

表4-2-38 混合セメントの推定強度

焼成温度 (℃)		750	800	850	TIS 80-2517
圧縮強度 (kg/cm ²)	3日	121	119	111	65
	7日	200	175	161	115
	28日	263	236	203	—

この結果より全ての混合セメントともタイの規格値を十分に満足しており、製造販売可能と推定される。三つの混合セメントの内焼成温度が低い程良好な結果を示しており、特に750℃焼成のものはタイ王国のI型普通セメントの規格値も満足するものである。

③

IV-3 原料の供給計画

IV-3-1 各原料の必要量

本プロジェクトで使用される原料の種類及び年間必要量は、次表の通りである。

表4-3-1 各原料の必要量

(恒湿ベース)

原料名	年間必要量(トン/年)	用途	水分(%)
石灰石	577,703	セメント原料及び添加材	2
オイルシェール	642,654	発電用及びセメント原料	4
鉄鉱石	9,032	セメント原料	3
石こう	27,612	セメント原料	2

但し、クリンカ生産量は、462,000トン/年

本章では、上表の各原料の供給計画について述べる。

IV-3-2 石灰石の供給計画

(1) 石灰石鉱山の供給能力

石灰石鉱山の供給能力は、上表の年間必要量と実際の作業日数により決定されなければならない。ドイディンキの石灰石鉱山は、表土が薄く、また地形的にもなだらかで年間稼働日数300日(月当り25日)を前提条件とした。したがって必要な供給能力は、次の通りと

なる。

月間能力 : 48,142トン/月

1日当り能力 : 1,926トン/日

(2) ドイディンキ石灰石鉱床の地形, 地勢

当該鉱床は, 工場予定地の西南約5 kmにあり大別して, 北鉱床と南鉱床に分かれる。鉱床条件・地形条件は, どちらも開発の対象となり得るものである。しかしながら,

- (i) 地形的にみた採掘の容易さ
- (ii) 採掘切羽への取付道路の建設条件
- (iii) 集水面積に基づく, 降雨の影響度合

等の理由から判断すると, 南鉱床の方がやや好条件にある。

尚, 鉱山の周辺には開発の支障になるような障害物は見受けられない。

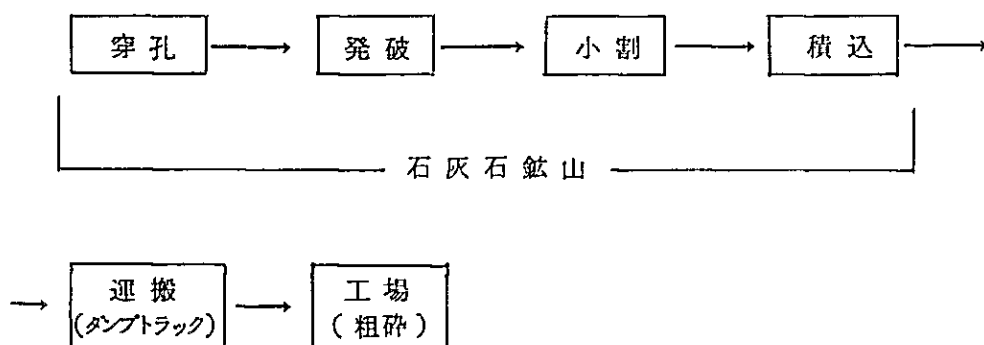
(3) 供給計画

(i) 基本方針と開発基準作業

石灰石鉱山の開発に際し, 基本的に考慮しなければならない条件は次の通りである。

- (a) 要求される数量を安定して生産できること
- (b) 作業者, 設備に対し安全で, 環境上も問題ないこと
- (c) 開発設備及び運転コストが経済的であること
- (d) 工場設備を配慮して総合的に経済的な設備配置とすること

以上の条件を考えて, ドイディンキ石灰石鉱山の概略の操業フローは, 次の通りとする。



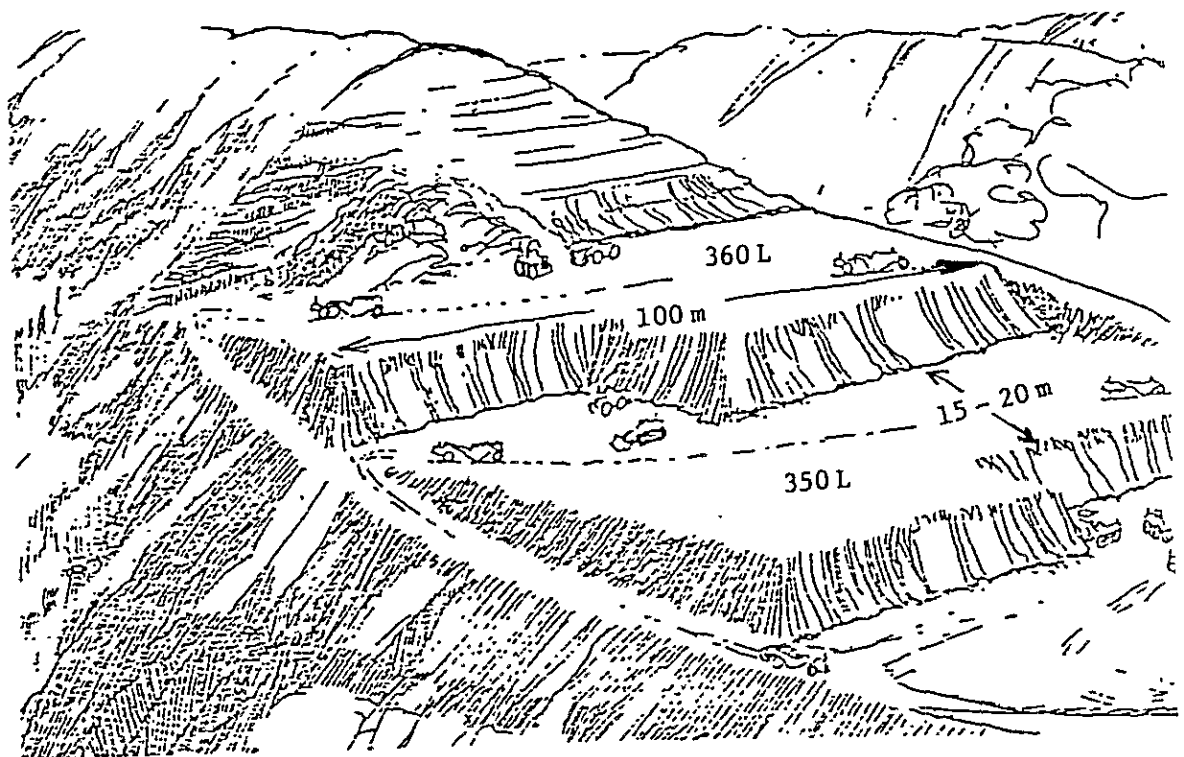
動力設備等の関係で破碎設備は, 工場に設置する方が有利であるので, 鉱山からは爆落石を直接工場に搬入する。

このため、鉦山に於いて操業に先立って準備すべき工事は、開発計画区域の伐採、切羽造成、鉦山～工場間の道路建設程度で、大規模な開発工事は不必要である。また、鉦山への進入は、鉦山～工場の道路完成前でも、開発区域南側にある既存の採石山付近から簡単にできるので、鉦山側の準備工事は道路建設工事と併行して実施することができる。

(ii) 切羽造成

採掘は、鉦床上部から逐次下へ掘り下がる。採掘開始に先立ち、予定地域の代採、剝岩を行い、切羽を造成する必要がある。採掘切羽面積は、緑地保存のため、開発後の鉦山内から発生する汚濁水抑制のためおよび周辺の転落石防止のため必要最小限にすることが望ましい。本鉦山の場合、当初の伐採区域は南鉦床石灰石賦存範囲の320mレベル以上約3万 m^2 で充分である。また、当初、採掘区域の表土も極めて薄いので表土剝、剝岩(粘土混りの低品位石灰石)処理の特別な作業は不必要であり、採掘に必要な切羽を造成することを考えれば良い。切羽造成は、次の図に示す様な幅15m-20m、長さ100mの作業面を一段造成すれば良い。

図4-3-1 切羽造成模式図



切羽造成のための掘削量は、約10万 m^3 と予想される。この掘削された石灰石は、鉱山下部の平地に一旦堆積し、工場設備の完成を待って工場に搬入し原料として使用する。

(iii) 運搬道路

本鉱山の場合、石灰石の運搬をダンプトラックにより行なうので人員、諸資材の輸送の役割も持つ道路は非常に重要である。道路仕様は、原則としてVI-3章の工場アクセス道路に準じる。ここでは、工場から鉱山山麓部迄の道路を単に運搬道路、山麓部から採掘切羽に至る鉱山内道路を登山道路と区別して記述する。

(a) 運搬道路 — 工場から鉱山山麓まで約5.5 km

工場サイドから鉱山山麓の240 mレベルに至る迄のルートは、地形が緩傾斜で特別の障害物のないルートを選定できる。この内、約2 kmは、既存道路がありこの部分は、部分的な補修で使用可能である。運搬道路ルートの一例を添付図M-03に示した。

尚、道路は通行による粉じん防止及び汚染防止のため、山中の部分を除き、簡易舗装することが望ましい。

(b) 登山道路 — 鉱山麓から採掘切羽まで約1.0 km

鉱山の麓240 mレベル以上のルートは、地形がやや急峻な部分があり、道路建設のための岩盤掘削量が多くなる。ダンプトラックの運搬能率と建設費の経済性を考慮して平均道路勾配は、標高300 m以上は1/8、240 m~300 mは1/10とする。この道路は、建設費、石灰石の輸送コスト、安全性に影響するので最終的なルート決定は、詳細な地形測量を実施した上で行なわなければならない。

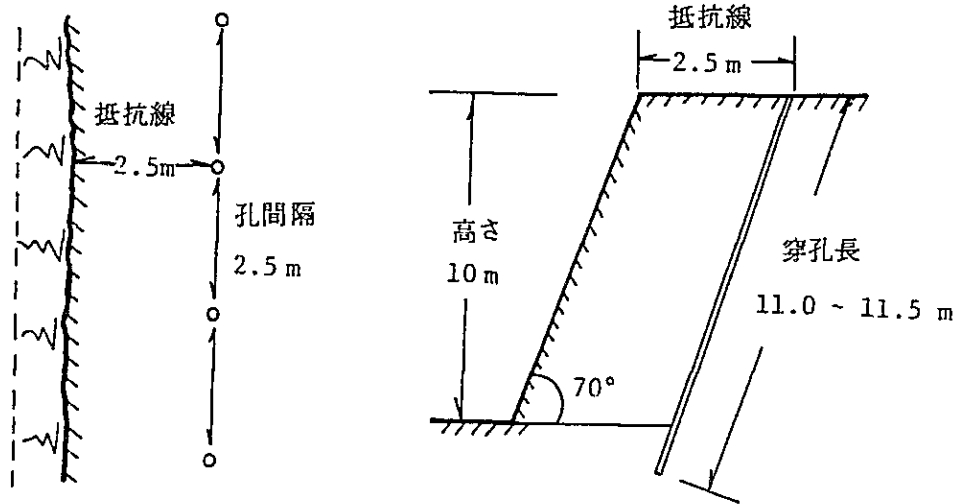
(iv) 採掘方法

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アを作り、10 m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り、安全であること、資源が有効に回収できること、省力化、合理化できること等のメリットがある。方法の概念は、図4-3-1に示した。

(a) 穿孔発破

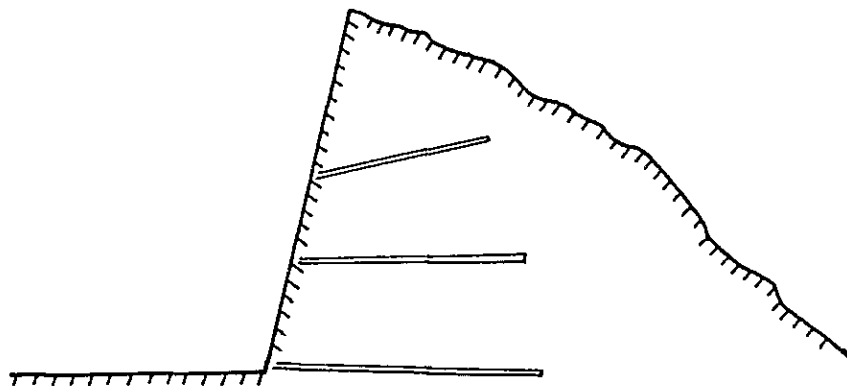
穿孔発破作業は、安全性を考慮して一日一方作業とする。穿孔はクロードリルによって行なり。一般的にビットゲージ65 mm-75 mmの場合の標準的な穿孔パターンは下の図4-3-2の通りである。

図 4 - 3 - 2 標準的穿孔パターン



尚、鉤床の周辺部等で、穿孔機が作業する水平面が得られ難い場合は、図 4 - 3 - 3 に示すような水平又は上向き穿孔を部分的に併用する。

図 4 - 3 - 3 補助的な穿孔パターン



(b) 小 割

発破により爆落した鉤石のうち、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。小割は、二次発破による方法もあるが、小割機を設置して機械による小割を主体にするのが一般的である。小割機は、空気式と油圧式がある。

(c) 切羽設計

ベンチカット法の採用に際して注意すべきことは、安定生産を継続するために常に有効切羽を必要なだけ確保することにある。一般に、必要な切羽長は次式で求められる。

$$\text{切羽長 } L(m) = k \cdot \frac{Q}{D \cdot H \cdot r}$$

Q : 1日当り生産量	……………	1,926トン
D : 最小抵抗線長	……………	2.5 m
H : ベンチ高さ	……………	10 m
r : 石灰石比重	……………	2.68
k : 定数(余裕度)	……………	3

本鉱山の場合、上の数値から $L = 86.2 \text{ m}$

従って、常に高さ10 mで100 mの有効切羽長維持を目途として切羽設計を行なえば良い。通常、この程度の長さであれば1段ベンチで充分である。

(v) 積込・運搬

発破により、起砕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へ直接運搬される。積込、運搬作業は、工場に設置される破碎系統との作業の整合性、積込、運搬機械の設備台数減(投資額の減少)を考慮して、2方作業とする。本作業は、比較的単純作業であり2方作業を行なうための安全上の問題、設備上の問題は特に生じない。

積込用トラクタショベルとダンプトラックの適正組合せは、非常に重要な課題である。大型機械を採用すれば台数が減少でき、合理化が可能であるが、一方、機械故障等による減産損失の可能性が大きくなり、鉱山の運営の弾力性を欠く結果を招くこともあり得るので自ら限度がある。従って、本鉱山の場合1日当りの実働時間を10時間として積込機は履带式トラクタショベル(バケット容量 2.2 m^3 , 200 ps級)2台が適当と考える。

ダンプトラックによる運搬距離は、切羽から工場予定地迄約6.5 kmである。(片道)ダンプトラックの容量は、積込機との適合性、道路条件、給鉱口の容量等を考慮して、経済的に最適なものが選択されるべきである。本鉱山の場合、10トン~15トン級のものが考えられる。ダンプトラックのサイクルタイムは、凡そ30分と予想される。

(4) 石灰石鉱山の設備

(i) 採掘重機

今までに述べた採掘重機をまとめると次表の通りである。

表4-3-2 採掘重機一覧

設 備 名	台 数	仕 様
クローラドリル	3	65 $\frac{m}{m}$ - 75 $\frac{m}{m}$
ポータブルコンプレッサ	3	17 m^2/min 級
小 割 機	1	
トラクタショベル	2	2.2 m^3 200 ps
ダンプトラック	8	15トン積, 予備1台含む
ブルドーザ	1	25トン-30トン級
ハンドハンマー	2-3	穿孔補助用, 25-30 kg/台

(ii) その他の付属設備

石灰石鉱山の付属設備として以下のようなものが必要である。

(a) ディーゼル発電機

事務所照明用, 揚水ポンプ用, 他小電源用

(b) 火 薬 庫

(c) 事 務 所

(d) 作業員控所(上, 下各1)

(e) 給水設備(井戸を含む)

(f) 沈 澱 池

鉱山汚水の一時貯水用(素掘り)

(g) 輸送車(火薬, 原材料, 人員)

(h) 倉 庫

(i) そ の 他

(5) 環境対策

石灰石鉱山の周辺には, 居住区もなく周辺の田畑も少ないので適切な手段を講じることにより公害問題は, 解決できる。

(i) 粉じん

鉱山に於ける粉じんとしては, 穿孔中に発生するものと, 発破によるものとが考えられ

る。前者は粉じん量が極めて少なく、発破によるものは一時的に発生するもので両者とも周辺に影響を与えることはない。石灰石の運搬中に道路から発生する粉じんについては道路への散水により発生を抑制する。前述した通り工場への運搬道路の一部は、粉じん発生を抑えるため舗装するのが望ましい。

(ii) 騒音

鉱山の操業に伴う騒音は、採掘重機の運転に伴うものがあるが、鉱山の立地から考えて問題ない。

(iii) 鉱山汚水

露天採掘の場合、降雨水が泥水となる。この発生を抑制することは困難であるので、山麓部に沈澱池を設け、泥水が直接、鉱山外に流出しないようにする。沈澱池は素掘りであるが、雨期に入る前及び沈澱物が堆積した場合、適宜ブルドーザにより浚渫する必要がある。

IV-3-3 オイルシェールの供給計画

本章では、オイルシェールの鉱石の採取に伴う表土剝（かぶりの除去）から埋戻し迄の作業について述べる。

(1) オイルシェール鉱山の作業量

オイルシェールの採掘には、かぶりの除去、低品位鉱石仕繰及びこれらの埋戻し作業が付属する。発電プラントで発生するオイルシェールの燃焼残灰は、セメント原料・混合材として使用されるのでこれらの埋戻しは必要ない。雨期に於ける作業の制約を考慮して採掘場に於ける年間作業日数を240日（20日/月）とすると各々の処理量は、次表の通りとなる。

表4-3-3 オイルシェール鉱山の処理量

	オイルシェール		かぶり (m ³)
	鉱石 (トン)	低品位部 (トン)	
年間処理量 (トン/年)	※ 642,654	192,796	623,374
月間処理量 (トン/月)	53,555	16,066	51,948
1日当処理量 (トン/日)	2,678	803	2,597
摘 要	かさ比重	1.3	かさ比重 1.3
	水分	4%	水分 4%

注:1) オイルシェールは低品位，表土量はボーリングコアからの推定値

2) ※第Ⅶ－5章の数字による。

(2) 開発計画区域の地形，地勢

露天採掘による開発計画区域は，工場予定地の北東1～2 kmのバンフォイカロック地域が
適当である。

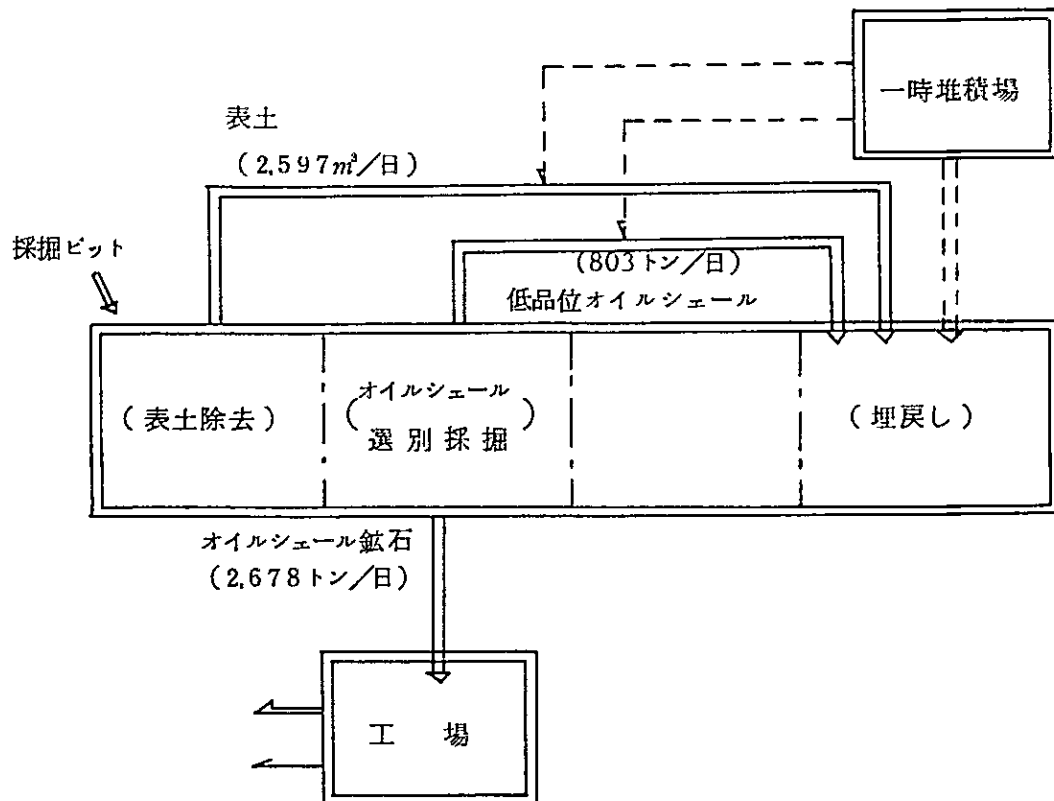
(3) 供給計画

オイルシェールの採掘は，鉱床の賦存状態から地表からの掘り下がりになるが，開発に際
して考慮すべき基本的事項は，石灰石鉱山のⅣ－3－2，(3)－(i)項に記した条件の他に重要
条件として以下の事を考慮しなければならない。

- (a) 切羽での品質管理（低品位鉱の選別廃棄）が容易であること
- (b) 埋戻しとの組み合わせがうまく行なえること
- (c) 雨水の貯水の影響を受け難いこと

オイルシェール採掘に伴う作業フローは，概略図4－3－4の通りである。

図4－3－4 オイルシェール採掘の作業フロー



採掘の対象とする鉍床は、露天採掘に於ける経済性を考えて、当面凡そ30 m深さ迄を目途とする。ボーリング柱状図によれば、一部に50 m以下に厚層のオイルシェールの賦存が認められるが、将来、更に詳細な調査によってまとまった鉍量の確認がされた場合は、その時点で再検討する。尚、オイルシェール採掘に伴う作業は総て2方作業とする。

(i) かぶりの除去作業

かぶりの厚さは、場所によりかなりの変動が予想されるが、平均的な厚さ19.4 mとして計画する。かぶりの除去は、鉍石の採掘作業に先行し実施する必要があるが降雨期には、表土が水分を含んで乾期に比して処理が難しくなることが予想されるが、乾期に先行度を大きくし、雨期には処理ベースを下げる方が良い。これにより雨期の汚濁水の影響を抑制する効果も期待できる。平均的な先行ベースは、2ヶ月～3ヶ月程度とする。

(a) 掘削と積込

かぶりである頁岩、泥灰岩等は履帯式トラクターショベルで直接掘削積込が可能である。従って掘削機としてはトラクターショベルだけで良いが、部分的な硬質部の処理や伐採跡の木根処理のため、更に押し出し用としてブルドーザを備えるのが望ましい。

(b) 運搬と堆積

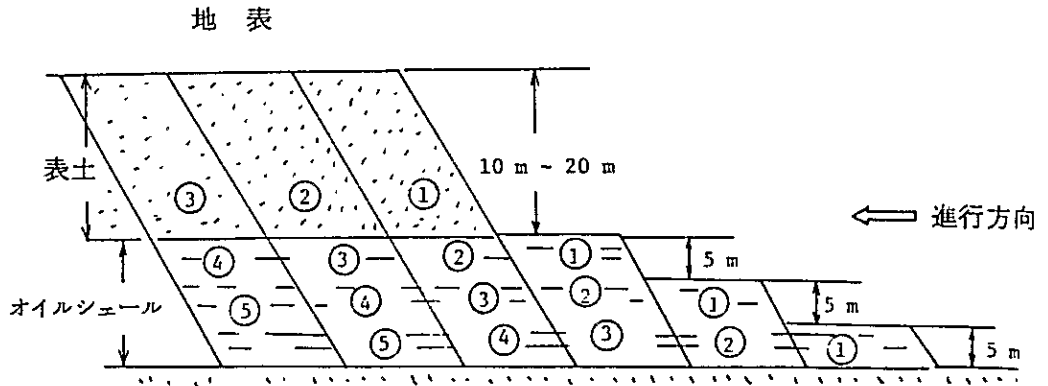
掘削されたかぶりは、ダンプトラックに積込みピット外の適当な場所に一時堆積するか、鉍石採掘跡のピットに埋戻す。ダンプトラックは走路条件、積込機とのバランス、運搬物の性状等を考慮して選択しなければならない。ピット外の堆積は、一時的なものでいずれ採掘跡に埋戻されるので、鉍石採取の支障にならない範囲で採掘ピットに近く、且つ搬入、搬出し易い場所を選定しなければならない。開発当初に先行して行なうかぶりの除去量は約20万 m^3 である。

(ii) 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で行なう。鉍床の品位変動が大きいと予想されるので、工場での均斉化も要求されるが、採掘現場でも品質管理に留意して低品位層の選別を徹底して行なう必要がある。採掘方法もこの点を配慮して、きめ細かい管理ができるようベンチの高さを低くし極端な大型機は、使用しないこととする。

採掘の模式パターンを示すと次図のようになる。

図 4 - 3 - 5 オイルシェール採掘模式断面図



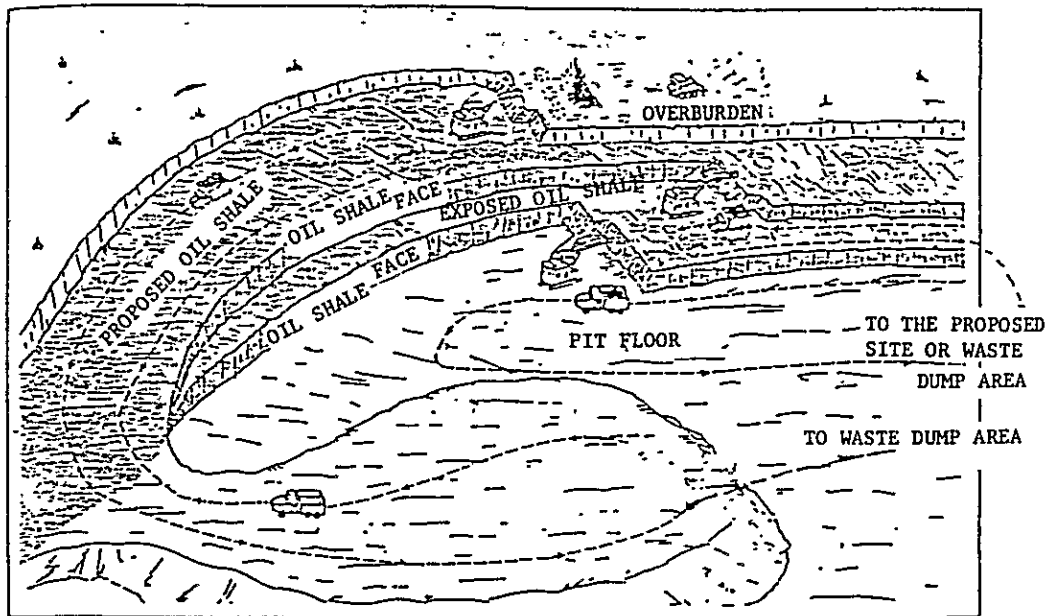
①～⑤は標準的な掘削順序を示す。

(a) 採掘ピットの設計

オイルシェールの採掘ピットは、鉍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、ピットの数は必要最小限にすることが望ましい。したがってピット設計は鉍石の状況、品質、地形、かぶりの厚さ等の条件を精査し、慎重に実施すべきである。

採掘ピットの模式図を図 4 - 3 - 6 に示す。

図 4 - 3 - 6 オイルシェール採掘ピット



(b) 掘削方法

オイルシェール層の掘削も大部分が、履带式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よう、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。ベンチ高さは鉱床の厚さによって適宜変化させるが、最大0.5 m程度と低くする方が管理が容易である。

本区域のオイルシェール層の厚さは、地表から30 mの深さ迄は10 m～15 mと予想されるので、鉱床部分を2段から3段のベンチでカットすることになる。低品位部分の選別は視感による粗選別に頼らざるを得ないが、データを積み重ねて誤差を少なくするよう努めなければならない。

表4-3-3に示す低品位オイルシェールの量は、オイルシェール鉱石に対し30%の発生があるとして積算したものである。低品位鉱で工場に使用できないものは、除去したかぶりと共に一時堆積し、採掘跡に埋戻される。オイルシェール掘削に必要なベンチ長さは、凡そ300 mであるのでピットの有効幅を150 mとすると、5 m高さのベンチを2段常に準備すれば良いが、雨期には最下段ベンチが貯水のために稼働率が低下することも考慮しておく必要がある。なお、硬質部は、クローラドリルを使用して穿孔発破を行なう。

(c) 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。メソット気象観測所の観測記録によれば、1978年～1982年の5年間の月別降雨量は、表4-3-4の通りである。

表4-3-4 メソット地方月別降雨量(1978年~1982年)

(mm/月)

月別	平均	最高	最低	備考
1月	0.3	1.4	0	
2月	6.5	32.6	0	
3月	1.9	6.4	0	
4月	41.7	54.1	19.7	
5月	174.4	283.0	107.8	雨期 平均249.4
6月	238.3	331.5	136.8	
7月	258.9	426.5	138.6	
8月	373.4	507.7	151.3	
9月	202.2	251.0	159.1	
10月	72.1	108.0	26.7	
11月	17.5	79.8	0	
12月	0.3	0.6	0	
合計	1,387.5	-	-	

上のデータは、メソット気象観測所の資料による。

上記期間中の最大降雨月は1982年8月の507.7mmである。降雨傾向から見て排水対策は5月~9月の5ヶ月間について行なえば良く、また特別大規模な排水設備を要する程の降雨量でないと判断される。ピット内の排水は、排水ポンプにより行なう。排水ポンプ容量は、過去の気象データから降雨強度を求め、ピットの大きさに基づく集水面積から求めた集水量によって決まる。本鉱山の場合、ピットの大きさがそれ程大きくないので簡易的に一日降雨量100mmとして集水量を求めると

ピット面積(m²)×降雨量(m/日)×流出係数

$$340m \times 240m \times 0.1 \times 0.8 = 6,500 m^3 / \text{日}$$

この量を一日で排水するとすれば時間当能力は

$$6,500 m^3 \div 24 \times 1.2 = 320 m^3 / \text{時} \text{となる。}$$

従って、ポンプ容量は揚程40m

揚水量320m³/時を目安に設置すれば良い。降雨の傾向から見て、毎年5月に切羽最下段のフローアを掘り下げて集中ピットを造成し、排水ポンプを設置し、あわせて排水路を整備して切羽面の排水を行なう。しかし設備面で恒久的施設は、必要ないと思われる。

尚、アクセス道路やピット周辺からピット内への雨水流入を防止する為、ピット周辺に土盛りしたり排水溝を掘る等の対策を併せて実施するのが望ましい。

(iii) 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。ショベルはかぶり除去用、低品位選別用にも配置されるので、これらを各作業量の変化に応じて弾力的、能率的に使用できる様な配置を考えなければならない。標準的な配置は、かぶり除去用6、低品位鉍選別積込用1、鉍石積込用3の割合になるものと考えられる。運搬は、ダンプトラックによる。ダンプトラックもショベル同様作業量に応じて配置を変えることを考える。

標準的な配置は、かぶり除去用3、選別用1、鉍石用3の割合と考えられる。工場～鉍山間の道路は、運搬能率に影響するので恒久部分は、簡易舗装するのが望ましい。道路の建設は地形平坦で、いずれのルートも極めて容易である。かぶりの一時堆積場までの仮道路の建設も容易である。

(4) 埋 戻 し

オイルシェール鉍石採掘跡のピットには、土地の原形復帰と、廃棄物処理の経済性から、埋戻しされるのが一般的である。本オイルシェール鉍山でピット内埋戻しをする必要のあるかぶりおよび低品位鉍の定常的、平均的発生量は、各々表4-3-5の通りである。

表4-3-5 埋戻しの種類と予想量

種 類	数 量		割 合 (%)	備 考
	トン/月	トン/日		
か ぶ り	103,896	5,195	86.6	かさ比重1.3
低 品 位 鉍	16,066	803	13.4	同 上
合 計	119,962	5,998	100.0	

オイルシェールの燃焼残灰は、セメント原料・混合材として使われるので埋戻しをする計画はない。開発当初の期間を除き、これらの量は全量がオイルシェール採掘跡に埋戻しが可能である。埋戻しはブルドーザを使用して押出し、締固めを行なう。廃棄されるかぶりは水分を含む

と泥状になり易いので、ブルドーザは湿地用を備えるのが安全である。またその性状を考慮して雨期に於ける積付角度は15°以下の緩傾斜とする。したがって採掘ピット内の本格的な埋戻しが行なえるのは、操業開始から約5ヶ月後となるので、この期間及び先行して実施するかぶり除去期間は、ピット外に一時堆積することが必要となる。一時堆積する量は、LK17付近から開発に着手すれば凡そ36万 m^3 (ルーズ m^3)と予想され、5m高さに積上げるとして正味約7.2万 m^3 の用地が要ると推定される。

(5) オイルシェール鉱山の機械配置

オイルシェールの供給に使用される重機類の配置例を下に示す。

表4-3-6 オイルシェール鉱山の重機

設 備 名	台 数	仕 様
トラクタ ショベル	10	3 m^3 250 ps 級
ダンプトラック	17	15トン積
ブルドーザ	2	35-40トン級
ブルドーザ	2	25トン-30トン級 1台は湿地用
クローラドリル	1	硬岩用の予備
ポータブルコンプレッサ	1	同 上

(6) 環境対策

オイルシェール鉱山の周辺には田畑が散在する。採掘予定地のみならず、表土一時置場、運搬路等用地手当は、余裕を持って予め行なう必要がある。鉱床賦存地の地形、処理量、鉱石の性状等から判断して、以下に述べる様な適切な対策をとることにより環境問題の発生を抑えることが可能である。

(i) 粉じん

掘削に伴う粉じんは、問題にならないが、乾期に於いてダンプトラック運搬による道路粉じんが予想される。これを抑制するために、散水車による道路散水をきめ細かく実施すると同時に主要部分の舗装をすることにより環境問題に対応する。

(ii) 騒音

採掘重機の運転に伴う騒音があるが、周辺の環境条件からみて問題ない。

(iii) 汚水

雨期に於いて、採掘ピット内の排水、表土一時堆積場からの排水が泥水となり、周辺の田畑や河川に流入することを防止する必要がある。発生そのものを抑えることは、不可能となるので以下に述べる対策を講じる必要がある。

- (a) 採掘に伴って生じる裸地の面積をできるだけ狭くする。
- (b) 堆積した表土等は、できるだけ速やかにピット内に埋戻す等の対策を行ない泥水発生をできるだけ少なくする。
- (c) 排水路の整備、沈澱池の設備等により発生した泥水を直接、鉱山外に排出しない対策により泥水による問題を防止する。

