Ⅳ－3　セメント原料の品質

Ⅳ－3－1　セメント原料の特性

セメント原料の特性は野外調査の結果，採取し，試験された結果ならびに既往報告書にもとづいて，この章で述べる。尚，試験結果は別紙にて詳細に述べる。

(1) 石灰石

調査を実施した3地区の石灰石鉱床は，セメント工業に適した石灰石を有する。混合サンプルの分析結果は表Ⅳ－3－1に示す。

図Ⅳ－3－1には混合サンプルの3成分相関図を示す。

i) グァセチール石灰石鉱床

石灰石の主成分であるCaOは大概52％以上を示し，高純度を呈する。MgOについては2％未満である。S_iO_2，Al_2O_3，Fe_2O_3については大部分1％未満である。又，SO_3，Na_2O，K_2O，P_2O_5，Clの含有量は，分析結果では0に等しい。それ故，本石灰石はセメント原料に適している。

石灰石は顕微鏡下では，方解石の結晶よりなっている。わずかに黄鉄鉱様の鉄鉱物がみられる。

方解石の結晶は，100 μ以下の等粒状であるため，本石灰石は微晶質石灰石と呼ばれる。

ii) ダポン近傍の石灰石丘

石灰石の主成分であるCaOは51～54％を呈する。MgOについては大部分3％未満である。S_iO_2，Al_2O_3，Fe_2O_3については数サンプルを除いて大概2％未満である。又，SO_3，Na_2O，K_2O，P_2O_5，Clについてもグァセチル同様，0に等しく，本石灰石もセメント原料に適している。

石灰石は大部分方解石の結晶よりなるが一部，石英及び黄鉄鉱の結晶が認められた。

方解石の結晶は大部分100 μ以下の等粒状を示し，石英，黄鉄鉱のそれは，わずかに方解石のものより大きい100～200 μの大きさを呈する。

この石灰石も，また，微晶質石灰石と呼ばれるものである。

iii) グァバンジャン石灰石鉱床

本石灰石鉱床は，地形及び品質によって4ブロックに分割される。次記に各ブロックの特徴を示す。

a) A地区

石灰石の主要成分であるCaO含有量はすべてのサンプルに対し50％以上ある。MgO S_iO_2，Al_2O_3及びFe_2O_3の不純物は大部分2％以下である。しかしながら採取されたサンプルの中にドロマイト質の石灰石があるため，MgOの平均値はやや高い。

b) B地区

本地区の約40％の石灰石はCaO含有量が50％以下を示す。そのため，MgOの含有量が3％以上のものが多い。特にMgOの含有量が5％以上のものは全サンプルの20％を呈す。その他S_iO_2，Al_2O_3，Fe_2O_3については2％以下の含有量である。

C) C地区

石灰石の主要成分であるCaO含有量は50％以上を示し，MgOは2％以下である。大部分の石灰石はS_iO_2含有量は1％以下であるが，あるものについて，硅酸性分としてのS_iO_2を5％以上含むものがみられる。不純物としてのFe_2O_3，Al_2O_3についても2％以下と低い。

d) D地区

上記3地区の石灰石に比較してS_iO_2，MgOの含有量は低い。そのため，グァバンジャン石灰石鉱床の中では，最も高品質である。分析結果によればCaO含有量は52％以上，MgOについては2％以下である。S_iO_2，Fe_2O_3，Al_2O_3に関しては大部分1％以下である。

微量成分については，分析した全石灰石サンプルに対し，セメント原料として問題になるものはない。

顕微鏡観察では方解石の結晶が大部分を占め，いくつかのサンプルで石英，黄鉄鉱がわずかに認められた。

結晶の大きさは以下の通りである。

方解石	：	100 μ以下
ドロマイト	：	100～200 μ
石英	：	約100 μ
黄鉄鉱	：	約20 μ

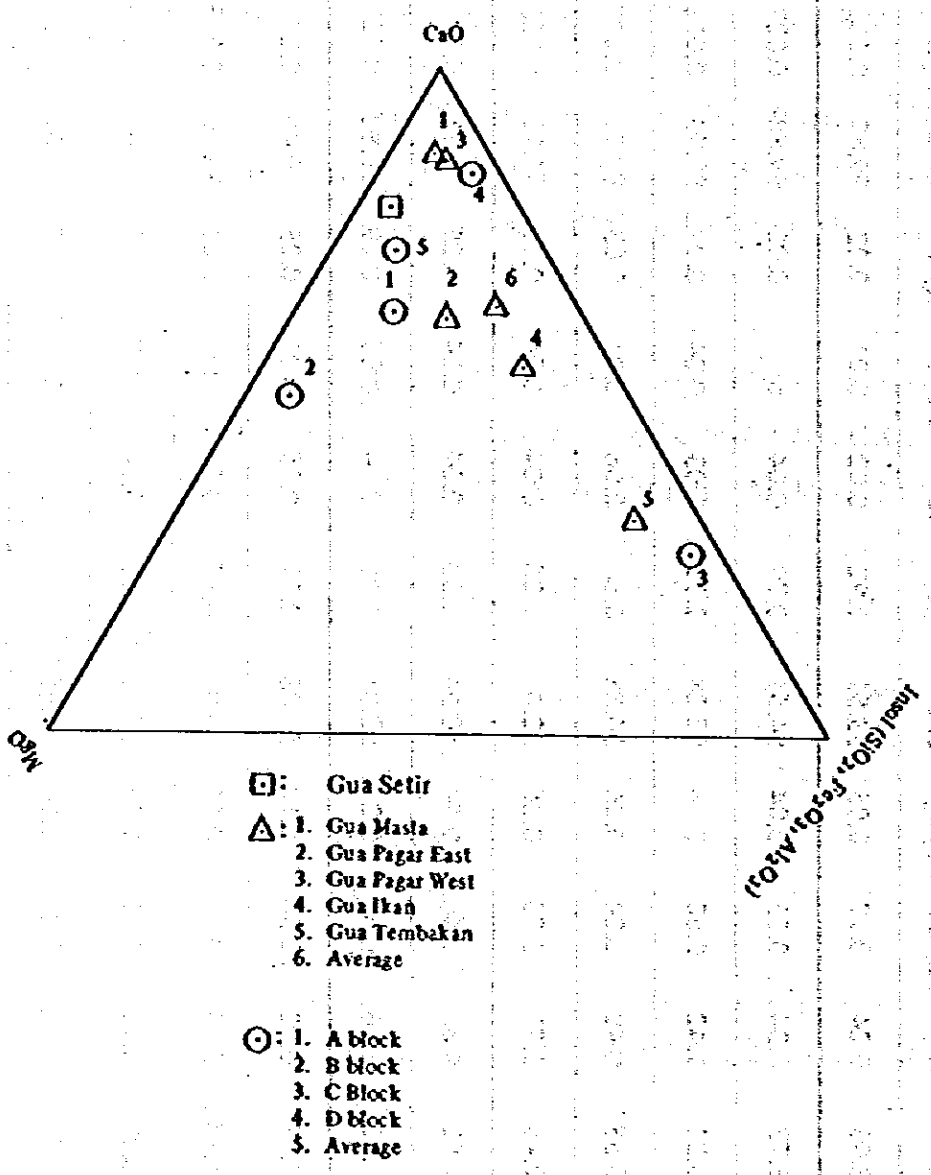
グァバンジャン石灰石鉱床の大部分の石灰石は微晶質であるが，一部，A及びB地区においてドロマイトが認められた。

