


インドネシア共和国
プラント(チェブ製油所)リノベーション
計画調査報告書
(要約)

1986年1月

国際協力事業団

| |
|---|
| 鉦計工 |
|  |
| 86-4 |

RY

JICA LIBRARY



1034487[7]

インドネシア共和国
プラント(チェプ製油所)リノベーション
計画調査報告書

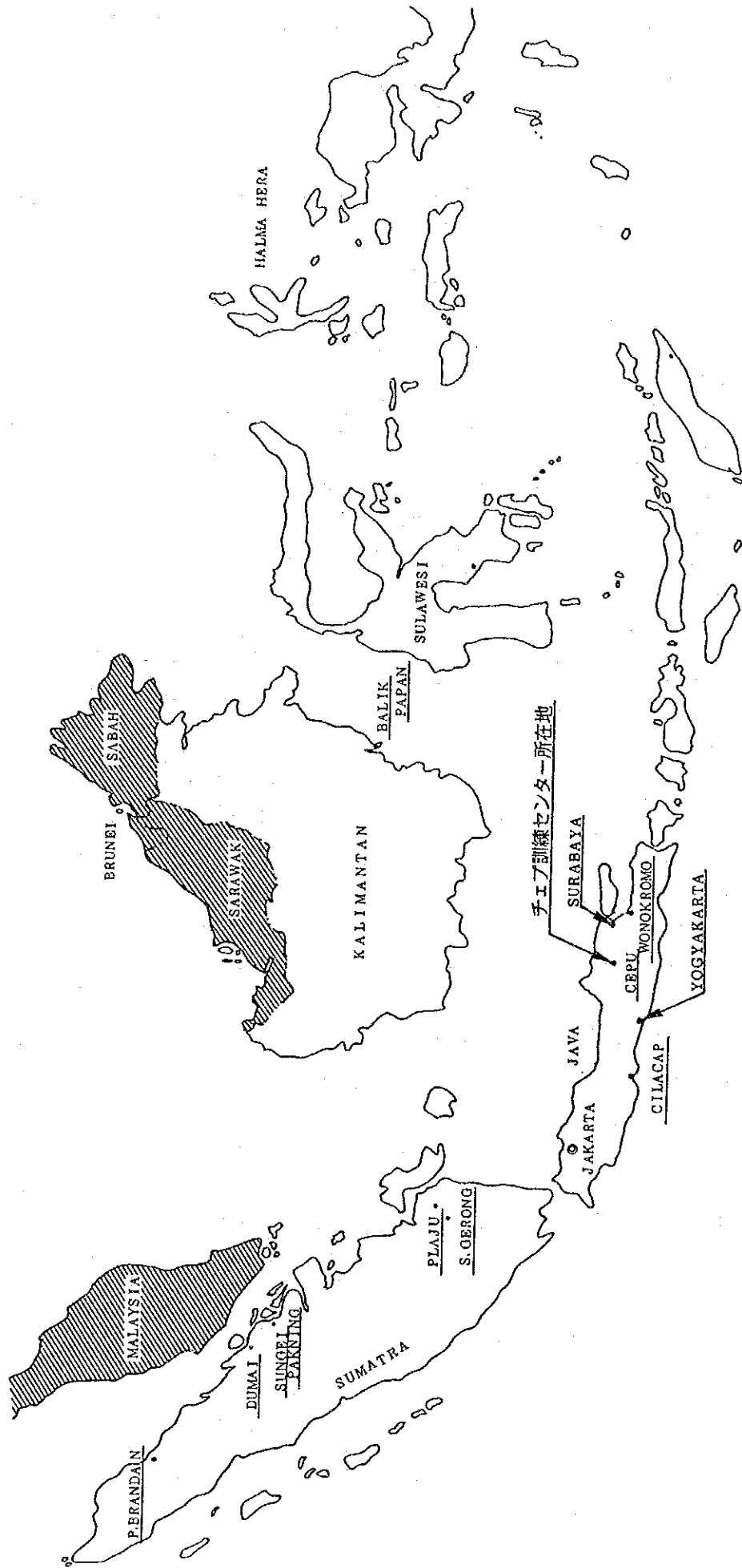
(要 約)

1986年1月

国際協力事業団

| | |
|---------------------|------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '86. 2. 20 | 108 |
| 登録No. 12423 | 68.5 |
| | MPI |

インドネシア全図



ABBREVIATIONS

| | |
|------------------|---|
| AKAMIGAS | Akademi Minyak dan Gas Bumi; Oil and Gas Academy |
| APC | ASEAN Pacific Countries |
| API | American Petroleum Institute |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| BOD | Batching oil distillate |
| CTC | Cepu Training Centre |
| HGO | Heavy gas oil |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| JCCP | Japan Cooperation Centre for Petroleum Industry Development |
| JIS | Japan Industrial Standards |
| LCV | level control valve |
| LGO | Light gas oil |
| LPG | Liquefied petroleum gas |
| NBP | Normal boiling point |
| OJT | On-the-Job training |
| PERTAMINA | Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Nasional; National oil and Natural Gas Mining |
| PH Solar | Paraffin high content solar |
| PID | Proportional, integral and derivative |
| PPT, MIGAS | Pusat Pengembangan Teknologi, Directorate Jenderal Minyak Dan Gas Bumi; Oil and Gas Manpower Development Centre |
| PPTMGB "LEMIGAS" | Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi; Oil and Gas Research and Technology Development Centre |
| RPM, rpm | Revolution per minute |
| TBP | True boiling point |
| TCDC | Technical Cooperation among Developing Countries |
| TRC | Temperature record controller |
| UNDP | United Nations Development Programme |

インドネシア共和国

プラント(チェブ製油所)リノベーション

計画調査報告書

(要 約)

目 次

| | 頁 |
|---|------|
| 第1章 序 論 | |
| 1.1 調査の背景、目的及び範囲 | S-1 |
| 1.2 調査の実施要領 | S-2 |
| 第2章 チェブ訓練センターの実情調査 | |
| 2.1 プラントリノベーションに対する政府のポリシー及び チェブ訓練センターの組織と運営 | S-3 |
| 2.1.1 チェブ訓練センターに対するインドネシア政府の考え方 | S-3 |
| 2.1.2 チェブ訓練センターの組織と運営 | S-4 |
| 2.2 トレーニング・ニーズ | S-7 |
| 2.3 センターの教育・訓練活動 | S-8 |
| 2.3.1 トレーニングの活動、スタッフの概要 | S-8 |
| 2.3.2 コース編成の現状 | S-8 |
| 2.3.3 教育訓練システムと方法 | S-9 |
| 2.3.4 スタッフ（講師/インストラクター）の能力開発 | S-13 |
| 2.3.5 トレーニング設備とトレーニング用機器 | S-14 |
| 2.4 チェブ訓練センターの生産設備とその運営及び技術的考察 | S-15 |
| 2.4.1 製油所 | S-15 |
| 2.4.2 常圧蒸留装置の機械的問題 | S-27 |
| 2.4.3 付帯関連設備 | S-36 |

第3章 診断及び対策

| | |
|---|------|
| 3.1 製油所の運転管理上の問題 | S-37 |
| 3.1.1 運転マニュアル | S-37 |
| 3.1.2 運転記録 | S-38 |
| 3.1.3 機器リスト及びメンテナンスレポート | S-38 |
| 3.1.4 加熱炉の運転管理 | S-38 |
| 3.1.5 塔槽・熱交換器の運転管理 | S-39 |
| 3.1.6 ポンプの運転管理 | S-39 |
| 3.1.7 品質管理と試験設備 | S-39 |
| 3.1.8 省エネルギー | S-40 |
| 3.1.9 実務訓練 | S-40 |
| 3.1.10 品質管理と既設のプロセスフロー | S-40 |
| 3.1.11 購買及び在庫管理 | S-41 |
| 3.2 常圧蒸留装置の機器上の問題 | S-42 |
| 3.2.1 塔槽類 | S-42 |
| 3.2.2 加熱炉 | S-43 |
| 3.2.3 熱交換器類 | S-43 |
| 3.2.4 ポンプ | S-44 |
| 3.2.5 配管 | S-44 |
| 3.2.6 計装 | S-45 |
| 3.2.7 ストラクチャー及び保温 | S-45 |
| 3.3 付帯関連設備 | S-46 |
| 3.4 AKAMIGAS及び教育ラボラトリーの設備と機器、 及び教育訓練活動一般 | S-47 |
| 3.4.1 AKAMIGAS及び教育ラボラトリーの設備、機器 | S-47 |
| 3.4.2 トレーニング活動一般 | S-49 |

第4章 リノベーション計画の作成と検討

| | | |
|-------|---|------|
| 4.1 | リノベーション計画作成の基本前提 | S-52 |
| 4.1.1 | リノベーションの対象 | S-52 |
| 4.1.2 | リノベーションに対する基本的思想 | S-52 |
| 4.2 | 製油所のリノベーション計画 | S-53 |
| 4.2.1 | 一般 | S-53 |
| 4.2.2 | プラン-I：常圧蒸留装置の新設 | S-54 |
| 4.2.3 | プラン-II：既設常圧蒸留装置の部分的更新 | S-61 |
| 4.3 | ワークショップマシーン、ラボラトリー機器及び 設備点検・メンテナンス機器のリノベーション計画 | S-65 |
| 4.3.1 | ワークショップマシーンのリノベーション計画 | S-65 |
| 4.3.2 | ラボラトリー機器のリノベーション計画 | S-66 |
| 4.3.3 | 設備の点検・メンテナンス用機器 | S-67 |
| 4.4 | トレーニング活動の改善と展開 | S-67 |

第5章 リノベーションの所要資金算定と評価

| | | |
|-------|------------------------------------|------|
| 5.1 | リノベーションの所要資金算定 | S-69 |
| 5.1.1 | 製油所 | S-69 |
| 5.1.2 | ワークショップマシーン、ラボラトリー機器、その他 | S-71 |
| 5.2 | リノベーション計画代替案の評価と比較優位 | S-71 |
| 5.2.1 | 製油所（常圧蒸留装置） | S-71 |
| 5.2.2 | ワークショップマシーン、ラボラトリー機器、及び 点検保守用機器 | S-77 |
| 5.3 | 製油所（常圧蒸留装置）のリノベーション実現スケジュール | S-77 |

第6章 調査団の結論と提言

図 表 目 次

| | 頁 |
|---|------|
| 第2-1図 鉾山エネルギー省組織図 | S-5 |
| 第2-2図 チェブ訓練センター組織図 | S-6 |
| 第2-1表 レギュラーコースと学生数(1985年) | S-10 |
| 第2-2表 学生の出身母体(勤務先) | S-11 |
| 第2-3表 SHORT COURSES AT OIL & GAS TRAINING CENTRE,CEPU | S-12 |
| | |
| 第3-1図 CTC INDONESIA OVERALL OIL FLOW DIAGRAM | S-16 |
| 第3-2図 CTC INDONESIA FLOW DIAGRAM OF TOPPING UNIT | S-19 |
| 第3-1表 KAWENGAN原油及びLEDOK原油の一般性状 | S-21 |
| 第3-2表 1984年度原油処理量及び製品生産実績 | S-22 |
| | |
| 第4-1図 CTC REFINERY INDONESIA CRUDE UNIT FLOW SHEET KAWENGAN CRUDE CASE | S-56 |
| 第4-2図 CTC REFINERY INDONESIA CRUDE UNIT FLOW SHEET LEDOK CRUDE CASE | S-57 |
| 第4-3図 新設常圧蒸留装置のプロットプラン | S-59 |
| 第4-1表 KAWENGAN原油(2,000 BPSD)の製品品質とその収率 | S-60 |
| 第4-2表 LEDOK原油(2,000 BPSD)の製品品質とその収率 | S-60 |
| 第4-4図 ケロシンのASTM IBPとFlash Pointとの関係 (1985年2月のRefinery Laboratory データ) | S-62 |
| 第4-5図 KAWENGANおよびLEDOK 原油真沸点蒸留曲線 | S-63 |
| | |
| 第5-1表 製油所(常圧蒸留装置) リノベーション計画の所要資金見積 | S-70 |
| 第5-2表 ワークショップマシーン、ラボラトリー機器 及び点検保守用機器のリノベーション所要資金見積 | S-72 |
| 第5-1図 Project Schedule(Plan-I) | S-78 |
| 第5-2図 Project Schedule(Plan-II A&II B) | S-79 |

第1章 序 論

1. 1 調査の背景、目的及び範囲

本件調査の対象である「インドネシアプラント（チェブ製油所）リノベーション計画」は昭和59年8月の日本・インドネシア技術協力年次協議においてインドネシア側のプロジェクト登録番号No. CTA-159として日本側に要請された案件に基ずく。この協力の要請内容は下記の4項目よりなるいわゆるPackage 協力要請であった。

- (1) 中部ジャワに存在するカウエンガン油田の二次・三次回収についての可能性調査。
- (2) チェブ訓練センターの石油精製プラント、関連施設、ラボラトリー、ワークショップ等の各種施設・機器のリノベーション調査。
- (3) チェブ訓練センターの教育・訓練スタッフの教育のためのプロジェクト方式技術協力。
および
- (4) チェブ訓練センターへの機器・器材供与。

上記要請に対し国際協力事業団は日本政府諸関係機関と協議した結果、事業団の開発調査で扱い得る範囲として、上記項目(2)石油精製プラントおよび関連施設のリノベーション調査のみに限ることを決定し、1985年3月に編成、派遣された事前調査団によってインドネシア側の了解を取り付けるとともに、本格調査のための仕様書（業務範囲）に双方が合意・調印の運びとなった。

本調査の目的は、チェブ訓練センターの製油プラントおよび関連諸施設、トレーニングラボ、およびワークショップ等を診断し、技術的・経済的およびトレーニング効果という観点より、リノベーションの可能性を検討し、センターの教育訓練活動および施設がインドネシア国内およびASEAN-Pacific 地域の石油・ガス工業のニーズと合致するよう最適のリノベーション案を作成することにある。

前記調査仕様書に定められた調査の範囲は概ね次の通りである。

- (1) チェブ訓練センターのリノベーション調査に対するインドネシア政府の政策・考え方。
- (2) センターの組織運営調査。

- (3) 既存施設の技術的診断。
- (4) 製油プロセスに関する調査。
- (5) 教育訓練活動に関する調査。
- (6) リノベーション案の作成と検討および評価。
- (7) 結論と勧告。

1. 2 調査の実施要領

本調査の実施に当っては、中川進団長を始めとする専門家8名から成る調査団が1985年7月1日より21日までの3週間インドネシアにおいて現地調査を行い、現地調査の結果を基礎にして帰国後詳細な検討策定を行った。現地調査に際しては、インドネシア共和国、鉦山エネルギー省石油・ガス総局の下部組織であるチェプ訓練センターのスタッフによるカウンターパートチームが編成され、現地における調査団の活動を支援した。この間に調査団が実施した主たる活動は下記の通りである。

- (1) チェプ訓練センターの施設・機器の操業と保守、センターのマネージメントおよび教育訓練活動に関する議論、ならびに将来のリノベーション計画に関する議論。
- (2) 油田、石油パイプライン、製油プラントおよび関連施設、ラボおよびワークショップ、AKAMIGAS等の訪問と諸施設・機器の点検と診断。特に製油プラントについては、操業中の点検および停止中の開放点検を実施した。
- (3) 関連諸データと情報の収集およびレビュー。
- (4) トレーニングニーズと効果に関するPERTAMINA 訓練部門およびセンターのTop Management/Senior Staff とのインタビュー。

本報告書は、上記の現地調査の結果を、帰国後さらに詳細解析し、1985年10月3日から4週間、チェプ訓練センターより3名の専門家(Ir. Santosa、Ir. Mustakim、Ir. Sunarhadiyanto)の参画を得て、意見交換を重ね作成した報告書の要約版である。

第2章 チェブ訓練センターの実情調査

本章では主としてインドネシア・チェブにおいて実施した現地調査に基づき、以下に、チェブ訓練センターの現状を紹介するとともに、下記の主要検討項目に関し、問題点を指摘し、論ずる。

- (1) チェブ訓練センターおよびそのリノベーションに対するインドネシア政府の政策と考え方。
- (2) チェブ訓練センターの組織と管理・運営。
- (3) チェブ訓練センターに対するトレーニングニーズ。
- (4) AKAMIGAS（石油学院）及び教育・訓練活動。
- (5) チェブ訓練センターの諸施設・機器（製油プラントおよび付帯施設、ラボラトリー、ワークショップ、その他の地上施設）。

これらの検討結果は次章に紹介する主要設備の詳細診断・解析の結果とともに、チェブ訓練センターのリノベーション計画代替案の作成と議論の基礎となる。

2. 1 プラントリノベーションに対する政府のポリシー及び

チェブ訓練センターの組織と運営

2. 1. 1 チェブ訓練センターに対するインドネシア政府の考え方。

チェブ訓練センターのTop Managementによると、チェブ訓練センターのリノベーションに対する基本的必要性は要約すると次の3点より成る。

- (1) 訓練センターの教師、トレーナーの知識と技能の開発、特に石油・ガス工業における各種分野の専門的知識、Teaching SkillとProfessionの開発。
- (2) 教育・訓練費およびそれに要する時間を減少最少化するための、より効果的・効率的方法の開発と採用。

および

(3) 教育・訓練実施用施設と機器、Training Aids の改良・改善と近代化（更新）。

また、インドネシア政府のチェブ訓練センターに対する基本的考え方は、

(1) 石油・ガス工業における国内教育訓練システムの重要かつ不可欠な機関で有ると同時に、

(2) 地域的（特にASEAN-Pacific）教育・トレーニングセンターとしての立場を強め、確立することにある。

そのためチェブ訓練センター自体で、必要かつ十分な教育訓練施設と機器を備え、必要な教育訓練活動をすべてチェブで実施できる体制(Selfsufficiency) を確立したいという、強い希望がある。

2. 1. 2 チェブ訓練センターの組織と運営

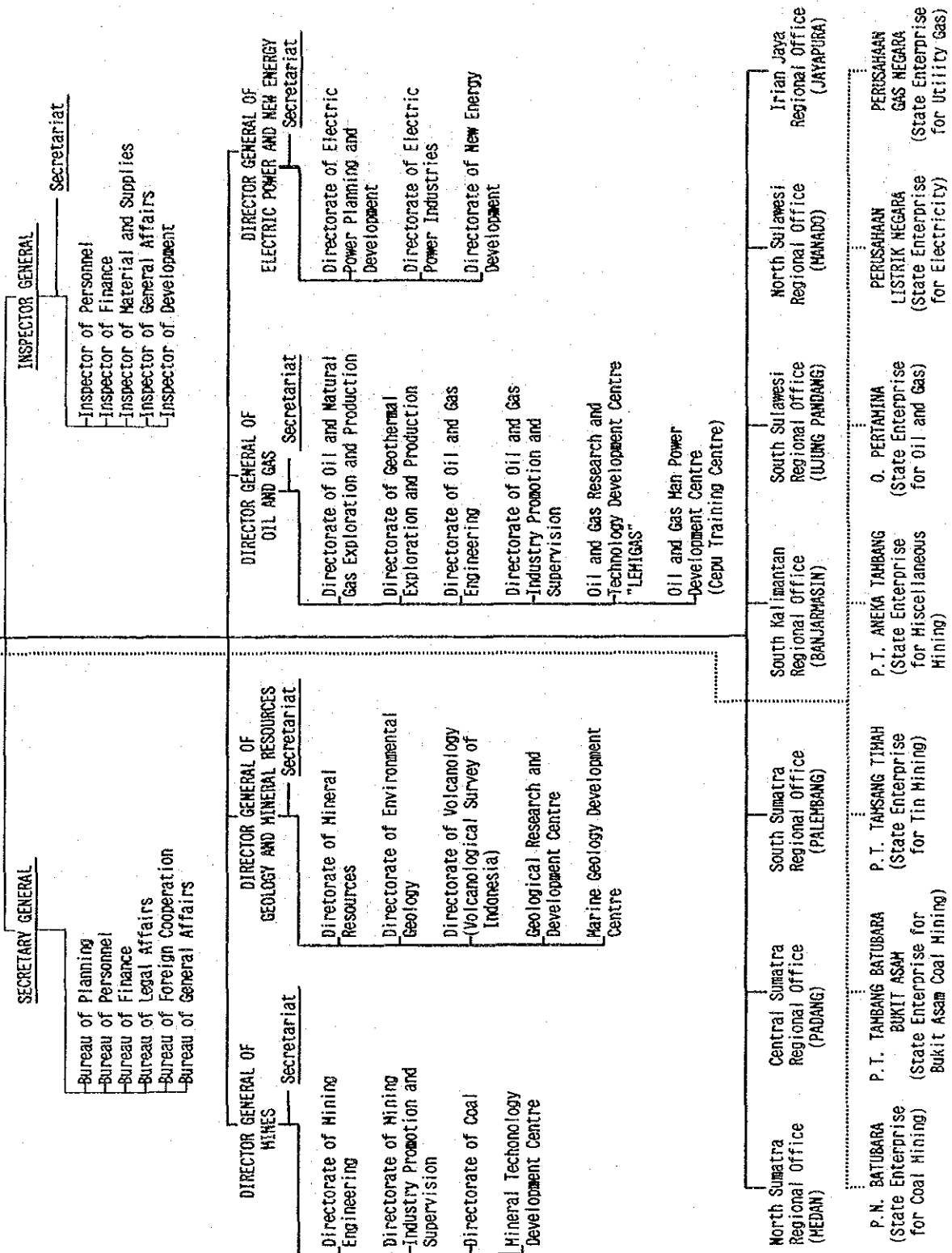
石油・ガス工業技術開発センター(LEMIGAS) は、1965年インドネシア政令により、ジャカルタのCipulia に設立された。1年後、当時ほとんどその商業的寿命も終りに近づいていたチェブの油田および製油所が、トレーニング用施設として、LEMIGAS に移譲され、この地にチェブ石油・ガス訓練センター（インドネシア語で PTT. Migas-CEPU と称せられる）がインドネシアの石油工業に必要な技術者、技能者養成を目的として設立された。チェブ訓練センターは、従来LEMIGAS の組織の一部であったが、1984年に実施された政府組織改正（[第2-1図] に1985年4月現在のインドネシア鉱山エネルギー省の組織を示す。）により、LEMIGAS より分離独立し、[第2-2図] に示される如く、LEMIGAS と並列の、鉱山エネルギー省所管の一政府機関となった。チェブ訓練センター（以下、略称して「センター」と称する）の1985年7月現在の総従業員数は、1,417人である。

