

## 2. インドネシアの鉄鋼需給動向

### 2-1 鉄鋼需給の特徴

インドネシアの粗鋼見掛消費は、1981年、1982年の325万トンを一ピークに、漸減し、1985年には241万トンに落ち込んだ。1986年は国内の鉄鋼生産と鉄鋼輸入の増加により、粗鋼見掛消費は、5年振りに前年比増大したものである。

この結果、粗鋼ベースの自給率(生産/消費)は、ここ数年着実に上昇し、1985年、1986年には50%程度に達したものとみられる。

最近の推移を見ると粗鋼生産は、国営P.T. KRAKATAU STEELの拡張につれ増加の一途を辿り、1983年には第2期拡張計画の完了により全国で前年比60%増を示したほか1984年100万トン、1985年120万トンと堅調に推移し、1986年は150万トンに達した。

見掛消費は、1980年には石油ブームによる景気上昇の影響を受けて一時大幅に増加し、その後数年高い消費水準を維持したが、最近は原油価格下落に伴う国内経済の鈍化により、1980年の水準を下回る程度となっている。このため増産された鋼材は、一部輸出され、1985年、1986年と大幅に増加している点が注目される。

### 2-2 鋼材品種別生産

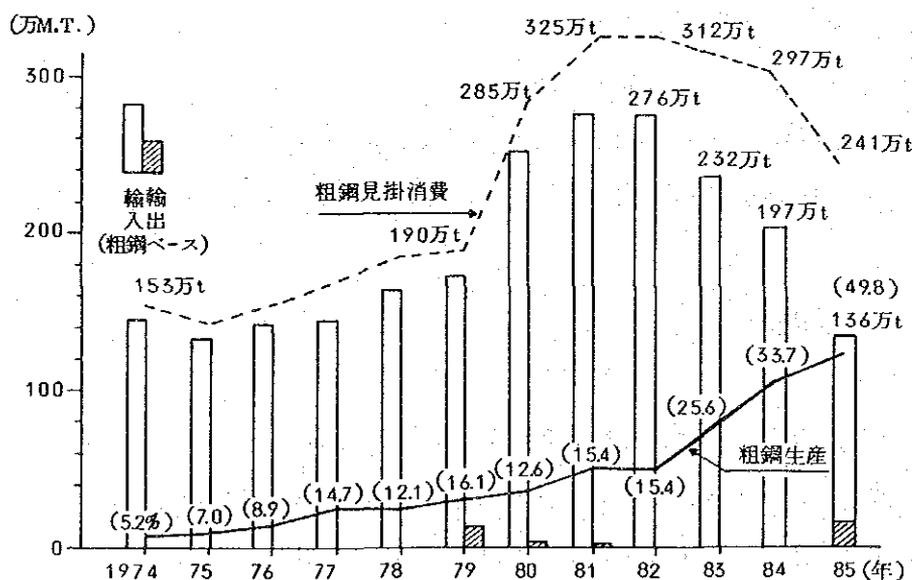
#### 2-2-1 概 要

インドネシアでは、約60社におよぶ単任・加工メーカーが輸入原板(熱薄、冷薄)および伸鉄材により鋼材を生産しているため、鋼材生産は1983年で164万トンであった。1984年は、P.T. KRAKATAU STEELのホット・ストリップミル稼動に伴い、輸入半製品・原板による生産が減少したため鋼材生産は、ほぼ横這いに推移したとみられる。1985年、1986年は、P.T. KRAKATAU STEELの生産がさらに順調に増産されたことから、1983年の水準をかなり上回ったとみられる。しかし、依然として鋼材生産は粗鋼生産を上回っており、上工程と下工程のバランスはとれていない。

生産品種としては、1983年で条鋼類が全体の61%を占め、棒、形鋼が72万トン(シェア44%)、線材28万トン(同17%)である。鋼板類は、24%を占め、大半が亜鉛鉄板33万トン(同20%)によって占められている。

インドネシアでは1982年以前は亜鉛鉄板以外に鋼板の生産は行われておらず、1983年のP.T. KRAKATAU STEELのホット・ストリップミルおよびP.T. JAYA PARI STEELの厚板ミル稼働により、熱延薄板、厚板の生産が開始され、P.T. KRAKATAU STEELだけでも1984年に24万トン、1985年に36万トン、1986年に63万トンに達している。従って、品種構成は大きく変化し、最近では鋼板類のウェイトの方が高くなったものと思われる。

鋼管類では溶接鋼管が25万トン(同15%)、1984年、1985年も24~26万トン生産されているが、継目無鋼管はいまだ国内生産が無く、全量輸入に依存している。なお、ブリキは能力年産10万トンの設備が、1985年9月より初めて稼働し、約2万トンの生産をあげ、1986年には11.5万トンの生産が計画されている。



出所：生産— IISI 輸出入—インドネシア通関統計

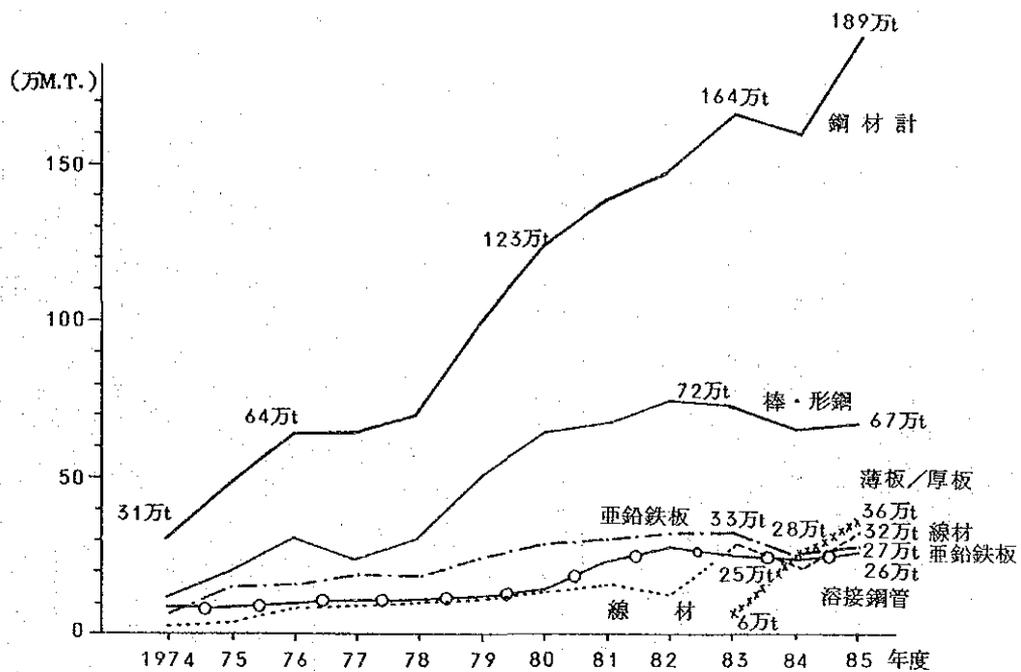
(注)：○粗鋼見掛消費=粗鋼生産+輸入-輸出

○輸入の粗鋼ベースへの換算は<鋼材輸入×1.30(換算係数)

+鋼塊・半製品輸入>で算定した。

○( )内は自給率(生産/見掛消費×100)、%

Fig. 3-2-1 粗鋼需給バランスの推移



出所：大統領演説付録（83年8月16日）、インドネシア銀行「Indonesia Financial Statistics」  
 (注)：年度ベース（4月1日～3月31日）、但し、薄板/厚板は暦年ベース

Fig. 3-2-2 鋼材品種別生産の推移

### 2-2-2 条鋼製品の現状と生産

インドネシアの条鋼生産は、棒鋼、形鋼、線材で既に100万トン以上の生産をあげている。棒鋼はコンクリート用棒鋼がほぼ100%であり、サイズはブレインバーで10φ～13φが多く、異形バーでD10～D25が主力となっている。形鋼はまだ生産量は少なく、L40～L120のアンクルが大半を占めている。線材は軟鋼線材が主力で、サイズは5.5φ～120φが大半を占めている。

条鋼製品の現状と生産については、Table 3-2-1とTable 3-2-2にとりまとめている。

Table 3-2-1 Current Situation on Hot Rolled Non-flat Steel Products in Indonesia

Classification	Items	Contents
Bar	General Feature on Type of Products	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steel Bars for Concrete Reinforcement (Corresponding to JIS SR24, SD30 and SD40)</li> <li>Re-rolled Bars for Concrete Reinforcement (Akin to JIS SRD34, SRD39)</li> </ul>
	Note	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almost all products are estimated to be reinforcing bars.</li> <li>No mill, so far visited, is producing carbon steel bars for machine structural use.</li> <li>Production amounts of deformed and plain bars are estimated to be more or less same.</li> </ul>
	Size Range :	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plain Bars, 5.5 to 32 mm Dia. (Majority : 10 to 13 mm Dia.)</li> <li>Deformed Bars, D10 to D32 mm Dia. (Majority : D10 to D25 mm Dia.)</li> </ul>
Information Given from Companies at the Time of Survey	Bar Manufacturers	Type of Products (Note, P: Plain Bars, D: Deformed Bars)
	Name of Company (Location)	Steel Grade Size (mm Dia.)
	Puloagung Steel (Jakarta)	Rebars: JIS SR24, P: 10 to 32 (Majority: 10 to 12) SD30 Partially D: D10 to D32 (Majority: D16 to D25) ASTM Grade 60
	Budidaharma (Jakarta)	Rebars: JIS SR24, P: 10 to 25 SD30
	Tobe Steel (Jakarta)	Rebars: JIS SR24 P: 8 to 16 (Majority: 8 to 12)
	Jakarta Kyoel (Jakarta)	Rebars: JIS SR24, P: 5.5 to 13 SD30, SD40 (Majority: 8) D: D10 to D13
	Krakatau Steel (Cilegon)	Rebars: JIS SR24, P: 10 to 32 SD30, SD40 D: D10 to D32
	Sumatera Steel (Palembang)	Rebars: Re-rolled bars P: 7 to 25 (Majority: 9 to 12)
	Growth Sumatera (Medan)	Rebars: Re-rolled Bars P: 8 to 25 D: Up to D25 Billet-Bars
	Gunung Gahapi (Medan)	Rebars: Re-rolled Bars P: 6.5 to 25 Billet-Bars D: (Akin to JIS SR, SD)
	Remarks	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rolling materials of cast billets have been supplied from Tosan Prima, since 50 ton open hearth furnace was shut down.</li> <li>Billet supplier to Tobe Steel has been P.T.K.S.</li> <li>Production rates of 8, 10 and 12 mm dia. bars represent around 30% of all, respectively.</li> <li>Cast billets have been supplied from Tosan Prima as well as in Budidaharma</li> <li>Plain bars represent major part of production.</li> <li>Production rate of D10 to D25 mm dia. deformed bars represents 70% and over in total bar production.</li> <li>Steel plates from scraped ships are used as raw materials for rolling.</li> <li>Plain bars are major products.</li> <li>Re-rolling mill was planned to be shut down as of July, 1985.</li> </ul>

Classification	Items	Contents
Bar (Cont'd)	Information Given from Companies at the Time of Survey (Cont'd)	<p>Name of Company (Note, P: Plain Bars, D: Deformed Bars)</p> <p>Steel Grade Size (mm Dia.)</p> <p>Serniwa Steel (U. Pandang) Rebars: Re-rolled Bars P: 8 to 19</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Some amounts of small sized angles are being produced.</li> <li>Steel plates from scraped ships are for rolling materials</li> </ul>
		<p>Jaya Pari (Surabaya) Rebars: Re-rolled Bar P: 8 to 12</p> <p>Inti General (Semarang) Rebars: P: 12 to 25</p> <p>Customers General steel bars for heavy construction in Indonesia are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Steel Grade : JIS SD30, SD40</li> <li>Size Range : D10 to D25</li> </ul> <p>Note</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Small sized plain bars are generally used for light constructions.</li> <li>Less quality assurance seems to be necessary for plain bars, compared with deformed bars.</li> </ul>
Wire Rod	General Feature on Type of Products	<p>Steel Grade : Low Carbon Wire Rods (Corresponding to JIS SWRM 6 to 25)</p> <p>High Carbon wire Rods (Corresponding to JIS SWRH 42A, B to 72A, B)</p> <p>Wire Rods for Core Wire of Cored Electrode (Corresponding to JIS SWRY 11 and 12)</p> <p>Size Range : 5.5 to 12.0 mm Dia. (Majority : 5.5 to 8.0 mm Dia.)</p> <p>Note</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Some of wire rods for core wire of electrode seem to be applied to cold heading and forging, also.</li> <li>Low carbon wire rods represent major part of total production.</li> </ul>
Information Given from Companies at the Time of Survey	Wire Rod	<p>Name of Company (Location)</p> <p>Steel Grade Size (mm Dia.)</p> <p>Jakarts Kyoel (Jakarta) Low Carbon Wire Rods: AISI 1010 5.5, 6.0 and 8.0 (Majority: 6.0)</p> <p>Ispat Indo (Surabaya) Low Carbon Wire Rods 5.5 to 16.0</p> <p>High Carbon Wire Rods</p> <p>Gunung Sakti (Medan) Low Carbon Wire Rods: AISI 1006 to 1010 5.5 only</p>
		<p>Remarks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ispat Indo is the only company which has a wire rod mill installed block mill in finishing train and capable of supplying directly patented wire rods.</li> <li>Billets for rolling of wire rods for electrode are imported from Australia.</li> <li>Small sized wire rods of 5.5 to 6.5 mm dia. represent approx. 60% in total production.</li> </ul>



Table 3-2-2 Steel Bar/Section Production in Indonesia

No.	Region	Name of Company (Location)	Type of Product	Production Capacity (Ton)		Actual Production (Ton)	Remarks
				Licensed	Installed		
1	West Java	P.T. Master Steel (Jakarta)	Rebar, Angle, Channel	40,000	40,000	16,220	17,572
2		P.T. Pulogadung Steel (Jakarta)	Rebar P: 8φ - 32φ D: D10 - D32	50,000	60,000	26,117	32,012
3		P.T. Toyogiri Steel (Bekasi)	Rebar P: 8φ - 12φ	30,000	40,000	8,161	7,200
4		P.T. Baja Wuhan (Jakarta)	Flat Bar Rebar, Angle	10,000	14,400	5,894	1,479
5		P.T. Industri Anchol Iron Fact. (Jakarta)	Rebar Flat Bar, Angle	7,500	10,000	6,780	5,723
6		P.T. San Iron Trad. Co. (Jakarta)	Rebar Angle	80,000	15,000		
7		P.T. National Union Steel (Bekasi)	Rebar, Angle	10,800	32,000	2,825	6,756
8		P.T. Budidharma (Jakarta)	Rebar P: 10φ - 25φ D: D10 - D25	127,000	127,000	110,130	94,173 • Billet supplier : P.T. Tosan Prima
9		P.T. Sarana Nuscaco Baja (Jakarta)	Rebar P: 8φ - 25φ Angle	25,000	25,000	11,999	9,420
10		P.T. Tobu Indonesia Steel (Jakarta)	Rebar P: 8φ - 16φ	85,000	80,000	90,796	82,584 • Billet supplier : P.T. Krakatau Steel

No.	Region	Name of Company (Location)	Type of Product	Production Capacity (Ton)		Actual Production (Ton)		Remarks
				Licensed	Installed	1983 FY	1984 BY	
11	West Jawa (Cont's)	P.T. Jakarta Kyoel Steel (Jakarta)	Rebar P: 5.5φ - 13φ D: D10 - D13	98,000	130,000	85,213	73,238	Billet supplier : P.T. Tosan Prima
12		P.T. Interworld Steel (Jakarta)	Angle, Channel Flat Bar	18,000	30,000	21,900	15,995	
13		P.T. Air Baja Indonesia (Jakarta)	Rebar Flat Bar, Angle	54,000	60,000	28,639	31,842	
14		P.T. Muara Pluit (Jakarta)	Flat Bar Rebar	30,000	30,000	3,705	4,500	
15		P.T. Neo Union Steel (Jakarta)	Rebar Angle	18,000	15,000	---	---	
16		P.T. Maxifero (Tangerang)	Rebar	22,000	60,000	24,045	20,150	
17		P.T. Super Tata Raya (Tangerang)		15,000	20,000	---	---	
18		P.T. Krakatau Steel (Cilegon)	Rebar P: 10φ - 32φ D: D10 - D32 Angle 40 - 120 Channel I80-II40 I-beam I80-II40	235,000	195,000	106,008	73,731	Installed Prod. Capa. Bar Mill : 150,000 T/Y Section Mill : 45,000 T/Y
19		P.T. Pembangunan Inti Steel (Cilegon)		40,000	30,000			
	West Jawa Total					Approx. 548,000	Approx. 476,000	

No.	Region	Name of Company (Location)	Type of Product	Production Capacity (Ton)		Actual Production (Ton)	Remarks
				Licensed	Installed		
20	Central Jawa	P.T. Nidari Kencono (Yogyakarta)		60,000	60,000		
21		P.T. Inti General Yaja (Semarang)	Rebar P: 12φ - 25φ Angle 30 - 50	40,000	40,000	24,115	26,860
	Central Jawa Total			100,000	100,000	24,000	Approx. 27,000
22	East Jawa	P.T. Aneka logam Madaeng (Sidoarjo)	Rebar	4,800	6,000	---	---
23		P.T. Birawa Steel (Surabaya)	Rebar Strip	36,000	36,000	5,450	4,610
24		P.T. Waru Jaya (Sidoarjo)	Rebar Strip	12,000	13,500	3,230	1,480
25		P.T. Hanil Jaya Steel (Surabaya)	Rebar P: 8φ - 25φ Angle, Flat Bar	40,000	48,000	47,370	44,156
26		P.T. Jatim Utama Steel (Surabaya)	Rebar P: 8φ - 12φ	20,000	20,000	18,561	21,570
27		P.T. Jaya Pari Steel (Surabaya)	Rebar P: 8φ - 12φ	25,000	23,000	---	---
	East Jawa Total			138,000	147,000	75,000	Approx. 72,000

° Re-rolling mill  
 ° Cold formed light  
 section steels are  
 also manufactured  
 in another line  
 within the plant.

No.	Region	Name of Company (Location)	Type of Product	Production Capacity (Ton)		Actual Production (Ton)	Remarks
				Licensed	Installed		
28	North	P.T. Pyramid Iron Sumatera Factory (Medan)	Rebar Angle, Flat Bar	18,000	18,000	12,409	4,850
29		P.T. Growth Sumatera (Medan)	Rebar P: 8φ - 25φ Angle, Flat Bar	24,000	24,000	2,400	9,387
30		P.T. Gunung Gahapi (Medan)	Rebar P: 6.5φ - 25φ Angle	30,000	30,000	22,500	17,728
	North	Sumatera Total		72,000	72,000	Approx. 37,000	Approx. 32,000
31	South	P.T. Sumatera Sumatera Steel (Palembang)	Rebar P: 7φ - 25φ	20,000	23,000	13,638	13,486
	South	Sumatera Total		20,000	23,000	Approx. 14,000	Approx. 13,000
32	South	P.T. Serniwa Steel Sulawesi (Ujung Pandang)	Rebar P: 8φ - 19φ Angle, Flat Bar	28,800	36,000	16,804	12,116
33		P.T. Bara Waja (Ujung Pandang)	Rebar	15,000	20,000	9,390	5,681
	South	Sulawesi Total		44,000	56,000	Approx. 26,000	Approx. 18,000
	Total			Approx. 724,000	Approx. 638,000		

### 2-3 鋼材品種別見掛消費

品種別見掛消費の算出に当っては、鋼材生産が年度ベースの数字であり、一方輸入数量は暦年ベースである点問題があるが、品種別の消費ウェイトおよび推移の全体感把握の必要性からあえてそのまま計算した。また、薄板については、国内の亜鉛鉄板、溶接鋼管用の素材として全量輸入による熱延薄板、厚板、冷延薄板が使用されるため、これら次工程用分（歩留り、推定95%）を除いた最終見掛消費となっている。

品種別見掛消費の推移はFig. 3-2-3の通り。1983年以降は全体的に減少したが、1979年以降、建設需要の拡大化に伴い、棒・形鋼、厚板、溶接鋼管を中心に増加がみられる。1985年の品種別の消費シェアは、条鋼類が約47%、鋼板類約34%、鋼管類約17%となっている。最大は棒・形鋼7.7万トン（シェア34%）で、このほか線材2.9万トン（同13%）、亜鉛鉄板と溶接鋼管がともに2.8万トン（同12%）、等の需要が目立っている。

### 2-4 鋼材部門別消費

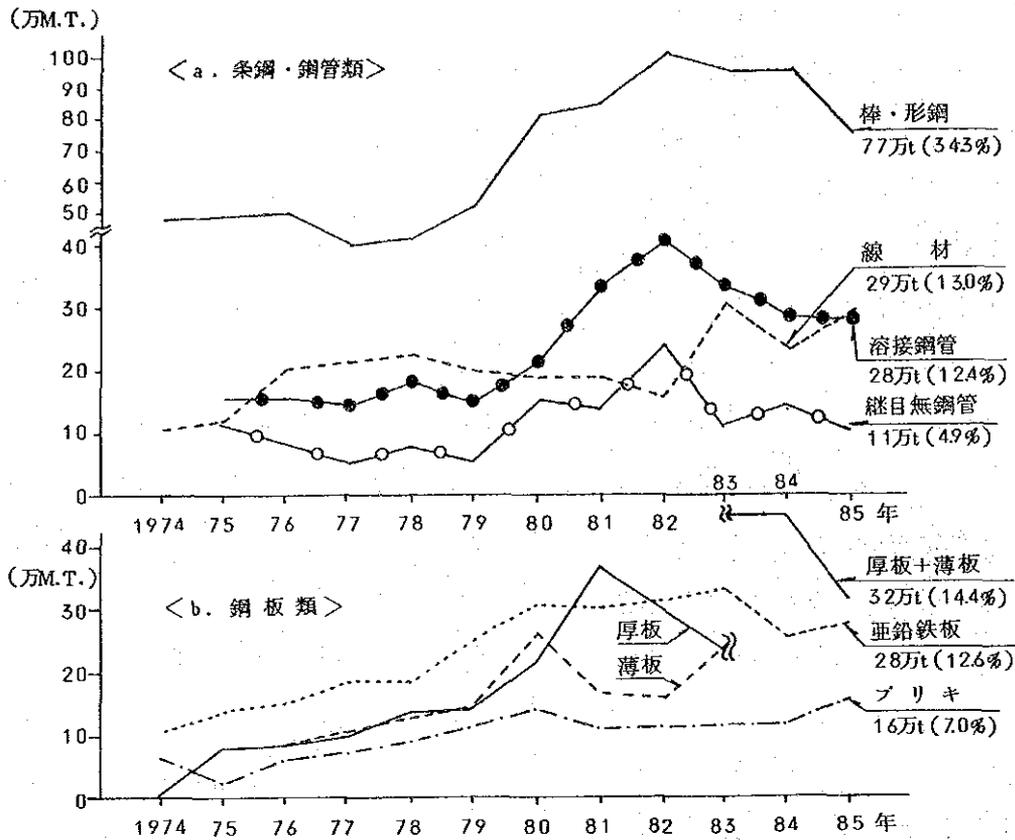
鋼材消費を部門別にみると、1983年には建設向けが全体の約65%と大宗を占め、うち建築34%、土木25%となっている。製造業部門は24%で、鉄線、釘等の二次製品部門が9%、ブリキを主体とする容器が6%と比較的大きなシェアを有するのに対し、機械、自動車、造船等の各部門はいまだ2%前後を占めるに過ぎない。

最近においても、全体の鋼材消費は減少しているが、品種別にはそれ程の変化がないため部門別消費ウェイトも余り変化がないと思われる。

Table 3-2-3 需要部門別・鋼材消費ウェイト（1983年）

（単位：%）

建設	小計	65.4%	製造業	電気・産業機械	2.0%
	(内) 建築	34.1%		家庭用・事務用機器	2.5%
	土木	24.6%		容器	5.6%
製造業	小計	23.9%	二次製品	8.8%	
	(内) 造船	1.5%	その他	10.7%	
	自動車	2.5%	合計	100.0%	