表 IV－3－1　混合サンプル化学分析結果表

wt. % on a dry basis

	Sample (number)	L.O.I	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	Total	P_2O_5	Cl
	Gua Setir (5)	43.93	0.24	0.17	0.05	53.51	1.92	0.02	0.01	0.02	99.87	0.011	0.003
Dabong	Gua Masta (5)	43.73	0.34	0.23	0.04	54.61	0.79	0.04	tr	0.02	99.80	0.027	0.005
Dabong	East Gua Pagar (5)	43.31	1.42	0.60	0.16	52.28	2.02	0.03	0.04	0.07	99.93	0.018	0.005
Dabong	West Gua Pagar (5)	43.58	0.40	0.24	0.06	54.88	0.66	0.06	0.01	0.03	99.92	0.017	0.009
Dabong	Gua Ikan (5)	42.48	2.77	0.76	0.26	52.01	1.26	0.04	0.04	0.10	99.72	0.023	0.002
Dabong	Gua Tembakau(5)	40.92	4.86	1.46	0.54	50.54	1.03	0.04	0.14	0.25	99.78	0.031	0.002
Dabong	Average (25)	42.80	1.96	0.66	0.21	52.86	1.15	0.04	0.05	0.09	99.82	0.023	0.005
Gua Panjang	A (21)	43.39	0.92	0.34	0.10	51.83	2.77	0.05	0.01	0.05	99.46	0.25	0.003
Gua Panjang	B (22)	44.34	0.49	0.11	0.07	49.97	4.87	0.04	tr	0.01	99.90	0.018	0.003
Gua Panjang	C (26)	40.28	6.71	1.11	0.26	50.43	0.56	0.04	0.07	0.17	99.63	0.028	0.005
Gua Panjang	D (11)	43.24	1.02	0.25	0.06	54.65	0.49	0.07	0.01	0.03	99.82	0.020	0.004
Gua Panjang	Average (80)	42.82	2.29	0.45	0.12	51.72	2.17	0.05	0.02	0.07	99.71	0.079	0.004

図 IV－3－1　CaO－MgO－不溶解残分三成分相関図



Ⅳ-3-2 石灰岩の他の利用法

石灰岩は主にセメント製造業，製鉄業，石灰製造業で使用される。また，少量ではあるがカーバイト製造，コンクリート骨材としても消費されている。これらの品質規格について下記に述べる。

(1) 白色セメント

白色セメントはポルトランドセメントの範疇に属するが，普通ポルトランドセメントと区別される点はFe_2O_3含有量がきわめて低い事である。高品位の白色セメント製造の為には，セメント中のFe_2O_3含有量を0.3％以下に保つ必要がある。

表Ⅳ－3－2に日本で市販されている白色セメントの化学分析結果を示す。

この厳しい白色セメントのFe_2O_3含有量規格を満たす為には，石灰岩中のFe_2O_3含有量が0.1％以下である事が望ましい。

(2) 製鉄業

製鉄業における石灰岩の主な役割は，鉄鉱石とコークス中の灰の接触面で容易に熔融するスラグを形成する事であり，他に熔融鉄や鋼の脱硫，脱燐作用を持つ。

(3) カーバイド

カーバイドは炭素質原料であるコークスあるいは無煙炭と石灰石を焼成して造られた生石灰とを電気炉で熔融して製造される。

(4) コンクリート骨材

コンクリートに十分な耐久力や耐火力を備えるには，玄武岩や安山岩のような高品位の骨材の使用が必要である。そのような高品位の骨材が利用できない地域では，骨材としては低品位（安定性，耐久性に不安がある）の花こう岩を使用するよりは石灰岩の使用が望ましい。表Ⅳ－3－3にケランタン州で採取した花こう岩と石灰岩の試験結果を示す。

表によると，石灰岩は品質的に花こう岩と同等ないしはそれ以上であり，骨材の原料として適当である事がわかる。

(5) 石灰製造業

石灰石粉，重質炭酸カルシゥム，軽質炭酸カルシゥム，生石灰等は一般に石灰質製品と呼ばれ，石灰岩より製造される。

表Ⅳ－3－2　白色セメントの化学分析

Chemical Composition (%)											Module of Cement		
L.O.I	Insol	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	Total	H.M	S.M	I.M
2.59	0.16	23.94	4.49	0.21	63.90	1.78	2.15	0.86	0.26	100.34	2.18	3.09	21.38

表Ⅳ－3－3　骨材の試験結果

Sample		Apparent Specific Gravity	Absorption (%)	Compressed Strength (kg/cm^2)	Speed (m/s)		Specific Gravity	Stability (%)
					P Wave	S Wave		
Gua Panjang White Limestone	1	2.67	0.15	1,150	6,150	4,100	2.69	0.9
	2	2.72	0.00	1,600	6,350	3,860		
	3	2.68	0.00	1,580	6,250	3,180		
	4	2.67	0.00	1,020	6,280	3,840		
	Average	2.68	0.04	1,340	6,260	3,750		
Gua Panjang Black Limestone	1	2.60	0.30	920	5,830	3,480	2.69	0.8
	2	2.64	0.31	1,000	5,850	3,350		
	Average	2.62	0.31	960	5,840	3,420		
JKR Quarry Granite	1	2.55	0.45	2,280	5,470	2,880	2.59	1.5
	2	2.53	0.47	1,930	5,440	3,290		
	3	2.55	0.47	2,140	5,400	2,870		
	4	2.58	0.48	2,350	5,560	3,450		
	5	2.56	0.33	2,440	5,500	2,860		
	6	2.53	0.17	2,420	5,460	3,460		
	Average	2.55	0.40	2,260	5,470	3,140		

