

タイ王国MAE-SOT地区産
オイルシェール利用セメント工場
建設計画調査報告書

(要 約)

昭和58年8月

国際協力事業団

122
683
MPI

工 計 鉦
83 - 104

タイ王国MAE-SOT地区産
オイルシェール利用セメント工場
建設計画調査報告書

(要 約)

JICA LIBRARY



1030863[3]

昭和58年8月

国際協力事業団

工 計 鉞

83 - 104

| | |
|--------------------|-------------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入年月日 84. 8. 24 | 122 |
| 登録No. 13816 | 68.3 MPI |



は し が き

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国タク県メソット地区オイルシェール利用セメント工場建設計画のフィジビリティ調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、鳥谷部良氏を団長とする調査団を編成し、1982年11月21日から12月25日までタイ王国に派遣した。

同調査団はタイ王国政府及び関係機関と協議し、かつその協力を得てバンコク、チェンマイ、タク等プロジェクト関連地域の踏査、関係資料の収集等を行なった。帰国後、現地調査の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行なった。

本報告書はこの成果を取りまとめたものである。本報告書がタイ王国の経済発展に寄与するとともに、同国とわが国の友好親善の促進に役立つことを切望する。

終りに、本調査の任に当たられた調査団諸氏の労を多とするとともに、調査に際し多大の協力をいただいたタイ王国政府、外務省及び通商産業省の関係各位に対し、衷心より感謝の意を表するものである。

1983年8月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

調査担当スタッフ名簿

調査団長 鳥谷部 良

小野田エンジニアリング株式会社

団 員

| | | |
|-----------------------|---------|---|
| 日本オイルシェールエンジニアリング株式会社 | 牧 雄一郎 | ※ |
| 小野田エンジニアリング株式会社 | 佐 田 正 至 | ※ |
| 同 上 | 針 生 均 | ※ |
| 同 上 | 上 田 純 孝 | ※ |
| 同 上 | 小 島 多 朗 | ※ |
| 同 上 | 滝 川 秀 夫 | ※ |
| テクノコンサルタンツ株式会社 | 橋 本 章 則 | ※ |
| 同 上 | 兼 子 望 | ※ |
| 小野田エンジニアリング株式会社 | 神 山 真 澄 | |
| 同 上 | 田 中 稲 英 | |
| 同 上 | 江 本 明 夫 | |
| 同 上 | 堺 忠 雄 | |
| 同 上 | 森 田 哲 雄 | |
| 同 上 | 岡 田 貢 | |
| テクノコンサルタンツ株式会社 | 石 井 暢 夫 | |

※印は現地調査団団員

タイ王国調査担当スタッフ名簿

調査協力団長 Prakong Polahan
タイ政府工業省鉱物資源局鉱物燃料課長

団 員 タイ政府工業省鉱物資源局鉱物燃料課

Ard Chana

Surapol Thanomsap

Suparek Sitahirun

Nuansri Suvatnapradip

タイ政府工業省鉱物資源局鉱山技術課

Chaiya Chareonwong

タイ政府オイルシェール委員会

Napadon Mantajit

目 次
(要 約)

| | 頁 |
|-----------------------------|----|
| はじめに(調査の目的と展開) | 1 |
| 第I章 総 論 | 4 |
| I-1 前 提 | 4 |
| I-2 結 論 | 7 |
| I-3 勧 告 | 9 |
| 第II章 セメント市場および電力需給 | 12 |
| II-1 セメント市場 | 12 |
| II-2 電力需給 | 14 |
| 第III章 メソット地区の環境 | 16 |
| III-1 自然条件 | 16 |
| III-2 社会的条件 | 16 |
| 第IV章 原料評価と原料供給 | 18 |
| IV-1 原料評価 | 18 |
| IV-2 原料供給 | 20 |
| 第V章 燃料の評価 | 23 |
| V-1 タイ王国産石炭(リグナイト) | 23 |
| V-2 オイルシェール | 23 |
| 第VI章 用役およびインフラストラクチャー | 24 |
| VI-1 電 力 | 24 |
| VI-2 水 | 24 |
| VI-3 道路状況 | 25 |
| VI-4 港 湾 | 25 |
| VI-5 通信施設 | 26 |
| VI-6 送配電線 | 26 |
| 第VII章 工場の概念設計 | 27 |
| VII-1 工場のプロセス概要 | 27 |

| | | |
|--------|-------------------|----|
| VII-2 | 工場の生産規模 | 27 |
| VII-3 | 工場敷地の選定 | 28 |
| VII-4 | 関係規格・法規 | 28 |
| VII-5 | セメントの品質 | 28 |
| VII-6 | 燃料の供給計画 | 28 |
| VII-7 | 製品の流通計画 | 29 |
| VII-8 | 工場設計の概要 | 29 |
| VII-9 | 工場主要設備の仕様 | 29 |
| VII-10 | 工場のフローシートおよびレイアウト | 29 |
| VII-11 | 社宅計画 | 30 |
| 第VIII章 | 環境調査 | 31 |
| VIII-1 | タイ王国の環境基準 | 31 |
| VIII-2 | 公害防止のための機器選定 | 31 |
| 第IX章 | 組織および要員計画 | 32 |
| IX-1 | 組織 | 32 |
| IX-2 | 要員計画 | 32 |
| 第X章 | 工場建設および運転計画 | 33 |
| X-1 | 建設資機材の調達輸送条件 | 33 |
| X-2 | 工場建設計画 | 33 |
| X-3 | 工場運転計画 | 33 |
| 第XI章 | 所要総資金と資金調達計画 | 34 |
| XI-1 | 所要総資金 | 34 |
| XI-2 | 資金調達計画 | 34 |
| 第XII章 | 財務分析 | 35 |
| XII-1 | 主要前提条件 | 35 |
| XII-2 | 所要総資金の年度別支出計画 | 35 |
| XII-3 | 販売計画 | 35 |
| XII-4 | 製造コスト | 36 |
| XII-5 | 財務分析手法 | 36 |

| | | |
|--------|------------------|----|
| XII-6 | 財務分析結果 | 37 |
| XII-7 | 感度分析 | 37 |
| 第XIII章 | 発電の規模を変えた場合・他の検討 | 38 |
| 第XIV章 | 経済分析 | 39 |
| XIV-1 | 経済的便益と費用 | 39 |
| XIV-2 | 経済的内部収益率 | 39 |
| XIV-3 | 税金 | 39 |
| XIV-4 | 本プロジェクトの外貨収支への影響 | 39 |
| 第XV章 | 結論および勧告 | 41 |

添付図面

G-01 原料鉱床位置図

は　じ　め　に

タイ王国はインドシナ半島の中央部に位置し、東側はラオス、カンボジアと西側はビルマと国境を接している。また南部はシャム湾に面し、南西部はマレー半島に伸びてマレーシアと接している。

タイ王国の経済は元来、米を中心とした農業主導型のものであったが、その後農業の多角化、アメリカその他からの援助や借款、海外からの工業投資の受入れによって順調に成長してきている。経済開発計画は1961年に第1次計画が開始され1979年に第4次計画が終了し、目下第5次計画が実施されている。

この間1973年に始まった第1次石油危機ならびに1979年に発生した第2次石油危機に見舞われ、経済発展は少なからずさまたげられている。エネルギーの輸入国としてのタイ王国はかかる情勢下で自国産の天然エネルギーの開発に真剣に取り組んで来た。この一環として工業省鉱物資源局は1974年以降メソット地区を含む北部のオイルシェール資源賦存状況について調査を行ってきたが、同地区にオイルシェール187億トン、平均含油量5%弱(重量比)の賦存が確認された。タイ政府はこの開発を促進するため1980年にオイルシェール委員会を設立した。この委員会は工業大臣を議長とし、関連省庁を統合した開発委員会となっている。委員会は当初シェールオイル抽出プロジェクトを計画したが、その後の石油需給緩和情勢を考慮し、当面のオイルシェール利用法として技術的・経済的に最も実現の可能性が高い計画としてオイルシェールを利用して発電およびセメント製造を行なうプラントを建設する計画(以下本プロジェクトとよぶ)を立案した。これを受けてタイ王国政府は1981年3月、我国に対し本プロジェクトの建設計画に関する調査の実施を要請するに至った。

日本政府はタイ王国政府からの要請を基本的に受諾することとし1982年7月に国際協力事業団による事前調査を行ない、調査計画を検討して合意事項としてとりまとめた。これにもとづいて同事業団は1982年11月下旬より約1ヶ月間、本調査を実施した次第である。

従って、本調査の目的とするところは極めて明確である。即ち本プロジェクトに関する全体の背景を把握し市場調査、原料・燃料、ユーティリティ、工場敷地、インフラストラクチャー、自然的・社会的条件に関する調査、工場の概念設計、環境調査、組織および要員計画、工場建設および運転計画、財務分析、経済分析等を実施した上、これらの結果を総合的に考案し、本プロジェクトのフィージビリティを判定し、且つ今後の計画推進上の提言を行なうことである。

本調査は、昭和58年11月21日、原料調査グループの日本出発により開始された。次いで12月6日に市場調査・財務経済調査グループが、また12月11日にプラント・環境・インフラストラクチャー調査グループがそれぞれ出発し調査を開始した。

