro	Emden	W. Germany	Midrex	2	Gas	880*
32	1981	Sidor	Matanzas	Venezuela	HyL	1	Gas	704
33	1982	Hadeed	Al Jubail	Saudi Arabia	Midrex	1	Gas	400
34	1982	Krakatau	Cilegon	Indonesia	HyL	2	Gas	1150
35	1982	DSC	Warri	Nigeria	Midrex	2	Gas	1020
36	1982	ISCOTT	Point Lisas	Trinidad	Midrex	1	Gas	420
37	1983	OEMK	Kursk	USSR	Midrex	1	Gas	417
38	1983	Scaw Metals	Germiston	S. Africa	DRC	1	Coal	75
39	1983	Hadeed	Al Jubail	Saudi Arabia	Midrex	1	Gas	400
40	1983	Hylsa	Monterrey	Mexico	HyL III	1	Gas	500
41	1983	OSIL	Keonjhar	India	Accar	1	Coal	150
42	1984	SGI	Labuan Island	Malaysia	Midrex (HBI)	1	Gas	650
43	1984	ISCOR	Vanderbijlpark	S. Africa	SL/RN	4	Coal	600
44	1984	Mining Corp.	Maymyo	Burma	K-M	1	Coal	20
45	1984	SIIL	Paloncha	India	SL/RN	1	Coal	30
46	1985	Sicartsa	Las Truchas	Mexico	HyL III	2	Gas	1000
47	1985	Perwaja	Chukai	Malaysia	NSC (HBI)	1	Gas	600
48	1985	Davsteel	Vanderbijlpark	S. Africa	Rot. Kiln	1	Coal	30
49	1985	NISCO	Ahwaz	Iran	Midrex	3	Gas	1200
50	1985	I&S Complex	Misurata	Libya	Midrex	2	Gas	1100
51	1985	OEMK	Kursk	USSR	Midrex	1	Gas	417
52	1985	USCO	Vereening	S. Africa	Plasma	1	Coal Gas	250
53	1986	Sicartsa	Las Truchas	Mexico	HyL III	2	Gas	1000
54	1986	Ipilata	Joda	India	Tisco	1	Coal	90
55	1986	OEMK	Kursk	USSR	Midrex	1	Gas	417
56	1986	NISCO	Ahwaz	Iran	HyL	3	Gas	1000
57	1987	Soidac	Khor Al-Zubair	Iraq	HyL	2	Gas	1000
58	1987	NISCO	Mobarakeh	Iran	Midrex	2	Gas	1280
59	1987	ANS DK	El Dikheila	Egypt	Midrex	1	Gas	716
60	1987	OEMK	Kursk	USSR	Midrex	1	Gas	417
61	1988	NISCO	Mobarakeh	Iran	Midrex	3	Gas	1920

* 休止中, (HBI) --- Hot Briquetted Iron の略

HYL III型5基250万t/yとなり、MIDREX法の優位が進んでいる。

すでに説明してきたように、インドネシア特にCILEGON地区においては天然ガス事情の悪化が深刻であり、対策の一環としてP.T. KRAKATAU STEELの既設、HYL I型炉4基を他のプロセスにリプレースする計画が始まっている。

従って、次世代製鉄所に対して、HYL I型の採用は考えられず、また、実績の少ないHYL III型も厳しい天然ガス事情を考慮すると危険性が大きい。

そこで取り敢えずここでは、技術的に確立されているMIDREX法を対象として考えることにした。

6-3-2 設備計画の前提条件

(1) 直接還元炉	MIDREX 600 モジュール2基
(2) 生産量	1,367,000 t/y
1) 生産能力	4,470 t/d 186 t/h
2) 稼働日数	306 d/y
稼働時間	7,344 h/y
3) 篩前の原料供給量	270 t/h 6,480 t/d 1,981,000 t/y
4) 篩下粉発生量 (- 3 %)	69,000 t/y
5) 還元炉供給量	1,912,000 t/y
(3) ユーティリティー原単位	
1) 電力	120 Kwh/t
2) 天然ガス	2.6 Gcal/t
3) 工水	1.5 m ³ /t
4) 窒素	0.5 Nm ³ /t
(4) 原料	
1) 配合比	: ベレット70% - 塊鉱石30%
2) 成分	FeO 0.5 % Fe ₂ O ₃ 95.6 %

GANGUE 3.9%

Total Fe 67.25%

(5) 還元鉄

1) 成分	Metallic Fe	84.9%
	FeO	8.3%
	GANGUE	5.3%
	C	1.5%
2) 金属化率		93.0%
3) Total Fe		91.28%

6-3-3 技術説明

(1) マテリアルフロー (Fig. 7-6-18、Fig. 7-6-19 参照)

供給原料、即ちペレット及び整粒塊鉱石は原料ヤードから直接還元工場の原料槽へコンベヤー輸送される。原料槽は6槽に分かれ合計で約1日分の原料使用量に相当する容量を有して還元炉への原料安定供給を保障している。

所定の配合比で、原料槽から切出された原料は、篩で小粒-3mmを除去され、還元炉頂部のホッパーに装入される。ホッパー内の原料は、炉内還元鉄の切出しに伴い、重力降下し、垂直配管を通して炉内に送り込まれた後、高温の還元ガスと向流接触しながら加熱及び還元される。

垂直配管部分では、炉内ガスが大気中へ放散するのを防止するため、高圧の不活性ガスを吹込んでシールする方式がとられている。

これは、還元鉄が炉外に排出される炉底部においても同様に機械的なシール即ち可動部分がなく、シンプルな機構になっている。

還元炉の上部即ち、還元ゾーンで還元された高温の製品は下部において、不活性ガスを循環した冷却ゾーンに入り、常温近くまで、冷却され、排出されて成品貯蔵槽に送られる。

還元鉄は不活性雰囲気下で、約1週間滞留されるが、この時、更に冷却、エージングされ、耐再酸化性を強化される。貯蔵槽から排出された還元鉄は更に、最終篩を通して、電気炉へ供給されるが、一方、篩下粉もブリケット化されて回収される。

(2) ガスフロー (Fig. 7-6-20 参照)

還元炉を出た炉頂ガスは、スクラバーで冷却、除塵された後、燃料系とプロセス系に分けられる。約70%のガスがプロセスガスとして、コンプレッサーで昇圧され、改質炉に送られる時、新たに天然ガスを添加されるとともに排ガス顕熱を利用した熱交換器で予熱される。天然ガスとプロセスガスの混合ガスは改質炉内のチューブを通る時、触媒反応によって改質され還元ガスとなる。

MIDREX プロセスにおける改質は、CO₂改質に分類されるもので、化学量論的反応に近い形で進行するため、還元ガス成分 (CO + H₂) 濃度が90～92%と高く、残留CO₂、H₂O量が少ない。

従って改質後ガスは若干の温度調整をするだけで、還元ガスとし、シャフト炉に供給でき、H₂O改質に見られるような、残留H₂Oの除去は不要である。

改質用のチューブは、改質炉の天井に固定され、チューブの伸びは改質炉の底板を通して下方に吸収されるが、個々のチューブの下端と改質炉間には、エキパンションシールが取り付けられ、空気の吸い込みを防止している。

MIDREXプロセスにおいては、炉頂ガス中のH₂、CO成分の大半を循環使用する設計になっているため、改質によって発生されるH₂、CO量は所要量の半分にすぎず、これが天然ガス原単位低減の理由になっている。改質炉への熱供給は、2つのバーナーシステムからなっている。主バーナーは改質反応に必要な熱を供給するもので、炉頂ガスの一部に、天然ガスを混合した後、予熱した高温の空気で燃焼させている。

補助バーナーは改質炉の熱損失分を補給するもので、天然ガスだけを燃料としている。

(3) 熱回収

改質炉排ガスの熱回収のため、シェルアンドチューブ型の熱交換器を備えており、燃焼用空気及び改質前のガスの予熱を行なって燃料原単位の低減と改質反応の円滑化を図っている。

6-3-4 主要設備仕様

Table 7-6-14 List of Major Equipments
& Their Specs.

No	Equipment or System	Q'ty	Description
1	Direct Reduction Furnace	2	Shaft Furnace equipped with Charge Hopper, Slide Gates, Burden Feeders and Discharge Feeder
2	Reformer	2	200mm dia. Tubes with Catalyst
3	Top Gas Scrubber	2	Venturi and Packed Tower Type
4	Cooling Gas Scrubber	2	- ditto -
5	Reformed Gas Cooler	2	Packed Tower Type.
6	Seal Gas Cooler	2	- ditto -
7	Recuperator	4	Shell & Tube Type Heat Exchanger
8	Stack	2	Height : Approx. 40 m
9	Process Gas Compressor	6	Positive Displacement Type Rotary Lobe Compressor
10	Cooling Gas Compressor	2	- ditto -
11	Main Air Blower	2	Centrifugal Type Air Blower
12	Auxiliary Air Blower	2	- ditto -
13	Seal Gas Compressor	2	Screw Type Compressor
14	Mist Eliminator	2 Set	for Process Gas, Cooling Gas & Seal Gas
15	Piping System	2 Set	including Valves and Fittings
16	Dust Collection System	4 Set	Composed of Cyclone, Venturi Scrubber, Fans and Dust Storage Bin

No	Equipment or System	Q'ty	Description
17	Compressed Air System	1 Set	Composed of Plant Air Receiving Tank, Instrument Air Dryer and Instrument Air Receiving Tank
18	Briquetting System	1 Set	Capacity : 15 t/h
19	Water System	2 Set	Composed of Clarifier, Cooling Tower and Pumps
20	Electrical and Instrumentation	2 Set	Max. Capacity : 236MVA
21	Product Storage Bin	3	Capacity : 4500 m ³ × 3 equipped with Feeder
22	Oxide Day Bin	6	Capacity : 550 m ³ × 6 equipped with Feeder
23	Material Handling System	2 Set	Composed of Screens, Belt Scales and Belt Conveyors

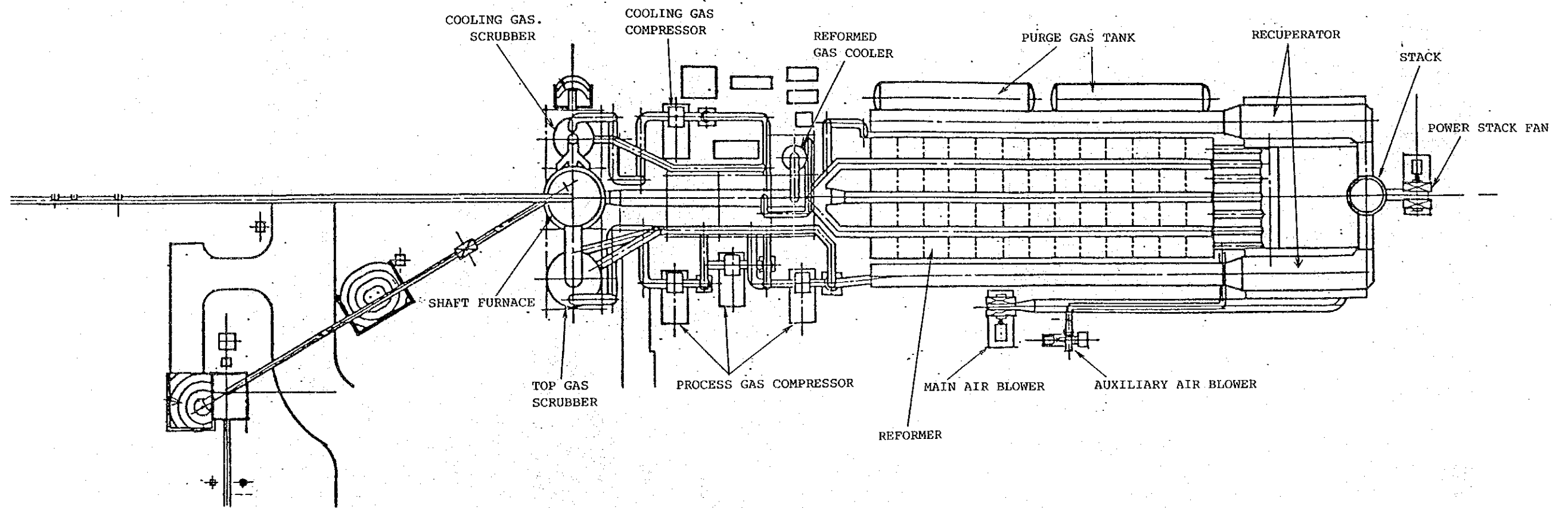


Fig. 7-6-18 Plane Figure of D.R.

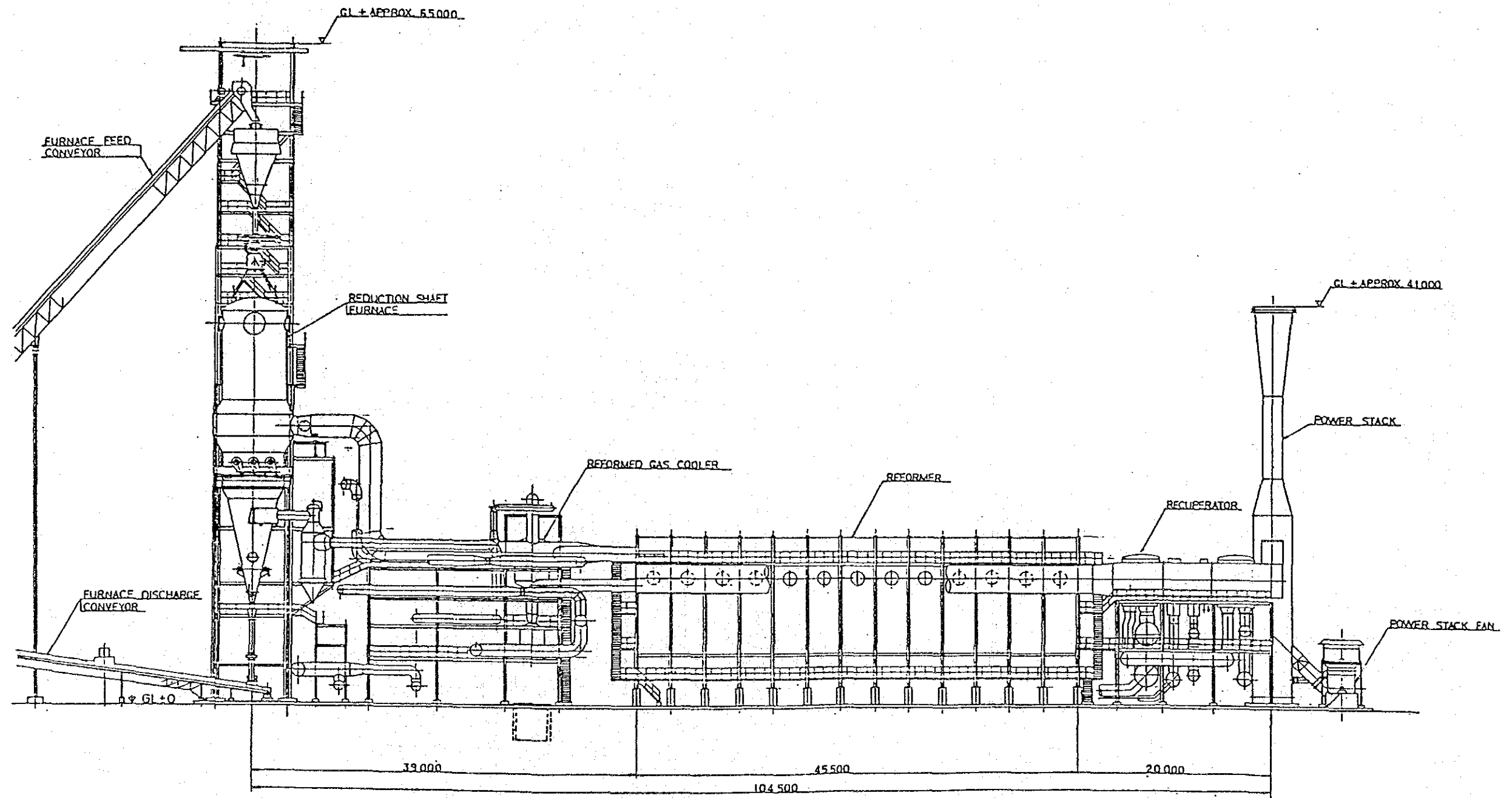


Fig. 7-6-19 Front View of D.R.