表Ⅳ－3－4　用途による品質規格

Use		Limestone								
		Pig Iron	Steel	Ferro-Alloy	Carbide	White Cement	Limestone Filler for Bituminous Materials	Agricultural Liming Materials	Aggregate for Concrete	Quickline and Limestone for Sulfite Pulp Manufacture
Spec.							JIS A 5008–1976	ASTM C 602–1969	Architectural Institute of Japan Japan Society of Civil Engineers	ASTM C 46–1962
Chemical Composition (%)	CaO	54 ≦	54 ≦	54 ≦	$CaCO_3$ 98 ≦					CaO + MgO ≧ 95.0
	MgO	0.5 ≧	0.5 ≧	0.5 ≧	0.5 ≧	2.0 ≧				
	SiO_2	1.0 ≧	0.5 ≧	1.0 ≧	1.0 ≧					SiO_2 3.0 ≧
	Fe_2O_3				1.0 ≧	0.1 ≧		0.1		Fe_2O_3 3.0 ≧
	S	0.01 ≧	0.01 ≧	0.01 ≧						Al_2O_3 3.0 ≧
	P	0.01 ≧	0.02 ≧	0.005 ≧	P_2O_5 0.01 ≧					
							Moisture Max. 1.0% Specific Gravity ≧ 2.60	Calcium Carbonate Equivalent (C.C.E) Min. 80%	Saturated surface dry specific gravity M in 2.5 Absorption Max. 2.0% Stability Max. 10.0%	

表Ⅳ－3－5　石灰岩の混合試料

Use		Limestone								
		Pig Iron	Steel	Ferro-Alloy	Carbide	White Cement	Limestone Filler for Bituminous Materials	Agricultural Liming Materials	Aggregate for Concrete	Quicklime and Limestone for Sulfite Pulp Manufacture
Gua Seiz.		×	×	×	×	○	○	○		○
Dabong	Gua Mata	×	×	×	×	○	○	○		○
	Gua Pagar	×	×	×	×	×	○	○		○
	Gua Ban	×	×	×	×	×	○	○		○
	Gua Tembesu	×	×	×	×	×	○	○		×
Gua Panjang	A	×	×	×	×	×	○	○	○	○
	B	×	×	×	×	×	○	○	○	○
	C	×	×	×	×	×	○	○	○	×
	D	×	×	×	×	○	○	○	○	○

× : Not suitable
○ : Suitable

V　スタディケースの選定

Ⅴ　セメントプラントの検討

Ⅴ－1　マレーシアおよび西マレーシアにおけるセメント需給状況の検討

Ⅴ－1－1　需要予測

マレーシアにおけるセメント需要予測のため(a) 1970年から1980年にいたる国内総生産（GDP）との相関，(b) 1970年から1980年までの総固定資本形成との相関，(c) 1967年から1980年までの一人当りセメント消費量の（5年移動平均）にもとづく成長曲線（ロジスティック曲線），(d) 1970年から1980年にかけての建設部門の成長に対するセメント需要成長の弾性値にもとづく4つの数学方程式を作成した。

その方程式は次の通りである。

(a) $\mathrm{Log}e = 3.19853 + 1.47901 \log_e X$

$(R^2 = 0.988882)$

Y：セメント需要

X：GDP

(b) $\mathrm{Log}e = -0.924684 + 1.0775 \log_e X$

$(R^2 = 0.957803)$

Y：セメント需要

X：総固定資本形成

(c)

$$y = \frac{1675.36}{1 + 23.7675^{0.09141011t}}$$

$Y = y \cdot P$

$(R^2 = 0.994135)$

Y：セメント需要

y：一人当りセメント需要

P：人　口

t：1967年以降の年数

(d) $Y = 3050\ (1 + 0.095 \times 1.29)\ t$

Y：セメント需要

t：1967年以降の年数

（① 建設部門の成長に対するセメント消費量の弾性値1.29
② 今期10年間における建設部門の年間成長率（計画値）：9.5％）

今期10年間におけるセメント需要の計算に用いる変数は第4次マレーシアプランから入手した（国内総生産，総固定資本形成，建設部門等については第Ⅱ－1－3表および第Ⅱ－1－4

表参照のこと。1980年，1985年，および1990年の人口はそれぞれ14,261千，16,179.5千，18,143千人で，前半5年および後半5年間の年成長率はそれぞれ2.6％および2.3％とした)。

算出されたセメント需要の予測値は第V－1－1表に示す通りである。

表V－1－1　マレーシアにおけるセメント需要予測

(単位：'000M/T)

予測 / 年	A	B	C	D	E (可能性最大)
1980	3,065	3,200	3,140	3,050	3,050 (214)
1981	3,418	3,381	3,489	3,424	3,401 (233)
1982	3,810	3,573	3,863	3,844	3,792 (253)
1983	4,248	3,775	4,278	4,315	4,228 (268)
1984	4,736	3,988	4,732	4,844	4,714 (299)
1985	5,280	4,214	5,228	5,438	5,256 (325)
1986	5,954	4,670	5,755	6,105	5,861 (354)
1987	6,714	5,175	6,326	6,853	6,535 (386)
1988	7,571	5,735	6,945	7,693	7,286 (420)
1989	8,537	6,355	7,611	8,636	8,124 (458)
1990	9,624	7,042	8,328	9,695	9,058 (499)
1981～1990 年平均成長率(%)	12.1	8.2	10.2	12.3	11.5

注：括弧内数字は一人当り需要量を表わす。

予測AおよびDはそれぞれ年平均12.1および12.3％の成長率を示しているが，他方予測CおよびBは年平均10.2％および8.2％の成長率を示している。

1981年から1990年にいたる総固定資本形成の年平均成長率はFMPでは7.6％と予測されているが，これは過去10年間における年平均成長率12.2％よりも大巾に（4.6％）下廻り，また今期10年間におけるGDPに対する構成比率が1980年における26.5％から1985年には23.7％に，さらに1990年には25.4％と，浅いU字形を示しながらも下降趨勢にあって1970年代における上昇趨勢とは反対であるため，この総固定資本形成，または資本投資との相関式による予測Bではセメント需要は最低の成長率を示している。そのうえ，全資本投資における民間資本投資の割合は1970年代における安定した割合（62～68％）とは異り，1980年に67％であるものが，1985年および1990年の両年には76％と大きく変化している。これは前期10年間と今期10年間との間に総固定資本形成の内容に相当の変化がありうることを意味している。

さらに投資額については前期10年間において各年毎に相当変動したが，今期10年間におけるそれも同様であろう。たゞし今期10年間の金額は前期10年間の実績にもとづく趨勢に比しても，さらに1980年代のGDP成長率目標を達成するにしても幾分低すぎるように思

国内総生産に占める総固定資本形成の割合

（単位：%）

	1970	1975	1980	1985	1990
民　間	12.1	14.1	17.7	18.0	19.3
	(68)	(62)	(67)	(76)	(76)
政　府	5.7	8.5	8.8	5.7	6.1
	(32)	(38)	(33)	(24)	(24)
計	17.8	22.6	26.5	23.7	25.4
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

注：括弧内数字は総投資に占める民間投資と公共投資の割合を示す。

われる。(注) そこでGDPの成長率と，GDPに占める投資または総固定資本形成の割合との関係（資本係数）を1970年代実績と1980年代の計画数字（FMP参照）にもとづいて計算したがその結果は次に示す通りである。