現地調査はタイ王国工業省鉱物資源局ほか関係諸部門の積極的な協力もあり終始順調に推移し、12月25日に終了した。

調査グループの帰国後、現地調査結果の整理・分析、現地で採取したサンプルの試験ならびにプラントおよび鉱山の設計作業が行なわれ、それらを取纏めて昭和58年6月に本報告書が完成された。

以下に現地調査の概要ならびに調査日程を述べる。

<調査の概要>

(1) オイルシェールを含む原・燃料の調査

オイルシェール鉱床調査

石灰石鉱床調査

粘土鉱床調査

副原料調査

現地化学分析

原料採掘ならびに輸送方法の調査

(2) 工場敷地の調査

メソット地区数ヶ所の候補地調査

有力候補地の測量

(3) ユーティリティの調査

電力の調査

水源の調査

(4) インフラストラクチャーの調査

道路・橋梁の調査

港湾施設の調査

(5) 環境関係調査

環境関係基準の調査

(6) セメントならびに電力の市場調査

とくに北部地区の市場調査

(7) 財務・経済関係調査

関係資料の収集

第 I 章 総 論

I-1 前 提

本報告書は以下に述べる前提にもとづいて作成された。

I-1-1 セメントの市場

セメントの市場としてはタイ王国の内需を主とし、一部輸出を見込むが、現在の市場動向を大きく後退させるような諸情勢の変化はないものとする。

I-1-2 原 料

主要原料はメソット地区に賦存するものを、また補助原料はできるだけ近くに賦存するものをえらび、下記鉱床を調査の対象とした。

(1) 石 灰 石

ドイディンキ (Doi Din Chi) 鉱床

(2) 粘 土

(i) メソット (Mae Sot) 鉱床 (オイルシェールおよびその表土)

(ii) タク-メソット (Tak - Mae Sot) ハイウェイ沿い鉱床

(3) けい酸質原料

モエイ川沿いの鉱床

(4) 鉄 原 料

ノンポー (Non Poh) 鉱床 (ナコンサワン県)

(5) 石 こ う

ドイキー (Don Kui) 鉱床 (ピチット県)

I-1-3 燃 料

(1) オイルシェール

メソット (Mae Sot) 鉱床

(2) 石 炭

メラマ (Mae Ramat) 鉱山

I-1-4 用 役

(1) 電 力

本プロジェクトに必要な電力は、全量自家発電で賄うほか、余剰電力はメソット地区需要家にPEA（地方電気庁）を經由して販売されるものとする。

(2) 水

本プロジェクトに使用する工業用水は工場建設予定地近くを流れるモエイ（Moei）川から取水するものとし、必要な配管設備は本プロジェクトで建設するものとする。また、飲料用の上水はメソット水道局（Mae Sot Water Supply Office）から購入するものとする。

I-1-5 インフラストラクチャー

道 路

工場敷地への県道からの取付道路および石灰石ならびにオイルシェールの鉱床から工場への運搬道路は本プロジェクトで建設する。

I-1-6 財務分析ならびに経済的評価のための基礎データ

(1) 価格ならびに単価

価格ならびに単価は1982年12月を基準とし、エスカレーションは考慮しない。

(2) 財 源

借入金／自己資本比：70／30

(3) 借入条件（長期借入金）

金 利 10％／年

返 還 12年

据置期間 3年（運転開始後）

建設金利 資本に繰入れる。

(4) 借入条件（短期借入金）

金 利 17％／年

(5) プロジェクトライフ 20年

(6) 年間稼働率

初年度，2年度，3年度，4年度以降各々 70％，80％，90％，100％とする。

- (7) 年間運転日数 330日/年
- (8) 税金ならびに関税
- (i) 所得税 税引前利益に対し35%, 免税期間無し
 - (ii) 生産税 6% (ネット工場出荷価格に対し)
 - (iii) 取引税 生産税の10%

(9) 外貨交換レート

1米ドル=23バーツ

1米ドル=240円

(10) 償却

| | 耐用年数 | 残存価値 |
|---------|------|------|
| 土木・建築工事 | 20年 | 10% |
| 車両・鉱山機械 | 5年 | 0% |
| 機器 | 10年 | 10% |
| 操業前費用 | 10年 | 0% |
| 建中金利 | 10年 | 0% |

(11) セメントの工場出荷価格(袋物)

普通セメント 1,610バーツ/トン

混合セメント 1,310バーツ/トン

但し, 上記価格にはセメント税ほか6.6%を含む。

即ち, (工場出荷価格)=1.066×(ネット工場出荷価格)

I - 2 結 論

前項に示す前提にもとづいて検討した結果、メソット地区にオイルシェールを利用して発電ならびにセメントを製造する工場を建設する計画は以下に述べる如く、技術的経済的にフィージブルと認められる。

(1) セメント市場および電力需給

セメント市場については、内需および輸出が順調に伸びるものと予想され、需要に応じたセメント工場の建設が必要である。タイ王国内の電力の需要は今後10年間年平均9.2%の伸びが予想される。

(2) メソット地区の環境

自然的条件、社会的条件とも本プロジェクト実施に適している。

(3) 原料評価と供給

次に示す原料は量質とも本プロジェクト実施に適しており、供給上も問題ない。

- (i) 石 灰 石 : ドイディンキ鉱床
- (ii) オイルシェール : バンフォイカロク鉱床(メソット地区)
- (iii) 粘 土 : バンフォイカロク鉱床 表土および挟み
- (iv) けい酸質原料 : モエイ川けい砂

尚、鉄鉱石、石こうは買鉱とする。また、当初(iii)、(iv)は使用しない。

(4) 燃料の評価

(i) 石 炭

メラマ産石炭はキルン焼成用燃料として適している。尚、一部輸入炭を使用することが考えられる。

(ii) オイルシェール

バンフォイカロク鉱床のオイルシェールは、発電用流動床ボイラーおよびキルンプレカ
ルサイナー用燃料として適している。

(5) 用役およびインフラストラクチャー

本プロジェクト実施のために必要な用役およびインフラストラクチャーには問題はない。

- (i) 電 気 : 自家発電
- (ii) 水 : モエイ川より取水する。
- (iii) 道路状況、港湾、通信施設: 充分整備されている。但し、工場周辺部の道路に関しては多少の整備が必要である。

(6) 工場の概念設計

- (i) プロセス : 流動床ボイラー発電および乾式新サスペンションプレヒーター付
キルンによるセメントの製造。
- (ii) 生産規模 : クリンカベース : 462,000トン/年
セメントベース : 808,500トン/年
- (iii) 工場敷地 : メソット町郊外の丘陵地
- (iv) 関係規格法規 : タイ王国の規格法規に準ずる。
- (v) セメント品質 : タイ王国規格 普通セメントおよび混合セメントに準ずるオイル
シェールセメント
- (vi) 燃料の供給 : 石炭(買鉱,トラック輸送)
オイルシェール(原料の項参照)
- (vii) 製品の流通計画 : 北部市場を主とする。(トラック輸送)
- (viii) 工場設計の概要 : 関連条件を考慮して設備を選定した。
- (ix) 工場主要設備の仕様 : 上記設計方針に基づいて選定した。
- (x) フローシート・レイアウト : 本文,添付図参照
- (xi) 社宅計画 : 社宅・厚生施設を計画した。

(7) 環境調査

タイ王国の環境基準ほか必要条件を考慮して機器の選定および設計を行なった。

(8) 組織および要員計画

標準的な組織および要員計画を行なった。尚,要員計画に際しては,メソット地区の雇用促進を十分に考慮した。

(9) 工場建設および運転計画

タイ王国に於ける各種条件を考慮して策定した。

(10) 所要総資金と資金調達計画

表1-2-1 所要総資金

(1,000バーツ)

| | 外貨ポーション | 内貨ポーション | 合計 |
|------|-----------|-----------|-----------|
| 固定資金 | 1,936,568 | 1,159,800 | 3,096,368 |
| 運転資金 | 0 | 105,259 | 105,259 |
| 合計 | 1,936,568 | 1,265,059 | 3,201,627 |

資金調達は資本金30%, 借入金70%とした。

(11) 財務分析

本プロジェクトの収益性をまとめ表1-2-2に示す。

表1-2-2 財務的内部収益率(FIRR)

(%)

| | |
|-----------------|------|
| FIRR on I (税引前) | 19.8 |
| FIRR on I (税引後) | 15.0 |
| FIRR on E | 26.9 |

本プロジェクトの収益性は高い。

(12) 発電の規模を変えた場合・他の検討

本プロジェクトの発電規模が財務的にみて最適であり、また電力供給を通してメソット地区の発展に寄与できる。

(13) 経済分析

本プロジェクトの経済的内部収益率は21.4%でありタイ王国での推定カットオフレートに比較し高率である。これは本プロジェクトが経済的にも有利であることを示している。