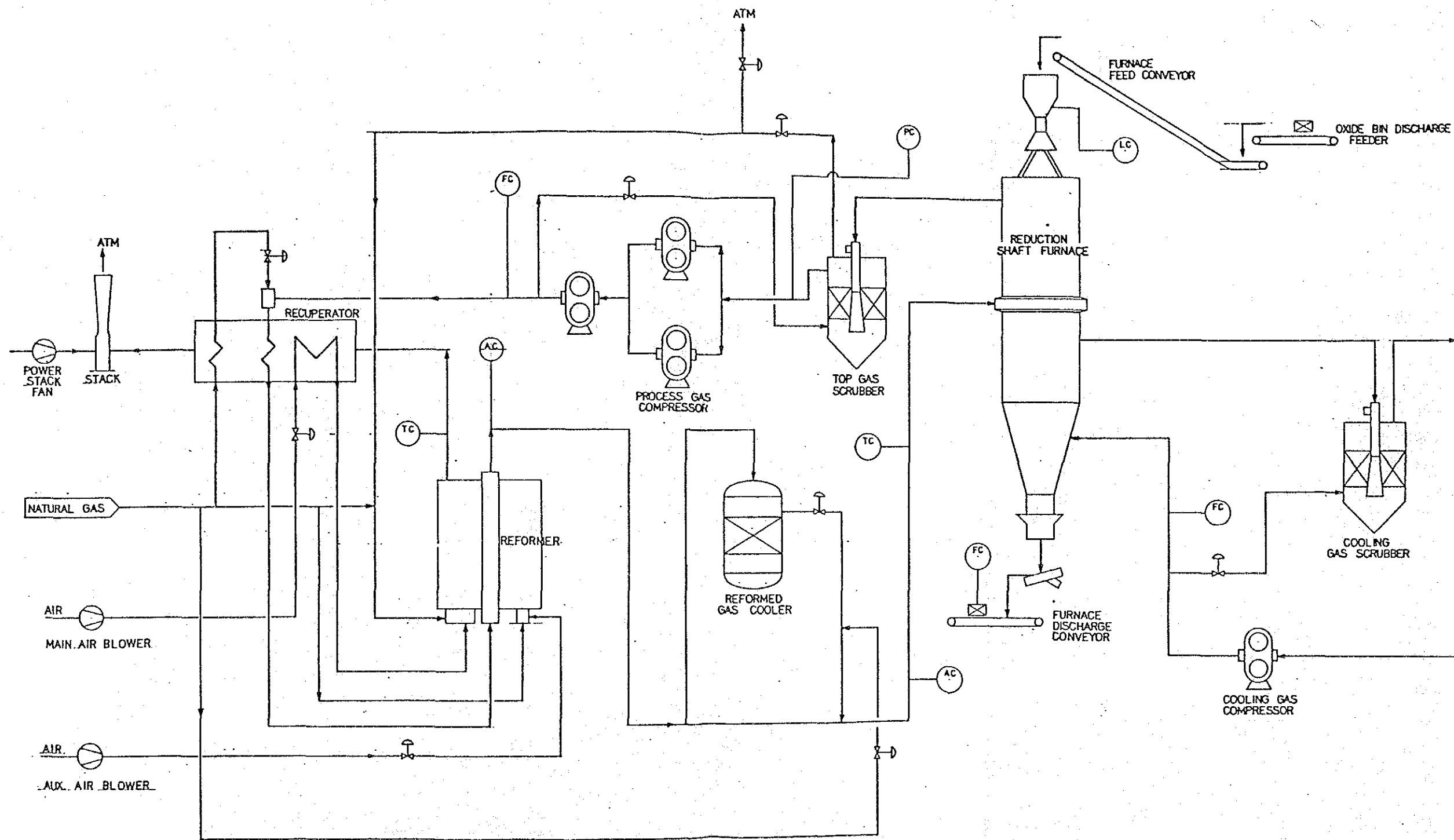


Fig. 7-6-20 Process Flow Schematic

6-4 石灰焼成炉設備

6-4-1 計画概要

生石灰 CaO は溶鋼精錬用（電気炉及び取鍋精錬炉）に用いる。

生石灰は石灰石を焼成して製造する。

「石灰焼成炉設備」に計上した設備は、

- 1) 石灰石（原石という）の受入と石灰焼成炉への装入設備
- 2) 原石の水洗と分級機及び原石ホッパー
- 3) 製品である生石灰の貯蔵及び搬出設備等とこのプラントの運転に必要な電力、用水、燃料などユーティリティー関係及び操作指令系統を含む。

製品（生石灰）のうち 3 mm 以上を精錬用として供給し、CaO 焼成炉から電気炉及び取鍋精錬炉へはベルトコンベアーにて運搬する。

(1) 生産能力と基数

電気炉と LF の生石灰使用原単位：42 kg/t 溶鋼、年間溶鋼量を 1,604,000 t とすると

年間生石灰所要量：42 kg/t × 1,604,000 t = 67,368 t = 67,400 t/y

石灰焼成炉年間稼働日数：350日 定修：15 d/y

（電気炉向け生石灰/生産生石灰）の歩留：92%

アローワンス：15%

として、

計画日産量：[(67,400 t/y ÷ 0.92) ÷ 350 d/y] × 1.15 = 240.7 t/d

定修時の生石灰貯蔵量を少なくするために焼成炉を2基とする。

一基当日産量：240/2 = 120 t/d

(2) 原石成分

1) 化学成分

燃焼ロス	44%
CaO	> 55%
MgO	< 0.50%
Fe ₂ O ₃	< 0.01%
Al ₂ O ₃	< 0.50%
SO ₃	< 0.04%
P ₂ O ₅	< 0.08% とする。

2) サ イ ズ 他

圧 縮 強 度 $> 1,200 \text{ kg/cm}^2$

(1 cm^3 サンプル)

$20 - 40 \text{ mm}$

$20 - 30 \text{ mm} < 55 \%$

$30 - 40 \text{ mm} > 45 \%$

付着粘土分 $< 2 \%$ とする。

(3) 生 石 灰 品 質

1) 化 学 成 分

P 0.060% 以下

S 0.030% 以下

Residual CO_2 $< 3.5 \%$

2) サ イ ズ

有効生石灰寸度 $> 3 \text{ mm}$

3) 反 応 性

Reactivity $> 150 \text{ ml} - 4\text{N HCl}$ (2.5 g サンプル、 10 min)

(4) 製造工程における歩留及び所要原石量

1) 歩 留

生石灰/原石 (水洗後) 53.0%

電気炉とLF向け生石灰/生石灰 92.0%

粉生石灰/生石灰 8.0%

2) 所 要 原 石 量

$$(67,400 \div 0.92) \div 0.53 = 138,228 \text{ t/y}$$

$$138,228 \text{ t/y} \div 350 \text{ d/y} = 394.9 \text{ t/d}$$

(5) 操 業 条 件

年間 350日 連続稼働とし、原石受入と水洗は昼間中心の2シフト ($8:00 \sim 16:00$ 、 $16:00 \sim 21:00$) とする。

稼 働 率 : $0.66 [(8\text{h/shift} \times 2) \div 24\text{h/d}]$

6-4-2 シャフトキルン選定理由

ロータリーキルン法による生石灰製造も行われているが、下記の理由によりシャフトキルンを選定した。

- 1) 操業コストが低廉、燃料消費はロータリーキルン法の約60%である。
- 2) 生産量当りの専有面積がコンパクトである。
- 3) 短時間の炉修時間と巻き替え頻度が少ない。

ロータリーキルンでは通常4～6カ月毎に巻き替えを要する。この間一週間の生石灰貯蔵を行わなければならない。この間の必要生石灰量は $240\text{t} \times 7\text{日} = 1,680\text{t}$ となり生石灰貯蔵場が大きくなる。

シャフトキルンでは通常年間に1回、15日間程度の修理休止でよい。

6-4-3 主要工程の説明

石灰焼成炉は電気炉棟の北側に設置する。

サイジングされた原石(石灰石)は屋外の原石ヤードに搬入され貯蔵される。

原石はシャベルローダーで受入ホッパーに運ばれ水洗分級される。

20mm以上の石灰石は原石ホッパーに貯蔵する。原石ホッパーから切出した原石は一定量計量されシャフトキルンへ装入する。

焼成後の生石灰はシャフトキルン下部より排出し計量後3mmスクリーンにて分別する。

大きいものは製品貯蔵ホッパーへ、小さいものは指定貯蔵ホッパーにためる。

製品貯蔵ホッパーの生石灰は直接専用ダンプトラックまたは電気炉工場行搬送コンベアに切出される。電気炉棟への切出し信号は電気炉棟に設けたDRI/生石灰搬入系統操作パネルから入力する。シャフトキルンには発生する粉塵のため集塵設備を設ける。

シャフトキルン2基に対し1カ所の中央操作室を設ける。

水洗とスクリーニングで生じた原石の微粉とアンダーサイズとなった生石灰は専用ダンプトラックにて廃棄場へ運ぶ。アンダーサイズの生石灰は一部水処理や土質改良に用いることができる。

生石灰は貯蔵ホッパーをへて電気炉工場行きコンベアにて電気炉棟へ運ばれる。各電気炉の炉前にはDRI貯蔵ビンとらんで生石灰貯蔵ホッパーをおく。

電気炉用クラムセルバケットに生石灰を装入するため電気炉工場内部のクラムセルバケット台車の直上に生石灰ホッパーを設ける。

6-4-4 主要設備

Table 7-6-15 List of Major Equipment
of Calcining Plant

	Name	Quantity	Specification
1	Limestone washing and screening	1	conveyor(s) 70t/h
2	Limestone charging	2	70t/h
3	Calcining furnace	2	4.4m dia. 120t/day
4	Calcining furnace auxiliary	1	
5	Waste gas treatment	2	330 m ³ /min
6	Burnt lime hopper	1	250t
7	Burnt lime handling	1	conveyor(s)
8	Shovel loader for limestone	2	3 m ³
9	Diesel engine generator	1	35kVA
10	Lubrication system	1	
11	Supervisor for construction, commissioning		included
12	Utility facilities	1	wire, pipe etc. included.
13	Buildings	2	calcining pulpit and IDF moter room

6-4-5 ユーティリティ

1) 電力 設備動力

3.3KV	高圧系	焼成炉ブローア等	260kW×2基 (200kW×2)
415V	低圧系	原石系統	40kW (20kW)
		製品系統	50kW (25kW)
	合計		610kW (445kW)

()内は実行消費動力

$$445 \text{ kW} \times 350 \text{ d} \times 24 \text{ hrs} = 3,738 \text{ MWh/y}$$

2) 用水

$$\begin{aligned} \text{機器冷却水} & (40 \text{ l/min} \times 1,440 \text{ min/d} \times 2 \text{ 基} \times 350 \text{ d/y}) \div 1,000 \text{ l/t} \\ & = 40,320 \text{ t/y} \quad \text{循環} \end{aligned}$$

$$\text{ここで給水は3\%が蒸発ロスとなるため } 40,320 \text{ t/y} \times 3\% = 1,210 \text{ t/y}$$

$$\text{原石水洗水 } 60 \text{ l/t 原石} \quad \text{放出}$$

放出水（原水でも可）： $[(60\text{ l/t} \times 240\text{ t/d}) \div 0.53^*] \times 0.66^* \times$
 $\times 350\text{ d/y} = 6,300\text{ t/y}$

* 278頁参照

3) 燃 料

生石灰焼成に必要な熱量：約 930 Kal/kg

電炉とLFで使用される生石灰量： $67,400\text{ t/y} \div 0.92 = 73,260\text{ t/y}$

(277頁参照)

石灰焼成に必要とされる年間熱量： $930\text{ Kal/kg} \times 1,000\text{ kg/t} \times 73,260\text{ t/y}$
 $= 68,100 \times 10^6\text{ Kal/y}$

ここでNatural gasを使用するとして、ガス発熱量： $9,165\text{ Kal/N.m}^3$

故に、年間使用されるガス量： $(68,100 \times 10^6\text{ Kal/y}) \div 9,165\text{ Kal/N.m}^3$
 $= 7.4 \times 10^8\text{ N.m}^3/\text{y}$

4) Nitrogen 計器バース用 $25\text{ A} \times 1\text{ 本}$

6-4-6 図 面

1) Fig. 7-6-21 電気炉工場計画図

2) Fig. 7-6-22 プロセス・フロー図

- 1 Calcining plant
- 2 Scrap shed
- 3 No.1 130t EAF
- 4 No.1 130t LF
- 5 No.2 130t EAF
- 6 No.3 130t EAF
- 7 No.2 130t LF
- 8 No.4 130t EAF
- 9 Bag filter
- 10 IDF blower
- 11 Refractories storage
- 12 Ferro alloy storage
- 13 Step down transformer
- 14 Water treatment
- 15 DRI conveyor
- 16 Lime conveyor

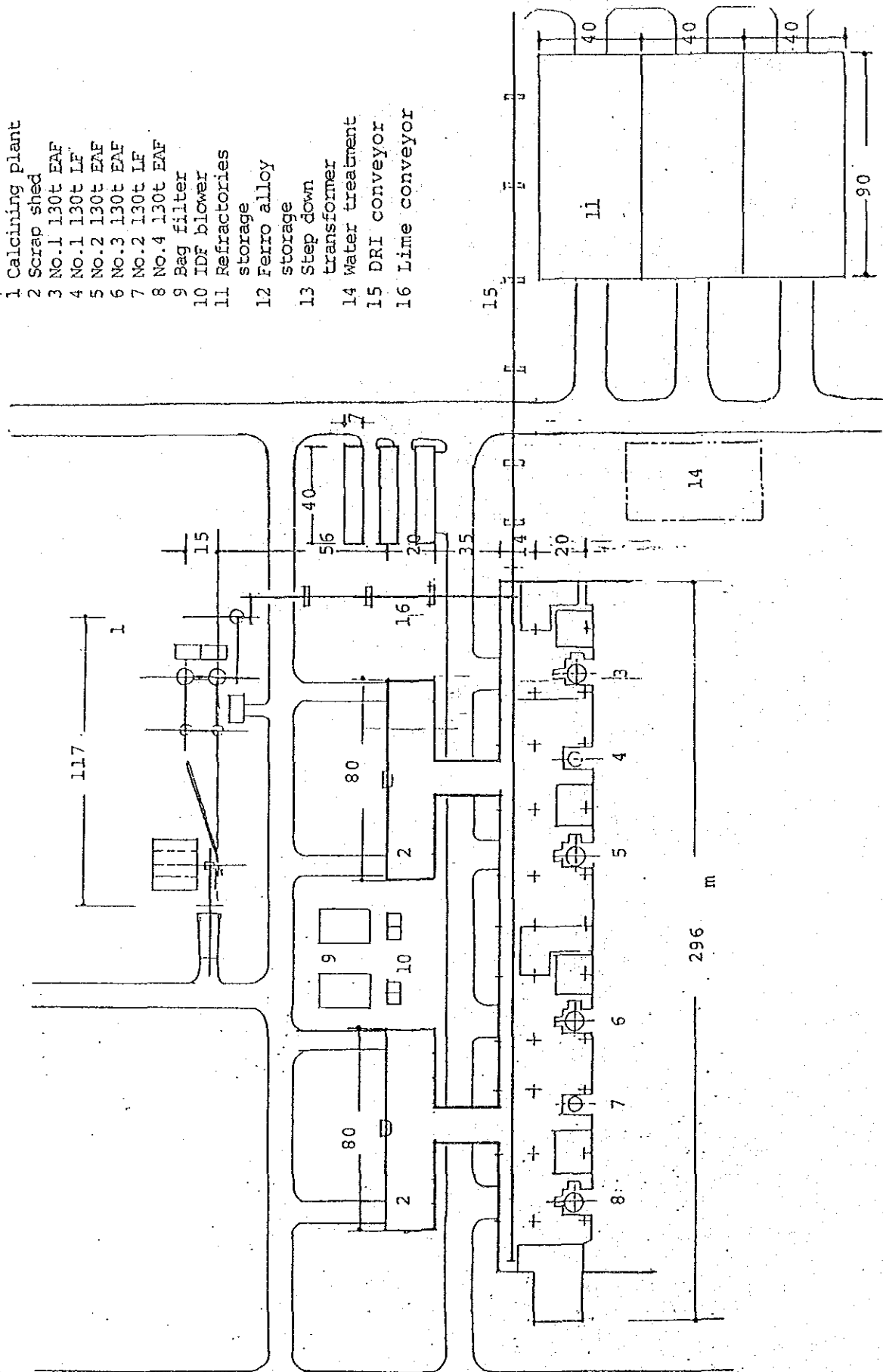


Fig. 7-6-21 The Schematic Arrangement of Steelmaking Shop.