(iv) 埋戻し

オイルシユール採掘によって生じたピット跡は採掘の進行に従って逐次埋戻しを行ない採掘前の地形に復元する。復元した後は、水田としても利用可能であるのでオイルシユール採掘による地域周辺への影響を最小限にすることができる。埋戻し跡地の利用から考えてピット内埋戻しの順序は、原則として下層（底層）から低品位鉱、かぶりの順に堆積するのが望ましい。

IV-3-4 鉄原料の供給計画

鉄原料は、供給先の候補の一つとして、ナコンサワン県のノンポー地域の鉄鉱床を考えた。この鉱床の鉄鉱石の Fe_2O_3 含有量を40%とすれば、本プロジェクトでの鉄原料の使用量は、約9,000トン/年と少なく、また既存の鉄鉱山があるので買鉱が有利である。ノンポー地域からメソットの工場予定地までの運搬距離は約290kmで、道路の状況も良いのでトラックによる運搬に問題はない。

IV-3-5 石こう原料の供給計画

石こう原料は、ピケット県のドイキ地域のタイジブサム社からの買鉱が可能である。本プロジェクトでの石こうの使用量は、約28,000トン/年である。ドイキ地域からメソットの工場予定地までの運搬距離は約270kmで、道路の状況も良いのでトラックによる運搬に問題はない。

IV-3-6 その他の副原料の供給計画

当初計画では、本プロジェクトでの副原料として粘土、けい酸質原料は必要とされないが、

IV-1で述べたように、将来の参考のために両原料地の現地調査を実施し、鉱床の賦存の状態、採鉱・運搬の条件を調べた。その結果、将来もし原料の調合割合の変更によって粘土あるいはけい酸質原料が必要となっても、既存の道路の補修と若干の取付道路の建設によって、採鉱・運搬は可能である。けい酸質原料であるけい砂に関しては、建設用の細骨材として採掘されているので、これらの業者から買鉱するのが得策である。

第 V 章 燃 料 の 評 価

本プロジェクトで使用する燃料はタイ王国産の石炭（リグナイト）およびオイルシェールを主とし、必要があれば一部輸入炭の併用を考慮する。従ってその他の燃料である重油または天然ガスは原則として使用しないものとする。

また、鉱山で使用する重機および一般車輛用には軽油およびガソリンを使用するが、これらについての記述は省略する。

V-1 タイ王国産石炭（リグナイト）

タイ王国では北部、北東部、中部および南部に合計49ヶ所の石炭（リグナイト）の鉱床が発見されているが、現在採掘されているものは北部ではランバン（Lampang）県（2ヶ所）ランブーン（Lamphun）県（2ヶ所）およびタク（Tak）県（1ヶ所）の鉱山であり、また南部ではクラビ（Krabi）県（1ヶ所）の鉱山である。

最近の生産量を表5-1-1に示す。

表5-1-1 最近の石炭（リグナイト）の生産量

（トン/年）

地 区 名	1977	1978	1979	1980	1981
ラ ン バ ン	140,570	280,942	952,357	947,308	1,242,052
ラ ン ブ ー ン	48,000	83,000	100,110	94,190	103,400
タ ク	—	—	—	68	2,592
ク ラ ビ	250,000	275,000	304,000	385,000	338,000

また、各鉱山の概要を表5-1-2に示す。

これらの石炭の炭種は発熱量によりリグナイトから歴青炭に分類されている。（表5-1-2）

表5-1-2 石炭鉱山の概要

所在地	埋蔵量 (トン)		ASTMによるランク	所有者	用途
	推定	確定			
ランパン (Lampang) 県 メモ (Mae Moh) 郡 メモ (Mae Moh) 村	1,000,000,000	650,000,000	Lignite B- Subbituminous C	EGAT	発電
ランパン (Lampang) 県 スガオ (Ngao) 郡 メティブ (Mae Tip) 村	1,000,000,000	1,000,000	Subbituminous A- High Volatile C Bituminous	Phrae Lignite Co., Ltd.	タバコおよび セメント産業
ランブーン (Lamphun) 県 リー (Li) 郡 リー (Li) 村 バカ町	1,000,000,000	6,000,000	Subbituminous A- High Volatile C Bituminous	National Energy Adminstration (NEA)	タバコおよび セメント産業
ランブーン (Lamphun) 県 リー (Li) 郡 リー (Li) 村 ブウ町	5,000,000	2,000,000	High Volatile C Bituminous	NEA および World Fuel Co., Ltd.	タバコ産業
タク (Tak) 県 メラマ (Mae Ramat) 郡 メツン (Mae Tun) 村	(2,000,000)	1,230,000	High Volatile C- High Volatile A Bituminous	Thai Lignite Co., Ltd.	セメント産業
クラビ (Krabi) 県 クロントム (Khlong Thom) 郡 クロレカナン (Khlong Khanan) 村	20,000,000	6,000,000	Lignite B- Lignite A	EGAT	発電

本プロジェクトに利用しうる鉱山は距離的にみてランパン県のメモ(Mae Mo)鉱山およびタク県のメラマ(Mae Ramat)鉱山が対象となるが、以下に示す理由により当面メラマ鉱山を本プロジェクトの対象として考える。

V-1-1 メモ鉱山が本プロジェクトにとって不利な理由

- (a) メモ鉱山は世銀の資金で開発されたものであるため、その規制により大企業にリグナイトを売却することができない。
- (b) メモ鉱山はリグナイトの埋蔵量は多いが品質が低い。

表5-1-3 メモ鉱山のリグナイトの平均品質

灰分	20%
発熱量	2,600 kcal/kg
硫黄分	1~5%
水分	30%

発熱量が2,600 kcal/kgと低くセメント焼成用(キルン用)としては使用できない。

- (c) メソットからの距離が比較的遠い。

メソットーメモ間 約295 km

メソットーメラマ間(タク経由) 約180 km

尚、メソットーメラマ間は直道の道路が開通すれば30 kmの近距離となる。

- (d) 炭価が低品位の割に500 パーツ/トンと高い。

V-1-2 メラマ鉱山の概要

メラマ鉱山はタク県メラマ郡メツン(Mae Tum)村コロハン(Ko Lo Hae)町にある。当地はメソット北方30 kmの位置にある。

鉱床は3層をなし推定埋蔵量は2百万トンである。

採掘にはオープンピット法を採用し、現在の出炭量は12万トン/年である。これはセメント会社との契約によるものである。採掘された石炭は一度バンタク(Ban Tak)にある貯炭場に貯えられる。これは鉱山に通じる道路が雨期には通れなくなるためこれに備えるものである。貯炭能力は約5万トンである。炭種は歴青炭であり平均品質を表5-1-4に示す。

表5-1-4 メラマ鉈山歴青炭の平均品質

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)	4,800~5,500 kcal/kg

また、バンタクの貯炭場で採取したサンプルを日本で分析した。その値は表4-2-24に記載した。

次にメラマ鉈山はタイ リグナイト株式会社(Thai Lignite Co., Ltd.)により経営されているが、同社の1982年5月度のセメント会社に対する納入実績を表5-1-5に示す。

表5-1-5 タイリグナイト(株)の納入実績

期 間	納入量(トン)	発 熱 量 (kcal / kg)		
		最 大	最 小	平 均
5月上旬	9,036	5,390	4,871	5,089
5月中旬	5,309	5,724	5,042	5,342
5月下旬	7,690	5,293	4,477	4,814
合計(平均)	22,035	5,469	4,797	5,082

尚、価格はバンタク貯炭場渡しで600バーツ/トンであり、ここよりメソットまでの運賃は100バーツとのことである。

将来本プロジェクトを実施する場合、石炭の年間必要量約3万5千トンの本鉈山から供給することは可能である。またメラマ地区には現在稼行中の鉈山以外にも未開発の鉈床があると推定されている。

メラマ鉈山の石炭は歴青炭であり発熱量が4,800~5,500 kcal/kgと高いので、これ単味で、セメントキルンの焼成用燃料として使用可能と考えられるが、品質ならびに供給量の安定を企るために一部輸入炭を使用することも考慮すべきである。

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。

本プロジェクトではこの中で最も規模の大きいメソット地区の鉱床に着目し、このオイルシェールを発電用ならびにセメント焼成キルンプレヒーター用燃料として使用することを検討するものである。尚、オイルシェールは燃料としてのみならず、発電用ボイラーからの廃シェールもセメント混合材およびセメント製造用の粘土原料として使用される。

当然のことであるが、セメント焼成キルンプレヒーター用として使用したオイルシェール燃料の灰分はセメント製造用の粘土原料の一部となる。

このように本プロジェクトではオイルシェールは燃料としてのみならず、セメント原料ならびに混合材として完全に利用される。

尚、オイルシェールの詳細については第IV章原料の評価と原料供給に一括して述べてあるので本章では省略する。

V-3 む す び

本プロジェクトに使用する燃料はセメントキルン用ならびにプレヒーター用燃料および発電用燃料ともすべて国産の燃料で賄われ、しかもその鉱床が工場建設予定地に極めて近接している利点がある。

尚、メラマ地区の石炭鉱床については今回の調査ではすべて聴取情報であるので、将来適当な時期に現地調査を実施する必要があると思われる。

第 VI 章 用役およびインフラストラクチャー

VI-1 電 力

(i) 本プロジェクトの所要動力

本プロジェクトの所要動力は，設備動力，負荷率，需要率等を勘案して次の通り計算される。

(i) 設備動力

(a) 採石場	1 0 0 kW
(b) 発電所（燃料受入貯蔵，粉砕および所内）	3, 8 0 0 kW
(c) セメント工場	
原料部門（受入原料の貯蔵，乾燥，粉砕，貯蔵）	3, 9 0 0 kW
焼成部門（燃料粉砕含む）	2, 5 0 0 kW
製品部門（添加剤受入粉砕含む）	4, 5 0 0 kW
出荷部門	3 0 0 kW
間接部門（用役，照明，他）	4 0 0 kW
小 計	1 1, 6 0 0 kW
合 計	1 5, 5 0 0 kW

(ii) 所要電力

本プロジェクトの規模，一般的なセメント工場に於ける負荷率，需要率の実績値に基づいて，所要電力は次のごとく最大 1 2, 5 0 0 kW，平均 1 0, 7 0 0 kW と推定される。

表 6 - 1 - 1 所 要 電 力

	採石場	発電所	セメント工場
電力原単位 (kWh/トン・セメント)	0.2	30	※1 76
平均電力 ※2) (kW)	20	3,000	7,700
負荷率 ※3) (%)	40	100	82
最大電力 ※4) (kW)	50	3,000	9,500
需要率 ※5) (%)	50	79	82

注：※1) 本プロジェクトでは、オイルシェールの燃焼残灰をセメントに混合使用するので、セメントトン当りの電力原単位は普通セメント工場の約110 kWh に比べ低い。

※2) 平均電力は、(電力原単位)×(時間当りセメント生産量)から算出。

※3) 負荷率は、(平均電力)/(最大電力)で計算され、本プロジェクトでは生産するセメントの品種が少なく設備フローが単純なため、一般セメント工場に比べ、約10%負荷率を高目に推定する。

※4) 最大電力は、(平均電力)/(負荷率)から算出。

※5) 需要率は(最大電力)/(設備電力)から算出。

(2) 電力供給

前項(1)に述べた様に、本プロジェクトの所要供給電力は、最大約12,500 kW(平均約10,700 kW)であり、全量自家発電で賄う様計画する。採石場は負荷設備が小さく、工場より遠距離でもあり配電線布設時との経済性を考慮して、採石場に専用小形ディーゼル発電機を設置して電力を供給するものとする。

なお、セメント工場内に併設される発電所起動時に要する一時的電力供給用として、発電所内に非常用ディーゼル発電設備を設ける。

発電設備の出力最大12,500 kWと本プロジェクトの所要平均電力10,700 kWの差1,800 kWは、メソット地区一般需要家への電力供給に当てるものとして計画する。

(3) 配電方式

本プロジェクトに採用する配電方式は、次の通りとする。

(i) 特別高圧(メソット地区への電力供給用)

AC, 22 KV(※1), 50 Hz, 3相, 3線式, 1回線

(ii) 高圧(発電, 配電および大形電動機用)

AC, 3.3 KV, 50 Hz, 3相, 3線式

(iii) 低圧(電動機および大形ヒータ等用)

AC, 415 V, 50 Hz, 3相, 4線式

(iv) 制御・照明用

AC 230 V(※2), 50 Hz, 単相, 3線式

注：※1) 既存配電電圧と同一電圧とする。

※2) 計装用と特殊用途には、DC100Vの使用も計画する。

VI-2 水

(1) 本プロジェクトの用水計画

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/時

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。本プロジェクトでは、冷却池での蒸発水、ボイラブロー水、その他の損失水が全使用水量の約5%程度と見込まれ、約200トン/時の補給水が必要となるが、本プロジェクトではこれを全量モエイ川から取水するものとする。(モエイ川の流量については、VI-1-3(2)参照)

飲料用の上水は、メソット水道局(給水能力250トン/時、実際給水量125トン/時)から供給されるものとして計画する。

(2) モエイ川の流量測定結果

モエイ川の流水量測定データを収集できなかったため、現地調査の際、下記の測定を行った。

- (i) 測定年月 昭和57年12月14日
- (ii) 測定地点 メソット地区のモエイ川流域
- (iii) 測定時の流況概要

測定時は、当該地域の乾期に当っており、モエイ川の水位は雨期に比べ半分以下であった。なおモエイ川の水位記録は表6-2-1に示す通りである。

表6-2-1 モエイ川の水位

	(m)		
	最大	最小	平均
1982.7	4.15	1.63	2.19
1982.8	5.80	2.91	4.07
1982.9	3.99	2.13	2.64
1982.10	2.67	1.65	1.93
1982.11	1.63	1.31	1.49
1982.12 ※1)	1.39	1.30	1.34

注：※1) 1982.12.15迄の記録である。

(v) 測定方法

河川の流速がほぼ一定と考えられる区間を選び、上流から浮子を流し10m流下するに必要な時間を測定。これを3回繰返した。

(v) 測定結果

測定点の流水断面積および流速を次表に示す。

表6-2-2 流量測定結果

流域幅 (m)	水深 (m)	断面積 (m ²)	流速 (m/秒)	流量 (m ³ /時)
60	1.0	60	0.45	97,200

但し、本測定結果は表面流速であること、および流水の縁辺部は他より流速が遅い等の理由から、流量の補正が必要となる。本測定の場合、補正率を30%減と仮定すると、流量は約68,000トン/時と計算され、乾期でも本プロジェクトに必要な水量(200トン/時)を充分賄うことができると考えられる。

(3) 用水費

(i) 工業用水

前述の通り本プロジェクトに必要な工業用水は、全量工場建設予定地近くのモエイ川から取水するので、用水費としては初期設備費以外は必要ない。初期設備費は、本プロジェ

クトの費用に含まれるものとし、モエイ川の水利権に係る費用発生はないものとする。

(ii) 飲料水

飲料水はメソット水道局から供給されるが、本プロジェクトの上水使用量はおおむね 4,000 m^3 /月と推定され、料金単位 5 パーツ/ m^3 が適用される。(最低料金は 10,695 パーツ/月)

尚、工場迄の給水配管は水道局が実施し、その工事費は水道料金単価に含まれているので、本プロジェクトの建設コストには含めない。採石場の上水は井戸水を使用する計画であり、用水費はかからない。

VI-3 道路状況

世銀および運輸通信省等の資料によると 1978 年の国内輸送実績に基づく道路交通の輸送シェアは、下記の通りである。

(1) 旅客輸送

航空：鉄道：道路 = 0 : 14 : 86

道路輸送量は、370 億人・キロと推定される。

(2) 貨物輸送

鉄道：道路：内航船舶 = 18 : 74 : 8

道路輸送量は、4,520 万トン、118 億トン・キロと推定される。

上記の様に道路交通はタイ王国内の重要な輸送手段となっている。更に、VI-3-1 に示される様に本プロジェクト調査地域（北部地区）の道路状況は良好である。

VI-3-1 道路網

(1) 道路現況

タイ王国に於ける道路は、コロンボ計画等による各国の援助のもとに、逐次建設が進められ、1980 年現在建設予定および建設中を除き総延長は 28,079 km に達している。

1980 年の道路建設状況を表 6-3-1 に示す。

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

(2) 主要道路

バンコクを起点として、北部、東北部、中央部、南部へと主要国道が伸びている。主要国道を、表6-3-2に示す。

表6-3-2 主要国道

	国道番号	区間	区間距離(km)
北部	国道1号	バンコク～サラブリ～チェンライ	823
東北部	国道2号	サラブリ～コラート～ノンカイ	508
中央部	国道3号	バンコク～チョンブリ～トラト	387
南部	国道4号	バンコク～ハジャイ～マレーシア国境	1,304

出所：道路局

更に、アジアハイウェイの6ルートが、タイ王国内の一級国道および二級国道を通過している。(図6-3-1 アジアハイウェイ地図 参照)

(3) 建設機材輸送経路(図6-3-2 参照)

本プロジェクトの現地調査結果に基づき、下記の建設機材輸送経路を選択する。

経路	路線名	区間距離 (km)	累計 (km)
バンコク港			
↓		10	10
バンコク			
↓	国道 32号	241	251
ナコンサワン			
↓	国道 1号	182	433
タク			
↓	国道105号	80	513
メソット			
↓	県道1085号	4	517
メバタイ			
↓	地方道	4	521
第一橋			
↓	新設道路	1	522
工場建設予定地			

上記経路の道路状況は、次の通りである。

バンコク～メソット間は、アジアハイウェイの1号線（A-1）、2号線（A-2）の経路になっている。（図6-3-1 参照）バンコク～タク間は、チャオブラヤ川・ピン川に沿った経路で、平坦地である。タク～メソット間は、山間部の峠を越える経路である。この間の上り線は、メソットからの木材運搬トレーラー（車長約10m）の交通が多い。このことから判断して大型機材の運搬にも特に問題は無いと考えられるが、峠には急な道路勾配の箇所、急カーブの箇所もあるので、輸送に際しては事前に輸送スケジュールの検討、道路調査を実施する必要がある。

本輸送経路における交通量観測結果を以下に示す。

- 観測地点：国道32号ナコンサワン市附近
- 観測年月日：昭和57年12月13日 PM 15:00～16:00
- 観測者：本プロジェクト調査団
- 観測方法：バンコクよりメソットに向う調査団のジープ車中より、1時間の間に難合した自動車の台数を観測した。
- 観測結果：360台（但し、乗用車以上の車輛）

この数値は、観測者が走行しつつ観測したものであるため、これから上述の観測地点での観測値を推定するには、この数値を $\frac{1}{2}$ にすればよい。即ち、一方向の1時間当たりの交通量は、 $360 \times \frac{1}{2} = 180$ 台/時である。

(4) 製品出荷経路

本プロジェクトの市場対象地域である北部への出荷経路は、現地調査の結果次の経路が最適と判断される。

経路	路線名	区間距離 (km)	累計 (km)
工場建設予定地	(新設道路)	1	
↓	(地方道路)	4	
メソット	県道1085号	4	9
↓	国道105号	80	89
タク	↓		
↓	国道1号	181	270
ランパン	↓		
↓	国道11号	100	370
チェンマイ			

本経路は、アジアハイウェイ2号線(A-2)の通過経路となっており、道路状況は良好である。更に、バンコク方面への道路状況は、VI-3-1-(3)建設機材輸送経路に述べた通りである。

VI-3-2 道路の仕様

道路局の資料に基づき、概要を次に示す。

(1) 道路の種類

- (i) 特別国道 (国道32号, 35号, 304号, 但し35号および304号はバンコク環状道路である。また, 現在これらの道路は完成していない。)
- (ii) 一級国道 (国道1号~41号)
- (iii) 二級国道 (国道101号~410号)
- (iv) 県道 (路線番号4桁のもの)
- (v) 地方道
- (vi) 市町村道

(2) 道路の設計基準

基本事項は, アメリカ州政府道路担当官協会(AASHO)の設計基準に基づいている。

県道の設計基準を, 表6-3-3, 図6-3-3, 図6-3-4に示す。

VI-3-3 道路橋の仕様

VI-3-2-(2)に記述したAASHO基準を採用している。その概要を以下に示す。

(1) 設計基準

(i) 道路橋の積載荷重

- 輪荷重 H10, H15, H20
- 線荷重 HS15, HS20

上記の2種類の積載荷重が設定されている。また, 道路局は国道, 県道の道路橋の設計には, HS20の線荷重を採用している。

(ii) 歩道部の積載荷重

床スラブ, 小梁等は 415 kg/m^2 で設計すること。

(iii) 道路橋の幅 8 m

VI-3-4 道路の建設・管理

道路の建設および管理は, 次の担当区分となっている。国道(特別国道・一級国道・二級国道)と県道は, 運輸通信省道路局, 地方道・市町村道は, 内務省, 県, 市等が建設・管理している。

図6-3-1 アジア ハイウェイ 地図

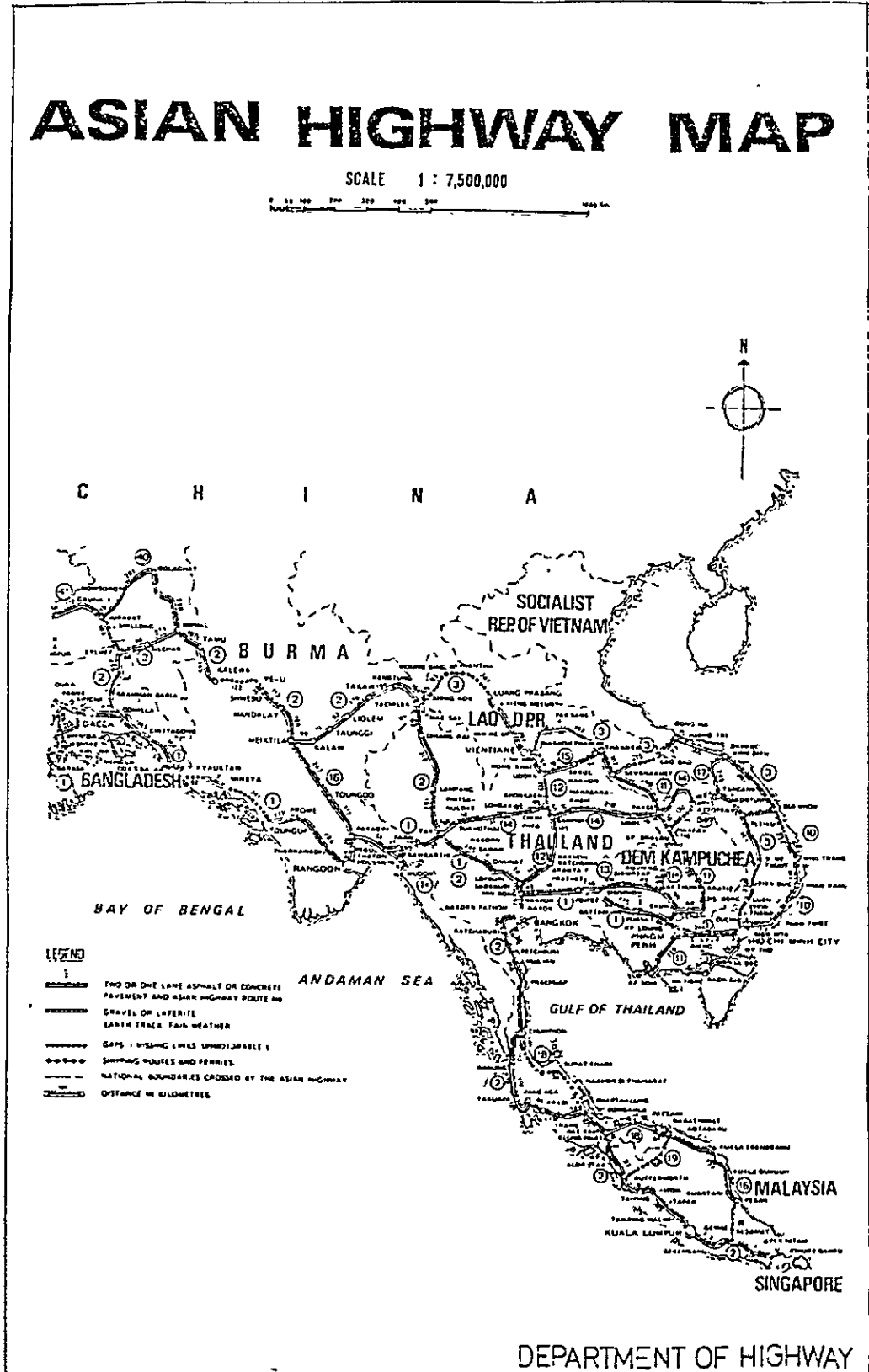
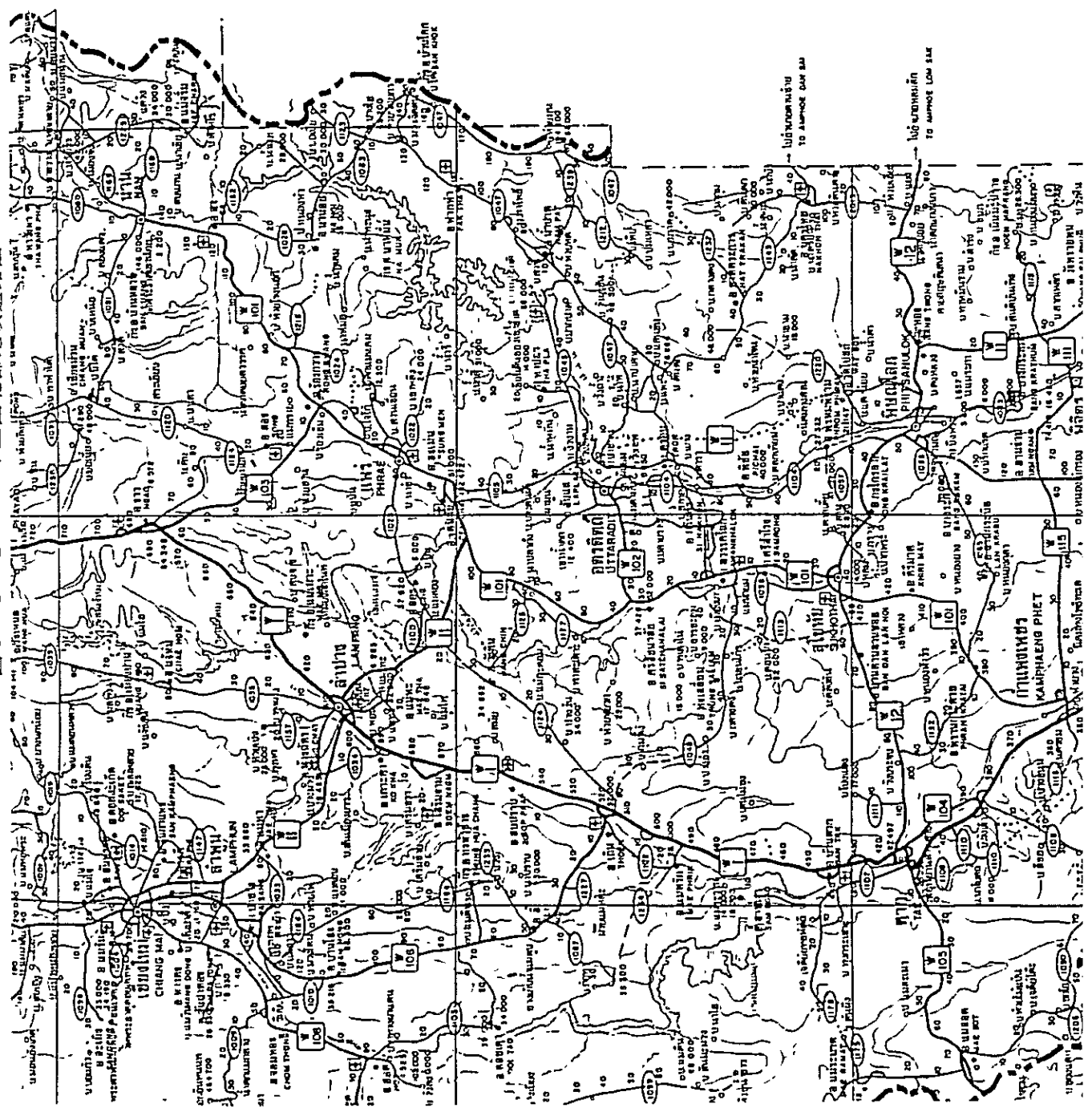


图 6-3-2 多 1 王国北部地域道路图



MINIMUM DESIGN STANDARDS FOR PROVINCIAL ROADS (Rural)

Controlling Factor

1. Access control : When designated under the Highway Law.
2. Highway Crossing : Grade Separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
3. Railroad Crossing : Grade Separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
4. Bridge width (1) : 8 m. for F₁ & F₂, 7 m. for F₃ to F₆
5. Vertical clearance = 4.50 m.
6. Design bridge loading = HS 20
7. Pavement design shall be based on the accumulated number of equivalent axle load predicted during the first 7-year after construction.
8. Follow AASHO recommendation for any design details not separately specified.

Class (5)	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
Average Daily Traffic (5)	Above 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	Below 300
Design Speed k.p.h. (2)	70-90	60-80	45-60	30-45	11	12
Maximum Gradient % (3)	8	10	12	17	11	12
Suggested Surface Type	High	Intermediate	Low	Soil Aggregate	Travelled	Travelled
Width of Carriageway m.	7.00	5.50	6.00	5.50	9.00	6.00
Width of Shoulder m.	2.50	2.25	2.00	1.75	10-40	10-40
Right of Way m. (4)	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60

Explanatory Notes

- (1) Any F_D, F₁ or F₂ road that planned to be raised to National Highway system in the future, bridges less than 15 m. long shall be to the full roadbed width.
- (2) Design speed may be relaxed in exceptional circumstances on account of right of way difficulties or mountainous terrain.
- (3) Refer to the AASHO policy on Geometric Design of Rural Highways to relate desirable grade lengths, climbing lanes, etc.
- (4) May be reduced in urban or semi-urban conditions at the discretion of the Department provided that a suitable cross section including service roads, where necessary, is obtainable.

- (5) Class F_D roads are required on the basis of a 7 year ADT projection or be justified by economic feasibility calculations. Class F₁ to F₃ roads are required on the basis of a 15-yearly ADT projection. Class F₄ roads have a projected ADT more than 300 in 7 years and more than 300 in 15 years. Class F₅ roads have a projected ADT less than 300 in 7 years.

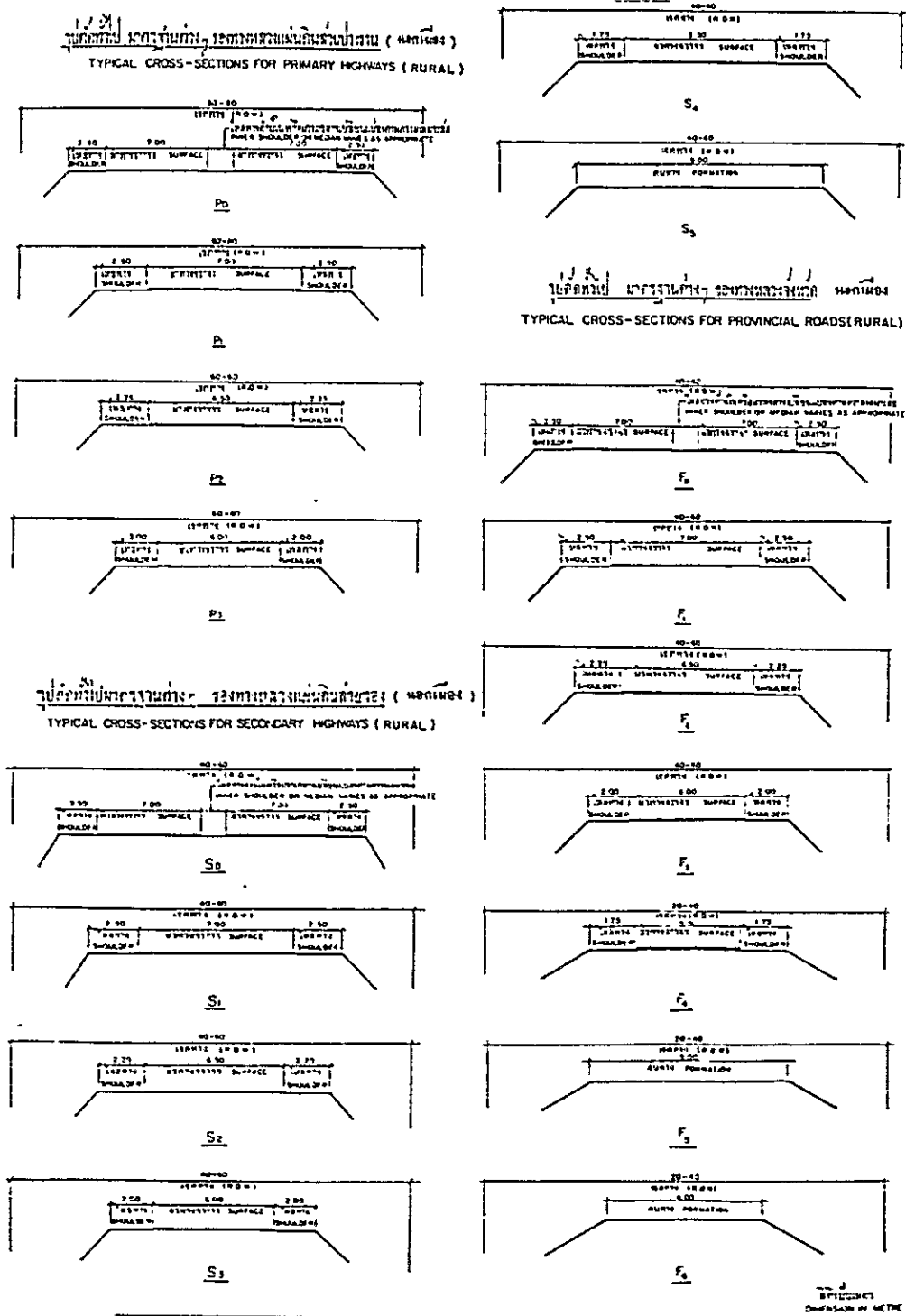
Remark

In special cases, the Department may reduce the carriageway width to 3.5, 4, 4.5 or 5 m. on various roadbed width, i.e. 4 m. on 8 m. roadbed width. Such the case the class of the road will be defined as class F₄ (4/8) If the geometric standard of the road section in the said case below than F₄ then the road class will be defined as F₄ (4/8)

DEPARTMENT OF HIGHWAY

出所：タイ王国道路局

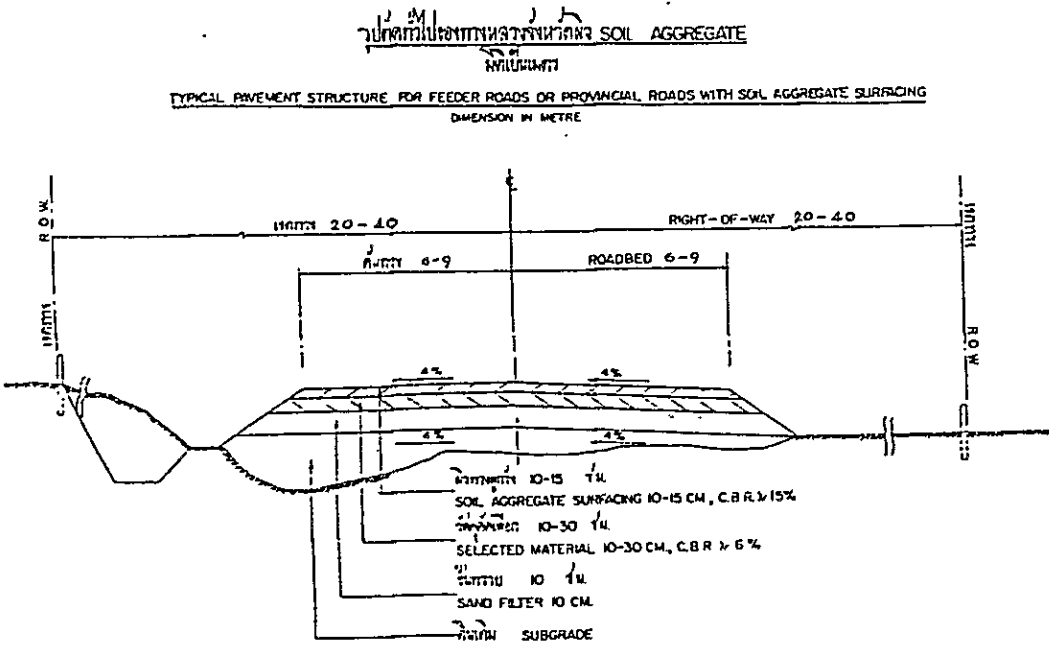
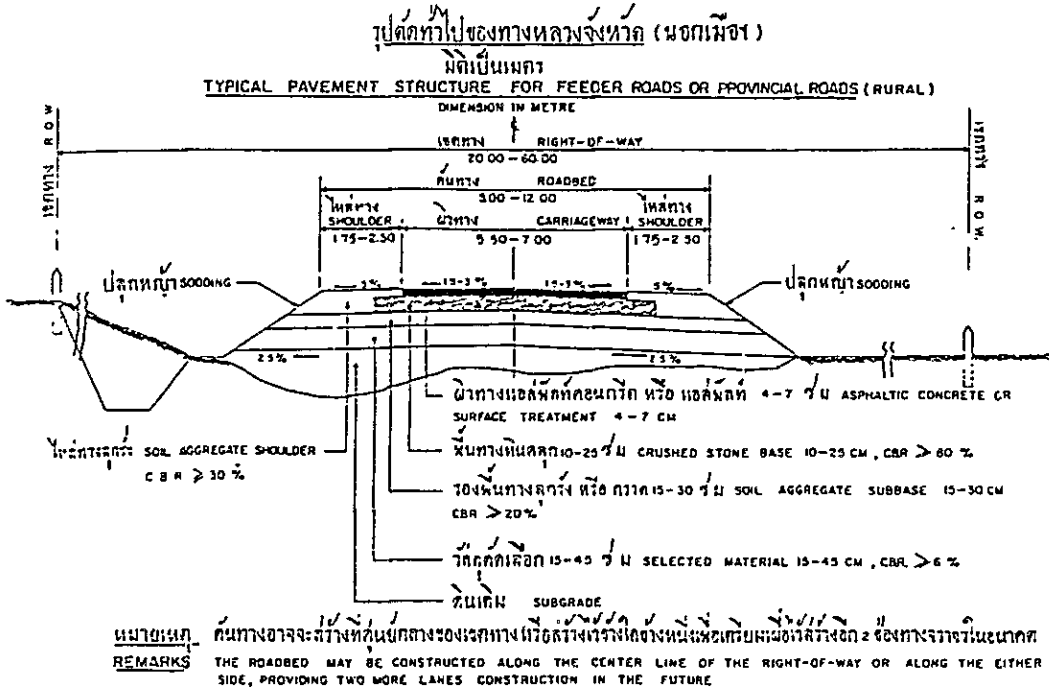
圖 6-3-3 標準断面



DEPARTMENT OF HIGHWAY

出所：タイ王国道路局

図 6-3-4 県道の標準舗装断面



DEPARTMENT OF HIGHWAY

出所：タイ王国道路局

VI-4 港 湾

タイ王国における主要商港であるバンコク港、サタヒップ港に関して港湾局の資料に基づき両港の概要を以下に示す。

VI-4-1 バンコク港

(1) 位 置 (図6-4-1 参照)

チャオブラヤ川(メナム川)の河口より26km~29km上流に位置している。

(2) 水域施設他

(i) 航 路 幅 : 直線部100m 湾曲部250m

(ii) 航路の水深 : 平均水深(Mean Sea Level) 8.5m

(iii) 船舶の制限 : 全長約170m(565ft)を越える船舶は入港できない。

10,000~12,000重量トン(D.W.T.)