出所：生産は大統領演説付録、インドネシア銀行「Indonesia Financial Statistics」

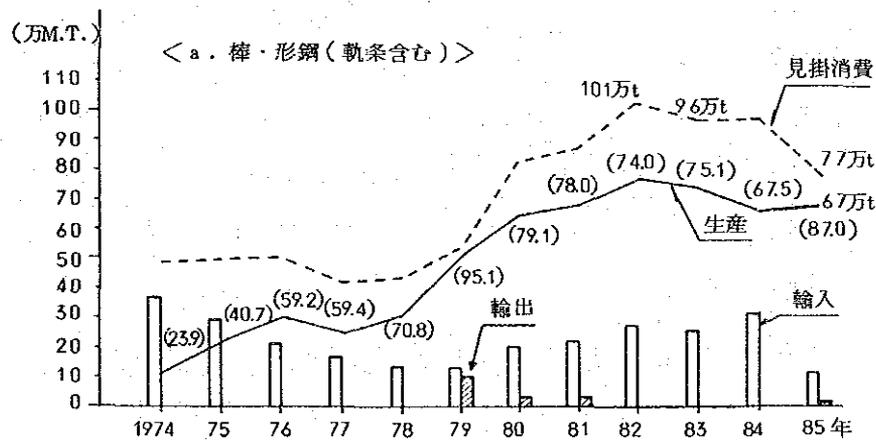
- (注) 1. 生産+輸入-輸出により算出  
 2. 輸出・入は暦年ベース、生産は年度ベース(4月~3月)のまま計算している。  
 3. 薄板については次工工程用(亜鉛鉄板、溶接鋼管用)を輸入の段階で差し引き、最終消費ベースとした。  
 4. 継目無鋼管は国内生産していないため輸入=見掛消費となる。薄板、厚板についても国内生産の始まった83年以前は上記と同様。  
 5. ( )内は85年の品種別消費シェア、%。

Fig. 3-2-3 鋼材品種別見掛消費の推移

## 2-5 主要品種別需給バランス

従来よりインドネシアの生産品種であった棒・形鋼、線材、亜鉛鉄板、溶接鋼管の4品種につき、各々の需給バランスと自給率をみたのがFig. 3-2-4である。これ以外の品種では、熱延薄板および厚板が1983年の生産開始により一時的に100%を越える自給率となっている。

自給率の最も高い品種は亜鉛鉄板で、輸入もほとんどみられず、これまでほぼ100%で推移している。線材はここ数年の輸入減少に対して生産は急上昇しており、自給率も1974年30%弱から1980年代に入って80~90%と急速な輸入代替化が進展している。棒・形鋼の自給率は75%前後、溶接鋼管は70%程度で、ともに年により多少の変動はあるもののほぼ安定した推移を示しているが、1985年は需要の減退や生産の増加により自給率はかなり上昇した。



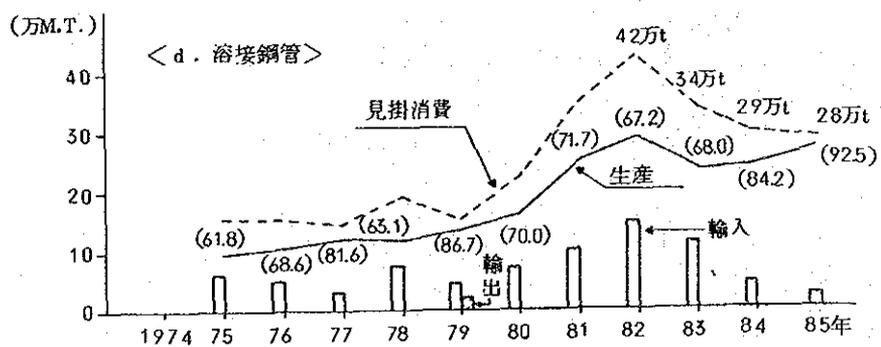
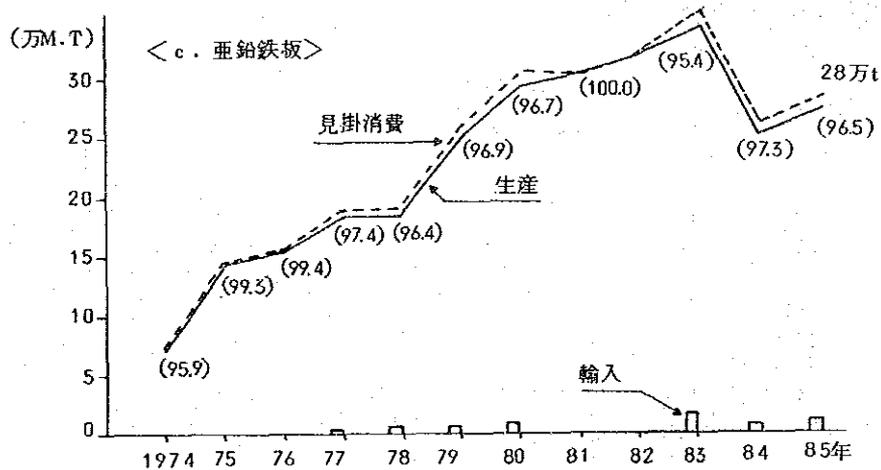
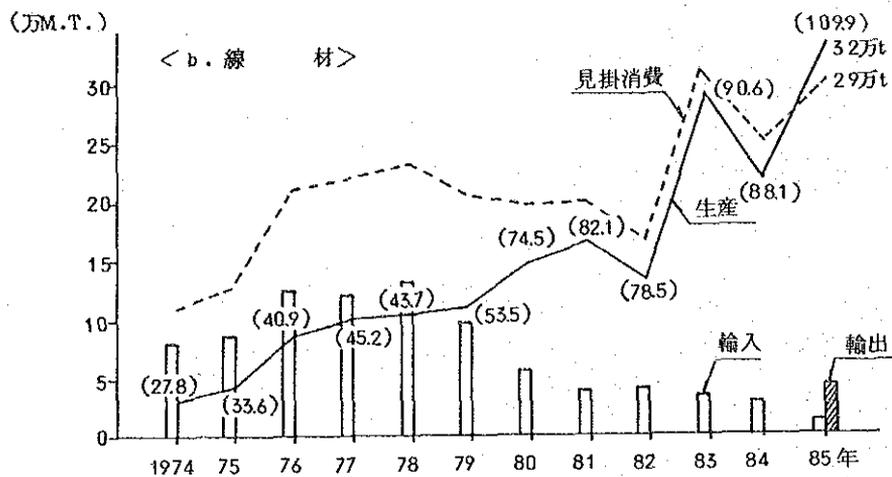
出所：生産一大統領演説付録

輸出・入—インドネシア通関統計

(注) 1. 輸出・入は暦年ベース、生産は年度ベース。

2. ( )内は自給率(生産/見掛消費×100)%

Fig. 3-2-4 主要品種別需給バランス



## 2-6 鋼材消費の地域的パターン

インドネシアの地域別消費を算定するために必要な統計データはほとんどなく、実質的に推計に頼らざるを得ない事情にある。特に国内流通に関しての地域間移出入に関する鉄鋼統計は全く不明であって、地域別鉄鋼消費についての1人当り消費を現地政府関係者および商社関係者、地場インドネシア関係企業よりヒアリングし、インドネシア政府の人口将来推計との相関において推計し、歴史的に見て他の国とのクロスセクショナルなデータチェックで修正した。その結果、Table 3-2-4の通り地域別消費が把握された。

地域別品種別消費の特色としてJAWA島の品種パターンが建設部門を主体に製造業に迄およんでいるために比較的多様性あるパターンをもっているに比して他の地域はかなり個別の特色を有している。

KALIMANTAN は石炭、天然ガス・石油開発の進展により鋼管需要が多く、これに条鋼、厚板等の広義の建設需要品種が加わっている。SULAWESI は亜鉛鉄板が多くなっている。SUMATERA は北部地区の開発進展と共に多品種に広がってきているが条鋼類の建設部門消費が中心となっている。

なお、インドネシアの鉄鋼消費の地域的特性の一つとしていわゆる鉄文明に浴している人口比率が地域により差のあることで、JAWA島に比してKALIMANTAN、SUMATERA等は人口の内かなり大きい部分が鉄文明に浴することが少ない型で日常活動がおこなわれている性格を有している。従って地域毎の平均的1人当りの鋼消費数字はこのように鉄文明に浴することの少ない人口をも含んでおり、局所的には平均をかなり上回る集中的に消費している所もあることに注意が必要であり、かつ開発プロジェクト附随型の消費地域に大部分の消費が集中していることに留意する必要がある。

Table 3-2-4 地域別鉄鋼消費

地 域	1983 年				
	人 口		見 掛 消 費		
	(1,000 )	%	一人当り 見掛消費 (kg)	見掛消費 (1,000M.T)	%
SUMATERA	30,929	19.6	18.2	564.0	16.0
JAWA	96,893	61.3	28.1	2,726.3	77.3
NUSA TENGGARA	8,996	5.7	1.2	10.6	0.3
KALIMANTAN	7,350	4.6	13.0	95.6	2.7
SULAWESI	11,112	7.0	11.1	123.4	3.5
MALUKU + IRIAN JAYA	2,803	1.8	2.5	7.1	0.2
TOTAL	158,083	100.0	22.3	3,527.0	100.0

- Source
- 1 STATISTIK INDONESIA 1983 BIRO PUSAT STATISTIK
  - 2 Verbal Description from Various Authorities Concerned and Trading firms
  - 3 Estimated figures from this Report

### 3. 鉄鋼輸出入

#### 3-1 概 要

インドネシアの鋼材輸入は、1979年までは約100万トン前後で推移していたが、1980年に158.1万トン（前年比39.6%増）へ急増し、1982年に過去最高の194.9万トンとなったがその後、毎年減少し1985年には、101.5万トン（同28.7%減）へ減少した。

鋼材の外に、インドネシアでは条鋼単圧メーカーへの素材供給用にピレットを主体とする鋼塊・半製品を輸入している。輸入数量は1981年ピークの約50万トンを記録したが、1982年22万トン、1983年15.8万トン、1984年11.9万トン、1985年4.2万トンと最近では減少傾向にある。

一方鋼材輸出については、1979年11.5万トン、1980年、1981年と各々1～2万トン程度、いずれも小形形鋼が輸出されていたが、最近では、P.T. KRAKATAU STEELのホット・ストリップミル稼動によりホットコイルと線材・棒鋼を中心に10万～20万トン輸出されている。

#### 3-2 品種別鋼材輸入推移

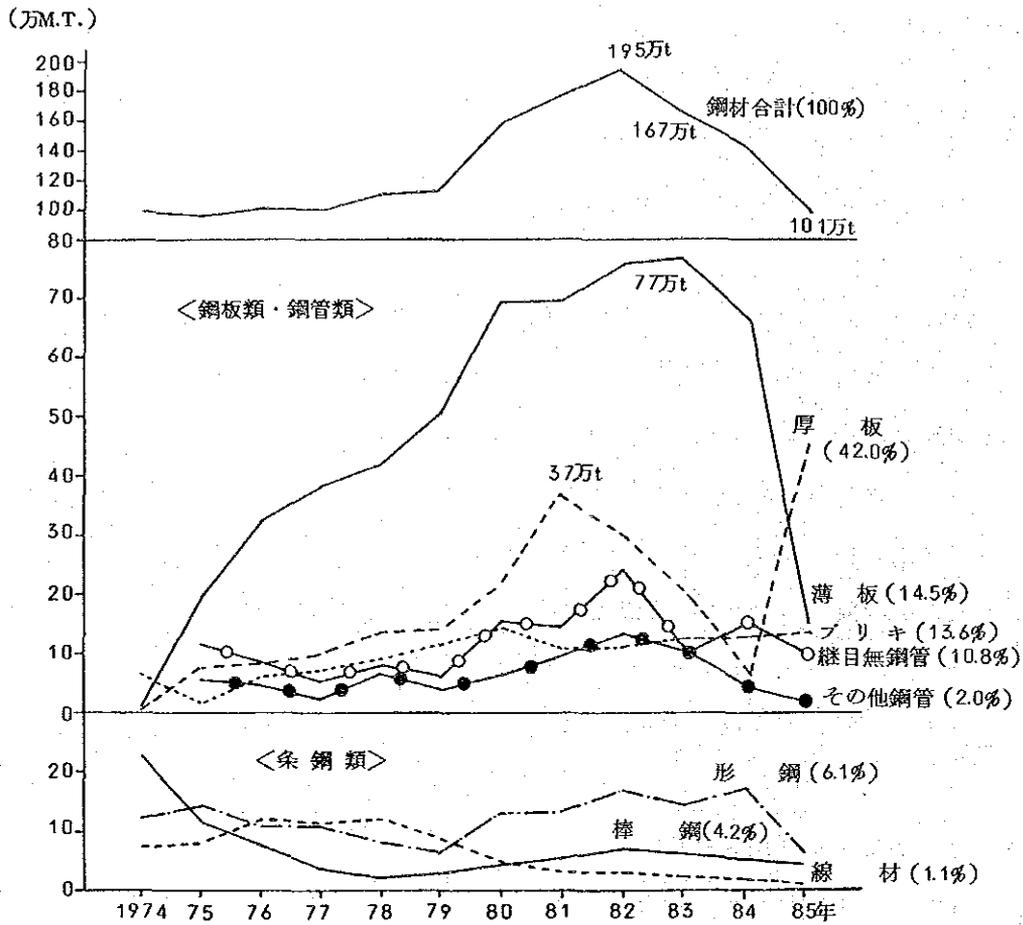
1985年の鋼材輸入の割合は、鋼板類が75.3%と最も多く、鋼管類12.8%、条鋼類11.9%となっている。

鋼板類の輸入が多いのは、1983年2月のP.T. KRAKATAU STEELにおけるホット・ストリップミル稼動まで国内に鋼板生産設備が無かったためである。とりわけ、国内の垂鉛鉄板メーカーならびに溶接管メーカーへ供給される素材としての熱延薄板、厚板、冷延薄板への需要は強く、1983年には薄板の輸入は76.6万トンと鋼材輸入の46%を占めている。なお、ホット・ストリップミル稼動後は、薄板の輸入は、減少しており、1985年は14.8万トン（シェア14.5%）であった。逆に、厚板は42.7万トン（シェア42.0%）の輸入で過去最高となった。

条鋼類では形鋼が6.2万トン、棒鋼4.2万トン、線材1.1万トンだがいずれも近年減少傾向にある。

鋼管類では継目無鋼管が1985年11万トン（シェア10.8%）と、前年に比べ約

2割減となっている。また、その他鋼管は2.1万トン(シェア2.0%)であった。



出所：インドネシア通関統計

(注)：( )内は鋼材輸入計に占める各品種の85年輸入シェア、%

Fig. 3-3-1 主要品種別鋼材輸入の推移

Table 3-3-1 鋼塊・半製品輸入の推移

(単位:万M.T.)

	鋼塊・半製品			鋼塊・半製品	
		内ピレット			内ピレット
1974年	16.6		1980年	46.8	46.7*
1975	7.6	3.3	1981	49.7	48.3
1976	12.0	9.9	1982	22.0	20.7
1977	16.4	9.5*	1983	15.8	12.9
1978	19.9	19.0*	1984	11.9	5.7
1979	26.7	24.7*	1985	4.2	1.6

出所：インドネシア通関統計

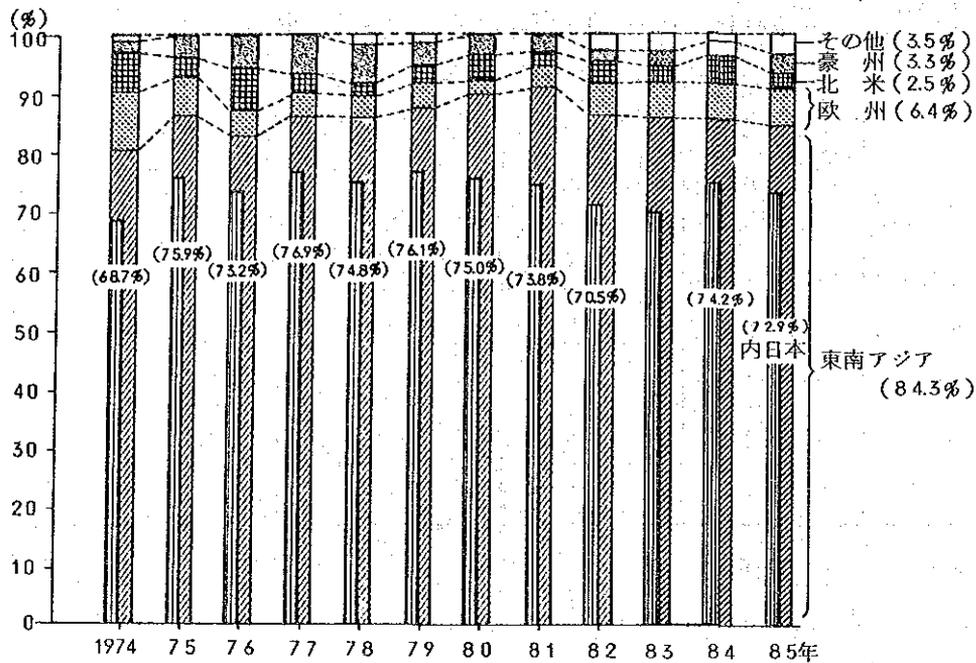
(注)：上記数量は鋼材合計には含まれていない

\* 1977～1980年のピレット輸入には、一部スラブも含む。

## 3-3 仕入先別鋼材輸入推移

日本からの輸入が72.9% (1985年) を占め最大であり、韓国8.9%が続いている。従って、地域別には東南アジアからの輸入が84.3%と大宗を占め、欧州が6.4%、その他の地域は2～3%にすぎない。

最近の傾向としては、日本からのシェアが1977年をピーク(76.9%)に低下している反面、日本以外の東南アジア地域からの輸入シェアが1970年代の10%前後から1980年に入って15～16%へ増加している。また、1983、1984年とECを初めとする欧州のシェア増加が見られる。



出所：インドネシア通関統計より作成

(注)：( )内％は輸入計に対する各仕入先シェア

・欧州の大半はEC、北米の大半は米国である

Fig. 3-3-2 主要仕入先別鋼材輸入シェア

### 3-4 日本からの鋼材輸入動向

インドネシアは日本の鉄鋼輸出にとって第6位(1986年)の仕向先でありその地位は1982年の第5位、1983年の第6位と比べ殆ど変化していない。日本からの鋼材輸入数量は、1979年86万トンから1982年ピークの137万トンへ増加したが、1985年は74万トン(前年比30%減)へ減少し、1986年も90万トン程度に止まっている。

品種構成は輸入全体と同様、鋼板類が7割を占め、そのうち薄板が2割を占める。1985年の輸入減は主に薄板(同77%減)、形鋼(同67%減)の減少による。

### 3-5 輸入規制品種

1) <P.T. KRAKATAU STEEL - PPBBによる集中購買>

鋼塊、スラブ、ビレット、鉄屑、ホットコイル／薄板、厚板、線材

2) <P.T. GIWANG SELOGAMによる集中購買>

冷延コイル／薄板、亜鉛めつき鋼板、電気亜鉛めつき鋼板、アルミ被覆鋼板、  
亜鉛めつき鋼板用原板、表面処理用鋼板、電磁鋼板、ステンレス鋼板

3) <P.T. KEMASINTI NUSABAKTI による集中購買>

ブリキ、ブリキ（ティンフリー）、ブリキ用原板

4) <QUOTA 制>

輸入業者： P.T. DHARMA NIAGA

P.T. KERTA NIAGA

棒鋼、形鋼、鋼管（直径4インチ以上の継目無鋼管以外全て）

線材製品

5) <輸入業者登録制>

一部線材製品、鋼管付属品

従って、現在規制を受けていない品種は、直径4インチ以上の継目無鋼管および高炭素鋼／合金鋼の各品種のみとなっている。



Table 3-3-3 仕入れ先別鋼材輸入推移(1972-85)

(単位: 1,000MT, 多)

	日本			欧州			北米			中米			茶州		その他		輸入計		
	数量	%	小計	数量	%	小計	数量	%	小計	数量	%	小計	数量	%	数量	%	数量	%	
																			数量
1972	3855	566	880	212	31	408	60	141	21	145	21	—	—	247	3.6	1.4	0.2	661.1	100.0
73							N.	A.											
74	6765	687	807	960	98	987	100	657	67	658	67	10	0.1	213	22	32	0.3	9642	100.0
1975	7253	759	8248	453	47	629	66	283	30	341	36	—	—	337	35	0.1	—	9555	100.0
76	7314	732	8289	388	39	414	41	587	59	717	72	0.5	0.1	570	57	0.3	—	9998	100.0
77	7617	769	8512	326	33	330	33	321	32	322	33	1.8	0.2	689	70	3.1	0.3	9901	100.0
78	8330	748	9563	365	33	375	33	239	21	263	24	4.6	0.4	783	70	10.9	1.0	11137	100.0
79	8621	761	9868	513	45	521	46	523	29	537	30	—	—	478	42	11.8	1.0	11526	100.0
1980	11850	750	14112	386	24	416	26	639	40	651	41	1.8	0.1	531	34	80	0.5	15606	100.0
81	12890	738	15802	583	33	638	37	416	24	427	24	—	—	452	26	151	0.9	17470	100.0
82	13730	705	16765	644	33	1047	54	671	34	817	42	11.6	0.6	397	20	343	1.8	19486	100.0
83	11402	685	14174	614	49	1026	62	407	24	513	31	11.5	0.7	395	24	425	2.6	16651	100.0
84	10567	742	12154	792	56	908	64	457	32	684	48	13.1	0.9	300	21	71	0.5	14248	100.0
1985	7403	729	8561	453	45	653	64	233	23	258	25	18.2	1.8	336	33	114	1.1	10154	100.0

出所: Biro Pusat Statistik, Djakarta 「Imper Menurut Jenis Barang Dan Negeri Asal」

注: 72年以前のECは6カ国計



## 第IV章 鉄鋼需要見通し



# 第IV章 鉄鋼需要見通し

## 1. ステップI 調査団の需要見通し

### 1-1 1990年の鋼材品種別需要部門別需要見通し

1990年の鋼材品種別需要部門別需要見通し作業にあたっては、1984年からスタートしたインドネシア第4次開発5カ年計画に盛り込まれている経済政策、産業政策等を参考としさらに、現地で調査、収集した各種統計資料、情報に基づく機械別活動水準ならびに鋼材消費原単位の動勢等を最大限織り込んで1990年の需要量を推定する積み上げ方式を用いた。

この結果はTable 4-1-1のとおりである。

#### (1) 需要部門別需要見通し

1990年の鋼材需要は4,129千トンで1983年に比べ1,416千トン上回る水準となり、年平均6.2%伸びる見通しである。

これを需要部門別にみると、最大需要部門である建築部門については工場建屋関係で期待されるが、オフィスビル建設は都市部で一巡傾向がみられ、住宅、学校関連も高い伸びは望めそうにないため、年平均5%増の1,297千トンと想定される。

土木部門は、インフラ関係の整備・充実が国の重要施策の1つとなっているため、1,110千トンで年平均7.5%増と全鋼材需要の平均伸び率を上回る見通しである。工事目的別には、とくに上水道、港湾、電力が好調に推移するものと見込まれる。この結果、その他建設を含めた建設部門の鋼材需要は2,711千トンで年平均6%強伸長しよう。

一方、製造業部門については、政府が目指している工業化政策の推進と、これに伴う国産化率の向上等から1990年においても依然需要規模は小さいものの、鉄道車両部門(年平均伸び率17%増)、産業機械部門(同約10%増)、電気



機械部門（同約9%増）は高い伸びが期待される。需要の多い二次製品部門は多種多様な需要分野を有するが、なかでも建設依存が高いことから、建設部門の伸びとほぼ同様の6%台の平均伸び率で363千トンと想定される。容器部門については、ブリキ缶の安定的な動向を反映して、年平均5%増の213千トンが見込まれる。

一方、造船および自動車部門の見通しに関しては、まず造船部門は船舶の整備、海運業の拡充が群島国家であるインドネシアにとってやはり重要な課題となっており、新造船および修繕船の潜在需要は相当量あるものの、設備能力面でのネックから鋼材需要は年平均6%弱の伸びと予想される。また、自動車部門（四輪）では1983年の生産台数129千台から1990年は165千台（商業車）にとどまるとみられることから鋼材需要も年平均3.4%増と伸び悩む傾向となろう。このほかの部門は概ね4%前後の年平均伸び率と見込まれている。こうした動向を反映して、製造業部門の鋼材需要は954千トンで年平均6%弱の増加になると予想される。