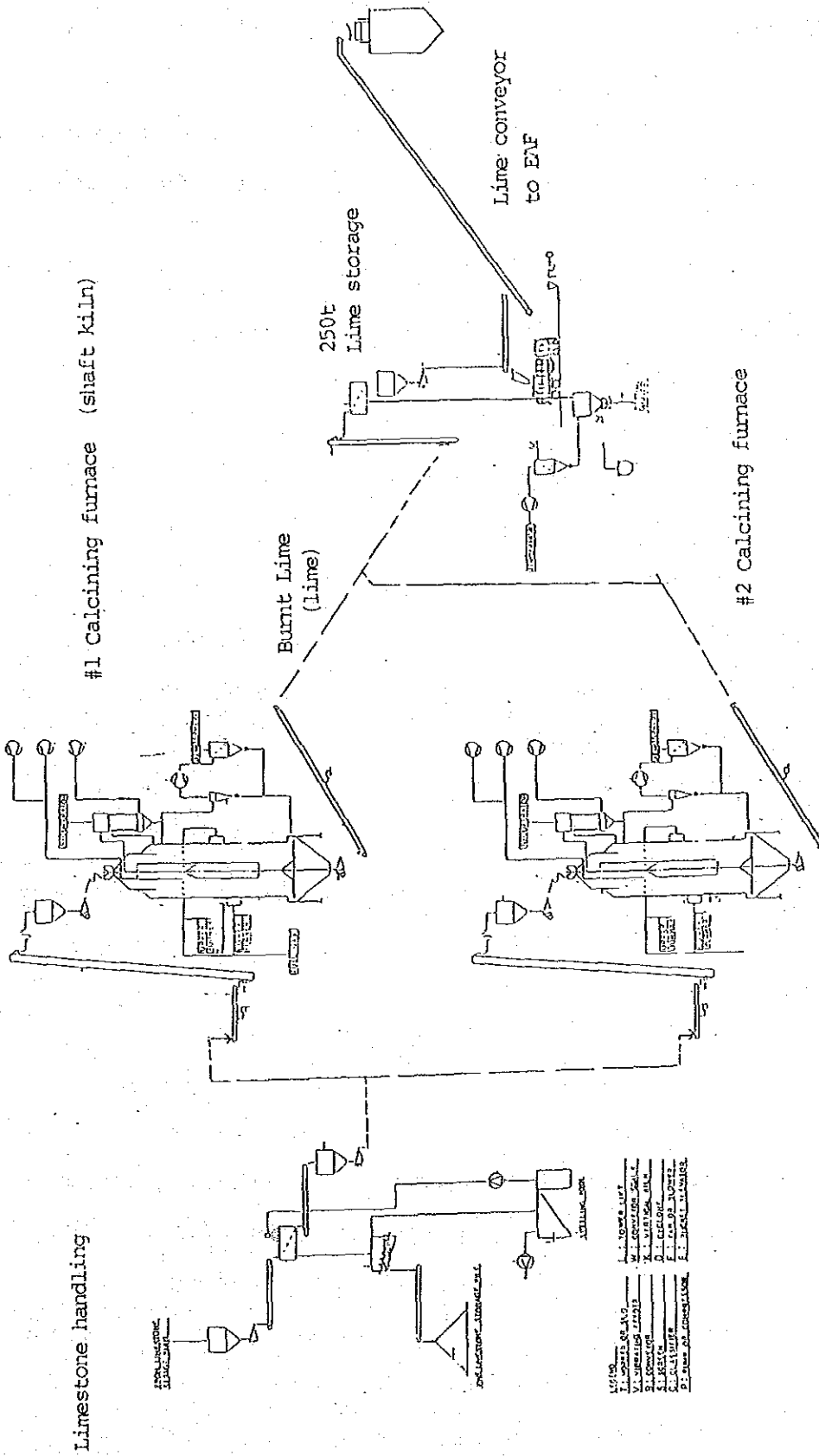


Fig. 7-6-22 The Process Flow Chart of Calcining Plant

6-5 電気炉設備

6-5-1 計画概要

年間溶鋼必要量 1,604 千トンを溶解・精錬する製鋼設備である。溶鋼を鑄造する連続鑄造設備の稼働率から電気炉の年間稼働日数を定め電気炉容量と設置基数を求めた。

溶解設備の主体は 130 トン電気炉 2 基 + 130 トン取鍋精錬炉 1 基を 1 ユニットとし、連続鑄造設備 1 基と対応する。これを 2 ユニット設ける。

電気炉への装入鉄原料は還元鉄 (DRI) とスクラップである。それぞれの添加のための供給設備を有している。

電気炉から発生する多量の粉塵は集塵装置にて捕集する。

「電気炉設備」にて計上した設備は

電気炉、取鍋精錬炉、DRI / 生石灰搬送設備、スクラップ関係設備、合金鉄倉庫、電気炉工場用低圧電源、及び降圧トランス (25 KV / 3.3 KV)、製鋼地区資材倉庫が主なもので、製鋼地区水処理設備、受鋼用取鍋以降の諸設備及び製鋼地区サブセンターは含んでいない。

6-5-2 設計条件

1) Tap to Tap

連続鑄造設備への配鋼ピッチ 60 分に応ずるためには 2 基の電気炉から取鍋精錬炉 (LF 1 基) をへて溶鋼を供給する。電気炉の Tap to Tap は 120 分とする。

(電気炉)

スクラップ装入	5 min	(LF 処理)	
スクラップ溶解開始から DRI 連装開始	15 min	除 滓	10 min
DRI 連装	75 min	合金添加と	30 min
昇 熱	5 min	昇熱調整	
出 鋼	5 min	計	40 min
補 修 電極接続をふくむ	15 min		
合 計 Tap to Tap	120 min		

2) 年間生産量

(1) 年間操業時間

〔電気炉〕

4直3交代連操

暦日	365日	8,760時間
計画休転:		
電気炉中炉修	-35日	-840時間
電気炉大炉修	-5日	-120時間
小計	325日	7,800時間
計画外休転: 5% (325日×0.05)	-16日	-384時間
中計(電気炉操業時間)	309日	7,416時間

〔連続〕

鑄込み時間を65 min/heatとし、7連鑄を基本操業とする。

- 操業サイクルタイム:

鑄込時間 65分/ヒート×7 C-C = 455分/サイクル

ダミーバー装填他 60分/サイクル

計 515分/サイクル

- 年間7 C-C回数: (7,416時間×60分) ÷ 515分/サイクル = 864回

計画休転 ダミーバー装填(60分/サイクル×864)-36日 - 864時間

中計 (309日-36日)273日、(7,416-864)6,192時間

計画外休転 5.5% (273日×0.055) -15日 -360時間

合計 (年間連続々鑄作業時間) 258日 6,192時間

(2) 年間必要ヒート数:

(6,192時間×60分) ÷ 120 min/heat = 3,096ヒート

3) 電気炉炉容量

電気炉 炉容量 (1,604,000t ÷ 3,096 heats) ÷ 4基 = 129.5t/heat/1基
= 130t/heat

(130t電気炉2基+130t LF 1基) × 2ユニットとする。

4) 出鋼歩留 MIDREX法 DRI 75% スクラップ 25%として

D.I.R 750kg × 91.4% T, Fe × 97% = 665kg

Scrap 240kg × 90.0% T, Fe × 97% = 210kg

Mill scale $10\text{kg} \times 40.0\% \text{ T. Fe} \times 97\% = 4\text{kg}$

合計 $1,000\text{kg}$ 879kg

出鋼歩留 = $11\text{t} / (\text{DRI} + \text{SCRAP} + \text{MILL SCALE}) = (879\text{kg} \div 1,000\text{kg}) \times 100 = 88\%$

但し

DRI 成分%

T.Fe M.Fe D.M FeO C P S SiO₂ Al₂O₃ CaO MgO Other

91.4 85.0 93.0 8.3 1.5 0.02 0.01 1.5 0.5 1.4 1.1 0.7

脈石 = 5.2% とする。

5) DRI 連装速度

1 ヒートで使用される DRI の量 : $(130\text{t/heat} \div 0.88) \times 0.75 = 111$

これを 75 分で連装するので $111\text{t/heat} \div 75\text{min} = 1.48\text{t/min}$

設備設計許容量を 7% とすると必要 DRI 連装速度は $88.8\text{t/h} \times 1.07 = 95\text{t/h}$ とする。

6) 電気炉トランス容量の決定

$111\text{tDRI} \div 75\text{min} = 1,480\text{kg/min}$

臨界 DRI 連装速度 = $28\text{--}30\text{kg/min/MW}$ とすると

入力レベルでは $(1,480\text{kg/min} \div 28)$ 及び $(1,480\text{kg/min} \div 30)$ から 52.8MW - 49.3

MW が必要となる。

ショートアーク時の力率 70.7% とおくと $(52.8\text{MW} \div 0.707)$ と $(49.3\text{MW} \div 0.707)$

から 74.7MVA - 69.7MVA とする。

したがってトランス容量は 75MVA とする

7) 原材料副資材の原単位と年間消費量

大区分	小区分	原単位	
Heat/day/furnace		T-T120min	12 ヒート
溶鋼量			1,604,000t/y
主原料	DRI	8535kg/t	1,369,000t
	TFe91.4%	鉄分換算(780kg/t)	(1,251,120t)
	スクラップ	273.1t	438,100t
	ミルスケール	11.4kg/t	18,300t
副原料	生石灰	42 kg/t	67,400t
	螢石	3.0	4,810t
	Fe-Mn	6.0	9,620t
	Si-Mn	4.0	6,420t
	Fe-Si	4.0	6,420t

コークス	25	40,100 t
カーボンパウダー	15	24,060 t
電極	6 kg/t	9,620 t
炉壁レンガ	1.5kg/t	2,410 t
炉床耐火物	0.2kg/t	320 t
吹付補修材	25 kg/t	40,100 t

8) ユーティリティ

電力	溶解用	820kwh/t	1,315,300MWh
電力	その他	48kwh/t	77,000MWh
酸素		4 m ³ /t	6,420 k m ³
アルゴン	LF用		222,400 m ³
窒素	LF用		24,700 m ³

注：Ar と N₂ の計算

次の生産条件とし年間必要量を計算している。

(1) 高炭素鋼 (C > 0.25%) : 20%

$$\text{高炭素鋼生産量} = 1,604,000 \text{ t/y} \times 0.20 = 320,800 \text{ t/y}$$

(2) 低炭素鋼 (C ≤ 0.25%) : 80%

$$\text{低炭素鋼生産量} = 1,604,000 \text{ t/y} \times 0.80 = 1,283,200 \text{ t/y}$$

1) (1)のケースにおいて

ヒート当りの Ar と N₂ の吹精量：

$$\text{Ar} : (1,000 \text{ l/min} \times 10 \text{ min/heat}) \div 130 \text{ t/heat} = 77 \text{ l/t}$$

$$\text{N}_2 : (500 \text{ l/min} \times 20 \text{ min/heat}) \div 130 \text{ t/heat} = 77 \text{ l/t}$$

$$\text{必要ガス量 Ar} = (320,800 \text{ t/y} \times 77 \text{ l/t}) \div 1,000 \text{ l/m}^3 = 24,702 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$\text{● N}_2 = (320,800 \text{ t/y} \times 77 \text{ l/t}) \div 1,000 \text{ l/m}^3 = 24,702 \text{ m}^3/\text{y}$$

2) (1)のケースにおいて (N₂ の吹精不可)

ヒート当りの Ar の吹精量：

$$\text{Ar} = [(1,000 \text{ l/min} \times 10 \text{ min/heat}) + (500 \text{ l/min} \times 20 \text{ min/heat})]$$

$$\div 130 \text{ t/heat} = 154 \text{ l/t}$$

$$\text{Ar 必要量} : \text{Ar} = (1,283,200 \text{ t/y} \times 154 \text{ l/min}) \div 1,000 \text{ l/m}^3$$

$$= 197,613 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$\text{●合計 Ar 必要量} = 24,702 \text{ m}^3/\text{y} + 197,613 \text{ m}^3/\text{y} = 222,315 \text{ m}^3/\text{y}$$

圧縮空気 56,160 km³

補給水 $140m^3/min \times 3\% \times 325日 = 1,966t/y = 2,000t/y$

9) 発生廃棄物

ダスト	1%		16,040 t	非回収
スラグ	13.5%	135 kg/t	216,540 t	#
廃棄レンガ		0.2 kg/t	320 t	#

10) 合金鉄・副原料の仕様

	粒度 等級	嵩比重	化学成分
生石灰	10~40mm	1.0	CaO 90~94%、SiO ₂ 3~4%、lg-loss 2~3%
螢石	10~80mm	1.5	CaF ₂ 75~83%
コークス	5~25mm	0.5	
カーボンパウダー	5~10mm	0.5	C 98%
Fe-Mn	20~60mm	3.5	Mn 73~78%、C 7.3%、Si 1.2%、P 0.40%、 S 0.04%
Si-Mn	20~60mm	3.3	Si 15%、Mn 62~65%、P 0.40%、S 0.04%
Fe-Si	20~60mm	1.5	Si 75~80%、C 0.2%、P 0.05%、S 0.02%
スクラップ	1.5m 以下	(ゴム・非鉄分を除外すること)	
酸素	99.6% 以上		
窒素	99.6% 以上		
アルゴン	99.8% 以上		

6-5-3 主要溶解設備の選定理由

電気炉の生産性を高めるのみならず、連続鋳造設備に対する熱的及び時間的マッチングのためのバッファーとして取鍋精錬炉を採用した。

電気炉と取鍋精錬炉の組合わせは、特殊鋼製造のみならず普通鋼製造のプラントでも広く採用されるようになってきている。鋳造歩留を上げるためには、連連鋳が不可欠であり、この組合せは、連連鋳をスムーズに実施するためのバッファーとしては非常に有用である。

また普通鋼鋼材における品質要求は年々高まっており、この次世代製鉄所が国際競争力を持つためにこの方式の採用は将来にわたり溶鋼品質向上の利点がある。

取鍋精錬炉を採用しない場合は、電気炉をさらに増設せねばならず、投資額が
ます。

6-5-4 主要設備の説明

電気炉設備は電気炉棟における電気炉と取鍋精錬炉を中心にDRIおよび生石
灰の連続装入設備、合金鉄添加設備、電気炉用集塵設備、屋内スクラップ棟、製
鋼地区降圧トランス、DRI及び生石灰搬送用の屋外コンベアライン、製鋼地
区資材倉庫、合金鉄倉庫を含む。

1) DRIと生石灰の搬送と炉内添加

DRIはDRIプラントにおける電気炉工場向切出ホッパー以降屋外型コンベア
(数段)をのりついで電気炉等のFL+16m付近に達する。電気炉向切出ホ
ッパーには定量切出装置(ベルトフィーダー)があり、電気炉工場内中央操作
室におけるDRI/生石灰搬入系統パネルから制御される。このコンベアライ
ンの中途から生石灰が合流する。DRIと生石灰は別々に切出され、電気炉
各炉前の所定ホッパーに貯蔵される。屋外型コンベアは点検歩廊を併設する。

各電気炉炉前のDRIおよび生石灰ホッパーから電気炉への投入は、各電気
炉操作室にもうけた切出系統パネルで制御される。DRI投入系統は常用75
%配合の連続装入を行うものとした。各炉前のDRIホッパーの容量は2ヒ
ート分である。

2) 合金鉄の搬送と炉内添加

電気炉棟から離れた合金鉄倉庫にて、底開きコンテナーにバラの合金鉄をつ
める。

底開きコンテナーは2トンホークリフトにより電気炉棟に搬入される。

電気炉棟の5トンホイストクレーン(2台)がこのコンテナーを吊上げ各炉
前の合金鉄ホッパーへ合金鉄を銘柄別に充填する。合金鉄ホッパーの内容物の
残高は目視による。

合金鉄は電磁フィーダー切出装置により各ホッパーから切出され秤量台車に
て計量し、輸送コンベアーを経由して電気炉炉内、出鋼時の取鍋およびLFへ
添加する。

操業法の変化にそなえ取鍋内に合金鉄入置きができる中継シュートを含める。

合金鉄の銘柄別切出量の設定と管理は電気炉脇の専用操作パネルで行う。

3) スクラップ搬送と炉内への装入

スクラップの使用比率は25%とする。

購入されたスクラップは屋外ヤードに銘柄別に集積される。

1.5 m長をこえるものは屋外にてガス切断する必要がありCu合金、およびCu系統のスクラップは除去されねばならない。

シリンダーや両端の密着した円筒上のは事前に半切する必要がある。

油脂、ゴムタイヤ、非鉄鋳物関係も事前処理され除去される。

事前処理の終わったもの、あるいは事前処理の必要のないロットから順次屋内スクラップ棟へ場内トラックを用いて移送される。

入荷スクラップの積みおろし、および場内横持ちスクラップにはリフティングマグネット付きのクローラクレーンが必要である。

鍋付、余湯、タンディッシュ余湯は極力、ガス切断して再使用する。平板状となった流失地金も所定の大きさにガス切断し再使用する。電気炉ダストは再利用しない。

ミルスケールは発生分を天日乾燥したロットから若干量ずつ屋内スクラップ棟に移送する。

DRプラントから発生する粉状DRIをブリケット化したDRIも同じようにスクラップのひとつとして扱う。

屋内スクラップ棟にはリフマグ付天井クレーン2台/棟がのっておりスクラップの受入と払出をおこなう。屋内スクラップ棟は2棟を設ける。

屋内スクラップ棟は7~10 m間隔に簡易木棚により仕切られており銘柄別スクラップの管理を行なう。リフマグ付クレーンは内部照光式の配合命令表示にしたがって所定銘柄ごとにリフマグにスクラップを装着させ、装入バケットにそれらのスクラップを充填する。

