

インドネシア共和国  
第2製鉄所建設計画調査  
プレ/FS報告書  
(要 約)

1987年12月

国際協力事業団





インドネシア共和国  
第2製鉄所建設計画調査  
プレ/FS報告書  
(要 約)

JICA LIBRARY



1041903[4]

1987年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '88. 4. 04	108
登録No. 17394	66.4
	MPI

# 目 次

	頁
1. 緒 言 .....	1
1-1 調査団の目的及び派遣に至る経緯 .....	1
1-2 ステップⅠ（需要調査）の概要 .....	1
1-3 ステップⅡ（サイト調査）の概要 .....	2
1-4 ステップⅢ（プレF/S）の実施 .....	3
2. 工場立地の選定 .....	4
2-1 ステップⅢにおける工場予定地 .....	4
2-2 両候補地の特徴 .....	4
3. 生産品種、生産規模及び生産プロセス .....	6
3-1 本プロジェクトの生産前提 .....	6
3-2 MATERIAL BALANCE .....	7
3-3 ステップⅢで採用する生産プロセス .....	8
4. 製鉄所総合レイアウト .....	9
4-1 レイアウト計画上の基本方針 .....	9
4-2 全 体 配 置 .....	9
5. 製鉄所の要員計画と総合建設工程 .....	15
5-1 要 員 計 画 表 .....	15
5-2 総合建設工程表 .....	16
6. 製鉄所各プラントの設備概要 .....	17
7. 投資額の概算見積り .....	18
8. プレF/Sの結論 .....	19
9. 勧 告 .....	21



# 1. 緒 言

## 1-1 調査団の目的及び派遣に至る経緯

インドネシア政府は鉄鋼需要についてのUNIDOの協力等による調査結果をふまえ、現実の鉄鋼需要に対する国内供給力の不足は今後むしろ拡大するとの見通しのもと、早急な自給力拡大の必要性を痛感していた。特に1990年代においてはその傾向は更に強まるとの考えに基づいて、次世代一貫製鉄所建設計画の早期具体化のための調査に着手すべきことを決定した。

このような過程で1983年2月、インドネシア政府は日本政府に対し、本計画調査に関する協力を要請した。

本調査の実施に当たって、日本政府は具体的調査実行を国際協力事業団にて行なわしめることとし、同事業団は3次に亘り、インドネシア共和国第2製鉄所建設計画予備調査団(1983年8月24日～9月3日)、同第2次予備調査団(1984年3月4日～3月14日)、同事前調査団(1984年7月23日～8月1日)を派遣し、S/Wを締結した。これに基づきステップI、IIの調査団が派遣された。

## 1-2 ステップI(需要調査)の概要

ステップI調査は、インドネシアの鉄鋼需給調査を目的とし、1984年11月14日～12月11日までの28日間の日程で派遣された。また、本調査には、1984年7月の事前調査の際新製鉄所のプロボースドサイトの1つとして南SUMATERAの主要産炭地であるOMBILIN地区を加えること、及び天然ガスの利用可能性の把握についてインドネシア側の強い希望が出されたのを受けて、石炭及び天然ガスの専門家が参加した。

なお、S/Wによれば、需給バランスは1990年を対象年としているが、将来の判断、次世代製鉄所の性格付けをするため、1995年及び2000年のバランスを参考までに試算することとなった。

鉄鋼需要見通しに関し、BSCおよびA.D.Lといった機関が実施した調査もあるが、ここではステップⅠの調査結果の如く、1990年以降のある年次に条鋼類の需要が増大するとの仮定でこのブレフ/Sを進めていくことで、インドネシア工業省とステップⅢ調査団との間で合意された。

### 1-3 ステップⅡ（サイト調査）の概要

ステップⅡ調査は、次世代一貫製鉄所のサイトとしてインドネシア側より提示された6カ所について、用地、港灣立地、輸送、燃料、冷却水、労働力、周辺産業等の分野から調査する目的で、1985年7月11日～8月30日までの51日間にわたり、現地調査を行なった。