期　間	国内総生産成長率の平均(%)（各年における成長率〔g〕の平均）	国内総生産に占める総固定資本形成の平均（各年における割合〔s〕の平均）	資本係数（各年における $c = \frac{s}{g}$ の平均）
1971～1975年	7.19 (8.79)	22.07 (21.93)	7.78 (2.65)
1976～1980年	8.57	23.26	2.80
1971～1980年	7.88 (8.67)	22.67 (22.67)	5.29 (2.73)
1981～1985年	7.60	24.80	3.26
1986～1990年	8.50	24.73 〔29.75〕	2.91 〔3.50〕
1981～1990年	8.00	24.76 〔27.27〕	3.09 〔3.38〕

注1：丸括弧（　）内の数字は1975年における異常な数字を除いた修正値を示す。

注2：角括弧〔　〕内の数字は我々の予測値を示す。

注：1970年から1980年における国内総生産ならびに総固定資本形成の実績値にもとづいて作成した両者の相関方程式を用いて，第4次マレーシアプランに掲げられている国内総生産目標を達成するのに必要な総固定資本形成を計算した。求められた数字は第4次マレーシアプランに記されているものより大きい。

上記にもとづき，1970年代におけるGDPに占める総固定資本形成とGDPの成長率との平均比率は5.3であるが，修正値は2.7である。このことから1970年代の傾向としては資本係数は約3.0と仮定できるであろう。そして1981年から1985年にいたる期間の比率は3.3であることは容易に受容れられる。ただし1986年から1990年にいたる期間の比率が2.9であることについてはこれが前期間の3.3から2.9に下向しながら，一方で当期間のGDP成長率が前期よりずっと大きい8.5％を目指そうとしていることに懸念が生じる。全世界の多数国における統計実績からしても年が経つにつれてより多くの総固定資本形成または投資が行われてこの比率が徐々に大きくなる傾向があると一般に考えられている。

したがって1986年から1990年にわたる期間におけるこの比率は若干ふえて3.5になると予測した。そうすれば1990年における総固定資本形成はM$ 16,886百万（1970年価格）になりGDPの約30％になると予想される。1990年におけるこの計画値M$ 14,436百万からの増加分がもし政府資金でまかなわれるとすれば，民間と政府の資本投資の比率は約65％：35％となる。民間ならびに政府資本投資の内容についてはさらに検討を要するが，比率については1980年におけるものとほゞ同様である。

かくして修正済総固定資本形成との相関式によって予測したセメント需要は1990年に8339千トンに達し1981年から1990年にいたる年平均成長率は10.05％となる。そして第V－1－1表に示す4つの予測（A，B，C，D）は楽観的予測の年平均成長率約12％（予測AおよびD）と，悲観的予測である年平均成長率約10％（予測BおよびC）との2グループに分けられる。

最も確率の高い成長率は10％と12％の中間より1/4だけ上廻った11.5％（E欄の（可能性最大）に示す通り）になると思われが，この中間点を上廻るよう予測した理由としては次のことが挙げられる。

(1) マレーシアにおけるセメント消費量実績はこれまで国産品の不足により抑制されてきた。

(2) 総固定資本形成の各主要分野において単位支出当りのセメント使用量は次の事由により相当増加すると考えられる。

(a) 今後建設されるインフラストラクチャーはより大きな負荷に耐えうるものであることを要する。

(b) 労働力不足のため従来通りの煉瓦造りの住宅にかわってより多くのコンクリート住宅の建設が予想される。

(c) 今後より多くの重化学工業設備が建設される見込みである。

1980年代におけるセメント需要予測を要約すればマレーシア工業開発庁（MIDA）は（1981年から1988年までの間）15％の年平均成長率を予測した。そしてセメント業界としては年率12～10％とみているが，我々としては上述のごとく11.5％と予測する。

西マレーシアの1990年の需要は次の方程式によりGDPに比例するものと予測した。

$$Y_P = Y_M \times \frac{GDP_P}{GDP_M}$$

Y_P ： 西マレーシアにおけるセメント需要

Y_M ： マレーシアにおけるセメント需要

GDP_P ：西マレーシアにおけるGDP（1990年でM$ 48,344百万）

GDP_M ：マレーシアにおけるGDP（1990年でM$ 56,760百万）

これによる需要予測は第V－1－2表のG欄（可能性最大）に示す通りである。

西マレーシアの需要はまた次に示す方程式のように1969年から1978年にいたるセメント消費実績にもとづくロジスティック曲線で予測を行った。

$$Y = \frac{19,951.2}{1 + 28.0567e^{-0.129821t}}$$

$(R^2 = 0.961374)$

Y ： セメント需要

t ： 1969年以降の年数

計算されたセメント需要は第V－1－2表F欄に示す通りである。

表V－1－2　西マレーシアにおける需要予測

（単位：M/T）

年＼予測	F		G（可能性最大）	
1980	2,888	(244)	2,608	(220)
1981	3,224	(266)	2,907	(240)
1982	3,590	(289)	3,240	(261)
1983	3,988	(313)	3,611	(284)
1984	4,419	(339)	4,025	(309)
1985	4,881	(365)	4,486	(336)
1986	5,376	(394)	5,000	(367)
1987	5,901	(424)	5,573	(400)
1988	6,454	(454)	6,212	(437)
1989	7,033	(485)	6,924	(477)
1990	7,635	(515)	7,715	(521)
			11.5％（年平均成長率，1981～1990）	

注：括弧内数字は一人当り需要を示す。

予測Gにおける各年の需要は同率で伸びると仮定して計算すると11.5％の年平均成長率となる。予測FならびにGで求めた1980年代の需要は互いに非常に似通っているが，このことは（マレーシアの予測から導き出された）予測Gが西マレーシアの予測として使えることを支持するものとみることができる。