チェブ訓練センターは5 Divisions、1 Department、および 1 Functional Group より成るが、その機能は次の通り総括的に分類することができる。

- 教育訓練の計画と評価
- 教育訓練の実施・遂行
- 教育訓練活動に対する技術的支援
- 教育訓練活動の管理とファイナンス

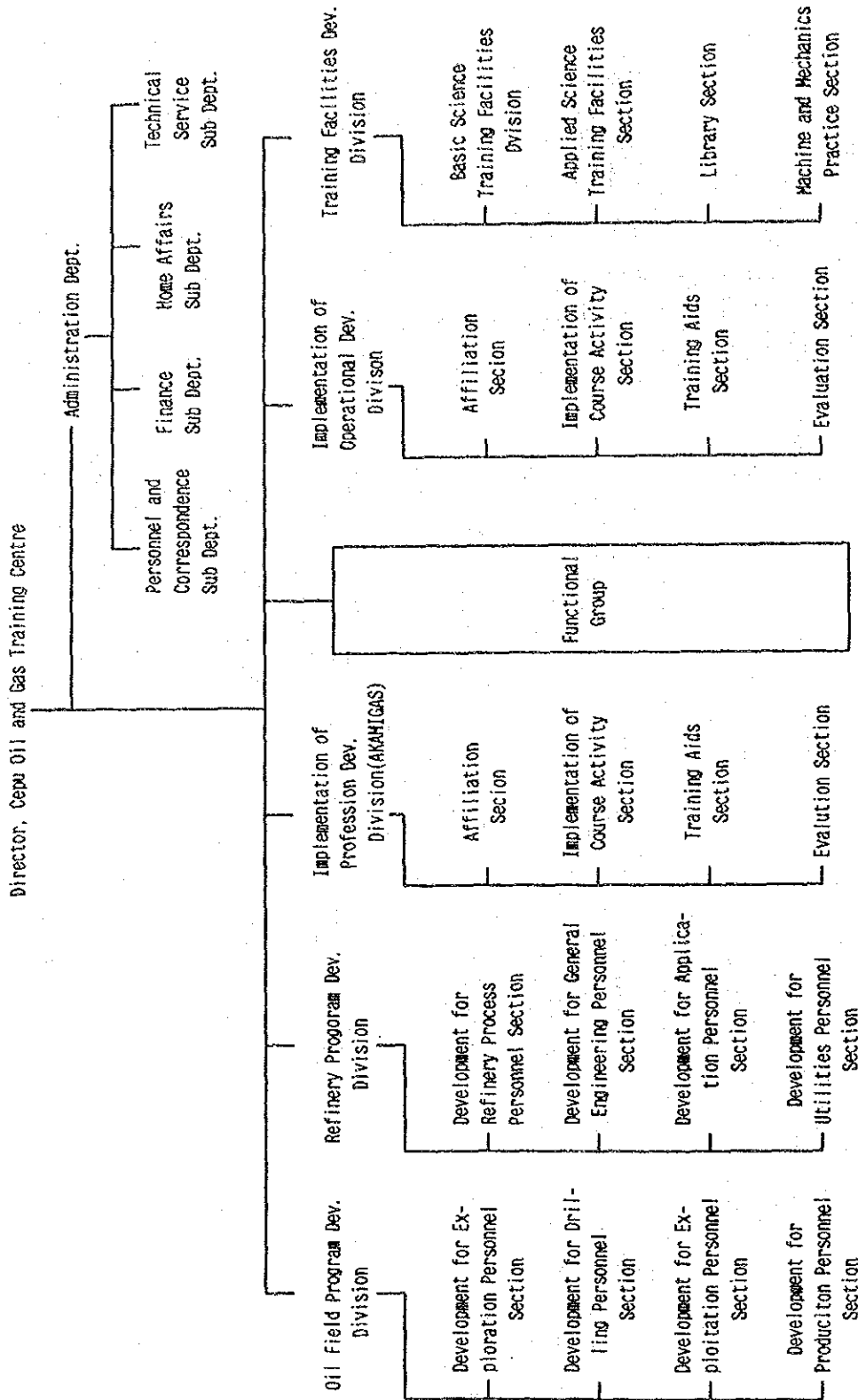
第 2 - 1 図 鉱山エネルギー省組織図

MINISTER OF MINES AND ENERGY



(注) 1985現在

第 2 - 2 図 チェア訓練センター組織図



(注) 1985年7月現在

チェブ訓練センターは重要な政府機関の一つであり、石油ガス総局長経由、直接、鉱山エネルギー大臣への報告の義務を負うと同時に、教育および訓練に関し、PERTAMINAのサービス機関として機能している。

チェブ訓練センターのTop ManagementおよびSenior Staffとのインタビュー、Cepuにおける日常業務の遂行状況の観察、さらに書類による調査結果は、センターの組織は適切に機能しており、その運営は長年の歴史と経験に支えられ、全般に確実かつ信頼のおけるものであることを示した。しかしながら、メンテナンスに対する組織とマネジメントに関しては相当改善を必要とする点も見受けられる。特に既存製油所に適用されているメンテナンス計画とその実行は、工業プラントに要求される最低限の基準にも達していないこと、また実際にこの問題が、既存製油所の安全操業に危惧（爆発・火災の危険性を伴う）を持たらしていることは明記されねばならない。チェブ訓練センターはメンテナンスおよび操業の安全性という問題に最大の注意を払う必要性がある。

2. 2 トレーニング・ニーズ

チェブ訓練センターが実施する教育・訓練に対する顧客(Client)は、①インドネシア国営石油公社のPERTAMINA、②PERTAMINAと契約を結んでいる外国石油会社（例えばBADAK, HUFFCO, ASAMERA, PTSI等）、③石油・ガス関連企業(P, T, ARUN その他)、④石油・ガス関係機関（鉱山エネルギー省、工業省およびその研究機関）、⑤開発途上国などより成る。

AKAMIGASのRegular Training Courseは主としてPERTAMINAの従業員のCarrier Development Programmeとして利用されている。しかしセンター側ではAKAMIGASの施設の収容能力上の制約のため、現在のところ毎年600～700人の学生しか受入れることが出来ず、顧客からの過大すぎる程の訓練ニーズを満たすことが十分にできない状況にある。

またチェブ訓練センターの15年以上に亘るトレーニングセンターとしての評価が国内外に高まっており、最近国外からの訓練ニーズも増大している。

これらの顧客から生ずるトレーニング・ニーズを実体化して、教育訓練を実施できるためには顧客のセンターに対する評価または信頼がなければならない。センターが従来実施した教育・訓練に関しては、センターの顧客及び卒業生に対するアンケート調査結果からも高い評価を得ていることがはっきりと認識され、センターの教育・訓練活動の展開に対する基盤は確立されていることが判る。

また、石油・ガス工業の発展の段階として新しい課題へのニーズが増加していると共に、既存の古い実習用機器の更新と近代工業技術を習得するための実習用機器として近代的かつ高度な機器（特に、各種の機器分析計や点検用の試験機器など）を導入／採用することがトレーニング・ニーズを実現するために不可欠となっている。

2. 3 センターの教育・訓練活動

2. 3. 1 トレーニングの活動、スタッフの概要

センターの各Department, Division, Sectionの主要スタッフはAKAMIGASの講師／インストラクターとなるが、Short Courseの講師／インストラクターを兼ねるスタッフもいる。1985年現在、センタースタッフからなる講師／インストラクターは133名、うち97名が講師で36名がインストラクター（主として実習トレーニングのインストラクター）である。この他、センター以外の講師を加えると講師／インストラクターの総勢は198名を数える。

2. 3. 2 コース編成の現状

センターは顧客(PERTAMINA および石油、ガス関連企業)のトレーニングニーズを充足するため、2つのタイプの教育、訓練プログラムを提供している。（レギュラーコースとショートコース）

(1) レギュラーコース

AKAMIGASのレギュラーコースは1985年現在15コース（ディシプリンとも言われる）からなり、各コースはレベルに応じてグレードⅠからグレードⅢまでである。

このプログラムの考え方はインドネシアの石油、ガス工業に働く従業員の知識、技能を向上することにあるが、主要な顧客であるPERTAMINA 従業員のキャリア開発プログラムとしての利用が最も大きい。入学者は高校卒業後1～2年の実務(on-the-job)経験を持つ者で各レベル毎の入学試験に合格する必要がある。教育、訓練のレベルと目的は次の3つからなる。

Grade I : オペレータークラスの養成

Grade II : フォーマンクラスの養成

Grade III : スーパーバイザークラスの養成

現在のレギュラーコースシステムでは、AKAMIGASでの1年間のGrade I コース終了者は、派遣先企業（出身母体）に戻って1年間の現地勤務（工業訓練とも言われる）を踏むことになる。Grade IIに進むためには再び試験(Entry Test)を受けなければならない。Grade IIの終了者も同様のステップを踏む。従ってGrade IIIを終了するまでの全体プログラムは5年間続く（これをサンドウィッチシステムと称している）。Grade IIIを終了した者のみがAKAMIGAS卒業生と呼称されるが、各レベル終了毎にDiploma I、Diploma II、Diploma IIIの資格を得ることができる。

85年現在実施されているコース名と各コース、グレードに参加している学生数を〔第2-1表〕に、学生の出身母体の構成を〔第2-2表〕に示す。約80%の学生はPERTAMINA従業員で占められていることがわかる。

(2) ショートコース

1984年1月から1985年4月までに実施されたショートコースを〔第2-3表〕に示す。AKAMIGASのレギュラーコースと並行して多数のショートコースが実施されている。

2. 3. 3 教育訓練システムと方法

(1) カリキュラムとシラバス

1年は2学期に分かれ、各学期は17週で構成される。各サブコースの2学期には7週間のField Work Trainingが実施されるので、全体の訓練期間は41週となる。各Courseに対するシラバスはインドネシア語で書かれているが凡てのコースに準備され、Short Courseのシラバスを含めると全部で凡そ760のシラバスが現在存在する。AKAMIGASに於ける教育訓練のSoftware Materialとしてカリキュラムとシラバスは重要な役割を果す。このためカリキュラムはAKAMIGASとClients (Users)との協議のもとに石油・ガス総局長(Director General of Oil & Gas)の認可を経てつくられている。

(2) トレーニングシステムと方法

AKAMIGASで行われる教育及至学習方法は

- 教室での理論の講義
- 講義によって得られた知識を補完・強化するために行われるラボラトリー及びワークショップでの実習

第2-1表 レギュラーコースと学生数(1985年)

| No. | コ　　ー　　ス | 学　　生　　数 | | | 合　　計 |
|---------|--|---------|----------|-----------|------|
| | | Grade I | Grade II | Grade III | |
| 1 | Topography | 8 | - | - | 8 |
| 2 | Geology | 12 | - | - | 12 |
| 3 | Drilling | - | 15 | - | 15 |
| 4 | Exploration | 17 | 11 | 14 | 42 |
| 5 | Production | 11 | 21 | 11 | 43 |
| 6 | Refining | 38 | 21 | 16 | 75 |
| 7 | Refining Laboratory | 14 | 12 | - | 26 |
| 8 | Utilities | 22 | 18 | 14 | 54 |
| 9 | Instrumentation & Electronics | 39 | 24 | 14 | 74 |
| 10 | Oil Field Mechanical Engineering | 26 | 15 | 16 | 57 |
| 11 | Refinery Mechanical Engineering | 23 | 21 | 13 | 57 |
| 12 | Electrical Engineering for Petroleum Industry | 23 | - | 13 | 36 |
| 13 | Civil Engineering for Petroleum Industry | - | - | 17 | 17 |
| 14 | Logistics | 30 | - | 20 | 50 |
| 15 | Accounting for Petroleum Industry | 18 | 11 | 12 | 41 |
| 計 | | 281 | 166 | 160 | 607 |
| パーセンテージ | | 47% | 27% | 26% | 100% |

第2-2表 学生の出身母体（勤務先）

| 出身母体 | '84/'85 | | '82/'83 | |
|------------------------------|---------|------|---------|-------|
| | 名 | % | 名 | % |
| ① PERTAMINA | 473名 | 78% | 549名 | 80.7% |
| ② Foreign Contractor | 49 | 8 | 44 | 6.5 |
| ③ Directorate General MIGAS | 6 | 1 | | |
| ④ Ministry of Mines & Energy | 2 | 0.3 | | |
| ⑤ PPT LEMIGAS | 18 | 3 | 15 | 2.2 |
| ⑥ PPT MIGAS | 59 | 9.7 | 72 | 10.6 |
| 合計 | 607名 | 100% | 680名 | 100% |

(1) '82/'83 および '84/'85 の2例を示したが、PERTAMINA がAKAMIGASの顧客の主要部分（約80%）を占めることがわかる。

(2) 外国系企業としてはBADAK, HUFFCO, ASMERA, PTSI, TESORO 等数十社がある。

第2-3表 SHORT COURSES AT OIL & GAS TRAINING CENTRE, CEPU
(January 1984 - April 1985)

| No. | Title | Duration | Participants | Remarks |
|-----|---|----------|--------------|---------------|
| 1. | Basic Administrative Management | 8 weeks | 23 | 1st batch |
| 2. | Introductory to Exploration | 2 weeks | 11 | |
| 3. | English (Advanced) | 24 weeks | 34 | 5 groups |
| 4. | Boilers Operators | 2 weeks | 14 | |
| 5. | Block Station Operators | 2 weeks | 17 | |
| 6. | Continuous Gas Lift | 2 weeks | 15 | |
| 7. | Field Geology | 4 weeks | 15 | |
| 8. | Laboratory Geology | 3 weeks | 15 | |
| 9. | Well Testing | 2 weeks | 14 | |
| 10. | Net Work Planning | 1 week | 22 | 1st batch |
| 11. | Net Work Planning | 1 week | 24 | 2nd batch |
| 12. | Job Analysis | 3 weeks | 26 | |
| 13. | Intermittent Gas Lift | 2 weeks | 12 | |
| 14. | Evaluation Technique for Skill Training | 3 weeks | 19 | 1st batch |
| 15. | Intermediate Administrative Management | 10 weeks | 30 | |
| 16. | Fire & Safety | 3 days | 90 | 6 groups |
| 17. | Explosive Prevention & Security | 2 days | 47 | |
| 18. | Evaluation Technique for Skill Training | 4 weeks | 18 | 2nd batch |
| 19. | Teaching Technique of Special Skill | 4 weeks | 17 | 2nd batch |
| 20. | Self Defence | 5 days | 37 | 3 groups |
| 21. | Evaluation Technique for Skill Training | 4 weeks | 10 | 3rd batch |
| 22. | Basic Administrative Management | 8 weeks | 23 | 2nd batch |
| 23. | Natural Gas Engineering | 2 weeks | 15 | |
| 24. | Building Construction Supervision | 3 weeks | 17 | |
| 25. | Water Treatment | 4 weeks | 12 | |
| 26. | AC & Refrigeration | 6 weeks | 11 | |
| 27. | Fire Fighting | 4 weeks | | all employees |
| 28. | Introductory to Computer | 4 weeks | 24 | |
| 29. | English (Intensive) | 8 weeks | 82 | 8 groups |
| 30. | Quality Control Analysis Supervision | 4 weeks | 24 | |

Source: UNDP Report

- 各専門分野の実際の現場で訓練を行うOn-the-job training

の3つの要素に分けられている。

講義および実習の時間比率はGrade別に次のように按分されている。

| | Grade I | Grade I | Grade I |
|---------|---------|---------|---------|
| 講義 / 実習 | 40 / 60 | 50 / 50 | 60 / 40 |

即ちレベルが初級では実習の割合が多く、レベルが上るにつれて講義・理論が増加する。AKAMIGASに於ける教育では実際面が各々のコースプログラムで重視されているが、その教え方はどちらかと言えば教師主導型である。Regular Course I 学期の終りとII 学期の終りに各々試験が実施される。また、II 学期の試験に合格した者は国家試験を受験する。この国家試験は論文作製方式で、Grade I、II、III 毎に行われ、文部省のスタンダードに則り実施される。

2. 3. 4 スタッフ（講師 / インストラクター）の能力開発

AKAMIGASの常勤講師 / インストラクター133名のうち大半の約100名は“Sarjana” Degrees および“Sarjana Muda” Degrees を持っており、残りがnon-graduateである。非常勤の講師はPERTAMINA、大学などから招聘されるが、これらの非常勤講師は各分野の専門家であり、資質的には問題ない。

各個人の資質向上ニーズとセンターの教育、訓練機関としてのニーズから、スタッフには比較的多くの訓練機会が与えられている。その第1は国内に於けるトレーニングで大学とか専門分野の機関に短期間派遣される。その第2は外国に於けるTraining Fellowshipへの参加である。現在迄にUNDP、JCCP、USAID、Colombo PlanなどのSponsorshipで約50名が参加している。

これらのスタッフトレーニング、特にフェローシップトレーニングで得られた知識と技能は、センターのトレーニングシステムやプログラムを改善、発展されるのに役立っている。

2. 3. 5 トレーニング設備とトレーニング用機器

(1) トレーニング設備

チェブ訓練センターのトレーニング設備の主要なものは次のものからなる。

AKAMIGAS : Regular CourseおよびShort Course用教室(Library, Language Laboratoryを含む) からなる。

Laboratory : 各専門コースLaboratoryが集合した教育ラボラトリーと若干の個別または新設ラボラトリーからなる。

Workshop : プラント設備のためのRepair Workshop とTraining用のWorkshopからなる。

Operational Facilities : Refinery Plant, Utilities, Water Treatment, Oil Transport and Storage, Drilling Rig およびOil Fieldsからなる。

(2) トレーニング用機器、機材

a) 教育用補助機器、機材

オーバーヘッドプロジェクター(OHP)、スライド、フィルム映写機、ビデオカメラ、TVが利用されているがその数はすくない。

b) ラボラトリー実習用機器、装置

— ラボラトリー機器

AKAMIGASのラボラトリーは夫々の専門分野毎に設けられており、学生の実習のための各種実験、測定ならびに操作習熟用の機器、機材が備えられている。

一部の機器類については新規に購入又は更新がなされてはいるが、全般的には古く、使用に耐えなくなった機器類を、まだ数多く保有していることが判る。特にInstrumentation & Electronics Laboratory及びProduction Laboratory に於てこのことが

著しい。

－ シミュレーター、パイロットプラント、Unit Operation装置など

本格プラント又は本格設備の運転法を模擬的に訓練するための機器としてシミュレーターあるいはパイロットプラントが使用されている。

教育ラボラトリー内のOil Laboratoryの一角にセンターの手製になるUnit Operation用訓練装置が設置されている。

2. 4 チェプ訓練センターの生産設備とその運営及び技術的考察

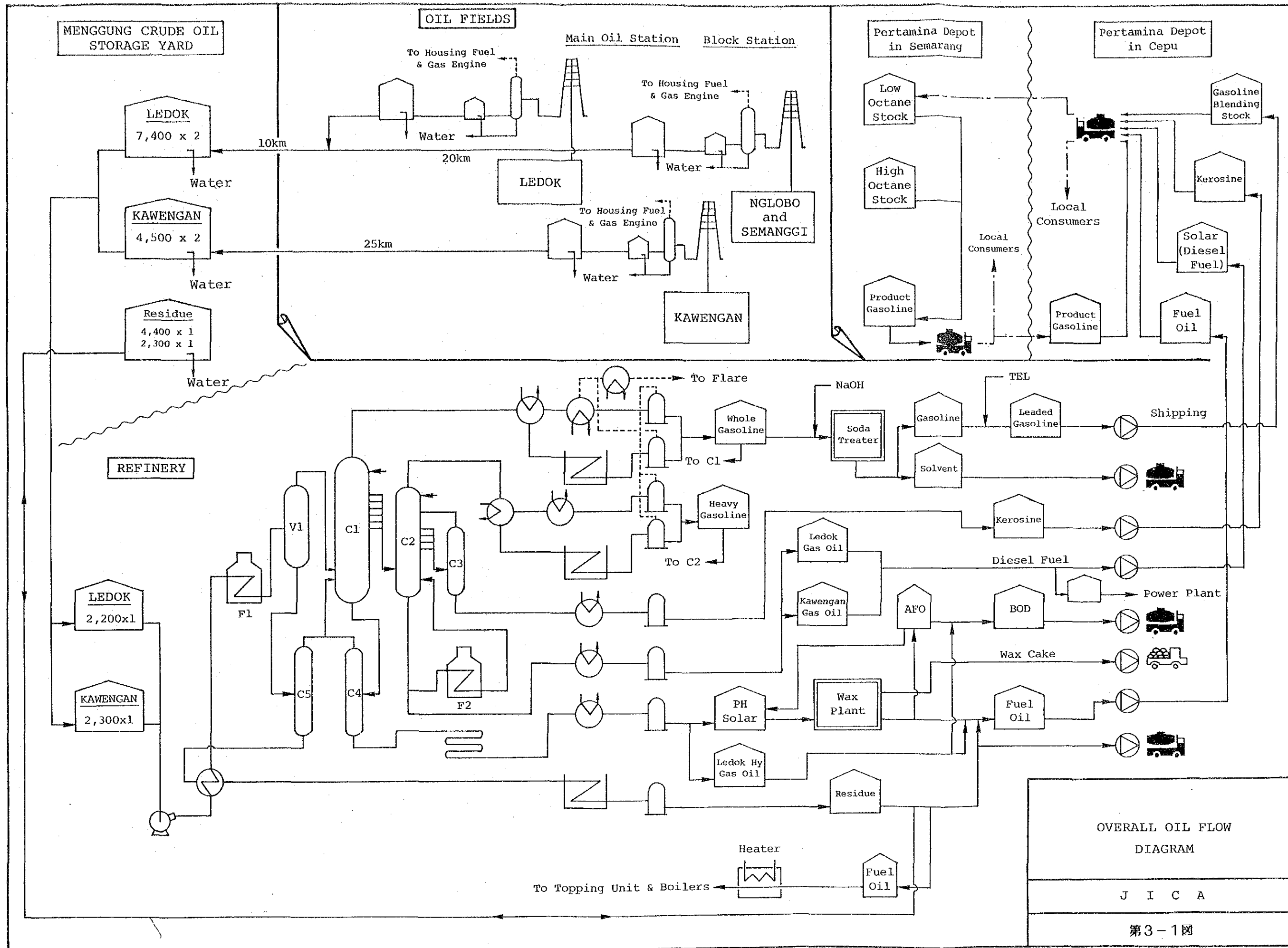
2. 4. 1 製油所

(1) 設備の概要

センターの生産設備は、上流の油田の原油生産設備、下流の石油精製設備である常圧蒸留装置とその付帯関連設備、さらにそれを結ぶパイプライン等より成る。

製品の出荷先は、ブルタミナのチェプ油槽所(Cepu Depot)と地場産業であり、前者へはパイプライン、後者へはタンクローリで出荷されている。

これら全体のオイルフローをまとめて [第3-1図] に示した。



OVERALL OIL FLOW
DIAGRAM

J I C A

第3-1图

1985年 7月時点におけるセンターの製油所関係設備の概要は次のとおりである。

| 設備・装置名 | 規 模 そ の 他 |
|---------|---|
| 常圧蒸留装置 | 2, 000 BPSD |
| ワックス装置 | 60 kl/D |
| 貯油設備 | 原油タンク 2基、製品・半製品タンク34基、 その他タンク 6基 |
| 出荷設備 | ・パイプライン (ガソリン、灯油、軽油、燃料油) 4系列 ・タンクローリ (ソルベント、BOD、残渣油) 3系列 |
| ボイラ設備 | 6 T/H × 3基 (煙管式) |
| 発電設備 | 820 KVA × 3基 (ディーゼルエンジン使用) |
| 水処理設備 | ・冷却用水、ボイラ水、消火用水、飲料水の 4系列 ・冷却塔 (常圧蒸留装置用、ワックス生産装置用) 2系列 |
| 消火設備 | タンク泡消火作動設備 2系列、消防車 1台、 可搬式消火エンジン 2台 |
| 排水処理設備 | CPI 1式、コンベンショナル油水分離設備 2式 |
| 試験設備 | Oil Laboratory及びAnalytical Laboratory |
| ワークショップ | Repair Workshop, Construction Workshop, Foundry, Pipe Shop |

| | | |
|-----|----------|----|
| その他 | ガソリン洗浄設備 | 1式 |
| | 加鉛設備 | 1式 |
| | 燃料油システム | 1式 |
| | 燃料ガスシステム | 1式 |