注：タイ王国での経済的内部収益率に対するカットオフレートは12%~18%の間であると推定される。

I-3 勦告

本プロジェクトは技術的に最新のものであり、また規模も大きい。従って、本プロジェクト

を円滑に推進させるためには、事前に綿密な計画立案ならびに準備を行なう必要がある。

以下にその主要なものについて述べる。

(1) 建設資金

本プロジェクトはかなりの資金を要する。本報告書では30%を自己資本とし、残りの70%を長期借入金で賄うこととした。この長期借入金は海外からの借款となると考えられるが、借入条件をできるだけ有利にすることが望ましい。

(2) 土地取得

工場敷地、原料鉱床、その他本プロジェクトに必要な土地をなるべく早目に取得する必要がある。取得後は基礎調査ならびに予備的な土地造成、取付道路の建設、水道配管等の作業を開始する事ができる。

(3) ボーリング

オイルシェール鉱床ならびに石灰石鉱床のボーリングを実施し、本プロジェクトのより詳細な採鉱計画を立案することが望ましい。

(4) 流動床ボイラーのパイロットプラント試験

流動床ボイラーの詳細設計を行なうためトン単位のオイルシェールを使用してパイロットプラントによる試験を実施する必要がある。

(5) 測 量

プラントサイト、原料鉱床、その他輸送路線の測量を実施し、早期着工に備える必要がある。

(6) 製品規格の制定

現在オイルシェールセメントの規格はタイ王国にはない。従って早い時期にこのセメントの規格を制定する必要がある。

(7) 長期調達への折衝

特にタイ王国産石炭を長期にわたり安定して調達するため早期に手配する必要がある。

(8) 技術コンサルタントの採用

本プロジェクトの円滑な実施のためには、セメント工場等の建設のフルスケールコンサルティング業務に経験豊富な外国の技術コンサルタント会社の助言が必要である。

(9) 建設コスト見積の引合

工場建設コストについてなるべく早い機会に見積をとり、検討する必要がある。

(10) 売電に関する調整

本プロジェクトで発電する電力の一部は地方電気庁（PEA）を通じてメソット地区に供給することになるが、この件に関して、タイ電力庁（EGAT）を含む政府内部の調整が必要である。

(11) 本プロジェクトの推進母体

本プロジェクトは原料および燃料としてオイルシェールを使用すること、メソットの地域開発に貢献すること等プラス面がある一方、セメントの市場として北部を対象としているので既存セメントメーカーとの調整が必要である。従ってこれらのことを総合的に考慮して本プロジェクトを国家的見地から推進する必要がある。これに関しオイルシェール委員会等における検討が必要であろう。

第Ⅱ章 セメント市場および電力需給

Ⅱ-1 セメント市場

(1) セメント市場，輸出，輸入ならびに消費の実績

表2-1-1 セメント生産・輸入・輸出・消費実績

(1,000 トン)

| 年 | 生産 | 輸入 | 輸出 | 消費 | | |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|-----------------|
| | | | | 年消費 | 移動平均 | 1人当り消費量 (kg) |
| 1960 | 440 | 14 | 25 | 429 | 538 | 16 |
| 61 | 646 | 6 | 156 | 496 | 621 | 18 |
| 62 | 956 | 35 | 178 | 821 | 719 | 29 |
| 63 | 999 | 20 | 142 | 877 | 871 | 30 |
| 64 | 1,060 | 9 | 96 | 973 | 1,083 | 33 |
| 65 | 1,250 | 39 | 100 | 1,189 | 1,310 | 39 |
| 66 | 1,476 | 262 | 45 | 1,553 | 1,577 | 49 |
| 67 | 1,736 | 316 | 28 | 1,960 | 1,858 | 60 |
| 68 | 2,170 | 107 | 35 | 2,208 | 2,116 | 66 |
| 69 | 2,403 | 24 | 48 | 2,379 | 2,313 | 68 |
| 70 | 2,630 | 2 | 151 | 2,482 | 2,449 | 73 |
| 71 | 2,771 | 1 | 237 | 2,534 | 2,573 | 72 |
| 72 | 3,378 | 1 | 735 | 2,643 | 2,700 | 74 |
| 73 | 3,706 | .0 | 876 | 2,829 | 2,850 | 77 |
| 74 | 3,923 | .2 | 914 | 3,010 | 3,103 | 74 |
| 75 | 3,959 | .3 | 726 | 3,234 | 3,525 | 79 |
| 76 | 4,422 | .3 | 623 | 3,799 | 4,034 | 90 |
| 77 | 5,063 | .3 | 309 | 4,754 | 4,698 | 107 |
| 78 | 5,044 | 351 | 22 | 5,374 | 5,351 | 116 |
| 79 | 5,122 | 1,128 | 22 | 6,328 | 5,863 | 137 |
| 80 | 5,355 | 937 | 12 | 6,498 | 6,181 | 138 |
| 81 | 6,362 | 108 | 92 | 6,362 | 6,414 | 133 |
| 82 | 6,545 | 16 | 161 | 6,342 | | 130 |
| 83 | 6,899 | - | 495 | 6,540 | | 132 |

(2) 国内需要予測

以上のデータを基にして① 1次指数曲線, ② ゴンベルツ曲線, ③ 2次曲線, ④ 3次曲線, ⑤ GDPとの相関式より傾向曲線を算出し将来の需要動向を予測すると表2-1-2の如くなる。

表2-1-2 セメント需要予測

(1,000トン)

| 年度 | ①式 | ②式 | ③式 | ④式 | ⑤式 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1982 | 7,954 | 8,076 | 7,062 | 7,517 | 7,457 |
| 1983 | 8,857 | 9,156 | 7,611 | 8,325 | 8,117 |
| 1984 | 9,863 | 10,415 | 8,183 | 9,216 | 8,821 |
| 1985 | 10,982 | 11,885 | 8,778 | 10,193 | 9,571 |
| 1986 | 12,230 | 13,608 | 9,396 | 11,264 | 10,371 |
| 1987 | 13,618 | 15,635 | 10,038 | 12,431 | 11,223 |
| 1988 | 15,165 | 18,029 | 10,702 | 13,702 | 12,132 |
| 1989 | 16,887 | 20,864 | 11,390 | 15,080 | 13,101 |
| 1990 | 18,804 | 24,236 | 12,100 | 16,571 | 14,134 |
| 1991 | 20,939 | 28,261 | 12,834 | 18,180 | 15,234 |
| 1992 | 23,317 | 33,085 | 13,591 | 19,912 | 16,408 |

上記の予測値のうち③式を今回の検討ベースとして採用した。

(3) 輸出の可能性

将来, 国内全セメント生産量の7%は輸出可能と考えられる。

(4) 将来の市場動向

(2)で述べた様に, タイ王国の需要動向を③式に基づいて推定して将来の需給バランスを予測すれば, 表2-1-3に示す通りとなる。

表2-1-3 需 要 予 測

(1,000トン)

| 年 度 | 生 産 [*] (設備能力) | 輸 出 ^{**} | 国 内 需 要 | 需 給 過 不 足 | メソットセメント工場 | | タイ王国北 部の需要 |
|------|----------------------------|-------------------|------------|--------------|------------|--------|---------------|
| | | | | | *** 生産量 | 過不足 | |
| 1983 | 8,885 | 573 | 7,611 | 701 | - | 701 | 814 |
| 84 | 9,150 | 616 | 8,183 | 351 | - | 351 | 894 |
| 85 | 9,150 | 661 | 8,778 | △ 289 | - | △ 289 | 965 |
| 86 | 10,660 | 707 | 9,396 | 557 | - | 557 | 1,041 |
| 87 | 10,660 | 755 | 10,038 | △ 133 | - | △ 133 | 1,123 |
| 88 | 10,660 | 806 | 10,702 | △ 848 | 566 | △ 282 | 1,211 |
| 89 | 10,660 | 857 | 11,390 | △1,587 | 647 | △ 940 | 1,307 |
| 90 | 10,660 | 911 | 12,100 | △2,351 | 728 | △1,623 | 1,410 |
| 91 | 10,660 | 966 | 12,834 | △3,140 | 809 | △2,331 | 1,521 |
| 92 | 10,660 | 1,023 | 13,591 | △3,954 | 809 | △3,145 | 1,641 |

注:1) * 1986年以降他社の増設はないものとする。

2) ** 国内全生産量の7%とする。(II-1-(3) 参照)

3) *** 1983年に工場建設が決定した場合の予想でこれは最も早い場合である。

(5) まとめ

タイ王国の国内需要ならびに輸出が表2-1-3の通りとし、その他の客観情勢に大幅な変化がないとするならば、1987年以降セメントの不足が生じ、メソットのセメント工場建設計画を早急に進めることが必要である。

II-2 電力需給

タイ王国の電気事業は全て国営で行なわれている。電力の需要は今後10年間で年平均9.2%の伸びが予想され、これに基づいた長期電源開発計画が策定されている。(表2-2-1)メソット地区の一人当たり電力消費量は全国平均に比較してやや低い近い将来に全国平均に達すると考えられる。