V－1－2　輸出入の可能性

(1)　輸　　入

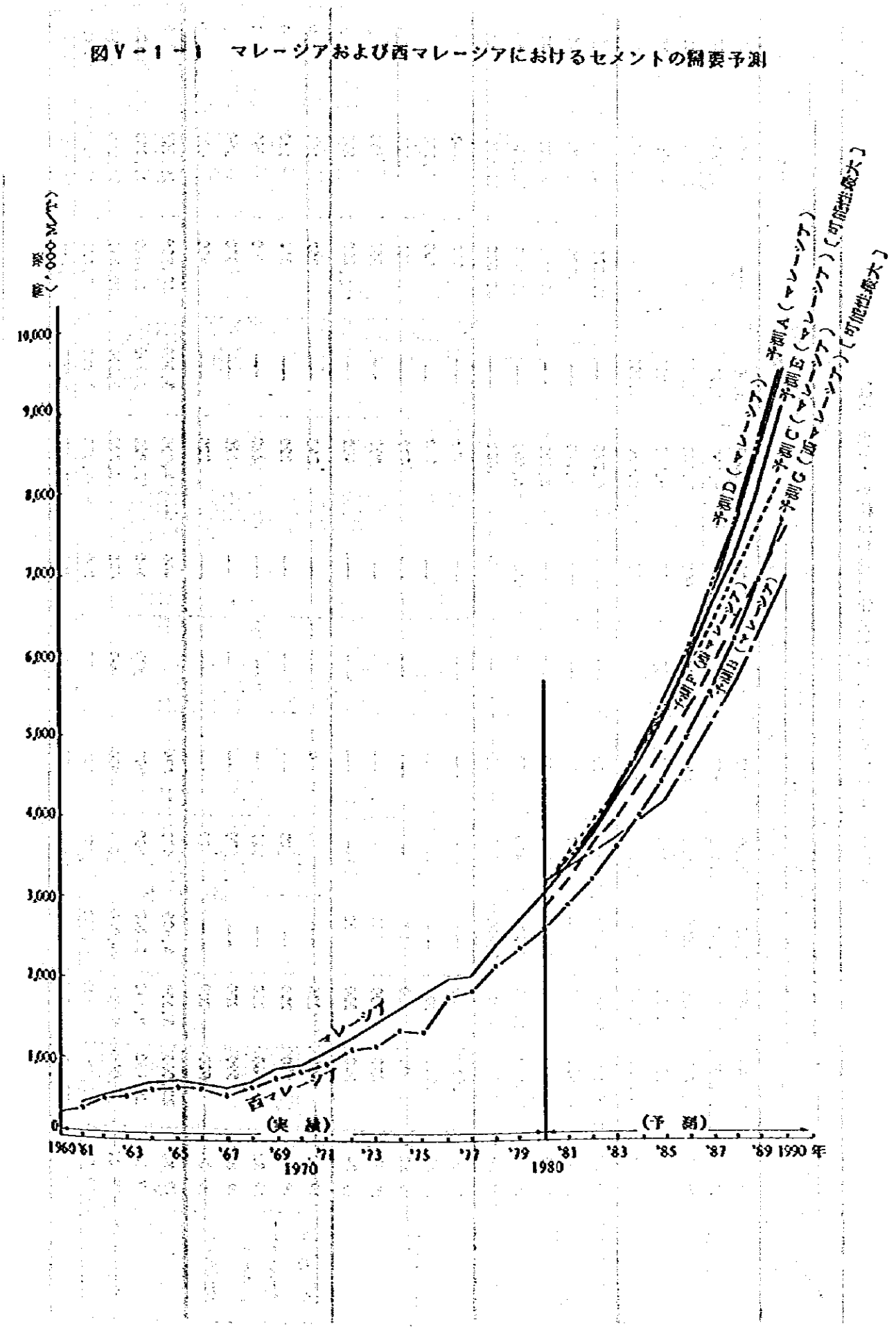
1980年に西マレーシアでは1979年のほゞ2倍に達する321千M/Tのセメントを輸入した。これは主として一方では認可済プロジェクトの企業化のおくれによるものであり，他方では需要の急速な伸びによるものである。APMO社の増設が完了した現在では，それが予定通り順調に稼動すれば西マレーシアは事実上自給可能の状況にある。

たゞし東マレーシアにおいては1980年に122千M/Tのセメントと258千M/Tのクリンカー輸入が行われた。したがってマレーシア全体としてはなおセメントの供給は不足しているといえる。

(2)　輸　　出

輸出市場の需給事情は表V－1－3から表V－1－6に示す通りである。

図Ⅴ－1－1　マレーシアおよび西マレーシアにおけるセメントの需要予測



表V－1－3　セメント輸出市場における需要・供給予測

（単位：'000 M/T）

地域	年	輸入需要 (A)	輸出供給										バランス (B)−(A)
			東側主要輸出国						小計	東側その他諸国	西側	合計 (B)	
			日本	韓国	台湾	フィリピン	タイ	インドネシア					
東南アジア	1980	11,165	2,982	3,024	630	777		452	7,865	3,300	—	11,165	0
	1981	11,330	3,140	2,670	1,530	850	300	540	9,030	3,250	—	12,280	950
	1982	11,750	3,000	3,000	1,530	850	400	600	9,380	3,550	—	12,930	1,180
	1983	11,100	2,900	3,200	1,530	850	400	600	9,480	3,950	—	13,430	2,330
	1984	11,550	2,800	3,300	1,530	850	400	600	9,480	4,000	—	13,480	1,930
中近東	1980	16,350	4,863	1,385	—	13	—	14	6,275	—	10,075	16,350	0
	1981	16,600	5,300	2,570	250	50	—	—	8,170	—	10,000	18,170	1,570
	1982	17,600	5,300	2,900	250	50	—	—	8,500	—	10,000	18,500	900
	1983	17,850	5,000	3,200	450	50	—	100	8,800	—	10,000	18,800	950
	1984	17,350	4,700	3,600	450	50	—	200	9,000	—	10,000	19,000	1,650
米国西海岸	1980	1,050	473	—	—	—	—	—	473	—	577	1,050	0
	1981	1,000	500	—	—	—	—	—	500	—	500	1,000	0
	1982	1,100	500	100	—	—	—	—	600	—	500	1,100	0
	1983	850	400	100	—	—	—	—	500	—	350	850	0
	1984	600	300	100	—	—	—	—	400	—	200	600	0
その他 オーストラリア 太平洋諸島 モーリシャス	1980	500	236	—	3	4	—	—	243	—	257	500	0
	1981	530	200	—	20	—	—	—	220	—	310	530	0
	1982	560	200	—	20	—	—	—	220	—	340	560	0
	1983	590	200	—	20	—	—	—	220	—	370	590	0
	1984	620	200	—	20	—	—	—	220	—	400	620	0
合計	1980	29,065	8,554	4,409	633	794		466	14,856	3,300	10,909	29,065	0
	1981	29,460	9,140	5,240	1,800	900	300	540	17,920	3,250	10,810	31,980	2,520
	1982	31,010	9,000	6,000	1,800	900	400	600	18,700	3,550	10,840	33,090	2,080
	1983	30,390	8,500	6,500	2,000	900	400	700	19,000	3,950	10,720	33,670	3,280
	1984	30,120	8,000	7,000	2,000	900	400	800	19,100	4,000	10,600	33,700	3,580

注：東側のその他諸国：シンガポール，（再輸出）中国，北朝鮮，ベトナム
西側：西ヨーロッパ，東ヨーロッパ，アフリカ，ソ連，オーストラリア，アラブ諸国[illegible]