リファイナリーのプロセスフローを〔第3-2図〕に示す。製油所にはLedok 原油 Kawengan 原油の2基の原油タンクがあり、これらを常圧蒸留装置でBlocked Operation により処理している。

原油は残油ストリッパー(C5) 塔底油との熱交換(E1) により約90℃まで昇温した後、加熱炉(F1)によりさらに所定の温度(出口温度:Ledok 原油300℃, Kawengan 原油350℃)に加熱し、エバポレーター(V1) でフラッシュさせて気・液を分離し、液体は残油ストリッパーへ、気体はC1カラムへ送られる。

このC1カラムでは、塔頂より全留ガソリン、塔側より重質ガソリン・灯・軽油留分、塔底より含ろう油(PH Solar)が抽出される。その運転管理は、塔頂温度(Ledok原油115℃, Kawengan原油120~125℃) を目標として、専用のガソリン循環タンク経由でリフラックス量を調整する事により行なっている。〔第3-2図〕のフローでは軽質ガソリン、重質ガソリンに分離されているが、実際操業ではC1の塔頂から全留ガソリンを抜き出し、C2の塔頂の重質ガソリンは全量リフラックスとして使用している。これはガソリンと灯油の切れを良くするためと理解される。

一方、塔頂運転圧力は、ガスバランラインが圧力コントロールバルブ無しに直にフレアーラインへ接続されているので、0.2~0.3kg/cm²・Gである。

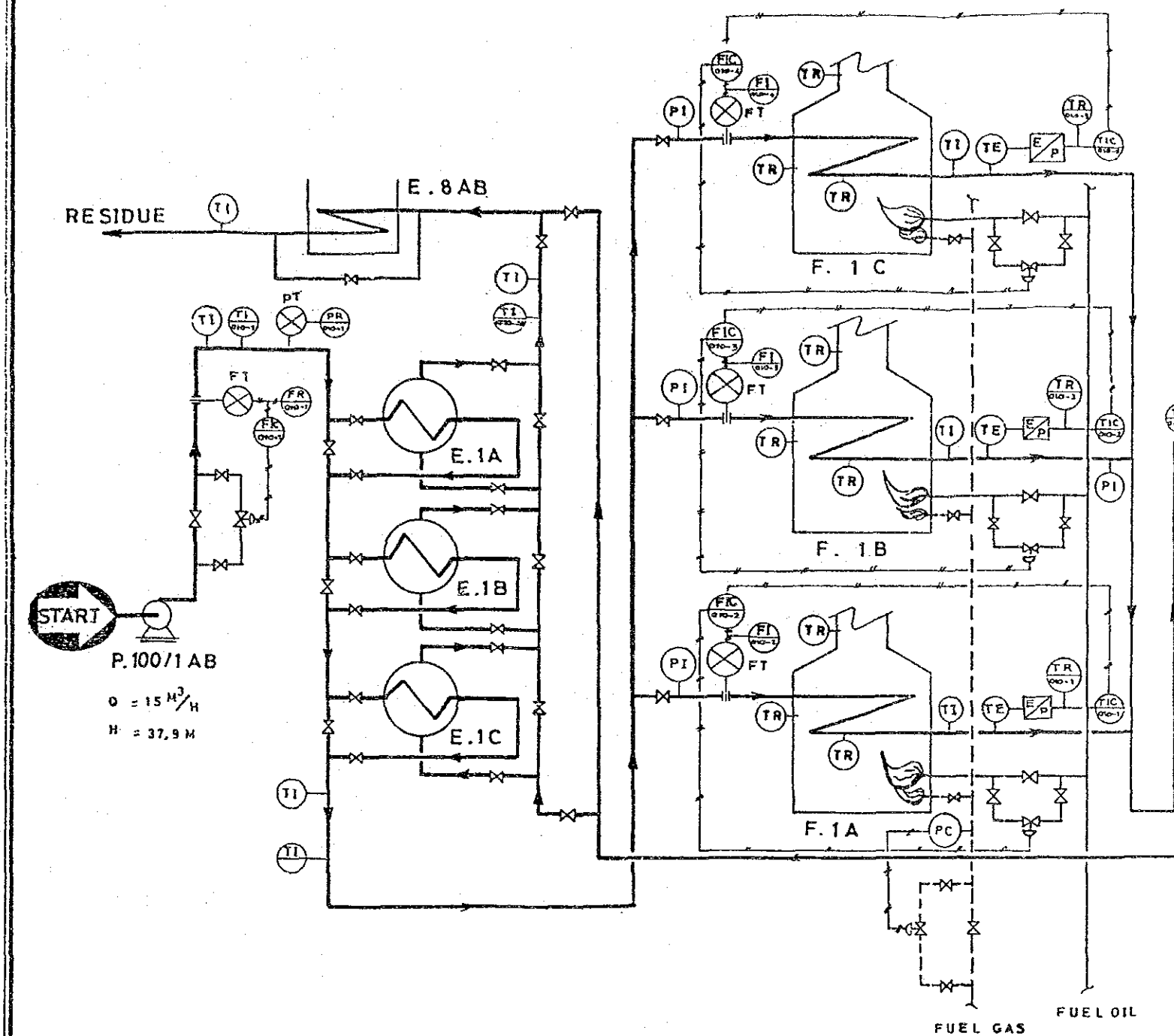
含ろう油は軽油ストリッパー(C4) を経由して軽質分を除去した後、タンクへ送られる。

側留出油(重質ガソリン・灯油・軽油)は混合してC2カラムへフィードされ、塔頂より重質ガソリン、塔側より灯油、塔底より軽油が採取されている。C2カラムの塔頂温度は、重質ガソリンのリフラックス量の変化、及び塔底油の一部をリボイラ加熱炉(F2)を通して加熱循環することにより調整されている。

側留出油の灯油留分は、さらに灯油ストリッパー(C3) で処理し、その引火点の調節が行われている。

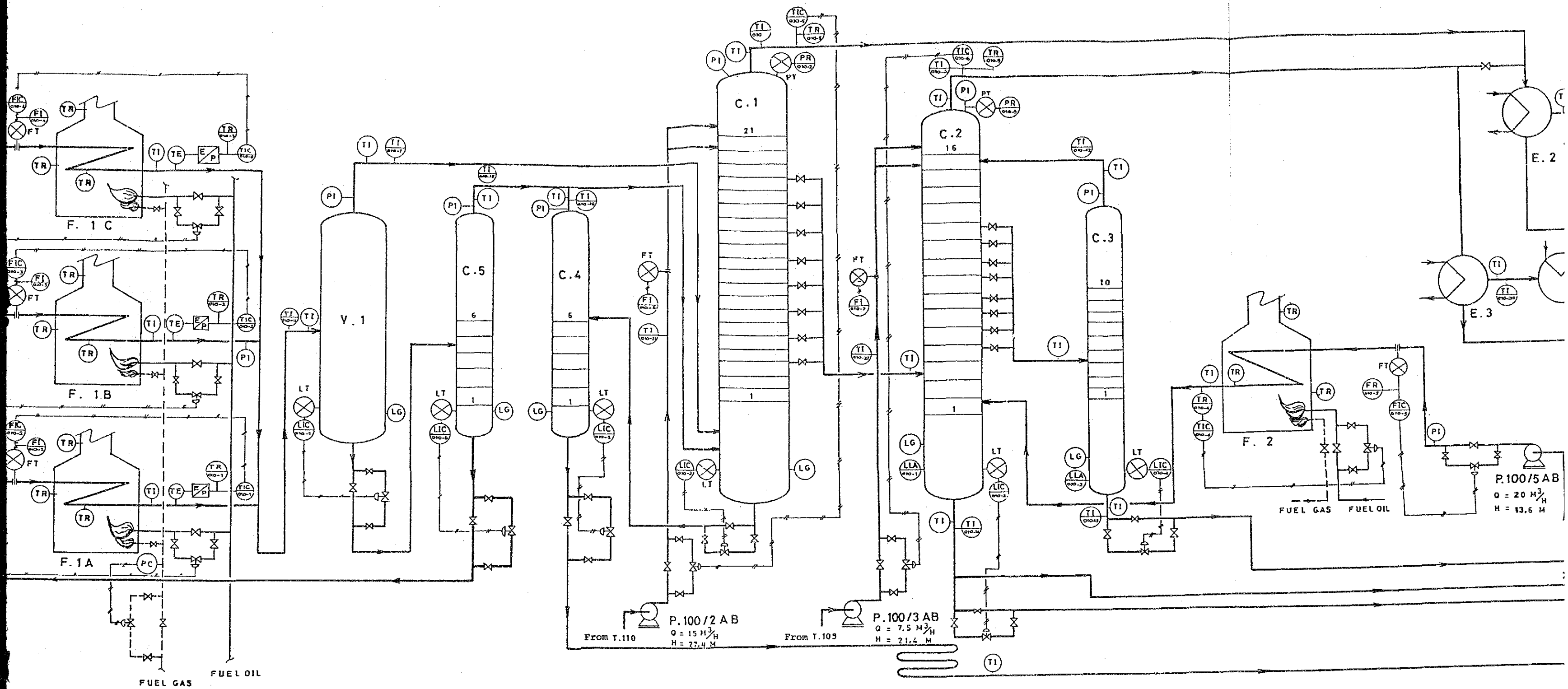
(2) 原油及び製品

チェブ訓練センターの製油所ではチェブ近郊にセンター自体が所有するKawengan、Ledok、Nglobo、およびSemanggiの4油田から産出する原油を処理している。地理的問題、交通手段、及び市場の問題から判断し、インドネシアのその他の原油がチェブで処理される可能性及びその必要性は今後共なさそうである。

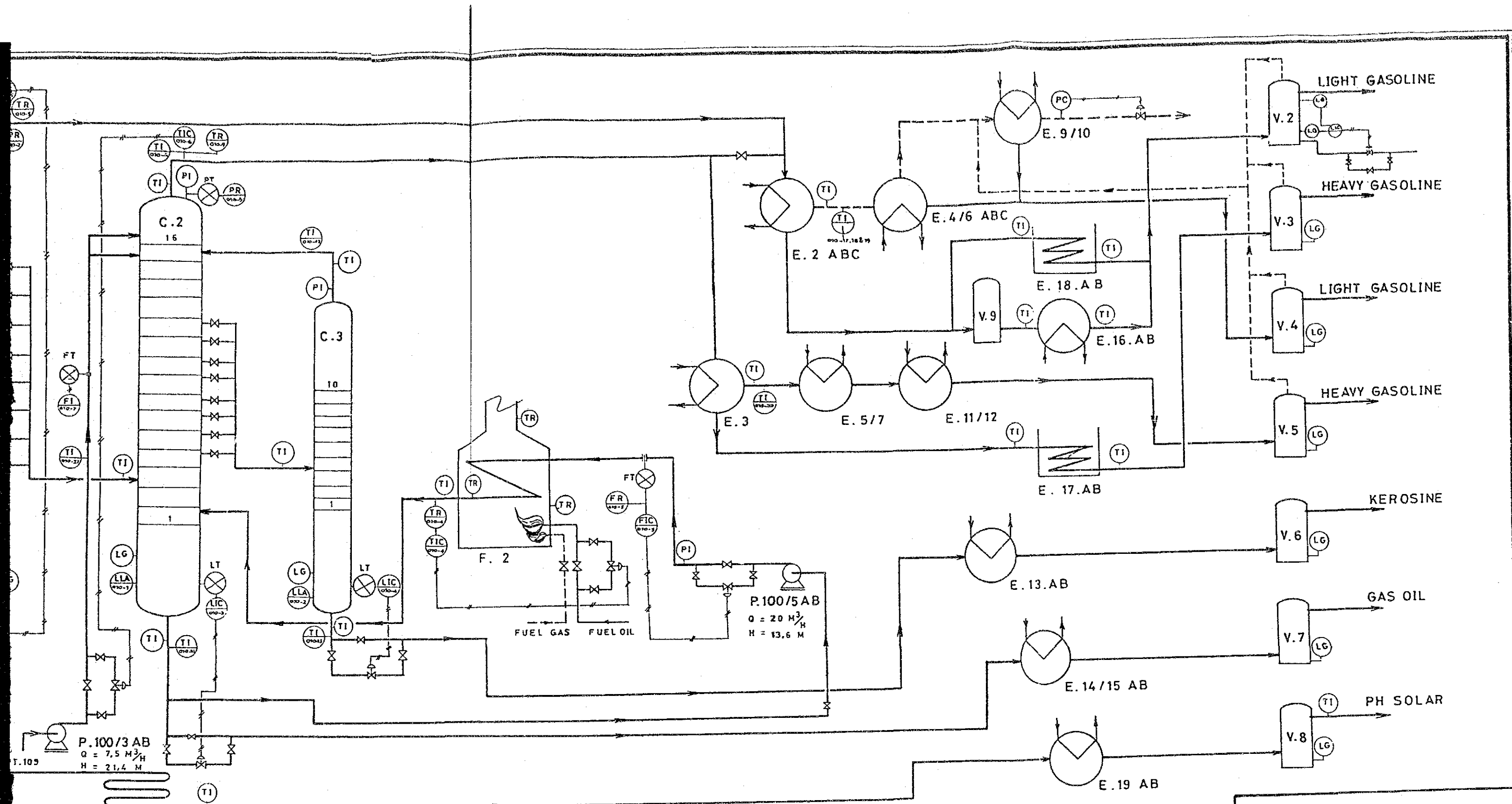


LEGEND

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------|
| P.100/1AB = Feed Pump | F 1ABC = Feed Furnace | C 3 = Kero Stripper | E 4/6 |
| P.100/2AB = Reflux Pump C.1 | F 2 = Reboiler Furnace | C 4 = Solar Stripper | E 9/ |
| P.100/3AB = Reflux Pump C2 | C.1 = Fractionator Column (Hekman 1) | C 5 = Residue Stripper | E 17- |
| P.100/4AB = Reboiler Pump | C 2 = Fractionator Column (Hekman 2) | E 1ABC = Feed/Residue | E 16 |
| V 1 = Evaporator | | E 2ABC = Condenser | E 3, |



| | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|---|---|
| <p>ance</p> <p>Furnace</p> <p>tor Column</p> <p>1)</p> <p>tor Column</p> <p>2)</p> | <p>C 3 = Kero Stripper</p> <p>C 4 = Solar Stripper</p> <p>C 5 = Residue Stripper</p> <p>E 1ABC = Feed/Residue</p> <p>E 2ABC = Condenser</p> | <p>E 4/6 ABC = Condenser</p> <p>E 9/10 = Condenser</p> <p>E 17-18AB = Box Cooler</p> <p>E 16 AB = Alco Cooler</p> <p>E 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 15 & 19 = Cooler</p> | <p>S 15/18 = Separator</p> <p> = Electrical/Pneumatic</p> | <p> = Local Mounted Instrument</p> <p> = Board Mounted Instrument</p> <p>TI = Temperature Indicator</p> <p>TR = Temperature Recorder</p> <p>TIC = Temperature Indicator Controller</p> | <p>PR = Pressure Recorder</p> <p>PC = Pressure Controller</p> <p>PI = Pressure Indicator</p> <p>PT = Pressure Transmitter</p> <p>FT = Flow Transmitter</p> | <p>FR = Flow Recorder</p> <p>FI = Flow Indicator</p> <p>FIC = Flow Indicator Controller</p> <p>LT = Level Transmitter</p> <p>LI = Level Indicator</p> | <p>LIC = Level Indicator Control</p> <p>LLA = Low Level Alarm</p> |
|--|---|--|---|--|--|---|---|



| | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| PR = Pressure Recorder | FR = Flow Recorder | LIC = Level Indicator Control |
| PC = Pressure Controller | FI = Flow Indicator | LLA = Low Level Alarm |
| PI = Pressure Indicator | FIC = Flow Indicator Controller | |
| PT = Pressure Transmitter | LT = Level Transmitter | |
| FT = Flow Transmitter | LI = Level Indicator | |

CTC INDONESIA
 FLOW DIAGRAM OF TOPPING UNIT
 J I C A
 第3-2图

Kawengan原油およびLedok原油(Ledok、Nglobo、Semanggi)の過去6年間の生産実績ならびに今後11年間(1985-1995)の生産予測によると、Kawengan/Ledok原油の生産比率はほぼ60/40である。このためセンターの製油所ではBlocked Operationにより、Kawengan原油処理5日間、Ledok原油処理3日間の切り替え操業が行われている。この必要性は今後共変らないと考えられる。また、今後の原油の生産総量は現在検討中のEnhanced Recovery Programmeによる生産増を考慮しても1,500-1,600 BPSD程度と考えられる。Kawengan、Ledok両原油の一般性状を[第3-1表]に示す。また1984度の原油処理量および製品生産量の実績を[第3-2表]に示す。[第3-2表]によると1984年度製品生産実績の内、センターがプルタミナへ出荷した製品は加鉛ガソリン、灯油、ディーゼル軽油および燃料油であり、これらの総計は約25,000kl(65%)であった。

一方、溶剤、BOD、残油、ワックスは、地場産業向けにセンターが直接消費者へ販売しており、それらの総計は約7,300kl(19%)であった。

残りは、センターのリファイナリープラント、ボイラ、発電設備で使用された自家燃料と在庫調整分であり、その量は約5,900kl(16%)となる。

(3) 生産計画と実務訓練計画

a) 生産計画の現状

センターは、毎年7月に翌年の生産計画を立案し、常圧蒸留装置での原油処理量と製品生産量をプルタミナへ連絡している。この生産計画は、原油計画生産量と実務訓練(OJT)計画が基本となる。

インドネシア全体に対するチェブ製油所の製品生産量の比率は極端に小さく、実際上無視できるほどのものである。1983年にチラチャップとバリクパパン両製油所の常圧蒸留装置が大幅に増設され、インドネシア国内の常圧蒸留装置能力が505,000 BPSDから905,000 BPSDに増強された結果、現在ではその比率は0.4%から0.2%程度にまで低下している。

b) リファイナリープラントによる実務訓練(OJT)計画

AKAMIGASは1年間2学期制で、一般にはクラスルームにおける講義受講及び教育実習室での実習を終えたRefining Courseの学生が各学期の終りに、2ヵ月間、常圧蒸留装置でOJTを受ける。

第3-1表 Kawengan原油及びLedok 原油の一般性状

| Properties | Kawengan Crude Oil | L e d o k Crude Oil |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Specific Gravity, 60/60 °F | 0.8530 | 0.8305 |
| API Gravity at 60 °F | 33.2 | 38.9 |
| Kinematic Viscosity, cSt, at 100°F | 5.17 | 3.46 |
| at 122°F | 3.64 | 2.23 |
| Pour Point, °F | 80 | 20 |
| Flash Point, "Abel", °F | < -35 | < -35 |
| Reid Vapor Pressure, psi at 100 °F | 1.7 | 2.6 |
| Water Content, Vol. % | 0.18 | 0.15 |
| Water & Sediment, Vol. % | 0.15 | 0.05 |
| Salt Content as NaCl Wt. % | 0.03 | 0.03 |
| lb/1000 bbl | 10 | 10 |
| Total Acid Number, mg KOH/gr | 0.084 | 0.245 |
| Strong Acid Number, mg KOH/gr | nil | nil |
| Sulfur Content, Wt. % | 0.231 | 0.099 |
| Asphaltenes Content, Wt. % | 0.28 | 0.346 |
| Wax Content, Wt. % | 14.4 | 3.66 |
| Conradson Carbon Residue, Wt. % | 0.895 | 0.700 |
| Ash Content, Wt. % | 0.018 | 0.026 |
| Characterization Factor, Kuop | 11.8 | 12.0 |
| Congealing Point, °F Wax | 130 | |

出所 : Department of Refining and chemistry, Indonesian Petroleum Institute
(1972年8月および10月)

第3-2表 1984年度原油処理量および製品生産実績

(単位: m³)

| Crude Oil | Kawengan Crude Oil | | 20,271 | |) 38,247 | | |
|--------------------|--------------------|----------|---------|--------------|----------|--------|------------|
| | Ledok Crude Oil | | 17,976 | | | | |
| Distillate Product | Gasoline | Kerosine | Gas Oil | PH(*2) Solar | Residue | Total | % on Crude |
| Leaded Gasoline | 3,000 | | | | | 3,000 | 7.8 |
| Solvent | 1,285 | | | | | 1,285 | 3.4 |
| Kerosine | | 7,546 | | | | 7,546 | 19.7 |
| Diesel Fuel | | | | | | | |
| for own sale | | | 3,156 | | | 3,156 | 8.2 |
| for own use | | | 2,013 | | | 2,013 | 5.3 |
| BOD (*1) | | | 933 | 154 | | 1,087 | 2.8 |
| Fuel Oil | | | 3,792 | 3,491 | 4,028 | 11,311 | 29.7 |
| Residue | | | | | | | |
| for own sale | | | | | 4,798 | 4,798 | 12.5 |
| for own use | | | | | 3,079 | 3,079 | 8.1 |
| Wax | | | | 86 | | 86 | 0.2 |
| Inventory | | | 181 | 470 | 131 | 782 | 2.0 |
| Total | 4,285 | 7,546 | 10,075 | 4,201 | 12,036 | 38,143 | 99.7 |
| (% on Crude) | (11.2) | (19.7) | (26.3) | (11.0) | (31.5) | (99.7) | |

(*1) Batching oil distillate for jute industry

(*2) Paraffin high content solar is abbreviated, but blending component for BOD and Fuel Oil is extracted paraffin from PH Solar.