銘柄は炉1 H M S、炉2 Bundle、D R I、ペレット、D R Iブリケット、ターニング、なべ付地金及び剪断くずなどにわかれる。電気炉へのスクラップ装入には底部が大きく2つにひらくクラムセル型装入バケット(5.0 m³×4基)を使用する。

電炉装入物は、リフマグクレーン又はバック装入によりクラムセル装入バケットに所定量を装入する。このときの重量は屋内・外に表示され印字作表される。

クラムセルバケットはあらかじめ台車にのっておりこの台車のレールは電子管式ロードセルに接続してある。クラムセルバケット台車は2基ずつ2棟に別れて計4基設置する。クラムセルバケット台車は自走式で屋内スクラップ棟と電気炉棟内の約60mを走行する。走行操作は現場操作パネルとスクラップキャビンから行なう。

クラムセルバケット内への生石灰の添加はクラムセル台車中心直上に生石灰ホッパーを設けることにより添加される。電極折損をさけるため、かたまつて添加しないことが肝要である。

4) 電気炉設備

DR I 75%スクラップ25%(スクラップ25%のうち1%はミルスケール)を主原料として電気炉にて溶鋼を製造する。

電気炉は鉄皮内径6.7m、公称130t 4基を設置する。炉用トランスは75MVA、25KVにて受電する。

これは超大電力溶解用といわれるグレードのもので、炉蓋と炉壁の大部分は水冷パネル構造となっており3相の電極径は608mm(24インチ)である。

DR I/生石灰/合金鉄は3本の電極の中央に添加できるように設計する。スクラップ溶解に続いて連続的にDR Iを炉内に添加し、溶鋼面は次第に上昇する。連装終了後、所定の昇熱を行って出鋼する。出鋼口は通常Open Tap Hole形状とし将来偏心炉底出鋼法が採用可能である。DR I連装にともなり多量の溶滓はスラグポットに排出し、Self-loading Slag ダンプトラックが運搬する。付属設備としては炉修用足場、炉蓋組立台、熱間吹付補修機、酸素吹精用ランスパイプ、ホース、ランスパイプ支持具、防熱板、作業用工具、サンプルスプーン等特高盤、監視盤、操作パネル、溶鋼温度計を有する。

5) 取鍋精錬炉設備(LF)

電気炉から出鋼した溶鋼の化学成分、温度、脱酸状態はこの取鍋精錬炉にて調整する。精錬に必要な合金鉄及び生石灰は付属の投入設備から添加される。取鍋精錬炉は連続鑄造設備の稼動にあわせて連連鑄を可能とするようバッファーとして働く。この取鍋精錬炉によって電気炉は溶解専用となり電気炉工場全体の生産性を高める。取鍋精錬炉は将来高級な品質を要求される溶鋼に対し十分な精錬能力をそなえている。

取鍋精錬炉への溶鋼の運搬は取鍋台車によって行う。

取鍋精錬処理の直前には専用架台（油圧式）により取鍋を傾倒し表面の溶滓を除去する。除滓作業のためには、簡単なマニプレーターを設置する。溶滓はスラグポットに排出され鑄込クレーンにより専用運搬車が自ら搭載できるスペースへ移動される。

取鍋精錬炉は鍋内の溶鋼を攪拌するため窒素及びアルゴンの吹込み配管をもつ。取鍋の底部にポーラスプラグレンガをつけここからガスを吹込む。アルゴンを常用するが鋼種によりその一部を窒素にて代替することができる。

6) 電気炉直接吸引集塵設備

電気炉から発生する多量のガスとダストは、この直接吸引集塵設備で吸引され、最終的にはバグフィルターの中でダストを捕集する。3つの電極孔の他に第4孔の直接吸引孔を炉蓋に設ける。

3相の電極孔のまわりは別途にエアカーテン用の配管を行い、炉内からのダストとヒュームの噴出を押える。第4孔からの吸引ガスは水冷ジャケット構造の水冷エルボ、ダクト水平部、燃焼塔、水没ダクト（地下）、冷却塔、屋外水冷ダクトをへて冷却され、排風機へ運ばれる。

バグフィルターにて捕集したダストは定期的に篩い落とされスクリーコンベアーをへてダストホッパーに集められる。ダストホッパー下部には造粒機を設けて廃棄のための運搬をよくし2次発塵を防ぐよう造粒する。

3相の電極のまわりから洩れだし、またスクラップ装入時や出鋼時において炉内から散逸する fugitive fume は各炉での直上に設けたキャノピーフードにて一時的に貯留を行いダンパーによって直引系統と切換えることによって吸引集塵する。

7) プロセスコンピューター

複数の超大電力溶解電気炉群を管理する入力デマンドコントロールは中央変電所（一次）に設置する。

フリッカー防止及び力率改善設備についても圧延部門負荷を含めた管理の必要上、中央変電所側に設置する。

電気炉では各炉ごとの2次電圧、2次電流、入力電力やDRI連装パターンを事前にセットし監視できる Automatic Input Controller を設置する。

これは作業記録の作表・印字を行なう。

LFでは合金鉄配合計算など冶金的ガイドコントロールを含むプロセスコンピュータを設置する。これは炉中分析からの出力とも接続され、同様に作業記録の作表を行う。

8) 炉中分析設備

これは製鋼地区に設置される分析センターの内部に設置される。

真空下における発光分析を行い各元素量を5分以内に炉前に通報する炉中分析設備とそのサンプル作成機器を設ける。

この分析設備は同時に存在する他元素の影響(含有量・種類)を自動的に補正算出する機能をもっている。

電気炉工場からのサンプル輸送用の気送管を付ける。

電気炉、取鍋製錬炉、連鋳に分析結果を連絡する分析値連絡装置を設置する。

酸素と窒素の同時定量装置を設置する。

鉍石分析とスラグ分析は別途に設置する。

9) 電気・計装設備

電気炉工場近くに2.5KVから3.3KV降圧用へのstep downトランス、10MVA1台をおく。

2.5KVと直結するのは、電気炉トランス75MVA×4台

取鍋精錬炉トランス18MVA×2台

3.3KV高圧ラインに直結するのは次の設備である。

電気炉集塵装置ブロアモーター 1,000kW×4台

生石灰シャフトキルンブロアモーター 250kW×2台

製鋼地区 水処理プラント動力 5,000kW×1台

130t電気炉4基の炉用トランス室4カ所を利用して電気炉工場の低圧用受電設備をおく。電気炉工場内の低圧電源トランス(3.3KVから415Vへ)は2,000kVA×3台 および600kVA×2台とする。

主な給電先は次の通り。

建屋照明(内部・外部)

クレーン動力

連鋳動力

石灰焼成炉動力およびその他一般動力

10) 資材倉庫

炉用耐火物（炉蓋、炉壁、炉材）及び造塊耐火物、電極、熱間吹付材を3ヶ月分保有する平屋建の倉庫40m×90mを3棟設置する。

11) 合金鉄倉庫

7m×40mの合金鉄倉庫を3棟設置する。3棟の合金鉄貯蔵量の合計が約4,200tとなり約2.2カ月分である。

12) クレーン

クレーンは次の台数となる。

鉄原料用リフマグ付クレーン (X-Y)	15t	4台
電気炉装入クレーン	80/20t	2台
サービスホイスト 電気炉棟 (B-C)	5t	2台
サスペンションクレーン 電気炉付属棟 (A-B)	3t	2台

6-5-5 主要設備

Table 7-6-16 主要設備一覧

Name	Quantity	Specification
1 Raw material handling	1	Indoor scrap bay×2 50t weighing scale ×4 Scrap cabin ×2 Scrap bucket transfer car×4
2 DRI/Lime transportation	1	300t/h conveyor, 900mm width Tripper ×2 60m ³ DRI bin ×8 20m ³ lime bin ×4 20m ³ lime bin ×4 20m ³ cokes bin×2
3 DRI/Lime conti-feed system	4	Belt scale and feeder ×4 100t/h conveyor ×4 Bucket conveyor ×4 Charging chute×4
4 Ferro alloy handling	4	15m ³ ferroalloy bin ×16 15m ³ lime bin ×4 15m ³ fluospar bin ×2
5 Electric arc furnace	4	130t, 75MVA, 6.7m 120% 2hrs UHP grade Water cooled panel and roof 24inches electrode

6 Ladle refining furnace	2	130t, 18MVA Ladle car(s)
7 Waste gas cleaning		8,500 m ³ /min, 650mmAq. 3.3kV, 1,000kW X4 Bag filter, glass fibre
8 Mobile	9	40t self-loading dump truck ×3 2t Fork lift truck×4 2t shovel fork truck×2
9 Inter communication		Inter phone Air chuter for steel sample
10 Air conditioning	10	For each pulpit
11 Pipe and piping		
12 Electric equipment		Step down transformer 10MVA X1, 25kV/3.3kV Intake transformer 3.3kV/115V 2MVA X3, 600kVA x2, carvert tunnel wire and wiring
13 Process computer	2	Input power control for 4 EAF Metallurgical guide control for 2 LF
14 Scrap treatment	1	
15 Supervisor for construction and commissioning		included
16 Building		
Ferro alloy storage	3	740 m ² 7m x40m x3
Refractories storage	3	10,800 m ² 40m x90m x3
Scrap shed (indoor scrap bay)	2	3,200 m ² 20m x80m x2 CH=FL+10,000mm
Scrap cabin (Pulpit)	2	48 m ² 4m x6m x2
Scrap car aisle	2	1,050 m ² 15m x35m
Raw material bay (=EAF aux. bay)	1	3,864 m ² 14m x276m CH=FL+20,000mm 2nd floor =FL+ 7,500mm 3,864 m ² 3rd floor =FL+14,000mm 3,864 m ²
Furnace bay	1	5,920 m ² 20m x296m Clt=FL+23,000mm 2nd floor =FL+ 7,500mm 4,720 m ²
IDF motor room	4	80 m ² 4m x5m x4
Total		25,702 m ²

C.H=Crane rail height

6-5-6 図

面

1) 全体計画図 平面図

Fig. 7-6-23

2) 全体計画図 断面図

Fig. 7-6-24

3) 電気炉棟計画図

Fig. 7-6-25

4) プロセスフロー図

Fig. 7-6-26

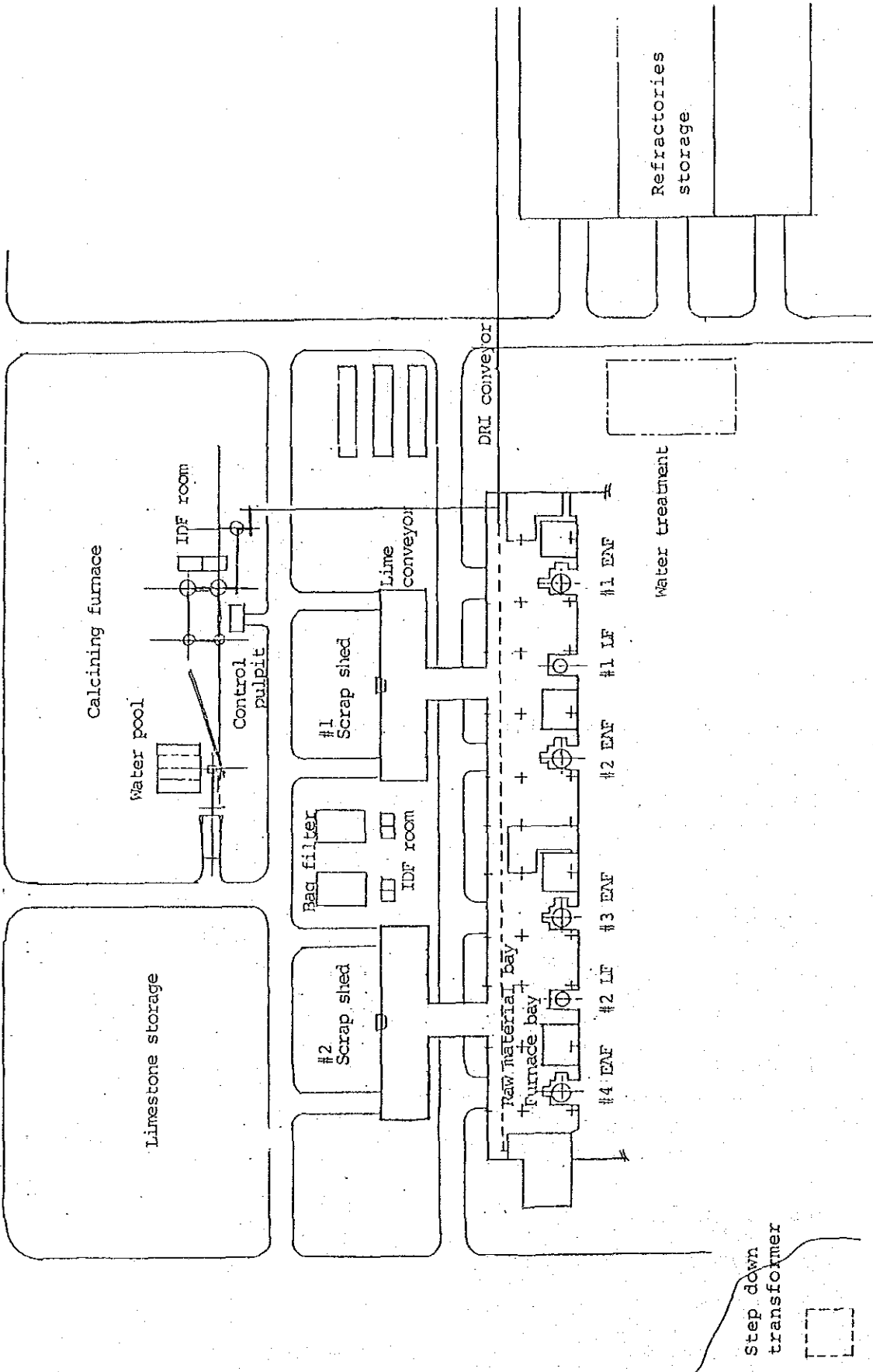


Fig. 7-6-23 The Schematic Arrangement of Steelmaking Shop.

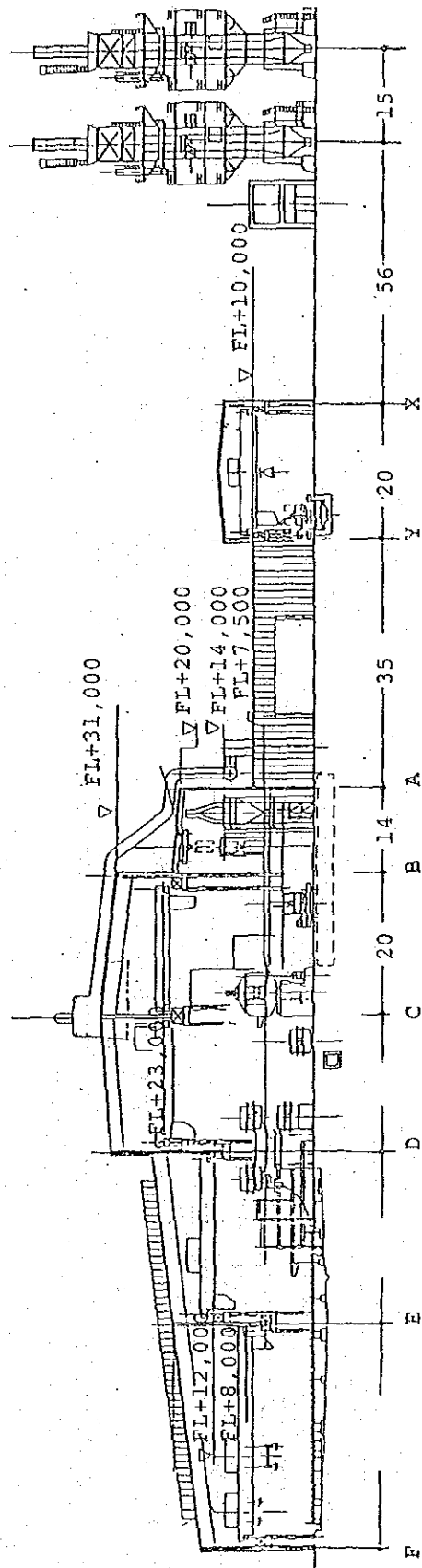


Fig. 7-6-24 The Schematic Arrangement of Steelmaking Shop. (Section)