以上の結果、建設部門の鋼材需要全体に占める比率は66%、製造業が23%、その他が11%とほぼ1983年の需要構成と同様なパターンとなっており、1990年においても引き続き建設需要依存型の需要構造が維持されよう。

## (2) 品種別需要見通し

特殊鋼鋼材需要は主要需要部門である家庭用・事務用機器部門および自動車部門が他の部門の伸び率に比べ低率であることから、年平均3%の43千トンと見込まれる。

一方、普通鋼鋼材は建設部門等の動向に支えられて、年平均伸び率6%強4,086千トンの見通しである。

普通鋼鋼材について品種別需要動向をみると、需要の伸びが高い品種は石油開発関連需要の増加が見込まれる継目無鋼管（年平均伸び率8%強）のほか、形鋼及び厚中板はいずれも7.5%程度の年平均伸び率とみられている。この反面、熱延薄板、冷延薄板、亜鉛めっき鋼板、ブリキの4品種については、各々年平均伸び率5%前後の見通しとなっている。

需要の多い品種の動向は、棒鋼が1,034千トン、溶接鋼管534千トン、亜鉛めっき鋼板479千トンと見込まれており、1983年順位と変動はない。

こうしたことから、条鋼類は1,941千トンで年平均6.5%増、鋼板類が1,415千トンで同5.7%増、鋼管類が730千トンで同6.7%増と鋼管類の伸びが一番高い想定である。需要構成比では条鋼類47%、鋼板類35%、鋼管類18%で、1983年とほとんど差はないが、鋼板類が1ポイント低下した分、鋼管類が上昇している。

(3) インドネシア工業省との合意事項

ステップⅠ調査団による鉄鋼需要見通しは、1984年末時点のものであり、データの的には1983年までの実績を使用している。このためここ2-3年の経済活動の減速、原油価格の低迷、さらに鉄鋼需要の急速な落ち込み等は、考慮されていない。従って、ステップⅠ調査団による1990年の鉄鋼需要見通し4,129千トンは、1990年に達するという意味ではなく、1990年代のある年次に達成されるであろうということが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。

## 1-2 1995年及び2000年の粗鋼需要見通し

1990年の鉄鋼需要見通しは、需要部門別の需要積上げ法により算出したが、1995及び2000年の鉄鋼需要予測にこの積上げ法を採用するについては、諸前提の設定に任意性が大きくなるため不適切であるとの判断から次ぎの方法により予測を行った。

### (1) マクロ相関法による予測

1973年～83年の粗鋼見掛消費の時系列実績とマクロ経済指標（GDP）との回帰式を求め、マクロ経済予測値を代入し鉄鋼需要を予測した。

Table 4-1-2 1995年、2000年のマクロ相関法による粗鋼需要予測

	1995年	2000年	備 考
GDP（10億ルピア）	21,363.9	26,623.3	1975年価格 1990～1995年平均成長率 4.8% 1995～2000年平均成長率 4.5%
粗鋼需要（1,000 t）	6,892	8,968	

### (2) クロス・セクション法による予測

先進国、発展途上国の数10カ国の鉄鋼消費量を観察し、経済発展段階（1人当たり GDP - 1975年価格USドル）に対応した鉄鋼集約度（ASC/GDP-Kg/USドル）の一般的モデルを作成し（steel intensity curve と呼ぶ）更に、インドネシアの鉄鋼消費実績と一般的モデル式から推定される値との階差を、インドネシア経済の特性として定数化し、一般的モデル式に付加し、インドネシアの鉄鋼需要予測式とした。

Table 4-1-3 1995年、2000年のクロス・セクション法による粗鋼需要予測

	1995年	2000年	備 考
人 口(100万人)	198.4	215.9	
GDP(100万USドル)	83,736	104,350	1990～1995年平均成長率 4.8% 1995～2000年平均成長率 4.5%
粗鋼需要(1,000t)	6,968	8,896	

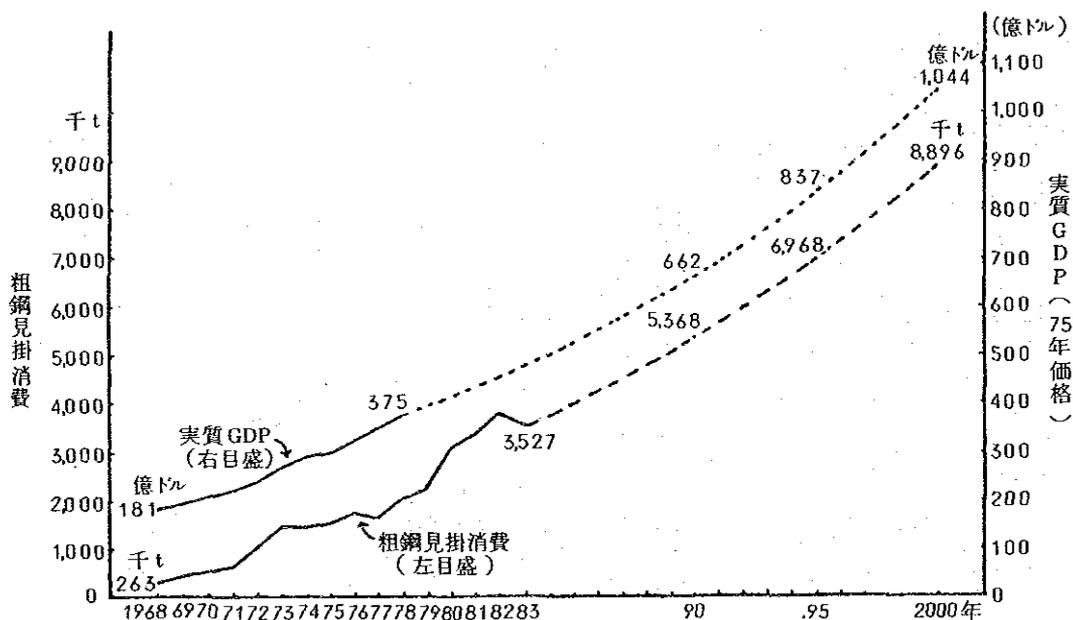


Fig. 4-1-1 粗鋼需要予測図

(3) 長期需要予測の結論

これらの考察から、両手法による予測結果は、ほとんど差が無く1995年6,968千トン、2000年8,896千トン程度になると見込まれる。

(注)：1990年の需要見通し数値が1990年代のある年次にズレ込むことから当然、1995年、2000年の予測結果についても同じ年次分がズレ込むこととなる。

## 2. その他の需要見通し

鉄鋼需要見通しに関してステップⅢ調査団が工業省より入手した資料は2点あり、1つはB S C (英国鉄鋼公社)調査資料、1つは米国のコンサルタント会社であるARTHUR D. LITTLE, INC. の調査資料である。いずれも、ステップⅠ調査団の調査後の資料で有り、最近の経済活動の減速や原油価格の下落を織り込んだインドネシアで最も最新の鉄鋼需要見通し資料である。以下は両資料の要旨である。

### 2-1 B . S . C . による需要見通し

#### (1) 一般経済動向

インドネシア経済は依然として農業、石油、一次産品に大きく依存している。1985年には、農業部門の生産は国内総生産(GDP)の24%を占め、石油及びガスは同16%、LNG及び石油精製を除く製造業部門はわずか9%を占めるにすぎない。1971年から1981年までの平均GDP成長率は8%であったが、1982年から1986年まではおよそ3%の成長率に鈍化した。製造業部門は同期間に1.4%から5%の伸び率に鈍化し、建設業は1985年迄プラスの成長であったが、1986年には10%減少する見込みである。

Table 4-2-1 平均実質成長率(%)

	1971年~1981年	1982年~1986年
G D P	8	3
農 業	4	2
鉱業、石油、ガス	7	- 1
製 造 業	1.4	5
建 設 業	1.5	0

インドネシアはその経済構造の特質から石油価格や農産品等の価格の下落の影響を大きく受け、1983年と1986年に国際収支は危機的状態となった。国家収入の70%は石油とガス生産により賄われており、このため石油価格の下落は国家収入を著しく減少させることとなった。

対外債務は、過去において、殆ど心配することはなかったが、石油輸出による海外所得の減少から、ますます増大しており、1986年には輸出額の30%を越えることになろう。

## (2) 経済見通し

貿易条件の悪化により不況となったが、これがしばらく続く見込みである。1990年迄のGDP成長率はおよそ1%に止まろう。このため一人当たり所得はかなり減少することになる。1986年のルピア切り下げにもかかわらず、輸出産業は繊維と合板をのぞいて生産性が悪いいため成長に寄与しないであろう。

1990年以降の長期経済見通しは、これから2～3年の政府の対策いかんであり、もし政府が過去と同じく輸入代替や保護政策を続けるならば国内産業や建設業は停滞した国内需要によって抑制されよう。一人当たりGDPの落ち込みを杭止めるだけの石油価格や製品価格の上昇及び生産高の回復があったとしても、GDP成長率は年率2～3%を越えない見込みである。経済政策がより開放的なものになるなら、成長率は年率4～5%に達しよう。

## (3) 品種別鉄鋼需要見通し

1985年の実績と1995年までの鉄鋼需要見通しは、Table 4-2-2の通りである。

Table 4-2-2 インドネシアの鉄鋼需要見通し

(単位：1,000 t)

	1985年		1990年見通し		1995年見通し	
	実績	傾向値	低ケース	高ケース	低ケース	高ケース
線材・コンクリートバー	887	917	733	745	844	993
形鋼・棒鋼	166	323	284	287	324	369
冷延薄板・亜鉛めっき鋼板	513	664	677	682	841	958
熱延薄板・厚板	168	342	309	312	370	429
ブリキ	137	142	150	151	186	209
鋼管	390	381	379	390	407	448
計	2,261	2,768	2,531	2,567	2,972	3,404

## 2-2 A・D・Lによる需要見通し

## (1) 鉄鋼消費動向

インドネシアの鉄鋼消費は近年急速に伸びている。1975年以降、1984年と1985年の2年は、前年比マイナスであったが、それ以外は毎年増加している。

(Fig 4-2-1)

この図から過去15年にわたって、鉄鋼消費は年平均15%で伸び、非常に高い伸び率で推移した事が分る。1970年から1973年には鉄鋼消費は倍に増加し、1973年から1979年にかけてもまた、倍増加した。しかし、その後は伸び率は鈍化し、1983年をピークに減退し始めた。

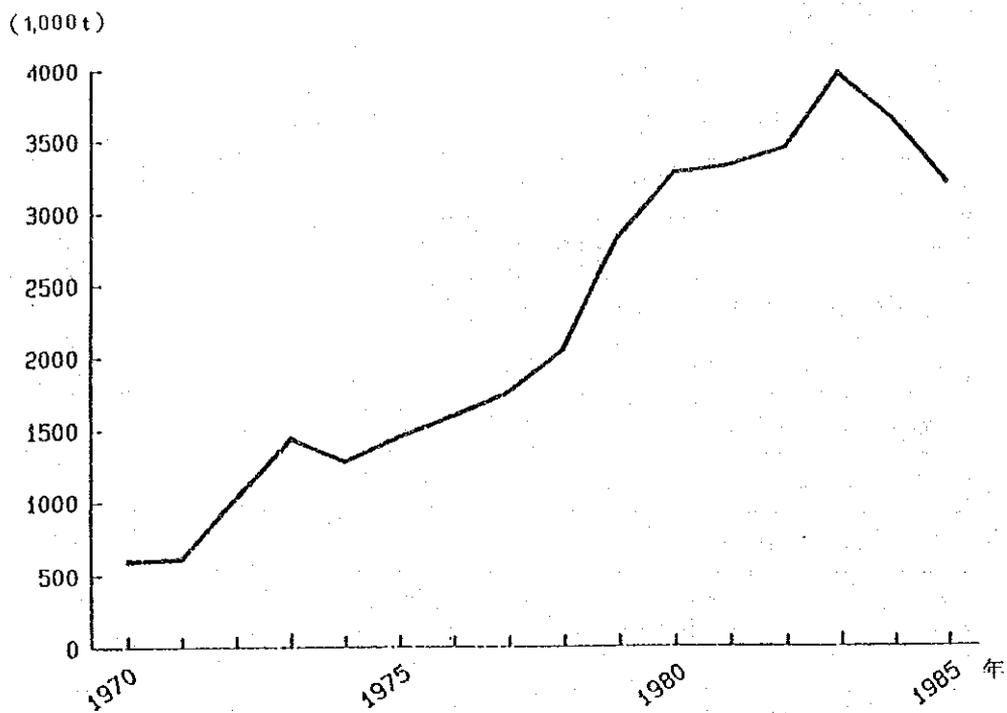


Fig. 4-2-1 インドネシアの1970年～1985年粗鋼見掛消費推移

(2) 鉄鋼需要産業

インドネシアの鉄鋼消費は、設備投資、特に建設部門に片寄っている。インドネシアはこの15年間で急速に発展してきたが、鉄鋼消費の多くがこの発展を支えてきた。現在の需要部門別鉄鋼消費は構成比で表すと、Table 4-2-3、またこの表をグラフに表せば Fig 4-2-2 の通りである。

Table 4-2-3 部門別鋼材消費

部 門	比率(%)	代 表 的 鋼 材
重 量 建 設	43	コンクリートバー、形鋼、線材、鋼板、鋼管
軽 量 建 設	23	コンクリートバー、亜鉛めっき鋼板、線材、鋼管
機 械 工 業	3	熱延鋼板、形鋼、線材
造 船	2	熱延鋼板
石 油 ・ ガ ス	10	鋼 管
自 動 車	5	冷延薄板、熱延薄板
家具・家庭用器具	1	冷延薄板
容 器	2	ブリキ製品
一 般 製 造 業	11	鋼管、熱延薄板、線材、ブリキ
計	100	

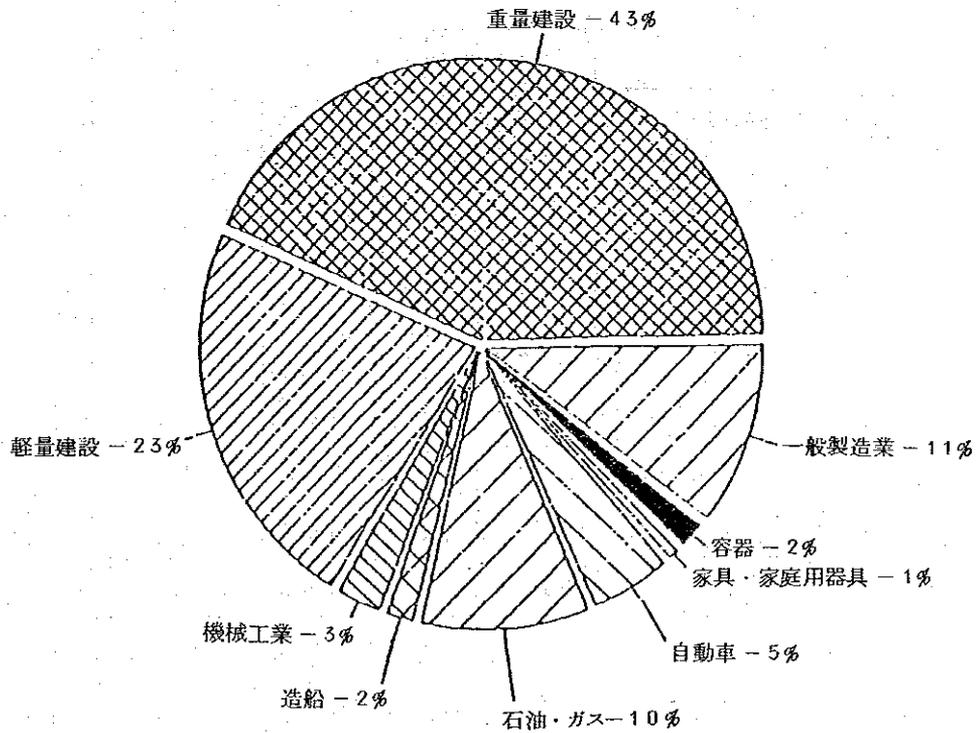


Fig. 4-2-2 部門別鋼材消費

(3) 部門別、品種別鉄鋼消費

インドネシアの鉄鋼消費は、1985年に鋼材ベースで2,283千トンで、1984年の2,510千トンに比し9%減であった。1985年の鉄鋼消費の減少は、主に設備投資、建設、個人消費支出関連の鉄鋼需要低迷が原因であり、形鋼、熱・冷延薄板、亜鉛めっき鋼板、ブリキの減少が顕著であった。それほど減少しなかつた品種はコンクリートバー、線材、鋼管で、これらの品種は、軽量建設プロジェクトの継続、産業用および需要家の幅広い用途、さらに一年を通して鋼管関係の堅調な需要をもたらした石油産業によって下支えられた。品種別動向と鉄鋼消費パターンは、Table 4-2-4 および Table 4-2-5 の通りである。

Table 4-2-4 1985年の鉄鋼消費

(単位：1,000 t)

品 種	1984年	1985年	伸び率(%)
コンクリートバー	635	618	- 3
形 鋼	435	330	- 24
線 材	270	251	- 7
熱 延 鋼 板	200	244	22
鋼 管	400	400	0
冷 延 薄 板	180	140	- 22
亜鉛めっき鋼板	275	200	- 27
ブリキ製品	115	100	- 13
計	2,510	2,283	- 9

Table 4-2-5 1985年の鉄鋼消費パターン

(単位: 1,000 t)

市場	製品 コンクリート バー	形鋼	線材	熱延 鋼板	鋼管	冷薄 延板	亜鉛 めっき 鋼板	ブリキ	計
重量建設	468	275	89	70	55		30		987
軽量建設	150	30	97	19	45		160		501
機械工業		15	15	30					60
造船		10		40					50
石油・ガス					240				240
自動車				25		100			125
家具・家庭器具						20			20
容器								50	50
一般製造業			50	60	60	20	10	50	250
計	618	330	251	244	400	140	200	100	2,283
問屋経由販売(%)	90	25	5	65	33	100	100	40	

## (4) 経済見通し

鉄鋼消費はインドネシアにおける経済活動にリンクしており、GNP成長率、あるいはGDP成長率によって判断されるのが最善である。GDPはインドネシア国内での経済活動であり、インドネシア国民の海外における経済活動を無視したものでGNPに近い数値である。インドネシアの鉄鋼集約的な経済活動は、総資本形成(GCF)によって判断される。インドネシアにおける鉄鋼消費の予測はまず第一にGDPとGCFの見通しを行い、次に鉄鋼需要部門がこれらの指標に関連してどのような活動になるかを推定し、そして部門別品種別の成長率を算出し、各品種ごとの需要量を合計して行われた。

1985年後半の原油価格の下落は石油市場と価格の崩壊への引金となり、これは1980年代を通して持続することになる。原油価格が不透明で低迷気味である限り、新規の石油探査や開発は減退するであろう。これにより、1980年代の

終わり頃には石油不足が起こり得よう。石油不足が1980年代遅くに起ると、価格は長期的に上昇し、1990年代に入っても価格は不安定で、乱高下することになる。しかしながら、その時には、石油不足は経済活動を再び活発にさせる新しいエネルギー開発プロジェクトとして比較的大きな成長をもたらすであろう。

Table 4-2-6 インドネシアの経済予測(1985年~1995年)  
(年平均成長率%)

	1985年~1990年	1990年~1995年
原油価格値下げ以前		
GDP	4.4	5.0
GCF	5.0	6.0
* 改訂経済予測		
GDP(高ケース~低ケース)	2.2~0	7.5~5
GCF(高ケース~低ケース)	2.5~0	9.0~6

\* 本文での採用値

#### (5) 品種別鉄鋼需要見通し

鉄鋼需要予測は先に説明した通りGCFの成長率を各需要部門ならびに需要部門毎の各品種にあてはめて行れた。

Table 4-2-7 需要部門別成長予測  
(年平均成長率%)

	1985年～1990年		1990年～1995年	
	高ケース	低ケース	高ケース	低ケース
G D P	2.2	0	7.5	5
G C F	2.5	0	9.0	6
需 要 部 門				
重 量 建 設	3.5	1.0	6.0	3
軽 量 建 設	2.5	0	6.0	3
機 械 工 業	1.5	- 1.0	9.0	6
造 船	2.5	0	6.0	3
石 油 ・ ガ ス	- 2.5	- 5.0	11.0	8
自 動 車	0.5	- 2.0	10.0	7
家具・家庭用器具	3.5	1.0	10.0	7
容 器	0.5	- 2.0	4.0	1
一 般 製 造 業	4.5	2.0	10.0	7

Tble 4-2-8 鉄鋼需要予測

(単位: 1,000 t)

品 種	1985年 実 績	1990年		1995年	
		高ケース	低ケース	高ケース	低ケース
コンクリートバー	618	726	642	971	744
形 鋼	330	388	343	523	401
線 材	251	294	260	414	317
熱 延 鋼 板	244	283	250	412	316
鋼 管	400	402	355	632	485
冷 延 鋼 板	140	151	133	244	187
亜鉛めっき鋼板	200	229	203	310	238
ブリキ製品	100	114	100	163	125
計	2,283	2,587	2,286	3,669	2,813
(平均成長率%)		(2.5)	(0.0)	(7.2)	(4.2)



## 第V章 鉄鋼生産のための主要原料



# 第V章 鉄鋼生産のための主要原料

## 1. 鉄鉱石とペレット

### 1-1 概 要

本プロジェクトで推奨しているプロセスは、直接還元（DR）工場、そしてその製品である還元鉄とスクラップを使つての電気炉による製鋼方式である。従つて直接還元工場で使用される原料は、直接還元工場とこれにつながる電気炉両方の経済性から、決定する必要がある。

直接還元と電気炉製鋼に最も適した原料は、次の基準から選択される。

- 1) 酸化鉄（Iron Oxide）の化学・物理性状
- 2) 還元性状（Reduction characteristics）
- 3) 直接還元と製鋼の両工程で電力消費量の削減等の総合経済性

#### (1) 鉄鉱石の化学的特徴

直接還元工程は酸化鉄を多く含んだ鉄鉱石又はその粉を焼成したペレットやブリケットを、製鋼工程に適した高金属化鉄に変換させる工程である。

直接還元工程での唯一、最大の化学的変化は鉄鉱石などの酸化鉄から酸素を除くことであり、熔融、精錬なしに行われるので酸化鉄中の不純物、脈石は還元鉄中に残留する。ここでの還元作用即ち酸化鉄に於ける脱酸の結果、鉄分不純分の含有率が上昇することに留意する必要がある。

上記の理由から酸化鉄中の鉄分は出来るだけ高く、逆に脈石等は出来るだけ少なく、更に残留する各種成分は後方製鋼工程で、許容出来る範囲でなくてはならないことが理解出来る。特に過剰な脈石、トラップ成分は、電気炉製鋼作業に多大な影響を及ぼすので、使用電力量の低減、耐火物寿命延長を計る意味で、出来るだけ少ないものが望ましいと言える。

#### (2) 鉄鉱石の物理的性状

直接還元工程では化学成分以上に物理性状が重要である。即ち、還元中及び還

元後の粉化割れ及び搬送中の粉化を極力少なくする為の熱間・冷間強度と、還元炉への均一な供給を保証する粒度巾が安定していることである。又、直接還元工程に於ける固着性状が低いものが望ましい。

### (3) 鉄鉱石の還元性

酸化鉄の還元度は還元炉内の還元帯での滞留時間内での還元性に左右されるため、均一で良好な酸化鉄の還元性状が要求される。還元初期に起こる酸化鉄に対する熱粉化及びヘマタイトからマグネタイトへ還元する時の還元粉化に対して、良好な性状をもつものが望ましい。

### (4) DR及び電気炉での総合経済性

還元鉄の金属化率、脈石の含有度、不純物及び輸送等のハンドリング時の耐摩耗性は電気炉での製鋼プロセスの生産性を左右する。

従って、DR—電気炉プロセスにとって原料鉄石は次のものが望ましいと言える。

- 1) 脈石は出来るだけ少ないこと、理想的には2～3% max. であること。
- 2) 塩基度 ( $\text{CaO} + \text{MgO} / \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) は高い方が良いが上記の制約から0.5～0.8であること。
- 3) バラツキのない化学・物理性状をもつこと。
- 4) 不純物のうち特にリンは0.04% max.、イオウは0.015% max. であること。