出所: PPT Migas Cepu/Refinery Program Development Div., July 1985

このため、生産計画上の装置運転期間は、2ヵ月単位がベースとなる。この間にスタートアップオペレーション、シャットダウンオペレーション、エマージェンシーの各手順を習得する。

(4) 運転管理

a) 管理組織

センターの全組織は第2章で述べたとおりであるが、その中でRefinery Programme Development Division が製油所を管轄している。

このDivisionは生産設備の運転管理の他に教育施設として、AKAMIGASおよび各種ラボラトリーで講義と実習を受けた学生のOJTも担当している。

b) 運転管理

常圧蒸留装置の運転マニュアルは、1985年6月にRefinery Personnel Development Sectionのスタッフが、経験の浅い運転員とOJTのため実習にやって来る学生を対象に作成したばかりである。

スタートアップオペレーション、ノーマルオペレーション、シャットダウンオペレーション、エマージェンシーの各手順について、書かれており、骨格はできあがっている。

特にEmergency Procedureは、各種ユーティリティ(Steam、電気、冷却水)、燃料油、燃料ガスのトラブルおよび加熱炉のチューブの漏洩等の各ケースについて記述されている。

常圧蒸留装置の運転記録は1時間毎にコントロールルームのパネルボードの計器と現場主要計器の読みをLog Sheetに記入し、また、各直単位で原油および留出油タンク内の在槽レベルと温度・比重を測定後、Material Balanceをチェックしてノートに記入している。

(5) 品質管理

品質管理は工程管理のための留出油性状分析データと混合後、あるいは出荷前の製品性状の分析データに基き行なわれる。

原油を含めて、日常の運転管理用の分析は、常圧蒸留装置およびワックス装置に隣接するRefinery Laboratoryで行われる。

a) 製品規格

インドネシアで使用されている製品規格は、鉱山エネルギー省、石油・ガス総局規格であり、これがセンターからプルタミナへ出荷される製品に適用される。

現在、センターからプルタミナへ出荷されている製品は、Regular Gasoline, Kerosene, Diesel Oil, 及びFuel Oil 4油種である。

なお、センターから出荷されるガソリンは、Regular Gasolineの調合基材であり、最終的にはスマラン(Semarang)にあるプルタミナの貯油所でブレンドし製品化される。この他に、地場産業向けにセンターが直販する製品として、溶剤(ソルベント)、BOD、残油およびワックスがある。それぞれの細部の規格はセンターと地場産業間の交渉によって決められている。

b) 製品品質

- 自動車ガソリン

センターのガソリンは、直留ガソリンであるのでオクタン価(F-1)は60と低く、2.5ml/Gal加鉛しても70程度で、Regular Gasolineの規格 RON 87には適合しない。

ソーダ洗浄された直留ガソリンは加鉛後、ガソリン調合基材としてチェブ訓練センターに隣接するプルタミナの油槽所へパイプラインで出荷され、さらにスマランにあるプルタミナの油槽所へタンクローリで送られ、そこでバリクパパン(Balikpapan)やプラジュ(Plaju)にあるプルタミナのリファイナリーから送られてくる高オクタン価の基材と調合して製品化されている。

- その他の製品

特別の問題は発生していない。

c) 試験設備

製油所には装置・ユーティリティー・オフサイト設備の日常の運転管理および製品の品質管理を行うためのRefinery Laboratory (別称Quality Control Laboratory)がある。

具体的には、常圧蒸留装置・ワックス装置の運転管理のための原油・留出油・製品の性状分析、ならびにボイラ・水処理設備、冷却塔、排水処理設備等の水質分析と購入ソーダ等の品質分析に分類されるが、原油・留出油・製品の性状分析はRefinery Laboratory 内のOil Lab. で、その他の分析はTraining Laboratory 内のAnalytical Lab. で行なわれている。

なお、上記二つのLab.はAKAMIGASのRefinery Lab. コースを専攻する学生のOJTにも利用されている。

(6) 購買及び在庫管理

購買及び在庫管理はHome Affairs Subdepartmentが所管している。

－ 購買管理

製油所設備、油田設備、教育訓練設備に関するあらゆる資機材から、事務所用備品、文房具、医療用薬品に至るまであらゆるものの調達を含む。1984/85会計年度中に取り扱われた品物の数は、8,538品目に達しているが、これに対応する購買組織は良く整備されており、良く機能しているようである。

物品購入上の最大の問題は外国製の古い設備機械のスペアパーツの入手が困難であることであり、既に製造が中止されて全く入手出来ない物も多い。又一般に外国製機械のスペアパーツの入手には非常に時間がかかる。

－ 在庫管理

チェブ訓練センターではそれらの機材はMRO アイテムとプログラムアイテムの2つに分けて管理している。MRO アイテムは① Maintenance ② Repair ③ Operation 3つのアイテムからなり夫々①日常のメンテナンスに必要な一般資材②機械設備の修理用スペアパーツ③潤滑油、ケミカルズ、オフィスサプライなどの消耗品を示している。プログラムアイテムは予め明確な使用目的が設定される資材で、それらは定期的なもの(例えば教育訓練用資材)と不定期なもの(例えば設備の改造用資材)に分けられるがこれらは計

画にもとづいて毎会計年度事前に予算を計上するものである。一方、在庫管理はフィジカルチェックと在庫量管理(Stock Level Control)の2面から次のように行われている。

一 資機材に関する資料及びコーディングシステム

在庫管理を行う上で、10桁の数字にコード化されたMESCC (Material & Equipment Standard Code) number が用いられている。

実際にはMESCCの他に海外主要メーカーのカatalog、オペレーションマニュアル、パーツカatalog等を揃えられており、それらの機器、パーツ番号も使用されている。

一 Warehousing

貯蔵品の種類は約11,000種であるがこの中には一般事務所用資材も含まれており、又油田関係資機材が全体の約40%を占めている。

機械及び電気部品の在庫品は大部分が中古品であるが、そのフィジカルな保存状態は悪く、多くのものに錆が見られる。又保存中に劣化し使用に耐えられなくなっているようなものもあった。

これらの状況から中古部品の回転率は一般に極めて緩慢及至はゼロに近いものと推定される。

一方配管材料(バルブ、フランジ、パイプ等)の回転率も製油所全体の活性度から見てこれもかなり低いものと想像される。

貯蔵品の中にはクーラー・コンデンサーチューブ、バブルキャップ、加熱炉チューブなどの新品のストックも相当量あるが、これは主としてリプレース計画のスケジュールの変更によるものといわれている。

(7) メンテナンス体制及びワークショップの機能

チェプ訓練センターの設備・機械のメンテナンスと補修は原則的には、Administration Dept.に所属する Technical Service Subdept.によって行われている。

Technical Service Subdept.の下にある Inspection Unit は従来のメンテナンス体制の不備を改善するためにそれまで他の各Unitに包含されていた点検機能を独立させ、1984年に新設されたものである。このUnitは点検の結果に基づき機器修理のオーダーを発行するが自らはメンテナンス業務は行わない。ワークショップはMechanical Unitに所属し、Repair Workshop

(Machine Shop), Construction Workshop, Foundry 及び Pipe Shopを含んでいる。ワークショップの機械の稼働率も補修及びメンテナンスのための運転の他に、訓練生の教育訓練用の運転がかなりの時間を占めており、その割合はおよそ70%:30%である。

Technical Service Subdept.全体の構成及びその中に於けるワークショップの位置づけ共特別な問題はなく、組織的には十分なものとなっているが、問題は①設備が非常に古くあきらかに更新が必要であること②人員構成は大であるがスペシャリストが不足していることに要約出来る。

2. 4. 2 常圧蒸留装置の機械的問題

現場における点検に関しては、ごく限られた期間ではあったが、定常操業中の他にShutDown中の開放点検を一部の機器については実施した。主として機械的問題について以下のカテゴリーに従い、現場における点検・観察結果及び問題点を総括する。

- a) 搭槽類
- b) 加熱炉
- c) 熱交換器類
- d) ポンプ
- e) 配管
- f) 計装
- g) ストラクチャー及び保温

(1) 塔槽類

現地調査の時間的制約のため、塔槽類の点検は、リファイナリー・プラントの中でも最も主要な蒸留塔であるC1 Columnを中心に実施した。C1 ColumnはC1A及びC1Bの2基が存在し、これらは全く同一のものである。このリファイナリー・プラントの設置は極めて古く、1928年頃と言われている。搭槽類もその時以来更新されておらず、全て当時のままのリベット継手構造である。

Top cover は一枚の大きな蓋になっており、Shell top にボルト締めされている。

マンホールはボトムに一ヶ所あるのみでShell 中間には全くない。従って、トレイの抜出しは、Top cover を開けて一段づつ上へ吊り上げて行う以外に他に適当な方法はないので、トレイの検査及び分解清掃は容易なことではない。

従って、今回の調査では、トレイは抜き出すことはできず、最上段を見るに止めた。又、ボトムマンホールを開け内部の観察を行った。

又、C1B Columnについては、Shell bottomに座屈を起しているので、保温材を外してその状況を観察した。

C1B Columnのリベット継手からこれ迄にはしばしば漏油が発生しており、これを防ぐため漏洩した継手はプレートを「」型に溶接して封じ込んでいる。1984年には最下段のShell ringの縦継手からも漏油火災があり、同様な封じ込めが行なわれたが、今年6月10日にこの部分に再び火災が発生している。

C1 Column の点検結果は下記の通りである。

a) 搭頂スリーブ

搭頂スリーブの腐食は激しくワイヤーメッシュは切れ落ち、そのサポートアングルもやせ細っている。

バップルプレート上にはスケールの推積が著しい。

b) 搭頂トレイ及びシェル

ファウリングが著しくバブルキャップは推積物によって殆ど埋っている。

シェルの壁面の腐食もはなはだしく、全面的にあばた状のピッチングコロージョンを起しており、スケールはトレイ上に落下している。リフラックスノズルのディストリビューターも紙のように薄くなっている。バブルキャップの腐食も著しくひどいものはスリット以下が溶け落ちている。

トレイそのものは予想外に良好で、穴が明いたような処はなかった。

c) 推積物 (スラッジ)

推積物は主として酸化第二鉄で構成されているが、これはシェルやトレイの腐食によって生成されたものである。

d) ボトム

ボトムの状況はスラッジの推積もなく概してクリーンであったが、シェル壁面には全面的にあばた状の腐食が進行している。

C5、C4からのinlet ノズルの上側は座屈を起し外側に膨んでいる。

e) ボトムトレイ

ボトムより最下段トレイを下から見る事が出来る。トレイの下面及びライザーの観察できる範囲の腐食は著しい。又、キャップは相当数が無くなっており、その腐食の激しいことがわかる。

f) 座屈(Buckling)

座屈がシェルボトムのC4、C5からのinlet ノズル付近に発生している。

g) 火災発生の状況

1985年6月10日操業中のC1B Column に火災が発生した。発生の場所は最下段のShell ringの縦のリベット縦手部である。この部分は、1984年に漏油があり、これを押えるために鋼板をチャンネル状に溶接し密封された。しかし、これで漏油が止った訳ではなく、チャンネル内に次第に油が溜り、これがスカート部のリベットを通過してスカート内部に漏れ出し着火したものである。

(2) 加熱炉

現場における点検期間中に炉内のクールダウンの時間が十分に取れなかったために炉内のインスペクションは加熱炉4基のうち、使用を停止していた1基(F1B)についてのみ行った。

加熱炉の型式は古く、ボックス型でラジエーションセクションの側壁にはチューブが無い。

加熱炉(F1B)の点検結果は下記の通りである。

a) 外壁 : 側壁はスチールストラクチャーで4つのスパンに分れているが、いずれのスパンのレンガ積にも縦のひびが走っており、ひどい処には目つぶしセメントが塗られている。

この状況はすべての炉に共通である。

b) 内壁 : 内壁の損傷のひどさは想像外である。
いたる処にひび割れを起しており、内側に膨れ出ている個所も多い。耐火レンガの表面も殆ど原形を留めず溶落している。バーナーブロック周辺のレンガ積も落ち込んでおり、床上には脱落したレンガが散乱している。

c) サポート : チューブコイルの中間サポートビーム(1ビーム×2)は被覆ビームのレンガ又は、refractoryが脱落しむき出しになっており、酸化が激しくチューブも浮いている。

d) バッフル : 煙道ガスのバッフルブロックは全て脱落しており、原形を留めておらず、ブロックはチューブの上や床上に落ちている。

e) チューブ外面 : 酸化がはなはだしく特に焰の影響を受ける最下段チューブの中央部は白く変色しスケールとなって浮上っている。

f) チューブ配列 : チューブ配列は本来千鳥配列であるが乱れており、上部が見通せるところもある。又、チューブの曲りも見られる。

g) チューブ肉厚 : 最下段の中央及び左右端のチューブにつき夫々中央部及び管端(後壁側)の3ヶ所のbottomの肉厚測定を行った。その結果肉厚1mmという異常値が見られた。

特に異常値を示した中央、左についてはくり返し測定し、又、近傍の場所を変えて測定したが、測定値は変らなかった。

h) リターン : リターンベンドの肉厚も同様に測定したが、肉厚は全般的にベンドはまだ十分に残っている。

(3) 熱交換器類

センター担当者によればかなり以前から熱交換器のメンテナンスは行われておらず、トラブルに対しては対処療法で措置してきたとのことであり、実際の現場における観察結果もこれを裏付けている。

又、使われている熱交類は製油所に通常採用されている型と著しく異なったたて型が多く開放作業そのものが著しく困難である。

以下E 2 A -E 1 5 BについてはOpen channel側より観察可能であったので、その結果を略記する。尚、冷却水は河川水を源水としている。

- E 2 A : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、藻の発生多し。
- E 2 B : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、tubeの腐食も著しく管端が溶損している。
プラグ数1ヶ、藻の発生多し。
- E 2 C : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、藻の発生多し。
- E 3 : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、プラグ数38本、藻多し。
- E 4 A : Tube、Tube sheet共比較的良好、藻の発生多し。
- E 5 : Tube、Tube sheet共特に腐食は見られない、プラグ数9本。
- E 7 : Tube、Tube sheet共良好、プラグ数5本、藻の発生多し。
- E 9 : Tube内面の腐食著しい、プラグ数2本。
- E 1 1 : Tube内面の腐食著しい、プラグ数1本。
- E 1 2 A : 非常に硬い水垢の付着でtube内径の1 / 3以上減少、完全閉塞もあり、使用に耐える状態ではない。
- E 1 2 B : E 1 2 Aより一層ひどい、殆どのTubeが閉塞、プラグ1本、使用に耐える状態ではない。
- E x 1 3 A : Tube、Tube sheet共腐食著しく、Tube sheet全面的に腐食が進行し、凹凸が激しい。
Tube端も溶けている。プラグ数3本、藻の発生多し。
- E 1 3 B : E 1 3 Aと同様だが、Tubeの腐食が一層激しい。プラグ数8本、藻の発生多し。
- E 1 4 B : Tube、Tube sheet良好、プラグ数5本、藻の発生多し。
- E 1 5 A : Tube内面の腐食多いが概して良好、プラグも無し。
- E 1 5 B : Tube内面の腐食極めて激しく残肉少なし、プラグ無し、藻の発生多し。
- E 8 A (Box cooler) : スケール付着も少なく、Tube表面も比較的良好。
- E 1 7 A (Box cooler) : コイル全面に白いスケール(水垢)が付着、全的にピッチングコロージョンが著しい。

(4) ポンプ

プロセスポンプは1984年12月から1985年2月にかけて全てが古いレシプロポンプから新しい渦巻ポンプに取替えられており、振動、異常発熱もなく、スムーズな運転状態であった。ポンプはいずれも容量が小さく(7.5~20 m³/hr)従って、モーターも小型(1.5~5.5KW)であることから個々にA/Vメーターは設けられていない。また、ポンプ吐出流量も個々には測定できないのでポンプ性能曲線のチェックはできなかった。

C2リボイラーポンプ(PO10-5A,5B)は新しく設置されたにも拘らずC2カラムからのスケールによるストレーナーの詰りが激しくキャビテーションを起すという理由から使用されておらず、旧来の蒸気駆動レシプロポンプが使われていた。プロセスエリア内に設置されているスクリー型燃料ポンプはfuel oil supply unitと共に新設されたものであるが1台(P500-1A)がスチームタービン駆動、他の1台がモーター駆動である。

このうち、1Aはスチームタービンのスペアパーツが無いこと及び駆動蒸気の供給圧が設計8 kg/cm²を保持できないという理由で全く使用されていない。

(5) 配管

外観は概して不整一であり、配管エレベーション、配管ルートなどまちまちである。

弁及び継手部からの漏油も見受けられる。フランジ部分ではボルトの抜けているものや不揃いのものも見られた。配管に付属するものとして不用となった温度計が取付不良のまま放置されている例もある。

一般に配管量に比べて、バルブ及びフランジの数が非常に多い。高温配管ではフランジ部の保温のないものが多く、熱ロスが大きい。

スチーム配管ではメインラインバルブのグランドからのスチームの漏洩、スチームトラップの作動不良等が見られた。

運転中における配管の振動は見られなかった。

バルブ、継手類は各種の型式の混用が見られたが、修理時のスペアパーツの入手が問題となろう。

(6) 計装

現在稼動しているループは全て空気式で大きな問題はなく動いている。

しかしながら、auto controlでは、9割程のループで通常以上のオフセットが発生している。

現場の発信器・調節計は外部・内部共、目視では不具合は見られない。

ただし、レベルスイッチ、レベルトランスミッターはdisplacement部のパイプ、フランジ及び手元バルブが相当さびている。

温度計器は現場指示計器及び温度エレメント共問題ない。レベルゲージはC 1-C 5 及びV 1 用のものは錆がひどく、V 2 ~ 8 では内部の汚れもひどい。

コントロールバルブはLCV 010-1-6 以外は良い。LCV 010-1-6はかなり外観もさびて損傷しており、エアゲージもなくなっていたり、カバーガラスが変色又は汚れていて指示が読みにくい。

導圧配管は、圧力が低い為、全てネジ込であるが、不良箇所は見当らなかった。

供給および信号空気の配管及びTubingは良好であり、レギュレーターも保守されていて、故障はない。

供給空気はメイン配管から各計器及びバルブに1対1でとり出されているが、元弁はなく、計器側近に手元バルブがある。計器点数が少なくエリアも狭いので納得できる方法である。

計器室計器盤についても、外観上特別な問題は認められない。

過去10年間、計器のキャリブレーションは全てセンター自体によって行われており、メーカーによる調整、オーバーホールは行われていない。

(7) ストラクチャー及び保温

a) ストラクチャー

主なStructureとしてはタワー及びベッセルの設置されたMain structureとクーラー・コンデンサーを載せたSub structureがある。この2つは互に接しており、ビームでつながっている。

Main structureのGL+10m以下、Sub structureのstage下方の柱、横桁、筋かいには耐火被覆が施されているが、その多くは脱落し殆ど役に立たない状態である。

b) 保温

配管および熱交はケイ藻土保温材のままで劣化が激しく脱落も多い。

又、高温バルブ、フランジのほとんどが保温されていない。

(8) リファイナリープラントの安全問題

a) 保温脱落

熱油配管の保温材の脱落個所が多く見られるが、保温効果ばかりでなく、火傷防止の観点からも好ましくない。又、配管はフランジ継手が多く、これらは保温されていないが、同様な見地から保温すべきである。

b) Fire Proof Coatingの脱落

Main Structureを初めクーラー、コンデンサーステージのStructureのFire Proof Coatingの脱落がはなはだしく鉄骨がむき出しになっている個所が多いが、万一の火災の際に崩壊する恐れがあり、早急に補修すべきである。

c) 不要配管による障害

スチーム駆動ポンプをモーター駆動の遠心ポンプに全面的に置き替えたにも拘らずスチームのinlet、outlet配管が撤去されずに残されているが、メンテナンス作業あるいはaccess上障害となっており安全上好ましくない。撤去すべきである。

d) Stage上の障害

クーラーE 4 A、E 6 Aを撤去した後の配管等をStage上に放置したままであるが、通行の障害となり危険である。

e) Stage 周辺のStopper Bar の欠除

Stage 周辺にStopper Barが無いが、作業員が足をすべらして大けがをする恐れあり、又、物がすべり落ちたりころげ落ちたりして破損したり第3者に重大な障害を起す恐れがある。早急にStopper Barを取付けるべきである。

f) 油漏洩による足場不良

Fuel oil supply unit周辺床上が漏油により著しくよごれており非常にすべり易くaccessが不安である。

又、Delivery pump 周辺の漏油はことにひどく、バルブグランドから噴き出した油があたり一面に溜っている状態でヘッダーバルブの操作上極めて好ましくない。早急に措置すべきである。

g) ホースステーションの整備

Plant area内にホースステーションが無く、Main structureのステージ上に一ヶ所それらしきものがあるが、スチーム、エア、水配管の接続が無くホースも無い。これらはメンテナンス作業時ばかりでなくSafetyの観点からも必要と思われる。

h) フレアースタッフ

点火装置、逆火防止用水封ドラムはなく、また、ラインの途中に気・液分離用のポットらしきものが見られたが、これらを含めてフレアシステム全体を改善する必要がある。

i) 腐食対策用アンモニア注入設備

液体アンモニアポンプは地震等で転倒してバルブの接続部の破損を生じた場合、毒性ガスが放出される恐れがあるので、転倒防止対策（固定チェーン取付等を）をすべきである。

j) 安全靴

一般に製油所では衣服の摩擦等により人体に帯電した電荷により引火性物質に着火することを防止するため、電気抵抗 $10^5 \sim 10^8$ (Ω) の静電気安全靴を使用している。製油所内にいる運転員および訓練生には、ヘルメットと共に安全靴の使用を義務付けるべきである。

2. 4. 3 付帯関連設備

下記の付帯関連設備について現場における点検を実施した。

自家発電設備
電気設備
燃料設備
水処理設備
ボイラ及び蒸気システム
廃水処理設備
タンク設備
オフサイト配管
消火設備
ワークショップ
建家・建物
油田設備
原油パイプライン

