

インドネシア共和国
プラント(苛性ソーダ)リノベーション
計画調査
報告書
(要約)

1984年11月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1034477183

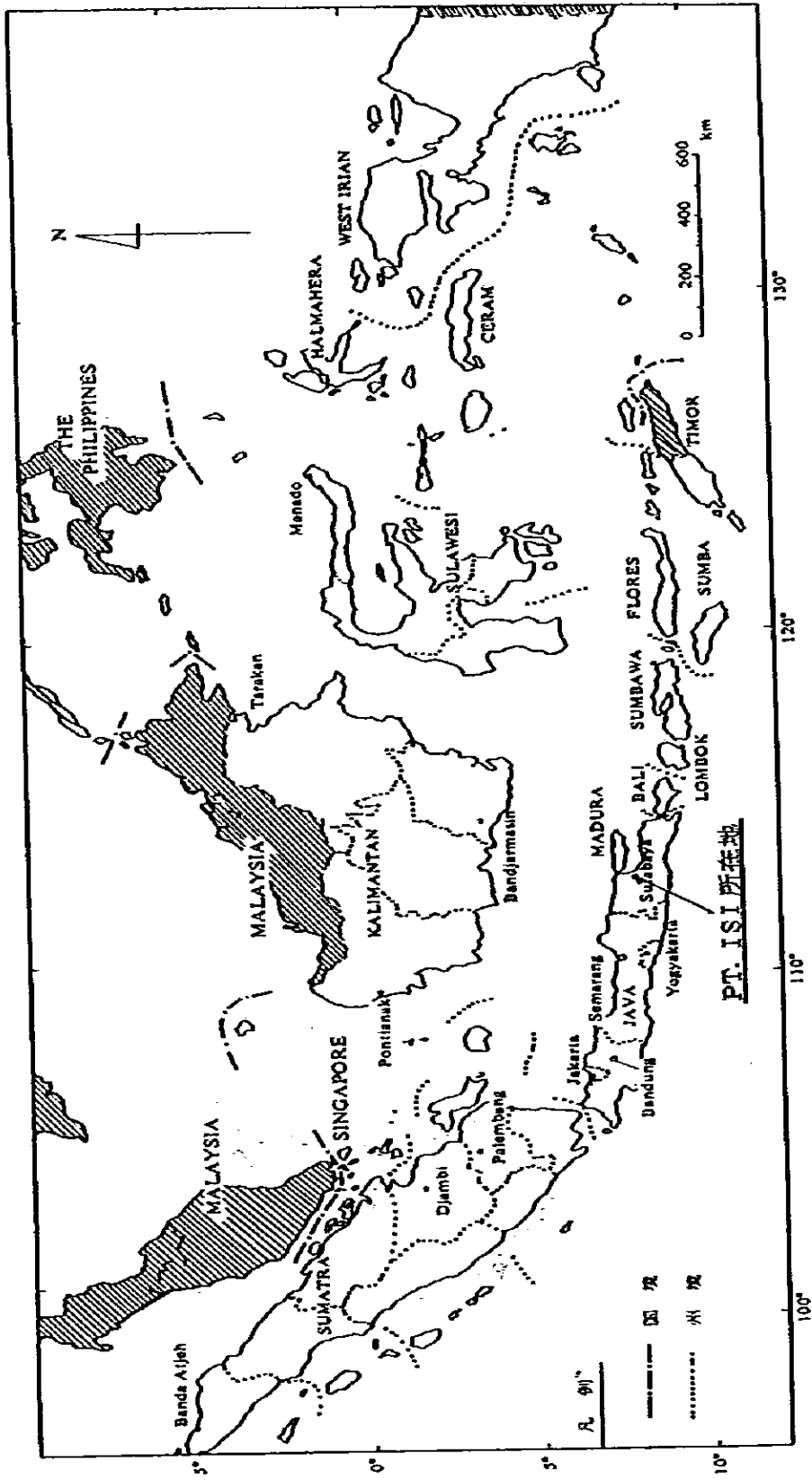
インドネシア共和国
プラント(苛性ソーダ)リノベーション
計画調査
報告書
(要約)

1984年11月

国際協力事業団

| | |
|--------------------|------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '84.12.18 | 108 |
| | 68.4 |
| 登録No. 10929 | MPI |

インドネシア全図



(出所) : Atlas Indonesia, Yayasan Dwidjendra, 1976, Denpasar より作成

プロジェクトの概要

1. 対象工場：スラバヤより8Kmに位置するPT. INDUSTRI SODA INDONESIA (PERSERO)社のワル工場。

2. 現有設備

| | 設計能力 | 実生産能力 |
|------------|--------|--------|
| 第1系列電解槽(M) | 10 t/d | 8 t/d |
| 第2系列電解槽(M) | 30 t/d | 30 t/d |
| 全工場 | 40 t/d | 38 t/d |

3. 建設スケジュール

工事契約 1986年4月
操業開始 1988年1月

4. リノベーション計画案と収益率

| | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| (1) 生産能力 | | | |
| 第1系列 | 18 t/d (IM転換) | 休 止 | 18 t/d (IM転換) |
| 第2系列 | 30 t/d (M継続) | 47 t/d (IM転換) | 47 t/d (IM転換) |
| 全工場 | 48 t/d | 47 t/d | 63 t/d |
| (2) 所要資金 | | | |
| 外貨(百万米ドル) | 883(203億円) | 1045(240億円) | 1351(311億円) |
| 内貨(百万米ドル) | 829(191億円) | 896(206億円) | 1080(248億円) |
| 合 計 | 1712(394億円) | 1941(448億円) | 2431(559億円) |
| (3) FRR(固定価格) | | | |
| 税 引 後 | 77% | 74% | 90% |
| 税 引 前 | 83% | 80% | 110% |
| (4) ERR(固定価格) | 174% | 167% | 185% |

(注) M : 水銀法

IM : イオン交換膜法

1米ドル = 230円 = 1000Rp

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

Unit and Conversion

| | |
|-------------------------|---|
| mm | Millimeter |
| cm | Centimeter |
| m | Meter |
| km | Kilometer |
| in | Inch (1 in = 2.54 cm) |
| ft | Foot (pl. feet) (1 ft = 0.305 m) |
| cm ² | Square centimeter |
| m ² | Square meter |
| ha | Hectare (1 ha = 10,000 m ² = 2.471 acres) |
| ft ² | Square foot (1 ft ² = 0.0929 m ²) |
| Rai | (1 Rai = 1,600 m ²) |
| m ³ | Cubic meter |
| Nm ³ | Normal cubic meter |
| MMm ³ | Million cubic meters |
| ft ³ , cu ft | Cubic foot (1 ft ³ = 0.0283 m ³) |
| SCF | Standard cubic foot |
| MMSCF | Million standard cubic feet |
| l | Liter |
| gal | Gallon (1 British gallon = 4.546 liters, 1 U.S. gallon = 3.785 liters) |
| bbl | Barrel (1 barrel = 42 U.S. gallons) |
| g | Gram |
| kg | Kilogram |
| ton, t, T, Ton | Metric ton |
| lb(s) | Pound (1 lb = 0.454 kg) |
| sec | Second |
| min | Minute |
| hr, h, Hr | Hour |
| d, D | Day |
| m, M | Month |

| | |
|---|---|
| y, Y | Year |
| C | Degree centigrade |
| F | Degree fahrenheit |
| Cal | Calorie |
| Kcal, K cal | Kilo calorie |
| BTU, Btu | British thermal unit (1 BTU = 0.252 Kcal) |
| MMBTU, MMBtu | Million British thermal units |
| LHV | Low heating value |
| HHV | High heating value |
| A | Ampere |
| V | Volt |
| W | Watt |
| kW | Kilowatt |
| mW | Megawatt |
| kVA | Kilo-volt ampere |
| mVA | Mega-volt ampere |
| kWh, kWh | Kilowatt-hour |
| MWh, MWh | Megawatt-hour |
| HP | Horse power |
| % | Percent |
| ppm | Parts per million |
| ppb | Parts per billion |
| g/Nm ³ | Gram per normal cubic meter |
| pH, PH | Hydrogen ion concentration |
| kg/cm ² | Kilogram per square centimeter |
| lb/in ² | Pounds per square inch |
| mmAq | mm aqua (= water) |
| t/d, ton/day, T/D, tpd | Metric tons per day |
| t/y, ton/year, MTA, MT/Y, T/Y, tpa, tpy | Metric tons per year |

Technical Terms

| | |
|---------------------|--|
| BLC | Calcium hypochlorite |
| BLN | Sodium hypochlorite |
| CL | Chlorine |
| HCL | Hydrochloric acid |
| HTH | High test hypochlorite |
| MSG | Mono sodium glutamate |
| VCM | Vinyl chloride monomer |
| EDC | Ethylene dichloride |
| NaOH | Caustic soda |
| PVC | Polyvinyl chloride |
| G- | Gaseous |
| L- | Liquefied |
| Aq- | Aqueous |
| S- | Solid |
| F- | Flake |
| D (process) | Diaphragm (process) |
| IM (process) | Ion exchange membrane (process) |
| M (process) | Mercury (process) |
| BOD | Biological oxygen demand |
| COD | Chemical oxygen demand |
| SCR | Silicon rectifier |
| MSL | Mean sea level |
| ISBL | Inside battery limit |
| OSBL | Outside battery limit |

Financial and Economic Terms

| | |
|------------|--|
| DCF | Discounted cash flow |
| IRR | Internal rate of return |
| ERR | Economic internal rate of return |
| FRR | Financial internal rate of return |
| ROI | Return on investment |

| | |
|------------------|------------------------------------|
| GDP | Gross domestic product |
| GNP | Gross national product |
| C & F | Cost and freight |
| CIF | Cost, insurance and freight |
| FOB | Free on board |
| NPV | Net present value |