### (5) 結 論

以上のことを再度まとめると、DR—電気炉プロセスに於て技術面、経済面から次の特徴をもつ酸化鉄が要求される。

- 高 Fe 成分
- 高 強 度
- 高還元性状
- 低還元粉化性
- 低固着性状
- 均一粒度

以下に MIDDLEX 方式の推奨案を示す。

SUGGESTED PELLETT SPECIFICATIONS

<u>CHEMISTRY</u>	<u>RANGE</u>
% Fe	67.0 min.
% SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0 max.
% P	0.02 max.
% S	0.015 max.
% Cu	0.010 max.
% TiO <sub>2</sub>	0.150 max.
% SiO <sub>2</sub>	1.0 max.
Moisture	2.0 max.
Basicity (CaO + MgO / SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.5 min. - 0.8 max.
 <u>PHYSICAL</u>	
% 9-16 mm	90.0 min.
% -6.3 mm	4.0 max.
Compression [kg]	250 min.
Tumble index [% +6.3 mm] [% -1 mm]	94.0 min. 3.0 max.
% Porosity	20-30
Bulk density [Kg/m <sup>3</sup> ]	2000 min.
 <u>LINDER [at 760° C]</u>	
% Metallization	92.0 min.
% Sulfur liberation	30.0 max.
% Fragmentation [-3.3 mm]	3.0 max.
Compression [Kg]	50 min.
 <u>STATIC BED REDUCTION [at 815° C]</u>	
Bulk density [Kg/m <sup>3</sup> ]	1500 min.
Tumble index [% +6.3 mm]	90 min.
Clustering tendency	0

## 1-2 鉄鉱石の入手可能性

### (1) 概 要

前節でDR-電気炉プロセスに適した理想条件を挙げたが、正直な所、理想条件を満足する鉄鉱石塊鉱、ペレットは存在しない。従って、DR-電気炉プロセス所有者は技術的条件に出来るだけ近づくことを目標に各種の鉄鉱石原料を、選択混合し永続的且つ経済的に使うことを考えざるを得ないのが実状である。

この各種銘柄の選択混合使用は、国際経済上の変動にもある程度柔軟に対処出来、結果として長期且つ安定的に購入出来ることが考えられることから有効である。

### (2) DR用ペレットの入手可能性

現状DR用ペレットの供給者はLKAB、MPRD (Sweden)、CVRD

(Brazil)、SAMARCO (Brazil)

等が挙げられる。又、供給可能なものとしてINDIA、BAHRAIN、CANADA、VENEZUELA等の各国産の物が挙げられる。

以下に代表的な銘柄の典型的な化学成分、粒度分布を Table 5-1-1 に示す。

Table 5-1-1 ペレットの銘柄別化学成分、粒度分布

	L K A B (Sweden)	C V R D (Brazil)	S A M A R C O (Brazil)
Chemical Analysis	Typical	Typical	Typical
T.Fe	67.3 %	67.9 %	67.7 %
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.2 %	1.9 %	2.1 %
P	0.014 %	0.018 %	0.03 %
S	0.006 %	0.003 %	0.004 %
Physical Properties		8 - 18 mm	
9 - 16 mm	95.5 %	95.6 %	85 % Min.
- 5 mm	0.8 %	1.1 %	3 % Max.
Metallization			94 %

現状これらのペレットの使用先は、以下のDRプラントである。

KRAKATAU	( Indonesia )
TRENGANU	( Malaysia )
SABAH	( Malaysia )
HADEED	( Saudi Arabia )
ANSDK	( Egypt )
SIDBEC	( Canada )

(3) DR用塊鉄鉱石の入手可能性

現下のDRプロセスでは理論上100%の鉄鉱石塊鉄(Sized Ore)を使うことは可能である。しかし、生産物である還元鉄の粉化性状の悪化、又プラントの安定操業を考慮すると同時に、経済性も考えて30%程度の鉄鉱石塊鉄を使用することを推奨する。

DR用の鉄鉱石塊鉄の代表的な銘柄は、Mutuca(MBR, Brazil)、Ferteco(Brazil)であるがオーストラリアのMt. Newman、Hamersleyも有望な銘柄であり、ペレット鉄に比べて比較的購入選択の巾が広く考えられるが、ここではペレットと同じ船で運搬するメリットを考えブラジルの鉄鉱石塊鉄を推奨する。

Table 5-1-2 鉄鉱石塊鉄の銘柄別化学成分、粒度分布

	MUTUCA (Brazil)	FERTECO (Brazil)
Chemical Analysis	Typical	Typical
T.Fe	68.3 %	67.0 %
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.7 %	2.5 % Max.
P	0.04 %	0.065 % Max.
S	0.006 %	0.01 % Max.
Physical Properties	Typical	
9 - 16 mm		—
- 5 mm	-6 mm 2.7 %	-6 mm 5 % Max.
Metallization		—

#### (4) ベレットの需給

西側社会での粗鋼生産量は現行年間4.4億トンから徐々に増加し1995年以降年間5億トンに増加すると予想される。従ってベレット鉄の需要も1987年の1.2億トンから1.6億トンに増加し現行の供給能力にバランスしてくることが予想される。

DR用ベレットは1990年前半から需給がタイトになるものと予想される。しかし、ベレット供給者のDRベレット生産への移行、又高炉プロセスに於ける焼結鉄への移行、更には、新ベレット工場の建設も紙上に於て検討されていることから考えると、DR用ベレットの安定購入は現行のユーザーマーケットからバランスマーケットに移るとは言え充分可能と判断される。

#### (5) 結 論

インドネシアは既に世界最大級のDRプロセス製鉄所P.T. KRAKATAU STEELが稼働し、DR用ベレットの世界3大供給者から購入し、十分な交渉能力を持つことから現行のLKAB、CVRD、SAMARCOの3大銘柄を新製鉄所にも適応すべきである。

更に、DR用ベレットに加えて30%相当の塊鉄を、新製鉄所では使用することを推奨する。これにより、現状以上の購入交渉能力を保持出来、有利な原料供給を計ることが出来る。

## 2. その他の原料

### 2-1 スクラップ

この次世代製鉄所計画におけるスクラップ需給の動向は基本的に現在の P.T. KRAKATAU STEELにおけるスクラップ需給と同じ背景により影響される。

スクラップ需給の世界的な背景は次の通り。

アジア地区では年間500-600万トン、

全ヨーロッパ地区では年間200-400万トンのスクラップが不足しているが

供給余力があるのはオーストラリアの年間 70万トン、

西ヨーロッパ の年間 200万トン および

北 米 の年間1,000万トン など

約1,200-1,400万トンと報告されている。

世界的に鉄鋼の蓄積量は増加しており、寿命の長いとみられる鋼構造物からも老廃屑の発生は増えている。

世界的に鉄鋼需要が低迷している昨今ではスクラップの需給は緩和しており、スクラップを主体とする電気炉工場からの電気炉鋼比率は溶銑を主原料とする転炉鋼より上昇傾向にある。

	1985年	1986年
日 本	29.0%	29.7%
U S A	33.9%	37.0%
西 独	18.4%	18.3%
フ ラ ン ス	19.6%	23.1%

これらの国々ではエネルギーコストの関係から還元鉄を経済的に生産することはできず、100%スクラップ操業が主体となっている。このため、これらの国々のスクラップ需要の合間をぬってスクラップを確保しなければならない。

100%スクラップ操業に比べDRI配合操業では不純物元素の混入が減り一般的に低級屑の使用が可能である。しかし、低品位屑にはゴム・非鉄金属の混入などによる品質のばらつきも大きくなり、溶鋼の要求品質によってはスクラップの選別管理が必要である。密閉形状のスクラップは必ず切断しなくてはならない。№1 Heavy Melting Scrapでも長さを1.5m以下に切断管理しなければならない。

連続鋳造設備の採用と取鍋精錬炉による全量処理のため低温や温度不均一による鋳造ロスが最小限になるためいわゆる鍋付、タンデッシュ付の社内発生のスクラップ屑の発生を低く抑えることができる。更に、圧延工場からの還元屑は鋼品質の向上によって減少される。

## 2-2 石 灰 石

P.T. KRAKATAU STEEL にてすでに石灰焼成炉新設が計画されている。

本プロジェクトにおいても国内にある石灰石を使用して生石灰を製造することが必要である。P.T. KRAKATAU STEEL にて聴取した原石成分はCaO 54%、MgO 1%、SiO<sub>2</sub> 0.5%、ignition loss 43%のBOGOR産であった。

## 2-3 合 金 鉄

P.T. KRAKATAU STEEL 他における現状と同様、基本的には輸入に依存することになる。

### 3. 原料の価格

ブレフ/Sの時点において、価格まで言及するのは時期尚早かとも思われるが、今後の傾向を予想すると言う意味で参考までに記述してある。

#### 3-1 鉄 鉱 石

1-2節で述べた如く、今後の低い粗鋼生産の伸びから鉄鉱石の価格は、今世紀末でも現状レベルと予想されるが、DR用ペレットは1990年代に入り、徐々に上り、1995年以降は過去のピークの1974、1975年レベル又は、それ以上に上昇するものと予想される。

ただし、鉄鉱石のマーケット価格は最大需要家の日本、欧州と最大供給家の豪州、ブラジルの双方代表間で協議決定されるパターンは当分続き、この決定価格に注目する必要がある。

又、海上輸送費は、これまで高低下をくりかえしているが、現況では下降気味である。1981年から見ると、1986年の典型的海上輸送費は100,000～120,000 DWTクラスで半額になっていることから、今後1990年までに市況に応じて高低するものの、基本的には1981年レベルに近ずき、以降は物価上昇にスライドすると予想される。

#### 3-2 スクラップ

スクラップを輸入する場合、その価格に対する影響要因には次のものがある。

- 1) 輸出国のスクラップ需給(とくに最大のスクラップ供給国であるアメリカ)
- 2) 原油など一次産品市況
- 3) 海上運賃を決める海運市況

インドネシアにおけるスクラップ輸入はTable 5-3-1、Table 5-3-2に示す。

Table 5-3-1 インドネシアのスクラップ輸入

(単位: 1,000t、1,000US\$)

年	数 量	金 額
1979	29.8	—
1980	39.0	—
1981	62.7	—
1982	226.9	3,597.6
1983	257.9	3,543.0
1984	243.1	3,469.4
1985	190.9	2,568.8

出所: ステップ1 調査団報告書。

Table 5-3-2 インドネシアの国別スクラップ輸入

(単位: 1,000 t)

	1982年	1983年	1984年	1985年
平均単価 (US\$/t)	159	137	143	135
Japan	7.1	1.1	0	0.9
China	8.3	0	3.9	0
Korea	17.5	19.7	31.8	8
Taiwan	26.5	18.4	26.9	18.7
N. Korea	3.4	2	0	0
Hong Kong	27.3	45.5	69.3	53.3
Singapore	7.8	14.7	33.2	30.1
Thailand	2.4	0	0	0
Malaysia	0	0.7	0	0.1
Australia	77.3	69.2	29.2	76.9
Papua New Guinea	0.7	0	0	0
W. Germany	14.5	2.2	0	0
Netherlands	0.1	0	0	0
U.K	0	4	0	0
Canada	0.1	0	0	0
U.S.A.	34.0	80.5	48.9	2

出所: ステップ1 調査団報告書。

この表によるとインドネシアの近隣諸国からの輸入もかなりみられるが、基本的には最大供給国であるアメリカへの依存が高まるものと考えられる。

日本における輸入スクラップ価格の動向を Table 5-3-3 に示した。

Table 5-3-3 日本のスクラップ輸入

(単位: 1,000t, 1,000US\$)

年	数 量	(内米国から)	金 額	平均単価(US\$/t)
1979	3,346	2,727	491,823	147
1980	2,986	2,581	497,226	167
1981	1,791	1,132	226,178	149
1982	2,025	1,365	262,858	130
1983	3,906	2,310	450,781	115
1984	4,018	2,484	528,507	132
1985	3,254	1,933	406,977	125
1986	3,224	1,635	375,186	116

将来の価格を見通すことは極めて困難だが 110-120US\$/t 附近にある。

## 第VI章 プロジェクトの立地とサイト



# 第VI章 プロジェクトの立地とサイト

## 1. 自然条件

### 1-1 概 要

本章では、CILEGON、ARUN 両地域の製鉄所候補地付近の自然条件として、位置、地形、気象、海象、土質及び地震についての条件を述べる。

### 1-2 位 置

#### 1-2-1 CILEGON 地域

製鉄所候補地は、西 JAWA 州 CILEGON 地域の中で既存の P.T. KRAKATAU STEEL に隣接し、SUNDA 海峡に面する地域であり、 $105^{\circ}59'E$ 、 $5^{\circ}59'S$  付近に位置する。( Fig. 6-1-1 参照 )

#### 1-2-2 ARUN 地域

製鉄所候補地は、ACEH 特別州の東北岸、LHOKSEUMAWE 工業地帯の一面で、ASEAN ACEH 肥料工場の西側に隣接し、MALACCA 海峡に面した地域であり、 $97^{\circ}01'E$ 、 $5^{\circ}15'N$  付近に位置する。( Fig. 6-1-2 参照 )

### 1-3 地 形

#### 1-3-1 CILEGON 地域

本地域は、水域面積としては、P.T. KRAKATAU STEEL の既存の鉄石ベース、建設中の公共埠頭及び、発電所の沖合約 1 Km の既存のシーバース等の位置を考慮しても十分な広さを有している。海図によれば、本海域は、全体的に北寄り ( MERAK 側 ) が浅くなっているが、製鉄所の港湾として供用されることになる海域は、海岸線より 300 m 沖合の付近で水深 8 ~ 10 m となっている。海底勾配は、この付近まではゆるやかな勾配となっているが、この付近をすぎると、きつい勾配となる。海岸より 2.5 ~ 3.0 Km 沖合には、海岸に並行して、水深 5 ~ 6 m

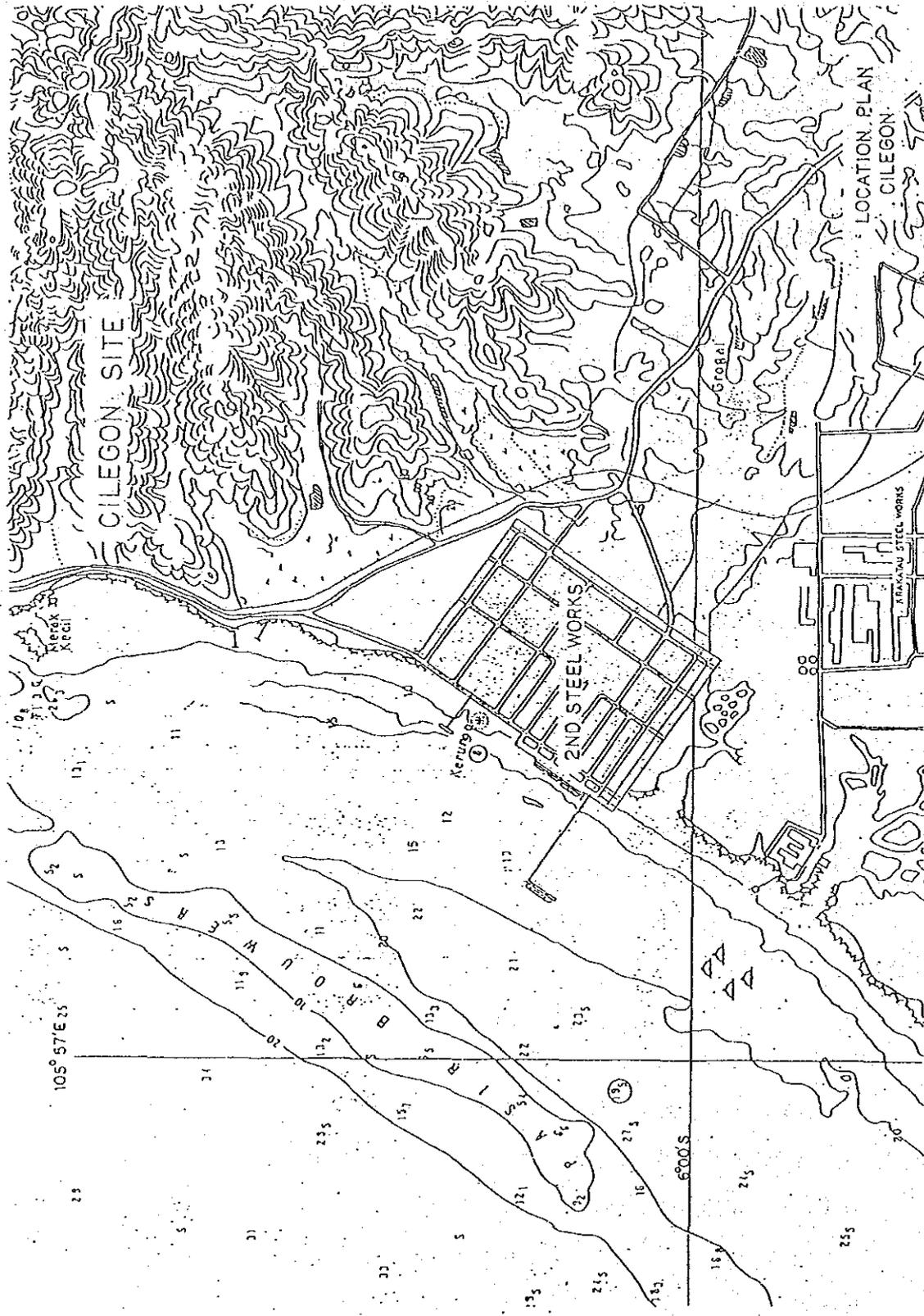


Fig. 6-1-1 LOCATION PLAN CILEGON

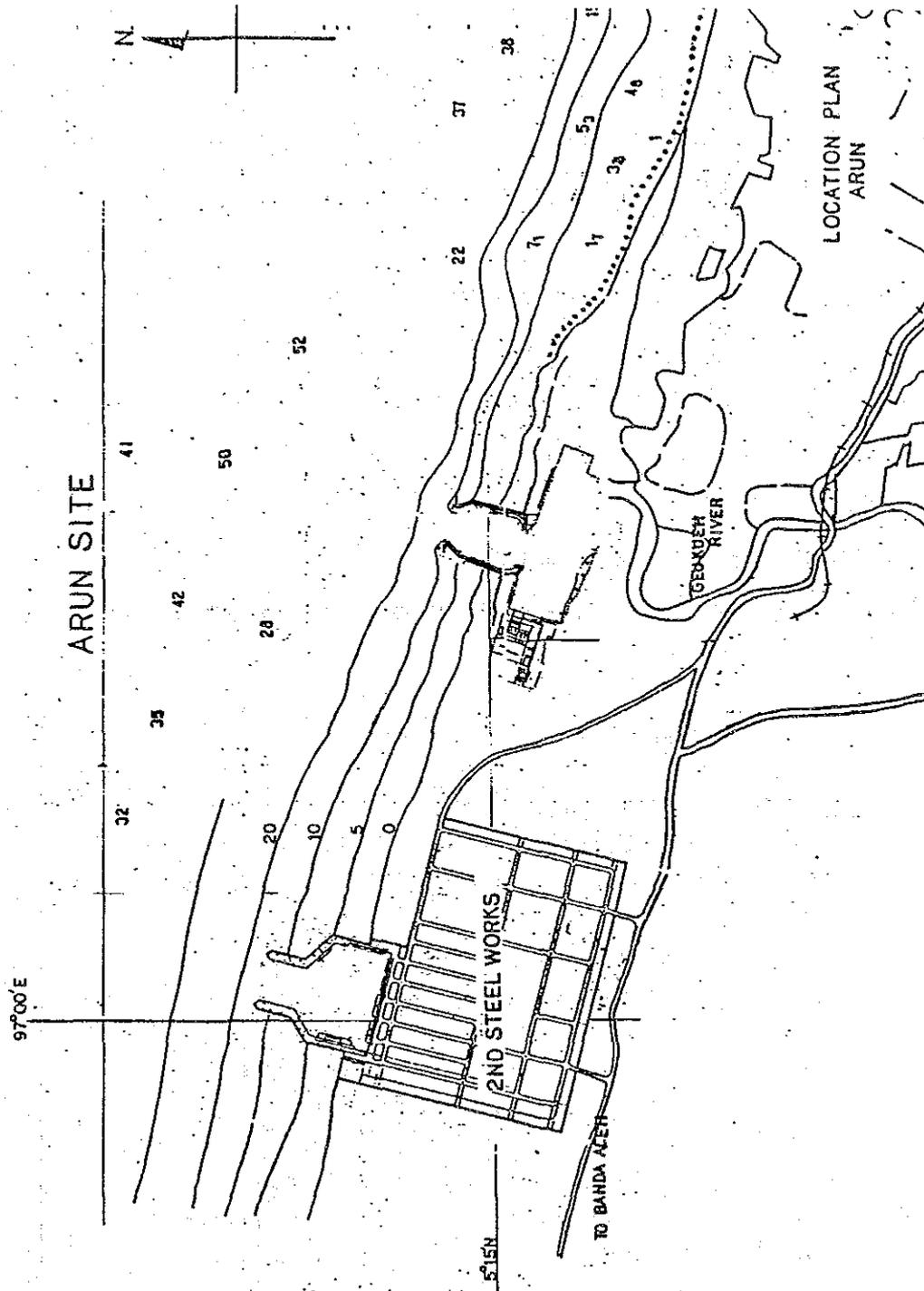


Fig. 6-1-2 LOCATION PLAN ARUN

の浅堆部が在る。

製鉄所候補地は、M.S.L + 2.0 ~ + 3.0 m の地盤高を有する非常に平坦な土地である。候補地付近には、鉄道や送電線、道路等の構造物がある。

#### 1-3-2 ARUN 地域

本地域は、厳しい海象条件を有する MALACCA 海峡に直面し、適当な遮蔽物もないため、大量の漂砂の発生しやすい地形となっている。海底勾配は、海図によれば、水際線より約 1.0 ~ 1.2 Km で水深 10 m 以上に達する程度のゆるやかさである。

製鉄所候補地は、ほとんど高低差のない非常に平坦な土地であり、M.S.L + 2.0 ~ + 2.5 m の地盤高を有している。ただし、海岸線沿いには、養漁池が設置されており、湖底は相当軟弱であることが予想される。

#### 1-4. 気 象

CILEGON、ARUN 両地域での気象データはないが、前者については、SERANG での、後者については COT、GIERЕК での観測統計値を参考までに記す。

Table. 6-1-1 気象・海象条件

項 目	CILEGON		ARUN	
	※ 1975~1984年間のSERANGでの観測統計による。		※ 1975~1979年間のCOT、GIERЕКでの観測統計による。	
(1) 気 温				
年 平 均	26.7℃		25.8℃	
月平均最高	33.7℃(Oct.)		33.4℃(May)	
月平均最低	21.5℃(Jul./Aug.)		21.2℃(Jan.)	
(2) 湿 度				
年 平 均	70%		87%	
(3) 降 雨 量				
年 平 均	1635mm		2259mm	
月平均最高	321mm(Jan.)		306mm(Nov.)	
月平均最低	62mm(Jun.)		60mm(Jan.)	
雨 期	Dec.~Mar.		Apr.~Dec.	
乾 期	Apr.~Nov.		Jan.~Mar.	
(4) 風向、風速				
卓 越 風	Mar.~Nov. N	Dec.~Feb. W or N	Mar.~Nov. SW	Dec.~Feb. NE-SW
風 速	3.8~4.4ノット	4.1~4.3ノット	2.0~4.5ノット	3.0~4.0ノット

## 1-5 海 象

### 1-5-1 CILEGON 地域

SUNDA 海峡においては、SE 季節風が4月から吹きはじめ10月頃まで続き、8月および9月に最盛期となる。また12月頃からNW季節風期に入り、1月および2月に最も顕著になると言われている。またこの地区は季節風とは別に、海陸風が海岸部でよく発達し、季節風と風向が一致する場合は沿岸部の風力は増大される。この海域では、年間を通じた沖波の平均波高は約0.6mで、2mを越える平均波高の波の発生は稀であると言われている。

候補地近隣のCIGADING地区において、P.T. KRAKATAU STEELは、既に10年以上、60,000DWT 港湾施設を稼働させている。その港湾管理者によると、港内における波高は、主に0.3mから1.5mである。また12月から3月にかけてのNW季節風期には、インド洋からのうねりが港内に進入し、港湾荷役作業に支障をきたした例もある。