現在この地区にはタク市内の変電所から電力が供給されている。

表2-2-1 電力需要予測

| 会計年度 | ピーク時需要 | | 需要電力量 | |
|------|--------|--------|---------------------|--------|
| | MW | 伸び率(%) | 10 ³ MWh | 伸び率(%) |
| 1982 | 3,001 | 15.9 | 18,445 | 15.6 |
| 1983 | 3,433 | 14.4 | 20,570 | 11.5 |
| 1984 | 3,817 | 11.2 | 22,894 | 11.3 |
| 1985 | 4,195 | 9.9 | 25,252 | 10.3 |
| 1986 | 4,604 | 9.8 | 27,725 | 9.8 |
| 1987 | 4,968 | 7.9 | 29,944 | 8.0 |
| 1988 | 5,346 | 7.6 | 32,273 | 7.8 |
| 1989 | 5,742 | 7.4 | 34,693 | 7.5 |
| 1990 | 6,150 | 7.1 | 37,211 | 7.3 |
| 1991 | 6,581 | 7.0 | 39,816 | 7.0 |

出所：EGAT資料

第Ⅲ章 メソット地区の環境

Ⅲ-1 自然条件

メソット地区はタク県の西部に位置しビルマ国境に接している。バンコク北方約500kmにある山間の盆地であって、標高は海拔約210mである。盆地の中では小川がゆるやかに流れ山地にはチーク、ヤングのような硬質木が生い茂っている。気候は季節的なモンスーンに支配された熱帯性気候であり、季節は夏季、雨季、冬季の三季節に分れている。

メソット地区には気象観測所があり、各種データを測定している。

Ⅲ-2 社会的条件

北部地域はタイ王国の中では開発の遅れた地域である。この中でメソット地区は大きな産業も無く人口密度の低い後進地域の一つである。

メソット郡の人口は約68,000人であり、主要産業は農業である。その他砕石所、精米所、製材所等がある。町内には商店が立ち並び小規模な商業を営んでいる。電気・水道は完備している。交通はバンコクとは1級および2級国道で結ばれている。表3-2-1に最近4ケ年のGRP (Gross Regional Product) を地域別に示す。

表3-2-1 地域別G R P

(百万バーツ, 1人当りはバーツ)

| 地 域 | | 年 度 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|----------------|------|--------|---------|---------|---------|------|
| タイ王国 | 合 計 | - | 257,043 | 269,897 | 284,573 | |
| | 一人当り | - | 5,699 | 5,849 | 6,126 | |
| バンコク メトロポリス | 合 計 | 74,939 | 82,005 | 92,715 | 100,270 | |
| | 一人当り | 16,298 | 17,149 | 18,674 | 19,462 | |
| 中 部 | 合 計 | 16,992 | 17,444 | 19,082 | 20,334 | |
| | 一人当り | 6,033 | 6,140 | 6,666 | 7,060 | |
| 東 部 | 合 計 | 30,878 | 35,046 | 33,659 | 35,701 | |
| | 一人当り | 10,209 | 11,197 | 10,383 | 10,629 | |
| 西 部 | 合 計 | 23,796 | 25,551 | 24,653 | 25,126 | |
| | 一人当り | 7,664 | 8,132 | 7,757 | 7,828 | |
| 北 東 部 | 合 計 | 32,908 | 36,694 | 39,990 | 42,994 | |
| | 一人当り | 2,143 | 2,334 | 2,487 | 2,616 | |
| 北 部 | 合 計 | 32,125 | 36,731 | 37,919 | 38,191 | |
| | 一人当り | 3,509 | 3,937 | 3,991 | 3,951 | |
| 南 部 | 合 計 | 25,536 | 27,626 | 28,889 | 30,236 | |
| | 一人当り | 4,739 | 5,012 | 5,128 | 5,255 | |

注：1972年固定価格ベース

第Ⅳ章 原料評価と原料供給

原料の可採鉱量、品質およびその性状、供給方法は本プロジェクト計画の際、工場規模および製造工程を決定するための重要な要因となるので、これらの点に留意し、各々の原料地の地質調査、採掘条件および搬出条件の調査、検討ならびに品質に関する諸試験を行なった。

Ⅳ-1 原料評価

Ⅳ-1-1 石灰石

(1) 石灰石鉱床は、バンフォイカロク地域 of 工場予定地西南西のドイディンキに位置する。

石灰石鉱床は、ほぼ、南北方向をもって分布するが、この内約41ha.内の石灰石可採鉱量は3,170万トンが計算され、この鉱量は本プロジェクトの場合約51年分に相当する。開発計画区域は南鉱床で、21年分の1,300万トンが見込まれる。石灰石鉱床の地形は、単調な傾斜面をなし、S.L. 240m~250m以上は表土が薄く、採掘は容易である。山元から工場まで、石灰石運搬のため約5.5kmの道路建設が必要であるが、ルート沿いの地形は緩傾斜なので、道路建設に問題はない。

(2) 石灰石原料の品質は、セメント用として充分であり平均品位でCaO 53.2%, MgO 0.4%である。鉱床には、稀に挾雑岩が認められるが、原料の品質に影響をおよぼす程の規模ではないので採掘の際、無視して差支えない。

Ⅳ-1-2 オイルシェール

バンフォイカロク鉱床のオイルシェールは、広範囲に又数層にわかれて賦存している。本プロジェクトの対象地域では発熱量は平均700kcal/kgであるが、選択採掘により940kcal/kg程度を確保することができ、流動床ボイラーおよびキルンプレカルサイナ用燃料として適している。可燃分以外の部分には主成分のSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaOが適当な割合で含まれており、有害成分の含有量は少ない。更に流動床ボイラーで低温で燃焼した灰分は適当な水硬性を示し、セメントクリンカと適量混合することにより良質のオイルシェールセメントが得られる。構成粒子は微少で反応性はよく粘土質原料としても良質である。メソット地区のオイルシェールは約200km²に亘って分布し、埋蔵鉱量は約186億トンと報告されている。

本プロジェクト対象のバンフォイカロク地域約100ha.(1km²)内の可採鉱量は1,340万トンであり、本プロジェクトの場合約21年分に相当する。更にこの区域外および区域内深所

のオイルシェールが将来のポテンシャルとして考えられる。

IV-1-3 粘土原料

粘土原料は、本プロジェクトではオイルシェールそのものを使用するので他の粘土原料は当面必要ない。参考のため実施した調査によると、主にオイルシェールのかぶりおよび挟みとして賦存する泥灰岩、石灰質岩が約5,000万トンあり、その他の区域にも粘土原料は賦存する。これらの粘土原料は品質的にもセメント原料として使用可能である。

IV-1-4 けい酸質原料

モエイ川沿岸に点在するけい砂は品質的にセメント用原料として使用可能であり、埋蔵量は約37万トンが確認された。本プロジェクトでは当面けい砂を使用する計画はない。

IV-1-5 鉄原料

ナコンサワン県ノンポー地域の赤鉄鉱、磁鉄鉱鉱床は本プロジェクトの質的、量的要件を満たす。鉄原料中の Fe_2O_3 含有量は40%以上である。本プロジェクトではこの鉄原料を買鉱する予定である。

IV-1-6 石こう原料

ピチット県ドイキ地域の石こうは質的、量的に見て本プロジェクトの要件を満たす。石こうの SO_3 含有量は46.5%である。本プロジェクトではこの石こうを買鉱する予定である。

IV-1-7 各原料の化学組成

各原料の代表的サンプルの分析値の平均値を表4-1-1に示す。

表4-1-1 原料の平均化学組成

(重量%, 乾ベース)

| | | 石灰石 | オイルシェール | 泥灰岩 | けい砂 | 鉄鉱石 | 石炭の灰分 |
|------------------|--------------------------------|-------|---------|-------|--------|--------|-------|
| 化 学 成 分 | L.O.I. | 42.8 | 28.8 | 22.5 | 1.0 | 6.2 | 1.7 |
| | SiO ₂ | 2.0 | 31.8 | 36.0 | 86.4 | 43.6 | 49.1 |
| | Al ₂ O ₃ | 0.5 | 10.1 | 14.2 | 7.4 | 9.0 | 40.4 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0.2 | 3.4 | 3.8 | 0.6 | 39.7 | 3.4 |
| | CaO | 53.8 | 17.2 | 18.1 | 0.4 | 1.1 | 2.1 |
| | MgO | 0.4 | 3.6 | 2.5 | 0.2 | 0.4 | 1.2 |
| | SO ₃ | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — |
| | Na ₂ O | 0.00 | 0.73 | 0.25 | 0.79 | 0.06 | — |
| | K ₂ O | 0.01 | 1.40 | 2.48 | 3.50 | 0.04 | — |
| | 合計 | 99.71 | 99.43 | 99.83 | 100.29 | 100.07 | |
| | P ₂ O ₅ | 0.03 | 0.12 | 0.16 | 0.04 | 0.04 | — |
| Cl | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.020 | — | |