表Ⅴ－1－4　東南アジア諸国（主要輸出国）における需要・供給予測

（単位：'000 M/T）

国	年	1980（推定実績）	1981（見込）	1982	1983	1984
日本	能力	107,903	107,903	107,903	107,903	107,903
	国内需要	82,426 (100.7)	81,000 (98.3)	81,000 (100)	81,000 (100)	81,000 (100)
	生産	91,154 (84.5)	90,140 (83.5)	90,000 (83.4)	89,500 (82.9)	89,000 (82.5)
	輸出	8,554	9,140	9,000	8,500	8,000
韓国	能力	22,185	23,463	23,463	25,000	26,000
	国内需要	13,172 (83.2)	13,000 (98.7)	13,650 (105)	14,350 (105)	15,000 (105)
	生産	17,682 (79.7)	18,240 (77.7)	19,650 (83.7)	20,850 (83.4)	22,000 (84.6)
	輸入	—	—	—	—	—
	輸出	4,409	5,240	6,000	6,500	7,000
台湾	能力	15,960	17,760	18,500	19,600	20,500
	国内需要	13,302 (115.2)	13,300 (160)	13,950 (105)	14,650 (105)	15,400 (105)
	生産	14,035 (87.9)	15,100 (85)	15,750 (85)	16,650 (85)	17,400 (85)
	輸出	633	1,800	1,800	2,000	2,000
フィリピン	能力	5,657	5,657	5,657	5,657	5,900
	国内需要	3,646 (103.1)	3,800 (104.2)	4,000 (105)	4,200 (105)	4,400 (105)
	生産	4,516 (79.8)	4,700 (83.1)	4,900 (86.6)	5,100 (90)	5,300 (90)
	輸出	794	900	900	900	900
タイ	能力	5,925	8,725	8,725	8,725	9,500
	国内需要	6,341 (103.5)	6,700 (105.7)	7,000 (105)	7,350 (105)	7,700 (105)
	生産	5,302 (89.5)	6,870 (78.7)	7,400 (84.8)	7,750 (88.8)	8,100 (85)
	輸入	947	130	—	—	—
	輸出	—	300	400	400	400
インドネシア	能力	8,500	8,500	8,500	10,800	11,800
	国内需要	5,475 (133.4)	6,500 (118.7)	7,150 (110)	7,850 (110)	8,650 (110)
	生産	5,818 (68.5)	6,540 (76.9)	7,450 (87.6)	8,350 (77.3)	9,350 (79.2)
	輸入	127	500	300	200	100
	輸出	466	540	600	700	800
合計	能力	166,130	172,008	172,748	177,685	181,603
	国内需要	124,362 (101.1)	124,300 (100)	126,750 (102)	129,400 (102.1)	132,150 (102.1)
	生産	138,507 (83.4)	141,590 (82.3)	145,150 (84.0)	148,200 (83.4)	151,150 (83.2)
	輸入	1,074	630	300	200	100
	輸出	14,856	17,920	18,700	19,000	19,100

注：1. 国内需要の行における括弧内数字は対前年比（%）を表す。

2. 生産の行における括弧内数字は稼動率（%）を表す。

表Ⅴ－1－5　東南アジア諸国（除主要輸出国）における需要・供給予測

（単位：'000 M/T）

国	年	1980（推定実績）	1981（見込）	1982	1983	1984
中国	国内需要	58,900 (104.7)	61,600 (104.7)	64,500 (104.7)	67,500 (104.7)	72,000 (104.7)
	生産	58,100	60,800	63,200	66,200	70,700
	輸入	1,500	1,500	2,000	2,000	2,000
	輸出	700	700	700	700	700
香港	国内需要	3,000 (107)	3,100 (103)	3,200 (103)	3,300 (103)	3,400 (103)
	生産	—	—	350	1,400	1,400
	輸入	3,000	3,100	2,850	1,900	2,000
シンガポール	国内需要	1,400 (107)	1,450 (103)	1,500 (103)	1,550 (103)	1,600 (103)
	輸入	1,800	1,850	1,900	1,950	2,000
	輸出	400	400	400	400	400
東マレーシア	国内需要	500	550	600	650	700
	輸入	500	550	600	650	700
西マレーシア	国内需要	2,600 (110.2)	2,850 (110)	3,150 (110)	3,450 (110)	3,800 (110)
	生産	2,350	2,750	3,400	4,100	4,500
	輸入	300	100	—	—	—
	輸出	50	—	250	650	700
ベトナム	国内需要	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	生産	800	800	800	800	800
	輸入	300	400	500	600	700
インド	国内需要	22,300 (105)	23,000 (103)	23,700 (103)	24,400 (103)	25,100 (103)
	生産	20,700	21,200	21,700	22,400	23,100
	輸入	1,800	1,800	2,000	2,000	2,000
スリランカ	国内需要	600	650	700	750	800
	生産	400	400	400	400	400
	輸入	200	250	300	350	400
バングラデシュ	国内需要	800	850	900	950	1,000
	輸入	800	850	900	950	1,000
パキスタン	国内需要	4,200 (107)	4,300 (103)	4,400 (103)	4,500 (103)	4,650 (103)
	生産	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	輸入	200	300	400	500	650
合計	国内需要	95,600 (105.3)	99,550 (104.1)	103,950 (104.4)	108,450 (104.3)	114,350 (105.6)
	生産	86,350	89,950	93,850	99,300	104,900
	輸入	10,400	10,700	11,450	10,900	11,450
	輸出	1,150	1,100	1,350	1,750	1,800