Fig. 6-1-3は、候補地の北東約7kmに位置するMERAK港における潮位を示したものである。潮汐はほとんど半日周期で大潮差は約0.6m、小潮差は約0.1mと小さい。

SUNDA 海峡内では、年間を通じて偏南西流の海流が卓越しているが、潮流は主に日周期で北東および南西の両方向に流れる。従って海流と潮流の方向が一致した合成流となると言われている。また、P.T. KRAKATAU STEELのCIGADING Portにおける調査によると、港内での潮流は海岸線とほぼ並行方

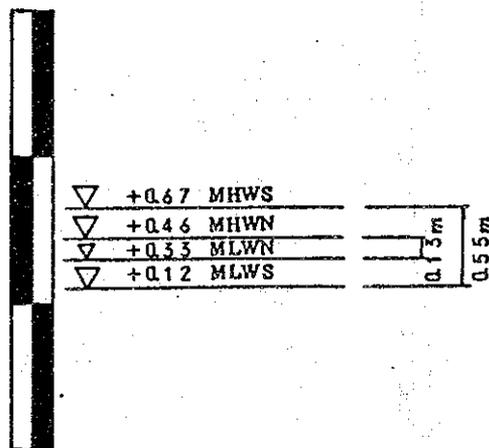


Fig. 6-1-3 Typical Tide Levels (Merak Port)

向で、通常では 0.7 ノット、最大でも 1.2 ノット程度の流速である。

#### 1-5-2 ARUN 地域

北部 MALACCA 海峡においては、風向は年間を通じて、比較的に不定であるが、海岸線近くでは海陸風の影響が強いと言われている。

この海域では、年間を通じた沖波の平均波高は 0.5 m 程度で 2 m を越える平均波高の波の発生頻度は極めて稀である。しかし、この海域には BENGAL 湾方面から長いうねりが進入することが多いと言われている。この地域に港湾を計画するに際してはこのうねり対策を十分に検討することが不可欠である。

Fig. 6-1-2 に示すように、候補地の近隣には LNG 積出港 ( P.T. ARUN ) と肥料積出専用港 ( P.T. ASEAN ACEH FERTILIZER および P.T. PUPUK ISKANDAR MUDA ) が既に建設されている。この 2 つの港湾設備の計画・設計に使用された設計波を以下に示す。

L N G 専用港 : 100 Years Storm Wave	$H_{1/3} = 427\text{m}$ $T = 11\text{sec}$
Operational Wave	$H_{1/3} = 130\text{m}$ $T = 10\text{sec}$
肥料専用港 : 20 Years Cyclone Wave	$H_0 = 35\text{m}$ $T = 8\text{sec}$
NE Monsoon Wave	$H_0 = 33\text{m}$ $T = 8\text{sec}$
50 Years Cyclone Wave	$H_0 = 39\text{m}$ $T = 9\text{sec}$
NE Monsoon Wave	$H_0 = 34\text{m}$ $T = 8\text{sec}$

Fig. 6-1-4 は候補地付近の潮位である。大潮差は約 1.7 m である。また

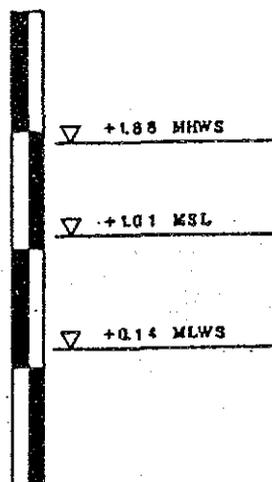


Fig. 6-1-4 Typical Tide Levels (Lhokseumawe)

P.T. ARUNにおける調査では、最高天文潮位（HAT）は約+2.4 mとのことである。

## 1-6 土 質

### 1-6-1 CILEGON 地域

製鉄所候補地の土質資料はない。しかしながら、隣接するP.T. KRAKATAU STEELの位置決定のいきさつとして、土質条件の悪い海岸線沿いの立地を避けて、海岸線より約6 Km離れた内陸を選定したとのことである。このことから考えて、海岸線沿いの湿地帯の地盤は非常に軟弱であることが予想される。製鉄所候補地は、しかしながら、上述のような湿地帯を離れて立地しているため、湿地帯の地盤に比較して、多少は好条件の地盤を有することが予想される。ただし、P.T. KRAKATAU STEELでの土質資料から推定すると、候補地の表層地盤15~20 mは軟弱層と予想され、従って、支持層は地盤面から15 m以深に出現することが予想される。

P.T. KRAKATAU STEELでの土質柱状図の1例を参考までにFig. 6-1-5に示す。

### 1-6-2 ARUN 地域

製鉄所候補地の土質資料はないが、隣接するASEAN ACEH 肥料工場の土質試験結果の1例を、参考までにFig. 6-1-6に示す。周囲の状況から判断して、本候補地の土質状況も、ASEAN ACEH 肥料工場のそれと同様なものと推定される。

Fig. 6-1-6を参考にすれば、候補地の地盤は、表層のゆるい細砂層の下にN値10前後のSilt/Sand層が続き、M.S.L-15 m程度以深から杭の支持層が出現するような地盤であることが予想される。

## 1-7 地 震

Indonesian Earthquake Study "Seismic Zoning"によればCILEGON地域、ARUN地域ともZone 3~4に属している。(Fig. 6-1-7参照)

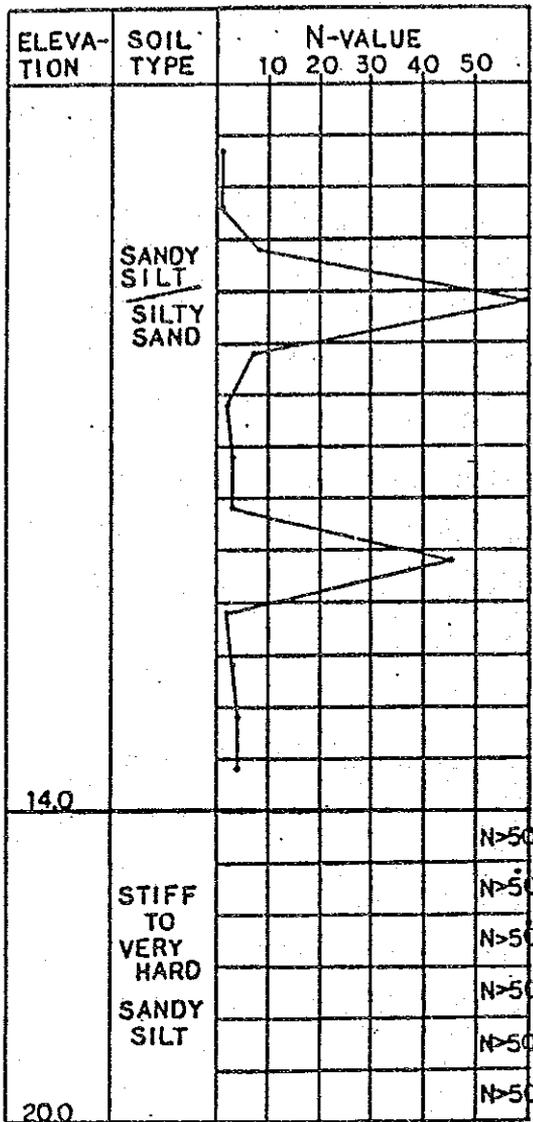


Fig. 6-1-5 SOIL PROFILE  
CILEGON

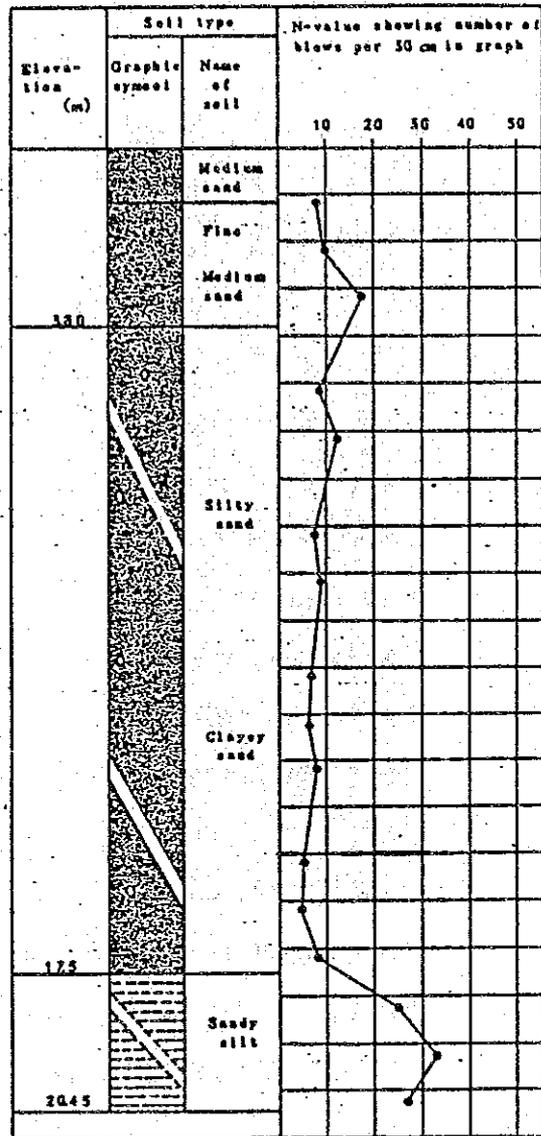
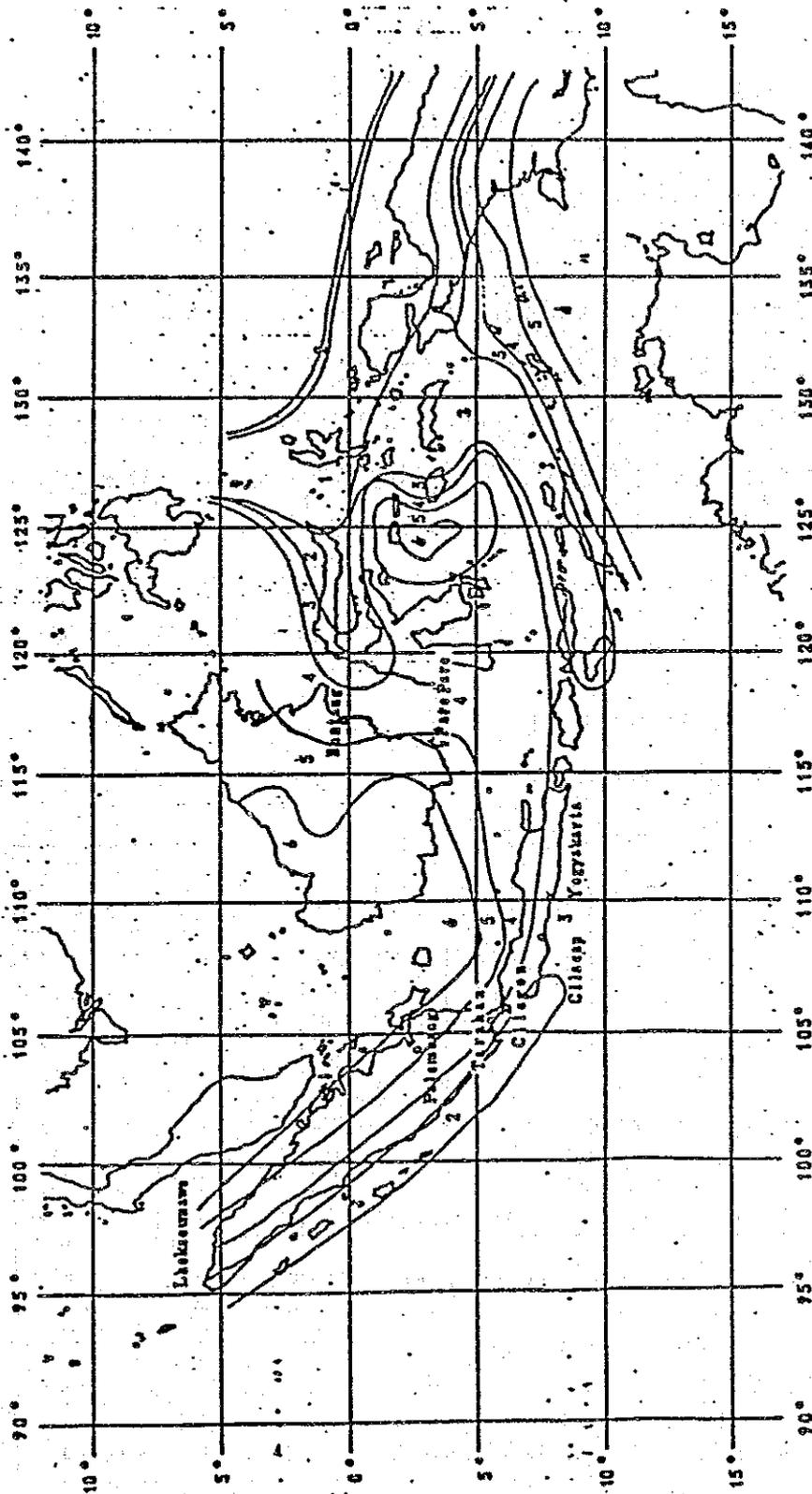


Fig. 6-1-6 SOIL PROFILE  
ARUN



Soil Type	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6
Stiff Soil	0.099	0.079	0.059	0.039	0.019	0
Soft Soil	0.129	0.099	0.079	0.059	0.039	0

SOURCE: "Standard Design Criteria for Port in Indonesia" reported in MASTER PLAN & FEASIBILITY STUDY "PORT OF PANREKARE" by SOPREMER, FRANCE.

Fig. 6-1-7 Classification of Seismicity by Regional Areas in Indonesia

## 2. 社会・経済条件

### 2-1 人口と労働力

#### 2-1-1 人口

インドネシアの人口は1985年に1億6,500万人に達し、世界第5位に位置している。

同国は13,600余の島々からなる群島国家であるが、総面積の6.9%を占めるに過ぎないJAWA島には1億人が居住、すなわち総人口の61%が集中しており、人口密度は759人/Km<sup>2</sup>と高い反面、KALIMANTAN島、SUMATERA島など広大な面積を有する島の人口密度はJAWA島に比べればかなり低く、島別に大きな格差がみられる。このような人口の過密・過疎問題の解決策として政府はTransmigration Coordinating Boardを1978年に設置し、JAWA島民の他の島への移住を奨励するとともに、人口過剰対策としての産児制限にも力を入れている。

Table. 6-2-1 POPULATION BY PROVINCE (1985年)

	人 口		面 積		人口密度 (人/Km <sup>2</sup> )
	人数(万人)	構成比(%)	実数(Km <sup>2</sup> )	構成比(%)	
Sumatera	3,292	19.9	473,606	24.7	70
Jawa	10,028	60.7	132,187	6.9	759
Nusa Tenggara	941	5.7	88,488	4.6	106
Kalimantan	784	4.8	539,460	28.1	15
Sulawesi	1,169	7.1	189,216	9.8	62
Irian Jawa	301	1.8	496,486	25.9	6
合 計	16,515	100.0	1,919,443	100.0	86

出所: Statistical year book of Indonesia 1985

#### 2-1-2 労働力人口

中央統計局発表によると、1982年の労働人口は5,960万人(うち就業者5,780万人、完全失業者180万人)となっており、第4次開発5カ年計画では1983年には6,350万人、1988年には7,280万人と見込まれており、この間の

年平均増加率は2.8%とされている。この5年間に新たに労働市場に参入してくる930万人の雇用機会の創出が政府の重要課題とされている。

Table. 6-2-2 地域別の労働人口(1982年)

(単位:万人)

	就業者	失業者	計
Jawa	3,727	130	3,857
Sumatera	1,035	28	1,063
Sulawesi	334	11	345
Kalimantan	276	6	282
その他	408	5	413
合計	5,780	180	5,960

出所: Statistical year book of Indonesia 1985

### 2-1-3 就業構造

#### (1) 産業別就業人口

産業別就業人口はTable 6-2-3のとおりである。1982年においては農林業・漁業が3,159万人、全就業者の55%を占め第1位で、次いで卸売・小売・レストラン業が15%、公共サービス業が12%、製造業は10%で第4位となっている。

Table. 6-2-3 産業別就業人口

(単位:万人)

	1977年		1982年	
	人数	構成比(%)	人数	構成比(%)
農林業・漁業	2,969	61.5	3,159	54.7
鉱業・採石業	17	0.4	39	0.7
製造業	417	8.6	602	10.4
電気・ガス・水道業	3	0.1	6	0.1
建設業	84	1.7	215	3.7
卸売・小売・レストラン業	478	9.9	855	14.8
運輸・倉庫・通信業	142	2.9	180	3.1
金融・保険・不動産・サービス業	9	0.2	11	0.2
公共サービス業	509	10.5	713	12.3
その他	203	4.2	-	-
合計	4,831	100.0	5,780	100.0

出所: Statistical year book of Indonesia 1983, 1985

地域別に産業別就業人口をみると Table. 6-2-4 のとおりである。

Table. 6-2-4 地域別産業別就業人口 (1982年)

(単位:万人)

	Jawa	Sumatera	Sulawesi	Kali- mantan	その他	合計
農 林 業 ・ 漁 業	1,805	696	203	180	275	3,159
鉱 業 ・ 採 石 業	23	8	1	3	3	39
製 造 業	454	62	31	24	32	602
電 気 ・ ガ ス ・ 水 道 業	4	1	-	-	-	6
建 設 業	154	29	10	9	13	215
卸 売 ・ 小 売 ・ レ ス ト ラ ン 業	642	115	34	24	41	855
運 輸 ・ 倉 庫 ・ 通 信 業	129	26	11	7	7	180
金 融 ・ 保 険 ・ 不 動 産 ・ サ ー ビ ス 業	9	1	1	-	-	11
公 共 サ ー ビ ス 業	507	98	43	28	37	713
そ の 他	-	-	-	-	-	-
合 計	3,727	1,036	334	275	408	5,780

出所: Statistical year book of Indonesia 1985

- 1) JAWA 就業人口は 3,727 万人で、産業別には農林業・漁業が全就業人口の 48% を占め第 1 位で、次いで卸売・小売・レストラン業が 17%、公共サービス業が 14%、製造業が 12% の順となっている。
- 2) SUMATERA 就業人口は 1,036 万人で、産業別には農林業・漁業が 67% と 3 分の 2 以上を占め、次いで卸売・小売・レストラン業が 11%、公共サービス業が 9%、製造業が 6% の順となり、特に製造業は全国平均 (10.4%) のほぼ 2 分の 1 程度で低い構成になっている。
- 3) SULAWESI 就業人口は 334 万人で、産業別には農林業・漁業が 61% を占め、次いで公共サービス業が 13%、卸売・小売・レストラン業が 10%、製造業が 9% の順になっている。
- 4) KALIMANTAN 就業人口は 275 万人で、産業別には農林業・漁業が 65% を占め第 1 位で、次いで公共サービス業が 10%、卸

売・小売・レストラン業と製造業が9%の順となっており、SUMATERA に似た構成である。

(2) 職業別就業人口

職業別就業人口は Table・6-2-5 のとおりである。1982年においては農業従事者が就業人口の55%で、第1位を占め、次いで生産工程作業員・運輸従事者が20%で第2位、販売従事者が14%で第3位を占めている。

1977年と比較すると、農業従事者の構成比が減少しているのに対し、生産工程作業員・運輸従事者の構成比が高まっているのが目立つ。

Table. 6-2-5 職業別就業人口

(単位:万人)

	1977年		1982年	
	人数	構成比(%)	人数	構成比(%)
専門的・技術的職業従事者	111	2.3	171	3.0
管理的職業従事者	8	0.2	4	0.1
事務従事者	142	2.9	205	3.5
販売従事者	669	13.9	830	14.3
サービス職業従事者	245	5.1	231	4.0
農業従事者	2959	61.2	3157	54.6
生産工程作業員・運輸従事者	694	14.3	1159	20.1
その他	3	0.1	21	0.4
合計	4831	100.0	5780	100.0

出所: Statistical year book of Indonesia 1983, 1985

なお、地域別・職業別就業人口は Table. 6-2-6 のとおりである。

Table. 6-2-6 地域別職業別就業人口(1982年)

(単位:万人)

	Jawa	Sumatera	Sulawesi	Kali- mantan	その他	合計
専門的・技術的職業従事者	110	28	14	7	12	171
管理的職業従事者	3	1	-	-	-	4
事務従事者	135	33	15	10	12	205
販売従事者	624	111	33	23	39	830
サービス職業従事者	184	25	7	7	8	231
農業従事者	1,803	695	203	181	275	3,157
生産工程作業員・運輸従事者	853	140	61	46	60	1,160
その他	15	3	1	1	1	22
合計	3,727	1,036	334	275	408	5,780

出所: Statistical year book of Indonesia 1985

2-1-4 賃 金

(1) 水 準

インドネシアでは賃金に関する信頼すべき資料は少なく、賃金水準についても各地域間、都市部と農村、外資系企業と華人系企業・民族系企業、大企業と小企業などの間に非常に大きな格差があるため、いちがいにはいえない。

国全体としては最低賃金に関する法律はないが、各地方（州）政府が全産業または特定産業について最低賃金を定めており、法的強制力はないが、賃金の目安となっている。

Table. 6-2-7 各地の最低賃金（1983年）

（単位：ルピア）

地 域	1日当たり賃金	月 間 賃 金
Aceh	1,533	39,858
Sumatera Utara	850	22,100
Sumatera Barat	900	23,400
Riau	1,500	39,000
Jambi	1,000	26,000
Sumatera Selatan	1,300	33,800
Bengkulu	1,000	26,000
Lampung	922	23,972
DKI, Jakarta	1,050	27,300
Jawa Barat	1,260	37,260
Jawa Tengah	498	12,948
D.I. Yogyakarta	590	15,340
Jawa Timur	517	13,442
Nusa Tenggara Barat	815	21,190
Nusa Tenggara Timur	906	23,556
Maluku	975	25,350
Sulawesi Utara	1,350	35,100
Sulawesi Selatan	888	23,088
Sulawesi Tengah	775	20,150
Sulawesi Tenggara	600	15,600
Kalimantan Barat	600	15,600
Kalimantan Timur	900	23,400
Kalimantan Selatan	750	19,500

（出所） Berita Pasar Kerja, 1984年4月。

業種別にみれば農業労働は別にして、地方の労働集約部門の集中するタバコ、皮革、食品加工の賃金が低レベルであり、次いで雑貨、木製品、繊維、金属なども低レベルに属している。これに対して、石油を中心とする資源開発、電機、機械、自動車などはもっと高い水準にある。

Table. 6-2-8 産業別最低賃金動向

(単位、月額、ルピア)

産 業	年	1979年	1980年	1981年	1982年	1983年
農 業	業	14,919	17,606	21,877	25,191	26,074
鉱 業	業	46,826	60,069	64,510	86,188	71,894
製 造 業	業	36,255	42,137	46,299	55,045	64,400
建 設 業	業	26,381	29,105	29,893	34,125	26,250
エ ネ ル ギ ー		20,494	21,050	27,279	32,609	52,204
商 業 ・ 銀 行 ・ 金 融 ・ 保 険		34,681	42,112	53,245	62,474	64,730
運 輸		36,116	41,972	50,517	58,194	67,881
サ ー ビ ス		30,977	33,270	39,391	50,042	54,800
そ の 他 ( 公 務 員 )		16,280	26,500	32,400	32,400	32,400

(出所) 労働省 Subdit Pengurusan Persyaratan Kerja Pada Perusahaan Swasta

鉄鋼業の賃金水準は詳細は不明だが従業員平均で月額75,000～150,000ルピアに分散し、平均的には月額100,000ルピア程度である。

## (2) 賃金の特徴

賃金についての特徴的事例は以下の通り。

- 1) 賃金は現金給与と現物給与の2本立が通例である。最近では現物給与は少なくなっている。
- 2) 諸手当の比重が非常に大きい(医療補助、交通手当、食事手当、勤勉手当など)。ただし、最近では政府が基本給に一本化するよう指導している。
- 3) 学歴別賃金格差が大きい。単純な未熟練労働と技術・事務労働における賃金格差が非常に大きい。
- 4) 最高給与と最低給与との格差が大きい。
- 5) 業種別、地域別に格差がかなりある。
- 6) 男女同一労働、同一賃金が原則となっている。
- 7) 支払形態は月給、日給、週払いなど様々である。