しかし、上記諸設備の内、今回のリノベーションの直接対象となるものはワークショップのみであること、また設備によってはかなりの問題はあるものの、製油所の場合に見られるほど深刻かつ緊急を要するものでないことを考慮し、この要約版では割愛した。

本文を参照されたい。

従ってここでは、ワークショップについてのみ略述する。

ワークショップの機械及び設備は一部1970年以降に設置されたものを除き、極めて古く1920年代及至1930年代に設置されたものが大部分である。従って、当然型式も古く骨董品的意味を除けば現代には通用しないものである。センターの機械は種類も多く又台数も非常に多いが、その中にはスクラップ状態のものもかなり見られる。かろうじて使用しているものも操作性及び精度が極度に低下しているものが多く稼働率（作業能力）は極めて低く、作業上危険を伴うものも見られた。又、古い機械であるため部品の入手が全く出来ず劣化が進むにまかせており修理再生は不可能である。

第3章 診断及び対策

チェプ訓練センターの実状調査及び現場における設備の観察と点検結果に基づき製油所、付帯関連設備、ワークショップ、ラボラトリー、及びトレーニング活動に関する調査団の診断結果及び対策を以下に述べる。

なお本章における常圧蒸留装置に関する提案は既存設備のリノベーションの観点よりなされたものであり、新規プラントに関する考察及び提案は第4章に於て行う。

3. 1 製油所の運転管理上の問題

3. 1. 1 運転マニュアル

常圧蒸留装置の運転マニュアルの改訂に際しては、次の点に留意する必要がある。

- (1) プロセス条件(温度、圧力、流量)、主要計装設備を記入したプロセスフローシートおよび原油のフィードライン、留出油のランダウンライン、燃料・ガスのライン、スチームラインなどについての簡単な系統図を追加する。
- (2) 各手順毎に、タイムスケジュールチャートやチェックシートを利用するなど、極力図表化して理解し易くする。
- (3) 具体的な判断の基準となる重要なプロセス運転条件、ユーティリティー使用条件、留出油の性状目標・ランダウン温度などについて、可能な限り数字で表現する。
- (4) アンモニア、ソーダ等の薬品の管理および使用条件についても追記する。
- (5) 各運転員の業務範囲と担当機器を明確にし、担当者毎の設備・機器リストを添付する。

3. 1. 2 運転記録

設備運転中の日常点検用チェックリスト、各直引き継ぎ用の記録（申し送り簿）およびログシート等の記録は確実に取り、設備の性能診断の基礎データとして活用すると共に、メンテナンス部門への情報としても利用すべきである。また、常圧蒸留装置等の設備の性能診断および設備改造の検討の基礎になる総合的なテストランを、年2回程度は実施すべきである。

3. 1. 3 機器リストおよびメンテナンスレポート

現在、センターにある機器リストおよびメンテナンスレポートは、設備があまりにも古いこともあって、記録の内容・整理が不十分である。これらの整備を完全にし、設備の改善検討や保全計画等へ活用すべきである。

3. 1. 4 加熱炉の運転管理

(1) 加熱炉のチューブ内流速

現在の加熱炉のチューブ内流速は下限を大きく下回っている。現在の2基の加熱炉を並列使用から直列使用へ変更するという案は、チューブの圧力損失（現在の約1 kg / cm²の圧損が8 kg / cm²程度まで上昇する）を来し、結果的にポンプの揚程および熱交換器・加熱炉チューブの耐圧の問題が発生する。勿論、これでも現状よりは改善されるが、なお、流速は不足しており、チューブ内コーキングの可能性は残る。また、2,000 BPSDの常圧蒸留装置の加熱炉チューブの最適サイズは2.5インチであり、現在の加熱炉を1基とし、このチューブに取り替えできたとしても、バーナーの能力、加熱炉の効率から全面更新が必要とならざるを得ない。この場合、加熱炉チューブの圧力損失は現在の約1 kg / cm²から1.6 kg / cm²程度まで上昇し、チャージポンプ、熱交換器の取り替えも必要とならざるを得ない。

(2) 運転管理

各加熱炉の安全および省エネルギーのため、モニタリング設備は改善すべきである。具体的には、次の改善点があげられる。

- a) 炉内温度計、加熱管表面温度計、スタック温度計および記録計の更新
- b) 炉内圧測定器（ドラフト・ゲージ）の設置
- c) 酸素濃度モニター（切替え式）の設置（燃焼ガス分析用サンプリング設備としても利用する。）
- d) 燃料油・燃料ガス流量計の設置
- e) 加熱炉出口温度監視用アラームの設置
- f) のぞき穴の位置改善

3. 1. 5 塔槽・熱交換器の運転管理

各塔槽関係の温度・圧力・流量を測定する計装機器を整備・拡充し、物質収支の確認のみならず性能調査にも利用できるように必ずLog Sheet に記録を残す。

さらにこのデータと留出油等の性状試験データをグラフにプロットして解析し、収率・性状と運転データとの関係を明確にしておくことは、運転、管理上重要である。

熱交換器類についても、温度・流量計を整備・拡充し、運転期間中の総括伝熱係数の低下から汚れの程度を確認する。また、冷却水側のチューブ内流速を確認し、腐食を最低限に押えると共に、要すれば冷却水ポンプの取り替え・インペラカット等による省エネ運転を検討すべきである。

3. 1. 6 ポンプの運転管理

セントリフューガル型リボイラーポンプのストレーナー閉塞の解決法として、ストレーナーの改造、例えば切り替えストレーナーや自動洗浄ストレーナーの設置が考えられるが、これは抜本的な対策にはならない。

やはり、上流側でのスケールの生成防止とスケールの堆積防止という観点から次の対策を講じるべきである。

- 加熱炉運転管理設備の改善
- 防食対策(NH₃注入) の管理の徹底
- 上流の塔および配管内の清掃の定例化

3. 1. 7 品質管理と試験設備

留出油の日常のサンプリング頻度および試験項目数が多過ぎる。これは装置の運転管理の不安定さに起因しているものと推測される。

安定した品質の留出油を得るためには、先ず、定期的な設備の開放・清掃・補修を実施し、設備の機能を高めることが第1であり、次いで原油の性状と運転条件との関係を把握し、原油の性状の変動に対して、最適な運転条件を確認すると共に、留出油の性状の不安定さの原因を追求すべきである。

試験の設備および機器については、購入後、10～15年経過して更新の時期に来ているものが多く、中には故障して使用できないものもある。故障して使用できない機器、さらに10～20年経過してスペアパーツの入手等にも問題のある機器は更新すべきである。使用実績のある自動蒸留試験器、自動引火点試験器等の導入が望ましい。

3. 1. 8 省エネルギー

省エネルギーの根底にはコスト意識があり、その評価の尺度として最終的には燃料油・燃料ガスの消費量の削減が重要な意味をもつ。

常圧蒸留装置を中心とする今回のリノベーション調査結果に基き、本来の教育施設として手本となる運転管理が可能になると考えられるので、この機会をとらえて、省エネルギーを推進し、合わせてコスト意識を育成することが望ましい。

3. 1. 9 実務訓練

効果的なトレーニングの方向として、プロセスコントロールシミュレーターとパイロットプラントの積極的利用を目指すことも重要であるが、反面、それらは実際の生産設備とあまりにも大きな規模の差があるので、臨場感に乏しく、また作業の内容・時間が簡略化されてしまい、実プラントでの作業を捕い切れない欠点がある。

シミュレータとパイロットプラントが整備されつつある現在、両者のバランスを考慮すると、最新鋭の精製設備を持つプラタミナからのトレニーのOJTにも役立つ生産設備として、古い常圧蒸留装置をリノベーション（改造ないしは更新）することがセンターの教育訓練活動効果を高める上で必要な課題であると判断される。

3. 1. 10 品質管理と既設のプロセスフロー

(1) LPG留分の回収

LPG含量は非常に少ないので常圧蒸留装置にスタビライザーを新設してLPGを回収する必要性は認められない。

(2) ナフサの改質および灯・軽油の脱硫

センターには最新の製油所に一般的に設置されている高圧下での石油留分の触媒による処理装置がないので、訓練用にナフサリフォーマーまたは、灯・軽油脱硫装置を新設したいという考えは一部にある。しかし、原料となるナフサおよび灯・軽油の量が少なく、プラント規模としては余りに非現実的である。この問題はプロセスシミュレーションおよびパイロットプラントの充実によって補うのが妥当である。

(3) 含ろう油の増産

Kawengan原油の分析報告書によると、ワックス分はTBP蒸留カットで350℃以上に高濃度に存在し、450～500℃をピークに両サイドに分布している。すなわち、いわゆる連続減圧蒸留装置の重質留出油(Heavy Vacuum Distillate)に相当する留分にワックス分は高濃度に存在する。

従って、減圧蒸留装置を新設すればワックスの増産を図れることは一般的な考えとして理解できる。

しかし、常圧蒸留装置の能力2,000 BPSDをベースにKawengan原油の全原油処理量に占める割合を5/8、含ろう油の対原油収率を31.1%（1984年度実績）、稼働日数を同装置と同じ150日間/年として減圧蒸留装置の必要能力を計算すると約400 BPSDとなる。

この規模の減圧蒸留装置はあまりにも小さく、ナフサ・リフォーマーや、灯・軽油脱硫装置と同様に経済ベースには乗らず、非現実的である。

次に含ろう油を増産する方法として常圧蒸留装置において重質軽油をさらに深絞り(Deep Cut)することが考えられる。

しかし、既設常圧蒸留装置の加熱炉の現在の運転状況は、加熱管のコーキングやチューブの劣化等から判断して、すでに過酷さの限界を超えている。

そこで、リノベーション計画の常圧蒸留装置新設ケースが採用となった場合に、加熱炉出口温度365℃の限界で、残油の加熱炉再循環または加熱炉入口チューブへの高圧スチームの注入などにより重質軽油を深絞りすることが考えられる。

3. 1. 11 購買及び在庫管理

購買管理及び在庫管理に関しては職務の機能上の分類及びそれに対応する組織の構成は良くできており、職務の明確化と運営のスムーズ化の目的は達せられているものと思われる。

一般的な概念より問題点を指摘することは可能であるが、チェブ訓練センターにはそれなりの特殊な条

件、なかでも機材の多くを国外の調達に頼らざるを得ないことによる制約とともに設備が極端に古いという条件がこれに加わっているため、センターが理想的な在庫管理を実行できる状態にないことは考慮されねばならない。

3. 2 常圧蒸留装置の機器上の問題

3. 2. 1 塔槽類

C 1 B Column は既に坐屈(buckling)を起しており現在使用されていること自体が異常と言わねばならない。また、これ迄に本体のリベット溶接からはしばしば漏油があり応急的な措置は施されているものの漏油による火災が発生している。

本設備のこれ以上の使用は避けるべきであり、当然更新されるべきである。

設備更新に際しては、従来と同じにすることは好ましくない。メンテナンスが容易なように改善されるべきである。即ち、現在のColumnには側マンホールが無く、中間トレイの検査或は抜出しにはTop cover を外し上部より一段ずつ吊り揚げるという非常に繁雑で時間のかかる操作が必要とされるので、新設備では側マンホールを3箇所にてトレイを分割搬出可能にしておくことが望ましい。

又、トレイは現在のBubble cap type を止めValve typeとし、サイドカットノズルも必要なものだけに減らすことが望ましい。勿論、本体は溶接構造の一本物となる。従ってColumnの重量はかなり削減される。

現在のColumnにはアンカーボルトが無いが、新しいColumnは現在のstructure に必要な改造を施しアンカーボルトで固定する。なお不必要なC 1 A は撤去すべきである。

C 2 Column については構造的にはC 1 と同じであり、又、約60年も経過していることから判断すると、リベットからの漏油も起り得る可能性がある。

メンテナンスを容易とすることも兼ね、C 2 Column についても更新することが必要である。

V 1 エバポレーターについても非常に古くリベット構造であることに変わりない上に運転条件が最もシビアであることから更新することが望ましい。

C 3, C 4, C 5 Column も同様に古く、bubble cap tray typeであるが、サイズが小さく、メンテナンスの困難もさほどあるとは思われないので、現在そのまま使用することは可能である。

3. 2. 2 加熱炉

加熱炉の状況は極めて悪く常識的に判断して継続使用可能な状態ではない。(日本の法規では即時操業停止)

炉壁の崩落が何時発生してもおかしくはない状態である。

加熱炉チューブの肉厚は全般的には問題にされるほど薄くはなっていないが、1.0mmという異常点が検出された。測定の信頼度からこれが絶対的な数値とは言えないが、使用している炉すべてについて更に詳細な測定を行い、異常の有無を徹底的に確認すべきである。しかしながらチューブは変色の度合、変形等から判断し、少なくとも下段の相当部分は1/2% Moの新チューブと取替えるべきである。

また、炉壁は内外のレンガ共全て新しく積替えるべきであり、炉内のサポートビームも取替えるべきである。炉内燃焼ガスのバフフルプレートも全て崩落しており、チューブ配列も乱れて千鳥型がスクエヤ型に近くなっているが、これ等は炉の熱効率を著しく低下せしめているはずである。

本体のsteel structure 以外は満足な状態にあるものは皆無であり、全面的なrehabilitationないしは更新が必要である。

3. 2. 3 熱交換器類

(1) 熱交換器

熱交換器のtypeはたて型であり、E1C (tubeの腐食のためE1Cは1974年に新品と交換)はFloating head であるが、E1A及びE1BはFixed tube sheetであるので、シェル側のメンテナンスは不可能に近く、その使用期間は、既に約60年を経過している。従って、E1A,Bは新規に更新の必要性があるものと判断する。

この場合、shell側のメンテナンスが容易なようにFloating head型とすべきである。又、装置全般のRehabilitation Planに関係するが、E1Cも同時に更新し、全く同一寸法のを2基新設するか、あるいは代替案として大型の1基とし、メンテナンスの容易なように横型とすることも考えられる。

(2) コンデンサー及びクーラー

現在使用されている16基のうち概して良好なもの5基(E4A,E5,E7,E14B,E15A)を除きtube,tube sheetの腐食が激しい。

又、全般に漏洩チューブのプラグをしたものが多く見られるが、比較的良好的な状態にあるものでも

多数のプラグをしたもの(E5, E7, E14B)がある。従って一見チューブ端が良好に見えても漏洩の可能性のあるチューブが多いと思われる。

これらはいずれも使用開始以来約60年を経過しており、open channelの観察からも判るように冷却水側の腐食がはなはだしい。

又E12A,Bのように冷却水側にスケールの固着が著しいものがある。

現在使用しているたて型の16基について改善案として次の2つの代替案が考えられる。

案1：E4A, E5, E7, E14B, 15Aのチューブ全数を取替えtube sheetを再使用、channelは上下共取替える。

上記以外は新規製作。

案2：全てを新規製作する。

今回の調査ではチューブシートの肉厚測定は行わなかったが大半のものが約60年を経過したものであり再度の使用に耐え得るか疑問であることと、製作図が無いため部分的な更新が困難であることから第2案の採用が適切であると思われる。

3. 2. 4 ポンプ

ポンプは全て新しく、何等異常は見出されなかった。又、全てのポンプが小型であり近い将来に於ても特に問題が発生するとは思われない。

但し、サクシヨンスターナーが詰まることを理由にセントリフューガルタイプのC2リボイラーポンプが使用されていないのは本末転倒であり、スターナーの改善或はスケール発生の原因を排除することが先決である。このポンプは早急に使用可能な状態にすべきである。燃料ポンプP500-1Aは現在駆動スチームタービン側に問題があり使われていないが、プロセスにとって致命的ともいえる燃料ポンプをスペアなしの状態に置くことは由々しい問題である。早急に使用可能な状態にすべきである。

3. 2. 5 配管

Minor renovationとしては不要配管の撤去、スチームトラップの整備、メイン蒸気バルブのグランドリークの漏れ止めなどが考えられるが、全体的にpoor arrangementであることをもって直ちに全部を作り替えるべきであるとは言いがたい。

但し、塔槽、加熱炉、熱交などについて、すでに提案したrenovationが実際に行われることを前提と

した場合は、主要配管の殆どは必然的に引き替えとなるのでこれを機会に一新することが望ましい。

この場合には次のような注意が必要である。

- (1) 配管規格(Piping Material Specification)に厳密に従うと同時に、バルブ等は同一メーカーのものに統一し、スペアパーツの互換性をもたせる。
- (2) フランジ継手を極力少なくし、溶接継手とする。
- (3) バルブは必要最小限とする。即ち熱交のブロックバルブ等は設けない。尚、配管に関連して plant area内にスチーム、圧縮空気、水のホースステーションを設けることを提案したい。現在はホースステーションが無いがメンテナンスの際に必要なばかりでなく、安全という観点からも必要と思われる。

緊急時の錯覚防止用およびトレーニング用の標示として一部の配管・バルブについては液体別に色分けが行われているがこれに流れの方向と液体名を加えた方が良い。さらに製油所全体についても徹底すべきである。

3. 2. 6 計 装

計装設備は現状のままで一応機能しているので計装面のみから見れば大規模な改善は必要ない。

しかしながら現在の計器はごく一部を除いて10年以上経っている。プロセス計装制御技術協会(IPC)の1978年のユーザー巡回調査報告によると計器の推定耐用年数は10～15年とされており、又メーカーのモデルチェンジ後の旧型の部品の保有期間が5年であることを考慮すると、リプレースの時期に来ているとも言える。

他方、空気式計装は近年は使用例が非常に少なくなっており、新しい製油所では電気式を採用しているので、現在の空気式ではチェブ訓練センターの現場教育の主旨には不適切である。

従ってリプレースの際には電気式の最新計器の導入をはかるべきである。

3. 2. 7 ストラクチャー及び保温

(1) ストラクチャー

ストラクチャーのfire proof coatingは脱落と劣化が激しく火災に対する耐熱性は全く失われて

いる。

現実に火災の発生もあった事実もあり完全な状態に施工し直すことが必要である。

(2) 保温

保温効果を高めることおよび火傷防止の見地から劣化及び脱落の激しい古いケイ藻土保温のままの所は全て新しくやり直すことが必要である。又、フランジ、バルブなどの保温も行うと良い。

3. 3 付帯関連設備

第2章で述べた理由により本要約版では割愛する。本文を参照されたい。以下、ワークショップについてのみ診断結果と対策を略述する。

ワークショップの機械類は大部分が非常に古く1920～1930年代に設置されており、作業能率、操作性も非常に悪く、中には危険を伴うものも存在している。

これらの古い工作機械類は本来要求される精度の面からも使用に耐えないものばかりである。又、型式が古いため部品の入手が全く出来ず修理再生は不可能であるため、悪い条件を承知の上で何とか使用出来るものを動かしているのが現状である。従って稼働率は非常に低くごく近い将来すべてがスクラップ化するものと思われる。必要十分なる機種を限定して刷新し他は廃却した方が望ましい。

今後、必要な機械は早急に更新する必要がある。機械の更新及び新規導入とともに今後、長期に亘って良好な状態を保持して行く為には下記の諸点に留意すべきである。

- (1) スペシャリストを養成し、操作はスペシャリスト自身、又はその監督下で行うこと。
- (2) マニュアルに従ったメンテナンスを行い異常は早期に解決すること。
- (3) 切削工具の管理を十分に行い精度を保つこと。 そのために必要な修正用の機械（グラインダー、工具研削盤）を準備すること。

この際、工作機械類は数値制御、コンピュータ制御といった最新鋭の機種の導入をはかるよりは、汎用機を導入しこれを使いこなすスペシャリストを養成すべきである。

3.4 AKAMIGAS及び教育ラボラトリーの設備と機器、及び教育訓練活動一般

3.4.1 AKAMIGAS及び教育ラボラトリーの設備、機器

(1) AKAMIGASの設備、教育補助機器

a) 教室

現在のレギュラーコース学生数600人、ショートコース年間30コース実施の状況では、教室の利用率は高率に達しており、今後Regional CentreとしてTCDCプログラム、ASEAN-PACIFICプログラムの拡大を考えるならば不足を来することになる。

b) 図書室

小規模にまとまっているが、この種の専門技術の訓練センターとしては参考図書類が少ないと考えられる。特に石油及びガス工業に関連する技術図書ならびにコンピューター関係の図書類の充実が望まれる。

c) 製図室

この種の技術訓練機関としては、効果的な訓練を行うためにドラフター及び照明スタンドを備えた完全な製図台を備えることが必要である。1グループの学生が通常20人であることから、スタッフ用も含めて20~25台の製図台を必要としよう。これ等を収容するには製図室の広さは不十分と考えられる。

d) 教育補助機器

学生の学習効果と講師/インストラクターのインストラクションロードの軽減のために、視聴覚機器(OHP、スライド、ビデオ装置、専門のスタジオ)の充実とその積極的利用が望ましい。

e) 学生寮

現在のレギュラーコース600人及びショートコース参加者の宿泊施設としてはキャパシティが限界である。近く更に200人分の寮を建設することに決定し具体化を急いでいる。早期の実現が望まれる。

f) 運営と管理

AKAMIGASの建物、設備、機器類は長年の運営経験による確立したシステムによって運営され、よく維持管理されている。視聴覚機器の増設に際しては、Junior staff, 学生の協力を求めて適切な教材フィルム、テープなどの作成準備に努力を払うことが望まれる。

(2) 教育ラボラトリーの設備、実習機器

a) ラボラトリー

現状では実習用機器の数が少ないため、一応間に合っているようであるが、さらに実験、実習用機器の充実が必要とされている状況を考慮すると、今後スペースの拡大が必要となろう。

b) ラボラトリー機器

各ラボラトリーに実験、測定、試験、実習用に準備されている機器は、現在では大部分が古くて使用に耐えなくなっており、又、既に技術的に時代遅れとなったものもある。さらに技術の進歩につれて、これらの新しい技術を習得するための機器類が必要となっている。

一方、AKAMIGASのトレーニングシステムとその活動は全般的に適切かつ正常に機能していることから判断して、AKAMIGASに必要なリノベーションは主としてハードウェア側、すなわち、この場合はラボラトリーの機器のリノベーションにあると言っても過言でない。

ラボラトリー機器のリノベーションは次の3つのカテゴリーについて考えることができる。

- ① 古くなって、もはや使用に耐えなくなった機器の更新
- ② 技術的に時代遅れとなった機器の更新(計測機や計測コントロールの充実を含む)
- ③ 必要な近代技術習得のための新しいタイプの機器の追加