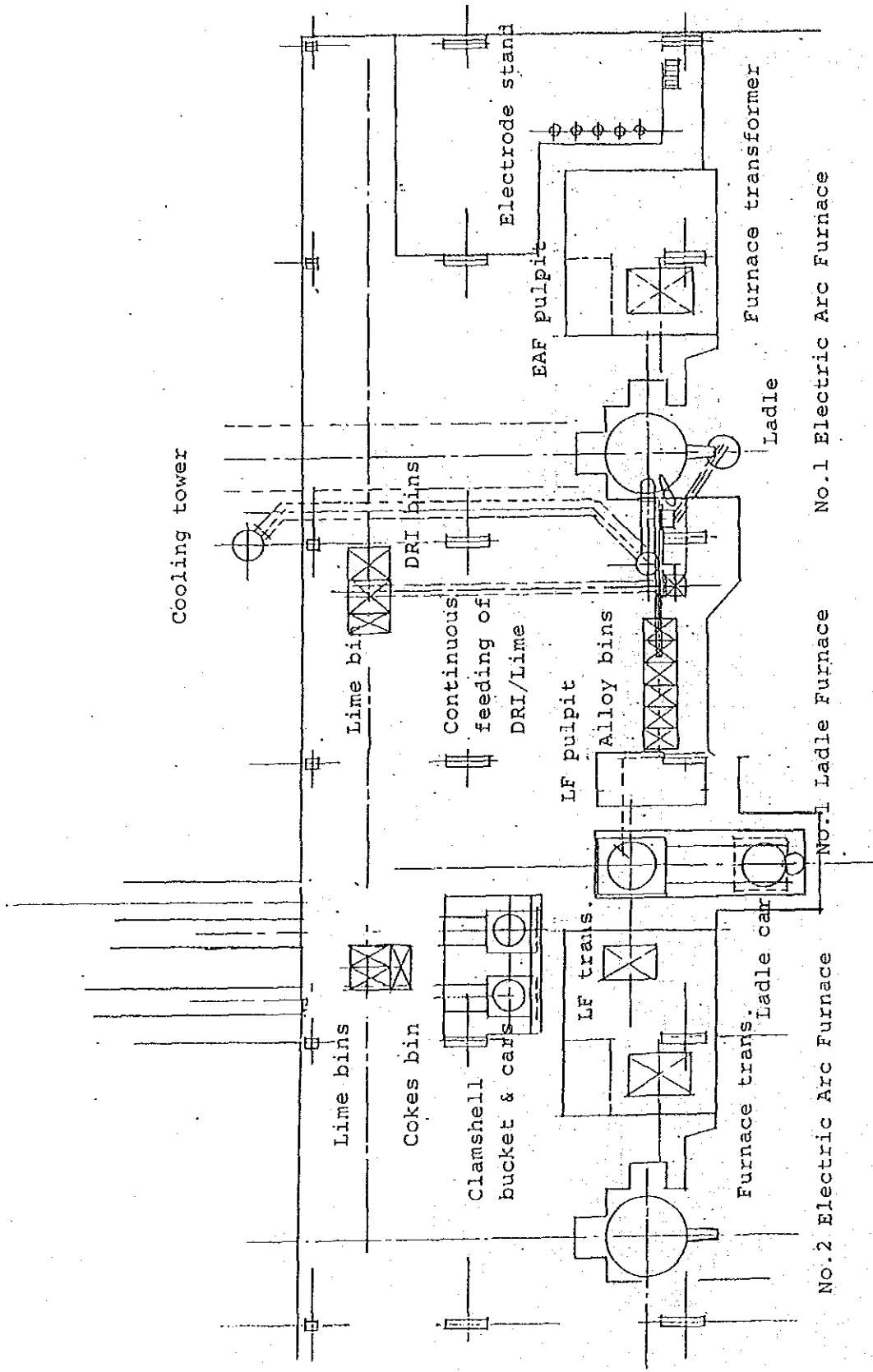


Fig. 7-6-25 The Layout Arrangement of Furnace Bay

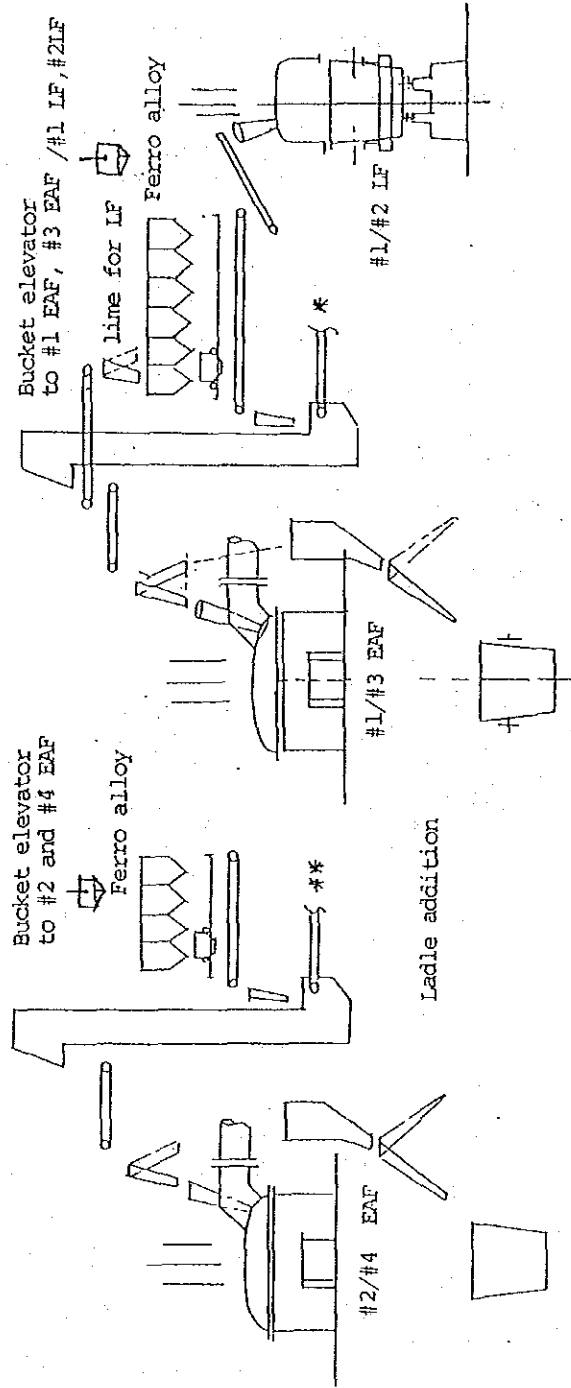
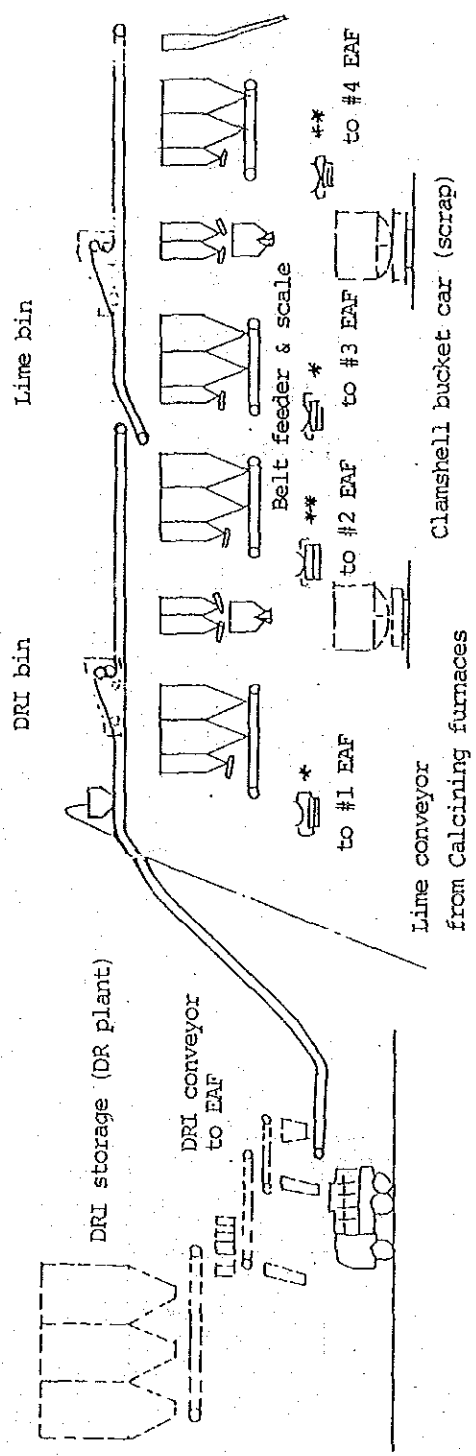


Fig. 7-6-26 The Process Flow Chart of DRI/Lime / Ferro Alloy Transportation.

6-6 ビレット連続铸造設備

6-6-1 基本的考え方

本ビレット連続铸造設備は1基当り77.4万t/yのビレットを製造する。連続铸造設備は2基あるので合計154.8万t/yの生産量となる。

溶鋼は2基の電気炉から取鍋精錬炉を経て1基のビレット連続铸造設備に約60分毎に供給される。

ビレット連続铸造設備は取鍋精錬炉及び2台のタンディッシュカーを有し連々铸造を可能ならしめている。2基の6ストランド連続铸造設備は全く同一の仕様であり150mm角×最長12mのビレットを铸造する。ビレットは熱片のまま専用トラックにて圧延工場に運搬され、いわゆるホットチャージによる省エネルギーを図っている。

将来の拡張の為にスペースが製鋼工場に並んで準備されている。

6-6-2 設備計画の前提条件

(1) ビレット生産量

製品1,500,000t/yを製造する為に圧延工程における歩留を考慮すると1,540,000t/yのビレットが必要である。

(2) ビレット寸法

Table 7-6-17 にビレット寸法を示す。

Table 7-6-17 ビレット寸法

連続铸造機	公称断面 (mm)	ビレット長 (mm)	単量 (t/m)	ビレット重量 (t)
ビレット-1	150×150	1,200max	0.176	2.112max
ビレット-2				

(3) 操 業 条 件

Table 7-6-18 に基本操業条件を示す。年間平均稼働率は80.5%である。

Table 7-6-18 操 業 条 件

項 目	数 値
稼 働 日 =	
年間稼働日	294
年間計画保全日	40
年間突発保全日	
電 気 炉	16
連 続 鋳 造 機	15
取 鍋 内 平 均 溶 鋼 量 (t/heat)	130
平 均 Tap-Tap 時 間 (min)	60
平 均 鋳 込 時 間 (min/heat)	59
ダミーパー準備時間 (min)	50
ダミーパー当り連々指数 (heats/D/B insert)	7
鋳込ヒート数	
ビレット-1 (heats/day)	21
ビレット-2 (heats/day)	21
計	42

(4) 生 産 性

本ビレット連続鋳造機の生産性をTable 7-6-19に示す。鋳造時間率は69%であり、この種の連続鋳造機としては標準的な値である。

Table 7-6-19 生産性

連続鋳造機	生産量 (t/y)	年間ヒート数 (heats/y)	月間ヒート数 (heats/m)	月間鋳込時間 (h/m)	* 鋳込時間率 (%)
ビレット-1	774,000	6,170	514	506	69
ビレット-2	774,000	6,170	514	506	69

$$\text{* 鋳込時間率} = \frac{\text{純鋳込時間 (hrs)}}{\text{暦時間 (hrs)}} \times 100 (\%)$$

(5) 工程歩留

Table 7-6-20 に工程歩留を示す。

Table 7-6-20 工程歩留

連続鋳造機	鋳造歩留 (%) (良ビレット/取鍋内溶鋼)	ロス (%)		
		スケール	地金	クロップ
ビレット-1	96.5	0.8	1.5	1.2
ビレット-2	96.5	0.8	1.5	1.2

6-6-3 技術説明

連続鋳造機は最も普及している湾曲型とした。この型は構造が簡単な為保全が容易である。又ビレット-1、ビレット-2共に全く同じ仕様としたので、予備品の共用による在庫圧縮が可能である。

ビレット寸法は150mm角単独寸法とした。これによりサイズ替えによる非鋳込時間を省略できることから生産量の増大ができる。また連々指数を7とすることにより1基当たり774,000 t/y の生産量を可能ならしめている。

マシン半径は矯正ひずみを考慮して決定されるべきである。本機では将来の高級鋼製造にも十分対応できる様に7mRとした。

溶鋼は約60分ピッチで電気炉から供給される。これに対応すべくストランド

数は6とした。各ビレット連続鑄造機はレードルターレット及び2基のタンディッシュカーを有しており鋼種毎の生産量が十分にあれば長い連々鑄の実施が可能となっている。

自動化については自動鑄込スタート及びモールド内レベルコントロールシステムを採用し、操業及びビレット品質の安定を図っている。又、プロセスコンピューターとしてミニコンを導入し二次冷却制御、データロギング、帳票作製を行なっている。

将来高級鋼を製造する場合はモールド寸法が150mmと大きいので浸漬ノズルの適用が容易である。なおスライディングゲート方式による自動レベルコントロール方式、電磁攪拌装置等の追加が必要であることは論を待たない。

6-6-4 主要設備仕様

ビレット連続鑄造機の主要仕様をTable 7-6-21に示す。

Table 7-6-21 ビレット連続鑄造機の主要仕様

項 目	記 述
1. 連続鑄造機数	2
2. マシンタイプ	湾曲型
3. モールド寸法	150mm×150mm
4. ストランド数	6
5. マシン半径	7m(一点矯正)
6. 鑄込速度	2.2m/min
7. 冶金的長さ	17m
8. ヒートサイズ	130t
9. 鑄込時間	59min/heat
10. レードル交換	レードルターレット
11. タンディッシュ容量	14t
12. タンディッシュカー	2台/マシン
13. 切断装置	トーチカッター
14. 自動化及びコンピューター化	自動鑄込スタート 自動レベルコントロール スプレイコントロール データロギング

Table 7-6-22 に主要設備リストを示す。

Table 7-6-22 主要設備リスト

番号	記述	数量	備考
1.	クレーン		
1. 1	スクラップクレーン	4	15 t リフマグ付
1. 2	チャージングクレーン	2	80 t / 20 t
1. 3	サスペンションクレーン	2	3 t
1. 4	ホイスト	2	5 t
1. 5	レードルクレーン	2	220 t / 50 t
1. 6	タンディッシュクレーン	1	30 t / 5 t
1. 7	ビレット搬出クレーン	2	30 t Cフック付
1. 8	ジブクレーン(取付補修)	2	2 t
2.	ビレット-1、-2連続鋳造機		
2. 1	鋼構造物	2	
2. 2	レードルターレット	2	1 rpm
2. 3	タンディッシュ	4	容量14 t
2. 4	タンディッシュカバー	4	特殊鋳鉄製
2. 5	タンディッシュカー	4	自走式
2. 6	タンディッシュ予熱器	4	
2. 7	スラグポット	4	
2. 8	モールド	12	150mmSQ×700ℓ
2. 9	レブシードオイル供給器	2	
2.10	ペンダントボックス	12	
2.11	オシレーター	12	50-200 cpm
2.12	セグメント(1)	12	
2.13	セグメント(2)	12	

番号	記 述	数 量	備 考
2.14	セグメントサポート	12	
2.15	セグメント交換ウインチ	2	
2.16	ピンチローラー	12	
2.17	トーチカッター	12	
2.18	トーチアプローチローラーテーブル	12	
2.19	トーチローラーテーブル	12	
2.20	トーチランナウトテーブル	12	
2.21	クローブ運搬装置	2	
2.22	搬出ローラーテーブル	12	
2.23	チェイントランスファー	2	
2.24	エンドストップ	12	
2.25	ダミーバー	12	
2.26	ダミーバレシバー	12	
2.27	排気チャンバー	2	
2.28	油圧ユニット	2	
2.29	潤滑システム	2	
2.30	スペアパーツ		
2.30.1	タンディッシュ	10	
2.30.2	タンディッシュカバー	10	
2.30.3	モ ー ル ド	20	
2.30.4	ダミバーヘッド	12	
2.30.5	ダミバーリンク	2	
2.30.6	そ の 他	1 set	
3.	タンディッシュヤード		
3. 1	タンディッシュ傾転装置	2	
3. 2	タンディッシュ地金突き	2	油 圧 式
3. 3	タンディッシュ乾燥装置	2	

番号	記述	数量	備量
3. 4	タンディッシュ補修プラットフォーム	2 set	
4.	モールド及びローラーエプロンヤード		
4. 1	モールド傾転台	6	
4. 2	モールドスタンド	30	
4. 3	モールド組立台	2	
5.	レードル及び付属設備		
5. 1	レードル	12	130 t
5. 2	レードル傾転装置	2	
5. 3	レードル乾燥装置	2	
5. 4	レードル予熱装置	2	
5. 5	スライディングノズル	12 set	
5. 6	スライディングノズル油圧装置	4	
5. 7	スラグパン	16	
6.	運搬装置		
6. 1	ビレット運搬トラック	7	50 t
6. 2	フォークリフト	3	2 t
7.	水処理設備	1	直接水 9,400 m ³ /hr 間接水 500 m ³ /hr
8.	非常水ディーゼルポンプ	1	4,200 m ³ /hr
9.	建屋		
	取鍋棟	1	25m×280m
	C C 棟	1	25m×188m
	ビレット搬出棟	1	35m×188m
10.	サブセンター	1	

6-6-5 レイアウト

レイアウトを Fig. 7-6-27 に示す。

ビレット連続鑄造機はそれぞれ東西に1基ずつ配置されており、タンディッシュ整備場、モールド整備場はそれぞれ各ビレット連続鑄造機に附属している。

鑄込まれたビレットは原則として専用トラックにて熱片のまま次工程の圧延工場迄運搬される。なお不測の事態に準えてビレット搬出棟にはビレット仮置場が設けてあり、一時的なビレットの保管が可能である。