注：1. 中国における需要ならびに供給量は次の仮定のもとに推定した。

1976年の生産実績　：　49,100,000 M/T

1978年以降の成長率　：　4.7%

（1976年の1975年に対する実績成長率）

2. 国内需要の（　）の数値内数字は対前年比（%）を示す。

表 V－1－6　中近東における需要・供給の予測

（単位：'000 M/T）

国	品	1980（推定実績）	1981（見込）	1982	1983	1984
サウジ・アラビア	国内需要	13,250 (112)	14,600 (110)	16,100 (110)	17,700 (110)	19,500 (110)
	生産	3,600	4,400	6,000	8,000	10,000
	輸入	9,650	10,200	10,100	9,700	9,500
クウェート	国内需要	2,550 (111)	2,650 (105)	2,800 (105)	2,950 (105)	3,100 (105)
	輸入	2,550	2,650	2,800	2,950	3,100
アラブ首長国連邦	国内需要	1,900 (105)	2,000 (105)	2,100 (105)	2,200 (105)	2,300 (105)
	生産	1,350	1,850	2,850	3,000	3,200
	輸入	750	400	400	300	200
	輸出	200	250	1,150	1,100	1,100
バーレーン	国内需要	250	300	300	350	350
	輸入	250	300	300	350	350
カタール	国内需要	450	500	550	600	650
	生産	250	250	250	250	250
	輸入	200	250	300	350	400
オマーン	国内需要	550	600	600	650	650
	輸入	550	600	600	650	650
イラク	国内需要	4,250 (118)	3,900 (92)	4,300 (110)	4,600 (110)	5,100 (110)
	生産	3,100	3,100	3,100	3,100	3,600
	輸入	1,150	800	1,200	1,500	1,500
南・北イエメン	国内需要	550	600	600	650	650
	輸入	550	600	600	650	650
イラン	国内需要	7,000 (100)	6,300 (90)	7,000 (110)	7,700 (110)	8,500 (110)
	生産	6,900	6,200	6,500	6,700	7,500
	輸入	100	100	500	1,000	1,000
ヨルダン	国内需要	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	生産	500	500	500	1,000	1,500
	輸入	600	700	800	400	
合計	国内需要	31,850 (107.6)	32,650 (102.5)	35,650 (109.2)	38,800 (108.8)	42,300 (109)
	生産	15,700	17,300	19,200	22,050	26,050
	輸入	16,350	16,600	17,600	17,850	17,350
	輸出	200	250	1,150	1,100	1,100

注：国内需要の行の括弧内数字は対前年比（%）を表わす。

環太平洋諸国，南アジアおよび（スエズ運河以東の）中近東地域における1980年の輸入需要は約29.1百万M/Tであったが，これは非常に徐々に伸び1984年には30.1百万M/Tに達するであろう。他方東南アジア諸国における輸出能力は1980年において18.2百万M/Tであったが，これは1984年には23.1百万M/Tに伸びるであろう。

さらに，この地域に対し西側諸国から1980年に10.9百万M/Tの輸出があり，これが1984年には10.6百万トンと若干ながら減るとみられる。したがって1981年から1984年の間にはセメント輸出市場には供給過剰が生じると予想される。この事情からすれば輸出価格とその収益性は当然低下するであろう。

1984年以降の輸出市場は数量的に正確な予想をすることはむつかしいが以下のことは云えよう。

(a) セメントは建設資材としては不可欠のものであるから各消費国においてできる限り経済的に生産しなければならない。

(b) セメント供給については原則として各国とも自給体制をとろうとする。

(c) セメントは重量物であるため袋詰めでは長距離にわたって経済的に運送し難いものである。

セメントの上記特性を考慮すればそれは非常な利益をあげて輸出できる商品ではなく，従って輸出比率を非常に高くすることもできない。ゆえに長期的にみれば工場の収益性と操業の安定性を維持するためには輸出比率は全販売量の10％かそれを幾分上廻る程度を超えるべきではない。

さらに既存4社ならびにペラク・ハラおよびパハン・セメントの両プロジェクトも内陸深くにあるためFOBコストは高くなり，そのため輸出の可能性は制限されるという点で西マレーシアには幾らか不利な点がある。港の近くにあるので多量の輸出を行うことができるセメント会社は一社（ケダ・セメント）だけある。しかし一般に国内市場で販売する方がより多くの利益を挙げうるので，この会社とても全製品を輸出することはできない。要約すれば西マレーシアとしては全消費量の10％かそれを幾分上廻る程度の数量を妥当な価格で主としてタイ，ベトナム，東マレーシア，インドネシア（例えばカリマンタンおよびスマトラ），パキスタン，バングラデシュ等の近隣諸国に対し，そこで需要があれば，輸出できると云うことができよう。

V－1－3　供給予測

既述のごとくマレーシアにはセメント製造会社が5社ある。このうち1社は東マレーシアのCMSで輸入クリンカーの粉砕を行っている（公称能力年間432千M/T）。残りの4社は西マレーシアの西部に工場を有する。西マレーシアにおける全公称能力は1980年で2560千TPYで，実能力は2400千M/Tであった。同年における実生産量は2354千M/Tであった。APMC社のラリン工場の1200千TPYプラントが完成したので公称能力は3760千

TPYとなったし，実能力は1981年で2760千M/T，1982年で3380千M/Tになると予想されている。

1981年5月から6月にかけてマレーシアで現地調査を行った時点では認可済ではあるが企業化してないプロジェクトが3つであったが，その後政府認可申請を行ったものが3つすなわち1つの新規プロジェクト（ケダ・セメント）と2つの増設プロジェクト（タセックおCIMA）である。これらを列挙すれば次の通りとなる。

プロジェクト	公称能力（千TPY）
認可済で企業化してないもの	
シメン・ペラク	500
パハン・セメント	500
ペラク・ハラ	1,200
新規プロジェクト申請	
ケダ・セメント	1,200
増設申請	
タセック	1,500
CIMA	1,000
計	5,900
クリンカー生産プラント申請	440*
（東マレーシアのサラバ・セメント）	

（＊ サラバ・セメントはクリンカーのみを生産し，CMSでそれを粉砕する。CMSの能力は既に計算済ゆえ，今回サラバ・セメントは計算に入れない。）

将来の供給についてマレーシア工業開発庁（MIDA）では1981年の初めに上記諸プロジェクトの企業化の可能性によって次のような3つのケース・スタディを行っていた。

ケースⅠ：認可済の3プロジェクト（ペラク・ハラ，パハン・セメント，およびシメン・ペラク）と，新規1プロジェクト（ケダ・セメント）ができるだけ早い機会に（1984年以前）に生産を開始する。

ケースⅡ：各プロジェクトの操業開始時期は現実の企業化計画の進捗状況を勘案して決める（ペラク・ハラおよびケダ・セメントは1984年，パハン・セメントはその2年後に稼動開始予定）。シメン・ペラクは抹消。

ケースⅢ：ケースⅡの考え方に新しい構想を加えたもので，タセックおよびCIMAの増設は1983年に稼動，そしてケランタン・セメントは1986年に企業化すると予想する。

MIDAの供給予測は既に第Ⅱ－2－6から Ⅱ－2－11表に掲げた通りである。

全マレーシアについては西マレーシアにおけるケースの各々にCMSまたはサラバ・セメントを加える必要がある。サラバ・セメントの公称能力は440千TPYで，1984年にクリンカー生産を開始すると予想した。サラバ・セメントが操業開始すれば同社とCMSとの2社で一つの一貫セメント会社とみるべきである。

V－1－4　需要・供給バランス予測と新規参入の可能性

V－1－1で述べたように マレーシアならびに西マレーシアにおける需要はそれぞれ1980年の3050千M/T，および2608千M/Tから年平均11.5％の率で成長すると予想される。他方マレーシアおよび西マレーシアにおける供給はV－1－3に示すよう3つのケースで増加するとみられる。

マレーシアにおける需給バランス予想は第V－1－8表に示す通りである。同表の「ケースⅢ修正」においてはクランタン・セメント社が業界に新規参入する最適時期を見出すための計算上の理由から，同社の能力は供給から除外してある。