上記②、③に該当するものとして

- Refinery Laboratoryの一部の試験機器と自動分析計
- Chemical Laboratory 又はOil Laboratoryに必要と考えられる機器分析計
- 新規コース(Inspection Course 等) 設立に必要な点検、診断機器など
- Unit Operation装置

等がある。

c) Simulator, Pilot Plantなど

これらの機器では実際のプラント及び設備のシミュレーション操作が可能であり、Field work(OJT)の代替としての役割も果している。新設のProcess SimulatorとPilot Plantsは近代プロセス技術習得のために必要なものであり、今後有効なトレーニングの実施が期待される。

現在Oilラボラトリーに設置されている小規模の手製のUnit Operation装置に替えてPilot Plantsと同じ位置づけで稍大型のパッケージ装置を導入することが望ましい。

(1) 運営と管理

AKAMIGASの他の部門と同様よく運営されているが、機器類のメンテナンスについては資金及び特殊技術の不足のため、完全とは言えない。 今後はメンテナンスについて計画的に予算を配分すると共に、新規購入の機器類についてはメーカーのアフターサービスを義務づけるとかメンテナンス契約を結ぶことが望まれる。

3. 4. 2 トレーニング活動一般

マネージメント及びスタッフの努力と相俟ってコンサルタントの適切なアドバイスがこれらマネージメント及びスタッフによって積極的に採用され、AKAMIGASのトレーニングシステム、カリキュラムなどのソフトウェア面の一層の改善、発展に寄与した。

このような実績に裏付けされ、インドネシアの石油、ガス工業界のAKAMIGASに対する評価と信頼は高い。 又、国外からのトレーニングニーズも増加し、Regional Centreとしての役割を強化することが期待されている。

(1) トレーニングシステムと方法

上に述べたようにAKAMIGASのトレーニングシステムは確立されており、よく機能している。

Classroom, Laboratory practice, Field workが相互に関連を持って実施されていることはセンターの訓練システム的一大特徴であり、望ましい姿と言える。

教育、訓練に際しては講師/インストラクターはOHP、スライド、ビデオなどの視聴覚機器を最大限に利用することが期待される。これらの機器を使うことは学生の学習効果を高めると共に、講師/インストラクターとしては教材の作成作業そのものが自己能力の向上と教育内容の向上につながることを認識すべきである。

Classroom 教育ではさらに質疑応答、学生の役割プレーなどを通じて学生を授業に巻き込み活性化させることが望ましい。又、Laboratory practice では準備された機器で与えられた指針に従う実験、実習方法のみならず学生自身が計画、組立て、研究に関与する方法を考慮すべきである。この方法によって学生は将来応用能力を展開することが可能となるであろう。

(2) カリキュラムとシラバス

現存のカリキュラムとシラバスについては、UNDPがそのほとんどを妥当なものであると認めており、一方又UNDPにより改善発展のための勧告がなされている。これらの勧告は、実際的な知識と技術のグレードアップを目的とするセンターの訓練活動の効果をさらに高めるのに有用である。

なかでも特に次の3点が重要な意義を持つと考えられる。

- a) 教材としてのシラバスのあり方として“Aims and Objectives” 技術を使って展開すべきこと。
- b) サンドウィッチシステムの特徴である企業先での実務訓練、即ち“Industrial Training”のカリキュラム、プログラムを開発すること。
- c) 環境汚染防止対策、材料工学、エネルギー管理及び海洋掘削における安全対策などの新規のカリキュラム及びシラバスを開発すること。

この3つの展開がなされれば、AKAMIGASは産業界の潜在的ニーズにこたえた産学協同の教育、訓練機関となるであろう。

AKAMIGASのショートコースはクライアントとの協力のもとに輝かしい発展を遂げてきた。

新しい課題に対しても自らの力によるプログラムの製作が可能である。しかしながら、Inspection ならびにMaintenance Courseの開設と実施のためには高度の診断技術と長年の経験に裏付けされたノウハウを必要とする。コースの実施に当っては診断機器の調達、機器の操作とメンテナンス実習の指導を行う専門家を当初は必要としようが、これに対しては国際機関ないしG-G間の技術協力による専門家の派遣が可能であろう。

(3) スタッフトレーニング

従来センターのスタッフは、国内外で自己の能力向上ないし開発のためのトレーニング機会を与えられてきた。特に国外でのフェローシッププログラムはAKAMIGASに於けるトレーニングシステムの改良、トレーニング活動に大きく貢献しているようである。今後AKAMIGASの教育、訓練活動をさらに充実させ、新しい技術あるいは知識の伝達を図るために国際機関や外国の専門機関によるフェローシッププログラムが続けられることが期待される。

(4) Regional Centre への展開

AKAMIGASの名声は発展途上諸国にも高く、近来これら諸国からのトレーニングニーズが高まっている。このような状況からインドネシア政府はRegional Centreとしての役割を果たすこともチェブ訓練センターに期待している。しかしながら、Regional Centreとしての機能を果たすためには確固たる理論/理念による裏付けと設備の充実が図られねばならない。特に短期間にトレーニング効果をあげるためには、視聴覚学習を大幅に取り入れることが望ましい。Regional Centreとして発足の当初は多少の拙劣さ、不備な点は許容されると思われるが、その機能をスタンダードレベルに維持して持続させるためには、スタッフの多大の努力と政府の予算による支援が不可欠であろう。

第4章 リノベーション計画の作成と検討

4. 1 リノベーション計画作成の基本前提

4. 1. 1 リノベーションの対象

本調査におけるリノベーション計画の作成に際しては、業務仕様書に記載されている本調査の範囲及び1985年7月のInterim Report及びMinutes of Meetings に従うとともに、さらに原則的にインドネシアの技術と資材のみで比較的容易にリノベーションができるもの（いわばLocal Currency Portionのみで可能となるもの）は対象外とするという考え方に立って、以下の5項目に限定した。

- (1) 製油所（但し、リノベーションは常圧蒸留装置に限定、ワックス装置は対象外とする）
- (2) ワークショップマシーン
- (3) ラボラトリー機器
- (4) 教育用補助機器
- (5) 設備の点検診断と保守用機器

さらに、常圧蒸留装置のリノベーションに関しては、新設（設備の全面更新）を含めて、3つの代替案を策定し、それぞれについて検討を加えた。またトレーニング活動の改善と展開について勧告と提案を行った。

4. 1. 2 リノベーションに対する基本的思想

リノベーション計画の作成に際しては、チェブ訓練センターの本来の機能が発揮されるよう、次の諸点に特に配慮した。

- (1) リノベーションの実施に当っては、できるだけ教育訓練計画に支障を及ぼさないこと
- (2) 近代的製油所の現場実地訓練(OJT)を実施するにふさわしい機能を持たせること

そのため次の諸点を考慮する。

- a) 近代的な機器の採用
- b) 運転データ解析用計測器の導入
- c) 修理、メンテナンスの容易性を考慮した機器のタイプの採用
- d) 安全への配慮

(3) 劣化した機器の更新

(4) 今後新設開講される講座に必要な機器の導入

(5) 設備・機器の保守に必要な機器の導入

(6) 資金の制約とその有効的利用

4. 2 製油所のリノベーション計画

4. 2. 1 一般

第2章、第3章の検討結果に基づき、チェブ訓練センターの製油所（常圧蒸留装置）のリノベーション計画として、次の3つの案を設定した。

- (1) プランⅠ：常圧蒸留装置全体の 신설。装置の規模は、チェブにおける今後の原油生産の見通し及び訓練計画による装置の停止期間等を考慮し、Kawengan 及びLedok 各原油それぞれにつき、2,000 BPSDの処理能力を有するものとする。
- (2) プランⅡ-A:既設常圧蒸留装置の部分的更新。
- (3) プランⅡ-B:既設常圧蒸留装置の部分的更新。

それぞれのリノベーションプランについて、その検討内容と結果を以下に記述する。

4. 2. 2 プラン-1：常圧蒸留装置の新設

(1) 本計画の基本的考え方及び設計思想

常圧蒸留装置の設計に際しては、次の点を考慮して概念設計を行った。

- a) 塔・槽類および加熱炉の数を最小限とし、極力単純なフローにする。
- b) ユーティリティーコストを削減させ、近代製油所の省エネルギー運転のトレーニングに役立つように熱交換器のネットワークを配列する。
- c) 熱交換器ネットワークにより熱回収が向上し、その結果として加熱炉はコンパクトになる。設置面積が少なく、建設費が安く、ある程度高い熱効率（約80%）が期待できる。
- d) 熱交換器・コンデンサー・クーラーは近代製油所でのメンテナンストレーニングを考慮し、すべて横型の多管式、遊動頭式熱交換器とし、メンテナンスを考慮した配列とする。
- e) 主蒸留塔とサイドストリッパー内のトレイは、高効率で、安定操作範囲が広く、しかも、現在のバブルキャップトレイよりも安価でメンテナンスの容易なバルブ型トレイを採用する。
- f) 蒸留のカットポイントを決める際、ペイント工業用の溶剤（ソルベント）およびワックス原料である含ろう油の採取について十分に配慮する。
- g) 直留ガソリンタンクの腐食雰囲気を改善するため、ガソリンランダウンラインの途中にソーダ洗浄設備を設置する。
- h) 加熱炉、熱交換器、塔・槽等の機器の運転管理、性能のモニタリングに必要な計装設備は、一般的な近代製油所のレベルに合わせる。

(2) 概念設計の結果

前記の基本的考え方に基き、新設常圧蒸留装置（能力2,000 BPSD）の概念設計を行った。その結果を以下に示す。

a) プロセスフロー及び熱収支・物質収支

KawenganおよびLedok 両原油を何れも2,000 BPSD処理する場合のプロセスフローと熱収支・物質収支をそれぞれの原油につき、[第4-1図] および [第4-2図] に示す。

b) 新設機器リスト

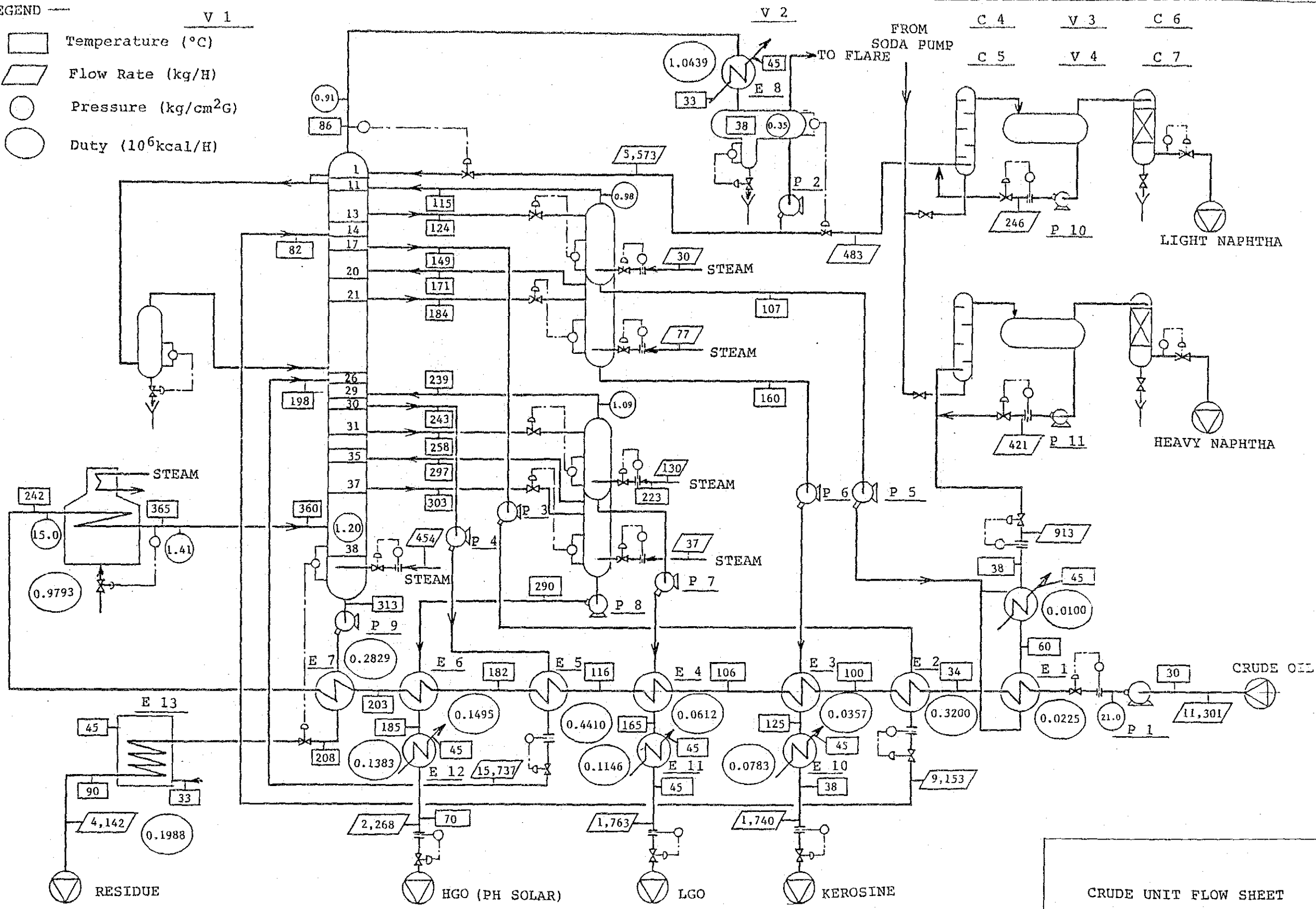
メインカラムの大きさは、直径1.2m、高さ約30mとなる。新設常圧蒸留装置の機器一覧表を下記に示す。またこれらの機器のショートスペックは報告書本文を参照されたい。

新設常圧蒸留装置の機器一覧表

| 機器番号 | 名 称 | 数量 | 機器番号 | 名 称 | 数量 |
|------|-------------------------|----|------|---------------------------|----|
| C 1 | Main Column | 1 | E 7 | Crude/Residue Exchanger | 1 |
| C 2 | Stripper No1 / No2 | 1 | E 8 | Over Head Condenser | 1 |
| C 3 | Stripper No3 / No4 | 1 | E 9 | Heavy Naphtha Cooler | 1 |
| C 4 | Soda Mixer No1 | 1 | E10 | Kerosine Cooler | 1 |
| C 5 | Soda Mixer No2 | 1 | E11 | LGO Cooler | 1 |
| C 6 | Sand Filter No1 | 1 | E12 | HGO Cooler | 1 |
| C 7 | Sand Filter No2 | 1 | E13 | Residue Cooler | 1 |
| V 1 | Water Drain Pot | 1 | P 1 | Crude Charge POump | 2 |
| V 2 | Over Head Receiver | 1 | P 2 | Over Head Reflux Pump | 1 |
| V 3 | Soda Settler No1 | 1 | P 3 | Heavy Naphtha Reflux Pump | 2 |
| V 4 | Soda Settler No2 | 1 | P 4 | LGO Reflux Pump | 2 |
| F 1 | Crude Furnance | 1 | P 5 | Heavy Naphtha Pump | 2 |
| E 1 | Crude/HN Exchanger | 1 | P 6 | Kerosine Pump | 1 |
| E 2 | Crude/HN Ref.Exchanger | 1 | P 7 | LGO Pump | 1 |
| E 3 | Crude/Kero.Exchanger | 1 | P.8 | HGO Pump | 1 |
| E 4 | Crude/LGO Exchanger | 1 | P 9 | Residue Pump | 2 |
| E 5 | Crude/LGO Ref.Exchanger | 1 | P10 | Soda Circulation Pump No1 | 2 |
| E 6 | Crude/HGO Exchanger | 1 | P11 | Soda Circulation Pump No2 | 1 |

— LEGEND —

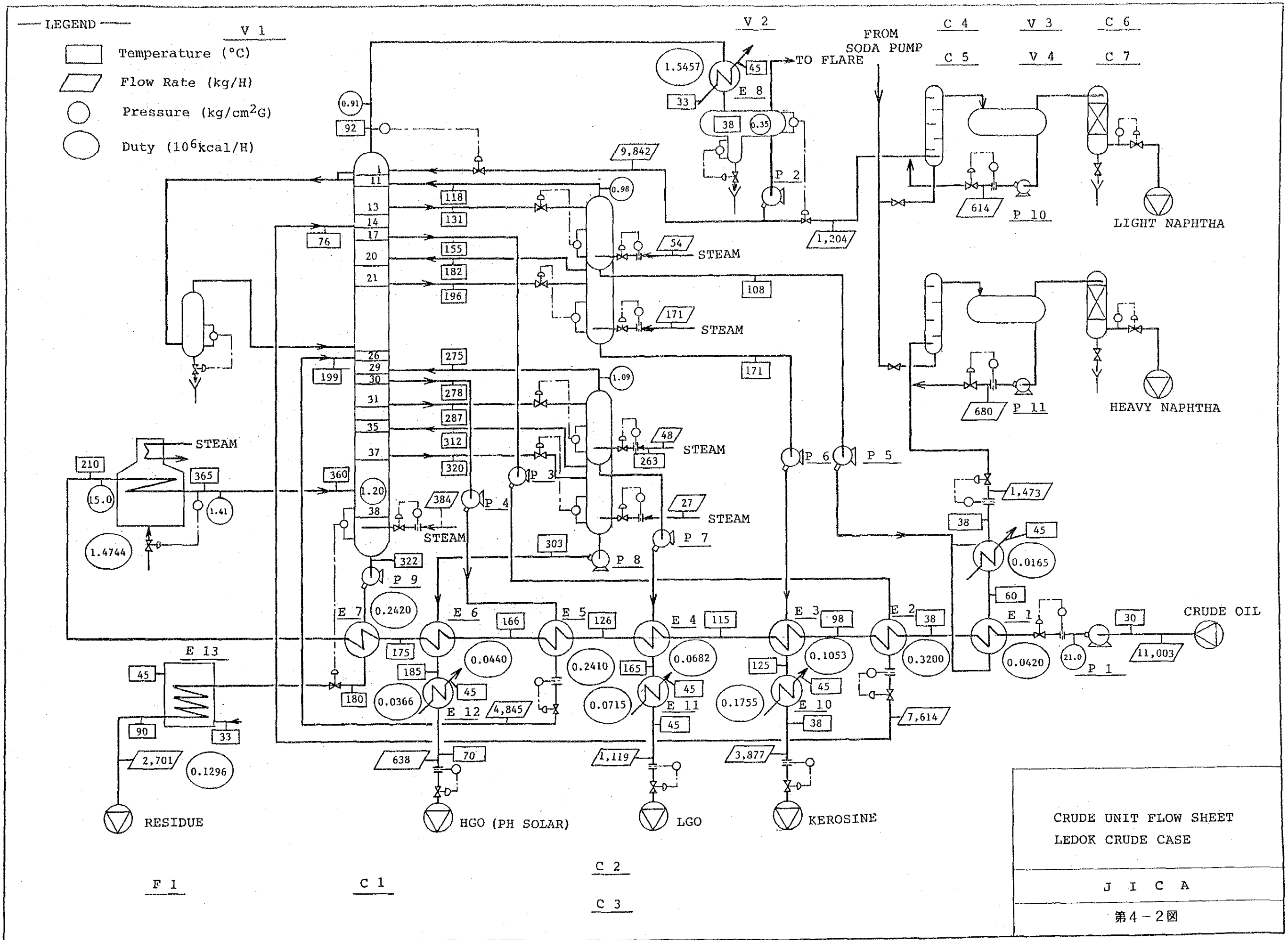
- Temperature (°C)
- Flow Rate (kg/H)
- Pressure (kg/cm²G)
- Duty (10⁶kcal/H)



CRUDE UNIT FLOW SHEET
KAWENGAN CRUDE CASE

J I C A

第4-1图



c) プロット・プラン

新設プラントは既設常圧蒸留装置の南側隣接地に建設する。ボイラ・燃料油システム・冷却塔等のユーティリティーおよび原油・留出油タンクの立地を考慮したプロット・プランを [第4-3図] に示す。

d) ユーティリティー消費量

新旧常圧蒸留装置のユーティリティー消費量を下記に対比する。省エネルギー運転が可能である。

新旧常圧蒸留装置のユーティリティー消費量の比較

| Topping Unit ユーティリティー消費量 | 既 存 | 新 設 |
|-----------------------------------|---------------------|-----|
| Fuel Oil(l/H) | 1,180 | 200 |
| Steam (kg/H) | 2,770* ¹ | 740 |
| Electric Power(KWH)* ² | 123 | 157 |
| Cooling Water (m ³ /H) | 230 | 150 |

(注) * 1 Reboiler Pump の消費スチームを含む

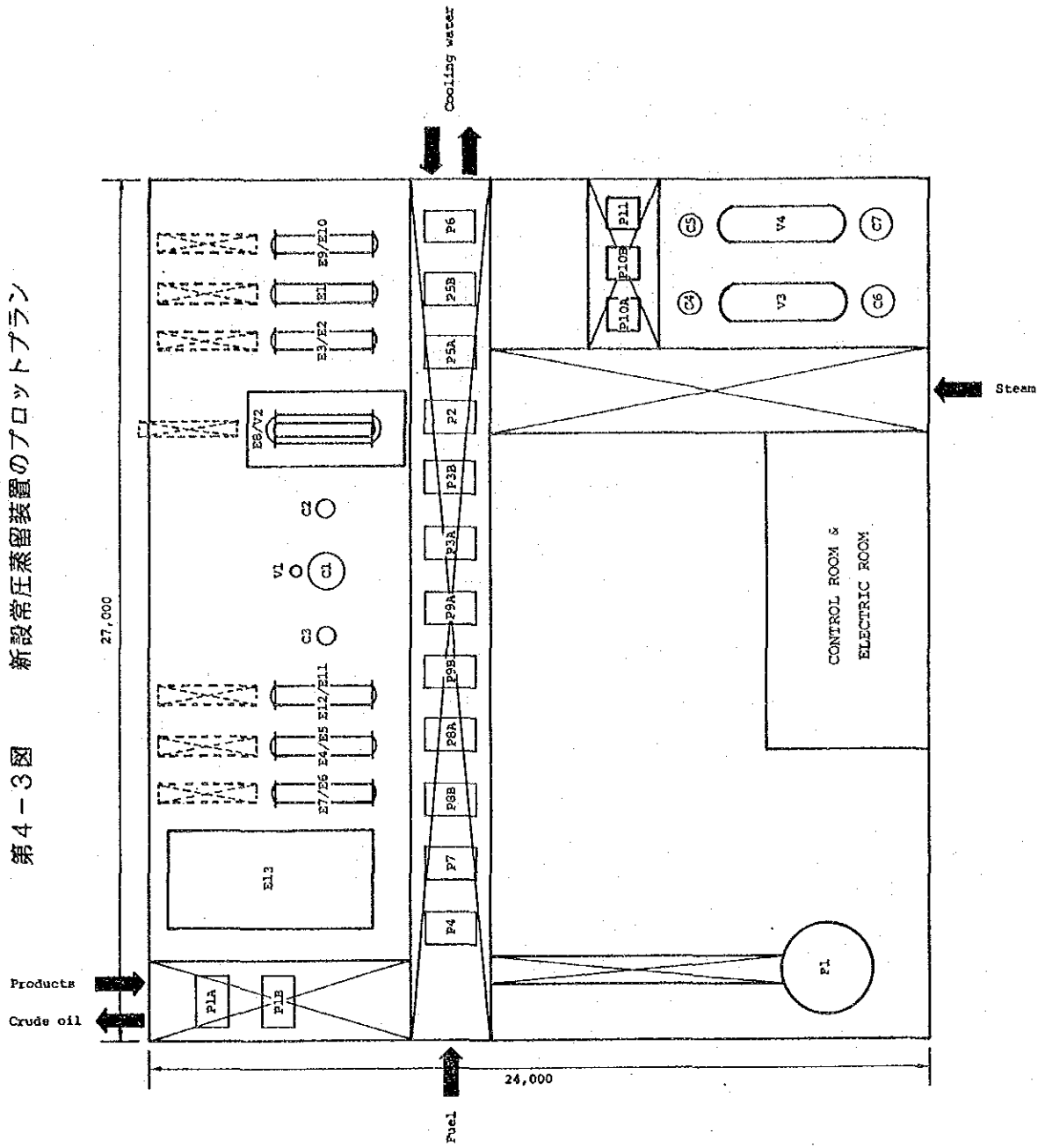
* 2 Cooling Water Pump及びFuel System Pumpの消費電力を含む