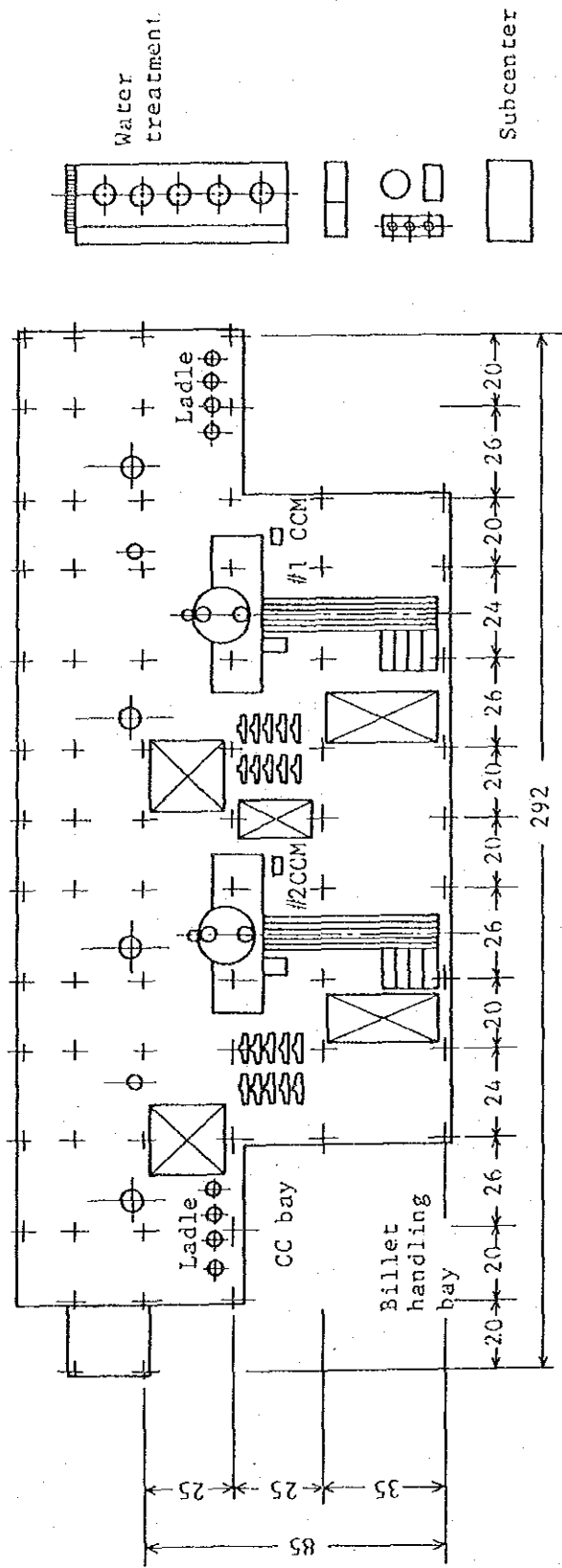
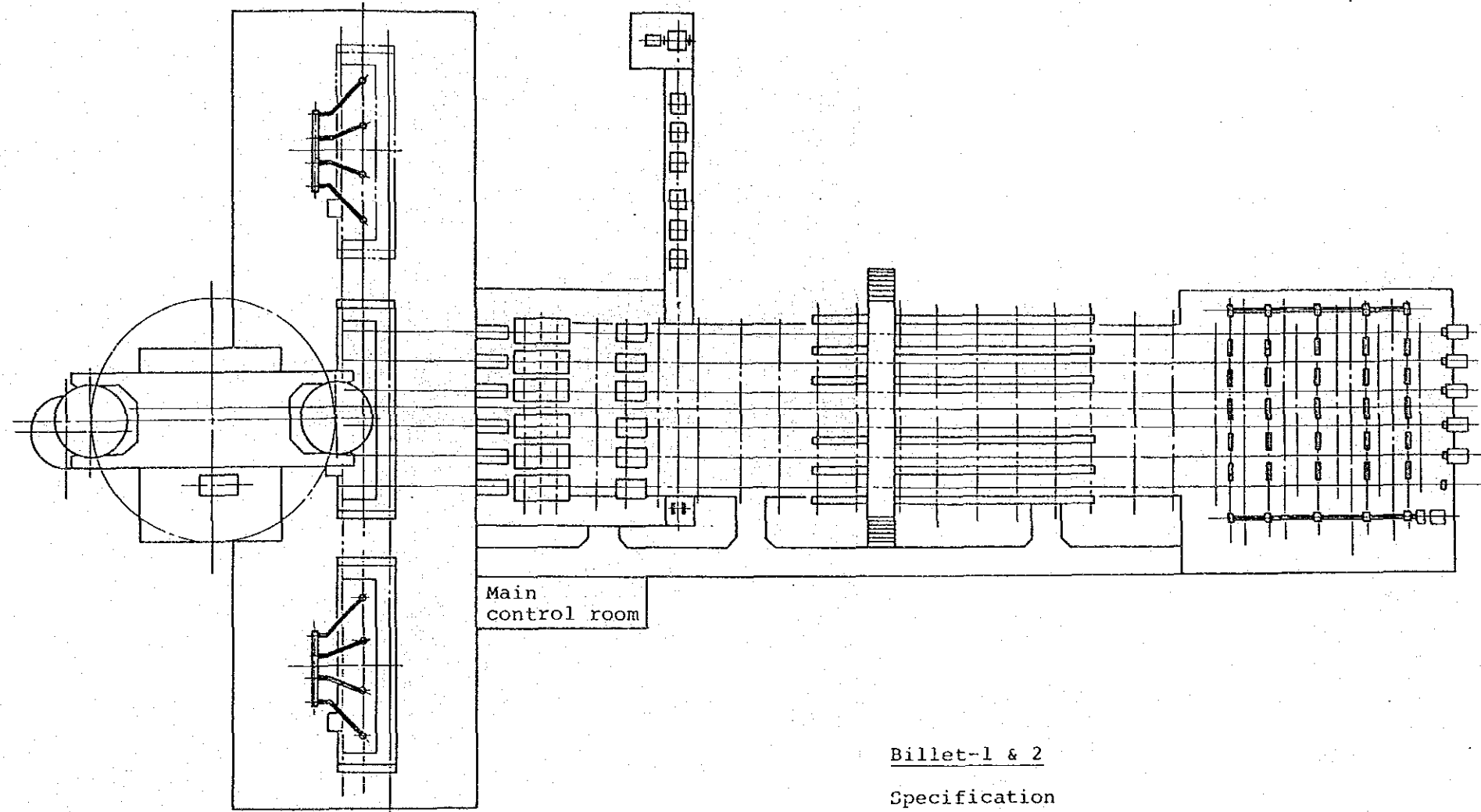


Fig. 7-6-27 Layout of CCM Shop



Billet-1 & 2

Specification

1. Ladle capacity : 130T
2. Billet size : 150sq. x 12000 max.
3. Machine radius : 7000
4. No. of strand : 6 strands

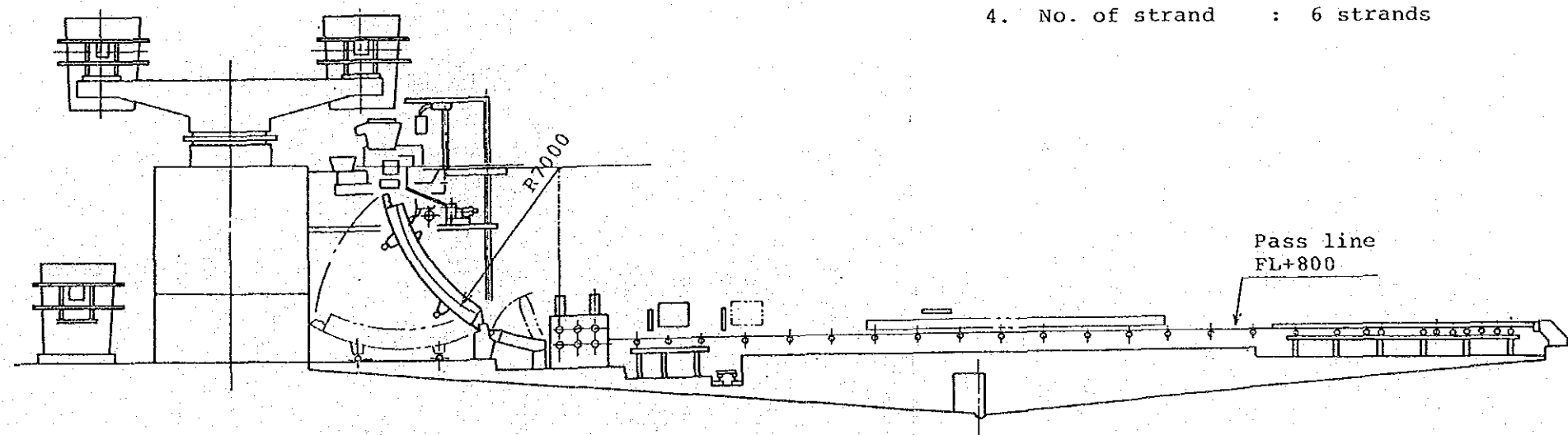


Fig. 7-6-28 Schematic Drawing of Billet CCM

6-7 中形形鋼圧延設備

6-7-1 基本的考え方

一般的に、中形形鋼工場の生産能率は、線材、棒鋼工場のそれに対し低い。これは高速圧延が難かしいこと、圧延後の精整ラインにおける低い生産能率が主な理由である。

形鋼ミルの形態は、生産品種、サイズ範囲、生産量により大きく異なる。

インドネシアでは、熱間圧延形鋼メーカーは現在およそ15社あると思われ、そのうち比較的生産規模の大きな形鋼専門ミルは1社（P.T. KRAKATAU STEEL 形鋼ミル）で、これ以外は棒鋼工場又は生産能力の低い形鋼ミルで、小形サイズの山形鋼、溝形鋼を少量生産している程度と推定される。

大形形鋼およびH形鋼の圧延は設備規模が大きく又圧延用材料供給の上でブルーム連鑄機が必要となる。

本製鉄所の特性を考えると、H形鋼以外の中形サイズの多品種形鋼の生産が妥当と思われる。

従って、普通鋼の中形サイズの多品種形鋼を高効率で生産できるミルを計画した。

前述したように、形鋼生産ではその生産能力は精整ラインで限定をうけることが多く、又精整ラインが連続化されていない場合にはその処理能力は低い。

このため圧延ラインは、もちろん精整ラインも全連続化したミルとした。中形サイズの形鋼圧延のため2重水平圧延機をタンデム配列し、精整ラインの連続化は省力と生産能力の向上に結びつく。

又山形鋼主体の生産であるが、溝形鋼、I形鋼、T形鋼、平鋼も圧延対象とし変動する需要に対応し得るようにした。

設備計画は、山形鋼をベースに行なった。

(1) 計画の範囲

本形鋼工場は、形鋼圧延の上に、形鋼製品の倉庫、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、水処理設備を保有する。

(2) 生産品種

本計画における生産品種は

- 1) 鋼 種：構造用普通鋼（JIS SSXX）
- 2) サイズ：山形鋼 L50～L120
溝形鋼 [75～[125
I形鋼 I75～I125
T形鋼 T100～T125
平鋼 FB70～FB125

とした。

需要の変動にも対応し得るため圧延品種を多くした。

場合により、50φ越の丸棒鋼の圧延も可能だが、連続する水平圧延機間のねじりのため、寸法精度はよくない。

使用ビレットサイズ150[□]であるので、さらに太径サイズの形鋼まで圧延できるが、これ以上サイズ範囲を拡大すると組替時間、型定時間が増加し、全体の生産能力は低下する。

(3) ビレット

150[□]×8m（単重1,400kg）を基本とし、山形鋼は全サイズ8m材を使用するが、溝形鋼、I形鋼では、圧延延べ長さが冷却床最大有効長さ以内にとどまる範囲でサイズにより単重調整し、ビレットの最小長さは4mとなる。

(4) 生産能力

水平圧延機のタンデム配列による形鋼圧延では、造形上、最大圧延速度は10m/sec程度である。

しかし生産能力は圧延速度でなく精整ラインで決まるので、精整ラインの連続化、長尺矯正の採用、パイリングの自動化等により生産能率の向上をはかった。

乱尺製品の処理もオンラインで行い、オフラインでの作業は行わないことを原則とする。

圧延サイズが多く、ロール組替、カリバ替の頻度が高くなるため、油圧による圧延機のクランプ、スライドを採用し、組替、カリバ替時間の減少をはかった。

(5) 省エネルギー

燃料原単位については、適切な燃焼管理と熱片ホットチャージを行い低減をはかる。

(6) 省力化

できる範囲で機械化し、人力作業をなくし労働生産性向上をはかった。

精整ラインの連続化、自動機器の導入により省力をはかっており、又生産管理、操業に関するシステム化も省力に寄与する。

(7) 環境管理

次世代の形鋼工場として、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サイトでは、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、形鋼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、ARUNサイトでは、製品ヤードを50m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。

6-7-2 設備計画の前提条件（生産能力の算定）

現在の日本の形鋼ミルの成績が得られるものとし、操業条件を決め生産能力を算定した。

山形鋼主体の生産で山形鋼以外の形鋼生産比率は小さく平均サイズを1.75とした。

Table 7-6-23 形鋼ミルの操業条件

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/年
全作業時間 (C)	8,140 h/y	(C)=(A)-(B)
ロール運転時間 (D)	5,560 h/y	(D)/(C)=0.68
平均運転能率 (E)	45 t/h	平均サイズ 1.75
年間生産能力 (F)	250,000 t/y	(D)×(E)

6-7-3 技術説明

(1) 設備概要

1) レイアウト

形鋼工場は、水平圧延機をタンデム配列したミルで、精整ラインは矯正—切断—自動パイリング—結束—秤量と連続化されている。又乱尺製品もオフラインでなくオンラインで処理される。

圧延ままの製品出荷が基本であるが、場合により製品手入（形状修正、疵取）が必要となるため製品ヤードに余裕をもたせた。

2) ビレットヤード

省エネルギーを推進するため、加熱炉への熱片装入を基本とする。

鋳片はトラックにより搬入され、鋳片の積おろし、装入台への積み込みは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、形鋼工場の生産能率が連鋳工場の熱片供給能力を上まわる場合は、在庫冷片で対処する。

鋳片装入台は冷片用、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で中形サイズの山形鋼の生産能率を考え、70 t/hの加熱能力とした。

一部溝形鋼、I形鋼で8 m以下の短尺ビレットを使用するが、その使用比率が低いので全体の加熱効率はそれほど低下しない。

レキュペレーターによる排熱回収、適切な炉内温度制御を行ない燃料原単位を低下し、さらにホットチャージにより低減をはかる。

加熱炉へのビレット装入は1列装入が基本であるが、溝形鋼の一部のサイズでは2列装入も行なえる。

4) 圧延設備

水平圧延機のタンデム配列のミルである。圧延機は油圧でクランプされ、カリバ替、ロール組替は短時間で行なえる。仕上圧延速度は最大で10/secである。

粗列出側に設けられたクロップシャーで先端及び後端部の切捨を行ない、ミスロール防止をはかる。山形鋼では、仕上列出側のデ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長さに切断されるが、山形鋼以外の形鋼では、切断面の形状が悪く、以後の精整ラインでトラブル発生、生産能率低下をきたすため、分割切断は行なわない。

5) 精 整 設 備

冷却床はレイクタイプで真直度の高い製品が得られる。冷却床で冷却された製品はインラインに設置された矯正機で長尺矯正される。これは要望長さに切断後矯正する場合と比較し、生産能率が高く又製品歩留も向上するためである。

矯正機前の水冷帯は矯正もどり防止用である。長尺矯正後、コールドシャワーで要望長さに切断されるが、このコールドシャワーはユニバーサルタイプで山形鋼、溝形鋼、I形鋼などすべての形鋼に適用できる。

切断製品は、オンライン検査後、自動検数—山積—結束—秤量される。

乱尺製品および品質不良部を有した製品は乱尺処理ラインに送られ不良部の切捨、最大切りが行なわれる。

以上、精整ラインはすべて連続化され、省力および精整ラインのボトルネックの程度を軽減した。

6) 電 気 設 備

主電動機は、すべて直流電動機を用い、1ロール1モーターの各個駆動方式でかつ各個電源方式とした。

サイリスターレオナード方式は、コンパクトで保守の面でも有利である。

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、以上6システムを設けた。いずれのシステムも各々互いに独立したシステムで、ミル全体の操業を総括する総合システムは本計画に含まない。

これらのシステムは操業の安定化、ロール運転時間の向上、省力化といった効果がある。

8) ロ ー ル 加 工

製品品種が多く、又形鋼圧延では孔型使用範囲が限定されるためロール保有数が多くなる。孔型の切削は主として姿バイトの切削による。

(2) 将来への対応

将来の課題としては、生産能力の向上と品種拡大が想定される。生産能力の向上については、やはり精整ラインの生産能率を上げることになるが、製品ヤードは広く、精整設備の増設は容易である。