(3) けい留施設概要および取扱貨物量

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-4-2 サタヒップ港

サタヒップ港は、当初、軍港であったが1978年以来商業港化された。

(1) 位 置

バンコクより約184kmのタイ湾東沿岸、サタヒップ湾に位置している。

(2) 水域施設他

(i) 航 路 幅 : 100m

(ii) 航路の水深 : 低低潮(Lower Low Water)-10m

(3) けい留施設概要および取扱貨物量

施設	バース長さ	年間取扱能力
西側埠頭	540 m	1.0 百万トン
北側埠頭	350 m	

VI-4-3 建設機材の水切計画

本プロジェクトの水切港として、次の理由よりバンコク港が適切と判断される。

- (i) 港湾施設・規模が適している。
- (ii) 120トン能力のフローティングクレーンを常備し、タイ電力庁(EGAT)のプロジェクト用建設機材もここで水切されている。
- (iii) 前記の輸送経路の道路網と接続しており、地理的にも有利である。
- (iv) 鉄道も接続している。

VI-5 通信施設

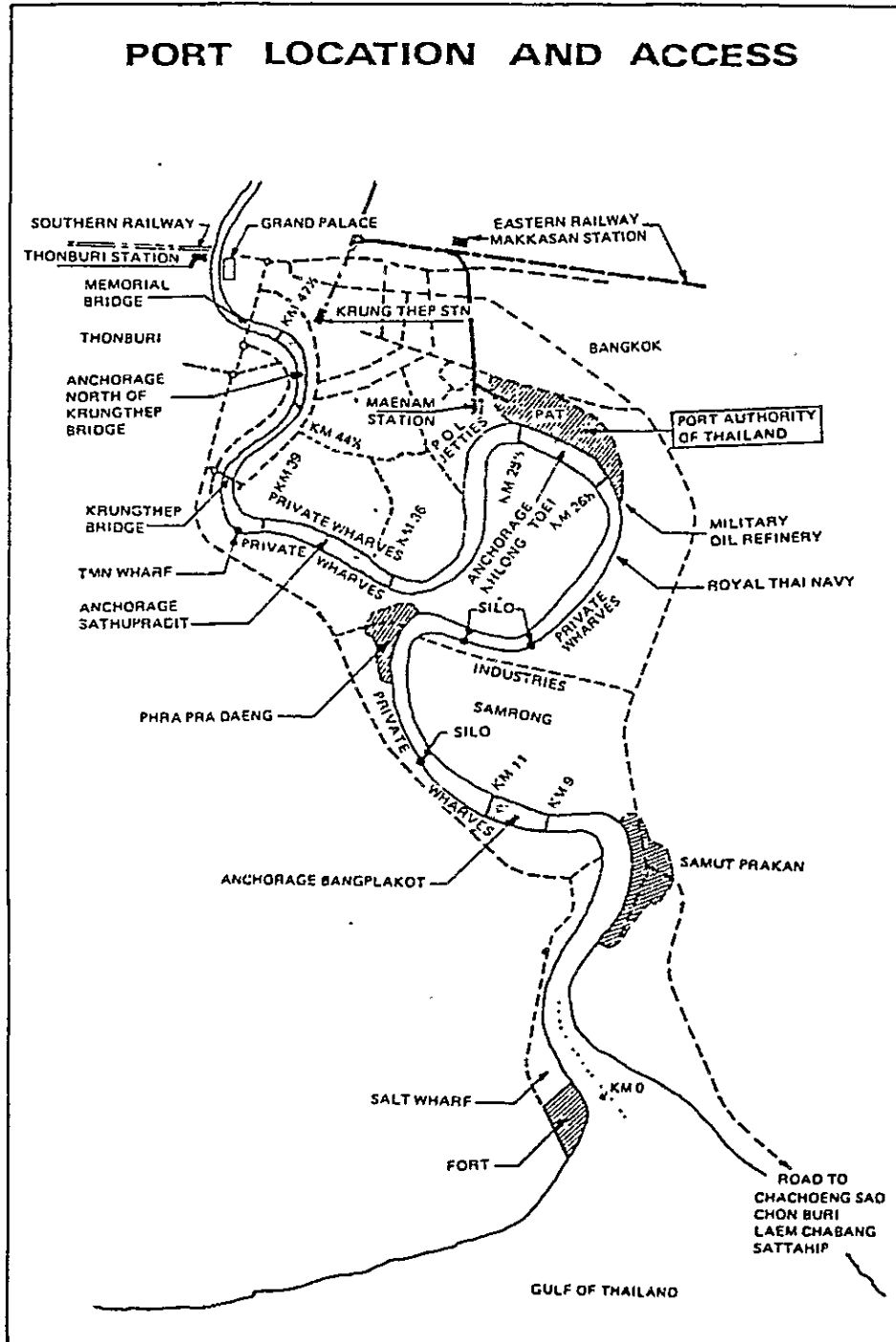
本プロジェクト実施に際し、工事開始時点から主要都市と工場建設予定地間、および予定地と採石場間の通信施設が必要となる。

現在、メソット地区からはバンコクを始めタイ王国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が、将来は現在の通信線を利用したテレックス通信ができる様にすることが望ましい。尚、工場建設予定地と採石場間の通信には無線通信装置を準備する必要がある。

VI-6 送配電線

工場建設予定地近くのメソット地区には、現在タク市内の変電所から22kVの送電線1回線により電力が供給されている。当地区の電力需要は近い将来には、10,000MWh/年近くに達すると予測されるので、その需要の一部を本プロジェクトの発電所から供給することが計画されており、そのための配電線設備が必要である。従って発電所内に、工場外送電用の22kV、2,000KVA専用変圧器を設け、工場建設予定地からメソット地区迄の約10kmの配電線を布設する。当地区内の一般需要家への電力供給事業は地域電力庁(PEA)によって行なわれるので、当該配電線の布設は、PEAの負担で実施されるものとする。

図 6-4-1 バンコク港案内図



第Ⅶ章 工場の概念設計

Ⅶ-1 工場のプロセス概要

Ⅶ-1-1 プロセスの選定

本プロジェクトではその前提としてメソット地区のオイルシェールを下記のごとく多目的に利用して発電を行ないつつ、セメントを製造する。

- (1) 発電用燃料としての利用
- (2) オイルシェールの燃焼残灰のセメント混合材としての利用
- (3) オイルシェールの燃焼残灰のセメント製造原料（粘土）としての利用
- (4) セメント焼成用プレカルサイナ燃料としての利用
- (5) (4)で使用したオイルシェール灰分のセメント製造原料（粘土）としての利用
- (6) (1)で発電された電力によるセメント工場の運転

従って、これに適したプロセスを選定する必要がある。以下にこのプロジェクトの経済的および技術的条件を考慮しながらプロセスを検討した。

(1) 発電用ボイラーの選定

オイルシェールの様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り、これ以外の型式のボイラーでは満足な結果は得られないと考えられる。これは流動床に於いては均一な燃焼が行なわれるため、比較的狭い温度範囲での燃焼が行なわれ、且つ流動床内の伝熱管により炉内温度のコントロールが容易である等の特色があるからである。

(2) セメント焼成プロセスの選定

(i) セメント製造プロセス

セメントの製造プロセスは、乾式プロセスと湿式プロセスに大別され、更にキルンの型式によって、下記のごとく数種に分類されている。

(a) 乾式プロセス

- サスペンション・プレヒーター付キルン
- 新サスペンション・プレヒーター（プレカルサイナータイプ）付キルン
- ロングキルン
- 廃熱ボイラー付ショートキルン

○ シャフトキルン

○ レボルキルン

(b) 湿式プロセス

○ 廃熱ボイラー付ショートキルン

○ ロングキルン

○ レボルキルン

(ii) プロセス選定の条件

上記各プロセスより、このプロジェクトに最適のプロセスを選定するためには、下記条件について比較検討する必要がある。

(a) 経済的要素

建設コスト，燃料・電力・水の消費量，工場従業員数，工場敷地

(b) 技術的要素

原料の特性，使用燃料の種類，セメントの品質，運転の容易性，修理費用，キルン能力

(iii) 検討結果

以上述べたことを検討した結果、本プロジェクトでは新サスペンション・プレヒーター付キルンを採用することにした。その理由は以下の通りである。

(a) オイルシェールのような低カロリーの固体燃料を効果的に燃焼させるためには、プレカルサイナを利用するのが最適である。

(b) セメント製造に於ける直接費の内、大きな割合を占める燃料費が格段に少なく有利である。

(c) 原料中のアルカリ成分は比較的少なく、特に塩素分は非常に少ない（IV-2参照）。従って、サスペンション・プレヒーター内での原料付着および固結によるトラブルの危険性は少ないものと推定される。

(d) 乾式新サスペンション・プレヒーターキルン（サスペンション・プレヒーターも同様である）は次に述べる利点を有する。

サスペンション・プレヒーターは可動部分がなく、他のプロセスに設置されるボイラー、レボルグレート等に比較して運転保守が容易である。

キルン内容積当りのクリンカ焼出量が多い。

○ サスペンション・プレヒーターの排ガスにより石灰石および粘土の乾燥が可能である。

(e) このプロセスの運転保守は、乾式ロングキルンについて容易である。

(3) 全プロセスの選定

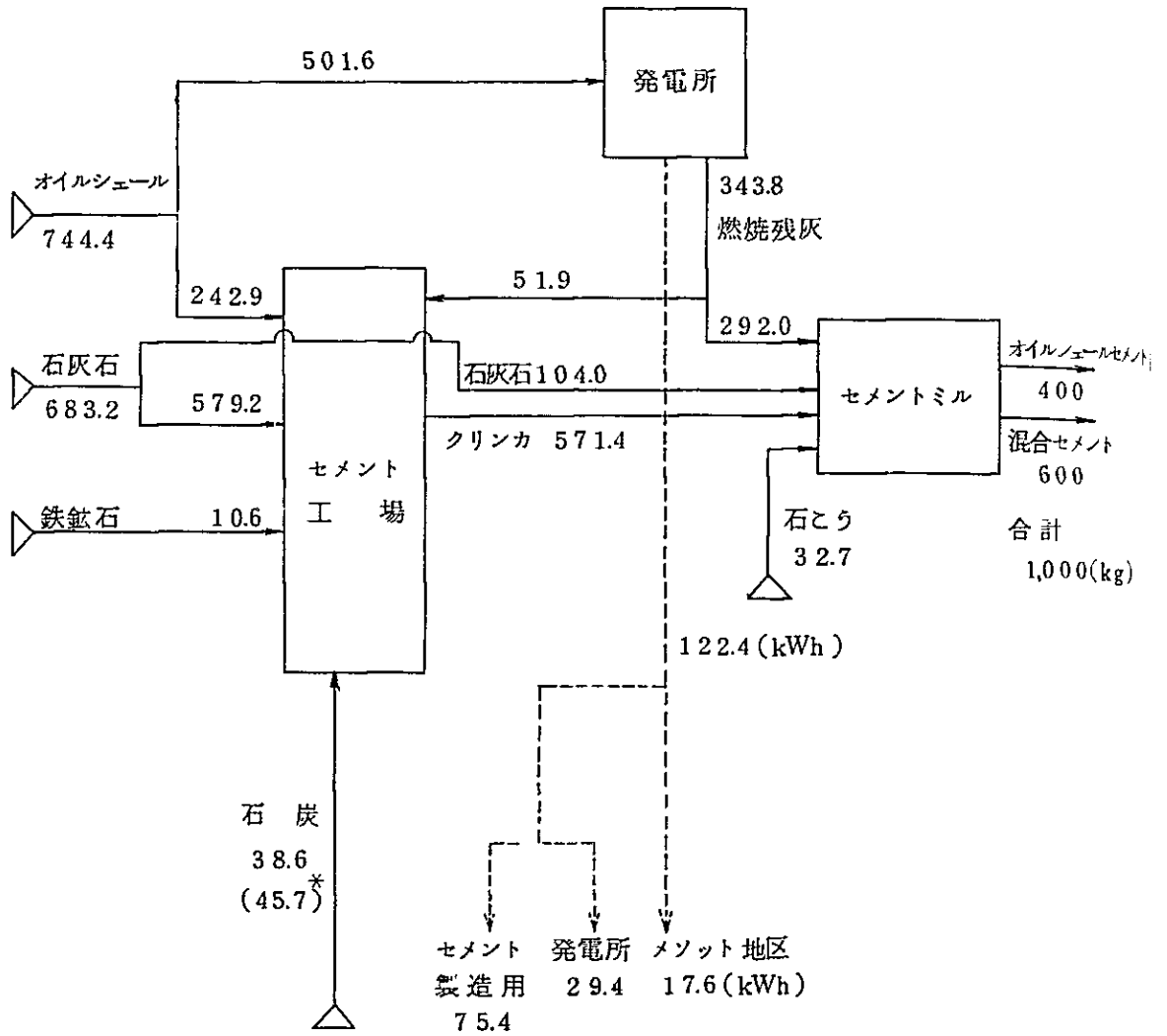
上記(1)、(2)項を組合せると図7-7-1に示すプロセスが得られる。このプロセスでは、オイルシェールが持つエネルギーが完全に利用され、更にその燃焼残灰はセメント製造用粘土として、またセメント混合材として利用される。即ちオイルシェールの完全利用が達成され、これによりセメントを安価に製造し、且つ余剰の電力を地域開発のために近隣地区に供給することができる。

オイルシェール以外の原料としては石灰石、鉄鉱石(けい砂または泥灰岩)ならびに石こうを使用する。オイルシェール以外の燃料としては主としてタイ王国産石炭を使用する。これら原料の約51%を、また燃料の約75%(カロリー比)をオイルシェールで賄うことになる。

尚、本プロセスとほぼ同じプロセスが西独ドッテンハウゼン(Dotternhausen)に於いて商業規模で運転されている。また、前述のごとく、発電用ボイラーより排出される燃焼残灰がそのままセメント用混合材として使用できるので、Type Iの普通セメント相当品のみを製造する場合でもクリンカ必要量が通常のセメント工場に比較し、約70%となるので建設費が少なくてすむことになる。更に、ボイラーを含めた発電関係の設備建設費を加えても、本プロジェクトで採用したプロセスの建設費は同規模の通常のセメント工場の全建設費にほぼひとしいものとなる。

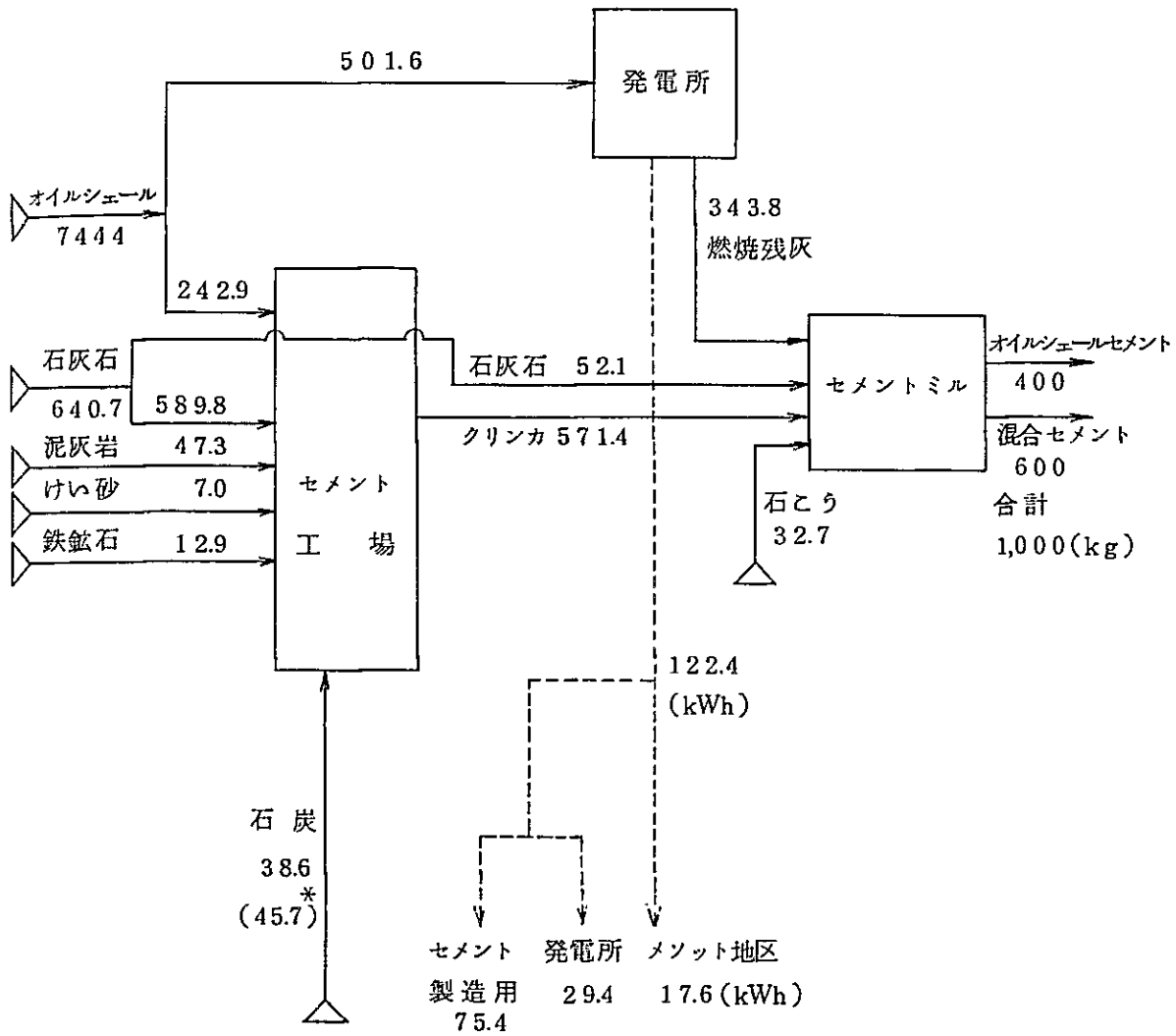
図7-1-1および図7-1-2に本プロセスのマテリアルバランスを示す。図7-1-1は第1案であり、この案ではセメントクリンカ焼成に必要な粘土分をオイルシェールおよび鉄鉱石のみで供給するものである。この案によるとプロセスが簡単になり、またクリンカ焼成に際しては原料の易焼成性が良好になるので、本報告書では第1案を採用した。図7-1-2は第2案であり、この案ではセメントクリンカ焼成に必要な粘土分をオイルシェール、けい砂、泥灰岩および鉄鉱石で供給する場合を示す。これは将来原料成分ないしは製品成分に変更があったときの対応策として考えられるもので、参考とし記載したものである。

図7-1-1 マテリアル バランス (第1案)



注：* () 内は石炭の発熱量を 5,000 kcal/kg とした場合の石炭消費量を示す。

図7-1-2 マテリアル バランス (第2案)



注：* ()内は石炭の発熱量を 5,000 kcal/kgとした場合の石炭消費量を示す。

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，メソット地区のオイルシェール，石灰石等主要原料の可採鉱量，インフラストラクチャー，製造原価，工場敷地，労働力等の要因を考慮して，本プロジェクトの生産規模はクリンカベースで1,400トン/日，また混合セメントを含むセメントベースで2,450トン/日とする。また発電の規模は12.5MWとする。工場は将来同規模の能力の設備の増設を考慮したレイアウトとする。

VII-2-1 クリンカおよびセメントの生産量

表7-2-1 生産量

	トン/日	トン/年
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日/年

VII-2-2 原料および燃料の年間使用量

表7-2-2 原燃料使用量(湿ベース)

	トン/日	トン/年
石 灰 石	1,750.6	577,703
オイルシェールセメント	1,947.4	642,654
鉄 鉱 石	27.4	9,032
石 こ う	83.7	27,612
石 炭	100.9	33,306

注：キルン運転日数 330日/年

Ⅶ-3 工場敷地の選定

Ⅶ-3-1 選定の要因

一般にセメント工場の敷地を選定するためには下記の要因を考慮する必要がある。

- (1) 石灰石および粘土原料が経済的に輸送できる範囲内での入手可能性
- (2) けい砂，鉄鉱石，せっこう等のように少量使用する原料の入手可能性
- (3) 燃料，電力，水等の用役の入手可能性
- (4) セメント市場，販売中心地からの距離
- (5) 周囲の交通機関および道路状況
- (6) 降雨，風向，洪水等の自然条件
- (7) 付近の労働力（質ならびに量）
- (8) 敷地の地質
- (9) 面積，用地造成の難易度
- (10) 環 境

Ⅶ-3-2 工場敷地の候補地

本プロジェクトの場合メソット地区のオイルシェールを使用することが条件であるので，工場敷地はこのオイルシェール鉱床ともう一つの主要原料である石灰石鉱床に近いことが望まれる。

Ⅶ-3-3 敷地の選定

メソット地区オイルシェール鉱床に近い地域を調査し，且つⅦ-3-1に述べた要因にもとづいて検討した結果，図示（図7-3-1参照）の位置を工場敷地として選定する。

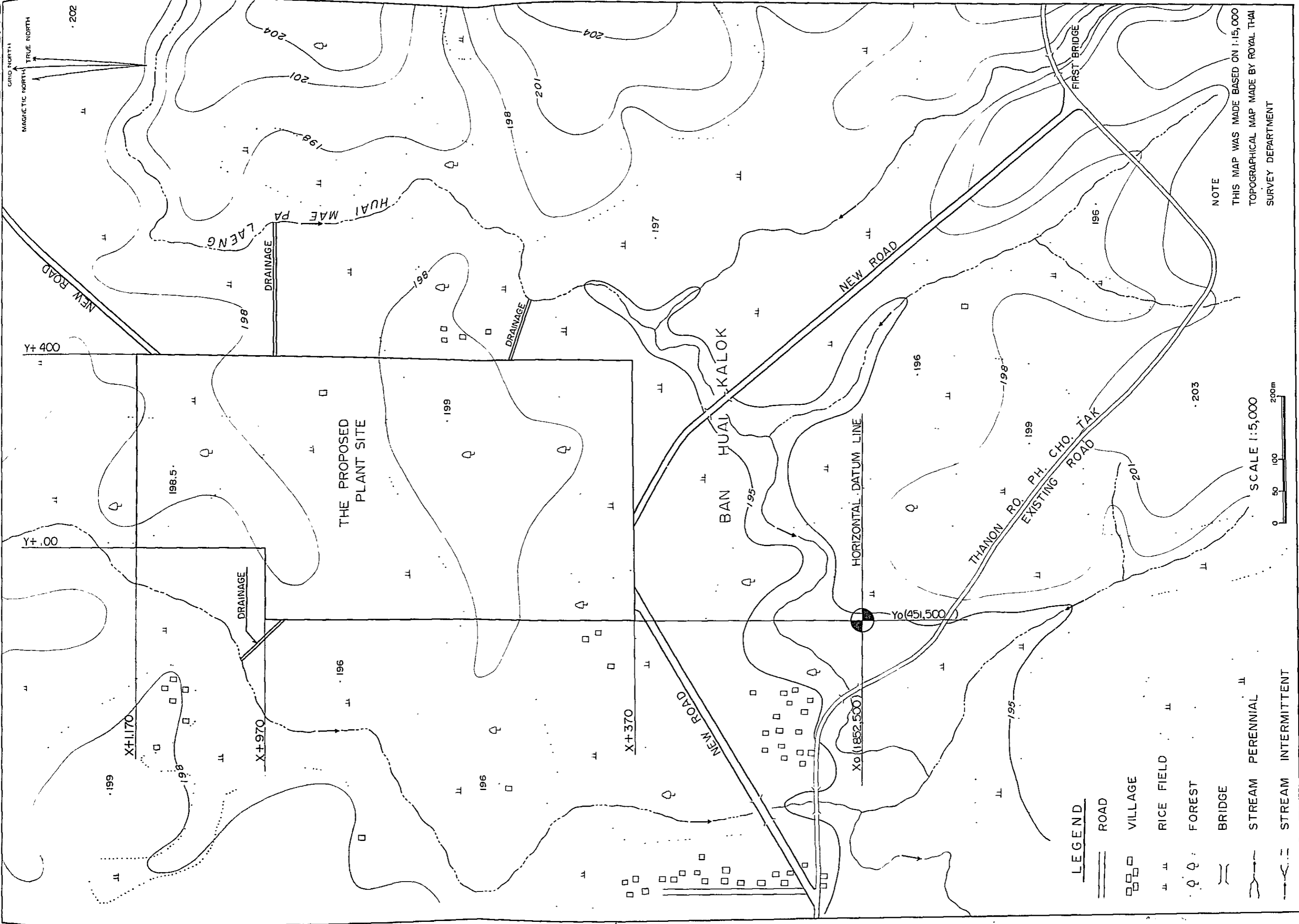
理 由：

- (1) この位置はオイルシェールならびに石灰石鉱床の両者に近いが，オイルシェールの使用量が石灰石使用量より若干多いことおよび廃シェール（燃焼残灰）を埋め戻すことも考えられること等よりオイルシェール鉱床の近くに選定してある。
- (2) 道路等のインフラストラクチャーが整っており，取付道路を建設する長さが短い。
- (3) メソットの市街地を通らないで製品，原料の輸送ができる。
- (4) 敷地の一部は水田にかかるが，殆どの区域は，周囲の水田より高い丘状地からなり用地造成が容易である。即ち敷地の東側は海拔約210m～220m程度の丘陵地帯となっている

(敷地は海拔約198m)。北および西側は平坦地で水田となっている。南側は低地で川(川幅約3m~4m)がありモエイ川に注いでいる。(図7-3-1参照)

- (5) モエイ川は雨期に洪水を起したことがあるが、この敷地は丘陵地にあるので、冠水することはない。
- (6) 用地造成する上で川が近くにあるので雨水の排水が容易に行なえる。更に図7-3-1に示されている様に、敷地の東、西側両方にそれぞれStream Intermittent(雨期時の川)があり、丘陵地よりの流出水をせきとめる地形となり良い条件となっている。
- (7) 一部水田にかかるが、他は丘陵地であり地質状況は良好である。地下4.0m~4.5mにあるオイルシェール層が支持層となりうる。(詳細には調査を要する)
- (8) 工場敷地として十分な面積が確保できる。
- (9) 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。

FIG. 7-3-1 SITE PREPARATION PLAN AND TOPOGRAPHIC MAP OF THE PROPOSED PLANT SITE



Ⅶ-4 関係規格・法規

本プロジェクトに関連のある規格・法規の内、主なものを以下に示す。

Ⅶ-4-1 規 格

(1) 土木建築関係

(a) 一 般

タイ王国工業標準規格 (T I S)

(b) 道路および道路橋の仕様

アメリカ州政府道路担当官協会 (AASHO) の規格

(2) 機械関係

代表的な外国規格：ISO, JIS, DIN, BS, ASTM

(3) 電気関係

代表的な外国規格：JIS, JEC, JEM; DIN, VED; BS, IEE; NF, UTE;
ANSI, NEMA 等

(4) 環境基準

タイ王国環境基準 (1980年)

(5) セメント品質

タイ王国工業標準規格

普通セメント T I S 15 (1974年)

混合セメント T I S 80-2517 UDC 691.544

Ⅶ-4-2 法 規

(1) 土木建築関係

(a) 建築関係

○建築基準法

(Building Control Act, 1979)

○バンコク首都建築条例

(Bye-Laws of the Construction of Buildings, 1979)

(b) 土木関係

○道 路 法

(Law on Highways)

(2) 工場法

(Factories Act, 1879)

(3) 国家環境基準法

(National Environmental Quality Act, 1978)

VII-5 セメントの品質

VII-5-1 製造するセメントの品質

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混合セメントである。オイルシェールセメントはセメントキルンで焼成される普通ポルトランドセメントクリンカと発電用に流動床ボイラーで燃焼されたオイルシェールの燃焼残灰とを混合し製造されるものである。また混合セメントは上記オイルシェールセメントに不活性物質を混合して製造されるものである。メソット地区の原料は普通ポルトランドセメントクリンカを製造する原料として適した品質を備えており、良質のセメントクリンカを製造することが可能である。また、オイルシェールの燃焼残灰も普通ポルトランドセメントクリンカと混合して、良質のオイルシェールセメントを製造するための原料になる。

オイルシェールセメントは普通ポルトランドセメントに遜色ない品質を有しており、以下に示す普通ポルトランドセメントの代表的規格を満足するオイルシェールセメントを、この地区で産出する原料を用いて製造することが可能である。

ポルトランドセメントの代表的規格

国名	規格番号	セメントの種類名
イギリス	BS-12 (1978)	Ordinary Portland Cement
アメリカ	ASTM C-150 (1980)	Type I
タイ	TIS-15 (1974)	Type I
西ドイツ	DIN 1164 (1978)	PZ-350L
日本	JIS R5210 (1977)	普通ポルトランドセメント

更に、前述の様に、タイ王国内では大量の混合セメントが製造販売されているが、この混合セメントについてはTIS-80-2517が適用されている。IV-2-2-(8)に述べたごとく

の地区で産出する原料でこの規格を満足する混合セメントを製造することも可能である。

Ⅶ-5-2 原料の調合割合

(1) セメントクリンカの係数

セメントクリンカの係数は製造されるセメントの品質，使用する原料の品質，あるいは製造コスト等を考慮して設定される。本プロジェクトで製造される普通ポルトランドセメントクリンカの各係数は，その標準設定値を下記の通りとする。

$$HM(\text{水硬率}) = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2.08$$

$$SM(\text{けい酸率}) = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2.2$$

$$IM(\text{鉄率}) = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = 2.3$$

(2) 原料の化学成分

各原料の化学組成は次に示す各試料について，その分析結果の平均値を算出し，それを用いて調合計算を行なった。

(i) 石灰石

ドイディンキ地区石灰石の地表試料 10 試料

(ii) オイルシェール

バンフォイカロク地区オイルシェールのボーリングコア試料 34 試料

(iii) 泥灰岩

バンフォイカロク地区の地表試料 2 試料

(iv) けい砂

モエイ川河畔けい砂 2 試料

(v) 鉄鉱石

ノンボー地区鉄鉱石 2 試料

(vi) メラマ炭の灰分 1 試料

各原料の化学組成の平均値を表7-5-1に示す。

表7-5-1 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	-

(3) 原料の組合せ

通常の原料を使用する場合、原料の調合割合は製造されるクリンカの化学組成により一義的に決定される。本プロジェクトに於いても、化学組成上は石灰石、オイルシェール、鉄鉱石の各原料を使用して適当な調合割合を設定することが可能である。尚、実際にはクリンカの化学組成は上記の原料と石炭灰の化学成分を合せたものとなる。