Currency and Exchange Rate

| | |
|-----------------|--|
| Rp | Indonesian Rupiah (1 U.S. dollar = Rp 1,000., 1984) |
| US\$, \$ | U.S. dollar |
| yen | Japanese yen (1 U.S. dollar = 230 yen, 1984) |

Organization and Company

| | |
|----------------|---|
| BAPINDO | Bank Pembangunan Indonesia (Indonesian Development bank) |
| BI | Bank Indonesia |
| BKPM | Badan Koordinasi Penanaman Modal (Investment Coordinating Board) |
| BPS | Biro Pusat Statistik (Central Bureau of Statistics) |
| DGBCI | Direcorate General of Basic Chemical Industry |
| GOI | The Government of the Republic of Indonesia |
| JETRO | Japan External Trade Organization |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| MOI | Ministry of Industry in Indonesia |
| PLN | Perusahaan Umum Listrik Negara |
| PT. ISI | P.T. Industri Soda Indonesia |
| PUG | Perusahaan Umum Garam |

インドネシア共和国

プラント(苛性ソーダ)リノベーション

計画調査

報告書

(要約)

| | |
|------------------|------------------------------------|
| GDP | Gross domestic product |
| GNP | Gross national product |
| C & F | Cost and freight |
| CIF | Cost, insurance and freight |
| FOB | Free on board |
| NPV | Net present value |

Currency and Exchange Rate

| | |
|-----------------|--|
| Rp | Indonesian Rupiah (1 U.S. dollar = Rp 1,000., 1984) |
| US\$, \$ | U.S. dollar |
| yen | Japanese yen (1 U.S. dollar = 230 yen, 1984) |

Organization and Company

| | |
|----------------|---|
| BAPINDO | Bank Pembangunan Indonesia (Indonesian Development bank) |
| BI | Bank Indonesia |
| BKPM | Badan Koordinasi Penanaman Modal (Investment Coordinating Board) |
| BPS | Biro Pusat Statistik (Central Bureau of Statistics) |
| DGBCI | Direcorate General of Basic Chemical Industry |
| GOI | The Government of the Republic of Indonesia |
| JETRO | Japan External Trade Organization |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| MOI | Ministry of Industry in Indonesia |
| PLN | Perusahaan Umum Listrik Negara |
| PT. ISI | P.T. Industri Soda Indonesia |
| PUG | Perusahaan Umum Garam |

インドネシア共和国
プラント(苛性ソーダ)リノベーション
計画調査
報告書
(要約)

要約, 結論及び勧告目次

| | ページ |
|-------------------------|-----|
| 【要 約】 | 1 |
| Ⅰ 調査の目的および範囲 | 1 |
| Ⅱ PT. ISIの現状診断と提言 | 4 |
| Ⅲ 市場調査 | 10 |
| Ⅳ 前提となる技術的諸問題の検討 | 17 |
| Ⅴ リノベーション計画案の概要 | 21 |
| Ⅵ 所要資金と資金計画 | 24 |
| Ⅶ 財務経済分析 | 25 |
| | |
| 【結 論】 | 29 |
| | |
| 【勧 告】 | 31 |

LIST OF FIGURES

| | Page |
|----------|------|
| Figure-1 | 40 |

LIST OF TABLES

| | Page |
|---------|------|
| Table-1 | 33 |
| Table-2 | 34 |
| Table-3 | 35 |
| Table-4 | 36 |
| Table-5 | 37 |
| Table-6 | 38 |
| Table-7 | 39 |
| Table-8 | 41 |
| Table-9 | 42 |

要約・結論および勧告

〔要 約〕

1. 調査の目的および範囲

(1) 調査の背景

アセアン諸国を中心として、わが国の経済協力等により多くのプラントが建設されてきたが、設備の老朽化あるいは不十分な管理などにより、運転効率が低下し、生産コストの上昇を招いているものが多くなってきている。かかる状況下においてこれらプラント等の改修、再活性化リノベーションのための協力をわが国に要望する声が強くなり、昭和58年4月末中曽根首相がアセアン歴訪の際、これら要望に応じる旨の意図を表明した。これをうけ日本国政府は58年11月アセアン諸国に予備調査団を派遣、プロジェクトの選定確認をした後、インドネシア政府の要請を受け昭和59年2月に事前調査団を派遣し本格調査を実施するための合意書 (Scope of Work) に署名した。本調査はこの合意書に基づき実施するものである。

インドネシア政府の要請により今回リノベーション調査の対象となる工場は、スラバヤ中心部より約8kmのWaruに立地する、PT. ISIのWaru工場である。当工場はインドネシア国営の最初のクロールアルカリ工場として1953-1956年にかけて日本国の旭硝子㈱により建設され、水銀法プロセスによりカ性ソーダ10 t/d、塩酸10 t/d、サラン粉10 t/dを主体としたものである。その後設備の保全、運転管理が不十分であったために生産能力は30%程度まで低下したので、1967-1969年に円借款を要請して、再び旭硝子㈱により改修工事を行った。1977-1978年には台湾のエンジニアリング会社Wah Chang International Corp.の手により水銀法カ性ソーダ20 t/日の第2系列増設を行い、更に1983年、第2系列の電解槽の電極をチタン電極に交換し、能力を30 t/日に増強した。然しながら1969年改修を行った第1系列は再び老朽化し、カ性ソーダの能力が6 t/日まで低下し、同時に合成塩酸、液化塩素設備および第1

系，第2系共通設備等の効率も低下した。

一方，1965年頃より，当工場でも採用されている水銀法電解プロセスから漏洩する水銀の毒性が世界的に問題となり水銀の系外への洩出防止の技術が開発され，更に水銀を使用しない能率の良いイオン交換膜法カ性ソーダプロセスも開発され実用段階になってきた。PT. ISIは単に能率の低中した第1系列の改修計画のみならず，新製法への転換，環境汚染防止等総合的検討が必要となり，今回の調査が行なわれることとなったものである。

(2) 調査の目的

当該調査はPT. ISI Waru工場を診断し，リノベーションの可能性について製品の市場性，原料塩の品質面，技術的，財務的および経済的な観点から総合的に調査検討し，生産力の増大，生産効率の向上，製品品質の向上を目標にリノベーションプログラムを作成することを目的とする。又調査は設備面に限らず，運転管理，教育訓練，環境安全管理，保守管理面について現状診断を行い，改善案を提言する。

(3) 調査の範囲

本調査の範囲は次の通りである。

(a) インドネシアにおけるソーダ工業の調査

- (i) ソーダ工業の現状とインドネシア政府の政策
- (ii) PT. ISIの工場再配置および料米計画

(b) 工場の経営，管理面の診断

- (i) 操業および品質管理の状況調査
- (ii) 生産設備および付帯設備の保守の状況調査
- (iii) 原価管理の方式調査

- (iv) 経営組織の調査
 - (v) 教育，訓練の実施状況の調査
- (c) 工場の機械，設備の技術的診断
- (i) 生産面での問題点の調査
 - (ii) 品質面での問題点の調査
 - (iii) 原単位面での問題点の調査
 - (iv) 個別機器，装置の老朽化度の調査
 - (v) 受電設備については，力率の向上および受電圧の変更についても調査をおこなう。
- (d) 原料塩の調査
- (e) 国内市場調査
- (f) 環境調査
- (g) リノベーションプログラムの作成
- (i) リノベーション計画の策定
 - (ii) 将来計画と工場再配置の検討
 - (iii) 所要資金の積算
 - (iv) 教育訓練計画の策定
 - (v) リノベーション実施計画の策定
- (h) 本計画の財務分析，評価
- (i) 本計画の経済評価
- (j) 結論と勧告

II. PT. ISI の現状診断と提言

(1) 工場設備の診断

現有設備能力は次のようになっている。

| | | <u>設計能力</u> | <u>実生産能力</u> |
|-----------------------------|----------------------|-------------|--------------|
| (i) 電解槽 (水銀法, NaOH 100%として) | | | |
| 第1系列 | (1970) | 10 t/d | 6~8 t/d 1/ |
| 第2系列 | (1978) | 30 t/d | 25~30 t/d 1/ |
| (ii) 合成塩酸 | | | |
| 1 st | (1970) | 20 t/d | 16 t/d |
| 2 nd | (1978) ^{2/} | 30 t/d | 12 t/d |
| 3 rd | (1982) | 50 t/d | 40 t/d |
| (iii) 液化塩素設備 | (1978) | 15 t/d | 6 t/d |
| (iv) サラシ液設備 | (1970) | 30 t/d | 25 t/d |
| (v) 次亜塩素酸 ナトリウム設備 | (1970) | 5 t/d | 4 t/d |

注 1/ 今後は実生産能力を第1系列 6 t/d, 第2系列 30 t/d として取り扱う。

2/ 15 t/d x 2 の設備能力であったが, 1基は破損し現在修理中である。

実生産能力が設計能力をいずれも下廻っているのは設備の老朽化によるものであり, 特に1970年に設計された旧設備の老朽化が進んでいる。診断結果を機器毎に概観すると次の通りである。

塔槽類および配管;

PT. ISI の補修状況がよく, 全体的に良好である。

回転機械および熱交換器;

ポンプ, ブLOWER等の回転機械と熱交換器類は, 部品の入手困難性もあり, 老朽度の高いものが多い。

架台，架構，運転用ステージ；

塩素ガス，塩酸ガスの漏洩，と保修のための塗装が不十分で腐蝕が激しい。

計装；

計器類，コントロールバルブ，ゲージ類の大部分が，腐蝕と不十分な保守のために，作動不良である。全工場の操業状態を悪くしている最大原因の一つである。

また現地調査では，設備機器を個別に診断し，下記の三つのランクに分類した。

A：早急に取り換えるべきもの

B：取り換えた方がよいもの

C：取り換える必要がないもの（5年以上の耐用年数がある。）

詳細は本編の各論にゆずるが，設備毎のAランクに分類される老朽度の最もはげしい機器は次の通りである。

塩水精製設備

- Brine reaction tank
- Slurry pump
- Return brine pump
- Stage for brine saturator