なお、選定にあたって、前提条件を以下のとおりとした。

- |          |   |
|----------|---|
| 1) 生産規模  | Max年産200万トン規模の条鋼一貫製鉄所   |
| 2) 生産方式  | DR-電気炉-連続鋳造-圧延(条鋼)  |
| 3) 用地    | 製鉄所用地 300ヘクタール<br>従業員用地 300ヘクタール  |
| 4) 港灣・航路 | 鉄 鉱 石            60,000 DWT<br>製品・スクラップ    5,000 DWT                                |
| 5) 電力    | 製鉄所用            400 MW<br>バックアップパワー    400 MW                                       |
| 6) 水     | 製鉄所用(淡水)        8,000 m <sup>3</sup> /h<br>発電所用(海水)        80,000 m <sup>3</sup> /h |

以上の現地調査及び国内作業の結果、6カ所の候補地から一貫製鉄所建設に適している、又は少なくとも技術的に見て可能である場所を以下により整理し選定した。

#### (1) 別途検討すべきもの

CILEGON AREA ……既存のP.T. KRAKATAU STEELの拡張計画が不明であり、用地、工業用水等制約の面から別途検討を要する。



(2) 不適當、すなわち時期尚早と考えるもの

BONTANG AREA ……電力のバックアップパワーが無いことによる。

TANJUNG ENIM AREA ……電力のバックアップパワーが無いことによる。

YOGYAKARTA AREA ……港湾建設が困難なことによる。

(3) 技術的に見て可能と考えるもの

PARE PARE AREA

LHOKSEUMAWE AREA

以上調査団の選定した PARE PARE AREA 及び LHOKSEUMAWE AREA は、インドネシア側による 1カ所の選定を待つて、ステップⅢとしてその 1カ所の F/S を実施することとなった。

#### 1-4 ステップⅢ（プレ F/S）の実施

ステップⅡ調査団の選定した前記 PARE PARE AREA 及び LHOKSEUMAWE AREA の 2 地域についてインドネシア側での検討が進められたが、インドネシア側よりサイト選定に際し YOGYAKARTA の砂鉄利用の再検討の要請がなされた。

これに対し、日本側としては砂鉄利用は技術的に対応不可能であることを説明したところ、その後インドネシア側よりこの要請を取り下げ、新たに CILEGON 及び LHOKSEUMAWE (ARUN) の 2 地域に対するプレ F/S を内容とした要請がなされた。

日本政府は、ステップⅢ調査の内容を協議するため、建設計画打合せ調査団を 1986年12月15日より12月21日までの7日間、インドネシアに派遣した。協議の結果、CILEGON 及び ARUN 2地区のプレ F/S（建設費の概算を行い、財務分析は行わない）とすること、又本プロジェクトに関する調査はステップⅢのプレ F/S で終了することを確認した。

ステップⅢ調査は次世代製鉄所の概念設計および建設費の概算見積を行うことを主目的として1987年3月1日～3月12日まで現地調査を行った。

## 2. 工場立地の選定

### 2-1 ステップⅢにおける工場予定地

ステップⅢにおける調査は LHKSEUMAWE ( ARUN ) 地区と CILEGON 工業団地が工場予定地として取りあげられた。

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、天然ガスは本文第 6 章に記述される如く、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。