しかしながら本プロジェクトでは、オイルシェールは原料のみならずセメント焼成用燃料としても使用される。すなわちオイルシェールの中に含まれる可燃物はプレカルサイナ付サスペンション・プレヒーター内で燃焼されて、クリンカ焼成用熱源として有効に利用される。しかし、この様にしてプレカルサイナに於いて利用可能なオイルシェールの熱量は、クリンカ焼成に必要な全熱量の約50%に制限される。従って、クリンカ製造用に用いられるオイルシェールの使用量は、この有効利用可能熱量の制限により決定され、この値が上述の原料調合から決定される使用量に優先する。

本プロジェクトでは原料の調合割合によって決定されるオイルシェールの使用量が、有効利用可能熱量によって決定される量より多いので、必要なクリンカの化学組成を満足するために、不足のオイルシェール分を他の原料で補う必要がある。本報告書では、代替物として(1)オイルシェール灰(2)泥灰岩とけい砂,を使用した場合について検討した。

表7-5-2に標準組合せを含めた原料の組合せ,ならびにそれぞれのクリンカの係数設定値を示す。

表7-5-2 原料の組合せ

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石	灰 石	○	○	○	○
	オイルシェール	○	○	○	○
	オイルシェール 燃焼残灰	○	○		
泥	灰 岩			○	○
け	い 砂			○	○
鉄	鉱 石	○	○	○	○
クリンカの	H M	2.0 8	2.0 8	2.0 8	2.0 8
係 数	S M	2.2	2.1	2.2	2.3
(設定値)	I M			2.3	2.3

(4) 原料の調合割合

原料の調合割合(乾ベース),調合原料の化学組成,クリンカの化学組成およびクリンカの鉱物組成の計算結果をそれぞれ表7-5-3~表7-5-6に示す。

尚,計算に際しては石炭の発熱量5,924 kcal/kg(低発熱量),(無水換算),石炭の灰分の含有量14.2%(無水換算),クリンカの焼成熱量400,000 kcal/トン・クリンカとした。従って,石炭による灰分混入量は9.59 kg/トン・クリンカとして計算した。また,製造中に於けるダストの飛散はないものとした。

実際の工場運転時に於ける各原料の調合割合は,原料の付着水分,化学組成の変動があるため調整する必要がある。

組合せ№1の調合割合は本プロジェクトに於ける標準のものである。

表7-5-3 原料の調合割合

(重量%, 乾ベース)

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石灰石	65.47	65.99	65.55	66.07
オイルシユール	27.46	27.36	26.99	27.01
オイルシユール 燃焼残灰	5.87	4.52		
泥灰岩			5.25	3.97
けい砂			0.77	1.54
鉄鉍石	1.20	2.13	1.44	1.41
合計	100.00	100.00	100.00	100.00

表7-5-4 調合原料の化学組成

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
化学組成 (重量% 乾ベース)	L.O.I.	36.0	36.2	37.1	37.1
	SiO ₂	13.2	13.0	13.1	13.3
	Al ₂ O ₃	4.0	3.9	4.0	3.9
	Fe ₂ O ₃	1.8	2.1	1.8	1.8
	CaO	41.4	41.3	40.9	41.0
	MgO	1.6	1.5	1.4	1.3
	SO ₃	0.9	0.8	0.6	0.6
	Na ₂ O	0.26	0.25	0.22	0.22
	K ₂ O	0.50	0.48	0.55	0.54
	合計	99.66	99.53	99.67	99.76
調合原料 の係数 (計算結果)	HM	2.15	2.14	2.14	2.14
	SM	2.3	2.2	2.3	2.3
	IM	2.2	1.9	2.2	2.2

表7-5-5 クリンカの化学組成

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
化学組成 (重量%)	SiO ₂	20.9	20.6	21.1	21.4
	Al ₂ O ₃	6.6	6.5	6.7	6.5
	Fe ₂ O ₃	2.8	3.3	2.9	2.8
	CaO	64.1	64.2	64.4	64.4
	MgO	2.4	2.3	2.2	2.2
	SO ₃	1.3	1.3	1.0	1.0
	合 計	98.1	98.2	98.3	98.3
クリンカ の係数 (計算値)	HM	2.08	2.08	2.08	2.08
	SM	2.2	2.1	2.2	2.3
	IM	2.4	2.0	2.3	2.3

表7-5-6 クリンカの鉱物組成

組 合 せ		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
鉱物 組 成	C ₃ S	50	53	50	49
	C ₂ S	22	19	23	24
	C ₃ A	13	12	13	12
	C ₄ AF	9	10	9	8
L.S.F. ※2)		0.92	0.94	0.92	0.92

注： ※1) クリンカ鉱物組成は Bogue の式に従って算出した。また、各クリンカ
 鉱物の略号はそれぞれ下記の化合物を示す。

C₃S けい酸三石灰 3CaO · SiO₂
 C₂S けい酸二石灰 2CaO · SiO₂
 C₃A アルミン酸三石灰 3CaO · Al₂O₃
 C₄AF 鉄アルミン酸四石灰 4CaO · Al₂O₃ · Fe₂O₃

※2) L.S.F.(石灰飽和度)は BS12 に規定されている式に従って算出した。

(5) 原料原単位（理論値）

原料の調査計算結果から理論的に必要な原料の量を算出し、これを原料原単位（理論値）として計算した。表7-5-7に各組合せの原料原単位（理論値）を示す。

表7-5-7 原料原単位（理論値）

（トン・乾ベース原料／トン・石炭の灰分を含むクリンカ）

組 合 せ	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石 灰 石	1.0 1 3 6	1.0 2 5 4	1.0 3 2 2	1.0 3 9 6
オイルシェール	0.4 2 5 1	0.4 2 5 1	0.4 2 5 1	0.4 2 5 1
オイルシェール燃焼残灰	0.0 9 0 8	0.0 7 0 3		
泥 灰 岩			0.0 8 2 7	0.0 6 2 5
け い 砂			0.0 1 2 2	0.0 2 4 2
鉄 鉍 石	0.0 1 8 5	0.0 3 3 1	0.0 2 2 6	0.0 2 2 2
合 計	1.5 4 8 0	1.5 5 3 9	1.5 7 4 8	1.5 7 3 6

(6) 原料原単位（実際値）

セメント製造時の原料損失を原料の2.5%として、これを原料原単位（理論値）に加えて原料原単位（実際値）を算出した。

表7-5-8に各組合せの原料原単位（実際値）を示す。

表7-5-8 原料原単位（実際値）

（トン・乾ベース原料／トン・石炭の灰分を含んだクリンカ）

組 合 せ	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
石 灰 石	1.0 3 8 9	1.0 5 1 0	1.0 5 8 0	1.0 6 5 6
オイルシェール	0.4 3 5 7	0.4 3 5 7	0.4 3 5 7	0.4 3 5 7
オイルシェール燃焼残灰	0.0 9 3 1	0.0 7 2 1		
泥 灰 岩			0.0 8 4 8	0.0 6 4 1
け い 砂			0.0 1 2 5	0.0 2 4 8
鉄 鉍 石	0.0 1 9 0	0.0 3 3 9	0.0 2 3 2	0.0 2 2 8
合 計	1.5 8 6 7	1.5 9 2 7	1.6 1 4 2	1.6 1 3 0

Ⅶ-6 燃料の供給計画

本プロジェクトで使用する主な燃料は前述のごとく、タイ王国産の石炭ならびにオイルシェールである。この他必要に応じ石炭の一部に輸入炭を使用することが考えられる。

Ⅶ-6-1 タイ王国産の石炭

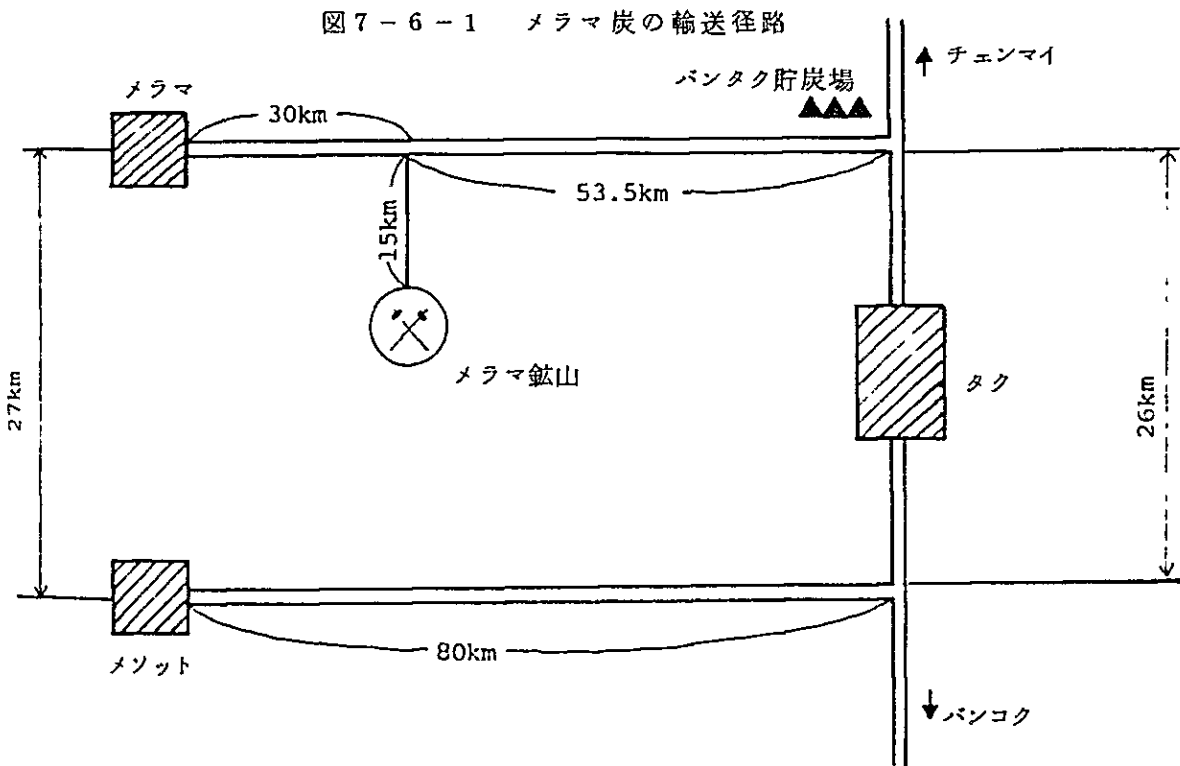
(1) 鉱山

これは前述の様にメラマ鉱山を対象とする。この場合は、タイリグナイト株式会社より買鉱する。

(2) 輸送

この鉱山は雨期には道路交通が不可能になるため、乾期（冬季を含む）中に採掘し、貯炭場に貯炭する必要がある。現在この貯炭場はバンタクにある。従って当面はこの貯炭および鉱山から貯炭場までならびに貯炭場からメソットまでの輸送を含め一括してタイリグナイト株式会社に依頼するのが得策と考えられる。同社は現在既にタイ王国内のセメント会社に石炭を供給しており（Ⅴ-1 参照）これらの面で種々の経験があると考えられる。

尚、メラマとメソットは地理的に極めて近く、将来道路の開発ならびに貯炭場の設置等検討する必要がある。現在想定される輸送径路を図7-6-1に示す。



(3) 供給能力

タイリグナイト株式会社は現在年間12万トンの石炭を供給している。メラマ鉱山の推定鉱量は2百万トンであるが、近くに未開発の鉱床があるので、本プロジェクト用として年間10万トン（実際使用量は年間3万7千トン）程度供給することは可能と判断される。尚、この点については次の段階で他地区の石炭鉱床を含め、詳細に調査する必要がある。

(4) 価 格

バンタク貯炭場渡	600バーツ/トン
輸送費（バンタクーメソット）	100バーツ/トン
合 計	700バーツ/トン

Ⅶ-6-2 輸 入 炭

(1) 輸入炭の必要性

本プロジェクトのキルン焼成用燃料としてはメラマ鉱山の石炭を主として使用するが、その供給ならびに品質の安定を図るために、必要に応じその一部を輸入炭で代替することが考えられる。輸入先としては豪州、中国等が考えられる。

(2) 輸 送

石炭はバンコク港で荷揚され、そこからトラックでメソットまで輸送される。途中の道路は舗装されておりトラックの運行に支障はない。バンコクからサワンカロク（Sawan Kalok）まで貨車で運搬することも考えられるがバンダラ（Ban Dara）での積替がありコスト高になると思われる。

(3) 価 格

豪州炭 1,500～1,700バーツ/トン（CIFメソット）

Ⅶ-6-3 オイルシェール

オイルシェールの供給計画に関してはⅣ-3 原料の供給計画参照

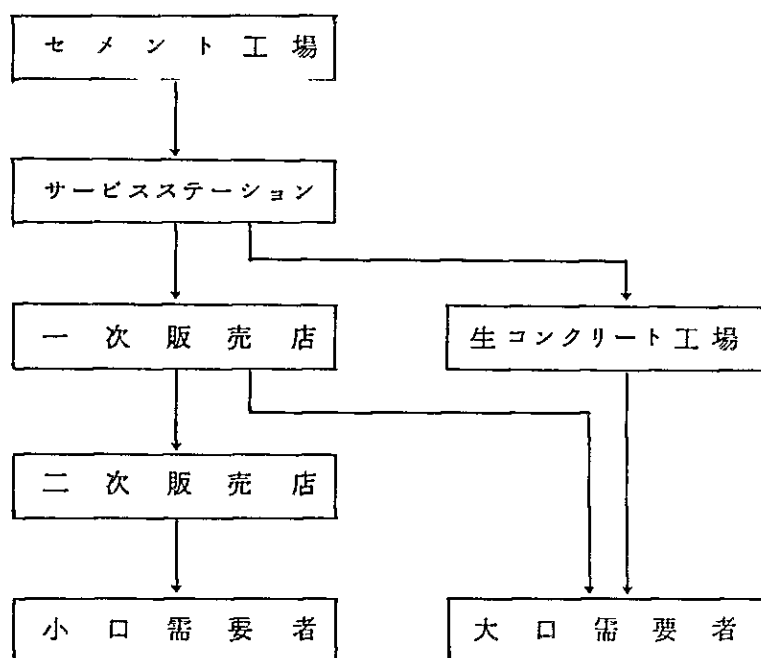
Ⅶ-7 製品の流通計画

Ⅶ-7-1 製品の販売経路

セメントは重量・容積とも大きい商品であり、また長期の貯蔵が困難であるので、その流通販売には特別の配慮を必要とする。通常セメントの販売経路として考えられている方法を図7

- 7 - 1 に示す。

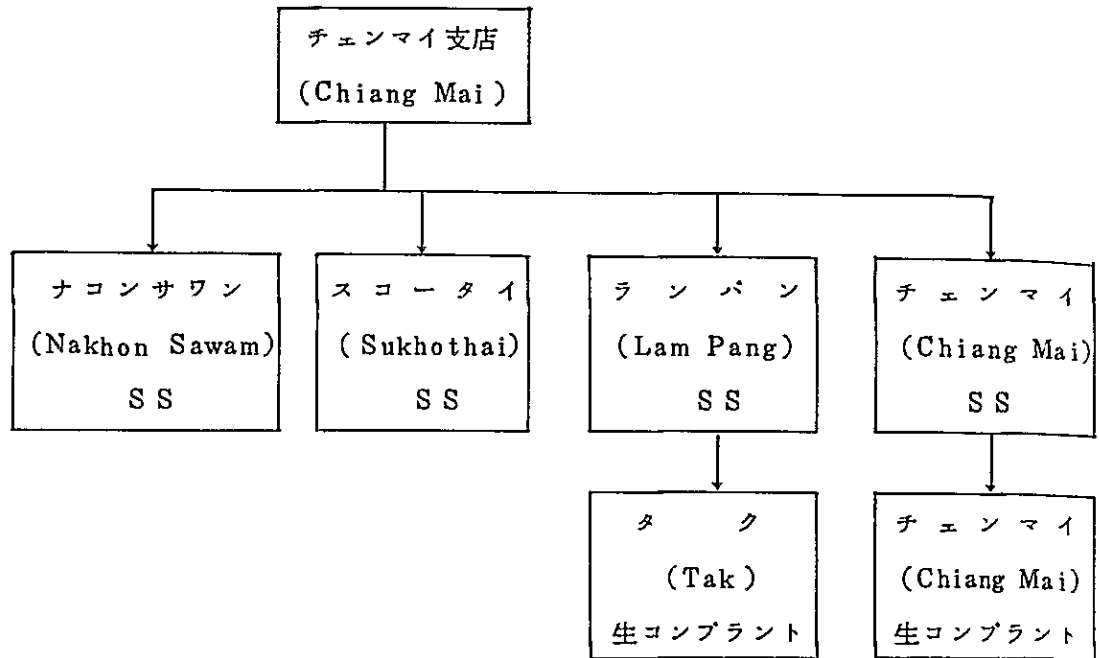
図 7 - 7 - 1 セメントの販売経路



図に示す経路は一般的なものであり、実際には中間の組織を省略する場合がありますのでかなり複雑である。現在タイ王国で採用されている方法はこの図に近いものである。即ち、地方の主要都市にはサービスステーションがあり、この下には都市の規模により大小の販売店がありそこで小売を行なっている。また大都市には生コンクリートの工場がある。販売店は各セメント会社により系列化されている。

この国のサービスステーションは一般的なサイロバッカーを備えた大規模なものではなく、袋詰したセメントを貯蔵しているものである。現在のあるセメント会社の北部タイにおける販売経路を図 7 - 7 - 2 に示す。

図 7-7-2 某セメント会社の北部タイの販売経路



本プロジェクトの場合、マーケットは主として北部タイとなるのでほぼ上図 7-7-2 と同様な販売経路をとることになると考えられる。他のセメント会社とことなり北部そのものに生産工場を有するので、需要に迅速に対応できる利点がある。

VII-7-2 本プロジェクトの市場範囲

セメントは前述のごとく重量物資であるので輸送費の負担が大きい。従って工場出荷価格を同一とした場合、その市場は工場からの距離によって決定される。現在タイ王国内で最北の工場はジャラプラタンセメント株式会社 (Jalaprathan Cemet Co.) のタクリ (Takli) 工場である。この工場は生産量が少ない (335,000 トン/年) ので本プロジェクトの工場と競合する工場はサラブリ (Saraburi) 地区のセメント工場群との対比となる。従ってサラブリから北方に向い道路上の地点でメソットからの距離とサラブリからの距離がひとしくなる地点が距離から見た市場の境界点となる。

この地点は地図で判別するとナコンサワン (Nakhon Sawan) のやや北方となる。

Ⅶ-7-3 輸送方法

北部タイにおけるセメントの輸送方法としては、トラックおよび貨車が考えられるが、現在大半(90%以上)はトラック輸送に頼っている。貨車による輸送は一般にコスト高でありあまり使われていない。僅かに夏季に南部における砂糖の輸送にトラックが多量に必要となる時に使われるに過ぎない。トラック輸送としては、バラ輸送と袋物の輸送の両者が行なわれている。バラと袋物の割合は状況により異なるが一般に20~30%/80~70%である。本プロジェクトの場合バラ輸送を増加させるべく努めると共に輸送コストを下げるためにバラ、袋物を問わずできるだけ大型のトラックを使用することが望まれる。セメントの輸送費はサラブuri (Saraburi) - チェンマイ (Chiang Mai) 間でトラック輸送の場合165バーツ/トンである。

Ⅶ-7-4 セメントの容器

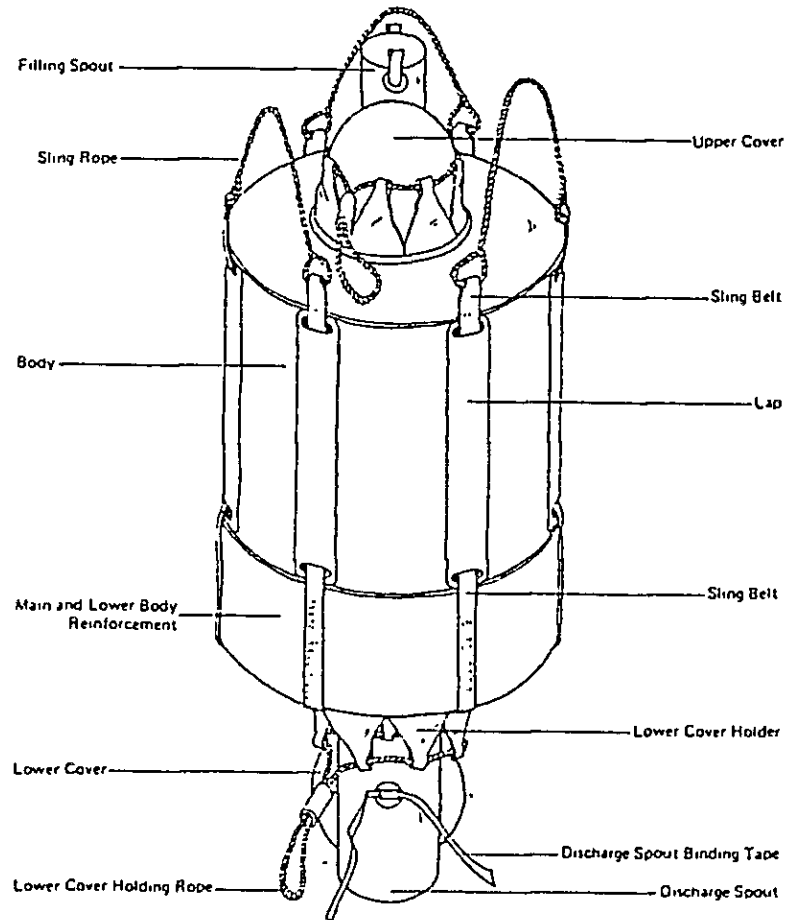
現在タイ王国ではセメントの70~80%は紙袋で輸送されている。紙袋は1袋50kg詰であり、通常4プライのクラフト紙を使用している。本プロジェクトでもこの種の紙袋を使用することになると考えられるが、将来できるだけコストを低下させまた品質を維持するためバラの比率を増加させるべきである。更に大口の需要家に対してはフレキシブルコンテナ(図7-7-3参照)の使用が考えられる。これにはランニングタイプ(繰返し使用タイプ)とワンウェイタイプ(1回使用型)がある。その仕様を表7-7-1に示す。

表7-7-1 フレキシブルコンテナの仕様

	ランニングタイプ		ワンウェイタイプ
容 積	2.0トン	1.5トン	1.0トン
	1,800ℓ	1,300ℓ	900ℓ
大 き さ	1,200mm \varnothing ×1,610mmH	1,150mm \varnothing ×1,260mmH	1,100mm \varnothing ×950mmH
使 用 回 数	約100回		1回
材 質	ナイロン繊維合成ゴム被覆		ポリプロピレン繊維樹脂被覆
耐 熱 性	100℃		max 60℃
耐 水 性	良		良
積 置 段 数	max 3		max 3
価格(バーツ/袋)	6,018	4,646	402

これは紙袋に比較し，特に準大口の需要家にとって有利と考えられる。

図 7-7-3 フレキシブルコンテナ構造図



Ⅶ-8 工場設計の概要

Ⅶ-8-1 工場主要設備の選定

一般に工場主要設備を選定する場合，下記諸点について十分に検討する必要がある。

(a) 原料および燃料の品質

原料の化学的ならびに物理的性質によりプロセスが決定され，更に諸設備の型式や仕様が決まる。また燃料の諸性質についても同様のことが言える。

(b) 原料および燃料の調達条件

原料および燃料の調達条件により受入設備・輸送機等の型式や仕様が決まる。

(c) 工場のプロセス

上記(1)および他の条件により工場のプロセスが決定されるが、主要設備はこのプロセスにもとづいて選定される。(Ⅶ-1 参照)

(d) 工場予定地の社会的・自然的条件

社会的条件としては、労働人口、技術(能)水準、関連産業、環境基準等があり、また自然的条件としては気象条件、水源、植生等がある。これらも工場主要設備の選定に際しては考慮する必要がある。

以上検討の結果、主なものについて下記に示す。

尚、各主要設備の仕様についてはⅦ-9 工場主要設備の仕様を参照のこと。

(1) 原料置場

(i) 石灰石、鉄鉱石、石こう置場

石灰石鉱山は雨期に於ても、はげしい降雨時を除いては採掘可能と考えられる。従って石灰石置場は使用量の8日分程度の容量を有するものとする。

鉄鉱石、石こうは他県の鉱山より購入する。両者共使用量が非常に少ないので、石灰石と共に一つの屋根付置場に貯蔵し、一台のポータルスクレーパーを使用して切り出すものとする。鉄鉱石は約4ヶ月分、石こうは22日分貯蔵可能なものとする。

(ii) オイルシェール置場

オイルシェールはその成分、発熱量のバラツキが大きく使用前置場に於て均斉度を高める必要があり、従って屋根付円形ブレンディングベッド層積貯蔵設備に貯蔵し、スクレーパーにより切り出すものとする。貯蔵量は約一週間分とする。

(iii) オイルシェールサイロ

オイルシェール置場に於いてブレンドされたオイルシェールの一部は発電用に使用され、一部はセメント用に使用される。本サイロはセメント用のものである。貯蔵量はミル能力に対して1.4日分とする。

(2) アッシュサイロ

発電用ボイラーに於いて発生するオイルシェールの燃焼残灰は一部はセメント原料用として、一部はオイルシェールセメント製造用混合材として使用される。貯蔵量は3.5日分とする。

(3) 石炭置場

石炭は近隣鉱山より購入する。降雨による水分増加を防止するため、置場は屋根付とする。また、貯蔵された石炭は自然発火防止のためシーブフートローラ等により、転圧を行う必要がある。且つ、貯蔵の高さは4 mを限度とする。貯蔵量は約半月分とする。切り出しはホイールローダーにより置場内ホッパーに投入する。

(4) 原料およびオイルシェール乾燥粉砕

調合原料およびオイルシェールは堅型ローラミルにより交互に乾燥粉砕を行なうものとする。運転時間は、原料2日、オイルシェール1日の割合である。乾燥用熱源としてはキルンプレヒーターからの排ガスを一部利用するものとする。但し、スタート時や原料水分が大きい場合のため補助燃焼装置として、重油または軽油による熱ガス発生炉も併せて設置する必要がある。

(5) 原料粉末のブレンディングおよび貯蔵

原料粉砕工程を出た原料粉末の品質は、各原料の品質、調合の精度および原料ミルの運転状態等のバラツキのため、成分、粉末度、ともにある程度のバラツキがあるのが普通である。従って、これらを更に均斉化することにより、キルンを安定した状態で運転し品質の安定した良好なセメントを製造する必要がある。このためにブレンディングサイロを設置し、原料粉末を貯蔵する前に均斉化を図るものとする。

ブレンディングサイロおよびストレージサイロの両者合計で貯蔵量は4日分とする。

(6) オイルシェール粉末ブレンディングサイロ

原料粉末と同様な理由によりブレンディングする事が望ましい。従って、ブレンディングストレージ兼用サイロとする。貯蔵量は5日分とする。

(7) キルンおよびクーラー

キルンについてはⅦ-1工場の概略プロセスに述べた通り、新サスペンション・プレヒーター付乾式キルンとする。

クーラーの型式としては、高温の燃焼用2次空気が得られることおよびクーラー出口クリンカ温度が比較的 低く安定していることにより、グレートクーラーが最も信頼性が高い。

(8) クリンカの貯蔵

一般にサイロ型式と置場型式が広く採用されているが、貯蔵時の発塵防止、設備の簡素化および運転管理の容易さを考慮して、サイロタイプを設置する。貯蔵量は、クリンカ生産量の10日分とする。

(9) セメント粉砕

エア－セパレータ付閉回路チューブミルによるものとする。

(10) セメント貯蔵

2種類のセメントを貯蔵するため各々2基宛計4基のサイロを設置する。セメント生産量の8日分を貯蔵する。

(11) セメントの包装，出荷

セメントの包装はロータリーパッカーによるものとする。また，一部はバラ積出荷されるものとし，サイロ筒体よりエアースライド方式によりバラ積トラックに積込むものとする。

(12) 石炭粉砕

石炭の粉砕はローラミルにより乾燥と同時に行なわれる。乾燥用熱源としてはクリンカクーラーから出される高温空気の一部を利用するものとする。

(13) 発電所

発電所スタート時の所要電源容量および工場緊急停止時の発電機効率の低下を考慮して2台の発電機を設置するものとする。発電所の定期修理（官庁検査）の際の工場内電力供給用として，非常用発電機1台を設置するものとする。発電所内の給水ポンプ，復水ポンプ，冷却水ポンプは保安上予備機をそれぞれ設置するものとする。

(14) プロセス制御装置

(i) 制御方式

タイ王国の経済事情，労働事情，予定される従業員の技術等を勘案すると，本プラントでは高度の計算機制御を採用するよりも，労働集約型の運転方式が望ましいと思われる。複雑な制御装置は，故障時の各工程への影響が大きく，修理に技術の蓄積を要することになる。

本プロジェクトでは，発電所，原料，焼成，製品の各部門へのコンピュータ制御や，原料調合工程への蛍光X線分析オンライン制御の採用は計画されていない。しかしながら，将来の本プラントの効率的な運営を考えると，主要工程には中央集中制御方式を採用するものとする。

(ii) 中央集中制御

原料置場からの切り出し，原料乾燥，粉砕，粉末原料の均斉化と貯蔵（4ヶ所），クリンカ焼成，粉砕，セメント貯蔵ならびに燃料粉砕の各工程は，一括して焼成管理室におい

て集中管理されるものとする。受入原燃料の在庫量と使用量および品質は常に管理され、データは原料粉碎および粉末原料の均斉化、貯蔵工程、キルンの焼成工程に利用され、また、セメント粉碎工程は、クリンカの品質を把握しながら制御される。かくして原料切り出しからセメントの貯蔵までが一連のプロセスとして集中制御される。

(iii) 現場制御

各工程の単独運転あるいは点検修理のため、現場の機器近くに、単独の操作スイッチを設置する。また、(ii)に記載された以外の原料受入、包装出荷、工業用水の各工程は、個別に自動運転できるように現場に操作盤を設置する。

(iv) 計 装

中央集中制御に必要な計器類は工程各所に配置され、適宜遠隔監視制御できるシステムを採用する。なお、将来のより高度な計装に最小限必要な対策、例えば計装信号の統一等は、予め準備しておくものとする。

Ⅶ - 8 - 2 土木建築工事の計画概要

(1) 用地造成計画

(i) 位置および配置 (図 7 - 3 - 1 参照)

位置は、Ⅶ - 3 項に述べた通り、オイルシェール鉱床附近とする。

工場の配置は、下記の理由により南北方向に計画した。

- (a) 原料の搬入、製品の出荷等の取付道路との動線上有利である。
- (b) 台地であるので、地盤状況、土地造成上有利である。
- (c) 南側にモエイ川の支流が流れており、雨水の排水に有利である。

(ii) 面 積

約 300,000 m^2

300 ~ 400 m (東西)

600 ~ 800 m (南北)

(iii) 造成計画

計画地盤高は海拔 198 m とし、周辺の水田より、約 1 m ~ 2 m 高くする。その理由はこの様に計画することによって、切土量と盛土量がバランスし造成費を安くすることができるためである。また、建物の基礎の構築および雨水の排水にも有利になる。

造成工事の主要工事の数量を下記に示す。

- (a) 切 土 1 5 0,0 0 0 m³
- (b) 盛 土 1 6 0,0 0 0 m³
- (c) 法面保護 4,0 0 0 m²
- (d) 排水溝 4 0 0 m

(2) 取付道路計画 (図7-3-1 参照)

(i) 区 間

県道1085号の分岐点(メバタイ村)から、工場建設予定地間の約5 kmの区間に取付道路を建設する。

- (a) メバタイ村～第一橋間 改修道路
- (b) 第一橋～工場予定地間 新設道路

(ii) 位 置

新設道路は、図7-3-1に示す様に、雨水の排水に有利な、川に沿った位置とした。

(iii) 設 計

設計条件を以下に示す。

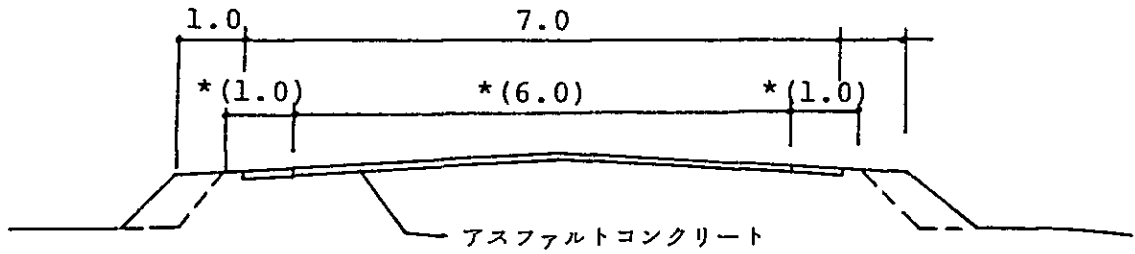
- (a) プラント建設工事のための重量貨物および長大貨物の輸送が可能であること。
- (b) プラント完成後の原燃料の搬入および製品の出荷が順調に行なえる容量および構造であること。
- (c) 上記(a)および(b)の条件とタイ王国内道路状況より判断して道路局の県道の仕様に準ずるものとする。(VI-3項参照のこと)

取付道路計画概要を、表7-8-1, 図7-8-1に示す。

表7-8-1 取付道路仕様

	(a) 改修道路	(b) 新設道路	備 考
区 間	自 メバタイ村 至 第1橋附近	自 第1橋附近 至 工場予定地	
概 略 延 長	4 km	1 km	
有 効 幅 員	7 m	同 左	
舗 装 種 別	アスファルト コンクリート	同 左	(a)は現状 マカダム舗装
最 小 曲 線 半 径	1 5 m	同 左	
	その他は、タイ王国道路基準による県道に準ずる。	同 左	

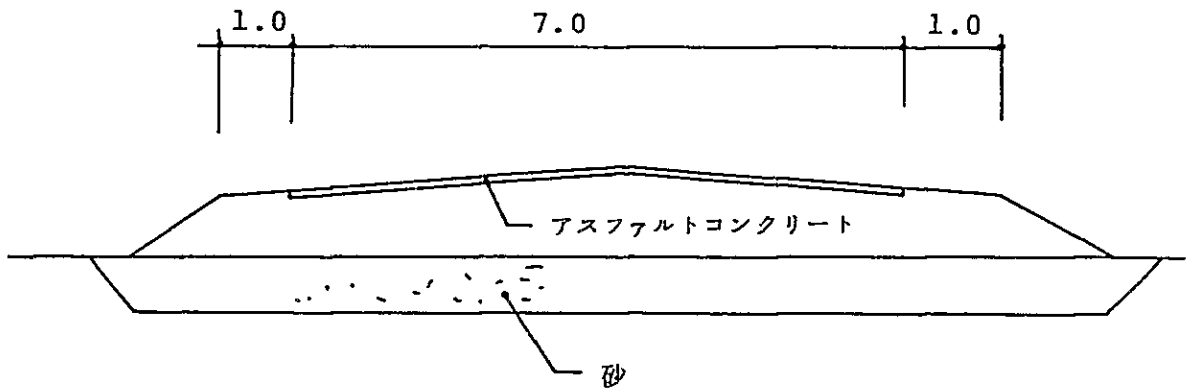
図7-8-1 改修道路標準断面



改修道路標準断面 (単位: m)

注: ()内の寸法は現状を示す。

図7-8-2 新設道路標準断面図



新設道路標準断面 (単位: m)