第1系電解設備

- Caustic liquor cooler
- Washing water pump
- Caustic liquor cooler pump

塩素液化設備

- Insulation of liq. Cl₂ tank
- H₂SO₄ Cooler
- Cl₂ condensor
- H₂SO₄ Cooler for drying tower

サラシ液設備

- Reacting pump
- Ca - Hypo pump
- Cl₂ Cooler

次亜塩素酸ナトリウム設備

- Cl₂ gas blower
- Reacting Cooler

(2) 運転状況の診断

下記に運転状況の現地での診断に基づき問題点と対策を列記する。

塩水精製プロセス

(問題点)

塩水の精製が不十分であり塩水のロスが大きくかつ精製済後のマット中に含まれて系外へ出る水銀の量が多い。

(対策)

- (i) 沈降促進剤の選定の研究
- (ii) 沈降剤添加量の自動制御化
- (iii) 反応沈降槽の攪半速度を上げる
- (iv) フィルタープレスを設置する
- (v) 戻り塩水中に一定量の次亜塩素酸ナトリウム液を加える。
(水銀の共沈を行うため)

電解プロセス

(問題点)

塩素ガスの漏洩と水銀のこぼれがある。

(対策)

- (i) 測定分析基準の遵守

(ii) ガスシール、水銀回収治具の点検

液化塩素プロセスと充填

(問題点)

手動運転のため操業が不安定であり、安全面にも問題がある。また、塩素充填ポンプの安全にも留意すべきである。

(対策)

- (i) 制御装置の更新を行うこと。
- (ii) 手動運転を続ける間は、手動運転のための操作基準を作成すること。
- (iii) 充填用ポンプは必ず一定期間内に回収し点検補修を行う。
- (iv) 過充填防止のためのダブルチェックシステムの確立。

その他のプロセスの問題点と対策

(i) 合成塩酸プロセス

スケールの付着により、伝熱係数が低下している可能性がある。吸収塔内部の酸洗いをする必要はある。

(ii) 次亜塩素酸ナトリウムプロセス

チタン製熱交換器の能力不足によって生産能力が落ちている。そのほかは特別運転上の問題はない。

(iii) サラシ液プロセス

運転上特別問題はない。

(iv) 補助部門

- サイドフィルターの能力が不足しているので、冷却水として、沈澱池の上澄液を利用しているが、スケールが発生しやすくなるので、使用済み戸過水の利用を検討すること。
- 計装用空気圧縮機に除湿器を装置すること。
- 第1系用整流器のオーバーホールを行うこと。

(3) 管理体制の診断

組織、管理体系はよく整備され努力も続けられているが更に、下記のような点が実施されればよりよい管理ができるであろう。

組織および配員

- (i) 定期的全体会議を行い、全社的目標を明確にする。
- (ii) 営業部の市場開発課が欠員となっている。今後最重点で強化すべきである。
- (iii) 各製造部に配員されているエンジニアを技術部にまとめ、技術的問題の研究と運転とを分離し効率化する。
- (iv) リノベーション後も現有人員を増員しないこと。

運転管理

- (i) 過去の運転実績を反映させた。自社マニュアルをインドネシア語で作成し、各計器室に配置する。
- (ii) 分析記録だけでなく運転記録も課長が認承するシステムにする。記録用紙に標準運転条件を記入しておく。
- (iii) 運転員にコスト意識を持たせ、経済的な運営を達成する。

教育訓練

- (i) 工場内で取り扱う劇毒物の性質を熟知せしめる。また被毒した場合の現地救急訓練を行う。
- (ii) 事故の発生を想定した定期的緊急訓練を行う。
- (iii) 事故の記録をとり、原因、対策ともに報告書にまとめ保管しておき、教育資料とする。
- (iv) 新入社員カリキュラムに、OJTを制度化して取り入れる。
- (v) 教育資料は、自社で作成し利用が容易な状態にしておく。

保守管理

- (i) 設備保守の第一責任者を製造部とする。
- (ii) 定期的PM作業が行われているが、その点検結果を保守作業に迅速かつ確実に反映させること。
- (iii) 全工場をシャットダウンして実施する定期修理を検討すること。

- (iv) 輸入予備品の確保に努めると共に国内品利用の調査研究を行う。
- (v) 不要機器の撤去を行い工場内の整理整頓を行う。
- (vi) 機器、架構、配管の定期塗装の実施。
- (vii) 塩素ガスの漏洩防止を徹底させ機器等の腐蝕を防止する。

I. 市場調査

(1) 需給予測

表-1にカ性ソーダおよび塩素のインドネシア国内の需要予測の結果を示した。また塩素についてはPT. ISIにとっての潜在的需要量を塩素系製品別に予測し、表-2に示した。

(i) 塩素の需給バランス

| | (単位：塩素 1,000 t) | | | |
|-----------------------|-----------------|------|------|-------|
| | 1985 | 1990 | 1995 | 2000年 |
| 需要 | | | | |
| インドネシア ^{1/} | 272 | 451 | 721 | 1020 |
| PT. ISI ^{2/} | 99 | 137 | 174 | 222 |
| 供給能力 | | | | |
| インドネシア | 266 | 375 | 591 | 719 |
| PT. ISI ^{3/} | 95 | 95 | 95 | 95 |
| バランス(需給ギャップ) | | | | |
| インドネシア | 06 | 76 | 190 | 301 |
| PT. ISI ^{4/} | 04 | 42 | 79 | 127 |

(注) ^{1/} 「インドネシア」は「PT. ISI」の数値を含む。

^{2/} PT. ISI固有の総潜在需要

^{3/} PT. ISIの現有生産能力

^{4/} PT. ISIの現有生産能力のほか追加して見込まれるPT. ISI固有の潜在需要

1984年には、塩素の供給能力が約800 t/y 余剰であった(表-1参照)が、1985年には独立工場がフル操業をして、ほぼ需要に見合うか、わずかに供給能力不足になると予測される。長期的には現在の生産能力では需要を満たすことはできない。

たしかに過去においては、塩素の需要不足で特に独立専業メーカーは、工場の操業を抑えなければならなかったし、その結果として経営状態も良くなかったと

いえる。しかし、中長期的にみれば、需要は伸びていくし、現状のままの設備能力ではインドネシアの需要を満たすことは不可能になる。

なお、PT. ISIの市場は従来の顧客の需要増を中心としたものであり、新規市場や新製品の生産による需要増は見込んでいない。

(Ⅰ) カ性ソーダの需給バランス

カ性ソーダは下にみる通り、絶対的な供給能力不足が予測される。(供給能力は塩素の1/088で計算した。)

インドネシアのカ性ソーダの需給

(単位: 1,000 tas 100% NaOH)

| | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 需 要 | 1286 | 1809 | 2540 | 3231 |
| 供給能力 | 30.2 | 42.6 | 67.2 | 81.7 |
| (内PT. ISI) | (10.8) | (10.8) | (10.8) | (10.8) |
| バランス(供給不足量) | 98.4 | 138.3 | 186.8 | 241.4 |

ただしここで一つ検討しておかねばならないのは、VCMプラントが電解プラントを併設する形で近い将来建設された場合の市場構造の変化であろう。

最も早くVCMプラントが操業開始したとして1988年であろう。その生産規模は15万トン規模であると予想される。その際のカ性ソーダの生産量即ち余剰は約106,000 t/yである。一方、表2より1988年のカ性ソーダ不足量は122,300 t/yと予想されており差額16,300 t/y(日産換算543 t/d)となる。PT. ISIとしては現設の能力(36 t/d)のほかにこれだけの市場の余裕があることになる。従って、依然として塩素の需要量の方がPT. ISIのリノベーション計画の生産能力を限定する要因となる。

(Ⅱ) リノベーション実施後の生産計画

後述するようにリノベーション計画案として、三つのケースが検討される。

Case 1 : 46 t/d

Case 2 : 47 t/d

Case 3 : 63 t/d

(現有設備 : 36 t/d)

現設工場はリノベーションを行わなければ300日操業が最大とみなされる。リノベーション後は330日の操業が可能となる。塩素系製品の設備能力が発生塩素ガスの約1.4倍になっているが需要の動向に合わせてフレキシブルな生産を行うため、電解工場ではこのような余剰能力を持つのが通常である。

PRODUCTION CAPACITY OF PT. ISI

(ton as 100% NaOH & CL)

| | Existing | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a. NaOH | 10,800 ^{1/} | 15,180 ^{2/} | 15,510 ^{3/} | 20,790 ^{4/} |
| b. CL gas ^{5/} | 9,500 | 13,358 | 13,649 | 18,296 |
| b-1) L-CL | 1,800 | 4,950 | 4,950 | 4,950 |
| b-2) HCL | 24,900 | 41,250 | 42,900 | 66,000 |
| b-3) BLN | 1,200 | 1,650 | 1,650 | 1,650 |
| b-4) BLC | 7,500 | 9,900 | 9,900 | 9,900 |

Notes: ^{1/} 36 t/d × 300 d/y

^{2/} 46 t/d × 330 d/y

^{3/} 47 t/d × 330 d/y

^{4/} 63 t/d × 330 d/y

^{5/} (a) × 0.88

リノベーション後の生産再開は、1988年初頭からになるものと考えられる。需要に合わせて、生産を行うものとし各ケースの電解槽の操業率を計算すると次のようになる。

(Unit:%)

| | Existing | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|------|----------|--------|--------|--------|
| 1984 | 90 | - | - | - |
| 1985 | 90 | - | - | - |
| 1986 | 90 | - | - | - |
| 1987 | 90 | - | - | - |
| 1988 | 90 | 90 | 90 | 73 |
| 1989 | 90 | 100 | 100 | 76 |
| 1990 | 90 | 100 | 100 | 80 |
| 1991 | 90 | 100 | 100 | 84 |
| 1992 | 90 | 100 | 100 | 88 |
| 1993 | 90 | 100 | 100 | 93 |
| 1994 | 90 | 100 | 100 | 97 |
| 1995 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| 2000 | 90 | 100 | 100 | 100 |