IV-2 原料供給

IV-2-1 石灰石

(1) 採掘方法

採掘はベンチカット法による。この方法は鉱床の上部から水平なフローを作り、10m程度の高さ(厚さ)で逐次スライスダウンする採掘方法である。

(i) 穿孔・発破

穿孔・発破作業は安全性を考慮して一日一方作業とする。穿孔はクローラドリルによって行なう。

(ii) 小割

発破により爆落した鉱石のうち、工場に直接搬入できない大塊は、別に集石して小割を

行なう。

(iii) 切羽設計

本鉱山の場合、常に高さ10mで100mの有効切羽長維持を目途として切羽設計を行なう。

(2) 積込・運搬

発破により破碎された石灰石は適正な大きさに小割した後、履带式トラクタショベル、ダンプトラックに積込まれ工場まで直接運搬される。

IV-2-2 オイルシェール

(1) かぶりの除去作業

オイルシェール層を覆っているかぶりの厚さは場所によりかなり変動が予想されるが、平均的な厚さは19.4mとして計画する。

(i) 掘削と積込

かぶりである頁岩、泥灰岩等はトラクタショベルで直接掘削積込が可能である。

(ii) 運搬と堆積

掘削されたかぶりはダンプトラックに積込みピット外の適当な場所に一時堆積するか、鉱石採掘跡のピットに埋戻す。

(2) オイルシェールの掘削

オイルシェールの掘削はかぶりの除去が終了した地域についてベンチカット法によって行なう。

(i) 採掘ピットの設計

オイルシェールの採掘ピットは、鉱石採取による周辺土地への影響を出来るだけ小さくする様な設計とする。採掘を集約化、高機能化し降雨の影響を小さくする等の目的からピットの大きさは必要最小限にすることが望ましい。

(ii) 掘削方法

オイルシェール層の掘削も大部分がトラクタショベルによる直接掘削が可能と考えられる。掘削はベンチカット法により計画的に行ない、鉱石品位の変動に注意して低品位鉱が工場送用品に混入しない様に、採掘現場での選別作業を徹底して行なわなければならない。

(ii) 排水対策

オイルシェールの採掘は、地表からの掘り下がりのため降雨の影響を受け易い。特にピット内の排水には対策を要する。

(3) 積込・運搬

積込は、掘削兼用の履带式トラクタショベルにより行なう。運搬はダンプトラックによる。

IV-2-3 鉄原料

鉄原料は供給先の候補の一つであるナコンサワン県のノンポー地域の鉄鉱床のものを買鉱する。運搬距離は約290 kmでトラックにより輸送する。

IV-2-4 石こう

石こう原料は、ピチット県のドイキ地域のタイジブサム株式会社から買鉱する。これはトラックにより約270 km運搬される。

IV-2-5 その他の副原料

副原料として粘土、けい酸質原料は当初必要ない。将来必要になった場合道路の補修等によって輸送可能である。

第V章 燃料の評価

V-1 タイ王国産石炭(リグナイト)

キルン吹込用燃料としてメラマ鉱山の石炭が品質、価格、輸送距離の点で有利であり、本プロジェクト用に買鉱可能である。メラマ炭の平均品位を表5-1-1に示す。

表5-1-1 メラマ鉱山歴育炭の平均品位

| | |
|---------|---------------------------|
| 固 定 炭 素 | 4 2.5 1 % |
| 揮 発 分 | 3 1.8 5 % |
| 水 分 | 8.3 2 % |
| 灰 分 | 1 7.3 0 % |
| 硫 黄 分 | 1.3 1 % |
| 発熱量(契約) | 4,8 0 0 ~ 5,5 0 0 kcal/kg |

メソット — メラマ間距離(タク経由) : 約180 km

埋 蔵 量 : 2,000,000トン

尚、当鉱山は雨期の搬出ができないので、これにそなえてバンタクに能力50,000トンの貯炭場を保有している。

V-2 オイルシェール

タイ王国ではオイルシェール鉱床は北部地域にのみ数ヶ所発見されているがいずれの鉱床も未開発である。メソット地区の鉱床は最も規模が大きく、その品質はIII-1-2記載の如く、発電用流動床ボイラーの燃料として、またキルンブレカルサイナー用燃料として適している。

7

第 VI 章 用役およびインフラストラクチャー

VI-1 電 力

セメントプラントに必要な電力(10.7 MW)は全量自家発電電力で賄うほか、1.8 MWの余剰電力を P E A を経由してメソット地区一般需要家に供給する。工場建設予定地からメソット地区の需要家へは既存と同じ22 kV配電線で供給する。鉾山は負荷設備が小さいため、セメントプラントから電力を供給する代わりにディーゼル発電機を設置する。尚、自家発電所の起動用および非常用電源としてディーゼル発電機を設置する。

以下に本プロジェクトの所要動力を示す。

(1) 設備電力

| | |
|--------------|---------------|
| (i) 鉾 山 | 1 0 0 kW |
| (ii) 発 電 所 | 3, 8 0 0 kW |
| (iii) セメント工場 | |
| 原料部門 | 3, 9 0 0 kW |
| 焼成部門 | 2, 5 0 0 kW |
| 製品部門 | 4, 5 0 0 kW |
| 出荷部門 | 3 0 0 kW |
| 間接部門 | 4 0 0 kW |
| 小 計 | 1 1, 6 0 0 kW |
| 合 計 | 1 5, 5 0 0 kW |

(2) 所要電力

本プロジェクトの規模、一般的なセメントプラントに於ける負荷率、需要率の実績を基にすると、所要電力は最大12,500 kW、平均10,700 kWと推定される。

VI-2 水

本プロジェクトに使用される各種用水は次の通りである。

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 発電所ボイラー給水 | ： | 37トン/時 |
| 発電所冷却水 | ： | 3,000トン/時 |
| セメント工場水 | ： | 200トン/時 |
| 工場内上水 | ： | 150トン/日 |

この用水を全量近くのモエイ川から取水するのは困難であるので、プラント内に2,000トンの貯水池兼冷却池を設け循環使用する方法を採用する。尚、補給水として約200トン/時必要であるがこれは全量モエイ川から取水するものとする。飲料用の上水はメソット水道局より供給されるものとする。

VI-3 道路状況

タイ王国では道路網の建設が逐次進められ、旅客、貨物輸送の重要な手段となっている。

(表6-3-1 参照)

表6-3-1 道路建設状況(1980年)

| | 県数 | 面積 (1,000 km ²) | 人口 (百万人) | 供用中(km) | | | 建設予定および建設中(km) | | | 総計 (km) |
|-----|----|-----------------------------------|-------------|---------|-------|--------|----------------|--------|--------|------------|
| | | | | 舗装 | 未舗装 | 小計 | 舗装 | 未舗装 | 小計 | |
| 北部 | 17 | 170 | 9 | 5,608 | 1,025 | 6,633 | 442 | 5,187 | 5,629 | 12,262 |
| 東北部 | 16 | 170 | 16 | 6,221 | 2,389 | 8,610 | 163 | 3,565 | 3,728 | 12,338 |
| 中央部 | 25 | 104 | 15 | 5,628 | 1,486 | 7,114 | 340 | 2,485 | 2,825 | 9,939 |
| 南部 | 14 | 70 | 6 | 4,875 | 847 | 5,722 | 35 | 2,842 | 2,877 | 8,599 |
| 計 | 72 | 514 | 46 | 22,332 | 5,747 | 28,079 | 980 | 14,079 | 15,059 | 43,138 |

出所：道路局

バンコク-タクーメソットおよびメソット-タクーランバン-チェンマイ間はいずれも国道でむすばれているので、本プロジェクト用道路としては工場付近の短距離の取付道路ならびに原料輸送道路を建設すればよい。

VI-4 港湾

タイ王国にはバンコク港ならびにサタヒップ港があるが、本プロジェクトに使用する資機材および原材料の水切は設備の完備したバンコク港で行なり。

バンコク港のけい留施設および貨物取扱能力を表6-4-1に示す。

表 6-4-1 けい留施設および貨物取扱能力

| 施 設 | バ ー ス 数 | 年 間 取 扱 能 力 |
|-----------|---------|-------------|
| 旧 埠 頭 | 10 バース | 2.2 百万トン |
| 東 側 新 埠 頭 | 8 バース | 1.5 百万トン |
| ド ル フ ィ ン | 7 バース | 1.1 百万トン |
| ブ イ | 6 バース | 0.5 百万トン |

VI-5 通信施設

現在メソット地区からは主都バンコクを始めタイ王国内主要都市および海外との電話通信が可能であり、本プロジェクトの実施上問題はない。なおセメント工場と採石場間の通信には無線通信装置が必要である。

VI-6 配電設備

セメント工場からメソット地区に余剰電力を供給するため、発電所内に専用フィーダーを設け、メソット地区まで22kV配電線1回線を設置する(延長約10km)。鉸山にはディーゼル発電機を設置するので、特別な配電設備は不要である。

第Ⅶ章 工場 の 概 念 設 計

各種要因を詳細に検討し、工場の概念設計を次のように行なった。

Ⅶ-1 工場のプロセス概要

本プロジェクトはオイルシェールを有効に利用して発電を行ないつつセメントを製造することを目的としている。発電プロセスとしては流動床ボイラーと発電機を組合せたものとなる。オイルシェールのような低カロリーの固体燃料を低温で完全に燃焼し、且つ潜在水硬性を有する灰分を製造するボイラーとしては流動床ボイラーが最適である。