### 2-2 両候補地の特徴

#### (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近い。

(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。

### 3. 生產品種、生産規模及び生産プロセス

#### 3-1 本プロジェクトの生産前提

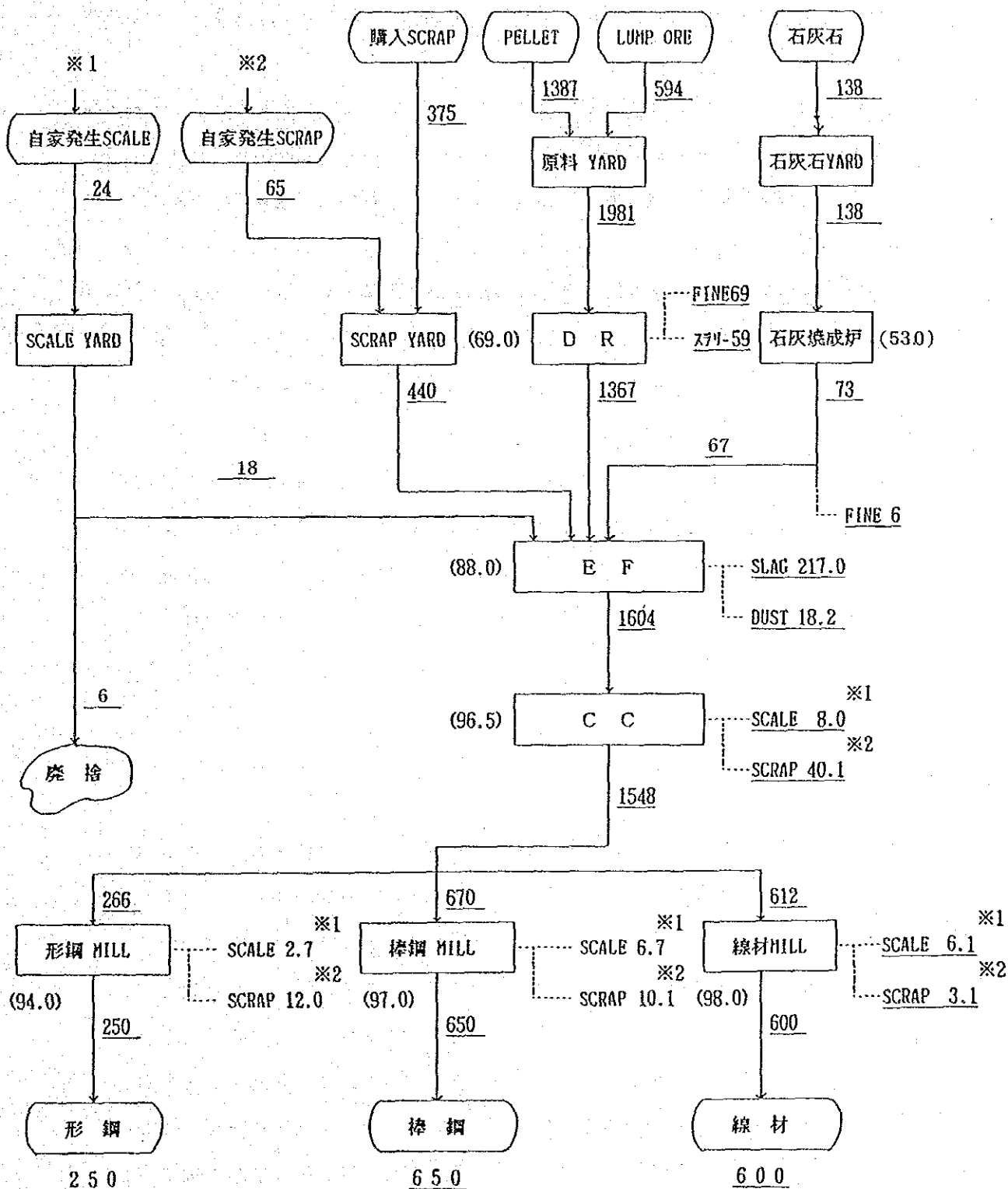
- 1) 生産規模 — 1,500千t/y (製品ベース)
- 2) ミル別生産量及び製造サイズ範囲