(注) Case 1およびCase 2における1988年度の稼働率を90%としたのは、操業開始第1年度における運転技術上の不慣れを見込んだものである。

(IV) 販売促進のための問題点

上記のPT. ISIの有効潜在マーケットは、現状の販売体制では、自然に顕在化するとは考えられない。調査団は現地調査の需要家訪問を通じて、PT. ISIの販売努力や市場開発努力が殆んで皆無に近いことを痛感した。逆にPT. ISIにより市場開拓努力が行われれば新規の顧客を開拓できる余地はまだかなりあるといえることができる。

例えば現在PT. ISIの製造している塩素系製品を輸入している業者もありまた新規輸入計画も進められているという話もある。かかる情報をよく収集し、輸入先を訪問し、会社の規模の大小にかかわらず、PT. ISIの製品で代替すべく交渉しなければならない。

このような努力が続けられるならば、PT. ISIの有効需要は上方修正され、Case 3の場合もフル操業になるのにも長期間を要しないであろう。

(2) 製品の販売価格予測

表-3に過去の販売価格の推移、表-4に将来予測を示している。

(i) カ性ソーダの販売価格

インドネシアのカ性ソーダ価格は、輸入価格に連動する形で変動してきた。輸入カ性ソーダは全需要の75%以上をしめ以前は固形品が殆んどであったが、最近受入貯蔵設備の建設が進み液状品の伸びが著しい。

現状をみれば、輸入固形品が最も価格的には高く、液状輸入品が安値を形成しており、両者をくらみながら、国産の販売価格が決められている。

地域別にみると、液状カ性ソーダの輸入貯蔵設備のあるスラバヤ、ジャカルタは低価格での競争となり、スマトラ島、カリマンタンなどは輸入固形品価格がプライスリーダーであり国産品カ性ソーダは比較的高い価格で販売されている。更に、近い将来、VCMプラントが建設され、VCM生産に必要な塩素の併産品であるカ性ソーダが国内市場に大量に(10万トン/年程度と予測される)流出してくれば、自給率は1980年代末で70%を越えるようになる。その際、国内価格を決定するプライスリーダーはVCMプラントからの併産カ性ソーダになるとは、明らかであろう。

過去の価格動向と、上述の将来の自給率の向上の可能性を総合的に検討をし、1984年のPT. ISIの工場出荷価格をUS\$300/t(100% NaOH)と設定し、エスカレーション率を乗じて、各年の販売価格を予測した。その値は表-4に示した。この価格は4%のsales taxが含まれているので、真のPT. ISI工場出荷価格とするためには、この分を差し引かねばならない。

(ii) 塩素系製品の販売価格

塩素系製品は、海上大量輸送が困難かつ費用が製品価格以上にかさむため、緊急且つスポット以外の海外貿易はされていない。従って、販売価格は国内事情のみで決定されることになる。

インドネシアの塩素系製品の価格メカニズムの特徴は、最も海上輸送が困難な液化塩素の価格が他国の例と比較して異常に高いということである。先進工業諸国では、カ性ソーダと製品トン当り同レベルの価格づけが通常であるが、インドネシアでは約2倍の価格となっている。

需給関係のみで価格が決まるものであれば、塩素の供給能力過剰のインドネシアでは、液塩価格は、比較的安値に設定されるべきが、実際は、逆に、割高となっている。その理由は下記の通りである。

- 1) カ性ソーダ、塩素を含む電解製品の生産コストがインドネシアでは全体的に高い。小生産能力、低操業率、低品質原塩の高価格、高電力価格がその原因である。
- 2) 輸送が困難でほぼ輸入不可能な液化塩素は国際的な価格競争がない製品であること。(輸入すれば現在の高価格の更に2倍近くになる。)
- 3) 液化塩素供給がPT. ISIの独占体系であること。即ち1)で述べた全体の生産コスト高を塩素系製品の高販売価格でカバーせざるを得ないこと。

調査団は、割高な液塩価格は次第に適正価格へ下方修正されると予測した。その理由は、液塩の需要増に伴い、競合する供給者が出現し、価格競争が行われる可能性が強いこと、塩素関連工業の発展と共に需要家側から低価格での供給の要望が強くなると考えられることである。即ち、

独占的供給体制に基づき、価格体系が除々にではあるが、自由競争による価格体系へ移行せざるを得ないであろうと予測する。

窮極的には2000年までには、製造原価の配分比率(カ性ソーダの1.4倍)まで価格は下落せざるを得ないであろうと考え、価格を設定した。

他の塩素系製品のうち、塩酸、次亜塩素酸ソーダの販売価格は、PT. ISIの製造原価の配分比率で設定した。過去の価格は、ほぼ製造原価比率と見合った形で推移しているし、先進工業国の価格体系と比格しても、妥当な価格比率である。

また、サラン液は、現在は、余剰塩素の廃棄処理が目的で生産されている面があり、その価値が、販売価格に正当に反映されておらず、異常な低値となっている。塩素需要の増加と共に正当な価格、即ち製造原価見合いのレベルまで、1990年までには回復するものと想定する。

(iii) 予測販売価格の概要

上記の方法で予測した販売価格は次の通りである。いずれもインフレによる値上りを見込んである。

製品販売価格予測

| | (US\$/t) | | | | |
|-------|----------|------|------|------|-------|
| | 1983(実績) | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
| カ性ソーダ | 293 | 310 | 403 | 540 | 722 |
| 液化塩素 | 617 | 626 | 754 | 883 | 1,011 |
| 塩酸 | 108 | 118 | 153 | 205 | 274 |
| 次亜曹 | 95 | 121 | 157 | 211 | 282 |
| サラン液 | 14 | 22 | 69 | 92 | 123 |

IV. 前提となる技術的諸問題の検討

(1) 工場立地

インドネシア政府（工業省）および PT. ISI との協議の結果、Waru 工場の現有設備を最大限に活用して、投資額を抑え経済性を追求することを本計画の前提条件とする。すなわち改修計画に伴う工場移転は、本計画では考慮しない。

(2) 電解プロセス

電解プロセスには、水銀法、隔膜法、イオン交換膜法があるが、本リノベーション案に新規に採用するプロセスとしてイオン交換膜法を選択することは妥当である。

イオン交換膜法は、他の方法に較べて次のような特徴がある。

- (i) 電力原単位が小さく、電力単価の比較的高い工場にとって、経済性に優れている。また、現有の電力設備を転用して生産能力の増強ができる。
- (ii) 水銀やアスベストを使用しない無公害プロセスである。
- (iii) 製品品質がほぼ水銀法製品に近い高品質のものが得られる。
- (iv) 設備がコンパクトであり、建家その他の現有設備を最大限転用できる。
- (v) 水銀法から転換する場合、隔膜法より、改修部分が少く、建設費が安く、また運転委員の増員も不要である。

イオン交換膜電解槽の電極は、電気回路の違いによって単極式と複極式に分けられ、前者は並列回路、後者は直列回路である。

本計画では、現設設備を最大限に活用することを大前提にしており、既設のシリコン

整流器（低電圧、大電流）を継続利用する場合、並列回路である単極式電極を採用するのが妥当である。

(3) 原料塩の供給と予備洗浄

インドネシアにおいて、天日製塩法により生産される原塩は、輸入塩と比較して、品質も劣り価格も割高である。しかしながら、インドネシア政府としては、国益を鑑み、国産塩の利用を強く要求しているため本計画もその方針に従うものとする。

供給量については、本リノベーションに関する限り所要量を供給することに問題はない。

品質向上の一策として、原塩を予備的に洗浄し、不純物を除去することを特に経済性の面から検討した。原塩の供給元である公社 (Perum Garam) は、全体の供給量からみて少量の消費者である PT. ISI のために、塩田において洗浄して供給することに興味を示さなかった。

従って洗浄を行うとすれば PT. ISI の工場敷地内で行うことになり、洗浄に伴う原塩のロス量が 10% 程度と予測され、経済的に何らメリットが見出せなかった。よって本計画では、塩水精製プロセスで薬剤注入量を増やすことにより対応することとし、原塩の予備洗浄は行わないものとする。

(4) 電力コストの低減策

同工場では、製造コストの 40~50% を電力費用が占めており、電力コストの低減が最も重要な課題となっている。

一方、インドネシアの電力料金表では、高電圧による受電、高力率による利用により、電力単価が割安になる。

以上の観点から受電圧を現状の 20kV から 70kV へ変更すること、力率を 0.84 から 0.94 へ改善することのメリットを検討した結果いずれも所要の設備投資を行っても、十分に収益性の向上が期待できるため、リノベーション案に組み込むことにした。