(3) 品質と生産量

新設常圧蒸留装置によって生産される製品の品質及び収率を [第4-1表] (Kawengan 原油) および [第4-2表] (Ledok原油) に示す。

また参考のため、下記に、既設常圧蒸留装置と新設常圧蒸留装置の製品収率を対比した。

第4-3図 新設常圧蒸留装置のプロットプラン



第4-1表 Kawongan原油(2,000 BPSD)の製品品質とその収率

| Fraction | TBP | Results of Calculation | | | |
|----------------|----------------|------------------------|---------------|--------|-----------|
| | Cut Point (°C) | ASTM Distillation (°C) | Sp. Gr (60°F) | Kl /H | %on Crude |
| Light Gasoline | IBP-110 | 40-110 | 0.7132 | 0.680 | 5.1 |
| Heavy Gasoline | 110-150 | 102-176 | 0.7662 | 1.190 | 9.0 |
| Kerosine | 150-230 | 155-243 | 0.8125 | 2.140 | 16.2 |
| L G O | 230-280 | 222-312 | 0.8558 | 2.060 | 15.6 |
| H G O | 280-360 | 264-501 | 0.8695 | 2.610 | 19.7 |
| Residue | 360- | 277-524 | 0.9121 | 4.570 | 34.4 |
| Total | | | 0.8553 | 13.250 | 100.0 |

第4-2表 Ledok 原油(2,000 BPSD)の製品品質とその収率

| Fraction | TBP | Results of Calculation | | | |
|----------------|----------------|------------------------|---------------|--------|-----------|
| | Cut Point (°C) | ASTM Distillation (°C) | Sp. Gr (60°F) | Kl /H | %on Crude |
| Light Gasoline | IBP-110 | 40-110 | 0.7005 | 1.720 | 13.0 |
| Heavy Gasoline | 110-150 | 103-172 | 0.7585 | 1.940 | 14.6 |
| Kerosine | 150-280 | 161-280 | 0.8197 | 4.730 | 35.7 |
| L G O | 280-320 | 251-351 | 0.8582 | 1.300 | 9.8 |
| H G O | 320-350 | 293-528 | 0.9019 | 0.710 | 5.4 |
| Residue | 350- | 298-551 | 0.9423 | 2.850 | 21.5 |
| Total | | | 0.8298 | 13.250 | 100.0 |

既設及び新設常圧蒸留装置の製品収率

(unit:%)

| Fraction | Kawengan Crude | | | Ledok Crude | | |
|----------------|----------------|------|------|-------------|------|-------|
| | 新 設 | 既設* | 差 | 新 設 | 既設* | 差 |
| Light Gasoline | 5.1 | 8.2 | +5.9 | 13.0 | 15.6 | +12.0 |
| Heavy Gasoline | 9.0 | | | 14.6 | | |
| Kerosine | 16.2 | 18.8 | -2.6 | 35.7 | 20.8 | +14.9 |
| LGO | 15.6 | 21.7 | -6.1 | 9.8 | 31.8 | -16.6 |
| HGO | 19.7 | 20.7 | -1.0 | 5.4 | | |
| Residue | 34.4 | 31.1 | +3.3 | 21.5 | 29.4 | -7.9 |

(*) 1984年度の原油別留出油生産実績

新設常圧蒸留装置のガソリン収率は既設よりも相当高い値となっているが、[第4-4図]によるとケロシンの引火点下限値 100 Fに対してガソリンとケロシンの TBP カットポイント 150℃ はかなり余裕があることが判る。

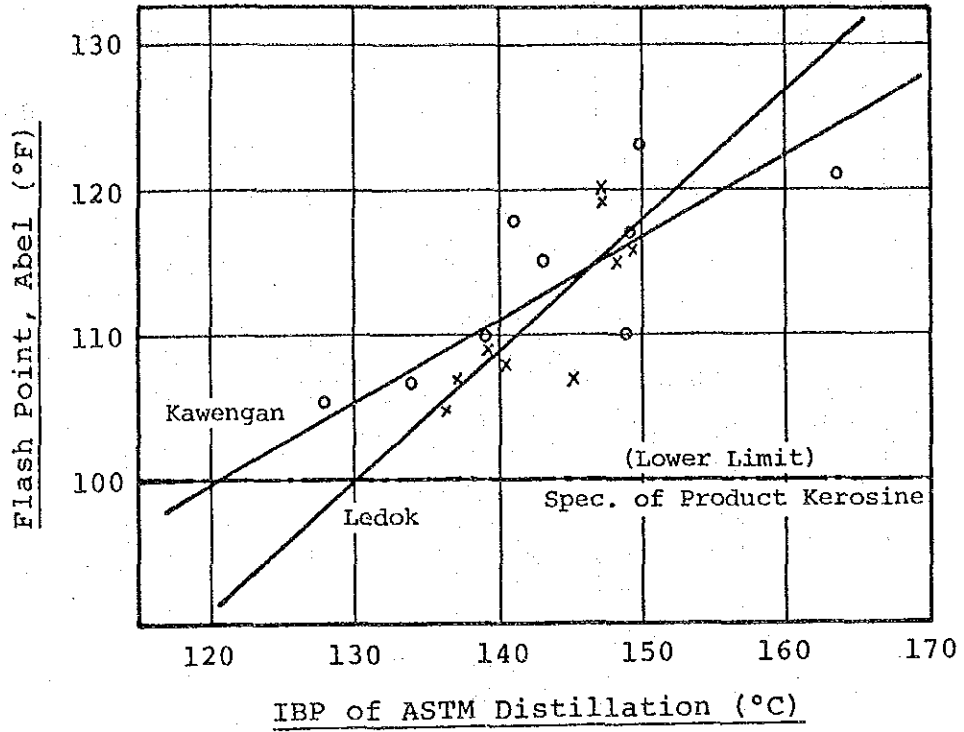
例えば、TBP 150℃カットポイントに対してケロシンのASTM蒸留初留点(IBP)は、Kawengan原油の場合 155℃、Ledok 原油の場合 161℃となっており、TBP カットポイントをそれぞれ 120℃程度にまで低下可能と判断される。

[第4-5図] に与えられている両原油のTBP 曲線によると、ガソリン収率はKawengan原油で約5%、Ledok 原油で約9%低下させることが可能であり、結果的に実績値に近づくことが判る。

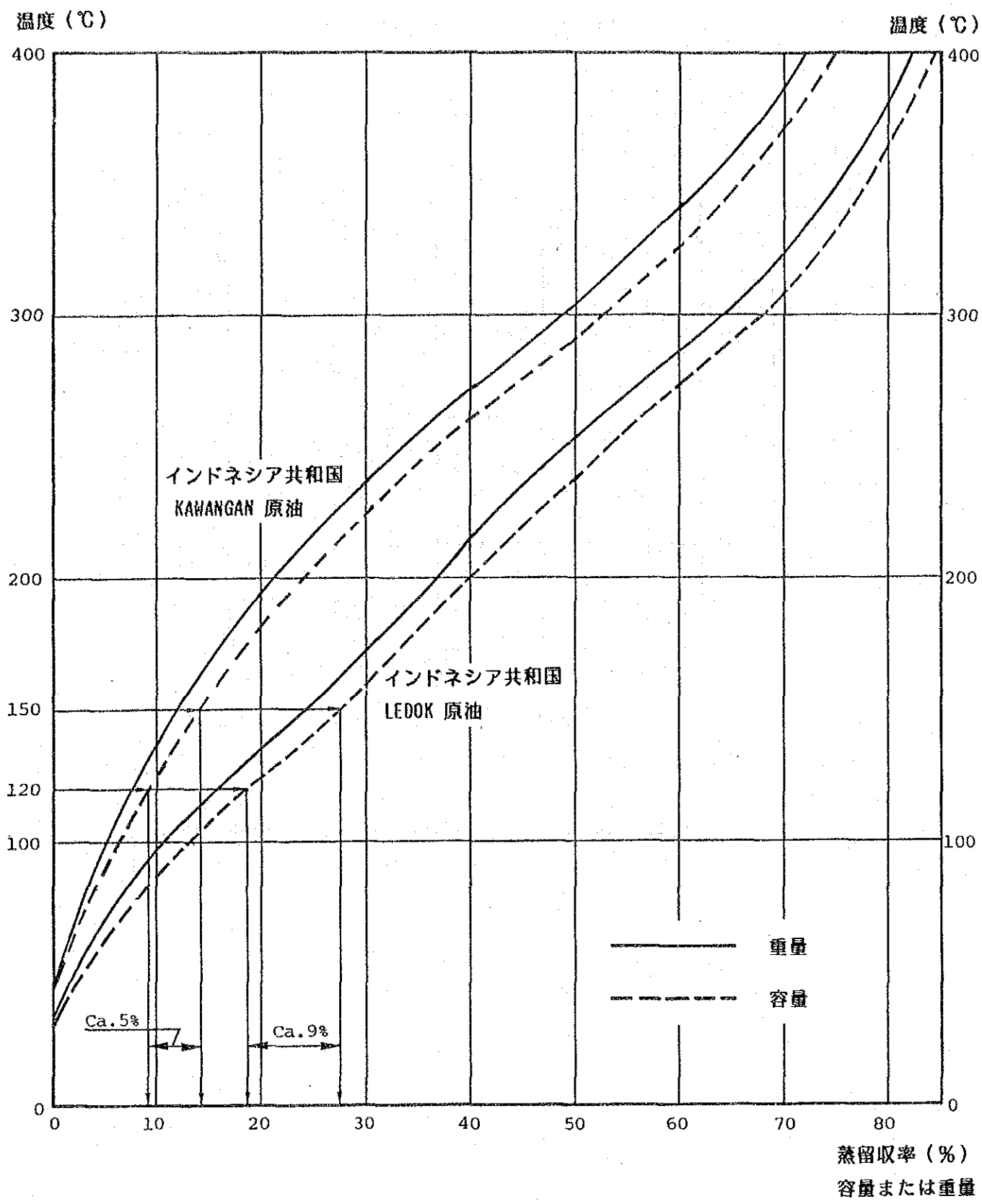
一方、Kawengan原油のHGO (含ろう油) 留分の収率は加熱炉出口温度 365℃で最大の抜き出しであり、これ以上の抜き出しを目標とする場合は、加熱炉入口でのスチームの吹き込み、または残油の循環が考えられる。

4. 2. 3 プラン- II : 既設常圧蒸留装置の部分的更新

既存常圧蒸留装置の部分的更新・手直しによるリノベーション計画の検討は以下に記述する2つの代替案に基づき実施した。



第4-4図 ケロシンのASTM IBPとFlash Point との関係
(1985年2月のRefinery Laboratory データ)



第4-5図 KAWANGANおよびLEDOK 原油真沸点蒸留曲線

- (1) リノベーション方法に対する基本的考え方は下記の通りである。
- (2) 既設常圧蒸留装置の機器の内、老朽化が激しく、且つ事故発生の場合、その影響が極めて大きいと予想される機器を更新する。
- (3) 現在使用されている機器でその開放が不可能であり、そのため設置以来1度も開放検査及びクリーニングがされておらず、機器のパフォーマンスが著しく低下しているもの、ないしはクリーニングにより機器本体の損傷するものを更新する。

このような考え方に基き、以下の代替案を策定し、その検討及び所要資金の見積りを実施した。

(1) プランⅡA:既設常圧蒸留装置部分更新案-1

第3章に於ける検討結果と理由により、下記の主要機器の更新を行う。

- a) 主蒸留塔CIB カラムの撤去と更新
- b) 原油加熱炉F1A, B, C とリボイラー加熱炉F2の撤去と更新
- c) 熱交換器17基の撤去と更新
- d) 主蒸留塔C1Bの撤去更新作業に邪魔となる主蒸留塔C1Aの撤去
- e) 関係する配管・配線の切断および再結合
- f) 配管の調整・適整化
- g) 関係する構造物の解体と再組立
- h) 保温や耐火被覆の補修

なお、この計画は既存設備のうち一部の機器をそのままの仕様で更新するのでリノベーション後の品質も生産量も既存設備と同様である。

(2) プランⅡB:既存常圧蒸留装置の部分更新案-2

この計画は、上に述べたプランⅡAの改造内容にさらに次の項目を追加したものである。

a) 第3章で議論した副蒸留塔C2の更新

b) フラッシャーV1の更新

この計画案も既存設備のうち一部の機器をそのままの仕様で更新するので、リノベーション後の製品品質も生産量も既存設備と同様である。

4. 3 ワークショップマシン、ラボラトリー機器、及び設備点検・メンテナンス機器のリノベーション計画

4. 3. 1 ワークショップマシンのリノベーション計画

ワークショップマシンのリノベーションに関しては、次の2つの案を検討した。

(1) ワークショップマシン・リノベーション案-1

この案ではチェブ訓練センターの製油所を運営するに必要と考えられるワークショップマシンの機種と台数の内、既存の機械の利用が不可能と思われるものを対象に新規に購入することとした。

新規購入を必要とする対象マシンの仕様と必要台数は報告書本文を参照されたい。

(2) ワークショップマシン・リノベーション案-2

製油所を運営するのみならず、油田機器の修理やトレーニング用機器として既存マシンの内、不良(bad condition)及び使用不可能(out of use)のものを新規に供給する。対象マシンの仕様と台数は報告書本文を参照されたい。

4. 3. 2 ラボラトリー機器のリノベーション計画

(1) リファイナリーラボラトリー

Refinery Laboratory の試験設備および機器については、下記の基本方針のもとに設備および機器のリノベーションを計画する。

- a) 自動分析計は日本における使用実績から故障頻度の少ない自動蒸留試験器、自動引火点試験器および自動残留炭素試験器を導入する。
- b) 機器の故障の程度が大きく、かつスペアパーツが無くて使用不能な機器は更新する。
- c) 購入後、15年間以上経過していて、スペアパーツの入手が困難になると思われる機器は更新する。
- d) 製品規格項目から追加すべきと判断される分析機器を新たに導入する。

これらの方針に沿って作成された、リノベーションを要する機器のリストは報告書本文を参照されたい。

(2) 教育ラボラトリー

教育ラボラトリー機器のリノベーションに当っては、次の3つのカテゴリーに入るものを基本とする。

- a) 古くなって、使用に耐えなくなったもの、あるいはスペアパーツの入手が困難となった機器の更新
- b) 技術的に時代遅れとなった機器の更新
- c) 基本的な技術の習得または近代技術の習得に必要な機器の追加

これらの基本的考え方を適用すると、今回のリノベーション計画にはOil Laboratoryにこれまでなかったガス関係分析計の追加、Chemical Laboratory で物質の同定によく利用されると考えら

れる機器分析計の追加、さらにOil Laboratoryの手製のUnit Operation用トレーニング設備の更新が含まれる。

今回のリノベーションにより追加・更新の対象となる機器のリストは報告書本文を参照されたい。

4. 3. 3 設備の点検・メンテナンス用機器

(1) 点検用機器

点検用機器は次のカテゴリーより成る。

Condition monitoring
Static equipment monitoring
Radio examination
Magnetic particle examination
Liquid penetrant examination
Ultrasonic examination
Eddy current examination
Material examination
Other examination

上記各項目毎の必要機器リストは報告書本文を参照されたい。

(2) メンテナンス用機器

メンテナンス用機器としてジェットクリーナー、熱交換器チューブエキスパンダー及び高圧、中圧コンプレッサーを考慮した。

4. 4 トレーニング活動の改善と展開

今後のトレーニング活動の改善と展開に対しての主要な勧告事項を下記に列記する。

(1) レギュラーコース、ショートコースのシラバスを“Aims and Objectives”技術によって順次改定

すること。

- (2) サンドウィッチシステムにおける企業先での“Industrial Training”期間中のカリキュラム、プログラムを順次作成すること。 これについても顧客の協力が必要である。
- (3) 上記、の改善と展開のためトレーニングデベロップメントを専門とするコンサルタント乃至は専門家の援助ないしは、コンサルティング会社による一括実施などの援助が望まれる。
- (4) 教育（又は学習）方法としては学生を授業のなかにより多くinvolveし、Student Orientedであることが望ましい。 図、表、イラストなどの教材フィルムを予め準備してOHP やスライドを多用すること。
また、ビデオシステムによる訓練プログラムを準備することが望まれる。
- (5) ラボラトリー実験・実習では、すべてインストラクションを与える方式のみならず、学生自らが考え、組立て、研究する方式の実習を採り入れることが望ましい。
- (6) スタッフの能力向上のためのトレーニングを今後も継続すること。
- (7) ラボラトリー/ワークショップ機器のメンテナンスに充分留意すること。
- (8) Library 図書の充実が望まれる。
- (9) インドネシアの石油プロセス工場が順調に発展した現在、今後の課題はプロセス設備、機器類のメンテナンスを如何に効率よく効果的に行うかにある。 この課題あるいはNeeds に応じるため、設備・機器の点検と診断を訓練するInspectionコース、メンテナンス技術を訓練するMaintenance コースの設定が望まれる。 更にセンターの今後の展開にとって、材料工学及びエネルギー管理に関する課目の必要性が認められる。 両コース共トレーニングに要する時間数が600時間を超えるので、コース期間は4 - 6ヶ月のショートコースとして実施されることとなろう。 訓練生は可能な限り両コースを習得することが望まれる。 訓練内容については報告書本文を参照されたい。

第5章 リノベーション計画の所要資金算定と評価

5.1 リノベーション計画の所要資金算定

5.1.1 製油所

第4章にて作成した製油所（常圧蒸留装置）のリノベーション計画に関する3つの代替案のそれぞれについて所要資金の見積を実施した。その結果を[第5-1表]に示す。総所要資金は以下の通りである。

(単位：百万円)

| | 外貨ポーション | ルピアポーション | 合計 |
|---------------|---------|----------|---------|
| プラン-I (新設) | 1,073.7 | 302.2 | 1,375.9 |
| プラン-II (部分更新) | | | |
| プラン-II A | 870.2 | 272.9 | 1,143.1 |
| プラン-II B | 979.0 | 322.3 | 1,301.3 |

既存製油所の部分更新/改造の場合も新設の場合に比べて、所要資金量の著しい節減は期待できず、結果的に大差のない数値となっている。これは、

- a) いずれにしても常圧蒸留装置の主要機器は取り換えねばならないこと。
- b) 部分更新の場合はFOB 機器代etc は若干新設の場合に比べて安くなるが、逆に、Field におけるErection (撤去も含む) のコストが高くつくこと。
- c) 部分更新の場合の複雑な作業のため、機器材料費、工事費以外のソフトウェアの費用として、Supervision, Project expense, Engineering fee 等の費用が、新設の場合に比べて大幅に低下する要素がないこと。

などの理由による。

第5-1表 製油所（常圧蒸留装置）リノベーション計画の所要資金見積

(Unit in million Yen)

| | PLAN - I | | | PLAN - II A | | | PLAN - II B | | |
|--|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Foreign Portion | Rp Portion | Total | Foreign Portion | Rp Portion | Total | Foreign Portion | Rp Portion | Total |
| | | | | | | | | | |
| A. Plant Direct Cost | | | | | | | | | |
| (1) Equipment/Materials & Spareparts | 512.9 | | 512.9 | 366.3 | | 366.3 | 418.1 | | 418.1 |
| (2) Erection work | 32.2 | 123.0 | 155.2 | 36.4 | 160.0 | 196.4 | 44.6 | 195.1 | 239.7 |
| (3) Civil work | | 81.0 | 81.0 | | 22.0 | 22.0 | | 26.0 | 26.0 |
| Sub Total | 545.1 | 204.0 | 749.1 | 402.7 | 182.0 | 584.7 | 462.7 | 221.1 | 683.8 |
| B. Transportation & Insurance | 39.3 | 8.1 | 47.4 | 31.5 | 7.2 | 38.7 | 36.6 | 8.3 | 44.9 |
| C. Project expense | 103.1 | 14.2 | 117.3 | 101.6 | 14.2 | 115.8 | 108.9 | 14.7 | 123.6 |
| D. Supervising service | 64.4 | 17.6 | 82.0 | 66.7 | 17.6 | 84.3 | 69.0 | 19.0 | 88.0 |
| E. Engineering service | 140.6 | | 140.1 | 117.1 | | 117.1 | 132.6 | | 132.6 |
| Base Project Cost (BPC) (in Jan. 1986 prices) | 892.0 | 243.9 | 1,135.9 | 719.6 | 221 | 940.6 | 809.8 | 263.1 | 1,072.9 |
| F. Physical contingency (% of BPC)(5.0) | 44.5 (5.0) | 17.1 (7.0) | 61.6 (5.4) | 36.0 (5.0) | 14.7 (6.7) | 50.7 (5.4) | 40.4 (5.0) | 15.2 (5.8) | 55.6 (5.2) |
| G. Price contingency (% of BPC) | 137.2 (15.4) | 41.2 (16.9) | 178.4 (15.7) | 114.6 (15.9) | 37.2 (16.8) | 151.8 (16.1) | 128.8 (15.9) | 44.0 (16.7) | 172.8 (16.1) |
| Erected Plant Cost (in Jan. 1989 prices) | 1,073.7 | 302.2 | 1,375.9 | 870.2 | 272.9 | 1,143.1 | 979.0 | 322.3 | 1,301.3 |
| Total Project Cost | 1,073.7 | 302.2 | 1,375.9 | 870.2 | 272.9 | 1,143.1 | 979.0 | 322.3 | 1,301.3 |