(3) 道路橋計画

(i) 既存橋（第一橋）（図7-3-1 参照）

本プロジェクトの調査によれば、本橋は昭和57年12月時点で、工事準備中であり、工事完成予定は、58年内となっている。また、第二橋は工事中、第三橋は竣工済である。この第二橋の施工業者よりの情報および現地調査結果により判断すると、工場完成後の原燃料の搬入およびセメントの出荷には大きな問題は無いが、建設時の重量貨物の運搬に際しては、部分的な補強処置が必要と判断される。（但し、この点は本プロジェクト実施時に詳しく調査し、検討する必要がある。）

参考までに、第三橋（竣工済）の概要を述べると、幅員約4.0 m、歩道幅員1.0 m、単支間7.5 m（3支間）、橋脚部コンクリート角杭（0.35×0.35×5本）の両端単純支持コンクリートスラブの連成橋である。

(ii) 新設橋

VI-3-3に述べた、道路橋の仕様に準ずる。設計に際して、河川の水量、地形、地質等の調査を充分に行ない、橋脚の構造および位置を決めることが必要となる。

(4) 構築物計画

(i) 設計基準

タイ王国建築基準法、バンコク首都建築条例に準拠する。

(ii) 設計荷重

(a) 風 荷 重

メソット地区の観測値をもとに、日本建築学会の建築物荷重指針に基づき、設計風速を求めると、地上より10 mの高さで、設計風速は約18 m/秒、速度圧は約20 kg/m²となる。これはバンコク首都建築条例の規定値50 kg/m²より低い値となっている。本プロジェクトに於いては、安全性等を考慮し、以下に示す建築条例の値を採用する。

地表からの高さ (m)	10	20	40	40 超える
風 圧 力 (kg/m ²)	50	80	120	160

(b) 地震荷重

特に考慮していない。

(c) 活 荷 重

以下に示すもの以外は、セメント工場の設計の際に一般に採用される値を使用するものとする。

- 機械基礎は、振動を考慮した荷重とする。
- 焼成室のバーナ床は、煉瓦の仮置きすることを考慮して、 $3,000 \text{ kg/m}^2$ (床荷重) 程度の荷重とする。
- セメント包装室の袋置場の床は、 900 kg/m^2 (床荷重) 程度の荷重とする。

(iii) 土質調査および基礎の設計

(a) 基礎の不同沈下に鋭敏なキルン、ミル、クローラー、タービン等に関連する基礎

強固な支持地盤（締った礫層あるいはこれと同等以上のもの）が浅いところにある場合は、基礎を直接これに載せるかあるいはその上の土を貧配合の玉石コンクリートで置換える。強固な支持地盤が深いところにある場合は先端支持杭基礎とする。

(b) (a)以外の基礎

地盤の強度が充分であれば直接基礎とし、それ以外の場合は上部の弱い土を砂利で置換えた砂利基礎あるいは杭基礎とする。

(c) (a)および(b)の判定を行なうための土質調査

- ボーリング（主要構築物1つにつき、少なくとも1点程度）
- 標準貫入試験（BS 1377 Test 19 または、ASTM D1586）
- その他、地盤の状況に応じ、地盤の強度、地盤上載荷による沈下量の推定を行なうに足る資料を得るために必要な試験

本プロジェクトの工場予定地に関しては、上記の土質調査は行なっていないので、プロジェクトの実施時に事前にこれらの土質調査を行なうことが、建設工事費の精度向上および基礎の設計上必要である。但し、既に実施されたオイルシェール鉱床のボーリング調査によると、地表面より -4.0 m ～ -5.0 m 程度にオイルシェール層があり、支持層として利用可能と推定されるが、このデータのみでは支持層として充分強度があるか否かの判定は難しい。

(iv) 構造様式

耐久性および防災上の見地から建物と構築物の主体構造の地下部分は原則として鉄筋コンクリート造りとし、地上部分は鉄筋コンクリート造りあるいは鉄骨造りとする。但し、

軽量構造物は、補強コンクリートブロック造りまたは組積造りとする。タイ王国の建築事情および前記の設計条件を考慮すると鉄筋コンクリート造りを主体とした構造様式が適切と思われる。

(v) 主要な構造物の設計条件

(本項内各見出し、末尾に「添付図参照」とあるのは、その見出しで示される建物のスケッチ図が本報告書の末尾に添付してあることを示す。)

(a) 石灰石・鉄鉱石・石こう置場(添付図参照)

各原料の貯蔵時の品質管理を考慮に入れると、屋根付の置場とするのが適当である。この様な、大型構造物の設計には、経済性・安全性を充分考慮すべきであり、この点からも鉄骨造りとするのが適当である。下記の附属基礎を設置するものとする。

- ベルトコンベア廊下および基礎
- ポータルスクレーパー用軌条基礎

(b) オイルシェールサイロおよび燃焼残灰用サイロ筒体は鉄筋コンクリート造り、屋根は鉄骨造り、または鉄筋コンクリート造りとする。さらに漏水の無い様にするものとする。

(c) 原料調合ホッパー

石灰石、オイルシェール、燃焼残灰および鉄鉱石のそれぞれについてホッパーを一基ずつ設ける。構造は、鉄筋コンクリート造りとし、摩耗代(し)を考慮したものとする。

(d) 原料ミル室(添付図参照)

主体は、鉄筋コンクリート造り、または鉄骨造りとし、屋根は鉄骨造りとするのが適当である。室内の換気を考慮し、電気室は、防塵構造とし、また室内温度を考慮し冷房設備を設置するものとする。

(e) ブレンディングサイロおよび原料サイロ

(b)参照。但し、ブレンディングサイロについては、ブレンディング装置によるサイロ内の圧力を考慮した設計とする。

(f) 焼成室(含クリンカクーラ室)(添付図参照)

主体は鉄筋コンクリート造り、屋根は鉄骨造りとするのが適当である。

(ii)-(c)の荷重およびキルンの高熱を考慮した設計とする。

(g) クリンカおよび不良クリンカサイロ(添付図参照)

(b)参照。さらにクリンカの温度を考慮した設計とする。

(h) セメントミル室（添付図参照）

セパレータ座およびそれより下部は、振動に対する剛性を増すために鉄筋コンクリート造りとし、それ以上の主体は鉄骨造りまたは鉄筋コンクリート造りとするのが適当である。ミルモーター室は防塵構造とし、室内温度を考慮した換気設備およびモーター補修用クレンのガーダーを設けるものとする。また、電気室およびミル修理のスペースを設ける。

(i) セメント包装室（添付図参照）

主体は鉄筋コンクリート造りまたは鉄骨造り、屋根は鉄骨造りとするのが適当である。外装材は、コンクリートブロック、石綿スレート、鉄板等が適当である。

(ii)-(c)の荷重および防水を考慮した設計とし、紙袋置場、操作室、電気室を設置するものとする。

(j) セメント出荷室（添付図参照）

袋詰セメントを、シューターを利用してトラックに積込みを行ない、積込の終了したトラックが通り抜けできる設計とする。積込み設備は、三系列とする。

(k) 石炭置場

主体は鉄筋コンクリート造り、屋根は鉄骨造りとするのが適当である。ベルトコンベヤにより搬入された石炭は、ブルドーザー、シーブスフートルローラー等により置場内に均等に敷均され、かつ転圧される。（自然発火を防止するため）石炭置場には散水設備の設置を考慮すべきである。

(l) 石炭ミル室

鉄骨造りまたは鉄筋コンクリート造りが適当であるが、防爆対策の観点からは、炭塵の溜まらない構造の鉄筋コンクリート造りとする。主階段は、屋外に設置し、また十分な換気設備（自然換気）を設けるものとする。

(m) オイルシェールホモジナイザー置場（添付図参照）

品質管理上および公害防止（発塵防止等）の観点から、屋根付の置場とすることが、適当である。置場の形式としては、ホモジナイザー（スタッカー・リクレイマー使用）をその内部に設置するために、円型式の置場となる。従って、主体構造は楕円形ドームまたはアーチ状ドームの鉄骨造りとするのが適当である。

尚、以下の附属構築物を設置するものとする。

- スタッカー・リクレーマーのセンターポストの基礎
- スタッカー用軌条基礎
- 払い出しベルトコンベヤ用トンネル

(n) 発電所

タービン室，ボイラー室，補機室，トランス室，電気室，操作室等の建物が必要である。それらの建物は鉄骨造り，または鉄筋コンクリート造りとするのが適切である。タービン室は，タービンの振動が伝達しないように，タービン基礎とは一体にしないこと，タービン修理用のクレンガーダーおよびスペースを設けること，換気および防塵を考慮すること等が必要である。

(o) 中央操作室

中央操作室，電気室，従業員控室等が必要であり，防塵構造，配線スペース，空調設備等を考慮した設計とする。

(p) 修理工場

この建物には次の要素が含まれる。

- 機械工作室
- 電気品工作室
- 車輛修理室
- 工具室
- 事務室および控室

重量品の取扱いのため天井走行クレーンが必要である。

(q) 資材倉庫

機械および電気品の予備品，および消耗品（潤滑油，耐火煉瓦，ミル用ボールおよび裏板等）ならびに修理用資材（鋼材等）を収納する倉庫と，物品管理のための事務室を必要とする。収納する資材の種類により倉庫は一棟とせずに，仕様の異なる複数のものとすることも考えられる。防火上の観点から可燃物の貯蔵所は独立家屋とすることが適切である。さらに物によっては一時的には野積みすることも可能であり，このために倉庫の付近には適当な野積場を設けるのが望ましい。

(r) 試験室および製造課事務所

構造は鉄筋コンクリート造り，または補強コンクリートブロック造りとするのが適切である。

試験室内は次の部分に分けられる。

- 物理試験室（含恒温室）
- 化学試験室（含化学天秤室）
- 事務室（試験係用）

製造課事務所は第 IX 章（組織および要員計画）の製造課部門を収容するものとする。但し、試験係および各係員は除くものとする。

(s) 附属建築物

前述以外の建築物としては次のものが必要である。

- 総合事務所（工場長，副工場長，総務課，商務課用）
- 車庫（社用車用）
- 食堂
- 厚生施設棟（診療室，従業員更衣室，シャワー室，便所，図書室等）
- 自転車置場（屋根付）
- 守衛室（工場の各出入門の一つ）
- 屋外便所（工場内の要所に五箇所程度）

(t) 工場内道路

重量物の通行および耐久性を考慮して，主要道路はセメントコンクリート舗装（厚さ 20 cm 以上）或いはアスファルトコンクリート舗装とすることが好ましい。道路の有効幅員は，主要道路 8 m，その他の道路 4 m または 6 m 程必要である。経済的な見地から判断すれば，工場運転開始時には主要道路以外は，マカダム舗装（砕石舗装）のみとし，それ以後，自家製セメントを用いて逐次必要箇所をコンクリート舗装するのが望ましい。

(u) 排水施設

工場構内に設ける排水溝のうち，重量物が横断またはその脇を通行するものはその交通荷重に耐える鉄筋コンクリート造りとするが，上記以外のは煉瓦あるいは石積とするのが経済的である。雨期の降雨量および水田地帯である点を考慮に入れた排水計画に基づいて，排水施設を設計するものとする。

Ⅶ-9 工場主要設備の仕様

工場主要設備の仕様を以下に示す。

Ⅶ-9-1 セメント工場主要設備

(1) 石灰石・鉄鉱石・粗碎機

数 量 : 1 基
型 式 : インパクトクラッシャー
給鉱サイズ : 800 mm 以下
出口粒度 : 50 mm 以下
能 力 : 250 トン/時
モーター : 500 kW
運 転 時 間 : 10 時/日

(2) 石灰石・鉄鉱石・石ころ置場

数 量 : 1 基
型 式 : 屋根付層積
抽出設備 : 門型スクレーパー
積置寸法 : 石灰石 25 m W × 90 m L × 10 m H
鉄鉱石 25 m Ø × 10 m H (円錐型)
石ころ 25 m Ø × 10 m H (円錐型)
容 量 : 石灰石 15,000 トン
鉄鉱石 3,200 トン
石ころ 2,000 トン

(3) 石灰石・鉄鉱石・石ころリクレーマー

数 量 : 1 基
型 式 : 門型スクレーパー
能 力 : 最大 400 トン/時
運 転 時 間 : 24 時/日

(4) オイルシェールサイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 15 m Ø × 15 m H
容 量 : 3,000 トン

(5) 燃焼残灰用サイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 17 m \varnothing × 20 m H
容 量 : 3,000 トン

(6) 原料ミル

数 量 : 1 基
型 式 : 堅型ローラミル 乾燥粉碎
寸 法 : 5 m \varnothing × 11.8 m H
給鉱サイズ : 50 mm 以下
粉 末 度 : 88 μ 篩残分 15 %
能 力 : 130 トン/時 (原料), 100 トン/時 (オイルシェール)
モ ー タ ー : 1,400 kW

(7) 原料粉末ブレンディングサイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 13 m \varnothing × 25 m H
容 量 : 2,000 トン

(8) 原料粉末ストレージサイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 18 m \varnothing × 25 m H
容 量 : 5,000 トン

(9) オイルシェール粉末サイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 15 m \varnothing × 25 m H
容 量 : 3,000 トン

(10) キルン

数 量 : 1 基
型 式 : 乾式新サスペンションプレヒーター付キルン
寸 法 : 3.5 m ϕ × 5.3 m L
能 力 : 1,400 トン/日
運 転 時 間 : 24 時/日 330 日/年

(11) クリソクローラー

数 量 : 1 基
型 式 : グレートクローラー
能 力 : 1,400 トン/日
運 転 時 間 : 24 時/日 330 日/年

(12) クリソサイロ

数 量 : 1 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 2.5 m ϕ × 30 m H
容 量 : 15,000 トン

(13) セメントミル

数 量 : 2 基
型 式 : 2室チューブミル, セパレーター付閉回路
寸 法 : 3.35 m ϕ × 9.6 m L
給 鉱 サ イ ズ : 25 mm
粉 末 匠 : ブレーン比表面積 4,000 cm²/g
能 力 : 63 トン/時
モ ー タ ー : 1,600 kW
運 転 時 間 : 20 時/日

(14) セメントサイロ

数 量 : 4 基
型 式 : コンクリート構造
寸 法 : 1.5 m ϕ × 30 m H
容 量 : 5,000 トン

(15) パッカー

数 量 : 3 基
型 式 : ロータリーパッカー
能 力 : 100 トン/時
運 転 時 間 : 10 時/日 6 日/週

(16) 石炭置場

数 量 : 1 基
型 式 : 屋根付 転圧層積
抽 出 設 備 : ホイールローダー
積 置 寸 法 : 20 m W × 30 m L × 4 m H
容 量 : 1,500 トン

(17) 石炭ミル

数 量 : 1 基
型 式 : 堅型ローラーミル
寸 法 : 1.4 m \varnothing × 3.15 m H
給 鉱 サ イ ズ : 30 mm 以下
粉 末 度 : 88 μ 篩残分 15 %
給 鉱 水 分 : 4 %
能 力 : 6 トン/時
モ ー タ ー : 150 kW
運 転 時 間 : 20 時/日

(18) オイルシユール一次クラッシャー

数 量 : 1 台
型 式 : ジョークラッシャー
給 鉱 サ イ ズ : 600 mm 以下
出 口 粒 度 : 75 mm 以下
能 力 : 200 トン/時
モ ー タ ー : 95 kW
運 転 時 間 : 10 時/日

(19) オイルシエール二次クラッシャー

数 量 : 1 台
型 式 : インパクトクラッシャー
給鉱サイズ : 200 mm以下
出 度 : 20 mm以下
能 力 : 250 トン/時
モーター : 350 kW
運 転 時 間 : 10 時/日

(20) オイルシエールホモジナイザー

数 量 : 1 式
型 式 : サーキュラーヤードシステム
貯蔵能力 : 8,000 トン
受入能力 : 最大 250 トン/時
払出能力 : 最大 300 トン/時
運 転 時 間 : 24 時/日

Ⅶ-9-2 セメント工場電気機器

添付図 E-02 単線接続図参照

(1) 変電設備

(i) 特高開閉遮断装置

数 量 : 1 式
型 式 : 屋内形
主要機器 : 1 - 断路器, 遠方操作(空気)式
1 - 遮断器, ガス遮断器
1 - 計器用変流器
1 - 取引用変圧変流器
1 - 避雷器
1 - 圧縮空気源装置

(ii) 特高変圧器

数 量 : 1 台
型 式 : 3 相屋外形, 油入自冷式, 負荷時タップ切換装置付
主 仕 様 : 1 次電圧 22 kv
2 次電圧 6.6 kv
容 量 : 2,000 kVA

(iii) 高圧配電設備 (変電所内設置)

数 量 : 1 式
型 式 : 屋内単位閉鎖配電盤
主 仕 様 : バスタクト, 屋外形 (特高変圧器～主変圧器盤間), 遮断器,
磁気遮断器 1,000 MVA
主 用 途 : 1 - 主変圧器盤
2 - 発電機盤
1 - 非常用発電機盤
8 - 所内盤
15 - 饋電盤
1 - 避雷器
1 - 調相 (コンデンサ) 盤

(iv) 操作監視盤

数 量 : 1 式
型 式 : 屋内ベンチボード形
附 属 設 備 : 1 - 継電器盤

(v) 所内電気設備

数 量 : 1 式
主 仕 様 : 1 - 直流電源装置
8 - 高圧起動盤
1 - 低圧電磁盤

(vi) 非常用発電設備

数 量 : 1 式
型 式 : ディーゼル発電設備

主仕様：4サイクル過給機付据置形、3相4極6.6 kV交流発電機

容量：1,750 kVA

(2) 発電設備

(i) 蒸気ボイラ

数量：2式

型式：流動床式自然循環ボイラ

蒸気発生量：28トン/時/基

過熱蒸気温度：495℃

蒸気圧力：62 kg/m²

伝熱面積：エコノマイザー 1,600 m²

エバポレータ 1,100 m²

過熱器 680 m²

(ii) タービン発電機

数量：2式

型式：励磁器直結型復水式タービン発電機

容量：9,000 kVA/基

電圧：6,900 V

力率：0.8(遅れ)

周波数：50 Hz

回転数：1,800 r.p.m

(iii) 復水器

数量：2式

型式：蒸気エゼクター式

復水圧：0.07 kg/m²

復水温度：39℃

(3) 配電設備(現場各電気室設置)

(i) 収容主要機器

1-高圧遮断器盤

1-動力変圧器 6,600/415 V

1 - 照明変圧器 6,600 / 415 / 230V

1 - 低圧動力分電盤

1 - モータコントロールセンター

設置場所

1 - 原料受入電気室

1 - 原料粉碎電気室

1 - 焼成電気室

1 - 製品電気室

1 - 工作修理電気室

(4) 電動機

数量 : 1式

主仕様 : 保護方式 - 全閉外扇防塵形

電圧 - 6.6 kV 200kWを越えるもの

415V 200kW以下

230V 制御用と単相小形電動機

絶縁階級 - B種 高圧電動機

E種 低圧電動機

温度上昇 - 設計周囲温度 45℃

規格 - IEC規格

特殊電動機 - 直流電動機 キルン駆動用

誘導同期電動機 ミル駆動用

渦電流継手付電動機 変速用

ギヤードモータ 低速機械用

注：大形電動機は，起動時の電圧変動と発電機容量を考慮して，単機容量を選定する必要がある。（本プロジェクトでは，最大1,600kW迄とするのが好ましい）

(5) プロセス制御設備（含計装品）

(i) 中央集中操作監視盤

数量 : 1式

型式 : 屋内防塵ベンチボード形

装 備 品 : 計器, グラフィックパネル, 表示灯, 警報表示盤

(ii) 現場操作盤

数 量 : 1式

型 式 : 屋内防塵壁掛形

装 備 品 : 現場操作釦, 表示灯

(iii) 一般計装品

数 量 : 1式

型 式 : 屋内または屋外防塵形

共通仕様 : 電源—AC 100V 単相50Hz

注: 本電源は制御用電源(230V, 単相)より専用の変圧器で降圧され準備されるものとする。

信号—DC 4mA~20mA

(6) 照明設備

(i) 照度基準

屋内照度(作業面にて)

管理室 250~600 lx

作業場所 100 lx 以上

屋外照度 通常作業場所 50 lx 以上

道路, 置場 10 lx 以上

(ii) 主仕様

分電盤 — 鋼板製壁掛形 AC 230V, 50Hz

水銀灯 — 高力率型, AC 230V, 50Hz, 200~1,000W

屋外照明および屋内高天井部全体照明用

蛍光灯 — 高力率型, AC 230V, 50Hz, 20~60W

屋内一般照明および非常照明用

白熱灯 — AC 230V, 50Hz, 100~300W

局所照明用

修理電源盤 — 鋼板製壁掛形, AC 415/230V, 50Hz

コンセント — 2P 15A 3P 63A 以上

(7) 通信設備

数量 : 1式
型式 : 自動交換式ダイヤル電話
容量 : 局線 — 最大 10回線
内線 — 最大100回線, 実装50回線
電源 : フロート充電蓄電池式

(8) 工 事

(i) ケーブル

主仕様 : 高圧ケーブル — 架橋ポリエチレン絶縁ビニールシースケーブル 6.6 kV
最小線径 22 mm²
低圧ケーブル — 同上ケーブルまたはビニール絶縁ビニールモースケーブル 600 V, 最小線径 3.5 mm²
制御ケーブル — ビニール絶縁ビニールモースケーブル
通信ケーブル — ビニールケーブル
接地電線 — ビニール絶縁電線

(ii) 屋外電線路

主仕様 : 幹線 — 架構(地上高さ5 m以上)上設置のケーブルラック方式
分岐 — 地下埋設コンクリートトラフ方式または直埋コンデット方式

(iii) 屋内電線路

主仕様 : 幹線 — ケーブルラックまたは床面ケーブルビット方式
分岐 — コンデット方式

(iv) 接地回路

主仕様 : 銅製接地棒と銅線によるループ式

VII-10 工場フローシートおよびレイアウト

VII-10-1 工場フローシート

下記フローシートを作成し、報告書に添付する。

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)

フローシート(1)はセメントプラント部分に関するものであり、またフローシート(2)は併設される発電プラントに関するものである。

Ⅶ-10-2 工場レイアウト

下記考察にもとづいて添付図P-01を作成し報告書に添付する。

(1) 設備配置に際して考慮すべき主な事項

(i) 原燃料、半製品および製品のハンドリングが容易であること。

(ii) 運転、保守および修理の際便利であること。

(iii) 風 向

計画されたプラントサイトに於ける風向は季節によって異なるが主に東風および西風である。プラント設計にあたっては十分な発塵防止装置を計画すべきことは勿論であるが、重要な設備は粉塵発生源をさけて配置することが望ましい。

(iv) 主原燃料の受入

石灰石、鉄鉱石、石こうおよび石炭はプラントの南側より、またオイルシェールはプラントの北東部よりそれぞれトラックによって搬入される。

(v) 将来の増設のためのスペースを考慮した設計にする。

(2) 配置計画

各設備の配置計画は(1)の各事項を十分考慮して以下の通り策定した。

(i) 石灰石、鉄鉱石、石こう置場

搬入の便および原料、製品工程への供給の便を考慮してプラント中央西側寄りに配置する。

(ii) 石炭置場

キルンへの供給の便を考慮してプラントの東側に配置する。

(iii) オイルシェール置場および発電所

オイルシェール搬入の便を考慮してプラントの北東側に配置する。

(iv) 修理工場および倉庫

保全係および資材係との連絡の便を考慮してプラント南側に配置する。

(v) 事務所および管理厚生施設等

近隣聚落はプラントの南側にあり、工場への主道路も南側に設けられる。従って工場正門を南側に配置しこれらの設備は正門付近に集中配置する。

(v) 増設スペース

増設スペースは既設系統に平行して配置出来る様考慮する。また、既設設備の運転に支障なく工事を行なえる様配慮する。

Ⅶ-11 社宅計画

Ⅲ-2 に述べられた様に、メソット地区の都市規模では、管理職・技術職の現地募集は、困難と判断され、従って全従業員の20%相当分の社宅の建設を計画する。

Ⅶ-11-1 用地

(1) 用地の選定

選定に当っては、居住者の生活の利便、および住環境を考慮しなければならない。従って社宅の建設場所は工場より約5km、メソット市街地より約4kmの県道近くのメバタイ村とする。

(2) 用地計画

社宅用地	36,000m ² (45%)
厚生施設用地	20,000m ² (25%)
緑地	14,000m ² (18%)
道路用地	10,000m ² (12%)
合計	80,000m ² (100%)

Ⅶ-11-2 社宅

(1) 建物仕様

建物の仕様は経済性、耐久性、耐火性、居住性等を、考慮して以下の様に設定した。

- (i) 様式は、平屋または、2階の独立社宅(一戸建)、半独立住宅(二戸建)とする。
- (ii) 構造は、補強コンクリートブロック造りとする。

(2) 規模および数

ラ ン ク	種 類	数	面 積
工場長宅	A	1	200m ²
副工場長宅	A	1	150m ²
管理職宅(係長以上)	B	28	120m ²

職 員 宅	B	20	100 m^2
独身寮(30人)	B	1	600 m^2

注： A：独立住宅 B：半独立住宅

Ⅷ-11-3 厚生施設・他

厚生施設の計画に際しては、社宅・独身寮居住者だけでなく、その他の従業員の利用を考慮したものとする。更に、本プロジェクトの地域社会に対する、波及効果も考慮した施設を計画するものとする。

上記の観点より、以下に示す厚生施設を計画する。

- 来客用宿泊所（収容人員-20名程度）
- 集 会 所 （収容人員-150名程度）
- スポーツ施設
（テニスコート・タクローコート・小規模プール等）
- 小公園・広場（子供の遊び場を含む）
- 付帯設備（高架水槽，浄化槽，外路灯，他）

第 VIII 章 環 境 調 査

Ⅷ-1 タイ王国の環境基準

Ⅷ-1-1 タイ王国の環境基準値

タイ王国の環境基準値 (Environmental Quality Standards) が国家環境ボード事務局 (Office of the National Environment Board) の環境品質基準課 (Environmental Quality Standard Division) から 1980 年 8 月に発表されている。この中で本プロジェクトに関係のある個所は次の通りである。

(I) 大気品質基準

(i) 大気環境基準値

現在タイ王国には公認された大気環境基準値はない。しかしながら、国家環境ボードに提出された基準案が現在審議中である。これを表 8-1-1 に示す。

表 8-1-1 大気環境基準値 (案)

有害物質	平均値	1 時間	8 時間	24 時間	1 年	測 定 法
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
一酸化炭素		50	20	-	-	非分散赤外線検出
二酸化窒素		0.32	-	-	-	気相化学ルミネッセンス法
二酸化硫黄		-	-	0.30	0.10	パラローズアニリン法
全浮遊物		-	-	0.330	0.10	重量法
光化学オキシダント		0.20	-	-	-	化学ルミネッセンス法
鉛		-	-	0.01	-	湿式試金法

(ii) 自動車に対する排出基準

省 略

(iii) 機動船に対する排出基準

省 略

(iv) 工業に対する排出基準

工業省布告 (Document № 4, Article 77, 1971)

炉または他の機械より煙を排出する工場は適当な高さの煙突を使用しなければならない。但し、この煙突の先から排出される黒煙は炉の起動時または集塵機の故障時等の短時間を除き、リングルマン（Ringlemann）基準の40%を超えてはならない。

(v) 労働基準

内務省布告（1977）

労働局は、作業環境について化学物質の安全基準を定めている。この中で本プロジェクトに関係のある鉱物ダストについて表8-1-2に示す。

(2) 騒音基準

(i) 工業に対する騒音基準

工業省布告（Document №4, 1971）

騒音値が80 dBを超える工場の従業員には有効な耳栓を与えることがライセンス取得のために要求される。

(ii) 自動車に対する騒音基準

省 略

(iii) 機動船に対する騒音基準

省 略

(iv) 労働基準

内務省布告（1976）

雇用者は使用人の安全作業条件を確保するため、下記事項を守る必要がある。

(a) 使用人は連続して1日7時間以上、91 dB以上の騒音に曝されてはならない。

(b) 1日の作業時間が7時間以上で8時間以下の場合、使用人は連続して90 dB以上の騒音に曝されてはならない。

(c) 1日の作業時間が8時間以上の場合、使用人は連続して80 dB以上の騒音に曝されてはならない。

(d) 使用人は騒音レベルが120 dB以上の場所で作業してはならない。

(3) 排水基準値

(i) 工場排水基準値

工業省布告（1979）

下記基準に従わない排水は工業（工場）より排出してはならない。

表8-1-2 労働環境基準

品	物 質	通常作業時間内のダストの平均値	
		(Mpp of)	(mg/m ³)
1.	けい酸：		
	結 晶：		
	石 英 (呼吸ダスト)	$\frac{250}{\text{SiO}_2(\%) + 5}$	$\frac{10\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%) + 2}$
	石 英 (全ダスト)	-	$\frac{30\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%) + 2}$
	クリストパライト	$\left(\frac{250}{\text{SiO}_2(\%) + 5}\right)^{\frac{1}{2}}$	$\left(\frac{10\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%) + 2}\right)^{\frac{1}{2}}$
	トリジマイト	$\left(\frac{250}{\text{SiO}_2(\%) + 5}\right)^{\frac{1}{2}}$	$\left(\frac{10\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%) + 2}\right)^{\frac{1}{2}}$
2	無定形質，天然けい藻土を含む	20	$\frac{80\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%)}$
3	けい酸塩（結晶けい酸1%以下）		
	アスベスト	5	-
	トレモライト	5	-
	滑 石（アスベスト形状）	5	-
	滑 石（非アスベスト形状）	20	-
	雲 母	20	-
	石鹼石	20	-
	ポルトランドセメント	50	-
	グラファイト	15	-
	石炭ダスト（呼吸ダスト，けい酸<5%）	-	24 mg/m ³
	石炭ダスト（けい酸分>5%）	-	$\frac{10\text{mg}/\text{m}^3}{\text{SiO}_2(\%) + 2}$
4	不活性または公害ダスト		
	呼吸ダスト	15	5 mg/m ³
	全ダスト	50	15 mg/m ³

(a) PH範囲		5 ~ 9
(b) 過マンガン酸塩		60 mg/ℓ以下
(c) 全溶解質		2,000 mg/ℓ以下
(d) H ₂ SとしてのSO ₂ ⁻		1 mg/ℓ以下
(e) HCNとしてのCN ⁻		0.2 mg/ℓ以下
(f) 最大重金属濃度		
亜鉛		5.0 mg/ℓ以下
クロム		0.5 mg/ℓ以下
砒素		0.25 mg/ℓ以下
銅		1.0 mg/ℓ以下
水銀		0.005 mg/ℓ以下
カドミウム		0.03 mg/ℓ以下
バリウム		1.0 mg/ℓ以下
セレン		0.02 mg/ℓ以下
鉛		0.2 mg/ℓ以下
ニッケル		0.2 mg/ℓ以下
マンガン		5.0 mg/ℓ以下
(g) タール		なし
(h) 油脂濃度		5 mg/ℓ以下
(i) フォルムアルデヒド濃度		1 mg/ℓ以下
(j) フェノールおよびクレゾール濃度		1 mg/ℓ以下
(k) フリー塩素濃度		1 mg/ℓ以下
(l) 殺虫剤および放射性物質		なし
(m) SS		
排水と受入水の混合比	1/8 ~ 1/150 のとき	30 ppm 以下
同 上	1/151 ~ 1/300 のとき	60 ppm 以下
同 上	1/301 ~ 1/500 のとき	150 ppm 以下
(n) BOD (5日, 20℃) の最大許容濃度		20~60 mg/ℓ

場所, 受入水の性質, 排水技術については検査官の査定による。

(o) 温 度

40℃以下

(p) 色および臭

受入水に排出後、望ましからぬ効果のないこと。

Ⅷ-1-2 環境衝撃調査報告を要するプロジェクト

1978年に改訂された国家環境基準法 (National Environmental Quality Act) により科学・技術・エネルギー省は環境衝撃調査報告ならびに環境に対する保全ならびに補償を要するプロジェクトのタイプとその大きさを定めている。その中の工業部門にセメント工業が全サイズにわたって指定されている。従って本プロジェクトの実施段階では、国家環境ボード (National Environment Board, NEB) の環境アセスメント作成のためのガイドラインに示されているごとく、IEE (Initial Environmental Examination) 次いでEIS (Environmental Impact Study) の手順が必要になる。上記NEBはプロジェクト推進者の提出するEISを審査し適切な進言を与え、または必要な処置をとることになる。

Ⅷ-2 公害防止のための機器選定

前記タイ王国の環境基準にもとづいて、本プロジェクトで考慮すべき公害防止のための機器選定および設計について述べる。

Ⅷ-2-1 大気環境保全のための機器

大気環境保全の対象になる有害物質は、本プロジェクトの場合、全浮遊物、二酸化窒素、二酸化硫黄である。このうち二酸化窒素および二酸化硫黄はセメント焼成キルンおよび流動床ボイラー発生源となるが、前者は運転条件をコントロールすることにより十分に微量に保つことができ、また、後者は原料あるいは燃料 (オイルシユール) 中に含まれる石灰分により捕捉され、これまた十分に微量に保つことができる。

全浮遊物は上記キルン等の他製造工程各所より発生するので、集塵機を設置して排ガス中の含塵濃度をリングルマン基準の40%以下に保つ必要がある。本プロジェクトにはこれを下回る含塵濃度 $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ を基準として採用する。尚、集塵機としては使用条件により電気集塵機、サイクロン、バッグフィルター等を設置する。

Ⅷ-2-2 水質保全のための機器

本プロジェクトは、有害物質を含んだ排水を大量に発生することはない。ボイラー給水用純

水製造装置ならびに試験室より少量の排水が排出されるが、これは中和装置他の装置で有害物を許容値以下に処理して排出する。また、生活排水等の汚水は浄化槽で処理してから排出する。

VIII-2-3 騒音防止対策

本プロジェクトの工場予定地周辺には民家がないので、特に外部に対する対策は不要と考えられる。

VIII-2-4 労働条件改善

本プロジェクトで対象となるものは、粉塵（呼吸）および騒音であるが、これらに対してはタイ王国環境基準を満足する対策を施すものとする。

VIII-2-5 オイルシェール灰分・表土等の埋戻し

本プロジェクトでは、流動床ボイラーよりオイルシェールの燃焼残灰が発生する。この全量がセメントキルン用原料またはセメント混合材として利用されるが、万一過剰が生じた場合は捨場を作って廃棄する必要がある。この他、石灰石鉱山、オイルシェール鉱山から表土が発生するので、これら进行处理する必要がある。何れの場合も公害の発生を防ぐ対策が必要である。