(5) 環境保全対策

現在では、幸いにして特別の環境問題は発生していないが、工場所在地が市街地にあることでもあり、次のような対策を本計画に組み込むことにした。

なお環境保全のためには、処理設備の設置のみでは不十分であり、日常の測定および管理が不可欠である。

(1) 排ガス

塩素ガス、塩酸ガスの漏洩、排気中への混入を防止、低減するため、設備の手直しを行い、計装設備の改修を行う。

(2) 排水

排水路の合流点にピットを設け、pHの測定を行い調整した後排水溝へ流す。

(3) 水銀対策

水銀法電解槽が一部継続運転される Case 1のみ下記の水銀対策を行うものとする。

1) 液体水銀の漏洩

電解槽建家内の床面を樹脂塗装し、水銀の滞留を防止し、地中への浸透を防止する。

また真空ポンプを設置し、漏洩水銀の吸引回収を行い、床上の排水はピットへ導き、活性炭吸着処理を行った後で排水溝へ流す。

2) 水銀の回収

既存の水銀蒸溜設備を有効に活用して、水銀および水銀アマルガムパター等蒸溜回収を強化する。

3) 塩水精製マッドの処理

フィルタープレスを新設し、水銀を含む脱水マッドは、セメントで固める。

戻り塩水中に溶解する水銀の、マッド中への共沈は、塩水中の塩素により防止できるので、塩水中の塩素含有量を調整することによって解決する。(但し、

フィルタープレスは各ケースに設置する。)

4) 水素ガス中の水銀蒸気の除去

洗浄塔を新設し、電解槽より発生する水素ガスを導き、精製塩水で洗浄し、水銀蒸気の系外放出を防止する。

V. リノベーション計画案の概要

(1) リノベーション計画案の策定

現地調査による工場設備の診断と、PT. ISI との協議を通じて、リノベーションの計画案として、次の三つのケースを取り上げ、技術的、経済的な検討を行うことにした。いずれも現有設備を最大限に活用し、かつ経済性を向上させることを大前提としている。

Case 1: ①Na1 Cell Unit 電解槽を水銀法からイオン交換膜法に転換する。生産能力は整流器能力に見合うまで増強される。Na2 Cell Unit 電解槽は、そのまま継続運転する。

②生産能力は、Na1 Cell Unit が 16 t/d となり、Na2 Cell Unit と合わせて全工場で 46 t/d となる。(いずれも NaOH 100%として、以下同じ。)

③この案で、期待する最大の利点は、リノベーションの範囲が最小で、建設費が安く済む点である。

Case 2: ①Na1 Cell Unit の運転を休止し、Na2 Cell Unit の水銀法電解槽をイオン交換膜法へ転換する。

②Na2 Cell Unit 用整流器の能力まで生産を増強し、全工場の生産能力は 47 t/d となる。

③この案の利点は、水銀による環境汚染の問題がなくなり、全生産量が低電力原単位を享受できることである。

Case 3: ①Na1 Cell Unit, Na2 Cell Unit 共にイオン交換膜法に転換する。生産能力は、それぞれの整流器能力に見合うようにする。

②工場全体の生産能力は、Na1 Cell Unit 16 t/d, Na2 Cell Unit 47 t/d, 合計 63 t/d となる。

③この案の利点は、Case 2 の利点に合わせて、生産規模が大きいことによるスケールメリットが期待できる点にある。

そのほか、それぞれの Case に共通に、次のような設備の改修、増強、新設計画が含

まれる。但し、改修の規模は、各Caseの生産能力に見合ったものになる。

- i) 老朽製品製造設備の改修による生産能力の回復
- ii) 第二次塩水精製設備の新設
- iii) カ性ソーダ濃縮設備の新設
- iv) 受電圧変更、力率向上のための設備の新設
- v) 環境保全設備の新設（水銀対策はCase 1のみ）
- vi) 塩酸合成設備の1基増設
- vii) 関連設備の改修、増強および新設

(2) 実施スケジュール

本計画の実施スケジュールは、資金調達、プロジェクトの準備作業が順調に行われることを前提として、次のように策定する。コントラクターとの契約から引渡しまで21ヶ月を予定している。（図-1参照）

| | | |
|-------------|---|----------|
| コントラクターとの契約 | ： | 1986年 4月 |
| 現地工事着工 | ： | 1986年11月 |
| 現地工事完了 | ： | 1987年11月 |
| プラント引渡し | ： | 1987年12月 |
| 商業運転開始 | ： | 1988年 1月 |

(3) 実施体制

PT. ISIは、工場の建設工事、改修工事に経験を有しており、従来の経験に基づきコントラクターより機器、資材および現地工事のスーパーバイザーの提供をうけ、PT. ISI内部に建設組織を設け建設を行う計画である。従ってこのプロジェクトではCIFプラススーパーバイザー方式を考える。土建工事は、現地コントラクターをPT. ISIが直接雇用することになる。

本リノベーション計画の主体となるイオン交換膜法電解プロセスは新しいプロセスなの

で、この技術を提供しうるコントラクターとランプサム契約を結ぶ事が適当である。

PT. ISI の中にプロジェクトチームを組織し、プロジェクトマネージャーの下に、プロセス班、建設班を設置する。本計画では建設中のコンサルタントは不要と考えているが、PT. ISI にとって新しいプロセスであるので、入札仕様書の作成からコントラクターの選定までにはコンサルタントのアドバイスを受けることにし、また、運転開始後1年間は、運転アドバイザーを雇用することが必要と思われる。これらの費用は資金計画に折り込み済みである。

V. 所要資金と資金計画

(1) 所要資金

各ケースの所要資金は、表-5、表-6、表-7に示した。概要は次の通りである。

| | (Unit: US\$100) | | |
|------------------------------|-----------------|--------|--------|
| | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
| Base Project Cost | 10,289 | 11,798 | 14,628 |
| Physical Contingency | 800 | 852 | 1,048 |
| Price Contingency | 1,108 | 1,262 | 1,563 |
| Tax and Duties | 1,283 | 1,452 | 1,799 |
| Pre-operating Expenses | 580 | 580 | 630 |
| Additional Working Capital | 1,300 | 1,500 | 2,200 |
| Interest During Construction | 1,759 | 1,972 | 2,446 |
| | 17,119 | 19,416 | 24,314 |

(2) 資金計画

現時点では、資金源もその融資条件も未定である。現地調査での討議をふまえ、本報告書では、外貨部分、現地通貨部分両方とも所要資金の全額を借入れ金により、手当てされるものと仮定する。

下記の融資条件はあくまで本調査のために仮定されたものであり、後で述べる財務経済評価の結果を参考にして、本プロジェクトの実現に際しては、資本金の増資の可能性も含め慎重に検討されなければならない。

(外貨) 利率：10%

返済期間：2年間の返済猶予期間の後8年返済

返済方法：元本均等払

(現地通貨) 利率：18%

返済期間：2年間の返済猶予期間の後3年返済

返済方法：元本均等払

Ⅲ. 財務経済分析

(1) 財務経済分析の手法

(I) エスカレーションレート

財務分析に使用する価格表示は全て米ドルで行うものとする。交換率は1984年6月現在の値を使用し、 $1\text{US\$}=1,000\text{Rp}=230\text{Yen}$ とする。
エスカレーション率は、外貨分、円貨分とも同じ値を使用する。

| | |
|--------|------|
| 1983 | 3.0% |
| 1984 | 3.5% |
| 1985 | 3.5% |
| 1986 | 4.0% |
| 1987 | 5.0% |
| 1988以後 | 6.0% |

(II) 増分比較による投資効果の測定法

投資利益率は、費用と収益の増分の比較において計算される。

まず、何らリノベーションを行わず、現状のまま工場を操業した場合をW/O (Without) Case と称し、費用と収益を2000年まで予測する。一方、設定された各ケースに対しリノベーションを実施した場合の費用と収益を同じく2000年まで予測する。

各ケースとW/Oケースとの費用、収益の増分比較 (Incremental) から求められる内部収益率 (IRR) がそれぞれのケースの投資効果を示すことになる。財務的内部収益率をFRRと称し、経済的内部収益率 (ERR) と区別する。また、割引率を10%とする現在価値 (NPV) も計算する。

なお、財務諸表はエスカレーションを含むCurrent Priceで計算されるので、IRR、NPVは、これをディフレーター (エスカレーション率と同じ) で割引

いて、1984年 Constant Price に引き直して計算しなければならない。

(2) 財務分析

(1) FRR

各ケースの財務上の収益性指標を表-8に示している。FRRは次のようになっている。

FRR IN 1984 CONSTANT PRICE

| | (After Tax) | (Before Tax) |
|--------|-------------|--------------|
| Case 1 | 7.7% | 8.3% |
| Case 2 | 7.4% | 8.0% |
| Case 3 | 9.0% | 11.0% |

最も大幅なリノベーションを行い、生産能力の増強度の高いCase 3が最大の収益率を示している。他に特別の理由がない限りCase 3のリノベーション案を選択すべきであろう。

各ケース毎の得失を総合的に比較すれば下の表のようになる。

ケース毎の得失比較

| | Case 1 (46 t/d) | Case 2 (47 t/d) | Case 3 (63 t/d) |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 増加生産量 (t/y) | × (4,488 t/y) | △ (4,818 t/y) | ○ (10,098 t/y) |
| 増加当り建設費 (M\$/t) | △ (381) | × (403) | ○ (241) |
| 操業率 (100%になる年度) | ○ (1988) | ○ (1988) | × (995) |
| 販売量増加 (額打ちになる年度) | × (1988) | × (1988) | ○ (995) |
| 電力消費量 (KWH/t) | × (2,940) | ○ (2,394) | ○ (2,394) |
| トン当り人件費 | × | △ | ○ |
| トン当り模と隔壁費用 | ○ | × | × |
| 公害設備投資 | △ | ○ | ○ |

○最大利得 ×最小利得 △中間

(1) 財務比率と追加借入金

各ケースの主要財務比率を表-9に示した。借入金返済能力を示すDSR (Debt Service Coverage Ratio)は、運転開始からCase 1では、4年間、Case 2では、5年間、Case 3では、7年間、DSRは1.0以下であり、借入金返済と利息の支払いが不可能となる。そのため借入金返済のための追加借入金が必要となる。その額は、次の通りと予測される。