6-7-4 主要設備仕様

形鋼工場の主要設備とその仕様を Table 7-6-24 に示す。

6-7-5 レイアウト

形鋼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. 7-6-29、Fig. 7-6-30 に示す。サイトによる基本的差異はなく、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。

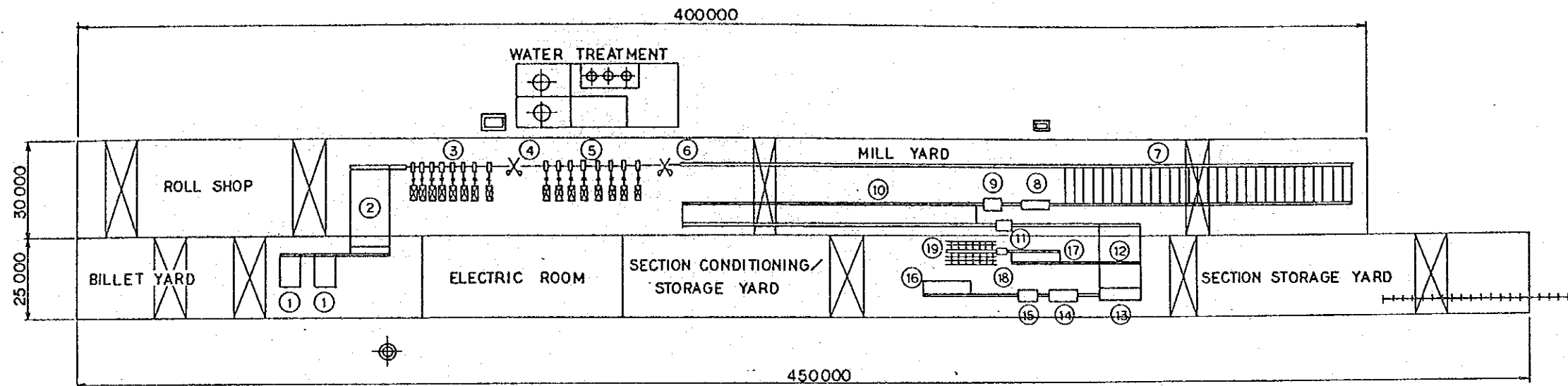
Table 7-6-24 Major Equipment List of Section Mill

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Billet Receiving Equipment	1 set	<ul style="list-style-type: none"> Consisting of - Billet receiving table: Two (2) - Furnace approach roller table
Reheating Furnace	1	<ul style="list-style-type: none"> . Three-zone, walking hearth type . Heating capacity: 70 t/hr . Fuel : Natural gas <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Combustion and combustion control equipment - Exhaust gas suction equipment such as flue and stack
Billet Charging/Discharging Equipment	1 set	
Roughing Mill Train	8 stands	<ul style="list-style-type: none"> . Two-high horizontal, closed top stand tandem arrangement, each of individually driven type . Stand clamping/shifting : Hydraulically operated <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Driving equipment such as reduction gear, pinion stand and mill spindle
Finishing Mill Train	8 stands	<ul style="list-style-type: none"> - Same as roughing stand - . Maximum finishing speed : Approx. 10 m/sec.
Mill Guide & Guiding Device	1 set	
Roll	1 set	<ul style="list-style-type: none"> . New roll diameter : 550 mm for No.1 to No.4 stand 480 mm for No.5 to No.8 stand 430 mm for No.9 to No.16 stand

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Shear	2	Consisting of - Crop/cobble shear behind roughing train - Dividing shear behind finishing train
Cooling Bed	1	. Walking-beam type Including - Run-in roller table - Section aligning device - Run-out roller table
In-line Straightening Machine	1	. Canti-lever, roller straightening type . No. of roller : Five top rollers (Driven) Four bottom rollers (Free) Including - Water cooling zone
Long-Product Transfer Table	1	
Cold Shear	1	. Down cut, universal type . Shearing capacity: 350 t Including - Front/rear roller table - Cold shear gauge
Section Finishing Equipment		
° Regular length section handling equipment	1 set	Consisting of - Cut-off-length product transfer table - Piling machine - Binding machine - Weighing machine - Bundle collecting table

Name of Equipment	Q'ty	Specification
° Irregular length section salvaging equipment	1 set	Consisting of - Discharging roller table - Irregular length section transfer table - Cold shear for salvaging - Irregular length section collecting pocket
Lubrication & Hydraulic System	1 set	Consisting of - Oil lubrication system - Grease 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 - Roll grinding machine
Water Treatment System		
° 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

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Overhead Travelling Crane	1 set	. 10 units for Arun Site . 9 units for Cilegon Site
Electrical Equipment		
° Electric power source and distribution	1 set	25 kV system, 6.6 kV system
° DC main mill motor and control	1 set	. DC main motor: Eighteen (18) . Total power : 9,400 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 - Roll preparation system - Production result system - Shipping system
° Communication system	1 set	
° Lighting system	1 set	
Other Ancillary Equipment	1 set	

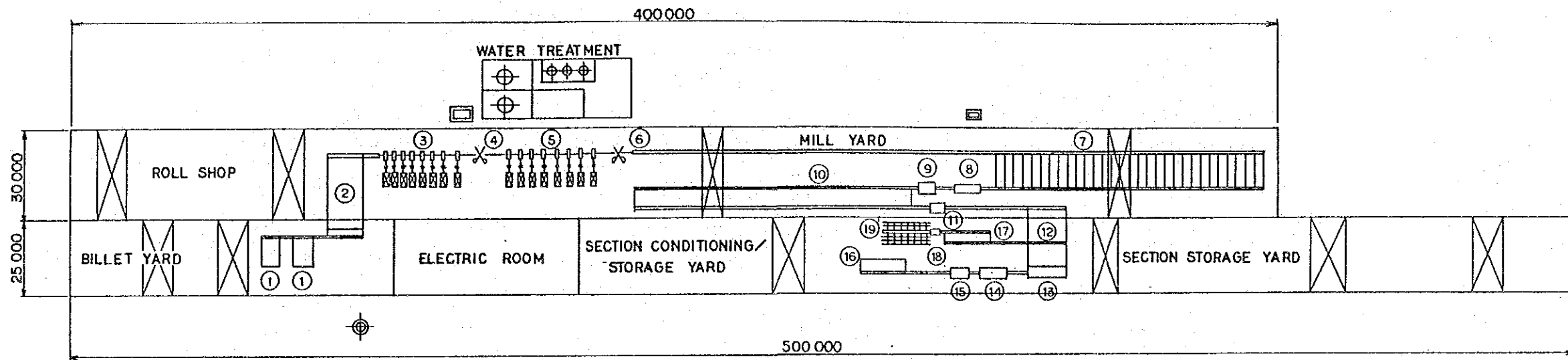


GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL : HORIZONTAL STAND TANDEM ARRANGEMENT
- NO OF STRAND : 1 (ONE)
- PRODUCTION CAPACITY : 250,000 T/Y
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS
150[□] x 8,000mm MAX. (APPROX. 1,400 Kg/PIECE MAX.)
- TYPE OF PRODUCTS
 - STEEL GRADE : STRUCTURAL STEELS FOR GENERAL USE
 - SIZE : ANGLES 50 x 50 TO 120 x 125mm
CHANNELS 75 x 40 TO 125 x 65mm
I-BEAMS 75 x 75 TO 125 x 75mm
OTHERS(FLAT BARS, T-BARS)
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 10 m/SEC

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑪	COLD SHEAR
②	REHEATING FURNACE	⑫	CUT-OFF-LENGTH PRODUCT TRANSFER TABLE
③	ROUGHING TRAIN (8 STANDS)	⑬	PILING MACHINE
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑭	BINDING MACHINE
⑤	FINISHING TRAIN (8 STANDS)	⑮	WEIGHING MACHINE
⑥	DIVIDING SHEAR	⑯	BUNDLE COLLECTING TABLE
⑦	COOLING BED	⑰	IRREGULAR LENGTH SECTION TRANSFER TABLE
⑧	WATER COOLING ZONE	⑱	COLD SHEAR FOR SALVAGING
⑨	IN-LINE STRAIGHTENING MACHINE		IRREGULAR LENGTH SECTION COLLECTING POCKET
⑩	LONG PRODUCT TRANSFER TABLE		

Fig. 7-6-29 GENERAL LAYOUT OF SECTION MILL FOR CILEGON SITE



GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL : HORIZONTAL STAND TANDEM ARRANGEMENT
- NO OF STRAND : 1 (ONE)
- PRODUCTION CAPACITY : 250,000 T/Y
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS
150^o x 8,000mm MAX. (APPROX. 1,400 kg/PIECE MAX.)
- TYPE OF PRODUCTS
 - STEEL GRADE : STRUCTURAL STEELS FOR GENERAL USE
 - SIZE : ANGLES 50 x 50 TO 120 x 125mm
CHANNELS 75 x 40 TO 125 x 65mm
I-BEAMS 75 x 75 TO 125 x 75mm
OTHERS(FLAT BARS, T-BARS)
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 10 m/SEC

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑪	COLD SHEAR
②	REHEATING FURNACE	⑫	CUT-OFF-LENGTH PRODUCT TRANSFER TABLE
③	ROUGHING TRAIN (8 STANDS)	⑬	PILING MACHINE
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑭	BINDING MACHINE
⑤	FINISHING TRAIN (8 STANDS)	⑮	WEIGHING MACHINE
⑥	DIVIDING SHEAR	⑯	BUNDLE COLLECTING TABLE
⑦	COOLING BED	⑰	IRREGULAR LENGTH SECTION TRANSFER TABLE
⑧	WATER COOLING ZONE	⑱	COLD SHEAR FOR SALVAGING
⑨	IN-LINE STRAIGHTENING MACHINE		IRREGULAR LENGTH SECTION COLLECTING POCKET
⑩	LONG PRODUCT TRANSFER TABLE		

Fig. 7-6-30 GENERAL LAYOUT OF SECTION MILL FOR ARUN SITE

6-8 棒鋼圧延設備

6-8-1 基本的考え方

条鋼製品のなかで丸棒鋼の需要は大で、現在インドネシアではおよそ30の丸棒鋼工場が稼動しているが、このなかには再生棒鋼工場も含まれ、概して生産能力は小さく、P.T. KRAKATAU STEELの年産150,000トン棒鋼ミルが最大である。また半連続式のミルもあり、全連続式ミルでもレビーター圧延のため低速圧延となっており、高速の全連続式タンデムミルはない。サイズ面では25φ以下の細径サイズが主体であるが、将来的には50φまでのサイズ拡大の要求が生じるものと思われる。次世代の棒鋼ミルとして10φから50φまでの中小形サイズの棒鋼量産工場を計画した。すなわち水平-垂直圧延機、交互配列の全連続式タンデムミルで、スプリットローリングと高速圧延により細径サイズの生産性を高め、全体として年産650,000トンの能力を有する棒鋼工場とした。

本計画では、主としてコンクリート用棒鋼の生産を考えているが、計画生産品種にのみとられず、将来の高級棒鋼生産にも対応し得る設備内容とした。

(1) 計画の範囲

本棒鋼工場は単に棒鋼製品を生産するだけでなく、製品出荷の機能も有し、製品は棒鋼工場より直接出荷する。また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

本計画における主たる生産品種は、

1) 鋼種：コンクリート用棒鋼 (JIS SRxx、SDxx)

構造用普通鋼 (JIS SSxx)

2) サイズ：丸棒鋼 10φ~50φ

異形棒鋼 D10~D51

とした。

中小形サイズの普通鋼主体の生産であり、当面の生産品種としてこれで充分対応できる。またサイズの的には25φ、D25以下が主体で、形状的には異形棒鋼が50%以上を占めよう。製品長さとしては12mをベースとした。

基本として、鑄片手入、製品手入は行なわず、圧延のまま出荷される。

(3) ピレット

歩留向上にはピレット単重を大きくするのが有効で、全サイズ150[□]×12m (単重2,100kg)とした。

最大圧延製品サイズ50φで圧延比は約11.5で、鑄造組織は十分に破壊され圧延製品は繊維組織を有し、品質上問題はない。

(4) 圧延能力

サイズ範囲が広く、かつ細径サイズの構成比率が高い条件で生産能力を高めるには、細径サイズの生産能率の向上とロール運転休止時間(不良休止時間、準備時間)の減少が有効である。

細径サイズの生産能率を高めるには、従来の圧延法では限界があり、このため10φ~16φにスプリットローリングを適用し、最大圧延速度25m/secの高速圧延を行う。これにより、極端に低かった細径サイズの生産能率が大巾に改善される。

ロール運転時間を増すため、ロール組替、カリバ替といった準備時間の減少と、ミスロール発生による不良休止時間の低減がはかれる設備とした。

(5) 省エネルギー

燃料原単位については、適切な燃焼管理と熱片のホットチャージにより低減をはかる。またスプリットローリングにより10φ~16φのサイズでは従来法に比較し、約20%の電力原単位の低減が期待できる。

(6) 省力化

労働生産性向上のためできるだけ機械化をはかった。乱尺処理のインライン化、生産管理、操業に関するシステム化、各種自動機器の導入が該当する。

(7) 環境管理

次世代の圧延工場として大気、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なくし、また直接冷却水はクローズドサーキットで脱スケール、脱油され一部排出される。

(8) 製品出荷

CILEGONサイトでは、鉄道、トラック、船舶により、ほぼ定常的な出荷が行なわれるが、ARUNサイトでは、主として船舶にたよるため、圧延工場より

の製品搬出は間歇的に集中して行うことになる。このため ARUN サイトでは製品ヤードを 50 m 延長しさらにクレーンを 1 台増設した。

6-8-2 設備計画の前提条件（生産能力の算定）

本ミルの操業において、現在の日本の棒鋼ミルなみの成績が得られるものとし、操業条件を決め、生産能力を算定した。

平均サイズは 16 φ とし、この場合、生産能率は仕上圧延速度で決まる。

Table 7-6-25 棒鋼ミルの操業条件

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)	6,500 h/y	(D)/(C) = 0.80
平均生産能率 (E)	100 t/h	平均サイズ 16 φ
年間生産能力 (F)	650,000 t/y	(D) × (E)

6-8-3 技術説明

(1) 設備概要

1) レイアウト

棒鋼工場は全連続式、水平-垂直圧延機の交互配列の圧延ミルで精整の乱尺処理も連続化されている。

棒鋼工場は製品出荷の機能も有するので製品ヤードは約 10,000 トンの在庫能力がある。

また棒鋼のオフラインでの再切断および曲げ加工設備が必要となれば設置できる余裕をもたせた。

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、加熱炉へのホットチャージを基本とするが、鑄片の搬入はトラックによるため、積おろし作業の頻度を考え、クレーンを 2 台設置した。

ビレットヤードには、常時冷片在庫を持たせ、連鑄工場停止時、あるいは

圧延工場の生産能率が熱片供給能力を上まわるときに在庫冷片で対処する。
鋼片装入台は冷片用、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100t/hを確保するため、最大加熱能力は130t/hとした。

長尺ビレットはサイドディスチャージされるので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ペリは減少し、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

圧延機はタンデム配列で、粗列、中間列、仕上列すべて水平-垂直交互配列とし、スプリットローリング以外は1本通し圧延である。普通鋼主体の生産ではやや過剰の設備ともみえるが、将来の高級鋼化を考慮した結果である。水平-垂直交互配列により、圧延材の捻転がなく、ミスロール発生頻度は少く、かつ良好な表面品質、寸法形状が得られる。

圧延機は油圧でクランプされ、バスラインは一定でカリバ替は短時間で終了し、ロール組替はスタンド交換方式とし組替時間の低減をはかった。

10φ~16φ、D10~D16の細径圧延ではスプリットローリングを採用したが、この効果として

- a) スタンド数減少による投資額の減少(2スタンド分)
- b) 生産性の向上
- c) 電力原単位の低減

が得られる。

特に、細径の生産比率が高くなった場合に、生産能力を維持する上で有効である。スプリットローリングでは、圧延材は№17-№18スタンド間に設置されたスプリット装置で上下にスプリットされ、№18、№19スタンドでは2本通し圧延となる。その様相をFig. 7-6-31に模式的に示す。

粗列出側のクランプコブルシャーは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使用され、仕上列出側のデバイン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