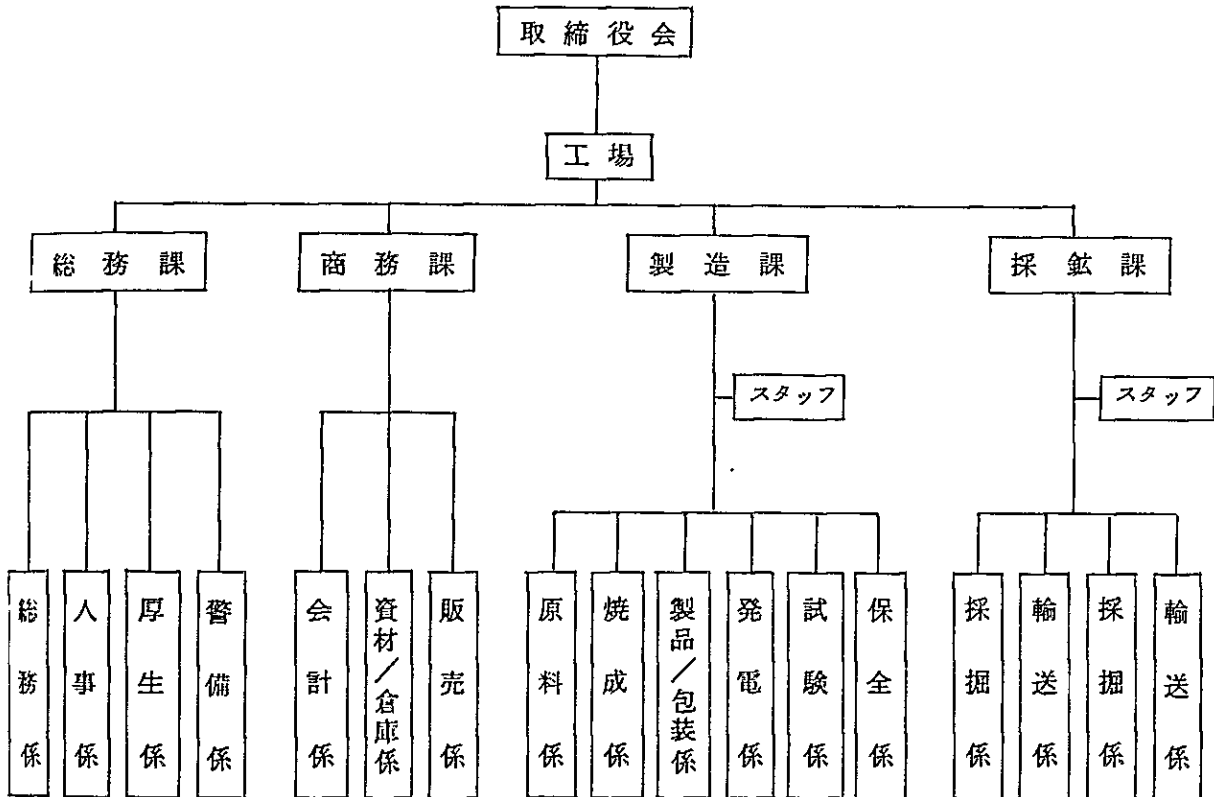
（詳細については、IV-3 参照）

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。

図9-1-1 組織図



(オイルシェール)(石灰石)

Ⅸ-2 要員計画

要員計画に際してはメソット地区の雇用促進を考慮してできるだけ労働集約的なものとした。

Ⅸ-2-1 必要人員数

Ⅸ-1の組織に基づく必要人員は以下の通りである。

工 場		3 4 1 名
鉦 山		1 1 3 名
合 計		4 5 4 名

人員数内訳

(1) 工場長および副工場長	2
(2) 総務課	
総務課長	1
総務係	8
人事係	10
厚生係	6
警備係	21
計	<hr/> 46
(3) 商務課	
商務課長	1
会計係	8
販売係	8
資材、倉庫係	12
計	<hr/> 29
(4) 製造課	
製造課長および補佐	2
製造課スタッフ	6
原料係	34
焼成係	40
製品包装係	70
発電係	22
試験係	16
保全係	74
計	<hr/> 264
(5) 採鉱課	
採鉱課長および補佐	3
採鉱課スタッフ	9
オイルシェール採鉱係	23

オイルシェール輸送係	4	3
石灰石採鉱係	1	6
石灰石輸送係	1	9
計		<u>113</u>
(6) 合計	4	54

IX-2-2 製造課人員数内訳

(1) 製造課

製造課長および補佐	2
製造課スタッフ	6
計	<u>8</u>

(2) 原料係

係長および補佐	2	
石灰石および鉄鉱石荷受	4	
石灰石および鉄鉱石置場	2名×4直	8
オイルシェール, 燃焼残灰サイロおよび原料調合	〃	8
原料ミル	〃	8
原料サイロおよびコンプレッサ	1名×4直	4
計		<u>34</u>

(3) 焼成係

係長および補佐	2	
N S P, キルンおよびクーラー	5名×4直	20
石炭受入	2	
石炭置場	2名×4直	8
石炭ミル	〃	8
計		<u>40</u>

(4) 製品包装係

係長および補佐	3	
石こう	1	
セメントミル	4名×4直	16

セメントサイロ	2名×2直	4
パッカーマン	6名×2直+(紙袋)	18
検量	3名×2直	6
積込		22
計		<hr/> 70

(5) 発電係

係長および補佐		2
オイルシェール荷受		4
オイルシェール置場	2名×4直	8
発電機	2名×4直	8
計		<hr/> 22

(6) 試験係

係長		1
化学技師		2
分析要員		12
補助		1
計		<hr/> 16

(7) 保全係

係長および補佐		3
---------	--	---

(1) 機械修理工場

製缶溶接工		8
旋盤工		4
仕上工		8
鍛冶工		3
轟工		6
車輛修理工		10
大工		4
交替修理要員	3名×4直	12

(ii) 電気修理工場

電 気 修 理 工

4

交 替 修 理 要 員

3 名 × 4 直

1 2

計

7 4

(8) 合 計

2 6 4

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

セメントプラント建設に必要な資機材は大きく分けると次の3種類である。

- (i) プラントを構成する機械装置および電気装置（以下プラント機械類と称する）ならびにこれらの予備品
- (ii) プラント機械類を支持あるいは収納する施設，原燃料を貯蔵する施設，およびプラントを維持運営するために必要な建築物，構築物等を構成する材料（以下プラント材料と称する）
- (iii) プラント建設材料を用いて(2)で述べる施設等を建設するために必要な機械類および仮設材料（以下プラント建設設備と称する）

上記の分類に従って，それぞれ調達にあたって留意すべき点を次に略述する。

(1) プラントの機械類

プラント機械類は多種多様な要素から成立っている。主要機器の相当な部分は輸入せざるを得ないが，タイ王国で調達可能な機器はできる限り採用することが望ましい。

プラント機械類の中には共通的な要素があるので，これらの調達にあたっては互換性を考慮する必要がある。（同一機種はできるだけ同一メーカーのものとする等）

規格についてもできるだけ同一のものとするか，あるいはタイ王国で知悉されている規格のものとすることも重要である。さらにプラント機械類は耐久性が大きくかつ故障の少ないものが望ましい。

(2) 建設資材（土木建築）

ほとんどの建設資材が，タイ王国内調達可能である。但し，資材の規格および品質について，次の点を事前に調査する必要がある。

(i) 材料の規格および品質の確認

- (a) セメントは風化等に注意すること。
- (b) 粗骨材は石灰石砕石が近くの鉞山より調達できる。また，細骨材としてモエイ川の川砂が調達できる。但し，骨材の粒度，強度，不純物の含有等について，試験すること。
- (c) 水は，市水供給可能地域となっている。但し，地下水については試験すること。

- (d) 異型鉄筋および型鋼，鋼管材については引張試験をすること。
- (ii) 製品の品質および精度の確認
 - (a) 鉄骨加工製品は，溶接部の検査，各部材料の寸法，製品精度等
 - (b) コンクリート製品は，圧縮強度，形状，寸法精度等
 - (c) 外装材，仕上材は，材質（耐水性，耐久性他），形状，色彩等
 - (d) 建具等は，材質，形状，寸法精度等
 - (e) 建築設備は，能力，材質，形状等

X-1-2 建設資機材の輸送条件

セメントプラントを建設するためには，プラント機械類内の重量物および長大品の工場建設予定地までの輸送が可能であることが一つの条件となっている。本プロジェクトに於ける最大重量のものは，60トン，長大品は径4m 長さ12m程度と予想される。本プロジェクトの輸送経路については，VI-3-1-(3)（建設機材輸送経路）を参照のこと。

X-1-2-1 長大品の輸送

長大品の輸送に当たって留意する点は，主として次の点である。

- (1) 道路を架空横断する構造物の存在
- (2) 道路線型（ヘアピン曲線，街路の隅角等）
- (3) 道路の幅および側方空間（橋梁を含む）

今回の調査ルートに於ける上記に関する問題は特に認められない。（但し，VI-3項に述べた様にタク～メソット間については，事前調査のこと。）

X-1-2-2 重量物の輸送

重量物の輸送上の留意点は以下の通りである。

- (1) 橋梁の強度
- (2) 道路の縦断勾配

(1)に関する問題点は，VII-9-2-(3)（取付道路）で述べた既存橋（第一橋）の補強である。

(2)に関する問題点は，前記の通りである。

タイ王国内に於ける貨物の輸送業務の担当機関としては，荷物運輸局（Express Transportation Organization）があり，この機関はタイ電力庁（EGAT）のプロジェクト

用建設機材の輸送を実施した実績がある。本プロジェクトの大型重量物の輸送もこの機関に委託することが可能と推定される。

X-2 工場建設計画

一般に、この様に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最も重要な事項は、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。

以下これ等について述べる。

X-2-1 コンサルタントの指定

本プロジェクト遂行のアシスタントとして、セメントプラントプロジェクトについて十分な経験を有するコンサルタントを選任する必要がある。

コンサルタントは、プロジェクトの基本設計、応札者のための見積要領書の作成および応札者から提出された見積書の評価を行ない、応札者との折衝および選定された建設請負業者との契約締結に於いてプロジェクト遂行者を補助する。

また、建設工事中は、プロジェクト遂行者に代行して、請負業者の詳細設計のチェックおよび承認、ならびに工事の管理監督を行なうものである。

X-2-2 契約の形式

契約の形式は、契約業務範囲および契約金額決定方法の両面から考えなければならないが、このプロジェクトの特質、タイ王国内の工業実態、輸入に対する国策、建設資金の調達およびその調達方法等、種々の条件を考慮して決定すべきである。

(1) 業務範囲による契約の分類

プラント建設業務は一般に、設計、設備供給、土木建築工事、据付工事および保証運転等から成るが、契約形式は、上記の業務を2社またはそれ以上の請負業者が適宜分担する型式と、上記業務の全部を唯一の請負業者が引き受けるフル・ターン・キー型に大別される。

前者の場合は、契約の中で、各請負業者の業務、保証および責任の範囲を相当厳密に規定しておかないと、各請負業者間での責任の所在のあいまいな部分が生じて、建設工事が転嫁したり、プラント性能保証に支障を来す恐れがあるので、契約書作成および契約締結に際しては慎重な配慮を要する。

フル・ターン・キー型の場合でも勿論、請負業者と複数の下請業者との間の契約に基づき上記業務を下請業者が分担するのが一般的であり、前者の型式と同様の問題は存在するが、すべての業務、保証および責任は請負業者が負うことになるため、発注者にとってはこの型式は簡明である。

但し、これらの問題点によって生じるリスクをカバーするための費用が見積額に上乘せられるために、契約額は一般に前者の型式に比較して高くなる傾向がある。

(2) 契約金額決定方法による契約の分類

契約の形態を上記の方法によって分類すると、ランプ・サム型と、コスト・プラス・フィー型に大別される。

ランプ・サム型は、業務の範囲が明確な場合に最も多く採用される典型的な型式であり、この型式には、ランプ・サム固定価格契約、インフレ・リスクを考慮したエスカレーション付ランプ・サム契約および仕事量が一部未定の場合のためのランプ・サム・プラス・ユニット・プライス契約がある。

コスト・プラス・フィー型は、契約締結時に、供給範囲、仕様およびインフレ・リスク等が不確定であるため正確な見積が不可能な場合、仕様変更や工事変更が将来予想される場合および設備の発注先や工事方法等に関して発注者が請負業者に対して干渉する余地を残して置きたい場合に採用される形式である。

この型式には、コスト・プラス・固定フィー契約、コスト・プラス・スライディング・フィー契約、最高額保証付コスト・プラス・フィー契約その他がある。

いずれの型式の場合も、共通の問題は、業務範囲のどの部分がコスト部分に含まれ、どの部分がフィー部分に含まれるかであり、プロジェクトの特質や発注者および請負業者の事情を考慮して契約の中で明確に区分して置くことが重要である。

以上、契約の形式について述べたが、どの型式を採用するかは、冒頭に述べた諸条件を考慮して、今後慎重に検討し決定する必要がある。

X-2-3 プロジェクト遂行スケジュール

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・キー型契約の場合)

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
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。

図10-2-1にスケジュール表を示した。

X-3 工場運転計画

本プロジェクトにより建設される工場は、オイルシェールを使用する流動床ボイラーを始め各種の新型の設備を有している。従って従業員の教育訓練は商業運転前より入念に実施する必要がある。初期の生産量は需要を考慮して決定しなければならないが、表2-1-11需給予想によるとかなりの需要が期待できる。従って従業員の熟練、他の工場の実例等を参照して運転率を次の通り決定する。

初年度	:	70%
2年度	:	80%
3年度	:	90%
4年度以降	:	100%

上記は控え目な数字であるので、実施面では可能な限り運転率を向上させることが望ましい。

図10-2-1 プロジェクト遂行スケジュール表

	1年			2年			3年			4年			5年			6年							
	(月)	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12		
コンサルタントの選定																							
応札者募集と選定																							
応札者見積作成																							
見積内容評価																							
ネゴとコンサルタント決定																							
建設請負業者の選定																							
応札者募集と選出																							
見積要領書作成																							
見積引合																							
応札者見積作成																							
見積内容評価																							
ネゴと請負業者決定																							
建設工事																							
コンサルタントによる工事監理																							
設計製作																							
現場建設工事																							
請負業者による保証期間																							

第 XI 章 所要総資金と資金調達計画

オイルシェールを有効に利用し 12.5 MW の発電所および 808,500 トン/年の能力を持つセメント工場を建設する本プロジェクトの所要総資金とその資金調達計画について本章で検討する。

尚、これ等の検討のための前提条件を以下に示す。

- (1) 価格の基準 : 1982 年末の価格を基準としエスカレーションは見込まない。従って建設費に関しても 1982 年固定価格となる。
- (2) 通貨と換算率 : パーツ単位で計算する。外貨部分は 1 米ドル = 240 円 ; 1 米ドル = 23 パーツの換算率でパーツに換算する。
- (3) 工場建設方式 : フルターンキーランプサム契約とし、輸入機器の関税については免税とする。

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
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

XI-1-1 固定資金

固定資金は鉱山開発費、プラント機器、国内輸送費、プラント機器据付費、土木建築工事費、建設経費、雑費、予備費、コンサルタント費および土地購入費等よりなる。尚、建中金利および操業前費用は固定資金に算入した。

(1) 鉱山開発費

鉱山重機、原料輸送道路、その他施設、鉱山用地、開発準備費等を鉱山開発費として計上する。

(2) プラント機器

本工場の製造設備および付帯設備に必要な機器類は全て外貨立とし、プラントのエンジニアリング・フィーを含めたものとする。

(3) 国内輸送費

輸入機器ならび資材の内陸輸送、すなわちバンコック港から工場建設予定地までの輸送費を国内輸送費として計上する。

(4) プラント機器据付費

工場建設予定地に搬入した機器の運搬、貯蔵、据付、組立に要する費用ならびに現地工事に要する機械および資材費をプラント機器据付費とする。

(5) 土木建築工事費

工場敷地造成、取付道路建設、工場建屋、構築物、基礎、間接部門建屋、厚生施設および社宅の建築に必要な工事費を土木建築工事費とする。

(6) 建設経費

一般経費および試運転補助費の一部を含む。

(7) 雑費

工事に伴って派生する雑費である。

(8) 予備費

(1)~(7)までの合計の5%を予備費として計上する。

(9) コンサルタント費

入札に必要な諸作業、建設の管理監督等を実施するためのコンサルタントを雇う費用である。

(10) 土地購入費

工場用地と取付道路および社宅用の土地取得に必要な費用を土地購入費として計上する。

(11) 操業前費用

操業前費用は建設期間中に発生する費用であり、その内訳を表11-1-2にまとめた。

(i) 要員訓練費

要員訓練費はタイ王国内で訓練期間中フォアマン3名、オペレーター20名に支払われる給与と、海外訓練を受けるエンジニア5名に支払われる海外生活費および渡航費とする。

(ii) 管理費

商業運転が開始される2年前に下記の要員が雇用されると想定し、その後2年間に支払われる給与と付随する間接費を計上し管理費とする。

- 工場長および秘書 各 1名
- 部 長 5名
- スタッフ 10名
- シフトスーパーバイザー 3名

(10) 試運転用原材料費

工場の試運転に必要な原料費および用役費であり、1万トンのセメントの生産に必要な原材料費とする。

表11-1-2 操業前費用

(1,000パーツ)

年度	-2	-1	合 計
要員訓練費	0	943	943
管 理 費	11,344	11,344	22,688
原 材 料	0	1,344	1,344
合 計	11,344	13,631	24,975

(12) 建設中金利

借入金に対する金利であり、固定資金に算入した。

(13) 固定資金のまとめ

以上(1)~(12)項をまとめ表11-1-3に示す。

表11-1-3 固 定 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

注： 建設費の積算概要（土木建築）

土木建築工事の建設費は、タイ王国に於ける公共工事単価に関する情報を得ることができなかつたので、民間企業より入手した情報および日本国内工事単価等を参考として算出した。更に算出条件を以下に示す。

- (i) 建設資材はタイ王国国内調達とする。
- (ii) 構築物の概念設計ではタイ王国の建築事情を考慮して鉄筋コンクリート造りを主とする。
- (iii) 基礎はオイルシェール層を支持層とした直接基礎とする。但し支持層が深い所は貧配合玉石コンクリートで置き換えることとする。
- (iv) 工場内道路は経済性の観点よりアスファルトコンクリート舗装およびマカダム舗装とする。
- (v) 取付道路はⅦ－８－２の計画に準じる。

XI－１－２ 運転資金

運転資金とは、企業が日常の生産活動を支障なく続けるために必要な資金である。本調査では運転資金を以下に述べる原料、資材と材料、製品在庫、現金および売掛金の合計から買掛金を差し引いた額と定義し算出した。プロジェクトの運転開始時に必要となる初期運転資金を表11-1-4に示す。一方運転開始後運転率の変化により売掛金および買掛金が増減する。従って売掛金から買掛金を引いた差額を初期運転資金に加算し運転開始後の運転資金とする。

表11-1-4 初期運転資金

	貯蔵日数 (日)	全貯蔵量 (乾ベース・トン)	単 価 (パーツ/トン)	合 計 額 (1,000パーツ)
原 料				
石 灰 石	8.5	15,000	63.2	948
オイルシェール中塊	4.3	8,000	123.2	985
オイルシェール粉末	5.0	3,000	135.0	405
オイルシェール燃焼残灰	3.5	3,000	0	0
鉄 鉱 石	118.0	3,200	840.0	2,688
石 こ う	22.6	1,900	560.0	1,064
消 費 資 材				
石 炭	14.8	1,500	700.0	1,050
セメント袋	14.0	34,300	5.0	172
工程中の材料				
調 合 原 料	4.3	7,000	100.0	700
ク リ ン カ	10.7	15,000	800.0	12,000
製 品				
未包装セメント	8.2	20,000	1,360.0	27,200
包装セメント	2.0	4,800	1,430.0	6,864
現 金	-	-	-	19,838
小 計				73,914
売 掛 金				34,262
買 掛 金				-2,917
初期運転資金合計				105,259

XI-2 資金調達計画

(1) 資本金

所要総資金の30%は自己資本にあたる払込み資本金で賄うものとする。

(2) 長期借入金借入れ条件

所要総資金のうち自己資本で賄えない70%を長期借入金とした。金利および元金の返済条件は次の通りとする。

金利：年率10%

元金返済：3年間据置の後、元金均等、返済期間12年12回の条件で返済

(3) 短期借入金借入れ条件

運転開始後資金不足が生じた場合は短期借入金を以下の条件で借入れるものとする。

金利：年率17%

元金返済：余剰資金が生ずれば、それを短期借入金残高の範囲内で返済

第 XII 章 財 務 分 析

本章にて本プロジェクトの財務分析を行なう。すなわち、本プロジェクトを実施した場合に生産されるセメント製造コストの分析を行なうとともに財務面よりみた本プロジェクトの収益性を評価する。この財務分析では本プロジェクトの建設期間を契約後3年間と仮定して、且つ、経済耐用年限を運転開始後20年として本プロジェクトの予想される財務状態を試算した。

本財務分析の手法は、本プロジェクトを一つの企業体と考え、製品販売収入と建設コスト、製造コスト等の費用の合計を対比させて収益計算を行ない、プロジェクト期間内の収益表、現金流入分析表等を作成するものである。また、本プロジェクトの採算性については内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）を算出し評価を行なった。財務分析の主要前提条件、所要総資金の年度別支出、製品の販売計画、製造コスト、財務分析結果および感度分析結果を以下にまとめる。

XII-1 主要前提条件

XII-1-1 プロジェクトの基本前提条件

(1) プロジェクト期間

建設期間 : 3年間

運転期間 : 20年間

(2) プラント能力

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(売電) : 14,256,000 kWh/年

(3) 運転率(330日/年)

初年度 : 70%

2年度 : 80%

3年度 : 90%

4年度～最終年度 : 100%

XII-1-2 価格の基準

(1) 価格の基準

1982年固定価格とする。すなわち、1982年時点での実勢価格を用い、且つ、その値はプロジェクト期間中変化しないものと見做す。

(2) 通貨換算率

1米ドル = 23バーツ

1米ドル = 240円

XII-1-3 資金調達計画条件

本プロジェクトの所要総資金は、XI-2「資金調達計画」に述べた通りである。本財務分析の資金調達計画も同節に準ずるが、その条件および運転期間中に資金不足が生じた場合に導入される短期借入金の借入れ条件を以下にまとめる。

(1) 所要総資金の調達方法

- 30%を自己資金（資本金）で賄う。
- 70%を長期借入金で賄う。

(2) 長期借入金借入れ条件

- 金利：年率 10%
- 返済：12回/12年，元金均等返済
- 元金返済免除期間：運転開始後3ヶ年

(3) 短期借入金借入れ条件

- 金利：年率 17%
- 元金返済：資金余剰が生ずれば、それを短期借入金残高の範囲内で返済

XII-1-4 税金および保険

タイ王国当局者との打合せに基づき税金と保険を以下のごとく計算する。

(1) 税金

法人税の税率は課税所得の35%とする。生産税の税率は売上げの6%，事業税は牛并税の10%とする。

(2) 保険

保険等の費用は、プラント建設費（但し、建設費から予備費およびコンサルタント費は除いたもの）の0.5%とする。

ⅩⅡ-1-5 減価償却費

タイ王国当局者との打合せにより合意された減価償却費は下記の通りである。

	償却方法	残存価値
鉦山重機, 車輛	5年定額	0
装置, 機械類	10年定額	10%
建屋, 土木	20年定額	10%
運転前費用, 建中金利	10年定額	0

ⅩⅡ-2 所要総資金の年度別支出計画

第ⅩⅠ章で述べた所要総資金は, 以下のスケジュールで支出されるものとする。

表12-2-1 所要総資金と支出計画

(1,000バツ)

年度	-3	-2	-1	合計
建設費	720,201	1,152,322	1,008,282	2,880,805
土地購入費	4,170	0	0	4,170
運転前費用	0	11,344	13,631	24,975
建設中金利	0	50,706	135,712	186,418
運転資金	0	0	105,259	105,259
合計	724,371	1,214,372	1,262,884	3,201,627

一方, 所要総資金の30%は自己資金とし, 残りの70%は長期借入金にて賄うものとし, 以下のスケジュールで資金調達を行なうものとする。

表12-2-2 自己資金と借入金

(1,000バツ)

年度	-3	-2	-1	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

製品の販売量と売上高を表12-3-1にまとめる。

表12-3-1 製品の販売量と売上高

年度	1	2	3	4～20
オイルシェールセメント				
販売量(トン/年)	226,380	258,720	291,060	323,400
単価(パーツ/トン)	1,610	1,610	1,610	1,610
混合セメント				
販売量(トン/年)	339,570	388,080	436,590	485,100
単価(パーツ/トン)	1,310	1,310	1,310	1,310
電力				
販売量(kWh/年)	9,979,200	11,404,800	12,830,400	14,256,000
単価(パーツ/kWh)	1.3	1.3	1.3	1.3
売上高(1,000パーツ)	822,281	939,750	1,057,219	1,174,688

XII-3-1 生産計画

XII-1-1, (3)運転率に記述されたスケジュールに従ってセメントの生産および発電が行なわれるものとする。

XII-3-2 販売量

本プロジェクトの実施によって生産されるセメントは、その生産量の全量が主に北部タイで販売されるものとする。余剰電力は、1,400万kWh/年(100%運転時)である。メソット地区の電力需要だけでも現在約700万kWh/年に達しており、今後着実な需要の伸びが予想されているので、本プロジェクトからの余剰電力は全量地域配電公社(PEA)が購入するものとする。

XII-3-3 販売価格

市場調査の結果から判断し、本プロジェクトのセメントの工場出荷価格と電力の販売価格は以下の通りとする。

オイルシェールセメント	1,610 パーツ/トン
混合セメント	1,310 パーツ/トン
電力	1.3 パーツ/kWh

Ⅲ-4 製造コスト

製造コストは運転費用と減価償却費および借入金の支払利息の合計とする。

Ⅲ-4-1 運転費用

運転費用は直接費および固定費の合計から成り、直接費には原料費、用役費、副資材費、修繕費が含まれるものとする。また、固定費には直接人件費、保険費、管理費、鉱山固定費が含まれるものとする。本プロジェクトの運転開始から終了に到る期間の各年度に於ける年間運転費用の計算値を表12-4-1にまとめる。

表12-4-1 運転費用

(1,000パーツ)

	1	2	3	4~20
直接費				
原料				
石灰石*	3,963	4,529	5,095	5,661
オイルシェール*	10,062	11,499	12,937	14,374
鉄鉱石	5,182	5,922	6,663	7,403
石こう	10,617	12,134	13,650	15,167
小計	29,824	34,084	38,345	42,605
燃料	18,105	20,691	23,278	25,864
耐火レンガ	6,767	7,734	8,700	9,667
粉砕媒体	5,110	5,840	6,570	7,300
潤滑油	410	469	527	586
電力	0	0	0	0
紙袋	39,616	45,276	50,936	56,595
修繕費	15,847	18,110	20,374	22,638
直接費合計	115,679	132,204	148,730	165,255
固定費				
直接人件費	24,317	24,317	24,317	24,317
保険・管理費	49,966	49,966	49,966	49,966
鉱山固定費*	47,604	47,604	47,604	47,604
固定費合計	121,887	121,887	121,887	121,887
運転費用	237,566	254,091	270,617	287,142

注：原料費（石灰石とオイルシェール）には直接費のみ計上しており、固定費は鉱山固定費に計上してある。

(1) 直接費

(i) 原料費

各原料のセメントトン当りの原単位

石 灰 石	0.7002	トン/トン・セメント
オイルシェール	0.7630	トン/トン・セメント
鉄 鉱 石	0.0109	トン/トン・セメント
石 こ う	0.0335	トン/トン・セメント

単価（ドライベース）：詳細は巻末添付資料参照。

石 灰 石	100	パーツ/トン
オイルシェール	233	パーツ/トン
鉄 鉱 石	840	パーツ/トン
石 こ う	560	パーツ/トン

セメントトン当りの単価

52.696 パーツ/トン・セメント

(ii) 燃料費

燃料用オイルシェールの費用は、上記の(i)項に含まれているので、ここではキルン焼成用の石炭について述べる。

キルン使用熱量	400,000	kcal/トン・クリンカ
石炭発熱量*	5,000	kcal/kg

注：*ここでは安全をみて5,000 kcal/kgとする。

原 単 位	0.0457	トン/トン・セメント
単 価	700	パーツ/トン
セメントトン当り単価	31.990	パーツ/トン・セメント

(iii) 耐火レンガ

原 単 位	0.657	kg/トン・セメント
単 価	1,820	パーツ/トン
セメントトン当り単価	1.1957	パーツ/トン・セメント

(iv) 粉砕媒体

原 単 位

原料ミル	0.120	kg/トン・セメント
セメントミル	0.250	kg/トン・セメント
合計	0.370	kg/トン・セメント
単価	24,400	パーツ/トン
セメントトン当り単価	9.028	パーツ/トン・セメント

(v) 潤滑油類

原単位		
潤滑油	0.02	ℓ/トン・セメント
グリース	5	g/トン・セメント
セメントトン当り単価	0.725	パーツ/トン・セメント

(vi) 紙袋

セメントトン当り単価	70.0	パーツ/トン・セメント
------------	------	-------------

(vii) 修繕費

セメントトン当り単価	28.0	パーツ/トン・セメント
------------	------	-------------

(2) 固定費

本調査では固定費の内訳として、以下の費用を考慮した。

直接人件費
 保険費
 管理費
 鉱山固定費

(i) 人件費

工場の要員計画については、XI-2で詳述したが、工場の運転に必要な要員は下記の様に分類される。

- 直接要員 (302人)
- 間接要員 (152人)

直接要員は製造部門の職長クラス以下とし、間接要員の人件費は次項に記載した管理費に含めるので、ここでは直接要員の人件費のみを計上する。また、この人件費には健康保険、厚生年金などの社会保障関連費用を含むものとし、これらの費用の合計は要員に支払われる給料の20%とする。給料は、基本給・時間外勤務手当および福利厚生費を含むも

のとする。直接要員の年間人件費を算出すると次の通りとなる。

給 料	:	20,264	(1,000パーツ)
社会保障関連費用	:	4,053	
合 計		<u>24,317</u>	

(ii) 保 険 費

保険費は建設費（予備費・コンサルタント費を除く）の0.5%とする。その費用は年間1,349万パーツとなる。

(iii) 管 理 費

(a) 間接要員人件費

間接要員に対する人件費であり、前項同様20%の社会保障関連費用を含む。間接要員には、工場長以下管理部門、すなわち、総務、庶務、保全等の要員と、製造部門の係長以上の要員が含まれ、人員数は合計152名である。前項と同様に年間費用を算出する。

給 料	:	18,068	(1,000パーツ)
社会保障関連費用	:	3,604	
合 計		<u>21,672</u>	

(b) 事務所およびその他の経費

事務用品、通信、旅費に充当される管理費を事務所経費とし、本工場内の娯楽施設、住居、クラブなどの維持費をその他の経費として計上する。

(c) 管理費の総計

管理費をまとめると、以下の通りとなる。

人 件 費	:	21,622	(1,000パーツ)
事務所および その他の経費	:	14,854	
合 計		<u>36,476</u>	

(iv) 鉾山固定費

鉾山固定費には、鉾山の操業を維持するために必要な固定費部分を計上した。

XII-4-2 減価償却費および支払利息

(1) 減価償却費

減価償却費は、下記の通りである。

表12-4-2 減 価 償 却 費

(1,000パーツ)

	金 額	償却方法	残存価値	年間償却金額
鉦山重機・車輛	152,180	5年定額	0%	30,436
装置・機械類	1,638,440	10年定額	10%	147,460
建屋・土木	1,090,185	20年定額	10%	49,058
運転前費用・建中金利	211,393	10年定額	0%	21,139

(2) 支払利息

各年度の支払利息を表12-4-3にまとめた。

表12-4-3 支 払 利 息

(1,000パーツ)

年 度	1	2	3	4	5
利 息	224,114	224,114	224,114	224,114	205,438
年 度	6	7	8	9	10
利 息	186,762	168,085	149,409	130,733	112,057
年 度	11	12	13	14	15
利 息	93,381	74,705	56,029	37,352	18,676

XII-4-3 製造コスト

セメント製造コストを表12-4-4にまとめた。

XII-5 財務分析手法

これまでに述べてきた検討結果および前提条件に基づき、次の財務諸表を作成して財務分析を行なった。

表12-4-4

製造コスト

(1,000パーツ)

年度	製造コスト					単価(パーツ/トン・セメント)
	運転費用	減価償却費	支払利息	合計	単価(パーツ/トン・セメント)	
1	237,566	248,093	224,114	709,773	1,254	
2	254,091	248,093	224,114	726,298	1,123	
3	270,617	248,093	224,114	742,824	1,021	
4	287,142	248,093	224,114	759,349	939	
5	287,142	248,093	205,438	740,673	916	
6	287,142	217,657	186,762	691,561	855	
7	287,142	217,657	168,085	672,884	832	
8	287,142	217,657	149,409	654,208	809	
9	287,142	217,657	130,733	635,532	786	
10	287,142	217,657	112,057	616,856	763	
11	287,142	49,058	93,381	429,581	531	
12	287,142	49,058	74,705	410,905	508	
13	287,142	49,058	56,029	392,229	485	
14	287,142	49,058	37,352	373,552	462	
15	287,142	49,058	18,676	354,876	439	
16	287,142	49,058		336,200	416	
17	287,142	49,058		336,200	416	
18	287,142	49,058		336,200	416	
19	287,142	49,058		336,200	416	
20	287,142	49,058		336,200	416	

(i) 損益計算書 (Profit & Loss Statement)

(ii) 現金流入分析表 (Cash flow analysis table)

尚、本調査では収益性の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。

(1) FIRR on I (FIRR on Investment 投下資本内部収益率)

FIRR on Iとは全投下資金を自己資金で賅うと仮定した場合の財務的内部収益率のことであり、借入金の借入れ条件、自己資本比率の変化等の影響を除外したプロジェクト本来の収益性を示す指標である。

(2) FIRR on E (FIRR on Equity 自己資本内部収益率)

FIRR on Eとは資本金(自己資本)に対する財務的内部収益率を示し、借入金を除いた資本金のみの収益性を示す指標である。

下の表に流入現金および流出現金を構成する各項目をまとめた。

	流 入 現 金	流 出 現 金
FIRR on I (税引後)	税 引 後 利 益 減 価 償 却 費 残 存 価 格(最終年度) 運 転 資 金(最終年度) 土 地 購 入 費(最終年度)	建 設 費 土 地 購 入 費 操 業 前 費 用 運 転 資 金
FIRR on E	上 記 各 項 目 お よ び 自 己 資 金 借 入 金	上 記 各 項 目 お よ び 建 中 金 利 支 払 利 息 元 金 返 済

Ⅲ-6 財務分析結果

(1) 財務分析要約

財務分析結果を表12-6-1にまとめた。

表12-6-1 財務分析要約

(1,000パーツ)

	FIRRonI (税引前)	FIRRonI (税引後)	FIRRonE
所要総資金	3,015,209	3,015,209	3,201,627
資金調達			
自己資金	3,015,209	3,015,209	960,489
借入金			2,241,138
年間売上高	1,097,160	1,097,160	1,097,160
年間製造コスト	516,595	516,595	740,673
税引前利益	580,565	580,565	356,487
税金		203,198	124,770
税引後利益		377,367	231,717
キャッシュフロー	810,017	606,819	293,048
FIRRonI (税引前) (%)	19.8		
FIRRonI (税引後) (%)		15.0	
FIRRonE (%)			26.9