(単位US\$1,000)

| | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Case 1 | 1,325 | 2,761 | 3,204 | 1,164 | 0 | 0 | 0 |
| Case 2 | 1,909 | 3,646 | 4,250 | 2,300 | 334 | 0 | 0 |
| Case 3 | 3,477 | 6,760 | 8,716 | 7,446 | 5,997 | 3,491 | 39 |

現在仮定されている融資条件は本計画にとってはおおむね厳しすぎ、緩和されなければ本計画は資金繰り上破綻を招くことになり実施は困難であると考えられる。

(3) 経済評価

経済評価を行うため次のように経済価格を設定した。

(i) 税金

全ての税金は、振替費用であるから、コストから除く。

(ii) 製品販売価格

製品販売価格は、輸入品のCIF価格(国際価格)を使用する。

カ性ソーダは、市場価格の1/2、塩素系製品は、市場価格の2倍とする。

(iii) 原料塩価格

国際市場で取り引きされている原塩の価格および品質を比較して、国内塩価格の90%を経済的な真の価値とする。

(IV) 人件費

未熟練労働者の潜在人件費 (Shadow wage) を現在の給与の1/2とする。
全人件費の10%減に相当する。

経済価格で計算した、経済的内部収益率 (ERR) と、割引率を10%として計算した現在価値 (NPV) を下に示す。いずれもW/Oと比較した増分に対するものである。

| | ERR (%) | NPV (10%) (US\$ 1,000) |
|--------|------------|---------------------------|
| Case 1 | 17.4 | 4,680 |
| Case 2 | 16.7 | 4,771 |
| Case 3 | 18.5 | 8,532 |

ERRは全てのケースで15%以上でフィージブルとみなし得る。各ケースの比較では、ERR, NPV 両方とも財務分析の結果と同じく、Case 3, Case 1, Case 2の順に投資効果が高くなっている。

経済投資率が高い理由は、もしこのリノベーションが行われないとすれば、塩素系製品の国内供給が不足し、関連工業は国産品より2倍の高価格で輸入せざるを得なくなるということに起因している。

換言すれば、カ性ソーダが輸入価格より割高で国内に販売されたとしても、国家経済の見地からみれば、ソーダ/アルカリ工業のインドネシア工業に対する寄与率は大きく今後ともに育成していく価値がある。少なくとも塩素の国内需要をまかなうだけの工場の増設は推進していかなければならない。

〔結 論〕

(1) 製品の販売可能性

カ性ソーダは大幅な供給不足であり、本計画に対する需要量に問題はない。

塩素も本計画が商業運転に入る1988年からCase 1, Case 2についてはフル操業可能なだけの需要がある。

Case 3については1995年からフル操業ができるようになるであろう。但しその場合でも、全インドネシア需給ギャップに対するPT. ISIのシェア率は65%程度であるから、販売努力を重ねることによりシェア率の向上を図れば、製品の販売量は増加するであろう。

(2) 電解プロセスの選定

現設工場の立地、敷地面積などの物理的な条件のほか経済性も合わせ考え、現有水銀法をイオン交換膜法に転換するのは妥当である。また現有整流器の活用をするために電極は、単極式を採用するのが妥当である。

(3) 原塩の供給と予備洗浄

原塩の供給量に問題は見出せない。不純分除去のための原塩の予備洗浄(水洗)は、原塩ロスが大きく経済的でないので、塩水精製プロセスへの薬剤の注入量の増加で対応すべきである。

(4) 電力の経済的な利用対策

受電圧の変更および、力率の向上のための設備投資は、電力単価を下げるのに着しい

効果があり本計画に組み込むべきである。

(5) 環境保全対策

排ガスは老朽設備の手直して、排水はpHコントロールを行うことにより解決する。水銀法電解槽を継続運転するケースでは、マッド中水銀はセメントで固化する方法をとり、水銀蒸気は洗浄塔を新設しクローズド化を行う。

(6) リノベーション計画案の選定

財務経済的にCase 3が最も収益性が高く、他に特別の理由がない限り、本案を選択すべきである。技術的にも本案はフィージブルである。

(7) 財務経済的フィージビリティ

カ桂ソーダおよび塩素は関連工業にとってすこぶる重要な基礎化学品であり、特に塩素の自給は経済的な効果がすこぶる大きい。もし塩素の自給ができなくなるとすれば、インドネシア工業の発展を大幅に阻害することになる。この点が如実にERRに反映され、18.5%という高い内部収益率を示している。

たしかに現在は、供給能力が需要を上回っているが数年のうちに供給不足の状態になると予測される。本計画による生産能力の増強は、その意味で、インドネシア経済に対する貢献度が大きい。

財務的にはFRR 9.0%であって、一応フィージブルな値となっている。但し仮定された融資条件では、本工場の資金繰りは不能となり、経営が成り立たなくなるであろう。上記の経済的な効果を達成するため、融資条件を緩和し財務的な安定性を与えなければならない。

〔勸告〕

本計画を成功せしめるための施策として、下記の諸点が実施されるように勸告する。

- (1) 管理、教育、訓練の組織と体系は、一応整備されているが、その実施面において、本報告書に提言した諸点を改善すること。リノベーションの実施後再び、数年のうちに工場の生産能力を低下させるようなことがあってはならない。
- (2) 市場開発と販売促進のため、人材と費用を投入し、新規需要の開拓、顧客へのサービスを徹底すること。潜在需要の開発努力と顧客のニーズの把握が不足しているため販売が伸び悩んでいる。
- (3) 本計画書で述べたような、製品の輸送手段の改善策を検討し、安価で安定的な供給を行う努力をすること。プロジェクト・チームを作ってこの問題を研究することが望ましい。
- (4) ソフトな融資条件を供与し、財務的なフィージビリティを与えること。所要資金を全て借入金で手当てとするとした場合の最低の融資条件は、外貨、内貨を平均したものとして下記の通りである。

〔例1〕

返済猶予期間：運転開始後2年、建設期間を含め約4年

利 率：年間10%

返済期間：猶予期間完了後10年

また所要資金の一部を資本金の増資でまかなうことも一案として考えられる。下記の条件は一つの最低条件の例である。

(例2)

Debt/Equity Ratio : 70/30

(Equityは内貨分に割り当てる)

外貨の所要資金は、下記条件で全額借り入れる。

利率：7.5%

返済：2年の返済猶予後10年元本均等払

資本金で不足する内貨分は、下記条件で借入れる。

利率：13.5%

返済：2年の返済猶予後5年元本均等払

上の二つの例のほかにも、いろいろな資金計画が考えられるが、少なくとも上記より同等以上のソフトな条件が与えられない限り、本計画の実施そのものを再考しなければならない。

- (5) 人件費の上昇が収益性を圧迫しつつある現状を勘案し、リノベーション実施後も、現有人員で操業を行うこと。

Table-1 NaOH/CL SUPPLY CAPACITY AND DEMAND BALANCE FORECAST IN INDONESIA

(Unit : 1000 t)

| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. NaOH (100%) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Demand | 118.6 | 128.6 | 139.8 | 149.2 | 159.0 | 169.9 | 180.9 | 193.4 | 206.6 | 221.1 | 236.8 | 254.0 | 266.3 | 278.8 | 294.1 | 308.7 | 323.1 |
| Total Supply | 28.6 | 30.2 | 32.0 | 34.2 | 36.7 | 39.2 | 42.6 | 46.1 | 50.8 | 55.3 | 60.7 | 67.2 | 69.8 | 72.4 | 76.0 | 79.0 | 81.7 |
| (Integrated) | 11.8 | 13.4 | 15.2 | 17.4 | 19.9 | 22.4 | 25.8 | 29.3 | 33.6 | 38.5 | 43.9 | 50.3 | 53.0 | 55.6 | 59.2 | 62.2 | 64.9 |
| Pulp & Paper | 8.6 | 10.1 | 11.8 | 13.7 | 16.0 | 18.4 | 21.6 | 24.9 | 29.0 | 33.6 | 38.7 | 45.0 | 47.3 | 49.7 | 53.0 | 55.7 | 58.1 |
| MSC | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.6 | 3.9 | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.7 | 4.9 | 5.1 | 5.3 | 5.7 | 5.9 | 6.2 | 6.3 | 6.8 |
| (Non-Integrated) | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 |
| PT. ISI | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 |
| PT. Soda Sumatra | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| Demand/Supply balance | 90.0 | 98.4 | 107.8 | 115.0 | 122.3 | 130.7 | 138.3 | 147.3 | 155.8 | 165.8 | 176.1 | 186.8 | 196.5 | 206.4 | 218.1 | 229.7 | 241.4 |
| 2. CL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Demand | 24.4 | 27.0 | 29.8 | 32.9 | 36.4 | 40.0 | 45.1 | 50.0 | 56.0 | 62.5 | 69.7 | 78.1 | 82.3 | 86.8 | 92.3 | 97.3 | 102.0 |
| Total Supply | 25.2 | 26.0 | 28.2 | 30.1 | 32.3 | 34.5 | 37.5 | 40.6 | 44.4 | 48.7 | 53.4 | 57.1 | 61.4 | 63.7 | 66.9 | 69.5 | 71.9 |
| (Integrated) | 10.4 | 11.8 | 13.4 | 15.3 | 17.5 | 19.7 | 22.7 | 25.8 | 29.6 | 33.9 | 38.6 | 44.3 | 46.6 | 48.9 | 52.1 | 54.7 | 57.1 |
| Pulp & Paper | 7.6 | 8.9 | 10.4 | 12.1 | 14.1 | 16.2 | 19.0 | 21.9 | 25.3 | 29.6 | 34.1 | 39.6 | 41.6 | 43.7 | 46.6 | 49.0 | 51.1 |
| MSC | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 3.5 | 3.7 | 3.9 | 4.1 | 4.3 | 4.5 | 4.7 | 5.0 | 5.2 | 5.5 | 5.7 | 6.0 |
| (Non-Integrated) | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |
| PT. ISI | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| PT. Soda Sumatra | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 |
| Demand/Supply Balance | -0.8 | 0.4 | 1.6 | 2.8 | 4.1 | 5.9 | 7.6 | 9.4 | 11.6 | 13.8 | 16.3 | 19.0 | 20.9 | 23.1 | 25.4 | 27.8 | 30.1 |
| Potential Market for PT. ISI | 9.4 | 9.9 | 10.7 | 11.5 | 12.3 | 13.0 | 13.7 | 14.4 | 15.1 | 15.8 | 16.6 | 17.4 | 18.3 | 19.2 | 20.1 | 21.1 | 22.2 |
| Additional Demand for PT. ISI | 0 | 0.4 | 1.2 | 2.0 | 2.8 | 3.5 | 4.2 | 4.9 | 5.6 | 6.3 | 7.1 | 7.9 | 8.8 | 9.7 | 10.6 | 11.6 | 12.7 |