## 2-2 重工業レベル（周辺の基礎金属、機械工業）

製鉄所建設後、安定した効率的操業を行なうには支援体制として十分な設備保全体制が不可欠であり、高度かつ多種の設備の保全業務として、

- 1) 機器の製作、修理
- 2) 土木、電気配線、配管などの保全工事
- 3) 電気、機械部品の調達と予備品管理

があげられる。

機械、電気装置と部品は、専門メーカーから供給を受けるが、これ以外の業務をすべて製鉄所単独で行なうとすれば、その保全規模（要員、保有設備）は膨大なものとなるので、製鉄所の周辺に Table 6-2-9 に示した支援産業が充実していれば製鉄所が持つべき設備保全体制が軽減できる。

ここではステップⅡの調査結果にもとづき、西 JAWA 地区（D.K.I. JAKARTA 州と JAWA BARAT 州を含む）と北 SUMATERA 地区（D.I. ACEH 州と SUMATERA UTARA 州）における現状の

- 基礎金属、機械工業（造設、自動車含む）
- 支援産業
- 設備保全体制

につき要約した。

Table. 6-2-9 鉄鋼支援産業

区 分	業 種
機器、部品製造、資材供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦耐火物 Refractory</li> <li>◦電気部品 Electrical Module &amp; Parts</li> <li>◦モーター Electric Motor</li> <li>◦油圧部品 Hydraulic Parts</li> <li>◦ファン、ブローア、ポンプ Fan, Blower, Pump</li> <li>◦機械部品(一般) General Machine Parts</li> <li>◦配管用資材 Plumbing Parts</li> <li>◦車輛、クレーン用備品 Parts for Vehicles &amp; Cranes</li> <li>◦潤滑油、作動油 Lubrication Oil/Grease &amp; Hydraulic Oil</li> </ul>
外注工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦製缶工事 Steel Member Working (仕上工事含む)</li> <li>◦配管工事 Plumbing</li> <li>◦電気配管工事 Electrical Conduit Fitting</li> <li>◦築 炉 Brick Laying</li> <li>◦計算機の保守 Computer Operation</li> </ul>
外注加工 (機械部品の製作、修理)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦機械加工 Machining (歯切含む)</li> <li>◦肉盛、溶射 Build-up Welding &amp; Metal Coating</li> <li>◦鑄鍛造 Casting &amp; Forging</li> <li>◦計測、電気機器の修理 Repair &amp; Maintenance of Instrumental &amp; Electrical Apparatuses</li> </ul>

2-2-1 基礎金属・機械工業および支援産業

(1) 北SUMATERA地区

1) 基礎金属、機械工業

大・中規模の基礎金属、機械工業はD.I. ACEHにはなく、SUMATERA UTARAには61事業所ある。

Table 6-2-10 SUMATERA UTARAの主要な基礎金属、機械工業を示すが、これら事業所の多くはMEDANに位置している。

MEDANには、鉄鋼メーカー12社、重機械メーカー14社、さらに小型

Table. 6-2-10 SUMATERA UTARA主要  
基礎金属、機械工業

工業	製造品種	事業所数	年間生産能力		生産実績
			Licensed	Installed	
鉄鋼	鉄筋、形鋼	3	74,200 t	91,000 t	32,000 t (1984)
	線材	1	72,000 t	46,400 t	6,000 t (1984)
	亜鉛鉄板	3	67,000 t	91,000 t	43,500 t (1984)
	Steel Wire	4	33,600 t		24,000 t (1984)
	電線鋼管	3	22,200 t	25,200 t	
金属製品	釘	7	13,400 t		
造船	船	17	16,250 DWT		
電気	モーター(15HPまで)	1	3,000 Units	3,000 Units	
	発電機		3,000 Units		
	変圧機 50~1,600KVA	1	1,000 Units		
重機械	Steel Structure (パーム油、砂糖 ゴム工業用機械 設備など)	10			1,080 t (1985. Jan.-Mar.)
	Machinery	5			4,450 Units (1985. Jan.-Mar.)
非鉄 (アルミ)	Al精錬	1	225,000 t	225,000 t	181,100 t (1984)
	Al押出し	3	2,200 t		

Year Book of North Sumatera 1984.

Production Report on Machine Industry Term I. 1984(M.O.I.)

Report on Basic Metal Industry 1985.(M.O.I.)

モーターと変圧器メーカーが各々1社あり、重工業の種類は一応ととのっており、今後は、生産規模の拡大が必要となる。

SUMATERA UTARA全体としては工業化は進んでいないが、MEDAN、JAKARTA, SURABAYAに次ぐ工業地帯と称されている。

## 2) 支 援 産 業

現地訪問した4事業所(鉄鋼3社とP.T. INALUM)における設備保全の基本は、自力保全で、機械修理や工事を外注するケースは、P.T. INALUMを除くと少い。

たとえば、モーター修理頻度の低い1事業所を除く3事業所が、自工場内でモーター修理を実施しており、そのうち1社はAC 100 kWのかご型モーターまで修理できる技能を有している。また電気炉メーカーの1社は、小型のキューボラで圧延ミル用の機械部品製作も行なっている。

P.T. INALUMの機械修理工場には、大型旋盤、200 tプレス、門型平削盤等新鋭の製缶、機械加工機が15台設置されている。

このように、ごく特別な例(高度の電気工事、大工事)を除いて自社内保全を基本としているのは、外注すべき適当な支援産業が少いことが一因としてあげられる。

一方、亜鉛鉄板メーカーによると、予備品のうち消耗品の多くはMEDAN周辺で調達可能とのことである。

4事業所のなかで、比較的現地業者を活用しているP.T. INALUM(Smelter)では、建設時以来の工事会社3社に一部工事を外注することがあるが、現地業者の設計能力はいまだ不十分で、図面提供および指導が要るとのことである。

MEDANでは、また、変圧器メーカーでは品質意識が、機械メーカー(ボイラー、ブローア)では溶接技能の高さがそれぞれあり、徐々に技術が蓄積されているようである。

MEDANとBELAWANの中間あたりに、約80 haのMEDAN Industrial Estateを建設する計画があるが、具体的進展がみられず、現在、入居企業募集中のようである。

## (2) 西 JAWA 地区

### 1) 基礎金属・機械工業

インドネシアの基礎金属、機械工業は西 JAWA 地区に集中しており、鉄鋼、造船、自動車、機械、電気工業の集中度は著しく、生産能力、事業所数で見ると、各々の業種において少なくとも 30%、通常 50% 以上の占有率を示し、とくに自動車、電気は 80~90% の占有率である (Table 6-2-11)。

人口 1 人当たりの重工業生産額は D.K.I. JAKARTA 約 154,100Rp/人・年、JAWA BARAT 約 16,600Rp/人・年で西 JAWA 地区としては約 42,600Rp/人・年となる。

他地区と比較して、インドネシア平均 13,700Rp/人・年を上まわるのは西 JAWA 地区だけで、しかも平均値の 3 倍強の値であり、他の州地区に対して、西 JAWA 地区のみが重工業化されているといえる。

### 2) 支援産業

鉄鋼メーカーで製鋼部門を有する事業所が西 JAWA 地区には 9 事業所あり、このうち P.T. KRAKATAU STEEL と JAKARTA の平電炉メーカー 2 工場を訪問した。設備保全に関しては 3 社とも基本的には、自力保全の体制を取っているが、他地区と異なりかなりの仕事を外注している。JAKARTA の平電炉メーカーでは、大型の製缶、機械修理、モーター修理、電気配線工事を外注しており、P.T. KRAKATAU STEEL は、計 15 社に配管工事、製缶、大型機械の据付、電気配線工事、築炉、機械加工、肉盛加工、鋳鍛造、電気機器の修理をゆだねている。

これは、他地区と比較して支援産業が発達していることを物語る。

また、消耗品のほとんどを JAKARTA 周辺で調達でき、消耗品の予備在庫は約 1 カ月分としている。

工業化が進み、支援産業も発達してきている西 JAWA 地区でも、高度な機械、電気、計測器の供給能力は充分でない。すなわち、鉄鋼業にとっては、ロール、モーター、耐火物であり、いずれも輸入に頼っている。

変圧器メーカー及びモーターメーカーを各々 1 社訪問したが、変圧器については、2~60 MVA の変圧器を製造しており容量的問題はないが、モ

Table. 6-2-11 西 JAWA 地区の金属機械工業

業種	製造品種	項目	West Jawa	Indonesia	West Jawa 占有率
鉄鋼	熱延鋼板	生産実績(1984)	389,000 t	389,000 t	100%
	線材	生産実績(1984)	104,000 t	207,000 t	50%
	鉄筋、形鋼	生産実績(1984)	478,000 t	641,000 t	75%
		事業所数(1984)	17	30	57%
	Steel Wire	生産実績(1984)	45,000 t	103,000 t	44%
	鋼管	生産実績(1984)	195,000 t	287,000 t	68%
		事業所数(1984)	10	22	45%
	亜鉛鉄板	生産実績(1984)	54,000 t	194,000 t	28%
	事業所数(1984)	4	15	27%	
	鉄鋼製造事業所		41	85	48%
造船	主要造船所の数		14	33	42%
自動車	部品製作	事業所数	25	35	71%
		年間生産能力	368,500 Units	427,000 Units	86%
	組立	事業所数	15	17	88%
機械	Machinery	生産実績(1985 1~3月)	15,600 Units	23,300 Units	67%
	Steel Structure	生産実績(1985 1~3月)	8,770 t	16,920 t	52%
	重機械主要事業所		43	82	52%
電気	電線	年間生産能力	68,200 t	73,000 t	93%
	家庭電化製品	主要企業数	45	54	83%
	発電機	年間生産能力	110×10 <sup>3</sup> Units	118×10 <sup>3</sup> Units	93%
	モーター	年間生産能力	86,000 Units	89,000 Units	97%
	変圧機	年間生産能力	22,300 Units	26,300 Units	85%
	電気機械&部品	主要企業数	40社	49社	82%
		従業員数	3,890人	4,650人	84%
電子	小型コンピューター	生産能力	2,800 Units/y	2,800 Units/y	100%

出所: Based on Data from M.O.I., Jakarta.

ーター製造は10kWまでの小型ACかご型モーターの製造段階で、将来的に大容量モーター、DCモーターの製造が要望されよう。

西JAWA地区では、CILEGONとPULOGADUNGに工業団地計画があり、CILEGONは現在一部工場建設中でPULOGADUNGはすでに生産活動中であり、また、拡張をはかっている。

## 2-2-2 設備保全体制

現地で訪問した企業のうち、14事業所の現状の設備保全をTable 6-2-12に示す。14事業所の内訳は、鉄鋼10社、木材、肥料、非鉄、石油精整各1社で、各々の生産規模、設備の内容が大幅に異なり、同次元で比較はできないが、インドネシア製造業の設備保全の概要はうかがえる。

Table 6-2-12により、

### 1) 保全担当部門に従事する者の全従業員に対する構成比(11社)

- 15~20% : 5社
- 10~15% : 3社
- 5~10% : 3社

### 2) 自工場内設備保全の範囲(14社)

- 外注主体の設備保全 : なし
- 日常の小修理のみ行ない、他は外注 : なし
- 大工事以外は自工場内でその多くを処理 : 12社
- ごく高度な事以外ほとんどすべて自工場内で処理 : 2社

### 3) 日常消耗品の現地調達率

- かなり高い比率(約80%) : 3社
- 約半分 : 4社
- 約20~40% : 2社

全体に周辺の支援産業が未発達なため、外注依存度の低い設備保全体制を採っており、自工場内で対処する方針である。各州に点在する大事業所では、十分な自工場内保全体制を有し、JAWA島以外に存在する大事業所では外注活用度は、非常に低い。

インドネシアの設備保全の考え方は“予防保全で、外注依存せず、設備の補修、小物部品の製作、電気機器の修理、および配線、配管、据付工事を自工場

Table. 6-2-12 インドネシアの設備保全

企業略号 (Location)	業種	保全担当人員 全体に対する 構成比	自工場内保全の範囲				日常保全(特記事項)		機械修理工場の保有設備	外注業者 (保全工事、製作、修理)		資材、部品の調達			予備品管理			
			I	II	III	IV	機 械	モーター修理		活 用 度	設計能力	消耗品の当該地 調 達 率	鉄 鋼 業 重 要 品	管 理 台 帳	在 庫	重 要 部 品		
											調 達 率	ロ ー ル	モ ー タ ー	耐 火 物	管 理 台 帳	消 耗 品	重 要 部 品	
A (Cilegon)	一貫製鉄所	1,600人			○		・クレーン組立 ・小型鋳造品 ・大型機械修理	ACmax200kW DCモーター 修理可	・かなりの規模の修理工場6保有 ・小型の鋳造設備 ・機械計140台	・大型クレーンの据付 ・配管工事 随時活用 (約15社)	・国内外の有力メーカーで能力あり	30~40%	すべて輸入	100kW以上の大型モーターすべて輸入	耐火度の低いものは国産品利用	有	1ヶ月分在庫	輸入品3~4ヶ月分在庫
B (Jakarta)	平炉メーカー	50~100人 (8~17%) 特別な課なし			○		・電気工事(パネル、配線)	外注	・車輛、クレーン、フォークリフト修理工場あり	大型機械、(製缶)、電気品 3社		かなり高い (ガイドワイヤー) 国内メーカー4社	すべて輸入 (日本)		国産品使用比率80%、湯道レンガが主			
C (Bekasi)	電炉メーカー	90人 (18%)			○		・設備点検計画 毎月作成、設備チェック 1回/W	外注	・旋盤2台、溶接機など ・機械修理工場の規模は小	電気機械2社		かなり高い			ほとんど輸入品	有	1ヶ月分(ホース、バルブ、キャブタイヤコード)	3~4ヶ月分在庫(輸入品が多い)
D (Medan)	電炉メーカー	-			○		・酸業プラント 保全	実施している とのこと	・機械 25台			活用度かなり低い			輸 入			
E (Medan)	電炉メーカー	40~50人			○		・圧延用部品 (鋳造品) 製作	ACmax200kW DCモーター 修理可	・旋盤6台 ほか 計13台 ・小型キューボラ保有									
F (Surabaya)	厚鉄板筋	40人 (13%)			○			外注	・ロールショッブの加工機5台	かなり活用 (P.T.Barata等)		約90%	輸 入 (日本)			(フランジ、ボルト)	大型ギヤ、メタル時受(輸入)	
G (Surabaya)	電線管	-			○		・フォークリフト修理 ・小物部品製作	必要なし		活用度非常に小、 高度な電気工事のみ外注 (Jakartaにて)		約80%		AC10kWまでのモーター Surabayaで調達可		(ゴムベルト、ベアリング、ブリー)	垂鉛釜、ローラー (日本より輸入)	
H (Medan)	三鉄鉛板	28人 (14%)			○				・旋盤、シェイパー等計5台			かなりMedanで 調達可		1.5匹までのモーター Medanで調達可			垂鉛釜 (日本より輸入)	
I (U. Pandang)	三鉄鉛板	17人 (9%)			○		・フォークリフト修理		・旋盤2、シェイパー1計5台	2社程度 肉厚、機械加工を依頼		溶接機、ベアリング 電線など、かなり 調達可					垂鉛釜 (日本より輸入)	
J (U. Pandang)	鉄筋	18人 (11%)			○				・大型旋盤、ロール加工機など 計7台	スピンドル、シャフト Surabayaにて外注			すべて輸入 (日本)		有	(ベルト、ローラー、フンド、パイ)	ベアリング (日本より輸入)	
K (Samarinda)	合板	11人 (2%)			○		・船、車輛部品の製作		・旋盤、シェイパーなど4台			(テープ、のり、フープ)						輸入品1年分在庫 端(日本より)
L (Palembang)	肥料(尿素)	500人 (9%)			○		・大型機械修理		・大規模修理工場5 ・2工場で製缶、配管用機械 約30台	・新規工事は外国 メーカーに依頼 ・南スマトラメーカー の外注なし								
M (Balikpapan)	石油精製	1,000人 (25%)	交通		○					新規工事、大工事は 外国メーカーに依頼		20~40%		輸 入				
N (Kuala Tanjung)	非鉄(アルミニウム)	340人 (15%)			○			ACmax125kW かこ型修理可	・新鋭修理工場 大型機械計15台	現地の電気、機械 工事会社3社	設計能力不足 指導が必要	10~20%						輸入品 約1年分在庫

<注> 自工場内保全の範囲~ I:ほとんど外注による II:日常の小修理のみ自工場内で実施 III:大修理、大工事以外はすべて自工場 IV:ほとんど自工場内で処理



内で行ない、高度な大工事は国内外の有力メーカーに外注する”というのが、一般的であり、ARUN, CILEGON いずれに次世代製鉄所を建設するにせよ、その保全体制は大きく異なることはない。

### 2-3 地方行政

地方行政制度は1974年の「地方行政基本に関する法律」および1980年の改正法で定められている。

まず第1級自治体として、27の州および特別区があり、その下に第2級自治体として県および市がある。またその下に郡、町村、村落などの機構がある。州および特別区の知事は大統領が、県、市、郡の長は知事が任命する。任期は5年で、再任はできるが、引き続き3期の任命はできない。

27の州および特別区は以下の通りである。

州	州都所在地
※ 1. DAERAH ISTIMEWA ACEH	BANDA ACEH
2. SUMATERA UTARA	MEDAN
3. SUMATERA BARAT	PADANG
4. RIAU	PEKAN BARU
5. JAMBI	JAMBI
6. SUMATERA SELATAN	PALEMBANG
7. BENGKULU	BENGKULU
8. LAMPUNG	TANJUNG KARANG
※ 9. DKI. JAKARTA	JAKARTA
10. JAWA BARAT	BANDUNG
11. JAWA TENGAH	SEMARANG
※ 12. DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	YOGYAKARTA
13. JAWA TIMUR	SURABAYA
14. BALI	DENPASAR
15. NUSA TENGGARA BARAT	MATARAM
16. NUSA TENGGARA TIMUR	KUPANG
17. TIMOR TIMUR	DILLI

- |                        |               |
|------------------------|---------------|
| 18. KALIMANTAN BARAT   | PONTIANAK     |
| 19. KALIMANTAN TENGAH  | PALANGKARAYA  |
| 20. KALIMANTAN SELATAN | BANJARMASIN   |
| 21. KALIMANTAN TIMUR   | SAMARINDA     |
| 22. SULAWESI UTARA     | MANADO        |
| 23. SULAWESI TENGAH    | PALU          |
| 24. SULAWESI SELATAN   | UJUNG PANDANG |
| 25. SULAWESI TENGGARA  | KENDARI       |
| 26. MALUKU             | AMBON         |
| 27. IRIAN JAYA         | JAYAPURA      |

※印は特別区

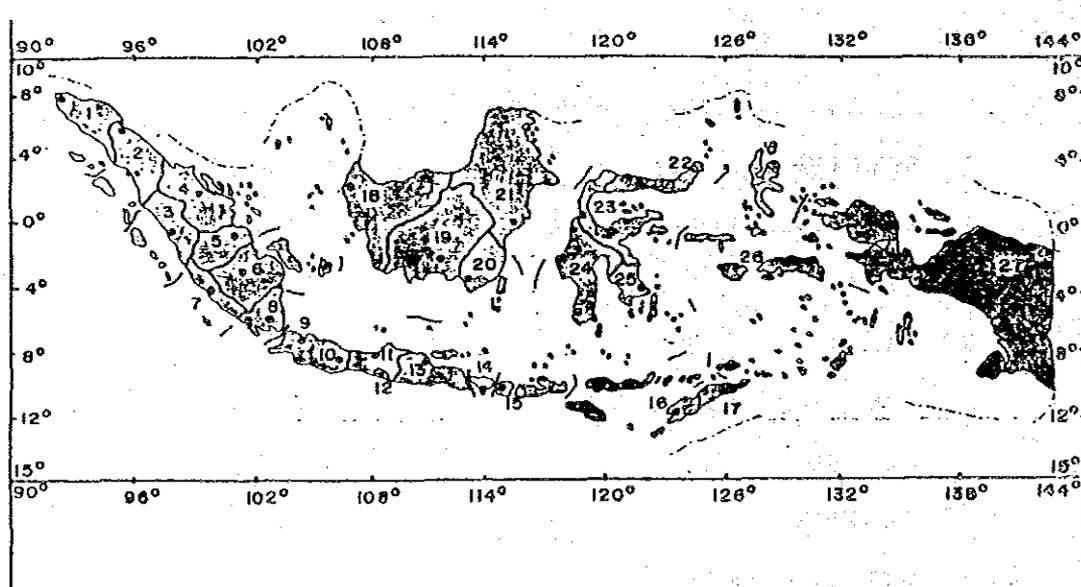


Fig. 6-2-1 インドネシアの27州

### 3. 天然ガス条件

#### 3-1 概要

次世代製鉄所において、還元及び燃料用として使用される天然ガス量は約172万Nm<sup>3</sup>/Dと見積られるのに対し、CILEGONを中心とする西JAWA地区においては、天然ガスの埋蔵量そのものが少ない上に、旧ガス田の枯渇が進んでいるため、年々生産量が減少し、今後、10年以内に、ガスが不足する事態に陥ると予測されている。

Table.6-3-1 Gas Consumption in New Integrated Steel Plant

工場名	天然ガス量 ×10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> /D
直接還元工場	1.39
形鋼工場	0.08
棒鋼工場	0.12
線材工場	0.12
中央整備工場	0.01
計	1.72

従って、この西JAWA地区に新たに一貫製鉄所を建設することは、非常な困難を伴うが、インドネシアで最も工業化の進んだ地域であるため、

- 1) 消費地に近い。
- 2) 労働人口に恵まれている。
- 3) 機械、消耗品類の調達が容易。
- 4) インフラストラクチャーが整備されている。

などの利点を持っているので、天然ガスの需給バランス上、既設の工場の改造を含めた大幅な調整を行って、次世代製鉄所の建設を可能にする。

一方、ARUNを中心とする北SUMATERA地区においては、天然ガスの埋蔵量が西JAWA地区の5倍強と多い上に工業化が遅れているため、発生量の大半は液化天然ガスの製造に向けられているにすぎない。従って、配管容量の増強などは必要としても、量的に大きな問題はないと考える。

Table. 6-3-2 Natural Gas Deposit in Indonesia

PLACE NAME	DEPOSIT of NATURAL GAS	
	× 10 <sup>9</sup> Nm <sup>3</sup>	
NORTH SUMATERA	4	75
CENTRAL SUMATERA	3	4
SOUTH SUMATERA	1	64
EAST KALIMANTAN	3	23
WEST JAWA	9	3
EAST JAWA	1	3
SOUTH SULAWESI	1	3
TOTAL	1.1	15

### 3-2 西 JAWA 地区

インドネシア鉱山エネルギー省の作成した、天然ガス需給バランスに関する資料によると、供給能力予測に関しては1992年以降を、そして需要予測に関しては1989年以降を一定としているので、1995年以降を対象としている本プレF/Sにおいてもこれにならう。

#### 3-2-1 供給能力予測

1985年1月鉱山エネルギー省の作成した資料、即ちTable 6-3-3により、CILEGONを中心とする西 JAWA 地区の天然ガス供給能力を見ると、1985年に833万Nm<sup>3</sup>/Dあったものが、旧ガス田の枯渇が進むため、1992年以降では725万Nm<sup>3</sup>/Dまで約13%も減少する。これは、現在CILEGON沖において、開発中のILIAPCOガス田から生産する107万Nm<sup>3</sup>/Dも含んでの結果であり、西 JAWA地区における天然ガス事情の悪さを示している。

#### 3-2-2 需要予測

Table. 6-3-4に示す西 JAWA地区の天然ガス需要予測において、大きな変化点を述べると、

- 1) P.T. KRAKATAU STEEL 直接還元工場の生産量を1987年迄に200万t/yに引上げる。
  - 2) セメント工場の燃料を1987年迄に、天然ガスから微粉炭に転換する。
- などであるが、基本的には現在の直接還元炉生産能力200万t/yに対して1985

Table. 6-3-3 Gas Production Potential in West Jawa

(単位:  $\times 10^6 \text{Nm}^3/\text{D}$ )