注： 年間売上高，年間製造コスト，税引前利益，税引後利益およびキャッシュフローは，運転開始後5年目のものである。

(2) 製造コスト

製造コストを表12-6-2にまとめた。尚，本プロジェクトでは直接費の全製造コストに占める割合が比較的少ないが，この理由は原料の大部分を自社で生産することにある。

表12-6-2 製造コスト内訳

(1,000パーツ)

年度	運 転 費 用			減価償却費	支払利息	合 計	単価 パーツ/ トン・セント)
	直接費	固定費	合 計				
1	115,679	121,887	237,566	248,093	224,114	709,773	1,254
2	132,204	121,887	254,091	248,093	224,114	726,298	1,121
3	148,730	121,887	270,617	248,093	224,114	742,824	1,021
4	165,255	121,887	287,142	248,093	224,114	759,349	939
5	165,255	121,887	287,142	248,093	205,438	740,673	916
6	165,255	121,887	287,142	217,657	186,762	691,561	855
7	165,255	121,887	287,142	217,657	168,085	672,884	832
8	165,255	121,887	287,142	217,657	149,409	654,208	809
9	165,255	121,887	287,142	217,657	130,733	635,532	786
10	165,255	121,887	287,142	217,657	112,057	616,856	763
15	165,255	121,887	287,142	49,058	18,676	354,876	439
20	165,255	121,887	287,142	49,058	0	336,200	416

(3) 借入金返済能力

借入金返済能力を示すDSR (Debt Service Coverage Ratio) は、

$$DSR = \frac{(\text{減価償却費}) + (\text{税引後利益}) + (\text{支払利息})}{(\text{借入元金返済}) + (\text{支払利息})}$$

で定義されるが本プロジェクトのDSRは、初年度で2.3また長期借入金の返済が始まる4年度目で1.7を示し、それ以降に関しても1.7を上回っており、全ての年度を通じて1.0以上の値を示している。従って、十分な借入金返済能力があり、自己存立し得る財務状態にある。

(4) 損益分岐点

損益分岐点は初年度でも65%と実際の運転率70%を下回っており、その後はプロジェクトの運転率が増大するにもかかわらず、損益分岐点は急速に低下し、常に運転率以下の値を示している。

(5) 収益性

本プロジェクトの収益性を次の表にまとめた。

表12-6-3 基本ケースの財務的内部収益率 (%)

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

上表に示すごとく収益性の指標である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収益性は高く、有望なプロジェクトであることを示している。また、資本金に対しての収益性の指標であるFIRR on Eは、26.9%でありこの数値は実質市中金利をはるかに上回っていることから判断すると、投資家にとっても充分魅力あるプロジェクトである。

XII-7 感度分析

基本ケースに対して次の要因につき数値を変化させ感度分析を行なった。

- 建設費の変化

- 販売価格の変化
- 直接費の変化
- 運転率の変化
- 金利の変化
- その他

感度分析の結果は次の通りである。

(1) 建設費

建設費の変化は減価償却費および保険費を変化させ製造コストにも影響を与える。建設費を±20%の範囲で変化させ、その収益性に与える影響を検討する。

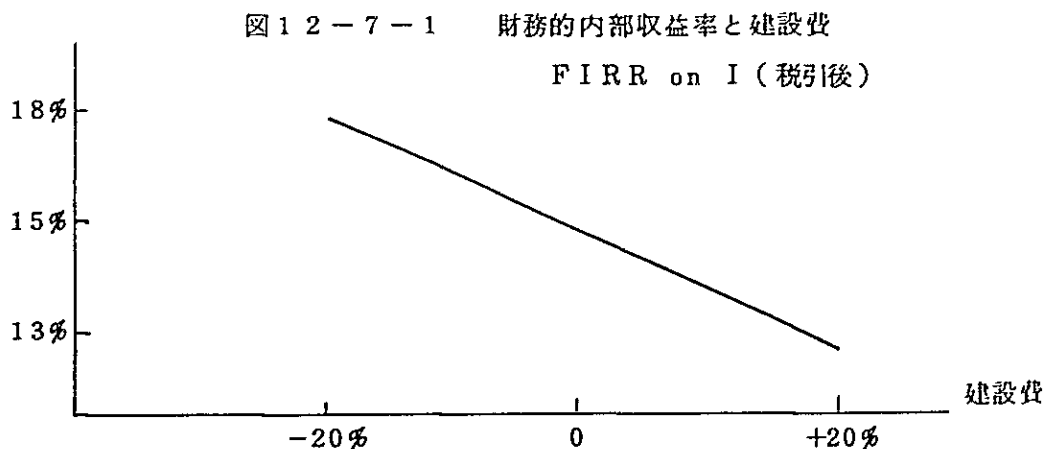
建設費 (1,000-円)		
基本ケース	+20%	-20%
2,880,805	3,456,966	2,304,644

表12-7-1および図12-7-1に示すとおり、建設費の変化は収益性に対し大きな影響を与える。

表12-7-1 財務的内部収益率と建設費

	(%)		
	基本ケース	+20%	-20%
FIRR on I (税引前)	19.8	17.0	23.7
FIRR on I (税引後)	15.0	12.8	18.0
FIRR on E	26.9	21.5	33.9

注) 詳細は添付資料3-(1)参照。



(2) 販売価格の変化

セメントおよび電力の販売価格を±20%の範囲で変化させその収益性に与える影響を検討する。

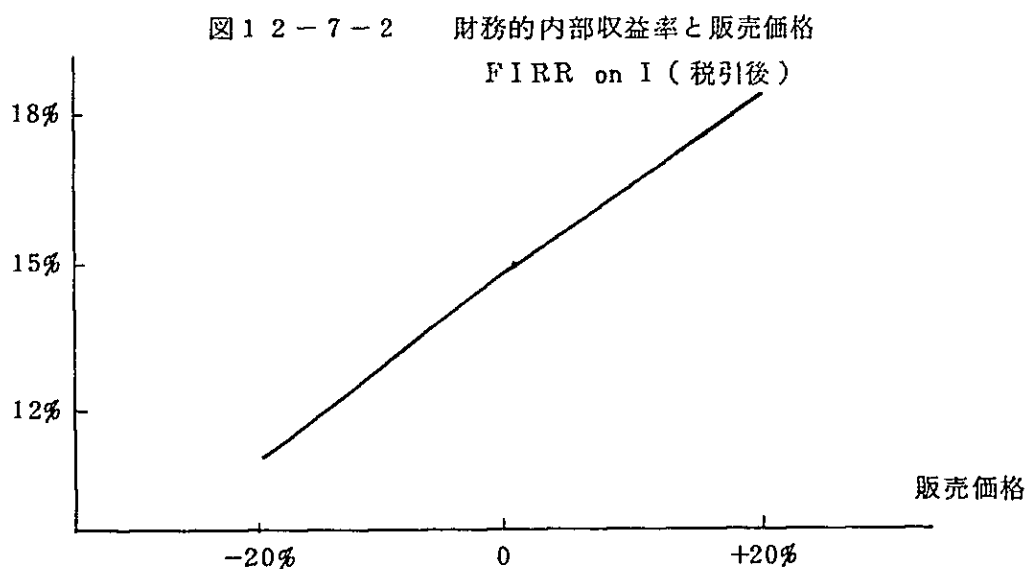
	製 品 価 格		
	基本ケース	+20%	-20%
オイルシェールセメント(パーツ/トン)	1,610	1,932	1,288
混合セメント(パーツ/トン)	1,310	1,572	1,048
電 力(パーツ/kWh)	1.30	1.56	1.04

表12-7-2および図12-7-2に示すごとく販売価格が20%上昇する場合は、IRR on I(税引後)は15.0%から18.5%に高められる。また、電力の売上高は全体の1.6%に過ぎずこの価格の変化が財務的内部収益率に与える影響は少ない。

表12-7-2 財務的内部収益率と販売価格

	(%)		
	基本ケース	+20%	-20%
FIRR on I(税引前)	19.8	24.3	14.8
FIRR on I(税引後)	15.0	18.5	11.1
FIRR on E	26.9	35.0	17.1

注：詳細は添付資料3-(2)参照。



(3) 直接費の変化

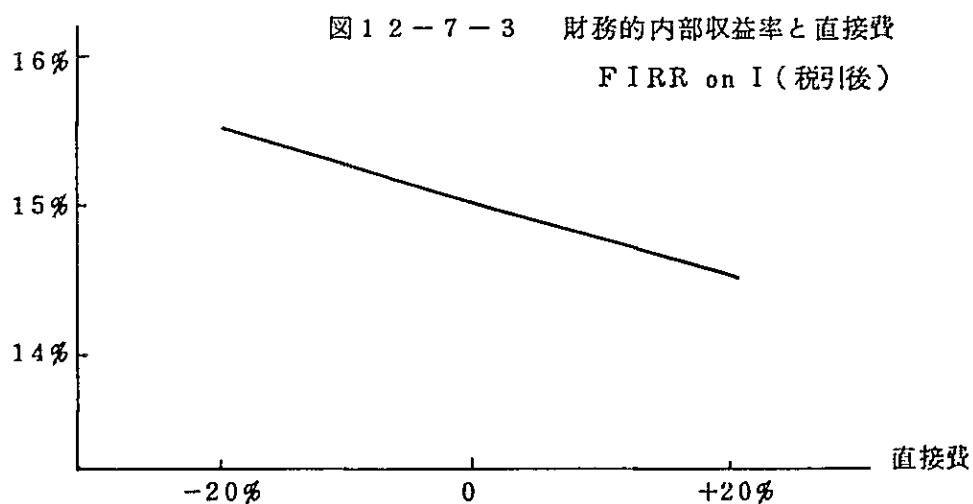
本プロジェクトに必要な直接費は原料費（石灰石，オイルシェール，鉄鉱石および石こう）と燃料，耐火レンガ，粉砕媒体，潤滑油，修繕費である。直接費を±20%の範囲で変化させその収益性に与える影響を検討する。

表12-7-3および図12-7-3に示すとおり，直接費の変化は収益性に対し余り大きな影響は与えない。

表12-7-3 財務的内部収益率と直接費

	(%)		
	基本ケース	+20%	-20%
FIRR on I (税引前)	19.8	19.1	20.5
FIRR on I (税引後)	15.0	14.5	15.6
FIRR on E	26.9	25.6	28.2

注) 詳細は添付資料3-(3)参照。



(4) 運転率の変化

運転率が±20%の範囲で変化した場合の収益性に与える影響を検討する。表12-7-4に示す様に20%の運転率の変化はFIRR on I (税引後)に対し約3%の影響を与える。

表 1 2 - 7 - 4 財務的内部収益率と運転率

(%)

	基本ケース	+ 2 0 %	- 2 0 %
F I R R on I (税引前)	1 9. 8	2 3. 6	1 5. 6
F I R R on I (税引後)	1 5. 0	1 7. 9	1 1. 8
F I R R on E	2 6. 9	3 3. 8	1 8. 8

注： 詳細は添付資料 3 -(4)参照。

(5) 金利の変化

金利の変化が F I R R on E に与える影響を表 1 2 - 7 - 5 にまとめる。金利の変化として、基本ケースの長期借入金金利の 1 0 % を 8 % および 1 2 % に変化させた場合を検討する。

表 1 2 - 7 - 5 に示す通り、長期借入金金利は F I R R on E にかなり大きな影響を与える。従って、本プロジェクトを投資家にとってより魅力のあるプロジェクトとするためには、低金利の資金を借入れることが必要である。

表 1 2 - 7 - 5 F I R R on E と金利

(%)

	基本ケース	+ 2 0 % (12%)	- 2 0 % (8%)
F I R R on E	2 6. 9	2 4. 9	2 9. 0

注： 詳細は添付資料 3 -(5)参照。 () は金利

(6) その他の感度分析

(i) 自己資本比率が 2 5 % の場合

自己資本比率を基本ケースの 3 0 % から 2 5 % に下げると F I R R on E は 2 6. 9 % から 2 9. 9 % に上昇する。従って、プロジェクト実施に当り、金利 1 0 % 程度の長期借入金を利用できるならば、自己資本比率を低下させることにより、投資家はより多額の利益を本プロジェクトから得られる。

(ii) 税率の変化

タイ王国に於ては、株式上場企業の課税対象所得に対する税率は、3 5 % であるが非上

場の企業に対する税率は45%である。表12-7-6に税率が45%である場合の財務的内部収益率をまとめた。

表12-7-6 財務的内部収益率と税率 (%)

	基本ケース (35%)	45%
FIRR on I (税引前)	19.8	19.8
FIRR on I (税引後)	15.0	13.4
FIRR on E	26.9	24.9

上表より明らかな様にFIRR on I (税引後)およびFIRR on E共に基本ケースより低下する。従って、本プロジェクトに対する投資家は税金対策を考慮に入れ、本プロジェクトの企業体を株式市場に上場するか否か判断する必要がある。

(iii) 税金の免除

タイ王国の投資委員会の承認が得られた場合には、本プロジェクトには運転開始後3年～8年程度の税金の免除を含む優遇措置が適用される可能性がある。もし、5年間の税金の免税措置が取られた場合には、FIRR on I (税引後)およびFIRR on Eがそれぞれ2.0%および4.6%上昇する。従って投資家は、本プロジェクトに免税措置が適用されるべく努力する必要がある。

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呼ぶ）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、それが主として財務分析に与える影響を検討した。

ケース1 : セメント工場に必要なだけの発電を行なう。

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

ケース3 : 発電を全く行なわず、また、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同じケースとなる。

以下各ケースについて、基本ケースとの相違を述べる。尚、これはケーススタディーであるので主な相違点についてのみ考察した。

XIII-1 セメント工場に必要な発電を行なう場合（ケースA-1）

基本ケースでは12.5 MWの発電を行ない、このうち1.8 MWをメソット地区に供給する。今、この1.8 MWの供給を止めると発電所内で使用する電力も一部減少して全体で2.0 MWの減少となる。基本ケースとの主な相違点は次の通りである。

(1) 工場建設費の減少

発電量が減少するので、それに伴ない発電関係設備が小さくなる。工場建設費全体としては基本ケースの約98%となる。

(2) 原料使用量

発電量の減少に伴ないオイルシェールの使用量は減少する。一方、オイルシェール燃焼残灰の発生が減少するのでこれに見合って混合セメントの製造原料となる石灰石の使用量が増加する。

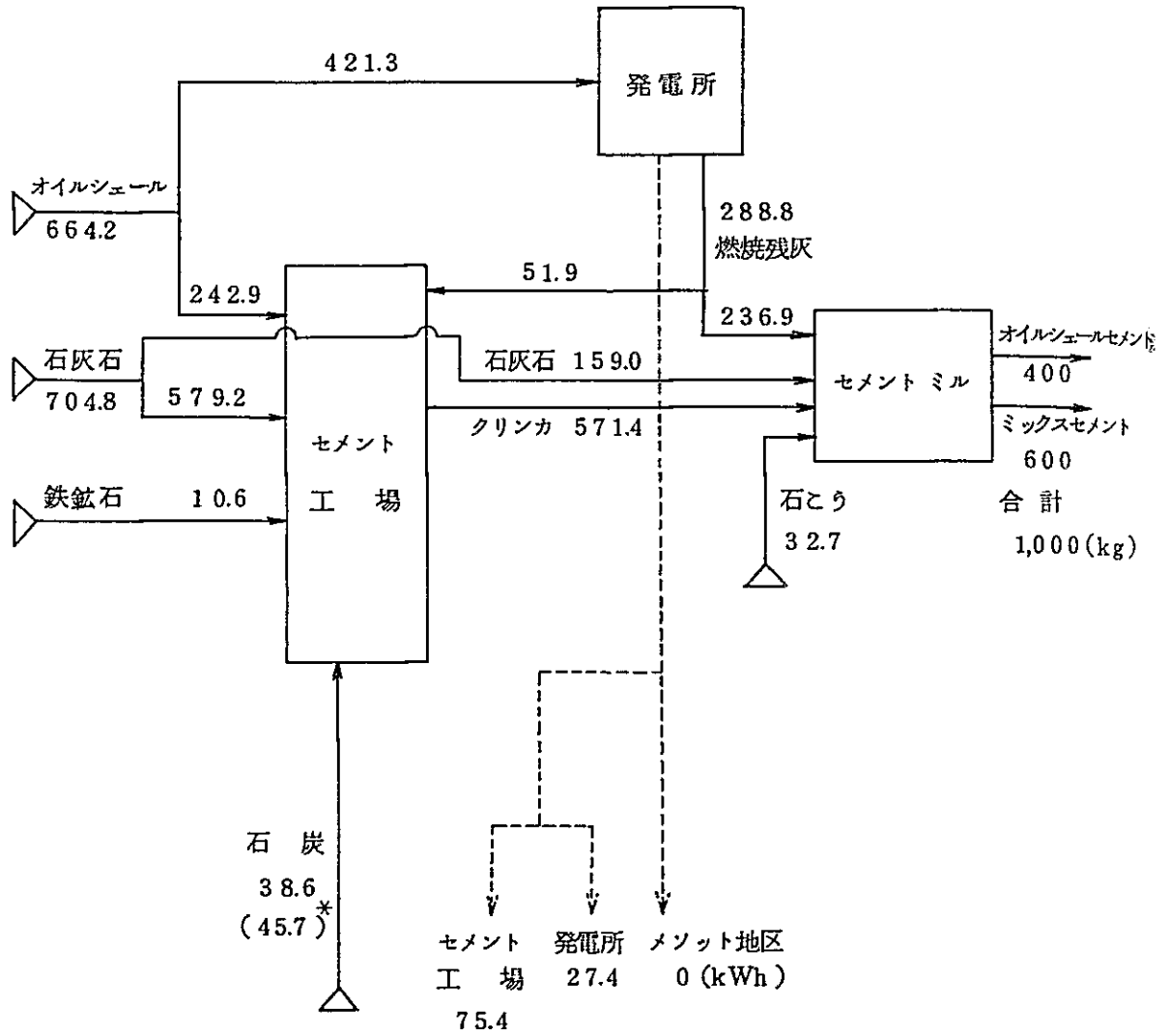
(3) 売電による収入がなくなる。

注 図13-1-1 マテリアルバランス参照

XIII-2 発電を全く行なわない場合（ケースA-2）

但し、オイルシェールをキンブレカルサイナ用燃料として使用する。基本ケースとの主な相

図13-1-1 マテリアル バランス (ケースA-1)



注：* ()は石炭の発熱量を5,000 kcal/kgとした場合の石炭消費量を示す。

違点は次の通りである。

(1) 工場建設費

この案では発電設備はなくなるので、オイルシェール燃焼残灰を利用するオイルシェールセメントは製造できない。従って、セメントクリンカを基本ケースより30%多く製造する必要があり、その設備費が増大する。一般に上記設備費増大分は、発電所を建設しない事による建設費の減少分とほぼ等しいと言われている。従って建設費は基本ケースと同一とする。

(2) 工場要員数

発電所がなくなるので、その関係の要員22名が削減される。他の部門の要員数は不変である。

(3) 原料使用量

オイルシェールの使用料がさらに減少し、その代り石灰石の使用量が増加する。

(4) 燃料使用量

クリンカ焼成量が増加するので、それに伴ない石炭の使用量が増加する。

(5) 電力購入量

発電がなくなるので、電力は全量購入することになる。

注) 図13-2-1 マテリアルバランス参照。

XIII-3 オイルシェールを全く使用しない場合(ケースA-3)

オイルシェールも全く使用しない場合。基本ケースとの主な相違点は次の通りである。

(1) 工場建設費

ケースA-2と同じ理由で建設費は基本ケースと同一とする。

(2) 工場要員数

ケースA-2と同様、発電所関係要員22名が削減される。

(3) 原料使用量

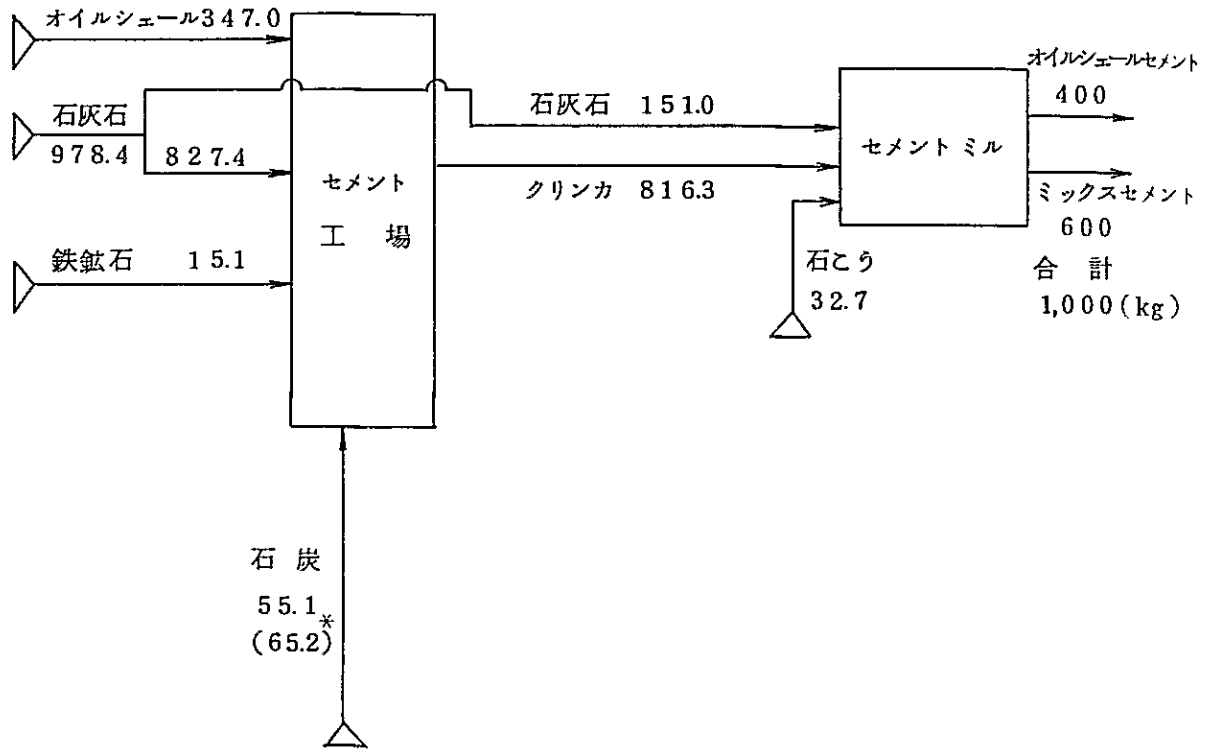
オイルシェールの使用量がなくなり、その代りに石灰石、泥灰岩、けい砂、鉄鉱石の使用量が増加する。

(4) 燃料使用量

オイルシェールを使用しないので、その分だけ石灰の使用量が増加する。

(5) 電力購入量

図13-2-1 マテリアル バランス (ケースA-2)



注：* ()は石炭の発熱量を 5,000 kcal/kgとした場合の石炭消費量を示す。

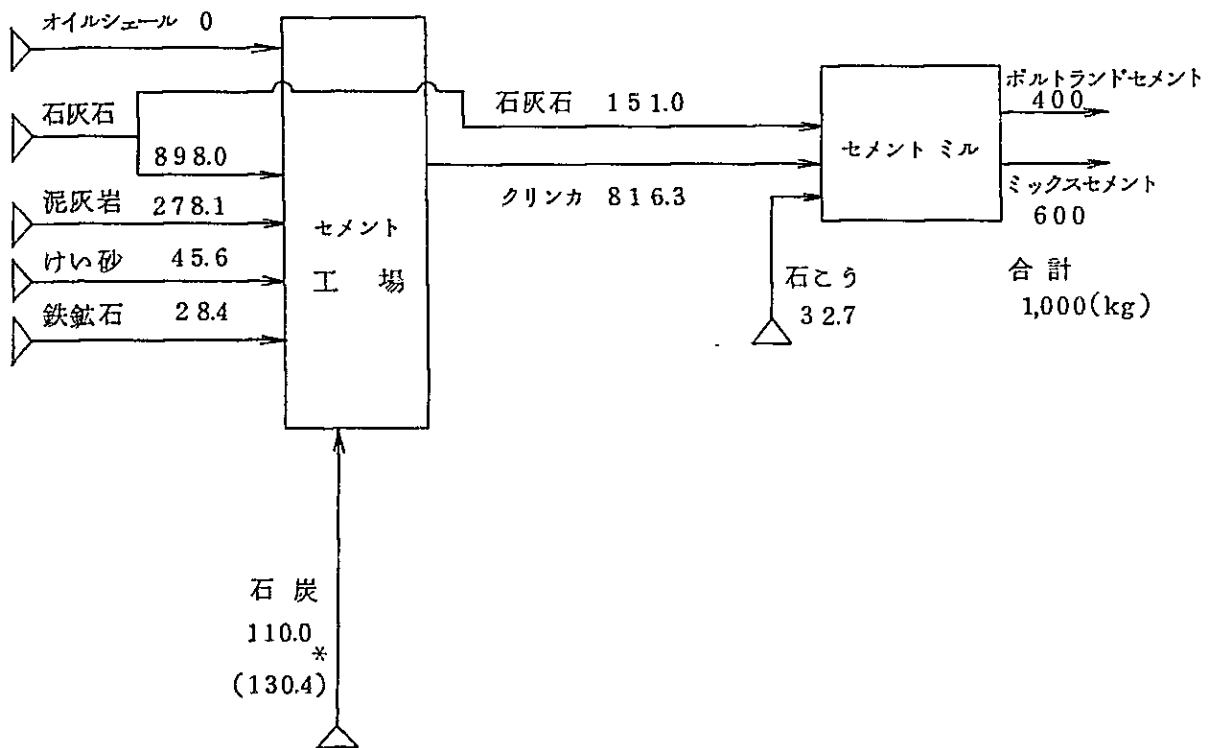
ケースA-2と同様，電力は全量購入することになる。

注) 図13-3-1 マテリアルバランス参照。

XIII-4 各ケースの比較

基本ケースを含めた各ケースの主要な点を比較し表13-4-1に示す。

図13-3-1 マテリアル バランス (ケースA-3)



注: * () は石炭の発熱量を 5,000 kcal/kg とした場合の石炭消費量を示す。

表13-4-1 各ケース比較表

ケース	基本ケース	A - 1	A - 2	A - 3
電力 自家発電 売(買)電	1 2.5 MW 売電 1.8 MW	1 0.5 MW 売電 0	0 買電 1 2.2 5 MW	0 買電 1 2.2 5 MW
セメント生産量(t/年)	8 0 8,5 0 0	8 0 8,5 0 0	8 0 8,5 0 0	8 0 8,5 0 0
建設費(万円)	1 0 0	9 8	1 0 0	1 0 0
要員数(人)	4 5 2	4 5 2	4 3 0	4 3 0
直接費				
原料原単位 (t/セメント)				
オイルシェール	0.7 6 3 0	0.6 8 0 8	0.3 5 5 7	0
石灰石	0.7 0 0 2	0.7 2 2 4	1.0 0 2 9	1.0 7 5 9
鉄鉱石	0.0 1 0 9	0.0 1 0 9	0.0 1 5 5	0.0 2 9 1
泥灰岩	0	0	0	0.2 8 5 2
けい砂	0	0	0	0.0 4 6 7
石こう	0.0 3 3 5	0.0 3 3 5	0.0 3 3 5	0.0 3 3 5
原料コスト	(52.696)パーツ/t	(51.002)パーツ/t	(50.097)パーツ/t	(57.983)パーツ/t
燃料 (原単位×単価) t/t パーツ/t	0.0457×700 (31.99) パーツ/t	0.0457×700 (31.99) パーツ/t	0.0653×700 (45.71) パーツ/t	0.1306×700 (91.43) パーツ/t
電力 (原単位×単価) kWh/t ×パーツ/kWh	(0)	(0)	1 2 0 × 1.4 5 (174.0) パーツ/t	1 2 0 × 1.4 5 (174.0) パーツ/t
耐火レンガ (原単位×単価) kg/t ×パーツ/kg	0.6 5 7 × 1 8.2 (11.957)パーツ/t	0.6 5 7 × 1 8.2 (11.957)パーツ/t	0.9 3 9 × 1 8.2 (17.086)パーツ/t	0.9 3 9 × 1 8.2 (17.086)パーツ/t
粉砕媒体 (原単位×単価) kg/t ×パーツ/kg	0.3 7 0 × 2 4.4 (9.028)パーツ/t	0.3 7 0 × 2 4.4 (9.028)パーツ/t	0.4 2 0 × 2 4.4 (10.282)パーツ/t	0.4 2 0 × 2 4.4 (10.282)パーツ/t
潤滑油	(0.725)パーツ/t	(0.725)パーツ/t	(0.725)パーツ/t	(0.725)パーツ/t
修繕費	(28.0) パーツ/t	(28.0) パーツ/t	(28.0) パーツ/t	(28.0) パーツ/t
合計	(134.396)パーツ/t	(132.702)パーツ/t	(325.900)パーツ/t	(379.506)パーツ/t

注: ()内はパーツ/t・セメント

注) 各原料の単価は次の通りである。(パーツ/トン)

オイルシェール	2 3.3	石 灰 石	1 0.0
鉄 鉱 石	8 4 0.0	泥 灰 岩	1 0.0
け い 砂	2 5.0	石 こ う	5 6 0.0

表13-4-1記載のデータを使用しXII章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を計算すると表13-4-2の値が得られる。

表13-4-2 財務分析結果(ケース スタディ)

(%)

ケ ー ス	基本ケース	A-1	A-2	A-3
FIRR on I (税引前)	1 9.8	1 9.8	1 6.7	1 4.9
FIRR on I (税引後)	1 5.0	1 5.0	1 2.5	1 1.2
FIRR on E	2 6.9	2 6.9	2 1.4	1 7.3

考察:

表13-4-2 より次の事が述べられる。

1. 基本ケースとケースA-1とは収益性にほとんど差はない。但し、基本ケースの場合、メソット地区へ配電を行なう事によって、地域社会に貢献できる。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収益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認められる。

第 XIV 章 経 済 分 析

本プロジェクトの財務評価については第 XIII 章にその詳細を述べたが、それに加えて財務分析で取り上げることでできなかった経済的な視点から検討を加えることが、本プロジェクトの性格を確認するうえで極めて重要であると考え。本プロジェクト実施の意義は自国の天然資源および人的資源の活用により発電とセメントの生産を行ない、電力およびセメントの国内需要の今後の伸びに充当することにある。このような観点から、本プロジェクトの経済的便益および費用を定量的および定性的に評価する。尚、タイ王国当局との討論の結果に基づき、本経済分析ではシャドープライスを用いずに市場価格で評価する場合を基本ケースとする。

XIV-1 経済的便益と費用

本プロジェクトの経済的便益と費用を算定するために、本プロジェクトが実施された場合の経済的影響を表 14-1-1 にまとめる。

表 14-1-1 経済的便益と費用

便 益	費 用
セメントの生産増 電力の供給増加 社 宅 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	初 期 費 用 労働資源の消費費用 原材料等その他の生産費用

XIV-1-1 経済的便益

(1) 直接便益

本プロジェクトの直接便益は、外販電力と製造されるセメントの経済的価値にある。本プロジェクトの実施により生産される電力とセメントは北部タイに於ける電力需要の一部とセメント需要を満たすことができる。一方、国家的見地から考えると、タイ王国内で今後見込

まれるセメントの需要の増加量を本プロジェクトによって賄うことができるとも考えられる。その他の便益としては社宅の建設，取付道路の建設による便益，および北部でセメントが供給できるようになるため，現行のサラブリ周辺から北部市場へのセメントの輸送費の削減が図れること等があげられる。

(2) 間接便益

(i) 雇用機会の増大

タイ王国内における雇用機会の増大は，本プロジェクトの実施に伴う間接便益の一つである。本プロジェクトは，工場建設のみならず鉱山開発をも含むものであり，他の単なるプロセス工業プロジェクト等と比較すると，その新規雇用機会は大きいものとなる。運転開始後，直接要員だけでも454人分の新たな新規雇用機会が見込まれる。

(ii) 関連産業への波及効果

関連産業への波及効果としては，本工場の建設に伴う鋼材等建設資材の需要増とエンジニアリング・建設業の育成ならびに本工場の運転出荷に伴う副資材の需要増等が期待できる。

(iii) 地域経済発展への貢献

本プロジェクトが実現すれば，鉱山開発とその維持更に工場建設およびその後の恒常的運転を通じ，メソット地区およびタイ北部に於ける商業部門の経済発展に対する貢献が期待できる。

XIV-1-2 経済的費用

本プロジェクトの経済的費用としては，以下の項目が挙げられる。

(1) 初期費用

初期費用は，鉱山の開発，インフラストラクチャーの整備に要する費用および工場の建設費用，試運転費用等である。その金額は財務分析において行なった財務的内部収益率計算の際に算出した投資額，即ち本プロジェクトの所要総資金から建中金利を差し引いたものである。

(2) 労働資源の消費費用

本工場で雇用する労働資源の質は，業務の内容から判断して，タイ王国の中でもかなり高いレベルのものと考えられる。従って，参考ケースでもシャドー賃金を適用せず，実勢賃金

で評価する。

(3) その他の生産費用

上記以外の生産費用としては、本プロジェクトで消費する原燃料費，副資材費，更に設備の保守修繕費用等を計上する。タイ王国の税法にもとづき課される税金は，国家的見地より考えると，譲渡費用であるので経済分析では費用項目に計上しない。

XIV-2 本プロジェクトの経済的内部収益率 (EIRR) の算定

本プロジェクトの経済的便益，経済的費用を定量的に測定し，内部収益率を計算する。貯蓄，所得分配等の効果も定量的に考察し，社会経済評価を行ない本プロジェクトを分析することが望ましいが，これらの効果を十分に評価するために必要な資料が不足しているためここでは経済評価のみにとどめる。尚，シャドープライスの適用を行わず価格は市場価格基準として分析したものを基本ケースとし，参考までに下記のシャドー・ファクターを考慮して経済計算を行なったものを参考ケースとしてまとめる。

表14-2-1 シャドー・ファクター

外貨交換率	0.90
機器類購入費	0.86
建設費	0.86
未熟練労働者賃金	0.92
セメント価格	1.00
電力価格	1.00

表14-2-2に基本ケースの各年度毎の経済的便益と費用をまとめる。

表14-2-2 経済的便益と費用（基本ケース）

(1,000バー)

年	便 益	費 用	差
- 3		7 2 4,3 7 1	- 7 2 4,3 7 1
- 2		1,1 6 3,6 6 6	- 1,1 6 3,6 6 6
- 1		1,1 2 7,1 7 2	- 1,1 2 7,1 7 2
1	8 2 2,2 8 1	2 4 2,0 4 4	5 8 0,2 3 7
2	9 3 9,7 5 0	2 5 8,5 6 9	6 8 1,1 8 1
3	1,0 5 7,2 2 0	2 7 5,0 9 5	7 8 2,1 2 5
4	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
5	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
6	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
7	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
8	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
9	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
10	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
11	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
12	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
13	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
14	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
15	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
16	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
17	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
18	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
19	1,1 7 4,6 9 0	2 8 7,1 4 2	8 8 7,5 4 8
20	1,2 9 7,5 5 3	2 8 7,1 4 2	1,0 1 0,4 1 1