セメントプロセスとしては新サスペンションプレヒーター付乾式キルンを中心としたものとする。この方式は現在世界各地で広く用いられ、熱消費量が少く、且つ良質のセメントを安定して製造することのできる最新鋭方式である。更に、本方式によるとオイルシェールをキルンプレカルサイナー用の燃料として使用でき、また、メソット地区で産出する他の原料も良質でありこの方式の採用に適している。

尚、流動床ボイラーより廃出されるオイルシェール燃焼残灰はセメント製造用原料および混合材として有効に利用される。

Ⅶ-2 工場の生産規模

タイ王国特に北部タイのセメントの需給関係、原料鉱量、等各種要因を考慮して本プロジェクトの生産規模はクリンカベースで462,000トン/年、また、混合セメントを含むセメントベースで808,500トン/年とする。また、発電規模は12.5MWとする。いずれも将来同規模の設備の増設を考慮したレイアウトとする。クリンカおよびセメントの生産量を表7-2-1に示す。

表7-2-1 生 産 量

| | トン/日 | トン/日 |
|-------------|-------|---------|
| ク リ ン カ | 1,400 | 462,000 |
| オイルシェールセメント | 980 | 323,400 |
| 混合セメント | 1,470 | 485,100 |
| セメント合計 | 2,450 | 808,500 |

注：キルン運転日数 330トン/日

VII-3 工場敷地の選定

メソット町郊外の丘陵地を工場敷地として選定する。この場所は主原料地である石灰石ならびにオイルシェール鉱床に近く、また、製品の搬出にも便利である。また、この場所はメソットの市街地から離れているので環境保全上好ましい。

VII-4 関係規格・法規

主としてタイ王国の規格・法規に準ずる。但し機器設備の規格等で、認められる場合は相当する外国規格を使用する。

VII-5 セメントの品質

本プロジェクトで製造するセメントはオイルシェールセメントと同セメントをベースとした混合セメントである。

前者はTIS-15(1974)のType Iセメント(普通セメント)に相当し、又後者はTIS-80(2517)のミックスセメントに相当するものである。本プロジェクトに使用される原料ならびにプロセスにより充分良質な製品が得られる。

尚、道路床の建設に使用される低強度セメントについては将来製造することが考えられる。代表的なセメント規格を以下に示す。(いずれも普通セメント)

| | | |
|------|------------------|--------------------------|
| イギリス | BS-12(1978) | Ordinary portland cement |
| アメリカ | ASTM C-150(1980) | Type I |
| 西ドイツ | DIN 1164(1978) | PZ-35 |
| 日本 | JIS R5210(1977) | 普通ポルトランドセメント |

VII-6 燃料の供給計画

(1) タイ王国産の石炭

これはタイリグナイト(株)より買鉱する。石炭は同社メラマ鉱山より中間の貯炭場を経て工場にトラック輸送される。

(2) 輸入炭

輸入炭を使用する場合には、石炭はバンコク港で水切され工場までトラックで輸送される。

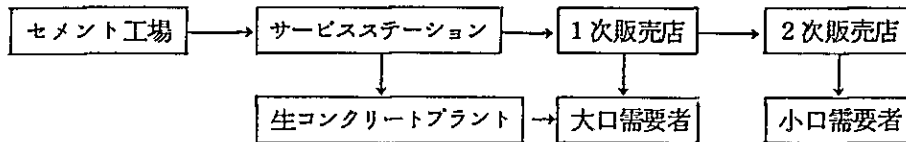
(3) オイルシェール

IV-2-2 原料供給の項参照

Ⅶ-7 製品の流通計画

本プロジェクトの製品のマーケットは北部タイを主とする。製品はバラ又は袋詰でトラックにより需要地に輸送され販売組織を通じて需要者にとどけられる。

販売経路の一例を示す。



Ⅶ-8 工場設計の概要

Ⅶ-8-1 工場主要設備の選定

原料および燃料の品質および調達条件，工場のプロセスおよび工場予定地の社会的，自然的条件を考慮の上，この工場に使用される主要設備を選定した。

Ⅶ-8-2 土木建築工事の計画概要

用地造成計画，取付道路計画，道路橋計画および構築物計画について詳細な検討を行った。

Ⅶ-9 工場主要設備の仕様

上記設計方針に基づいて主要設備の仕様を選定した。

- セメント工場主要設備仕様
- セメント工場電気機器仕様

Ⅶ-10 工場のフローシートおよびレイアウト

(1) 工場フローシート

- 添付図 P-02 セメントプラントフローシート (1)
- 添付図 P-03 セメントプラントフローシート (2)
(発電プラント)

上記フローシートを作成した。

(2) 工場レイアウト

原燃料，半製品および製品のハンドリング，運転・保守および修理，風向，主要原燃料の

受入，将来の増設のためのスペース等の諸条件を考慮して工場レイアウトを決定した。

○DWG No P-01 セメントプラントレイアウト参照

Ⅶ-11 社宅計画

用地の選定，用地計画を行なった上，管理職・技術職の社宅51戸 1,170㎡を計画した。
これは全従業員数の20%分に相当する。更に，下記の厚生施設を計画した。

- 来客用宿泊所
- 集会所
- スポーツ施設
- 小公園・広場
- 付帯設備

第Ⅷ章 環 境 調 査

Ⅷ-1 タイ王国の環境基準

タイ王国では環境基準が制定されている。これは大気品質基準，騒音基準，排水品質基準等よりなる。更に国家環境基準法により，環境衝撃調査報告書の作成ならびに環境に対する保全ならびに補償措置を義務付けられるプロジェクトのタイプとその大きさを定めている。

Ⅷ-2 公害防止のための機器選定

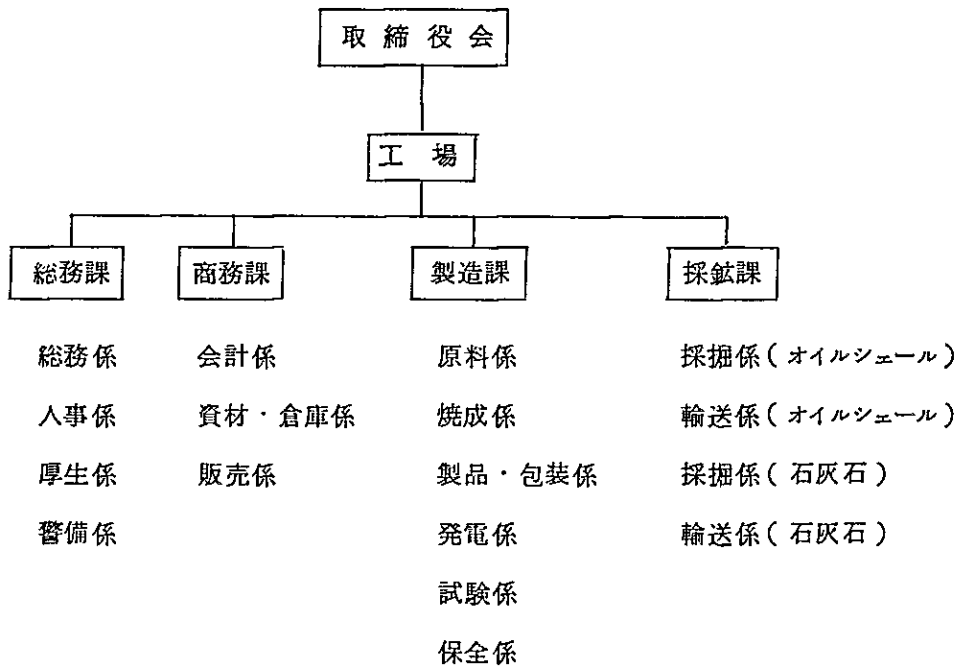
タイ王国の環境基準に基づいて，本プロジェクトで考慮すべき公害防止のための下記機器選定および設計等について検討した。

- 大気環境保全のための機器
- 水質保全のための機器
- 騒音防止対策
- 労働条件改善
- オイルシェール灰等の埋戻し

第 IX 章 組織および要員計画

IX-1 組織

組織の概要を図 9-1-1 に示す。



IX-2 要員計画

| | | |
|----|-------|------|
| 工場 | 工場長以下 | 341名 |
| 鉱山 | | 113名 |
| 合計 | | 454名 |

第 X 章 工場建設および運転計画

X-1 建設資機材の調達輸送条件

X-1-1 建設資機材の調達条件

プラント機械類は大部分輸入せざるを得ないが現地調達可能な機器は採用する事が望ましい。建設資材はほとんどタイ王国内での調達が可能である。但し、規格および品質の確認が必要である。

X-1-2 建設資機材の輸送条件

本プロジェクトに於ける最大重量のものは 60 トン，最大寸法のものは 4 m Ø × 12 m L と予想される。今回の調査ルートに於いてこれら大型機材の輸送に関して特に問題は認められない。

X-2 工場建設計画

一般に、この様なプロジェクトを円滑に遂行し、計画通りにプラントを完成するために必要な重要事項は、適切なコンサルタントの指定、適切な建設請負業者の選定および適切な契約を締結することである。