Note: 1/ P (9.5) = 36 t/d x 0.88 x 300 d = 9.5 x 10³t (PT. ISI)

2/ Q (5.3) = 20 t/d x 0.88 x 300 d = 5.3 x 10³t (PT. Soda Sumatra)

Table-2 CL POTENTIAL MARKET FOR PT. ISI
(OPTIMUM CASE)

| Item | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (Unit: ton) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Potential Market for PT. ISI | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) L-CL | 1,780 | 1,820 | 1,890 | 1,950 | 2,270 | 2,410 | 2,540 | 2,670 | 2,800 | 2,930 | 3,060 | 3,170 | 3,320 | 3,450 | 3,580 | 3,710 | 3,850 |
| (2) 33% HCL | 23,000 | 24,690 | 26,680 | 28,730 | 30,240 | 31,790 | 33,400 | 35,140 | 36,930 | 38,710 | 40,630 | 42,630 | 44,770 | 47,000 | 47,420 | 51,930 | 54,660 |
| (3) 12% BLN | 600 | 650 | 730 | 750 | 800 | 850 | 910 | 970 | 1,030 | 1,090 | 1,150 | 1,210 | 1,280 | 1,340 | 1,420 | 1,490 | 1,570 |
| (4) 8% BLC | 2,500 | 2,630 | 2,890 | 3,100 | 3,330 | 3,580 | 3,850 | 4,140 | 4,450 | 4,790 | 5,150 | 5,530 | 5,950 | 6,390 | 6,870 | 7,390 | 7,740 |
| 2. CL Equivalent of Product | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) L-CL | 1,780 | 1,810 | 1,890 | 1,950 | 2,270 | 2,410 | 2,540 | 2,670 | 2,800 | 2,930 | 3,060 | 3,190 | 3,320 | 3,450 | 3,580 | 3,710 | 3,850 |
| (2) HCL | 7,360 | 7,840 | 8,540 | 9,190 | 9,680 | 10,170 | 10,690 | 11,250 | 11,820 | 12,390 | 13,000 | 13,640 | 14,330 | 15,040 | 15,810 | 16,620 | 17,490 |
| (3) BLN | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 | 100 | 110 | 120 | 120 | 130 | 140 | 150 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| (4) BLC | 200 | 210 | 230 | 250 | 270 | 290 | 310 | 330 | 360 | 380 | 410 | 440 | 480 | 510 | 550 | 590 | 640 |
| Total | 9,410 | 9,940 | 10,740 | 11,480 | 12,320 | 12,970 | 13,630 | 14,370 | 15,100 | 15,830 | 16,610 | 17,420 | 18,280 | 19,160 | 20,110 | 21,100 | 22,170 |

(Notes) CL production capacity (as CL ton) excluding plant losses.
 Existing capacity: 8,468 ton/y
 After renovation:
 Case 1 22,690 ton/y
 Case 2 12,967 ton/y
 Case 3 17,300 ton/y

Table-3 HISTORICAL EX-FACTORY PRICE (INCL. TAX) OF PT. ISI

(Unit: US\$/t)

| | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
|-----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| 1. NaOH (100%) | 235 | 290 | 200 | 328 | 450 | 490 | 395 | 293 |
| 2. L-CL (99%) | 548 | 619 | 535 | 736 | 775 | 735 | 690 | 617 |
| 3. HCL (33%) | 97 | 173 | 72 | 89 | 143 | 96 | 86 | 108 |
| 4. BLN (12%) | 156 | 173 | 115 | 123 | 146 | 157 | 137 | 95 |
| 5. BLC (8%) | 70 | 75 | 44 | 42 | 40 | 22 | 19 | 14 |
| 6. PAIR TON | 637 | 744 | 592 | 868 | 1,018 | 1,029 | 901 | 745 |
| (NaOH Price for Reference) | | | | | | | | |
| 1. CIF Indonesia (incl Tax) | 207 | 187 | 221 | 279 | 310 | 410 | 344 | 290 |
| 2. Ex-Factory Japan | 168 | 207 | 224 | 174 | 257 | 262 | 262 | 270 |
| 3. FOB Japan | 162 | 134 | 100 | 90 | 152 | 218 | 218 | 128 |
| 4. FOB USA | 110 | 109 | 118 | 104 | 160 | 217 | 220 | 147 |

(Notes) 1. CIF Indonesia: Solid NaOH

2. Ex-Factory Japan, FOB Japan, FOB USA: Converted to 100% NaOH

Table-4 EX-FACTORY PRICE FORECAST OF PT. ISI
(INCL. TAX)

| Product | (Unit: US\$/t) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| (Escalation Index) | 0.8347 | 0.8639 | 0.8985 | 0.9434 | 1.0000 | 1.0600 | 1.1236 | 1.1910 | 1.2625 | 1.3382 | 1.4185 | 1.5036 | 1.5938 | 1.6895 | 1.7908 | 1.8982 | 2.0122 |
| 1. NaOH (100%) | 300 | 310 | 323 | 339 | 359 | 381 | 403 | 428 | 453 | 480 | 509 | 540 | 572 | 607 | 643 | 681 | 722 |
| 2. HCL (33%) | 114 | 118 | 123 | 129 | 136 | 145 | 153 | 163 | 172 | 182 | 193 | 205 | 217 | 231 | 244 | 259 | 274 |
| 3. BUN (12%) | 117 | 121 | 126 | 132 | 140 | 149 | 157 | 167 | 177 | 187 | 199 | 211 | 223 | 237 | 251 | 266 | 282 |
| 4. BLC (8%) | 18 | 22 | 28 | 35 | 44 | 55 | 69 | 73 | 77 | 82 | 87 | 92 | 97 | 103 | 109 | 116 | 123 |
| 5. L-CL | 600 | 626 | 651 | 677 | 703 | 728 | 754 | 780 | 806 | 831 | 857 | 883 | 908 | 934 | 960 | 985 | 1,011 |
| 6. PAIR TON | 740 | 769 | 800 | 835 | 875 | 915 | 956 | 1,000 | 1,044 | 1,089 | 1,137 | 1,188 | 1,238 | 1,292 | 1,347 | 1,403 | 1,463 |

(Note) Pair Ton price is calculated as NaOH + L-CL/1.2 x 0.88

Table-5 ESTIMATED PROJECT COST
- CASE 1 (46 t/d) -

(Unit: US\$ 1,000)

| | Foreign | Local | Total |
|---|----------------|----------------|------------------|
| A. Plant Direct Cost | | | |
| (1) Equipment, Materials & Spare Parts | 4,726 | 1,397 | 6,123 |
| (2) <u>Civil & Erection</u> | <u>288</u> | <u>425</u> | <u>713</u> |
| Sub-Total | 5,014 | 1,822 | 6,836 |
| B. Construction Equipment | - | 628 | 628 |
| C. Ocean Freight, Insurance & Local Handling | 215 | 32 | 247 |
| D. Indirect Field Expenses | - | 741 | 741 |
| E. Engineering Services | 1,648 | 109 | 1,757 |
| F. Project Management | 80 | - | 80 |
| Base Project Cost (BPC) (in June, 1984 Prices) | 6,957 | 3,332 | 10,289 |
| G. Physical Contingency (% of BPC) | 469 (6.6%) | 331 (9.9%) | 800 (7.7%) |
| H. Price contingency <u>1/</u> (% of BPC) | 733 (10.5%) | 375 (11.3%) | 1,108 (10.8%) |
| Erected Plant Cost (End of 1987) | 8,159 | 4,038 | 12,197 |
| I. Tax and Duties | - | 1,283 | 1,283 |
| J. Pre-Operating Expenses | - | 580 | 580 |
| K. Additional Working Capital | - | 1,300 | 1,300 |
| L. Interest during Construction <u>2/</u> | 673 | 1,086 | 1,759 |
| Total Project Cost | 8,832 | 8,287 | 17,119 |

(Notes) 1/ Escalation Rate: 3.5% for 1984 and 1985,
4.0% for 1986 and 5.0% for 1987

2/ Interest Rate : 10% for the foreign currency portion
18% for the local currency portion

Table-6 ESTIMATED PROJECT COST
- CASE 2 (47 t/d) -

(Unit: US\$ 1,000)

| | Foreign | Local | Total |
|---|----------------|----------------|------------------|
| A. Plant Direct Cost | | | |
| (1) Equipment, Materials & Spare Parts | 6,025 | 1,397 | 7,422 |
| (2) <u>Civil & Erection</u> | <u>288</u> | <u>458</u> | <u>746</u> |
| Sub-Total | 6,313 | 1,855 | 8,168 |
| B. Construction Equipment | - | 722 | 722 |
| C. Ocean Freight, Insurance & Local Handling | 276 | 41 | 317 |
| D. Indirect Field Expenses | - | 788 | 788 |
| E. Engineering Services | 1,619 | 104 | 1,723 |
| F. Project Management | 80 | - | 80 |
| Base Project Cost (BPC) (in June, 1984 Prices) | 8,288 | 3,510 | 11,798 |
| G. Physical Contingency (% of BPC) | 503 (6.1%) | 349 (9.9%) | 852 (7.2%) |
| H. Price contingency ^{1/} (% of BPC) | 865 (10.4%) | 397 (11.3%) | 1,262 (10.7%) |
| Erected Plant Cost (End of 1987) | 9,656 | 4,256 | 13,912 |
| I. Tax and Duties | - | 1,452 | 1,452 |
| J. Pre-Operating Expenses | - | 580 | 580 |
| K. Additional Working Capital | - | 1,500 | 1,500 |
| L. Interest during Construction ^{2/} | 797 | 1,175 | 1,972 |
| Total Project Cost | 10,453 | 8,963 | 19,416 |