ガス田		年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
旧 ガス 田	1. PERTAMINA (ASS & NON ASS GAS)		1.02	0.88	0.80	0.72	0.62	0.54	0.51	0.48
	2. EX LPG		0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
	3. LAPANGAN PERIGI		3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
	4. ARCO TAIL GAS		1.61	1.10	0.83	0.62	0.43	0.27	0.11	0
	小 計		6.99	6.34	5.99	5.70	5.41	5.17	4.98	4.84
新 ガス 田	1. PERTAMINA (LAP. PERIGI)		1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
	2. IAPCO (OFFSHORE PABELOKAN)		—	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	小 計		1.34	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41
合 計			8.33	8.75	8.40	8.11	7.82	7.58	7.39	7.25

年度、1986年度が各々、110万t/y、130万t/yであったものを早期にフル生産に引上げるということで需要が増加している。

また、1989年以降の全需要824万Nm<sup>3</sup>/Dに対して現P.T. KRAKATAU STEELの直接還元工場と自家発電だけで、約76%を占めており両工場のカス使用量の見直しが必要である。

Table. 6-3-4 Natural Gas Demand in West Jawa

(単位:  $\times 10^6 \text{Nm}^3/\text{D}$ )

需要家		年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
P. T. KRAKATAU STEEL	1. 直接還元工場		2.04	2.74	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66
	2. 電気炉~圧延		0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	3. 自家発電		1.22	1.57	2.10	2.36	2.58	2.58	2.58	2.58
	小 計		3.40	4.45	5.90	6.16	6.38	6.38	6.38	6.38
都 市 ガ ス			0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
肥 料 工 場			1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
セメント工場			0.94	0.94	—	—	—	—	—	—
合 計			6.20	7.25	7.76	8.02	8.24	8.24	8.24	8.24

## 3-2-3 天然ガス需給バランス

以上述べたように、1995年頃の天然ガスバランスは生産より需要の方が約100万Nm<sup>3</sup>/D多いということになり、P.T. KRAKATAU STEELの設備を現状のままにしている、次世代製鉄所の建設どころか、P.T. KRAKATAU

STEEL の設備能力さえ生かしきれないということである。

#### 3-2-4 天然ガス需給調整

CILEGON を中心とする西 JAWA 地区の天然ガス事情を改善するために、新規ガス田の発見及び開発があれば問題はないが、これはむずかしいので、以下の対策を実施するものとする。

##### (1) P.T. KRAKATAU STEEL 直接還元プラントの改造

現在、P.T. KRAKATAU STEEL の直接還元工場には、HYL I 型炉が 4 基設置されている。ところで、HYL I 型炉の天然ガス原単位は還元鉄トン当たり 5.8 GCal と最新炉の 2.6 GCal と比較して著しく悪い値になっており、これが天然ガス事情を圧迫する一因となっている。

従って、現在の直接還元炉を全数 MIDREX 炉あるいは HYL III 型炉に切替えることにより、従来の天然ガス原単位 5.8 GCal/t を 2.6 GCal/t まで低減し、これでガス量、約 200 万 Nm<sup>3</sup>/D を節減する。

##### (2) P.T. KRAKATAU STEEL の自家発電用燃料の構成比を変更

天然ガスの需給バランス予測において、自家発電用燃料の構成比は、石油：ガス = 20 : 80 となっているが、最近ガスの比率を低減する努力が払われており、1987年3月現在60%まで低下してきている。

これを更に進めて50 : 50にすることにより、ガス量、約110万Nm<sup>3</sup>/Dを節減する。

以上、2つの対策をとることにより、1992年以降の天然ガス需要は514万Nm<sup>3</sup>/Dとなり、初めて211万Nm<sup>3</sup>/Dの余裕ができ、次世代製鉄所に必要な172万Nm<sup>3</sup>/Dのガス量をまかなうことができる。

### 3-3 北SUMATERA地区

#### 3-3-1 供給能力予測

Table. 6-3-5に示すように北SUMATERA地区の天然ガス供給能力は4,500~5,500万Nm<sup>3</sup>/Dと西JAWA地区の5~8倍で、天然ガス田の規模の大きさを反映している。

Table. 6-3-5 Gas Production Potential in NORTH SUMATERA

(単位:  $\times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{D}$ )

	1982	1983	1985	1990	1995	2000	2003
北SUMATERA	35.96	38.83	43.23	46.61	50.28	54.02	56.22

## 3-3-2 需要予測

Table. 6-3-6に示すように北SUMATERA 地区の天然ガス需要の約95%がL.N.Gの生産に向けられている。1990年頃からEthylene Complex, Paper Millなどの産業も予定されているが、それでもLNGの占める割合は80%と高い。

Table. 6-3-6 Natural Gas Demand in NORTH SUMATERA

(単位:  $\times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{D}$ )

需要家 \ 年	1984	1988	1993	1998	2003
Power-Gas Turbines		0.22	0.22	0.26	0.37
" -Steam Plants		0.51	0.51	1.47	3.16
Fertilizer-Existing	0.73	2.06	2.06	2.06	2.06
" -Extensions			0.95	1.91	2.86
City Gas		0.04	0.05	0.07	0.11
Light Industry		0.01	0.06	0.12	0.20
Medium Industry		0.02	0.07	0.15	0.26
Paper Mill			0.29	0.29	0.29
Ethylene Complex			1.69	1.69	1.69
L.N.G Plant	33.76	42.86	42.86	42.86	42.86
合計	34.49	45.72	48.76	50.88	53.86

### 3-3-3 天然ガス需給バランス

以上述べたように ARUN を中心とする NORTH SUMATERA においては、発生した天然ガスのほとんどすべてを L.N.G の生産に向けている状態で、この傾向は当分変わらないと予測する。

また、天然ガスの生産規模が西 JAWA の 5～8 倍と大きいことを考慮するならば、Fig. 6-3-1 に示す需給バランスで現在余力がないように見えるが、次世代製鉄所に必要な 200 万 Nm<sup>3</sup>/D 程度の天然ガスを調整することは容易であると考えられる。

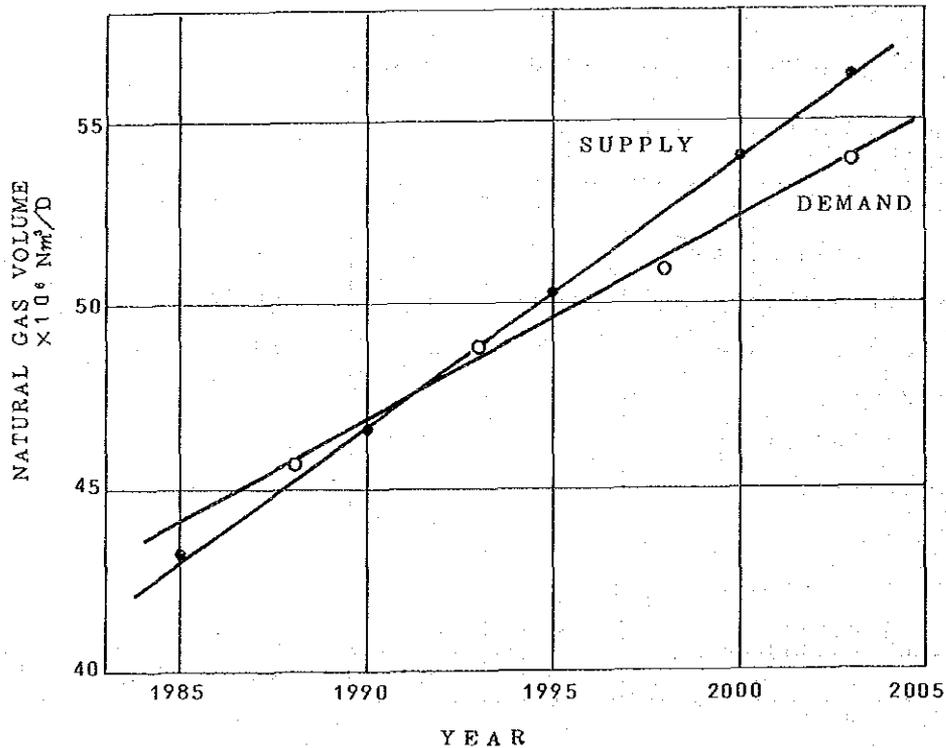


Fig. 6-3-1 Natural Gas Demand and Supply Balance in NORTH SUMATERA

## 4. ユーティリティ条件とインフラストラクチャー

### 4-1 ユーティリティ消費量

次世代製鉄所にて消費するユーティリティは、電力・水・燃料・アルゴン・窒素・酸素・圧縮空気等である。これらユーティリティ消費量予想値を Table 6-4-1 に示す。なお特徴点は下記の通りである。

- 1) 電気炉を製鋼プロセスの主力設備として用いるため、電力消費量が  $1,210 \text{ kWh} / \text{Steel ton}$  と多く、高炉法の2倍に相当する。
- 2) 取鍋精錬装置を製鋼プロセスにて用いるため、アルゴン使用量が  $0.24 \text{ m}^3 / \text{Steel ton}$  と高い。
- 3) 直接還元炉では、天然ガスを使用する。

### 4-2 電力

#### 4-2-1 電力需要

電気炉が製鉄所全体の電力消費量の70%以上を占めている。電気炉がバッチ操作であるため、電力需要の鋭い変動が生ずる。Fig. 6-4-1に、次世代製鉄所における電力需要の予想例を示す。

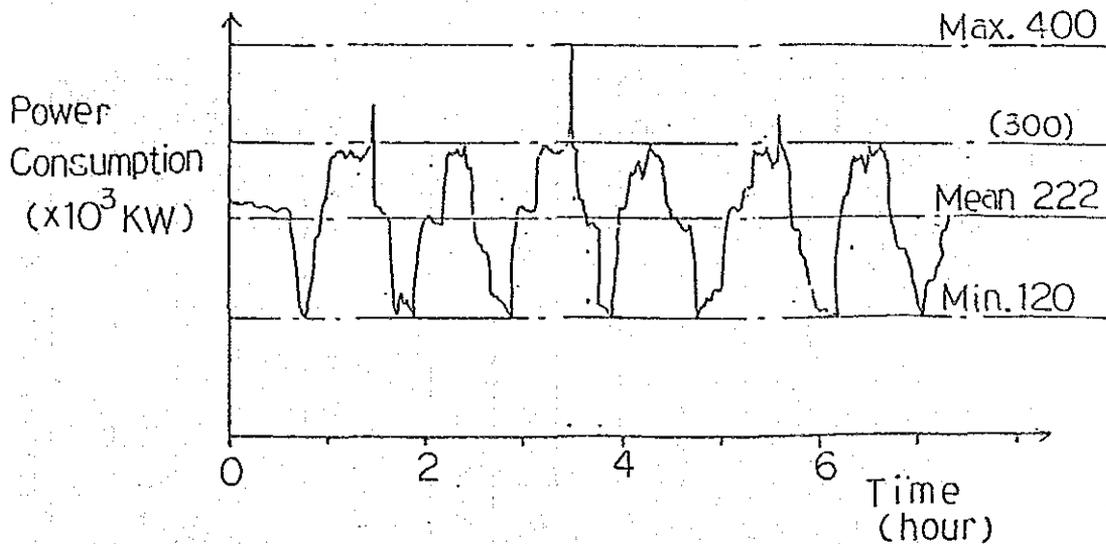


Fig. 6-4-1 Power Consumption

Table. 6-4-1 Utilities Consumption

Plant	Production $\times 10^3$ t/y	Electricity $\times 10^3$ kWh/y	Argon $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Nitrogen $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Oxygen $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Natural Gas (9185 kcal/m <sup>3</sup> N) $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Oil (10200 kcal/kg) $\times 10^3$ t/y	Compressed Air $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Industrial Water $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y	Sea Water $\times 10^3$ m <sup>3</sup> /y
Direct Reduction	1367	164040	0	684	0	387801	0	tr.	2051	0
Electric Arc Furnace	1604	1394452	222	25	6420	7438	0	56160	1825	0
Continuous Caster	1548	30960	155	0	620	tr.	0		3560	0
Section Mill	250	20000	tr.	tr.	0	9547	0	15000	190	0
Bar Mill	650	65000	0	tr.	0	21277	0	32500	230	0
Wire Rod Mill	600	90000	0	tr.	0	19640	0	24000	420	0
Raw Material Yard		4400	0	0	0	0	0	tr.	4	0
Transportation		2057	0	0	0	0	0	tr.	tr.	0
Power Plant		148920	0	0	0	0	401382	tr.	438	262113
Oxygen Plant		18037	0	0	0	0	0	tr.	215	0
Water Supply		1612	0	0	0	0	0	tr.	(※)	0
Maintenance Shop		2100	0	0	50	104	0	tr.	24	0
Total		1941578	377	709	7090	445807	401382	127560	8957	262113

(注)※ 飲料水 $1.752 \times 10^3$  m<sup>3</sup>/yは除く。

#### 4-2-2 電力供給上の要件

- (1) 電気炉の電力需要の鋭い変動は約180,000kWとなるため、発電所の運転が極めて困難となる。そこで、製鉄所の電力系に外部の送電系を接続させ、その送電系上の電源容量と電力需要を増加させる。すなわち、電力需要の高い地域の送電系と製鉄所の電力系を接続するか、または製鉄所周辺の地域開発、インフラストラクチャーの整備、周辺産業か他の電力を消費する産業の誘致等の方法によって、製鉄所周辺の電力需要を製鉄所自体の電力需要と同等以上にまで増加させなければならない。
- (2) 電力庁(P.L.N.)の大型発電所と製鉄所の電力系を接続し、それからのバック・アップ電力と安定性を確保する。
- (3) 電気炉によって発生するフリッカーを抑えるため、補償器を製鉄所の電力系に設ける。
- (4) 電気炉によって、電力の正弦波が矩形波へと歪むため、電動機にて駆動される種々の機械にトルク・リップルと呼ばれる障害を生ずる恐れがある。この障害を低減させるため、高調波フィルターを製鉄所の電力系に取り付ける必要がある。
- (5) 製鉄所用の発電所の発電機の追従性を強化する事によって、電気炉や圧延機から生ずる電力系の激しい周波数変動を低減する。すなわち、発電機を駆動するタービンの回転数制御機能、つまり調速機の感度を上げる。
- (6) 製鉄所用の発電所の発電機の自動電圧調整器の感度を上げる事によって、電気炉や圧延機から生ずる電力系の電圧変動を低減させる。
- (7) 電力系の負荷の急変を生じさせないように、電気炉の運転に制限を加える。例えば、電流制限器を電気炉に設ける。ただしこの場合には電気炉の生産性は低下する。

#### 4-2-3 発電所の基本計画

##### (1) 発電所の容量

Fig. 6-4-1に示すように、当該製鉄所の電力消費量はほとんど300,000kW以下であり、まれに400,000kW近いピークがある。電気炉と取鍋精錬装置のうち複数が重複して運転した場合に当該製鉄所の電力需要が300,000kW程度となり、そのタイミングに、たまたま圧延機の圧延動力のピー

クに重なった場合にのみ、その電力需要が400,000kW程度になる事と予想している。従って、当該製鉄所の電力需要のほとんどは、300,000kW以下に収まると思われる。

当該製鉄所に専用の発電所を設ける場合でも、電力庁(P.L.N.)等の外部の電源から常にある程度の量の電力供給を受ける事が必要不可欠である事は、すでに4-2-2で述べた通りである。300,000kWを超える電力需要はわずかなのであるので、この発電所の通常運転時の容量を300,000kW以下とし、それを超える電力需要は外部の電源からの供給を受ければよい。

発電所の能力をどの程度利用しているかという評価として、利用率があり、一般に60%以上である事が望ましいといわれている。

$$\text{利 用 率} = \frac{\text{平均出力}}{\text{認可出力}} \times 100$$

そこで、次の例にもとずいて利用率を試算する。実際の発電所では、ユニット毎に定期検査と保修工事のために一年間当たり2週間～5週間の停止期間を設ける。ここで、当該製鉄所が必要とする発電所の容量を以下の如くに試算する。

- 条 件
- ・満たすべき最大電力需要 300,000 kW
  - ・ユニット当たりの発電出力 100,000 kW
  - ・定期検査及び保修時に1基停止しても上記の最大電力需要を満たすこと。

試算例 必要基数をnとすると、

$$100,000 \times (n - 1) \geq 300,000$$

$$\therefore n \geq 4$$

すなわち、ユニット当たり容量100,000kWならば4基すなわち400,000kWの容量の発電所が必要である。

上の例において、年間平均出力がおよそ222,000kWであり、常時運転を3基と仮定すれば、利用率は74%と推定される。

$$\text{利 用 率} = \frac{222,000 \times 100}{100,000 \times 3} = 74(\%)$$

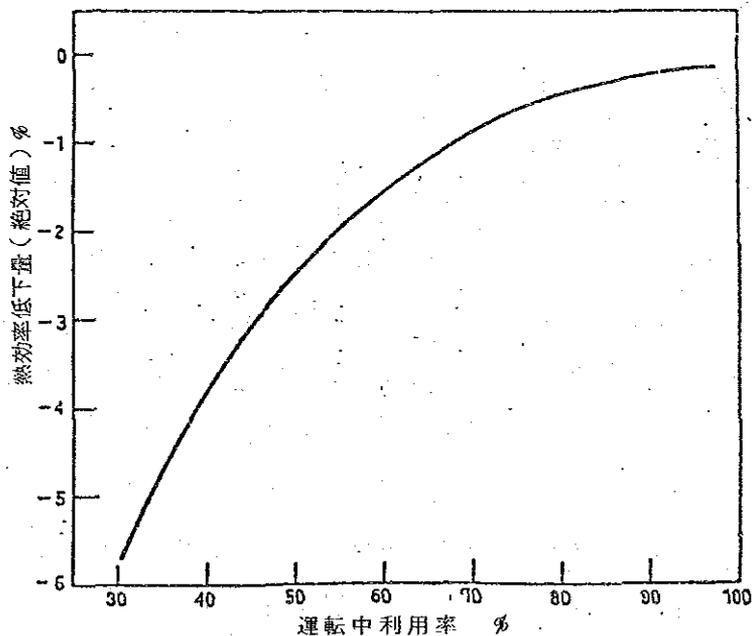
マクロ的な電力の需要と供給の視点からは、上述の如く、100,000kWユニットを4基有する総出力400,000kWの発電所が基本的なモデルとして示される。

前記の例でも、実際には製鉄所の電力需要の約10%に相当する電力を電力  
 庁から購入することになるだろう。理由は後述するように、発電プラントが電  
 気炉の需要変動に追従するのは難しいので、電力庁からバックラップを受ける  
 くらいの電力バランスにて発電所を運用せざるを得ないからである。この場合、  
 その発電所の年間平均出力は約200,000kWへ修正され、その発電所の利用率は  
 3基運転ベースにて67%と推定される。

$$\text{平均出力} = 222,000 \times 0.9 = 200,000 \text{ kW}$$

$$\text{利用率} = \frac{200,000 \times 100}{100,000 \times 3} = 67\%$$

運転中の利用率が60%以上であれば、発電所の熱効率の低下量は2%程度  
 である。Fig. 6-4-2に、運転中の利用率と熱効率低下量の関係を示す。



(出所：社団法人火力発電技術協会S55年5月版「火力発電所(全体計画と付属設備)」  
 Page 12)

Fig. 6-4-2 火力発電所における運転中利用率と熱効率低下量の関係

## (2) 発電プラントのタイプ選択

第M章3にてすでに述べられた如く、CILEGONでは天然ガスを発電所の  
 燃料として使用できる見込みは少なく、ARUNにおいては天然ガスの生産規模

が大きいにもかかわらず、1995年にこの発電所が必要とする130万 $m^3N/D$ もの供給余力は見い出せない。この点から発電所の主燃料としてはCILEGONでは重油に代表される油かまたは石炭の可能性が、一方ARUNでは油、石炭または部分的に天然ガスの可能性がある。油は主としてKALIMANTANから産出されており、埋蔵量も豊富であるが、精油所の能力に限界がある事と、油は輸出商品であるため国内向けに多量に供給できるか否かが明確でない。石炭については、南SUMATERAから西JAWAへ大量に供給されており、特にSURALAYAの電力庁(P.L.N.)の発電所で使用されているという実績があるが、石炭の大量消費には港湾、鉄道等の輸送施設への直接投資費用の増大化という不利がある。燃料価格の面からみると、1985年8月時点では、油が25.6 Rp/1,000 Kcalであるのに対し、石炭は7.6 Rp/1,000 Kcalと約3分の1と安い。油と天然ガスについては、輸出政策の影響も大きい事が価格にも表われている。燃料費においては石炭が有利、直接投資費用では油と天然ガスが有利、ただし天然ガスは供給余力の点から問題がある。

発電所のプラントの種類は、再熱サイクルをベースとしたボイラー、タービンとガスタービン複合サイクルをベースとしたガスタービンの2種に大別される。後者の場合には、コンパクトで高効率である反面、天然ガス専焼を基本条件とするため、今回の検討の中では、ARUNに少し規模の小さい発電所を建設する場合のみ採用の可能性があるとすぎない。前者の場合には、油焚きから石炭焚きへの改造が容易であり、逆に石炭焚きから油焚きへの改造も同様に容易であり、天然ガス焚きへの改造も同様である。このボイラー、タービンでは、油、石炭そして天然ガスのうちの複数を混焼する事が容易である。流動的な燃料事情に柔軟に対応するには、この再熱式ボイラー、タービンが適するといえる。

次に、油と石炭のうちどちらを主燃料とするかという問題が残る。油焚きの場合には、燃料費が高いという欠点を除けば、直接投資額が石炭焚きより安く、負荷変動への応答速度も速いという点が有利である。石炭焚きの場合には、15年間で発電所の敷地と同じくらいの広さの灰捨て用地を必要とし、港湾の拡張、石炭貯蔵ヤードの確保といった問題があるため、油焚きを基本として検討する。

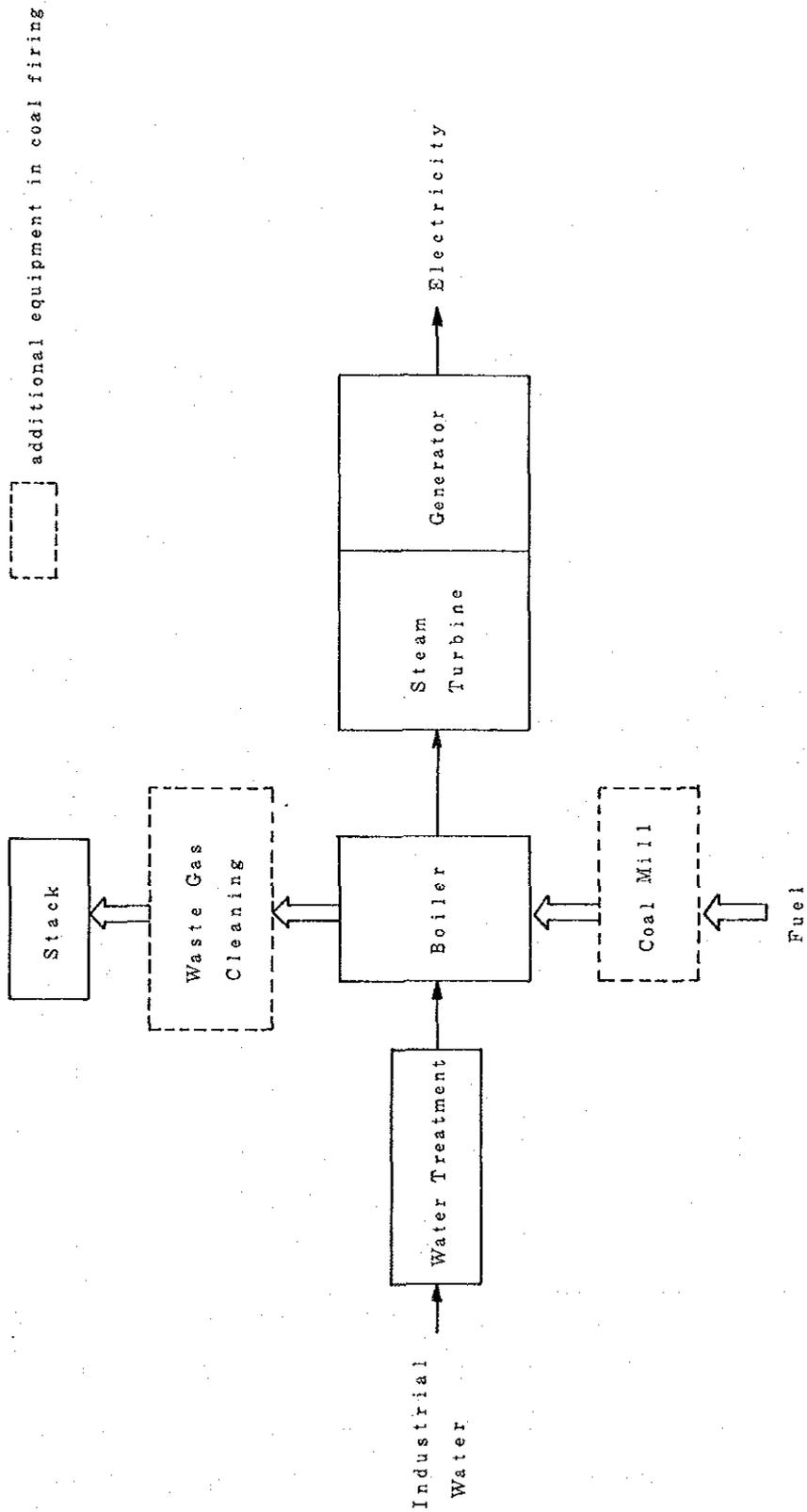


Fig. 6-4-3 Block Diagram of Power Plant



将来320万kWまで引き上げられるといわれている。

JAWA島を貫く送電線網と当該製鉄所の電力系を接続する事で、容易に20万kW以上の大きなバック・アップ・パワーを得られる。このバック・アップ・パワーが、電気炉より生ずる電圧変動の低減と電源の安定化を容易とするであろう。SURALAYA発電所に電力供給の余力があれば、そこからより多くの電力を購入する事ができる。電力庁から購入できる電力量が大きい程、当該製鉄所に設置すべき発電所の規模を下げ、投資額をより低減する事ができる。SURALAYA発電所から当該製鉄所用地までの距離は10Km程度と短い。