プロジェクト遂行の概略スケジュールを以下に示す。

(フル・ターン・キー契約の場合)

| | | |
|--------------|---|------------|
| コンサルタントの選定期間 | : | 約 9 ヶ月 |
| 建設請負業者の選定期間 | : | 約 1 年 3 ヶ月 |
| 建設工事期間 | : | 約 3 年 |
| <hr/> | | |
| 合 計 | : | 約 5 年 |

尚、上記スケジュールはプロジェクトが順調に遂行された場合のものである。

X-3 工場運転計画

初年度，2 年度，3 年度，および 4 年度以降の運転率をそれぞれ 70%，80%，90% および 100% とする。

第 XI 章 所要総資金と資金調達計画

XI-1 所要総資金

所要総資金は商業運転を開始するまでに投資される資金の総計であり表11-1-1にその集計結果をまとめる。

表11-1-1 所要総資金

(1,000パーツ)

| | 外貨ポーション | 内貨ポーション | 合 計 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 建設費 | | | |
| 鉦山開発費 | 142,520 | 80,250 | 222,770 |
| プラント機器(CIF) | 1,235,770 | 0 | 1,235,770 |
| 国内輸送費 | 0 | 7,360 | 7,360 |
| プラント機器据付費 | 0 | 161,960 | 161,960 |
| 土木建築工事費 | 0 | 678,260 | 678,260 |
| 建設経費 | 170,270 | 92,220 | 262,490 |
| 雑費 | 71,875 | 57,500 | 129,375 |
| 予備費 | 81,020 | 53,880 | 134,900 |
| コンサルタント費 | 47,920 | 0 | 47,920 |
| 小計 | 1,749,375 | 1,131,430 | 2,880,805 |
| 土地購入費 | 0 | 4,170 | 4,170 |
| 操業前費用 | 775 | 24,200 | 24,975 |
| 建設中金利 | 186,418 | 0 | 186,418 |
| 固定資金合計 | 1,936,568 | 1,159,800 | 3,096,368 |
| 運転資金 | — | 105,259 | 105,259 |
| 所要総資金 | 1,936,568 | 1,265,059 | 3,201,627 |

XI-2 資金調達計画

- (1) 資本金 所要総資金の30%
- (2) 長期借入金 所要総資金の70%
 - 金利：年率10.0%
 - 元金返済：3年間据置の後、元金均等 返済期間12年の条件で返済する。
- (3) 短期借入金 金利：年率17%
 - 元金返済：資金余剰が生じたとき

第 XII 章 財 務 分 析

XII-1 主要前提条件

I-1 参照

XII-2 所要総資金の年度別支出計画

年度別支出計画を自己資金と借入金に分け表12-2-1に示す。

表12-2-1 自己資金/借入金年度別支出計画 (1,000パーツ)

| 操業前年度 | －3年 | －2年 | －1年 | 合 計 |
|-------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 自己資金 | 217,311 | 364,312 | 378,866 | 960,489 |
| 借 入 金 | 507,060 | 850,060 | 884,018 | 2,241,138 |
| 合 計 | 724,371 | 1,214,372 | 1,262,884 | 3,201,627 |

XII-3 販売計画

(※)

運転率

| 年 度 | 初年度 | 2年度 | 3年度 | 4年度以降 |
|-----|-----|-----|-----|-------|
| 運転率 | 70 | 80 | 90 | 100 |

運転率 100%時生産量

| | |
|-------------|------------------|
| オイルシェールセメント | 323,400トン/年 |
| 混合セメント | 485,100トン/年 |
| 電 力 | 14,256,000 kWh/年 |

XII-4 製造コスト

製造コストを表12-4-1に示す。

表12-4-1 製造コスト

| | パーツ/トン・セメント | パーツ / 年 |
|----------|-------------|-------------|
| 直接費 | | |
| 原料費 | 5 2696 | 4 260 5000 |
| 燃料費 | 3 1990 | 2 586 4000 |
| 耐火レンガ | 1 1957 | 9 667 000 |
| 粉碎媒体 | 9 029 | 7 300 000 |
| 潤滑油類 | 0 725 | 5 86 000 |
| 修繕費 | 2 8000 | 2 263 8000 |
| 紙袋 | 7 0000 | 5 659 5000 |
| 直接費合計 | 20 4397 | 1 652 55000 |
| 固定費 | | |
| 直接人件費 | 3 0077 | 2 431 7000 |
| 保険・工場管理費 | 6 1801 | 4 996 6000 |
| 鉱山固定費 | 5 8879 | 4 760 4000 |
| 固定費合計 | 15 0757 | 1 218 87000 |
| 運転費用合計 | 3 55154 | 2 871 42000 |
| 金利(4年目) | 2 77197 | 2 241 14000 |
| 償却(4年目) | 3 06856 | 2 480 93000 |
| 合計 | 9 39207 | 7 593 49000 |

XII-5 財務分析手法

次に述べる財務諸表を作成して財務分析を行なった。

- (1) 損益計算書
- (2) 現金流入分析表

本調査では収益性の分析方法および判定基準として財務的内部収益率, Financial Internal Rate of Return (FIRR)を採用した。

XII-6 財務分析結果

本プロジェクトの収益性を表12-6-1にまとめる。

表12-6-1 基本ケースの財務的内部収益率

(%)

| | |
|-----------------|------|
| FIRR on I (税引後) | 19.8 |
| FIRR on I (税引前) | 15.0 |
| FIRR on E | 26.9 |

注：1) FIRR on I 投下資本内部収益率 (Financial Internal Rate of Return on Investment)

2) FIRR on E 自己資本内部収益率 (Financial Internal Rate of Return on Equity)

FIRR on Iは税引前で19.8%、税引後で15.0%を示し、この数値から判断すると本プロジェクトの採算性は高い。また、FIRR on Eは26.9%であり実質市中金利をはるかに上回っていることから投資家にとっても十分魅力あるプロジェクトと考えられる。

XII-7 感度分析

基本ケースに対して次の要因について感度分析を行なった。

- (1) 建設費 : 収益性に対し影響は大きい。
- (2) 製品価格 : 同上
- (3) 原料価格 : それ程大きくない。
- (4) 稼働率 : かなり大きい。
- (5) 金利 : FIRR on Eにかなり大きな影響を与える。
- (6) その他 : 自己資本比率、税率、免税等のプロジェクトの収益性に対する影響について検討した。

第 XIII 章 発電の規模を変えた場合・他の検討

前章まではセメント工場に必要な電力と一部の過剰電力をメソット地区に供給する発電規模の場合(これを基本ケースとよぶ)について論じてきた。本章では発電規模を変えた下記3ケースについてこれが主として財務分析に与える影響を検討した。

ケース A-1 : セメント工場に必要なだけの発電を行なう。

ケース A-2 : 発電を全く行なわないが、オイルシェールをキルンブレカルサイナー用燃料として使用する。

ケース A-3 : 発電を全く行なわず、又オイルシェールを全く使用しない、即ち普通のセメント工場と全く同じケースとなる。

上記3ケースについてXII章の財務分析の手法を用いてFIRR on I (税引前), FIRR on I (税引後), FIRR on Eを算出し表13-1-1の値を得た。

表13-1-1 財務分析結果(ケース・スタディ)

(%)

| ケ ー ス | 基本ケース | A-1 ケース | A-2 ケース | A-3 ケース |
|----------------|-------|---------|---------|---------|
| FIRR on I(税引前) | 19.8 | 19.8 | 16.7 | 14.9 |
| FIRR on I(税引後) | 15.0 | 15.0 | 12.5 | 11.2 |
| FIRR on E | 26.9 | 26.9 | 21.4 | 17.3 |

考 察

1. 基本ケースとケース A-1 とは採算性にほとんど差がない。但し基本ケースの場合、メソット地区へ配電を通じて寄与できる。特に将来電力需要が伸びた時有効である。
2. ケース A-2, A-3 とも基本ケースに比較し採算性はかなり低下する。この最大の原因は買電による直接費の上昇である。燃料費の増加も影響をおよぼしている。
3. 以上より基本ケース即ち本プロジェクトが発電をしない場合に比較して如何に有利かということが判明した。特にケース A-3 即ち在来法のセメントプロセスの場合に比較するとかなりの差がみとめられる。

第 XIV 章 経 済 分 析

XIV-1 経済的便益と費用

本プロジェクトで考えられる経済的便益と費用を表14-1-1に示す。

表14-1-1 経済的便益と費用

| 便 益 | 費 用 |
|----------------|--------------|
| セメントの生産増 | 初期費用 |
| 電力の供給増加 | 労働資源の消費費用 |
| 社 宅 | 原材料等その他の生産費用 |
| インフラストラクチャーの整備 | |
| セメント輸送費の削減 | |
| 雇用機会増大 | |
| 地元産業への波及効果 | |

XIV-2 経済的内部収益率 (EIRR)

本プロジェクトの経済的内部収益率 (EIRR) は 21.4 % である。

この値は、タイ王国に於ける経済的内部収益率のカットオフレート (12%~18%と推定される) と比較してもかなり高率であり、本プロジェクトが経済的にも優れていることを示している。