5. 1. 2 ワークショップマシン、ラボラトリー機器、その他

第4章にて提示したワークショップ、ラボラトリー及び点検保守用機器に関するリノベーション計画代替案の実行に必要な資金の見積結果を第5-2表に示す。総所要資金は下記の通りである。

(単位：百万円)

| | 外貨ポーション | ルピアポーション | 合計 |
|-----------------|---------|----------|-------|
| (1) ワークショップマシン | | | |
| 代替案-1 | 103.6 | 0.8 | 104.4 |
| 代替案-2 | 437.4 | 2.8 | 440.2 |
| (2) ラボラトリー機器 | 297.7 | 0.3 | 298.0 |
| (3) 点検用機器 | 101.6 | 0.2 | 101.8 |
| (3) 保守用機器 | 62.9 | 0.2 | 63.1 |
| 合計 代替案-1 採用の場合： | 565.8 | 1.5 | 567.3 |
| 代替案-2 採用の場合： | 899.6 | 3.5 | 903.1 |

5. 2 リノベーション計画代替案の評価と比較優位

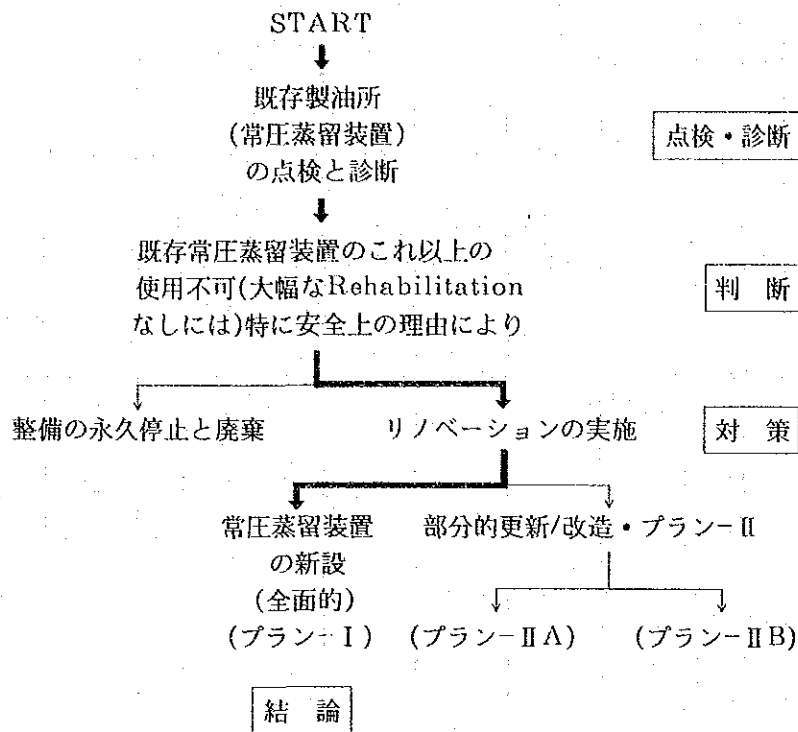
5. 2. 1 製油所（常圧蒸留装置）

製油所の点検・診断結果に基づき、3つのリノベーション計画案を設定したが、実際に取り得る各種のOptionと、それに至るまでの流れ（及びその位置付け）を系統的に示すと下記の如くなる。

第5-2表 ワークショップマシン、ラボラトリー機器及び点検保守用機器のリノベーション所需資金財責

(単位：百万円)

| | Work shop Machine Alternative-I | Work shop Machine Alternative-II | Laboratory Equipment | Inspection Total | Maintenance Total |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|----------------------|
| FOB | | | | 82.6 | 50.7 |
| Freight & Insurance | | | | 5.1 | 3.9 |
| CIF | 89.4 | 377.2 | 257.0 | 87.7 | 54.6 |
| Inland transportation | 0.8 | 2.8 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| Base Cost (in Jan. 1986 price) | 90.2 | 380.0 | 257.3 | 87.9 | 54.8 |
| Price contingency | 14.2 | 60.2 | 40.7 | 13.9 | 8.3 |
| Total Cost (in Jan. 1989 price) | 104.4 | 440.2 | 298.0 | 101.8 | 63.1 |



製油所（常圧蒸留装置）の規模（2,000BPSD）は新規に建設される近代的製油所の経済規模（最近では100,000BPSD-200,000BPSD）に比べて、余りに小さく、従ってチェブ訓練センターの製油所に対するいかなるリノベーション計画も商業的観点（財務分析に基き）より正当化することは基本的に不可能である。^[1]

今、例に100,000BPSDの常圧蒸留装置の建設費を I_2 、2,000 BPSDの建設費を I_1 とすると、およそ次の関係がある。

$$I_1 = I_2 \left(\frac{2,000}{100,000} \right)^n = I_2 (1/50)^n$$

ここで、 n はスケール・ファクターで（通常0.6-0.7）である。

(注) [1] Interim Report及びMinutes of Meeting, 1985年7月

単位BPSD（原油処理量）当りの建設費は、2,000 BPSDの場合は、

$$i_1 = I_1 / 2,000 = (I_2 / 2,000) (1 / 50)^n$$

100,000BPSD の場合は、

$$i_2 = I_2 / 100,000$$

であるから、2,000 BPSDと100,000 BPSDの常圧蒸留装置の単位原油処理量当りの建設費の比率は、

$$\frac{i_1}{i_2} = (100,000 / 2,000) (1 / 50)^n = (50)^{1-n}$$

となる。 $n = 0.65$ とすると、

$$\frac{i_1}{i_2} = (50)^{0.35} \approx 4$$

即ち、単位原油処理量当りの建設費は、2,000BPSD の場合、商業規模のTopperの4倍にもなる。従って、精製コストに占める固定費も約4倍になることが判る。このような設備のリノベーションないしは新設を経済的にjustify することが出来ないことは明白である。

またチェブ訓練所の製油所の製品自体の大部分が、商業的なベースで取引されていないこと、(PERTAMINAに引渡され、PERTAMINA はトレーニングフィーをセンターへ一括支払)、また製品・原料用役等の価格体系自体もなく、製油所自体の財務的評価を実施する基盤が全くないことが指摘されねばならない。

従って、常圧蒸留装置のリノベーション計画の評価及び正当化(justification) は、計量が困難な無形の要因に基き行なわざるを得ない。

今仮に既存製油所のリノベーションが行なわれず、ごく近い将来に、設備の永久停止ないしは廃棄というoptionがとられた場合、その必然的結果として、

a) チェブにおける原油生産の永久停止

ないしは、

b) 生産される原油の他の既存製油所への転送とそこでの精製、又は原油基地への転送

が必要となる。いずれの場合もAKAMIGASのRefining Coursesの実習及び現場実地訓練(OJT)は、もはやチェブでは完全に実施出来ず、これらのCoursesの運営に大きな支障を来すとともに学生を他のPERTAMINA製油所へ派遣するための支出の増加が見込まれる。また地場産業へのワックス、BOD, etc.の製品供給にも支障を来たすであろう。

その上、もし、チェブでの原油生産が停止された場合、肝要のOil Fieldsに関するTraining Coursesの実習、OJTが実施出来ず、これらのCoursesの実施にも大きな支障を来すとともに、これらの学生を、インドネシアの他のFieldsへ派遣しなければならない。ひいてはCepu立地の意義が失われるとともにCepuの存在理由の根幹がゆらぐことにもなりかねない。

又、原油生産の停止、Refineryの停止に伴うHome Fuelの入手の問題も解決されねばならない。

チェブ近辺の油田からの将来の原油生産量の見通しは、Enhanced Recovery Programmeの適用を考慮しても、2,000B/D程度にすぎないと予想されているが、それでもなおかつ、チェブ訓練センターは主として教育・訓練という観点から、今後共、原油の探査、採掘、生産活動を続けなければならない。

換言すれば、センターは、實際上商業的価値のなくなった油田とはいえ、原油生産を停止することは絶対に出来ないポジションにある。

上記b)のoptionの場合は、Cepuで生産された原油の転送手段とコスト上の問題が生ずる。しかし、現実問題として、センターの立地が既存PERTAMINA製油所より地理的に非常に遠いこと(Remoteness)及び経済的に適切かつ有効な輸送手段がないので、このoptionも非現実的である。従ってセンターは、チェブの立地で生産される原油を、その量にかかわらず、今後共精製し続けなければならない。

現実問題として、チェブ訓練所の製油所の永久停止と、その設備廃棄は余りにも大きくセンターのよって立つ基盤そのものを根底からくつがえすほどの影響を及ぼし、その支障の大きさ故に、現実問題として不可能かつ不適切なoptionである。

故に、既存製油所のRenovationは(新設を含め)不可避的なoptionでありかつ“must”と考えざるを得ない。従って以下の議論は、その中で何がMost suitable/recommendableなoptionであるかということになる。

結局、製油所のRenovationは全面更新(新設)か部分更新・手直しかという選択になる。この選択は第2章、第3章、第4章の議論と結果より明らかであるが、以下、製油所Renovationに関する3つの代

替案の主たる得失・問題点を比較する。

(1) 建設費

部分的更新 / 改造の方が少々安いですが、新設に比べて、それほど大きな資金の節約は期待出来ない。

(2) 部分更新 / 改造の場合の製油所停止期間とその波及問題

新設の場合は、既存常圧蒸留装置をそのままにし、全く別のSite（隣接地）に新設するので、既存製油所はそのまま従来通り運転（新常圧蒸留装置の完成まで）することが考えられるので、原油処理上の問題は発生しない。部分更新の場合は、いずれにしても最低1年間のplantの停止は不可欠 / 不可避であるので、その間の原油生産をどうするか、原油生産停止した場合のtrainingへの影響、原油生産続行した場合の原油の転送等の問題の解決を迫られる。

(3) Training用教材としての適格性の問題

既存設備の部分更新の場合は依然として、制御システム、運転解析用計測器の不在、旧式計器のためにスペアパーツ入手の問題等をかかえており、明らかに第4章にて概念設計された新規常圧蒸留装置の方が近代的製油所の要員に対するTrainingの目的・手段として格段に優れている。

(4) 省エネルギー及びRunning Cost上の問題

新設常圧蒸留装置の場合は、ユーティリティー消費量の大幅な低減、製品収率の向上が見込まれ、結果としてRunning Costの低下が見込まれる。近代的製油所の要員のトレーニングに必要な省エネルギー教育と、コスト意識の育成は、トレーニング効果の1つとして貴重なものである。部分更新手直しではこのような効果は期待出来ない。

(5) 設備面、運転管理・保守面の問題

新規設備の場合は設備の定期的開放検査、点検、保守が容易であり、この方面のトレーニング効果は大きい。又点検、保守関係のコースの開設のためにもこのようなOJTは必要である。

既存設備の部分更新、手直しの場合は依然として、この面の問題を残すことになる。

(6) 安全上の問題、設備のパフォーマンス問題

新設常圧蒸留装置の場合は単に機器のパフォーマンスのギャランティーのみでなく、プロセス全体のギャランティーを得ることが出来る。部分更新の場合は単体機器のパフォーマンスのみであり、改造後の装置全体としてのギャランティーは得られない。この問題は設備の今後の安全上の問題ともかわりを持つことになろう。

以上の検討結果及び議論に基づき、チェブ訓練センターの製油所のRenovationは、既存製油所にはこれ以上の手を加えず、そのままとし、隣接地に2,000 BPSD規模の新しい常圧蒸留装置を設置することが望ましいと結論する。

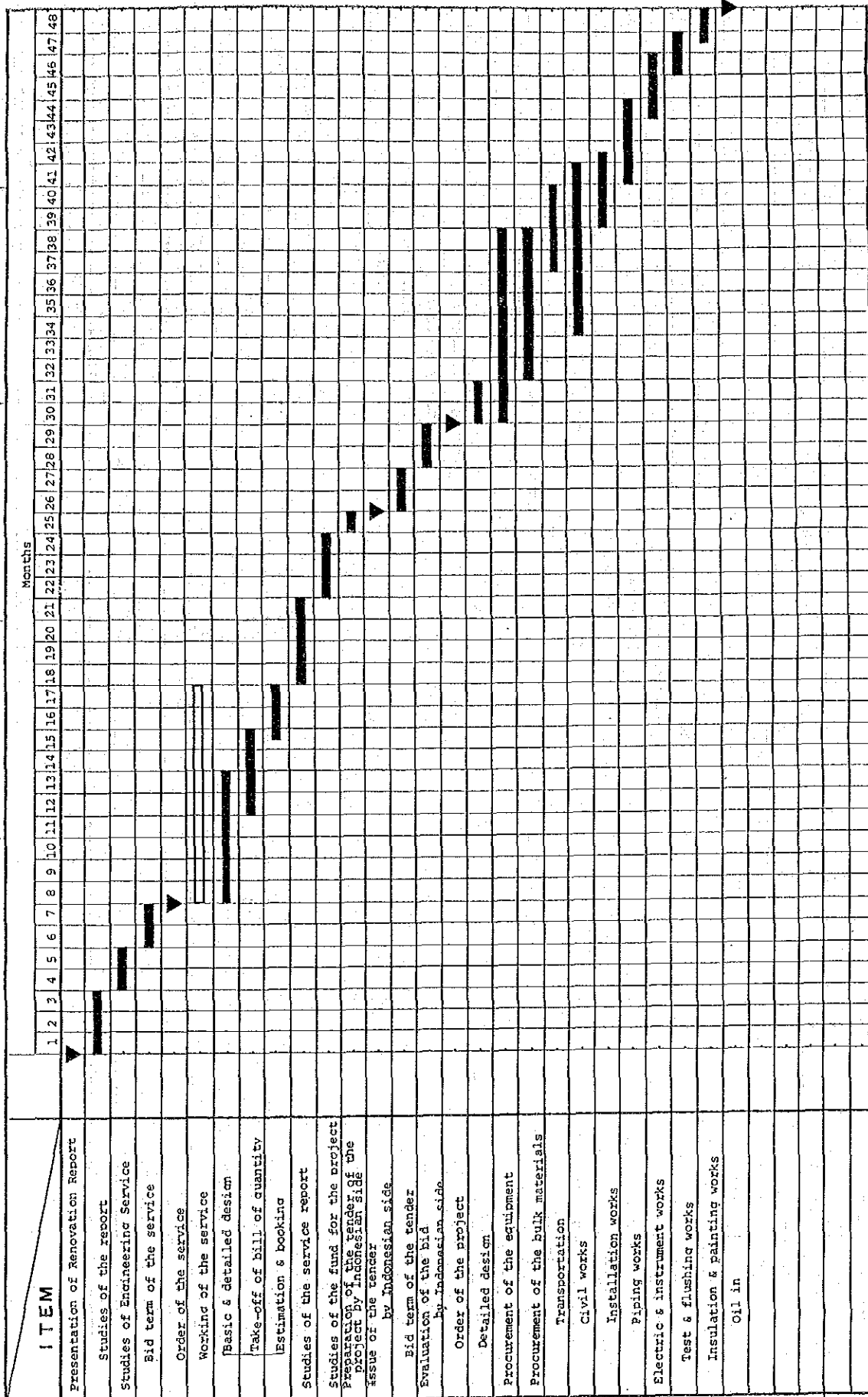
5. 2. 2 ワークショップマシン、ラボラトリー機器、及び点検保守用機器

ワークショップマシンについては、代替案を提示しそれぞれの検討を実施したが、予算及び資金の許す限り、より大幅な全面的更新を実施することが望ましい。これら2つの代替案は、排他的なoptionとして考えるよりも、資金のAvailabilityを念頭に置き段階的、逐次的Renovationを実施するための参考と考える方が妥当である。

チェブ訓練センターを取りまく石油、ガス工業の事情とそのニーズ、及びセンターが果してきた役割を考慮すると、ここに提示した程度のワークショップマシン、及びラボラトリー機器の導入は、当然実現してしかるべき内容のものである。

5. 3 製油所（常圧蒸留装置）のリノベーション実現スケジュール

製油所のリノベーション実現スケジュール（暫定的）を第5-1図(Plan-I：全面更新/新設)（と第5-2図(Plan-II：部分更新)）に示す。



| | | | |
|--|--|-----------------------------|----------|
| PLANT | | Cepu Training Center | |
| CUSTOMER (LOCATION) | | PPT MIGAS Cepu Indonesia | |
| REVISION | | DESCRIPTION | DRAWN BY |
| LEGEND | | J I C A | |
| PROJECT NO. | | 第5-1图 | |
| PROVISIONAL IMPLEMENTATION SCHEDULE (Plan - I) | | APPROVAL NO. | |



第6章 調査団の結論と提言

以上の検討結果をふまえ、調査団は下記の通り結論し、提言する。但し、以下の提言はチェブ訓練センターに対するインドネシア政府の基本ポリシーを前提としてなされたものである。

1. チェブ訓練センターは、インドネシア鉱山エネルギー省石油ガス総局に所属し、石油・ガス工業に関する教育訓練の計画と実施を担当する政府機関である。

2. チェブ訓練センターの実施する教育・訓練の顧客は、

① インドネシア国営石油公社のPERTAMINA

② PERTAMINA と契約を結んでいるインドネシアで操業中の外国石油会社

③ 石油・ガス関連企業

④ 石油・ガス関係機関

⑤ 開発途上国

より成る。中でもPERTAMINA が最大の顧客であり、その意味では教育訓練に関するPERTAMINA のサービス機関としての色彩が強い。

3. インドネシア国家経済に占める石油・ガス工業の指導的役割および最近の発展は、チェブ訓練センターに対して、量的にも質的にも過大ともいえる程の教育・訓練ニーズを生み出している。

4. これらの顧客から生ずる教育・訓練ニーズを実体化して、教育・訓練を実施するためには、顧客の評価と信頼がなければならない。チェブ訓練センターが従来実施してきた教育・訓練活動は関係各方面より高い評価と信頼を得ており、この意味ではセンターの教育・訓練活動の展開に対する基盤－石油・ガス工業における国内訓練システムの重要かつ不可欠な機関であること－は既に確立されている。

5. さらに最近では、国外からの教育・訓練ニーズも高まっており、これに対応するためにTCDCプログラムやASEAN-Pacificプログラムによる教育・訓練活動が実施されつつある。このような背景の下で、チェブ訓練センターは、同時に、地域的（特にASEAN-Pacific)教育・訓練センターとしての役割を果し、その立場を確立するよう期待されている。
6. 一方、チェブ訓練センターのHardware面を構成する教育・訓練用施設と機器は現在、全く不十分かつ不満足な状況にある。製油所（常圧蒸留装置、公称能力2,000 BPSD）、ワークショップ・マシン、ラボラトリー機器等の大部分は技術的に時代遅れ、ないしはこれ以上の使用が不可能な位古い。

特に現在の製油所は単にその設備が極端に古く（約50～60年）、近代的な製油所要員の教育・訓練用として不適であるばかりではなく、近年、主要設備の老朽化による火災事故を数回起こしており、安全上の理由からもこれ以上の操業は勧められない。
7. これら設備・機器面の制約が、チェブ訓練センターが有効な教育・訓練活動を遂行・展開し、その役割を果す上で最大の障害となりつつある。

チェブ訓練センターが現在所有する訓練用施設と機器は、あきらかに、近代的な石油・ガス工業のニーズに適切に対応できていない。
8. 本調査で検討したリノベーション計画は、チェブ訓練センターがかかえる問題に対処し、その状況を大きく改善するばかりでなく、いわば、センターにとって不可欠かつ“Must”なものである。

換言すれば、チェブ訓練センターはこのリノベーション計画が実行に移されなければ、上に述べた教育・訓練ニーズに応えられず、期待される役割も果すことが出来ないばかりか、チェブ訓練センターの存在基盤そのものが失われることになる。
9. 製油所（常圧蒸留装置）のリノベーションについては、設備の全面更新（新設）と部分更新について比較検討したが、所要資金量及び資金の有効利用、リノベーション工事による設備の操業停止とその間の教育・訓練計画への影響、教育・訓練設備としての適格性、省エネ/ランニングコスト、運転管理・保守面の問題、安全上の問題、設備のパフォーマンス上の問題、あらゆる面から製油所のリノベーションは、新規に2,000 BPSDの常圧蒸留装置を設置することが望ましい。
10. 現在のチェブ訓練センターのカリキュラムとシラバスについては、UNDPの援助により詳細な診断と改善発展のための提言がなされている。特に現在のサンドウィッチシステムの特徴である企業先での実務訓練のカリキュラム、プログラムの開発は重要である。

また、教育訓練の効果は種々の要因により影響されるが、なかでも教育スタッフ（講師/インストラクター）の資質に負うところが大きい。

スタッフ（講師/インストラクター）の能力開発には今後共、一層注力されることが望ましい。

- 1 1. リノベーション計画の実行に必要な資金は、製油所（常圧蒸留装置）に対し13.76億円（外貨ポーションは10.74億円）、ワークショップ・マシン、ラボラトリー機器及び設備点検保守用機器に対し9.03億円（外貨ポーション9.00億円）である。総計すると所要資金量は22.79億円（外貨ポーション19.74億円）である。

- 1 2. チェブ訓練センターのこれらの設備・機器は、一般の商業設備のリノベーションの場合のような、それ自体で新しく収入を生む(Cash Generation)ものではない。現行の予算制度、及びセンターの財務運営システムの下では、チェブ訓練センターが自らの手でその財務運営の中から、これらのリノベーションに要する資金を捻出、ないしは返済することは全く不可能である。
いづれにしても、上記リノベーションに充当される資金は、そのソースがどのようなものであれ、チェブ訓練センターの負担にならないものであることが必要不可欠な条件である。

- 1 3. インドネシア経済に占める石油、ガス工業の位置ならびにその中に占めるチェブ訓練センターの長期的役割の重要性と意義を認識し、センターの財政運営システム上の制約等を十分に考慮し、チェブ訓練センターの教育・トレーニング効果の向上に非常に大きな貢献が期待されるリノベーション計画の早期実現が望まれる。

JICA

1