ミル	生産量 (千t/y)	製造サイズ範囲
形鋼	250	L 50~120、I 75~125 FB70~125、[ 75~125 T100~125
棒鋼	650	100~500φ
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プラントでの塊鉄石・ペレットの比率は以下の通りとする。  
塊鉄石 : ペレット = 30 : 70
- 5) 電気炉プラントでのDRI配合比率は以下の通りとする。  
DRI : SCRAP + SCALE = 75 : 25
- 6) 連続鋳造プラントで生産した鋳片はすべて当該製鉄所の圧延工場向とし、外販用鋳片は予定しないものとする。

### 3-2 MATERIAL BALANCE

注) 単位: 千T/Y  
( ) 内は歩留%



### 3-3 ステップⅢで採用する生産プロセス

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、製鉄所の生産規模、入手容易な原燃料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、本文の第7章6-3に記述した如く、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、本ブレフ/Sでは Natural Gas Based Direct Reduction Process を採用することとなった。

## 4. 製鉄所総合レイアウト

### 4-1 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 50 m 巾の環境保全帯(グリーンベルト)を確保する。

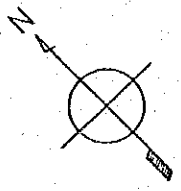
### 4-2 全 体 配 置

- 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、

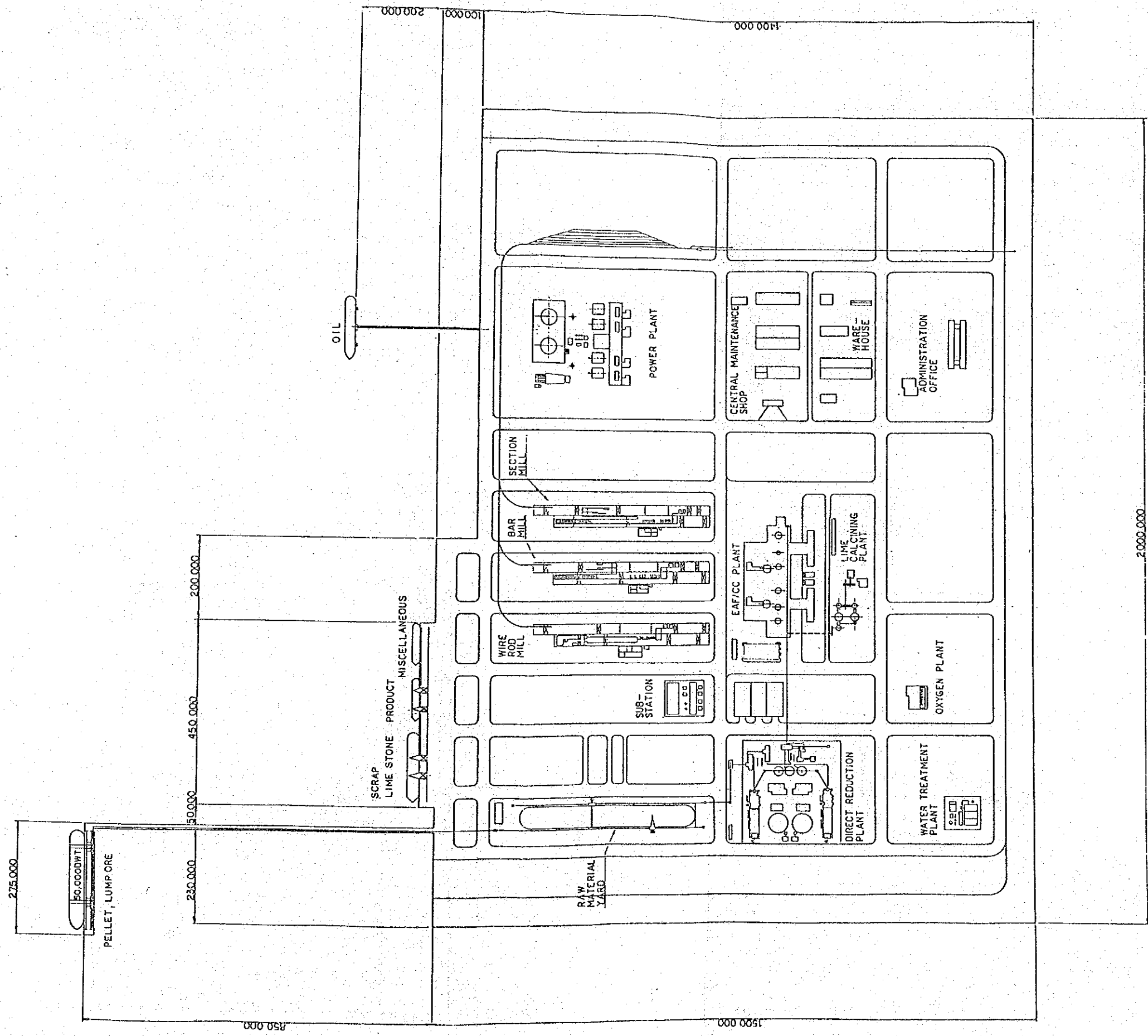
整備対象業務のウェイトが高い製鋼工場、圧延工場に比較的近い位置とする。

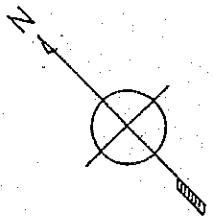
- 5) アドミ関係設備は対外者の出入に便利な製鉄所内陸側とし、原料ヤード、スクラップヤード等の粉じんの影響を出来るだけ避けた配置とする。