XIV-3 税金

本プロジェクトの実施により、企業税、生産税、および事業税が 20 年合計で約 52 億バーツに達し、これが国庫に収められる事が期待できる。

XIV-4 本プロジェクトの外貨収支への影響

○本プロジェクトの実施による外貨の流出

| | | |
|-------|-------|---------|
| 建設期間中 | | 19 億バーツ |
| 運転開始後 | 20 年間 | 47 億バーツ |
| 合 計 | | 66 億バーツ |

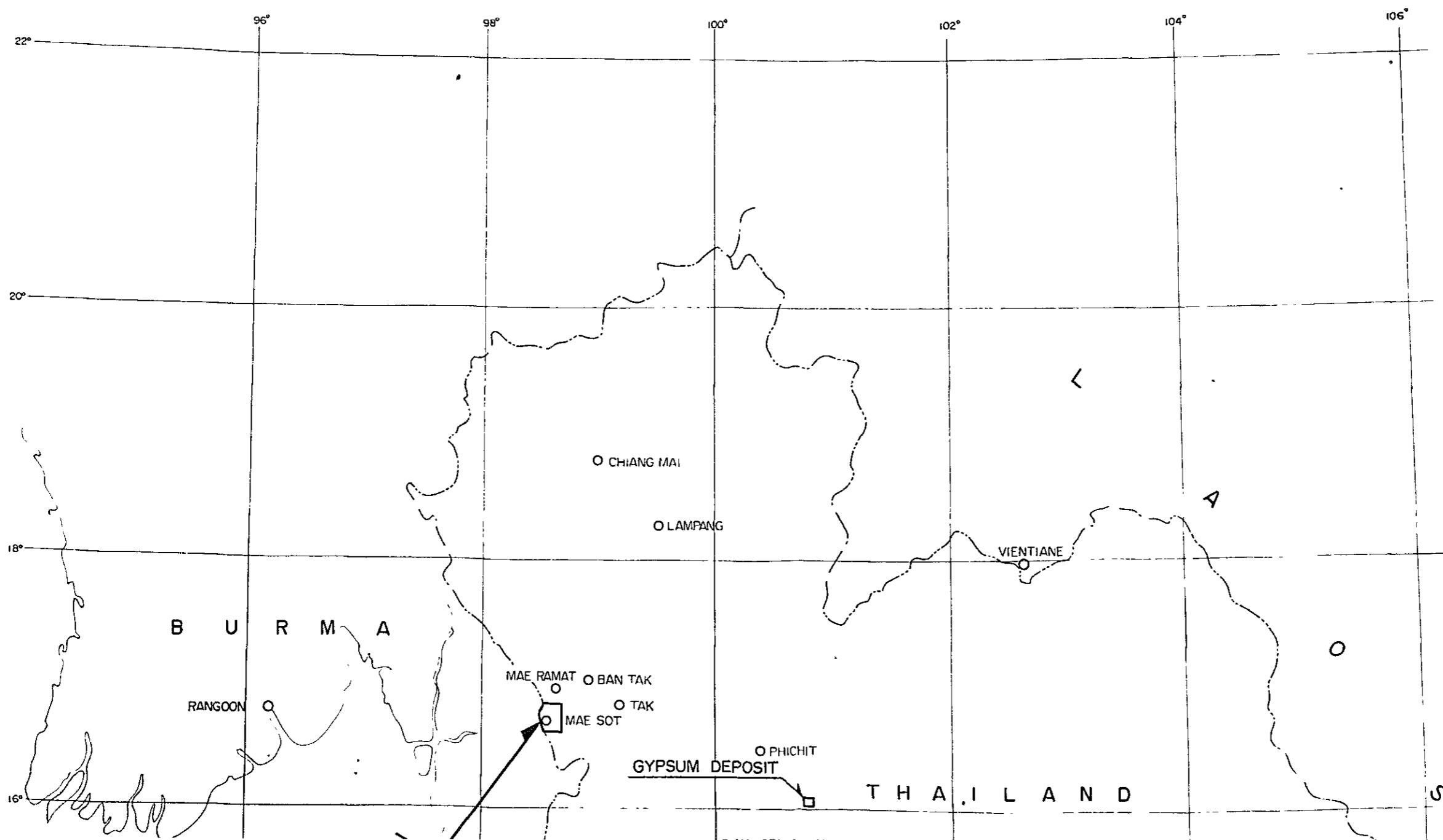
○本プロジェクトの実施による外貨の流入

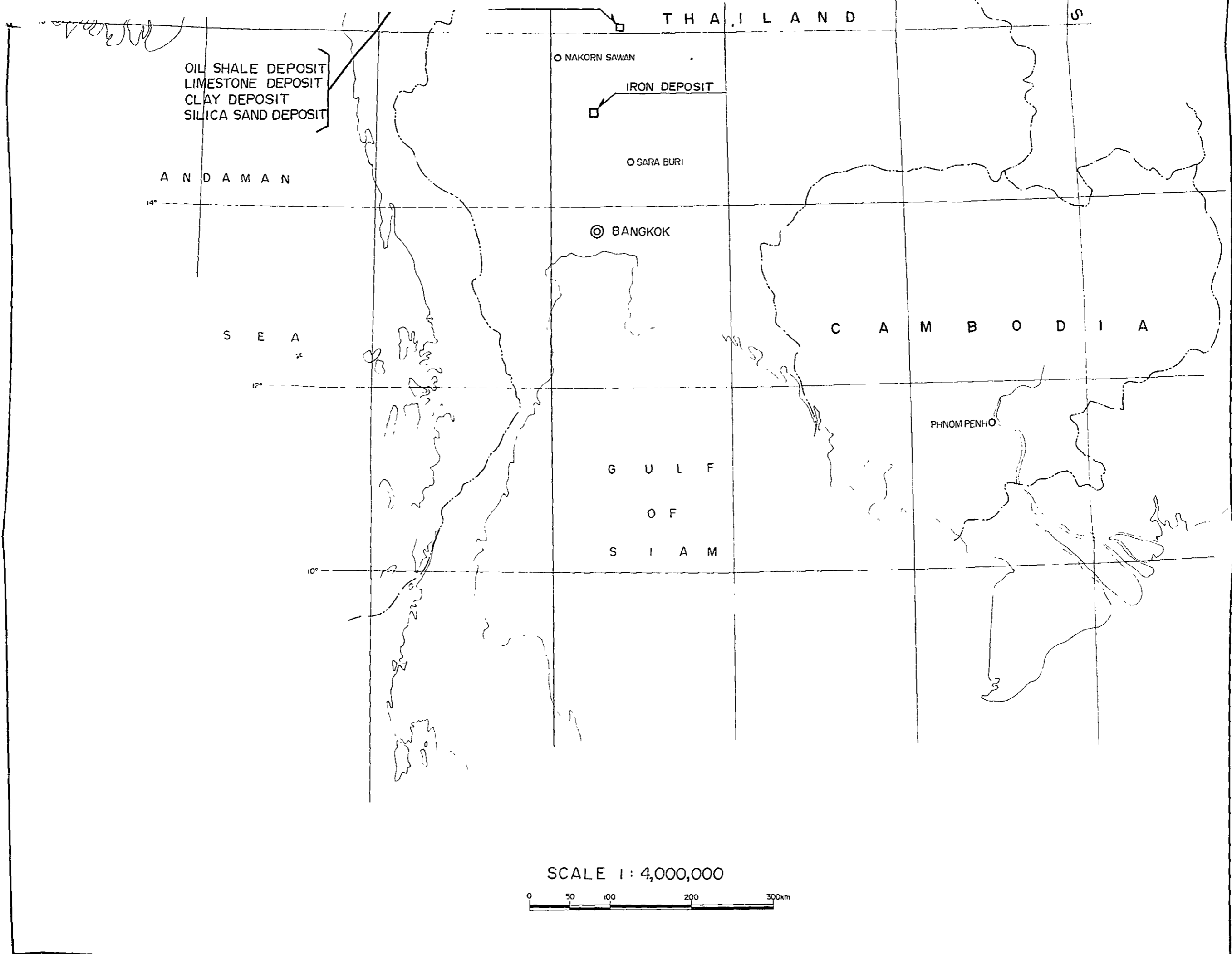
本プロジェクトの対象市場はセメント，電力とも北部タイを主とするので，製品を直接輸出する可能性は小さいが，国家的見地から考えれば，本プロジェクトで生産されるセメントはタイ王国全体のセメント輸出に間接的に寄与するものと考えられ，タイ王国の外貨収支への間接的効果は充分期待できる。本プロジェクトのセメントの20年間に亘る売上高は合計で228億バーツである。従って総合的にみて外貨収支上も，本プロジェクトを実施することは有意義と考えられる。

第 XV 章 結論および勧告

I-2, I-3 参照

LOCATION MAP OF RAW MATERIAL DEPOSITS





OIL SHALE DEPOSIT
LIMESTONE DEPOSIT
CLAY DEPOSIT
SILICA SAND DEPOSIT

A N D A M A N

14°

S E A

12°

10°

T H A I L A N D

○ NAKORN SAWAN

IRON DEPOSIT

○ SARA BURI

◎ BANGKOK

C A M B O D I A

PHNOM PENH

G U L F
O F
S I A M

SCALE 1:4,000,000