Stand

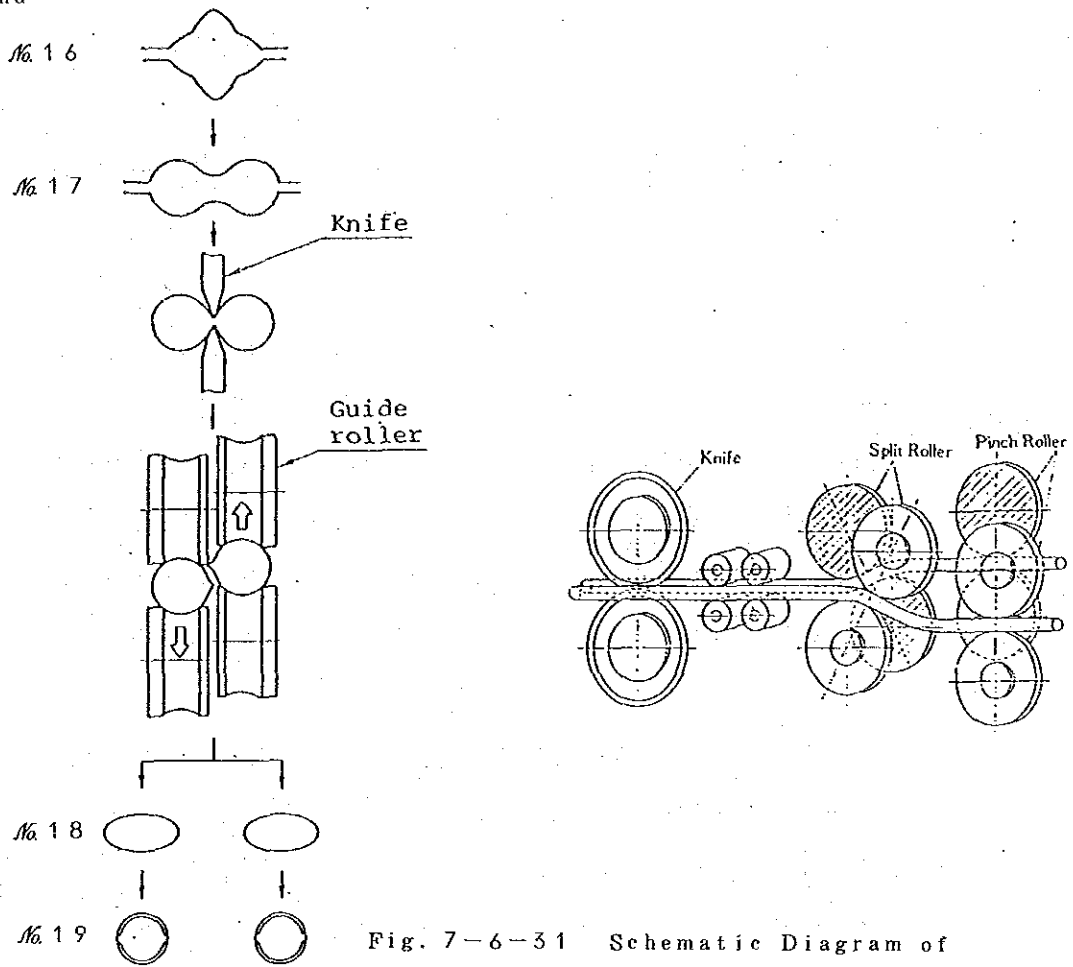


Fig. 7-6-31 Schematic Diagram of Splitting Rolling

断長さに分割される。

5) 精整設備

16φ越の圧延製品はローラーテーブルで、又10~16φの製品は高速冷却床搬入装置で冷却床に搬入される。冷却床はレイクタイプで先端揃え装置を設け、歩留向上をはかっている。ダウンカット式のコールドシャーで要望長さに切断された製品は自動結束一秤量される。

コールドシャーでは、細径用には平バイト、太径用には丸バイトを使いわけ、良好な端面形状を維持する。

コールドシャーで切断された製品はオンラインで曲り、表面疵を検査し、不良品及び乱尺製品は乱尺処理ラインに搬送され、不良部の切捨、乱尺材の最大切りを行い、歩留向上をはかっている。

6) 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、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、応答性がよく、しかもコンパクトで保守の面でも優れている。

7) シ ス テ ム

鋼片操入、燃焼、圧延運転、ロール加工、生産実績、出荷、以上6つのシステムを設けた。

各々のシステムにより、過去のデータの有効活用、安定した操業、ロール運転時間の向上、省力といった効果が期待される。ただし、上記6つのシステムは、いずれも各々独立したシステムであり、全システムを連結し、ミル全体の操業をつかさどる総合システムは本計画に含まれない。

8) ロ ー ル 加 工

本棒鋼工場のロール加工設備で特徴的な設備は異形棒鋼のフシ加工であり、リブ切削機と放電加工機を設けた。

(2) 将来の高級鋼生産への対応

ここで計画した棒鋼ミルは将来の高級鋼生産に対し、かなり対応しうる設備内容である。

すなわち、加熱炉はウォーキングハースタイプであり、脱炭管理が容易で鋼片のすり疵発生がない。

圧延機は水平-垂直交互配列のため、ねじれがなく良好な表面品質、寸法精度が得られる。

また冷却床はレイクタイプであり曲りの少ない製品となる。圧延機は各個駆動方式なので、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。

以上の様に、長さ方向の寸法バラツキが少く、しかも良好な真円度をたもち表面疵の少ない製品の生産が可能である。

しかし、高級鋼生産には、本計画で含まれていない

- 鑄片検査、手入設備
- 製品検査、手入設備

が不可欠である。いずれの工場もかなりの面積を必要とするので棒鋼工場に近接して上記工場用のスペースをあけてある。

6-8-4 主要設備仕様

棒鋼工場の主要設備とその仕様を Table 7-6-26 に示す。

6-8-5 レイアウト

棒鋼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. 7-6-32、Fig. 7-6-33 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。

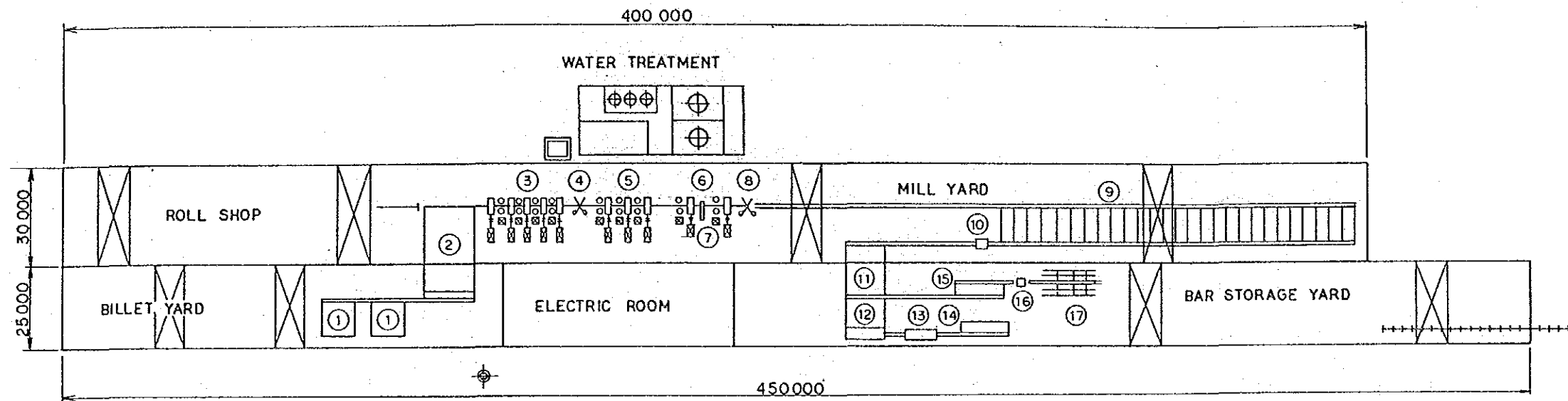
Table 7-6-26 Major Equipment List of Bar Mill

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Billet Receiving Equipment	1 set	<ul style="list-style-type: none"> Consisting of - Billet receiving table: Two (2) - Furnace approach roller table
Reheating Furnace	1	<ul style="list-style-type: none"> . Three zone, walking hearth type . Heating capacity: 130 t/hr . Fuel : Natural gas <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Combustion and combustion control equipment - Exhaust gas suction equipment such as flue and stack
Billet Charging/Discharging Equipment	1 set	
Roughing Mill Train	9 stands	<ul style="list-style-type: none"> . Horizontal-vertical alternate tandem arrangement . Each of individually driven type . Stand clamping/shifting : Hydraulically operated . Two-high horizontal stand : Five (5) . Two-high vertical stand : Four (4) <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Driving equipment such as reduction gear, pinion stand and mill spindle
Intermediate Mill Train	6 stands	<ul style="list-style-type: none"> - Same as roughing stand - . Two-high horizontal stand : Three (3) . Two-high vertical stand : Three (3) <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Driving equipment

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Finishing Mill Train	4 stands	<ul style="list-style-type: none"> - Same as roughing stand - . Two-high horizontal stand : Two (2) . Two-high vertical stand : Two (2) . Splitting unit: One (1) . Maximum finishing speed : Approx. 25 m/sec. <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Driving equipment
Mill Guide & Guiding Device	1 set	
Roll	1 set	<ul style="list-style-type: none"> . New roll diameter : 570 mm for No.1 and No.2 stand 530 mm for No.3 to No.6 stand 480 mm for No.7 to No.9 stand 430 mm for No.10 to No.15 stand 380 mm for No.16 to No.19 stand
Shear	2	<p>Consisting of</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crop/cobble shear behind roughing train - Dividing shear behind finishing train
Cooling Bed	1	<ul style="list-style-type: none"> . Walking-beam type <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Run-in roller table - High speed run-in trough - Bar aligning device - Run-out roller table
Cold Shear	1	<ul style="list-style-type: none"> . Motor driven, down-cut type <p>Including</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cold shear gauge - Cold shear rear roller table

Name of Equipment	Q'ty	Specification
Bar Finishing Equipment		
° Regular length bar handling equipment	1 set	Consisting of - Product transfer table - Binding machine - Weighing machine - Delivery roller table - Bundle collecting table
° Irregular length bar salvaging equipment	1 set	Consisting - Discharging roller table - Irregular length bar transfer table - Cold shear for salvaging - Irregular length bar collecting pocket
Lubrication & Hydraulic System	1 set	Consisting of - Oil lubrication system - Grease 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 - Transversal rib cutting machine - Electro discharging machine
Water Treatment System		
° Indirect cooling water recirculating system	1 set	Consisting of - Cooling water basin - Cooling tower - Supply pump - Diesel pump for emergency - Chemical dosing unit

Name of Equipment	Q'ty	Specification
° 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 Gilegon Site
Electrical Equipment		
° Electric power source and distribution	1 set	25 kV system, 6.6 kV system
° DC main mill motor and control	1 set	. DC main motor: Nineteen (19) . Total power : 12,550 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 - Roll preparation system - Production result system - Shipping system
° Communication system	1 set	
° Lighting system	1 set	
Other Ancillary Equipment	1 set	

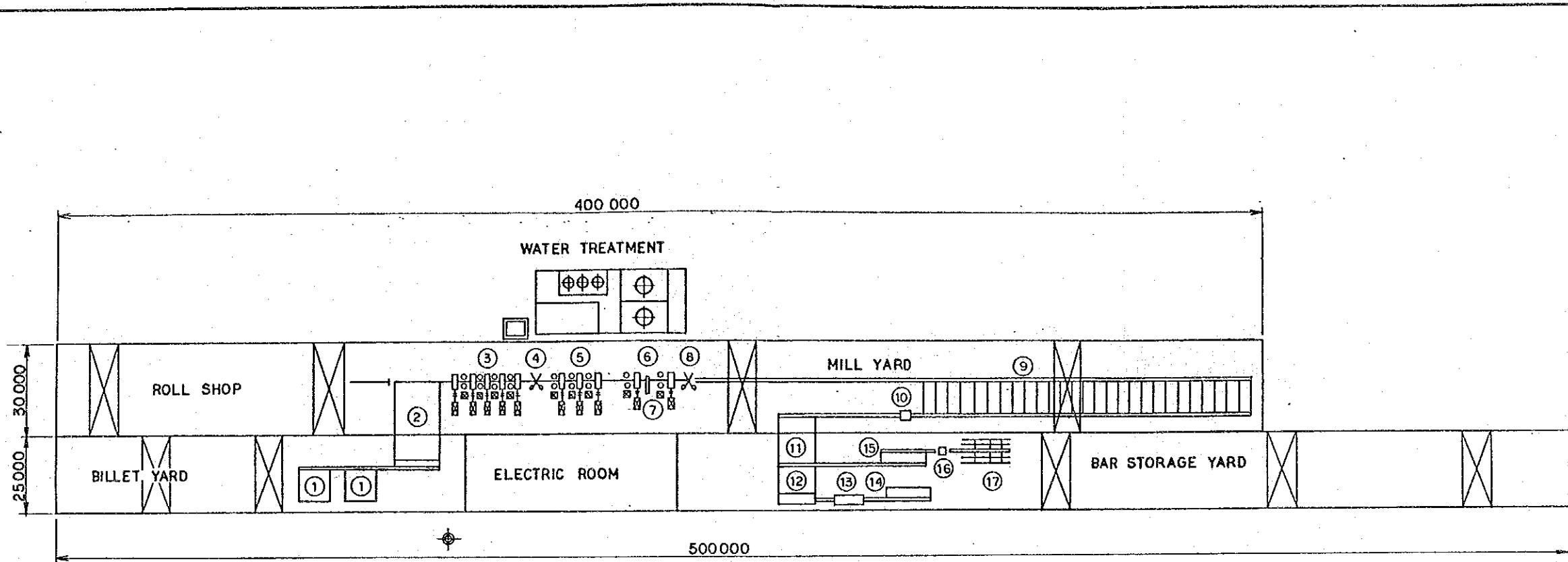


GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL : HORIZONTAL-VERTICAL STAND ALTERNATIVE TANDEM ARRANGEMENT
- NO. OF STRAND : 1 (ONE), EXCEPT SPLIT ROLLING
- PRODUCTION CAPACITY : 650,000 T/Y
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS
150^a x 12,000 mm (APPROX. 2,100 kg/PIECE)
- TYPE OF PRODUCTS
 - STEEL GRADE : STEEL BARS FOR CONCRETE REINFORCEMENT
STRUCTURAL STEELS FOR GENERAL USE
 - SIZE : PLAIN & DEFORMED BARS 10 TO 50 mm DIA.
- SPLIT ROLLING : FOR 10 TO 16 mm DIA. BARS
(2 STRAND ROLLING)
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 25 m/SEC
(AT 10 mm DIA. BARS)

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑩	COLD SHEAR
②	REHEATING FURNACE	⑪	PRODUCT TRANSFER TABLE
③	ROUGHING TRAIN (9 STANDS)	⑫	BINDING MACHINE
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑬	WEIGHING MACHINE
⑤	INTERMEDIATE TRAIN (6 STANDS)	⑭	BUNDLE COLLECTING TABLE
⑥	FINISHING TRAIN (4 STANDS)	⑮	IRREGULAR LENGTH BAR TRANSFER TABLE
⑦	SPLITTING UNIT	⑯	COLD SHEAR FOR SALVAGING
⑧	DIVIDING-SHEAR	⑰	IRREGULAR LENGTH BAR COLLECTING POCKET
⑨	COOLING BED		

Fig. 7-6-32 GENERAL LAYOUT OF BAR MILL FOR CILEGON SITE



GENERAL SPECIFICATION

- TYPE OF MILL : HORIZONTAL-VERTICAL STAND ALTERNATIVE TANDEM ARRANGEMENT
- NO. OF STRAND : 1 (ONE), EXCEPT SPLIT ROLLING
- PRODUCTION CAPACITY : 650,000 T/Y
- BILLET : CONTINUOUSLY CAST BILLETS
150² x 12,000 mm (APPROX. 2,100 kg/PIECE)
- TYPE OF PRODUCTS
 - STEEL GRADE : STEEL BARS FOR CONCRETE REINFORCEMENT
STRUCTURAL STEELS FOR GENERAL USE
 - SIZE : PLAIN & DEFORMED BARS 10 TO 50 mm DIA.
- SPLIT ROLLING : FOR 10 TO 16mm DIA. BARS
(2 STRAND ROLLING)
- MAXIMUM FINISHING SPEED : APPROX. 25 m/SEC
(AT 10 mm DIA. BARS)

NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT	NO.	NAME OF MAJOR EQUIPMENT
①	BILLET RECEIVING TABLE	⑩	COLD SHEAR
②	REHEATING FURNACE	⑪	PRODUCT TRANSFER TABLE
③	ROUGHING TRAIN (9 STANDS)	⑫	BINDING MACHINE
④	CROP & COBBLE SHEAR	⑬	WEIGHING MACHINE
⑤	INTERMEDIATE TRAIN (6 STANDS)	⑭	BUNDLE COLLECTING TABLE
⑥	FINISHING TRAIN (4 STANDS)	⑮	IRREGULAR LENGTH BAR TRANSFER TABLE
⑦	SPLITTING UNIT	⑯	COLD SHEAR FOR SALVAGING
⑧	DIVIDING-SHEAR	⑰	IRREGULAR LENGTH BAR COLLECTING POCKET
⑨	COOLING BED		

Fig. 7-6-33 GENERAL LAYOUT OF BAR MILL FOR ARUN SITE