(Notes) ^{1/} Escalation Rate: 3.5% for 1984 and 1985,
4.0% for 1986 and 5.0% for 1987

^{2/} Interest Rate : 10% for the foreign currency portion
18% for the local currency portion

Table-7 ESTIMATED PROJECT COST
- CASE 3 (63 t/d) -

(Unit: US\$ 1,000)

| | Foreign | Local | Total |
|---|------------------|----------------|------------------|
| A. Plant Direct Cost | | | |
| (1) Equipment, Materials & Spare Parts | 8,050 | 1,397 | 9,447 |
| (2) <u>Civil & Erection</u> | <u>376</u> | <u>584</u> | <u>960</u> |
| Sub-Total | 8,426 | 1,981 | 10,407 |
| B. Construction Equipment | - | 865 | 865 |
| C. Ocean Freight, Insurance & Local Handling | 368 | 54 | 422 |
| D. Indirect Field Expenses | - | 900 | 900 |
| E. Engineering Services | 1,833 | 121 | 1,954 |
| F. Project Management | 80 | - | 80 |
| Base Project Cost (BPC) (in June, 1984 Prices) | 10,707 | 3,921 | 14,628 |
| G. Physical Contingency (% of BPC) | 658 (6.1%) | 390 (9.9%) | 1,048 (7.1%) |
| H. Price contingency ^{1/} (% of BPC) | 1,117 (10.4%) | 446 (11.4%) | 1,563 (10.7%) |
| Erected Plant Cost (End of 1987) | 12,482 | 4,757 | 17,239 |
| I. Tax and Duties | - | 1,799 | 1,799 |
| J. Pre-Operating Expenses | - | 630 | 630 |
| K. Additional Working Capital | - | 2,200 | 2,200 |
| L. Interest during Construction ^{2/} | 1,030 | 1,416 | 2,446 |
| Total Project Cost | 13,512 | 10,802 | 24,314 |

(Notes) ^{1/} Escalation Rate : 3.5% for 1984 and 1985,
4.0% for 1986 and 5.0% for 1987

^{2/} Interest Rate : 10% for the foreign currency portion
18% for the local currency portion

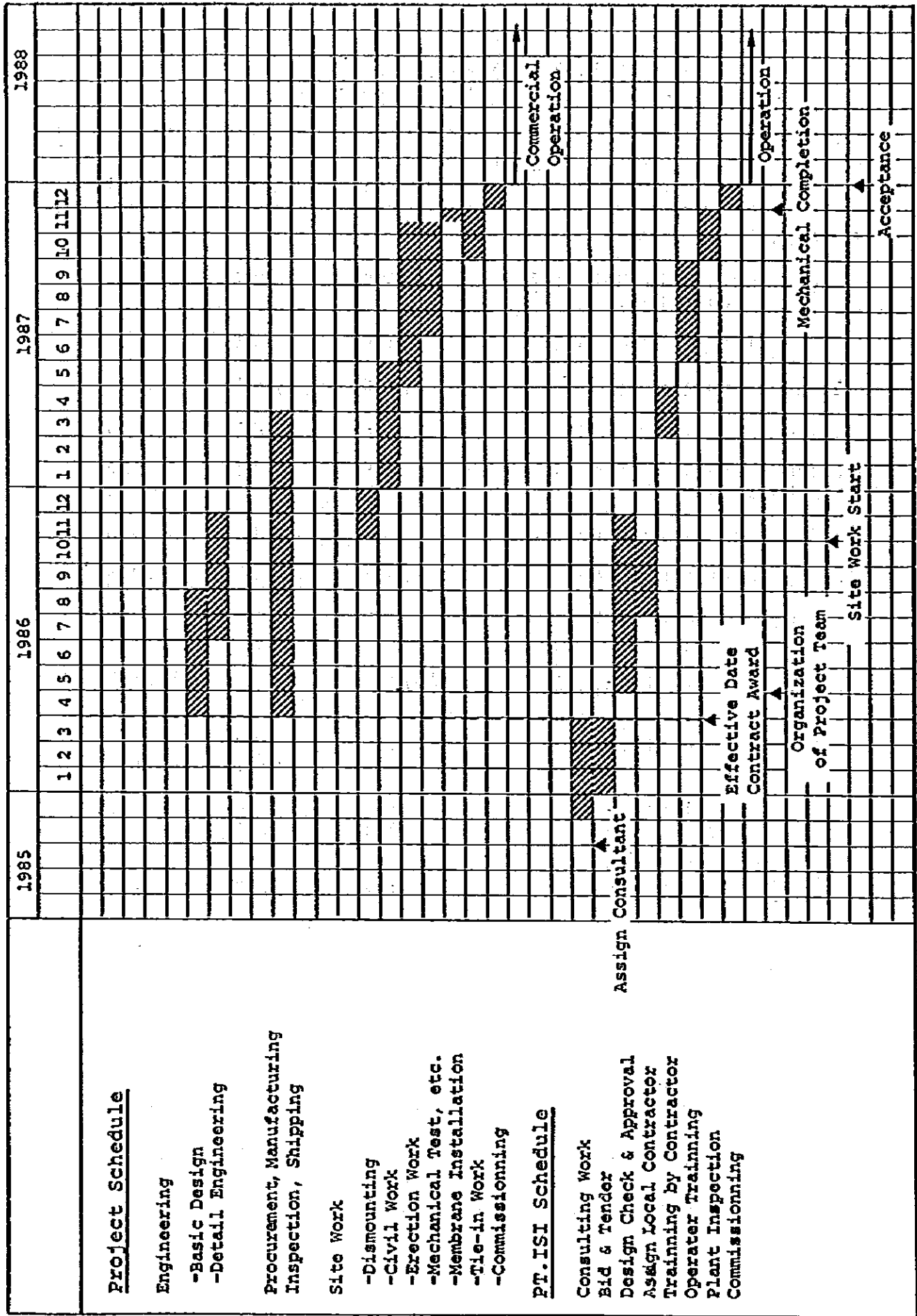


Figure-1 PROVISIONAL PROJECT SCHEDULE

Table-8 FRR AND NPV FOR INCREMENTAL

| | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|--|--------|--------|--------|
| (1) FRR-In 1984 Constant Prices | | | |
| After Tax (%) | 7.7 | 7.4 | 9.0 |
| Before Tax (%) | 8.3 | 8.0 | 11.0 |
| (2) FRR-In Current Prices | | | |
| After Tax (%) | 13.6 | 13.4 | 15.0 |
| Before Tax (%) | 14.3 | 14.1 | 17.3 |
| (3) NPV-In 1984 Constant Prices, 10% Discount Rate | | | |
| After Tax (US\$1,000) | -1,203 | -1,487 | -1,846 |
| Before Tax (US\$1,000) | -1,027 | -1,316 | 1,045 |

Table-9 SUMMARY OF FINANCIAL RATIO

| | 1986 | 1987 | 1988 ^{2/} | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---------------------------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| <u>Without Renovation</u> | | | | | | | |
| Current Ratio | 2.69 | 2.99 | 3.12 | 4.18 | 5.86 | 6.03 | 6.03 |
| D.S.R. ^{1/} | 1.54 | 1.76 | 1.97 | 2.17 | 5.26 | - | - |
| B.E.P. (%) ^{2/} | 64.0 | 60.3 | 49.4 | 41.1 | 38.6 | 40.8 | 41.1 |
| <u>Case 1</u> | | | | | | | |
| Current Ratio | 2.69 | 1.64 | 0.90 | 0.83 | 0.81 | 1.12 | 1.89 |
| D.S.R. ^{1/} | 1.54 | 1.51 | 0.84 | 0.67 | 0.79 | 0.96 | 2.46 |
| B.E.P. (%) ^{2/} | 64.0 | 58.5 | 114.0 | 93.2 | 81.7 | 73.9 | 67.9 |
| <u>Case 2</u> | | | | | | | |
| Current Ratio | 2.69 | 1.54 | 0.86 | 0.74 | 0.70 | 0.93 | 1.39 |
| D.S.R. ^{1/} | 1.54 | 1.44 | 0.81 | 0.65 | 0.76 | 0.93 | 2.19 |
| B.E.P. (%) ^{2/} | 64.0 | 58.0 | 116.9 | 96.6 | 86.3 | 78.7 | 72.8 |
| <u>Case 3</u> | | | | | | | |
| Current Ratio | 2.69 | 1.39 | 0.77 | 0.56 | 0.50 | 0.58 | 0.71 |
| D.S.R. ^{1/} | 1.54 | 1.44 | 0.74 | 0.53 | 0.63 | 0.74 | 1.73 |
| B.E.P. (%) ^{2/} | 64.0 | 58.0 | 91.6 | 74.5 | 68.9 | 64.7 | 61.8 |

(Notes) ^{1/} Debt Service Coverage Ratio
^{2/} Break Even Point in percentage of capacity utilization
^{3/} Starting Year of the commercial operation after renovation for Case 1, Case 2 and Case 3

JICA

www.jica.go.jp