EIRR = 21.4%

算出された基本ケースと参考ケースの経済的内部収益率はそれぞれ下表の通りである。

表14-2-3 経済的内部収益率

基本ケース	参考ケース
21.4%	23.5%

ここに示したプロジェクトの経済的内部収益率を評価するためには、上記の経済的内部収益率を本プロジェクトを実施することによって排除される他のプロジェクトから期待され得る経済的内部収益率と比較検討する必要がある。タイ王国に於ける社会的内部収益率は12%程度であるとされており、また各種国際機関のガイドラインでは経済的内部収益率によるプロジェクト実施の判定基準(カットオフレート)を8%~15%程度以上としている。またタイ王国に於ける、現行の市中利子率は17%~18%である。これを総合的に判断するとタイ王国に於ける経済的内部収益率に関するカットオフレートは12%~18%の間に有ると考えられる。従って、本プロジェクトの経済的内部収益率はタイ王国に於けるカットオフレートよりかなり高い値を示しており、タイ王国にとって経済的にも有意義なプロジェクトであると判断される。また運転開始前費用を高目に見積って、基本ケースの二割増しとした場合でも経済的内部収益率は18.3%を示し、本プロジェクトの高い経済性を裏付けている。

XIV-3 税 収 入

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として20年間合計で約52億バーツの国庫収入が期待できる。この国庫収入は、国家による再投資財源となり、タイ王国経済に大いに貢献するものとする。年度別の税収を表14-3-1にまとめる。

表14-3-1 税 収 入

(1,000バーツ)

年 度	1	2	3	4	5
税 収 入	74,654	115,024	155,393	195,762	202,299
年 度	6	7	8	9	10
税 収 入	219,488	226,025	232,561	239,098	245,635
年 度	11	12	13	14	15
税 収 入	311,181	317,718	324,254	330,791	337,328
年 度	16	17	18	19	20
税 収 入	343,864	343,864	343,864	343,864	343,864

合 計 : 5,246,531千バーツ

XIV-4 本プロジェクトの外貨収支への影響

本プロジェクトを実施した場合の予測されるタイ王国の外貨収支への影響を検討する。

XIV-4-1 外貨の流出

本プロジェクトに於いて、外貨で支払われる費用は建設期間中に発生する費用の中で外貨で支払われる部分と運転開始後の運転費用の一部と長期借入金の支払利息および債務返済の合計である。本プロジェクト実施全期間中の外貨の流出の合計は約66億バーツである。

(1) 建設期間中の外貨流出

本プラント建設中に必要な所要総資金は表14-4-1に示される様に外貨部分と内貨部分に分けることができる。建設期間中の外貨部分は約19億バーツである。

表14-4-1 所要総資金（外貨・内貨の内訳）

	外貨部分	内貨部分	合計
建設費	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
建中金利	186,419	0	186,419
合計	1,936,569	1,159,800	3,096,369

(2) 運転開始後の外貨流出

運転開始後に外貨で支払われる費用は運転費用の一部と長期借入金の利息および債務返済の合計であり、算出結果を表14-4-2にまとめる。運転開始後20年間の流出外貨の合計は約47億バーツである。

表14-4-2 流出外貨(運転開始後)

(1,000パーツ)

年	運転費用の外貨部分	支払利息	債務返済	合計
1	13,713	224,114	0	237,827
2	14,311	224,114	0	238,425
3	14,910	224,114	0	239,024
4	15,509	224,114	186,762	426,385
5	15,509	205,438	186,762	407,709
6	15,509	186,762	186,762	389,033
7	15,509	168,085	186,762	370,356
8	15,509	149,409	186,762	351,680
9	15,509	130,733	186,762	333,004
10	15,509	112,057	186,761	314,327
11	15,509	93,381	186,761	295,651
12	15,509	74,705	186,761	276,975
13	15,509	56,029	186,761	258,299
14	15,509	37,352	186,761	239,622
15	15,509	18,676	186,761	220,946
16	15,509	0	0	15,509
17	15,509	0	0	15,509
18	15,509	0	0	15,509
19	15,509	0	0	15,509
20	15,509	0	0	15,509
合計	306,587	2,129,083	2,241,138	4,676,808

XIV-4-2 外貨の節約と獲得

外貨の流入としては、長期借入金と製品の販売による外貨の節約あるいは獲得が考えられる。長期借入金全額を外貨とすると、約22億ドルの外貨が流入する事になるが、これはプラント建設費として流出してしまふ。本プロジェクトは、タイ王国の北部地域を主な供給の対象としたセメントプロジェクトであり、従って本プロジェクトからのセメントの輸出は難しいと考える。

しかし、現在タイ王国はセメントを輸出しており、更に本プロジェクトが実施されるならばセメントの輸出余力が間接的に増大する事が期待できる。また、今後タイ王国でセメント工場の新設が行なわれない場合には、セメントの輸入も必要となる可能性が高く、このような場合には本プロジェクトで生産されるセメントは輸入代替分と考えることもできる。

以上の様な観点から、本プロジェクトで生産されるセメントによって、間接的に外貨の節約または獲得が図かれると考えた場合には、その額はパーツ換算で合計約228億パーツに達するものである。

第 XV 章 結 論 お よ び 勧 告

XV-1 結 論

I-1に示す前提に基づいて前記各章で検討した結果、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、下記に述べる理由により、技術的および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(買収, 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

表15-1-1 所要総資金

(1,000バツ)

	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15-1-2に示す。

表15-1-2 財務的内部収益率(FIRR)

(%)

F I R R on I (税引前)	19.8
F I R R on I (税引後)	15.0
F I R R 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。

XV-2 勸告

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 of 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（P E A）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（E G A T）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。

添付資料 1

< PROFIT & LOSS STATEMENT >

FIRR on E のケース

(UNIT 000 Bahts)

BASE CASE

PROJECT YEAR	1 YR	2 YR	3 YR	4 YR	5 YR	6 YR	7 YR	8 YR	9 YR
SALES VOL. (T.YR)	353750	446500	727850	308500	308500	308500	308500	308500	308500
SALES REVENUE	322250	399750	1057200	1174500	1174500	1174500	1174500	1174500	1174500
EXCISE TAX	74270	12024	19776	17520	17520	17520	17520	17520	17520
NET SALES REVEN.	768010	377527	987443	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160
BIFFEST COST									
RAW MATERIAL	29024	34074	93645	42605	42605	42605	42605	42605	42605
CONSUMABLES	12237	14042	15793	17553	17553	17553	17553	17553	17553
FUEL	18105	20691	23273	25864	25864	25864	25864	25864	25864
ELECTRICITY	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAIR EXPENSE	15347	18110	20874	22638	22638	22638	22638	22638	22638
CEMENT BARR.	35617	45276	50926	56576	56576	56576	56576	56576	56576
SUB. TOTAL	115679	132204	148759	165255	165255	165255	165255	165255	165255
FIXED COST									
SALARY/WAGE	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317
ADMIN. EXPENSE	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966
MISC. EXPENSE	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604
SUB. TOTAL	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887
CASH INCOME	591445	255323	718684	930907	930907	930907	930907	930907	930907
DEPRECIATION	226754	226754	226754	226754	226754	195518	195518	195518	195518
AMORTIZATION	21139	21139	21139	21139	21139	21139	21139	21139	21139
INTEREST (LT)	224114	224114	224114	224114	224114	186760	186760	186760	186760
INTEREST (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROFIT B/TAX	52025	151409	244619	367809	367809	465597	424274	442959	461425
INCOME TAX	23523	55000	36117	110235	110235	12477	141959	148496	155322
PROFIT A/TAX	28502	96409	208502	257574	257574	263620	279315	297463	306103

PROJECT YEAR	10 YR	11 YR	12 YR	13 YR	14 YR	15 YR	16 YR	17 YR	18 YR	19 YR	20 YR
SALES VOL. (T.YR)	308500	308500	308500	308500	308500	308500	308500	308500	308500	308500	308500
SALES REVENUE	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690
EXCISE TAX	77520	77520	77520	77520	77520	77520	77520	77520	77520	77520	77520
NET SALES REVEN.	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160
BIFFEST COST											
RAW MATERIAL	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605
CONSUMABLES	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553
FUEL	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864
ELECTRICITY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAIR EXPENSE	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638
CEMENT BARR.	56576	56576	56576	56576	56576	56576	56576	56576	56576	56576	56576
SUB. TOTAL	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255
FIXED COST											
SALARY/WAGE	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317
ADMIN. EXPENSE	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966	49966
MISC. EXPENSE	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604
SUB. TOTAL	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887	121887
CASH INCOME	930907	930907	930907	930907	930907	930907	930907	930907	930907	930907	930907
DEPRECIATION	195518	195518	195518	195518	195518	195518	195518	195518	195518	195518	195518
AMORTIZATION	21139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST (LT)	112087	93251	74715	56029	37352	18676	0	0	0	0	0
INTEREST (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROFIT B/TAX	409302	667577	462453	704700	702606	742282	760952	760952	760952	760952	760952
INCOME TAX	163106	253652	240159	246725	252061	259799	266235	266235	266235	266235	266235
PROFIT A/TAX	246196	413925	222294	457975	450545	482483	494717	494717	494717	494717	494717

< PROFIT & LOSS STATEMENT >

FIRR on I のケース

(UNIT 000 Bants)

BASE CASE

PROJECT YEAR	-1 YR	-2 YR	-1 YR	1 YR	2 YR	3 YR	4 YR	5 YR	6 YR	7 YR	8 YR	9 YR
SALES VOL. (TYR)				563256	646300	726500	808500	888500	888500	802500	808500	803500
SALES REVENUE				922291	939750	1057220	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690
EXCISE TAX				54271	62024	69776	77529	77529	77529	77529	77529	77529
NET SALES REVEN.				768011	877727	987443	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160
DIRECT COST												
RAW MATERIAL				29924	34034	39345	42605	42605	42605	42605	42605	42605
CONSUMABLES				12287	14042	15799	17553	17553	17553	17553	17553	17553
FUEL				19105	20691	23273	25864	25864	25864	25864	25864	25864
ELECTRICITY				0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAIR EXPENSE				15947	18110	20374	22638	22638	22638	22638	22638	22638
CEMENT BAGE				29617	45276	50936	56595	56595	56595	56595	56595	56595
SUB TOTAL				115679	132204	148720	165255	165255	165255	165255	165255	165255
FIXED COST												
SALARY/WAGE				24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317
ADMIN. EXPENSE				49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666
MISC. EXPENSE				47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604
SUB TOTAL				121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687
CASH INCOME				530445	623636	718326	810017	810017	810017	810017	810017	810017
DEPRECIATION				224954	224954	224954	224954	224954	195518	195518	195518	195518
AMORTIZATION				2498	2498	2498	2498	2498	2498	2498	2498	2498
PROFIT B/TAX				309994	394184	490875	580565	580565	611001	611001	611001	611001
INCOME TAX				105343	137965	170591	203199	203199	213650	213650	213650	213650
PROFIT A/TAX				195646	256220	315724	377367	377367	397151	397151	397151	397151
CASH FLOW (P016)	-724371	-1183670	-1127170	525968	619158	712548	810017	810017	810017	810017	810017	810017
CASH FLOW (P01A)	-724371	-1183670	-1127170	129620	431193	341767	606319	606319	596166	596166	596166	596166

PROJECT YEAR	10 YR	11 YR	12 YR	13 YR	14 YR	15 YR	16 YR	17 YR	18 YR	19 YR	20 YR
SALES VOL. (TYR)	808500	808500	802500	808500	803500	803500	803500	803500	808500	808500	808500
SALES REVENUE	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690	1174690
EXCISE TAX	77529	77529	77529	77529	77529	77529	77529	77529	77529	77529	77529
NET SALES REVEN.	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160	1097160
DIRECT COST											
RAW MATERIAL	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605	42605
CONSUMABLES	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553	17553
FUEL	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864	25864
ELECTRICITY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAIR EXPENSE	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638	22638
CEMENT BAGE	56595	56595	56595	56595	56595	56595	56595	56595	56595	56595	56595
SUB TOTAL	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255	165255
FIXED COST											
SALARY/WAGE	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317	24317
ADMIN. EXPENSE	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666	49666
MISC. EXPENSE	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604	47604
SUB TOTAL	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687	121687
CASH INCOME	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017
DEPRECIATION	195518	49053	49053	49053	49053	49053	49053	49053	49053	49053	49053
AMORTIZATION	2498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROFIT B/TAX	611001	760953	760953	760953	760953	760953	760953	760953	760953	760953	760953
INCOME TAX	213650	266335	266335	266335	266335	266335	266335	266335	266335	266335	266335
PROFIT A/TAX	397151	494623	494623	494623	494623	494623	494623	494623	494623	494623	494623
CASH FLOW (P016)	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	1205740
CASH FLOW (P01A)	596166	543631	543631	543631	543631	543631	543631	543631	543631	543631	939466

添付資料 2

< CASH FLOW STATEMENT >

(UNIT 000 Bahts)

BASE CASE

ROE = 26.93 %
 ROI(B/TAX) = 19.82 %
 ROI(A/TAX) = 15.01 %

PROJECT YEAR	-3 YR	-2 YR	-1 YR	1 YR	2 YR	3 YR	4 YR	5 YR	6 YR	7 YR	8 YR	9 YR
CASH INCOME	0	0	0	530445	529335	716225	810017	810017	810017	810017	810017	810017
PAID IN CAPITAL	217311	364312	378365	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT BORROW(LT)	597060	950060	884013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT BORROW(ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SOURCES	724371	1214370	1262883	530445	529335	716225	810017	810017	810017	810017	810017	810017
INVESTMENT	720201	1152320	1008280	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAND ACQUISITION	4170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRE-OPS EXPENSE	0	11844	13631	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.C. INCREASE	0	0	105259	4472	4472	4473	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT (LT)	0	0	0	0	0	0	186762	186762	186762	186762	186762	186762
REPAYMENT (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST (LT)	0	59706	165712	224114	224114	224114	224114	295438	186762	186965	149499	130733
INTEREST (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INCOME TAX	0	0	0	23833	53000	55617	113235	124770	141959	148438	155331	151589
DIVIDEND	0	0	0	281470	342044	462518	290908	293047	294524	306674	319813	330953
TOTAL AFFILIATION	724371	1214370	1262880	530445	529335	716225	810017	810017	810017	810017	810017	810017
CASH FLOW (ROE)	-217311	-364312	-378365	281470	342044	462518	280909	293047	294524	306674	319813	330953
CASH FLOW (FOIES)	-724371	-1163570	-1127170	525962	519153	712348	810017	810017	810017	810017	810017	810017
CASH FLOW (FOIA)	-724371	-1163570	-1127170	420620	461133	541767	608319	606319	593166	596166	593166	593166

PROJECT YEAR	10 YR	11 YR	12 YR	13 YR	14 YR	15 YR	16 YR	17 YR	18 YR	19 YR	20 YR
CASH INCOME	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017
PAID IN CAPITAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT BORROW(LT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT BORROW(ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SOURCES	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017
INVESTMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAND ACQUISITION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRE-OPS EXPENSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.C. INCREASE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT (LT)	186762	186762	186762	186762	186762	186762	0	0	0	0	0
REPAYMENT (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST (LT)	112057	96331	74765	56029	37652	18676	0	0	0	0	0
INTEREST (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INCOME TAX	168106	233652	240189	246725	253262	259799	266335	266335	266335	266335	266335
DIVIDEND	349092	295222	308362	320501	332641	344780	343681	343681	343681	343681	343681
TOTAL AFFILIATION	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017
CASH FLOW (ROE)	349092	295222	308362	320501	332641	344780	343681	343681	343681	343681	343681
CASH FLOW (FOIES)	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	810017	1255720
CASH FLOW (FOIA)	593166	543681	543681	543681	543681	543681	543681	543681	543681	543681	359401

添付資料 3

< SENSITIVITY ANALYSIS >

(1) FIXED INVESTMENT

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	26.24	19.93	38.29
-25 %	24.91	18.91	35.98
-20 %	23.70	17.99	33.87
-15 %	22.60	17.15	31.93
-10 %	21.60	16.38	30.14
-5 %	20.67	15.67	28.48
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	19.02	14.41	25.49
10 %	18.29	13.84	24.14
15 %	17.59	13.31	22.82
20 %	16.95	12.81	21.54
25 %	16.34	12.35	20.34
30 %	15.77	11.91	19.20

(2) ALL PRICES

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	11.93	8.95	11.16
-25 %	13.39	10.07	14.20
-20 %	14.77	11.14	17.06
-15 %	16.10	12.16	19.79
-10 %	17.38	13.14	22.35
-5 %	18.62	14.10	24.73
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	20.98	15.91	29.06
10 %	22.11	16.78	31.10
15 %	23.21	17.62	33.08
20 %	24.29	18.45	34.99
25 %	25.34	19.26	36.85
30 %	26.37	20.05	38.65

(3) VARIABLE COST

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	20.87	15.82	28.86
-25 %	20.70	15.69	28.54
-20 %	20.52	15.56	28.22
-15 %	20.35	15.42	27.90
-10 %	20.17	15.29	27.58
-5 %	19.99	15.15	27.26
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	19.64	14.88	26.61
10 %	19.46	14.74	26.28
15 %	19.28	14.60	25.95
20 %	19.10	14.46	25.62
25 %	18.92	14.32	25.28
30 %	18.74	14.18	24.94

(4) OS-FACTOR			
VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	13.30	10.01	14.02
-25 %	14.48	10.91	16.46
-20 %	15.61	11.79	18.83
-15 %	16.71	12.63	21.02
-10 %	17.78	13.45	23.15
-5 %	18.81	14.24	25.09
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	20.80	15.77	28.72
10 %	21.75	16.50	30.45
15 %	22.69	17.22	32.12
20 %	23.60	17.92	33.75
25 %	24.50	18.60	35.34
30 %	25.38	19.28	36.88

(5) LT-LOAN INTERST			
VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-100 %	19.82	15.01	36.83
-80 %	19.82	15.01	34.92
-60 %	19.82	15.01	32.96
-40 %	19.82	15.01	30.98
-20 %	19.82	15.01	28.96
0 %	19.82	15.01	26.93
20 %	19.82	15.01	24.90
40 %	19.82	15.01	22.66
60 %	19.82	15.01	20.43
80 %	19.82	15.01	18.13

(6) P-CEMENT PRICE			
VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	16.54	12.50	20.67
-25 %	17.11	12.93	21.80
-20 %	17.67	13.36	22.92
-15 %	18.22	13.79	23.98
-10 %	18.76	14.20	24.98
-5 %	19.29	14.61	25.97
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	20.34	15.41	27.88
10 %	20.85	15.81	28.82
15 %	21.36	16.20	29.74
20 %	21.86	16.58	30.64
25 %	22.35	16.96	31.54
30 %	22.84	17.34	32.42

(7) M-CEMENT PRICE			
VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	15.78	11.91	19.14
-25 %	16.49	12.45	20.55
-20 %	17.18	12.99	21.93
-15 %	17.85	13.51	23.29
-10 %	18.52	14.02	24.54
-5 %	19.17	14.52	25.75
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	20.45	15.50	28.09
10 %	21.07	15.98	29.23
15 %	21.69	16.45	30.34
20 %	22.29	16.92	31.43
25 %	22.89	17.38	32.50
30 %	23.48	17.83	33.56

(8) FUEL

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	19.98	15.14	27.24
-25 %	19.96	15.12	27.19
-20 %	19.93	15.10	27.14
-15 %	19.90	15.08	27.09
-10 %	19.87	15.06	27.04
-5 %	19.84	15.04	26.98
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	19.79	14.99	26.88
10 %	19.76	14.97	26.83
15 %	19.73	14.95	26.78
20 %	19.71	14.93	26.73
25 %	19.68	14.91	26.68
30 %	19.65	14.89	26.63

(9) RAW MATERIAL

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	20.09	15.23	27.44
-25 %	20.05	15.19	27.35
-20 %	20.00	15.16	27.27
-15 %	19.95	15.12	27.19
-10 %	19.91	15.09	27.10
-5 %	19.86	15.05	27.02
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	19.77	14.98	26.85
10 %	19.73	14.95	26.77
15 %	19.68	14.91	26.68
20 %	19.63	14.87	26.60
25 %	19.59	14.84	26.51
30 %	19.54	14.80	26.43

(10) FIXED COST

VARIABLE	ROI B/TAX	ROI A/TAX	ROE
-30 %	20.68	15.66	28.54
-25 %	20.53	15.56	28.28
-20 %	20.39	15.45	28.01
-15 %	20.25	15.34	27.74
-10 %	20.11	15.23	27.47
-5 %	19.96	15.12	27.20
0 %	19.82	15.01	26.93
5 %	19.67	14.91	26.66
10 %	19.53	14.80	26.39
15 %	19.38	14.69	26.12
20 %	19.24	14.58	25.85
25 %	19.09	14.47	25.57
30 %	18.94	14.36	25.30

添付資料 4

採掘原価（鉍山関係）

（湿ベース）

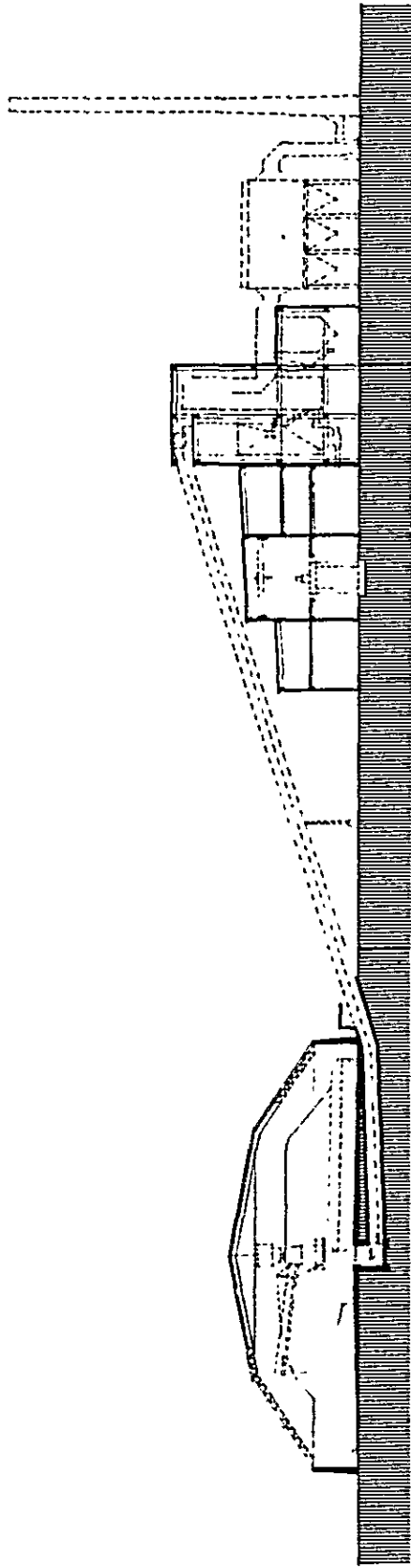
		石灰石 (48,142トン/月)		オイルシェール (53,555トン/月)	
		単価 (パーツ/トン)	金額 (千パーツ/月)	単価 (パーツ/トン)	金額 (千パーツ/月)
直接 費	燃料費	6.2		20.6	
	火薬費	2.6		0.8	
	鉍産税	1.0		1.0	
小計		9.8	472	22.4	1,200
固定 費	修繕費		744		1,765
	労務費		371		668
	償却費		※959		※2,003
	鉍区税		1		1
	その他経費		495		961
小計		53.4	2,570	100.8	5,398
合計		63.2	3,042	123.2	6,598

〔※〕 注：1)※ 償却費には用地代償却費136千パーツ/月（定額20年償却）
が、石灰石、オイルシェール共に含まれている。

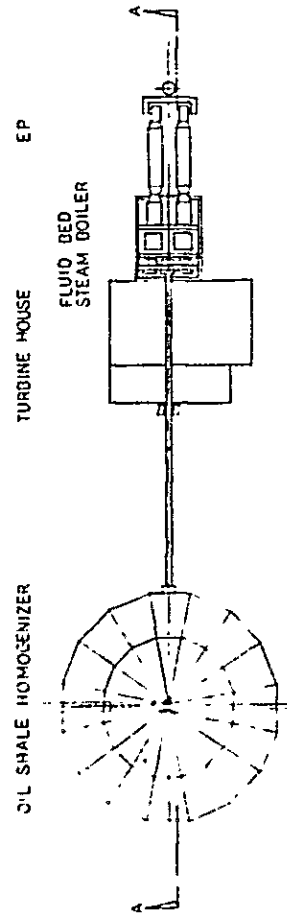
：2) 鉍区税はMinerals Act(第2)BE. 2516による。

鉄原料，石こうは買鉍：鉄原料 840パーツ/トン

石こう 560パーツ/トン

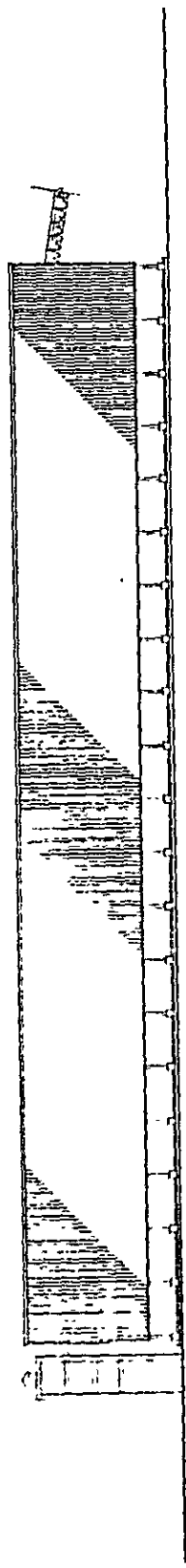


A-A SECTION 1:500

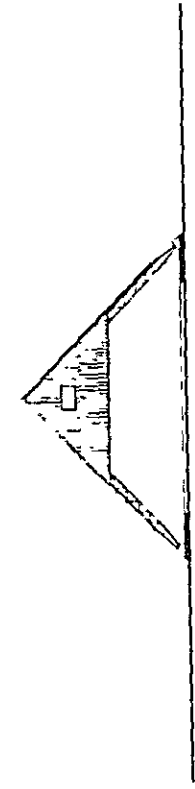


KEY PLAN

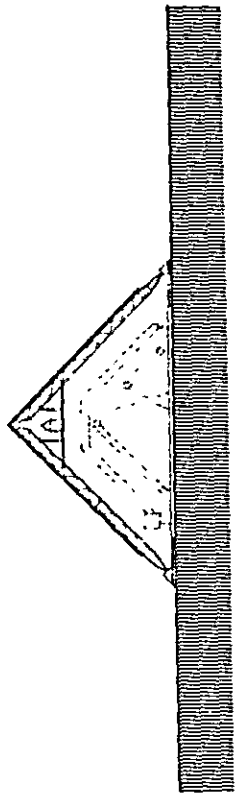
JAPAN INTERNATIONAL CORPORATION AGENCY	DESIGNED BY MORIMOTO	STATE NO. 10035	TONGKHO L. 01	FILTER



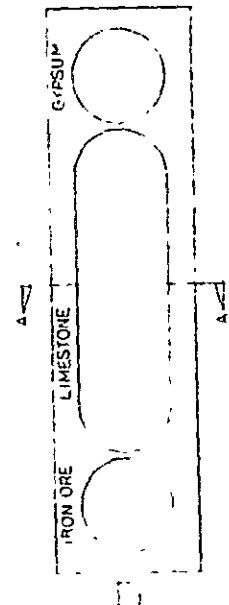
ELEVATION



ELEVATION

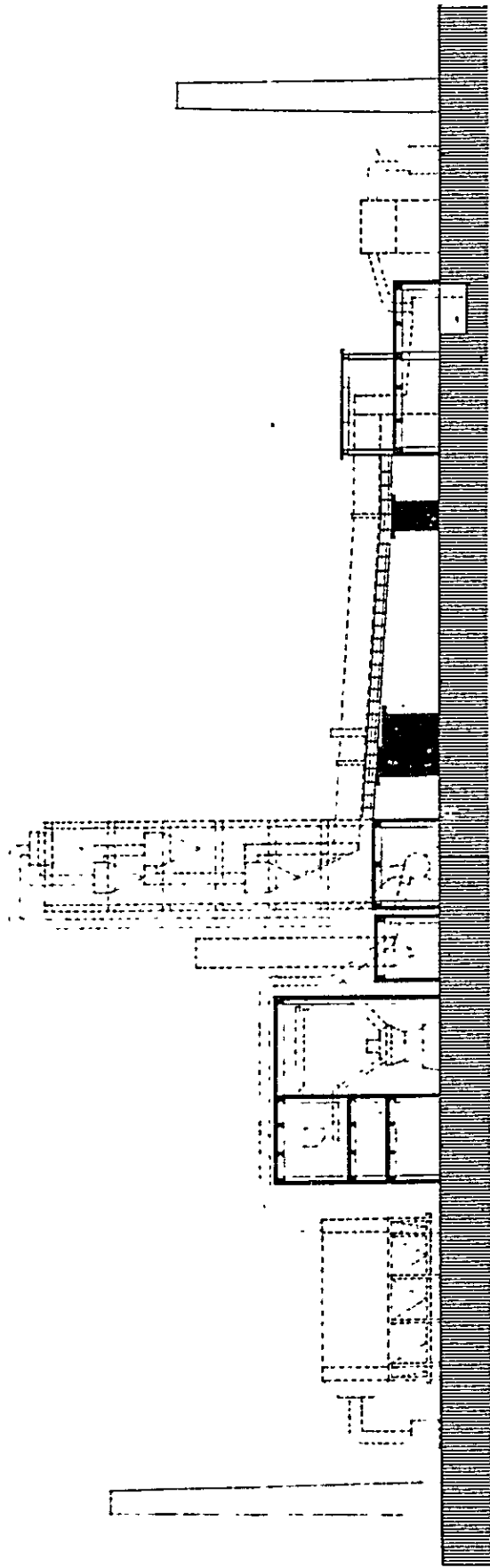


A-A SECTION 1:500

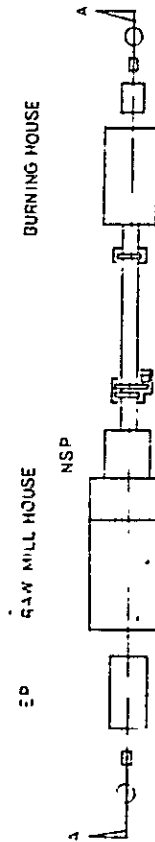


SEC. PLAN

1. PLAN 2. ELEVATION 3. SECTION 4. DETAIL	1. FOUNDATION 2. WALL 3. ROOF 4. FINISH	1. MATERIAL 2. QUANTITY 3. UNIT 4. TOTAL	1. NO. 2. DATE 3. SCALE 4. SHEET NO.
1. 100 2. 100 3. 100 4. 100	1. 100 2. 100 3. 100 4. 100	1. 100 2. 100 3. 100 4. 100	1. 100 2. 100 3. 100 4. 100



A-A SECTION 1:500

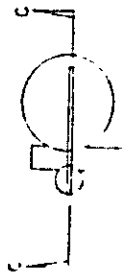


KEY PLAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION CENTER	DESIGN DRAWING NO. 200-2253	TITLE MILL PLANT PROJECT	PROJECT NO. 03
	DRAWING NO. 200-2253	PROJECT NO. 03	DATE 1980

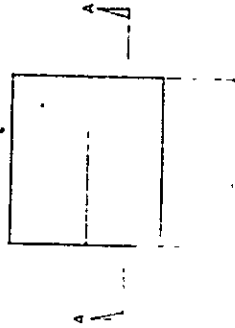
THE HIRAKAWA DAM AND
 MILL PLANT PROJECT
 MAIN CONTRACTOR OF THE PLANT
 KAWA MITSUBISHI ENGINEERING

INNER SILO

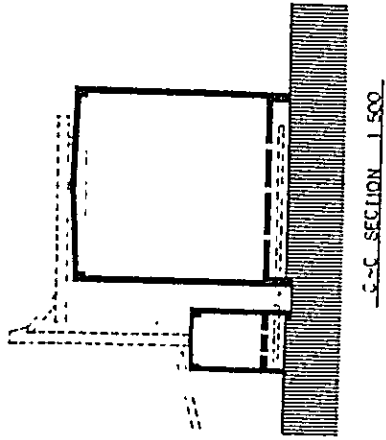


KEY PLAN

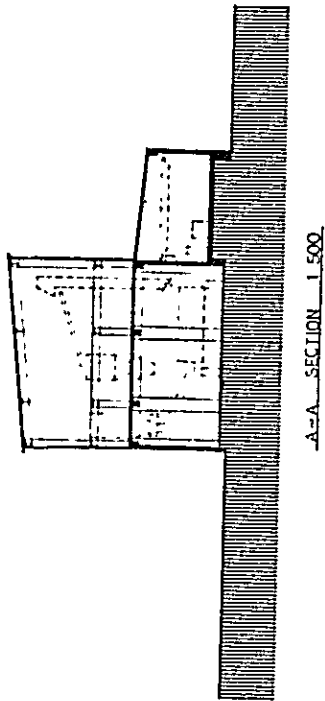
CEMENT MILL HOUSE



KEY PLAN



A-C SECTION 1:500



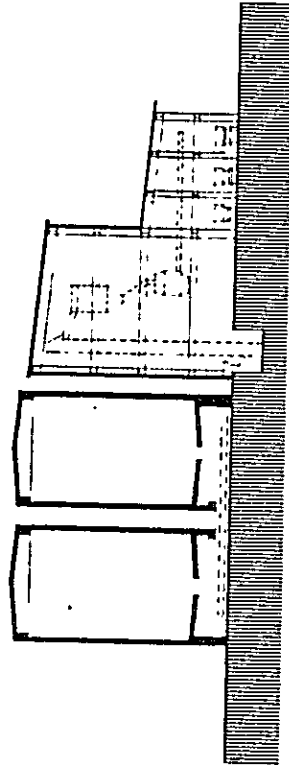
A-A SECTION 1:500

CEMENT SILO PACKER HOUSE



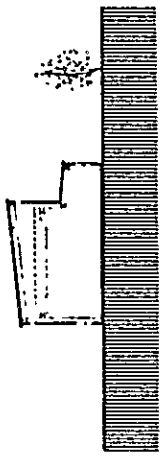
L

KEY PLAN

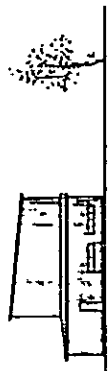


B-B SECTION 1:500

PROJECT INTEGRATED WATER AND WASTE TREATMENT AND REUSE FACILITY (PHASE 1)		PROJECT TITLE INTEGRATED WATER AND WASTE TREATMENT FACILITY (PHASE 1)	
DRAWING NO. 2024-01-01	SCALE 1:500	SHEET NO. 6.01	TOTAL SHEETS 6.01



SECTION 1:500



ELEVATION 1:500



ELEVATION 1:500

WORK SHOP



ELEVATION 1:500



ELEVATION 1:500

OFFICE

JAPAN INTERNATIONAL CORPORATION ATF (INC.)	ARCHITECTS (INC.) 2-2-1, 1-1 7-4-10-1	DESIGNER (NAME) T. KAWA	SCALE	DATE	NO. OF SHEETS	TOTAL
			1:500	10.8.55	1	1
THE INTEGRATED TOWER AND ELECTRICAL TOWER MAJORITY WORK OF JAPAN WORK SHOP OFFICE						

JICA