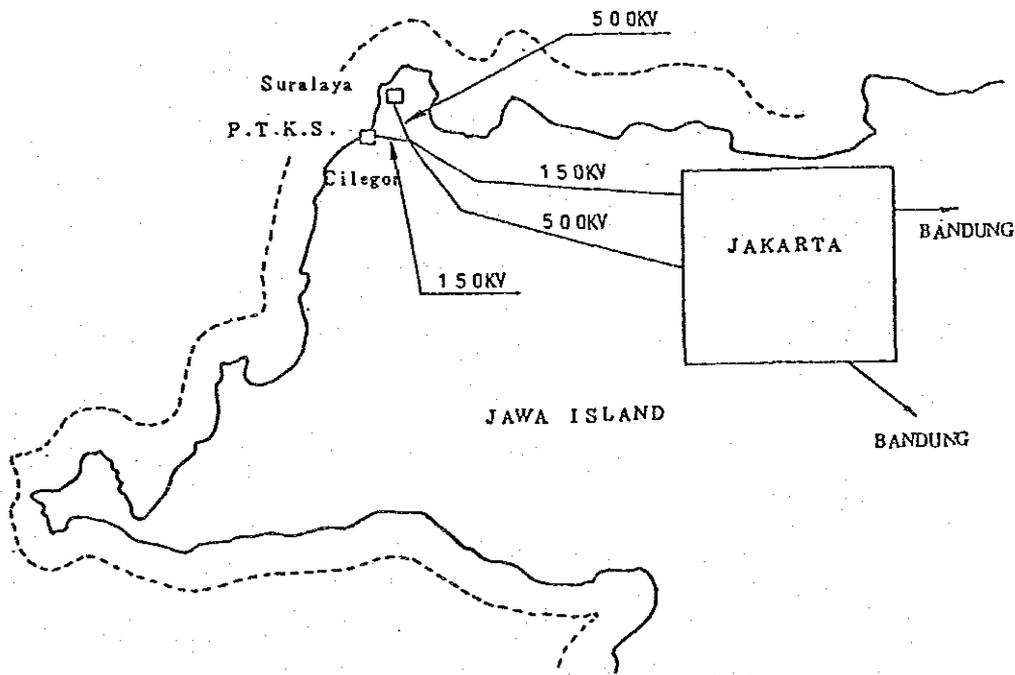


Fig. 6-4-5 西JAWAの送電系の概念図

#### 4-2-5 ARUNにおける電力

1985年時点では、ARUN及びLHOKSEUMAWE周辺の電源は充分ではない。電力庁の資料によれば、1983年時点にて、ACEH州の電源の容量は合計でも29,000kWにすぎず、これは当該製鉄所の平均電力消費量のわずか15%に相当するにすぎない。ARUN及びLHOKSEUMAWE周辺の電源の将来については、開発に関する資料“Perencanaan Tata Ruang Wilayah Industri Aceh

Utara / Tim Pengendalian Dan Pembangunan Wilayah Industri  
Aceh Utara 1984”によれば、18.1万kWに達する見込みである。

Table. 6-4-3 ARUN周辺の将来の電力需要

Big Industry	143 × 10 <sup>3</sup> kW
{ LNG (P.T. Arun)	20
{ P.T. Asean Aceh Fertilizer	15
{ P.T. Pupuk Iskandar Muda	15
{ Centra Olefin	10
{ Subentra	83
Linkage Industry	28
House Keeping	10
Total	181 × 10 <sup>3</sup> kW

ARUNの東に近接した LHOKSEUMAWEには、20万kW × 2基のガスタービン発電所が電力庁 (P.L.N.) によって建設される予定である。ARUNの東南150kmに位置する LANGSA には、水力発電所が建設されるといわれている。

1985年時点までは、ARUN周辺の電源は充分ではないので、この地区の工業化と地域開発による将来の電力需要の喚起が必要不可欠である。一般に、発電所の建設は製鉄所の建設よりも多くの年数を要するので、製鉄所建設よりも先行して発電所の建設計画を推進しなければならない。北SUMATERAにはTOBA湖に大きな水力発電があり、今後はLANGSAやLHOKSEUMAWEにも発電所が建設されていくので、これらを結ぶ送電線の整備も、この製鉄所の電力問題に対する助けとなる。ARUN地区とMEDAN地区に電圧50KV以上の送電線が望まれる。

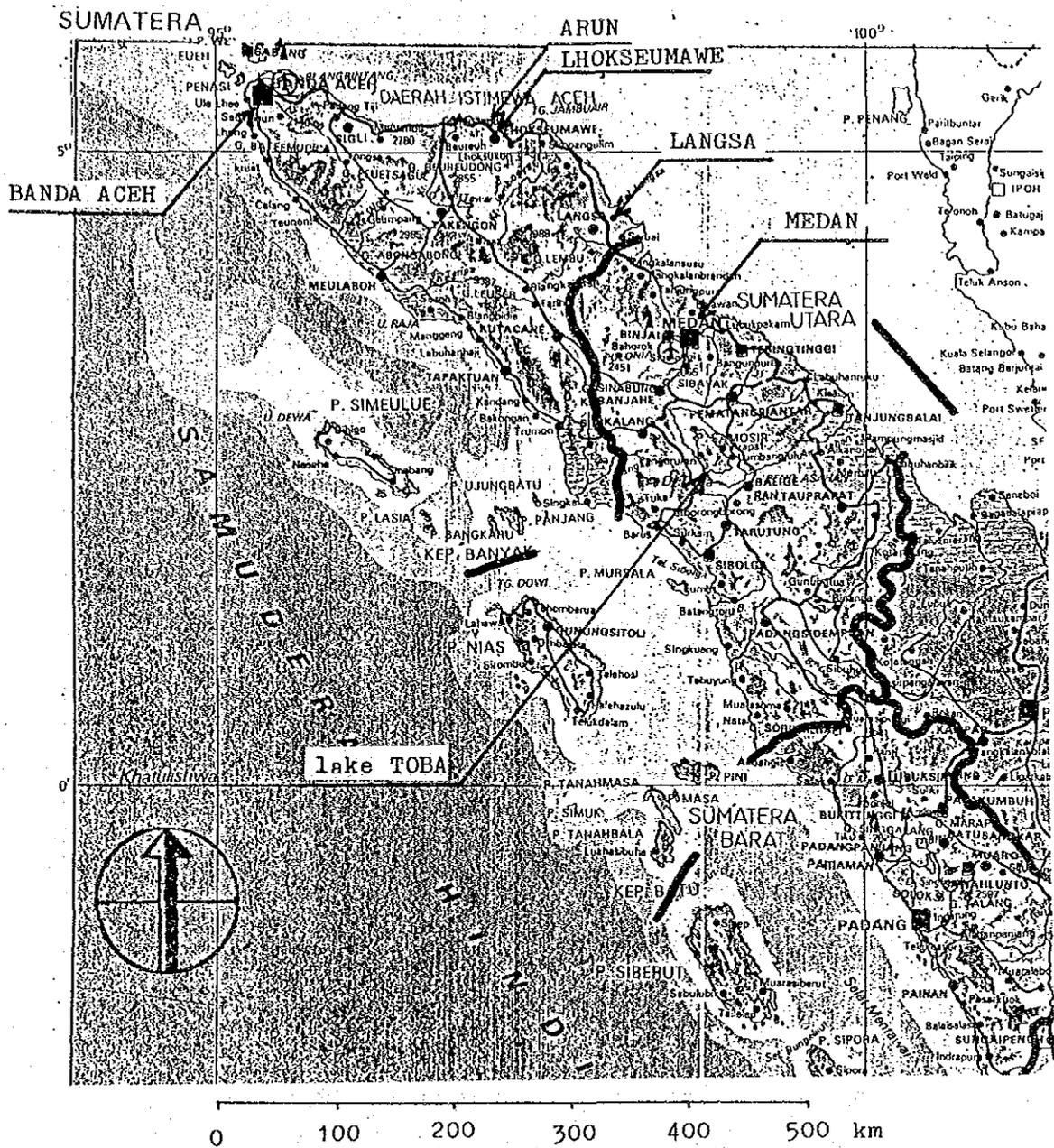


Fig. 6-4-6 北部 ACEH の電源

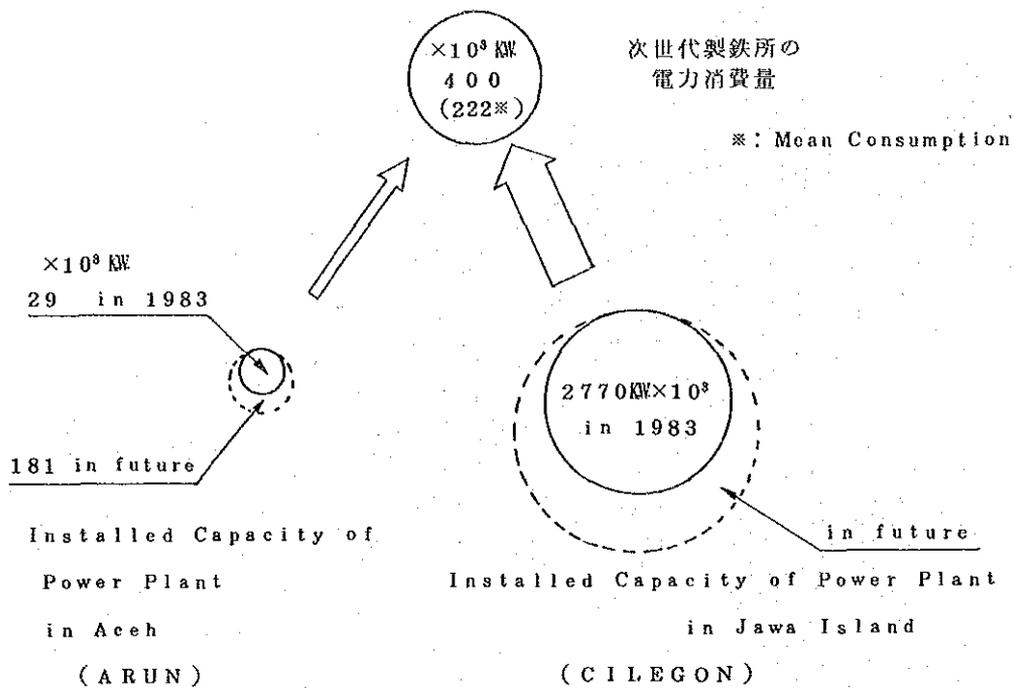


Fig. 6-4-7 次世代製鉄所の電力消費量と発電所の容量

### 4-3 水

#### 4-3-1 水の需要

製鉄所が必要とする水は淡水と海水の2種類があり、そのうち淡水は製鉄プロセスにおける冷却水と飲料水であり、海水は、発電所の中の蒸気タービンの復水器用の冷却水として使用される。製鉄所が使用する水量は、およそ次の通りである。

- 淡水 約 1,200 m<sup>3</sup>/h (飲料水 200 m<sup>3</sup>/h 含む)
- 海水 約 60,000 m<sup>3</sup>/h (400,000 kW出力に相当)

ただし、製鉄所の周辺への水の供給は含まない。

製鉄所における冷却水が主な水の用途であるので、水量の確保の点と水質の点の2点が重要である。

#### 4-3-2 水供給上の要件

海水の場合には、取水点での水深が4 m以上を必要とされるために、海の条件が土木工事の難易度を決定する。海水の水質については、アンモニア、硫黄や化学的酸素要求量が特に高くなければ問題ない。CILEGONもARUNも外海に面

しており、人口集中も少ないので、特に問題ないと考えられる。

淡水の場合には、1985年のステップⅡ調査の時点から CILEGON 地区の将来の淡水不足が問題となっており、ARUN地区については淡水が豊富で問題ない。淡水の水質については、1985年のステップⅡ調査の結果として、CILEGONもARUNも特に問題がない事が判明した。ただし、CILEGONについては、現在の水源は、この製鉄所へ水を供給する程の容量がないため、単なる参考にすぎない。

Table. 6-4-4 淡水の水質比較

	標準的水質 (注1)	CILEGON (注2)	ARUN (注3)
濁度	20 ppm	65~155	極めて良好
電導度	-	70~245	210
pH	6.5~8.0	6.4~7.5	8.0
Mアルカリ度	75 CaCO <sub>3</sub> ppm	14~70	87
全硬度	120 CaCO <sub>3</sub> ppm	26~55	80
塩素イオン	80 ppm	2~29	13
鉄	0.3 ppm	1.5~6.7	0.67
マンガン	0.2 ppm	0.8	データなし
アンモニア		0.6	0
硫酸塩		0	11
ナトリウム		6~39	17
B.O.D		8.7	7
C.O.D		60	9

(注1) 「用水、廃水便覧」清水博他編、丸善出版社

(注2) P.T. KRAKATAU STEELより提供されたCidanah riverの水質データ

(注3) 1985年ステップⅡ調査の時にKrueng Peusangan riverから2個のサンプルを採取し、分析した結果。

#### 4-3-3 水供給の基本計画

海水については、製鉄所が海に面しているため、海水取水設備の設置は容易である。

淡水については、まずARUNには水源が豊富であるため、送水管にて供給可能である。CILEGONについては、1995年以降は淡水の不足が予想されるため、

50 Km以上離れた代替水源からの水の輸送という案と海水淡水化の案の2案のいずれかにて対処しなければならない。

#### 4-3-4 CILEGONにおける水供給

P.T. KRAKATAU STEELによれば、CILEGON地区の淡水源であるCIDANAH川だけでは、1995年以降に水不足に陥いとされる。この主な原因は、P.T. KRAKATAU STEELの工場の拡張計画にある。そこでCILEGONの東方約50 Kmの地点(RANGKASBITUNG)に建設が検討されているKARIAN多目的ダムから水の供給を受ける案がある。これを以下では、代替水源と呼ぶ。

Table. 6-4-5 CILEGON地区の将来の淡水バランス

(Unit: lit/sec)

	1985	1990	1995	2000
- Raw water supply from the Cidanah	2500	2500	2500	2500
- Raw water demand				
・ PT. Krakatau Steel Works	594	1340	1709	2530
・ Anyer-Merak area	8	9	9	10
・ Suralaya power station	35	46	46	58
・ Cilegon industrial estate	122	190	580	831
・ Others	27	55	82	123
Total	786	1640	2426	3522
- Balance	+1,714	+ 860	+ 74	-1,052

出所：P.T. KRAKATAU STEEL

一方、最近の海水淡水化の低コスト化も進んできているので、約50 Kmもの運河またはパイプラインの建設案と海水淡水化案の双方を熟考する必要がある。CILEGON地区の水源に関しては、この地区の総合的な開発政策として決定されるべきと思われる。海水淡水化と代替水源からの水輸送案の経済性の比較のひとつの判断基準として、海水淡水化の製品である水の単価は1987年時点の見通しでは、20年償却ベースで100~150 円/m<sup>3</sup> すなわち1,000~1,500 Rp/m<sup>3</sup>の単価になるといわれている事である。ただし、代替水源プロジェクト自体が相当大規模であるだけに、海水淡水化との比較にはより広範囲の検討が必要である。焦点は次世代製鉄所よりもむしろ地域開発とP.T. KRAKATAU STEELの拡張計画の方にある。



Table. 6-4-6 CILEGON 地区の海水分析データ

Substances	Samples		
	I	II	III
Total Solids (mg/l)	342260	361100	392320
Salt Content ( ‰ )	341860	358410	358740
Sediment Content ( ‰ )	400	2690	33580
Conductivity (mho/cm)	492000	493000	493000
Turbidity (mg/l. SiO <sub>2</sub> )	12	96.2	115500
Colour (scale PtCo)	125	150	turbid.
pH	8.2	8.2	8.1
Organic matter (mg/l. KMnO <sub>4</sub> )	35.4	32.9	107.4
Hardness ( dh )	349.9	352.5	355.0
Ca (mg/l)	387.8	319.2	327.8
Mg ( ‰ )	1331.5	1323.3	1328.9
Fe ( ‰ )	0.1	20.0	60.0
Mn ( ‰ )	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> ( ‰ )	0.15	0.08	0.17
NO <sub>2</sub> ( ‰ )	0.0	0.0	0.0
HCO <sub>3</sub> ( ‰ )	79.3	79.3	90.3
CO <sub>2</sub> ( ‰ )	6.1	6.1	6.1
CO <sub>2</sub> aggressive ( ‰ )	2.0	2.0	22.0
Cl ( ‰ )	17899.0	18099.0	17999.0
SO <sub>4</sub> ( ‰ )	2550.0	2650.0	2700.0
Sulfide ( ‰ )	neg.	neg.	neg.
PO <sub>4</sub> ( ‰ )	0.05	0.05	0.08
SiO <sub>2</sub> ( ‰ )	2.5	2.5	3.5
K ( ‰ )	568.8	655.5	631.3
Na ( ‰ )	9687.5	9750.0	9700.0

Notes : Samples were taken on Wednesday May 1 1974

( I ) : Depth 6.2 m

( II ) : Depth 7.3 m

( III ) : Depth 8.5 m

出所 : P.T. KRAKATAU STEEL

4-3-5 ARUNにおける水供給

北部ACEHの工業開発の資料“Perencanaan Tata Ruang Wilayah Industri Aceh Utara / Tim Pengendalian Dan Pembangunan Wilayah Industri Aceh Utara”によれば、ARUNの西約30kmの地点を流れるKRUENG PEUSAGAN 河の水量は28m<sup>3</sup>/秒もあり、水のバランスは将来次のようになるとされている。次世代製鉄所が必要とする水量は0.3m<sup>3</sup>/秒程度と、この河の水量に比べるとわずかな量であるので、問題なしといえる。

Table. 6-4-7 ARUN 周辺の将来の水バランス

Big Industry	2.0 m <sup>3</sup> /Sec
{ LNG (P.T. ARUN)	0.14 m <sup>3</sup> /Sec
{ P.T. ASEAN Aceh Fertilizer	0.35 m <sup>3</sup> /Sec
{ P.T. Pupuk Iskandar Muda	0.35 m <sup>3</sup> /Sec
{ Centra Olefin	0.57 m <sup>3</sup> /Sec
{ Aceh Kraft	0.55 m <sup>3</sup> /Sec
Linkage Industry	0.2 m <sup>3</sup> /Sec
House Keeping	0.1 m <sup>3</sup> /Sec
Irrigation	25.7 m <sup>3</sup> /Sec
Total	28.0 m <sup>3</sup> /Sec

出所：上記の工業開発の資料

Table. 6-4-8 ARUN 周辺の農業用水の量

項目	水 源	田の面積 ヘクタール	必要水量 m <sup>3</sup> /sec
1	Krueng Peusangan River	8,000	11.0
2	Krueng Mane River	2,600	2.6
3	Krueng Geukuh River	950	1.0
4	Krueng Puse River	7,200	7.2
合 計		18,750	21.8

出所：上記の工業開発の資料

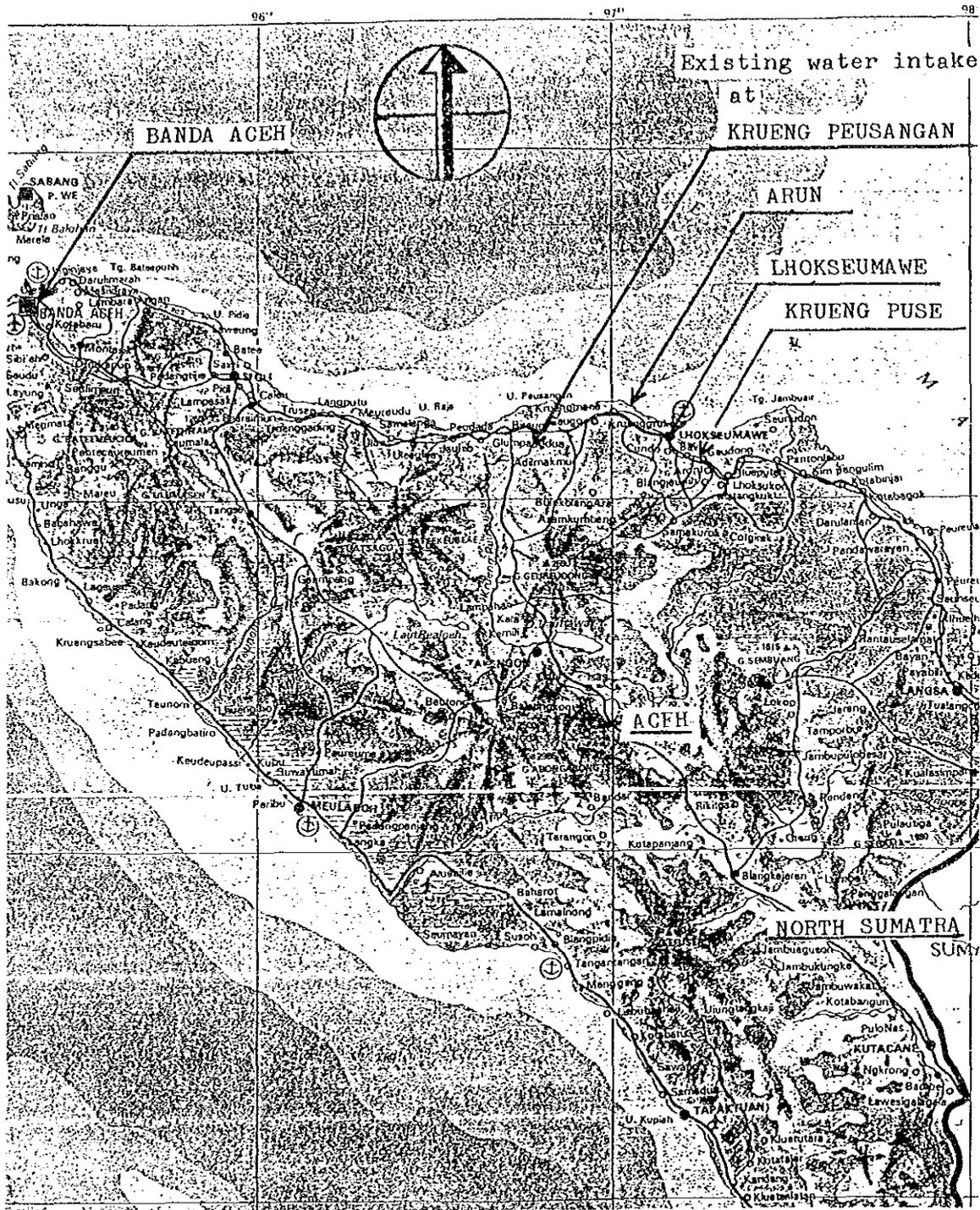


Fig. 6-4-9 ARUN 周辺 の 水源