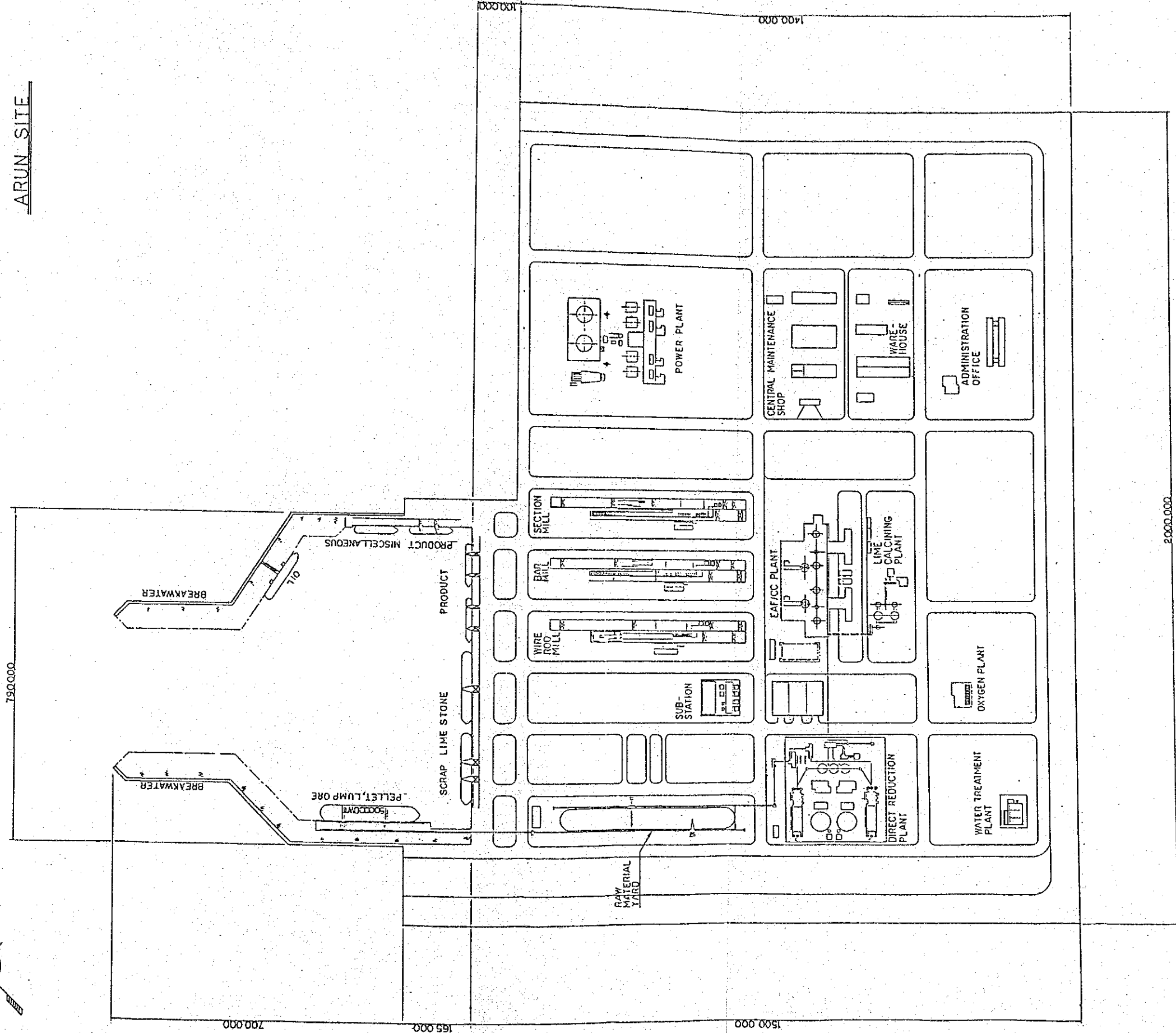


CILEGON SITE





ARUN SITE



2000.000

GENERAL LAYOUT (ARUN)



## 5. 製鉄所の要員計画と総合建設工程

### 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				
連続鋳造	2	8	CILEGON 250	CILEGON 260
形鋼圧延			ARUN 258	ARUN 268
棒鋼圧延	2	8	CILEGON 264	CILEGON 274
			ARUN 272	ARUN 282
線材圧延	3	8	CILEGON 287	CILEGON 298
			ARUN 295	ARUN 306
発電所プラント	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	CILEGON 427
			ARUN 493	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. 製鉄所各プラントの設備概要

	設備名称	設備概要
1	港湾荷役設備	原料(P) 12万DWT (水深17m) 原料(S) 3.5万DWT (水深13m) 製品 0.5万DWT (水深8m)
2	原料処理設備	貯鉄場 30万t
3	DRプラント	DR × 2 140万t/y
4	石灰焼成炉プラント	120t/d × 2基
5	電気炉プラント	130t EF × 2基 130t LF × 1基 ) × 2 160万t/y
6	連続鋳造プラント	ピレットCC (150中) 6st × 2基 155万t/y
7	形鋼圧延プラント	加熱炉 70t/h × 1 ミル……2Hiタンデム 品 種……山形、溝形、I形、T形、平鋼 25万t/y
8	棒鋼圧延プラント	加熱炉 130t/h × 1 ミル……VH配列タンデム 品 種……丸棒、異形棒鋼(～φ50) 65万t/y
9	線材圧延プラント	加熱炉 130t/h × 1 ミル……100m/secブロックミル 60万t/y
10	発電所プラント	発電機 100MW × 4 Oil 焚きボイラー
11	ユーティリティ	受配電設備 酸素、アルゴン、窒素製造設備 給排水、天然ガス供給設備 構内輸送設備
12	整備工場	中央整備工場 中央資材倉庫
13	その他	試験分析 アドミニストレーション
14	浚渫、土地造成工事	(土地造成 チレゴン600万m <sup>3</sup> アルン900万m <sup>3</sup> )

## 7. 投資額の概算見積り

### 総 投 資 額

(単位: 100万Rp.)

費 目 / 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 土地造成	58,395	2.3%	4,6530	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)

( $1,557 \times 10^3$  Rp)

( $1,638 \times 10^3$  Rp)

## 8. 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→連鑄×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、且つ連鑄 - 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。

## 9. 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) 需要調査のレビュー

STEP I 調査団の需要調査では、1990年に糸鋼類、1995年以降は粗鋼の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。調査に当っては本文の第 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。