西マレーシアの需給バランス予測も同様にして作成したが，CMSまたはサラバ・セメントは含んでいない（表V－1－9参照）。

表Ⅴ－1－7　マレーシアにおけるセメントの需要・供給予測

（単位：'000M/T）

年	需要 (A)	ケースⅠ 供給 (B)	ケースⅠ バランス (B－A)	ケースⅡ 供給 (C)	ケースⅡ バランス (C－A)	ケースⅢ 供給 (D)	ケースⅢ バランス (D－A)	ケースⅢ修正 供給 (E)	ケースⅢ修正 バランス (E－A)
1981	3,401	3,160	Δ 241	3,160	Δ 241	3,160	Δ 241	3,160	Δ 241
1982	3,792	3,780	Δ 12	3,780	Δ 12	3,780	Δ 12	3,780	Δ 12
1983	4,228	4,800	572	3,780	Δ 448	4,530	302	4,530	302
1984	4,714	6,330	1,616	5,220	506	7,470	2,756	7,470	2,756
1985	5,256	6,840	1,584	5,940	684	8,190	2,934	8,190	2,934
1986	5,861	6,840	979	6,240	379	9,210	3,349	8,490	2,629
1987	6,535	6,840	305	6,390	Δ 145	9,720	3,185	8,640	2,105
1988	7,286	6,840	Δ 446	6,390	Δ 896	9,720	2,434	8,640	1,354
1989	8,124	6,840	Δ1,284	6,390	Δ1,734	9,720	1,596	8,640	516
1990	9,058	6,840	Δ2,218	6,390	Δ2,668	9,720	662	8,640	Δ 418

表Ⅴ－1－8　西マレーシアにおけるセメントの需要・供給予測

（単位：'000 M/T）

年	需要 (A)	ケースⅠ 供給 (B)	ケースⅠ バランス (B－A)	ケースⅡ 供給 (C)	ケースⅡ バランス (C－A)	ケースⅢ 供給 (D)	ケースⅢ バランス (D－A)	ケースⅢ修正 供給 (E)	ケースⅢ修正 バランス (E－A)
1981	2,907	2,760	Δ 147	2,760	Δ 147	2,760	Δ 147	2,760	Δ 147
1982	3,240	3,380	140	3,380	140	3,380	140	3,380	140
1983	3,611	4,400	789	3,380	Δ 231	4,130	519	4,130	519
1984	4,025	5,930	1,905	4,820	795	7,070	3,045	7,070	3,045
1985	4,486	6,440	1,954	5,540	1,054	7,790	3,304	7,790	3,304
1986	5,000	6,440	1,440	5,840	840	8,810	3,810	8,090	3,090
1987	5,573	6,440	867	5,990	417	9,320	3,747	8,240	2,667
1988	6,212	6,440	228	5,990	Δ 222	9,320	3,108	8,240	2,028
1989	6,924	6,440	Δ 484	5,990	Δ 934	9,320	2,396	8,240	1,316
1990	7,715	6,440	Δ1,275	5,990	Δ1,725	9,320	1,605	8,240	525

前掲の表から次のことがわかる。

a) マレーシア全体で考えた場合ケースⅠのように，もし旧認可済の3プロジェクトに加えて新規1プロジェクト（ケダ・セメント）が企業化したり，あるいはまたケースⅡのように旧認可済のプロジェクトに加えて，旧認可済1プロジェクトと入れ替えに新規1プロジェクト（ケダ・セメント）が企業化し，そしてそのいずれの場合にも既存メーカーは増設せず，そしてまた輸出は全消費量（国内消費プラス輸出）の10％かあるいはそれを幾分上廻る程度であるならば，新規プロジェクトはケースⅡの場合1986年以降，またケースⅠの場合1987年以降に参入の可能性がある。

b) ケースⅡの可能性に加えて，もし既存メーカーが増設し，さらに新規1プロジェクト（ケランタン・セメント）が早期に企業化を認められるならば，1989年に至るまで供給過剰は続き，全消費量の10％かそれを幾分か上廻る程度の輸出では解消しきれないと予想される（ケースⅢ参照）。

c) ケースⅢ修正においては既述の如く計算上の目的のためケランタン・セメント・プロジェクトは除外してある。この場合ケランタン・セメントは1989年以降に操業を開始しうる可能性のあることがわかる。

d) たゞし，もし需給バランスを西マレーシアだけで考えるならばケースⅠにおいては1988年以降，ケースⅡでは1987年以降に新規参入の可能性があると予想される。

e) ケースⅢおよびケースⅢ修正において，西マレーシアだけの情勢はマレーシア全体におけるものよりも悪く，ケースⅢでは1990年まで供給過剰状態があり，ケースⅢ修正では1990年に新規参入の可能性があると予想される。

上述のことは次のごとく要約できる。

a) 旧認可済の全プロジェクトが企業化しても深刻な問題は起らないであろう。むしろ政府としてはこれ等プロジェクト企業化の正確な進捗状況のチェックが肝要となる。もしそれを怠るならばセメント不足状態が生じるであろう。（サラバ・セメント社によるクリンカー製造工場は建設されるものと仮定済）。

b) 旧認可済プロジェクトの企業化がこれ以上遅延する可能性があれば何等かの措置を講ずる必要が生じる。実際的な一例としては既存製造会社で能力を有するものに増設を認めることであり，またもう一つの方法としては新規プロジェクトを認めることであろう。これが我々のフィージビリティ・スタディ期間中の1981年9月にマレーシア政府が2件の増設計画（タセックおよびCIMA）と新規プロジェクト1件の認可を行った主な理由となるであろう。

c) 上記の政府措置がすでに講じられて我々としてはケースⅢ修正しか論じられなくなったが，もしマレーシア全体で事態を考えるならば1989年にケランタン・セメント社が740千～1200千TPYの能力で新規参入する余地があるのであろう（第Ⅴ－1－10表参照）。

d) もし西マレーシアだけの見地からみれば740千～1200千TPYの能力を有するケ

ランタン・セメント社の業界参入は1990年になるであろう。

e) 一方もしペラク・パラヤパハン・セメントが何等かの理由で企業化を行わなければ，ケランタン・セメントは上述の時期より早く操業開始が可能となろう。そしてその可能性はなおありそうに思われる。

f) さらにまたセメントは過去において西マレーシアから東マレーシアに輸出されていたが，将来においてもそのチャンスはある。そしてこの種の輸出は事実上国際収支バランスとは無関係の国内取引である。

g) 結論として需給バランスは全マレーシアの観点から考慮することが好ましく，そうすれば740千～1200千TPYの通常規模の工場を有するケランタン・セメント社が新規に参入しうる時期はそれが経済採算のとれるものである限り1989年である。

表Ⅴ－1－9　ケランタン・セメント社が1989年に稼動開始した場合のセメントの需給状況予想

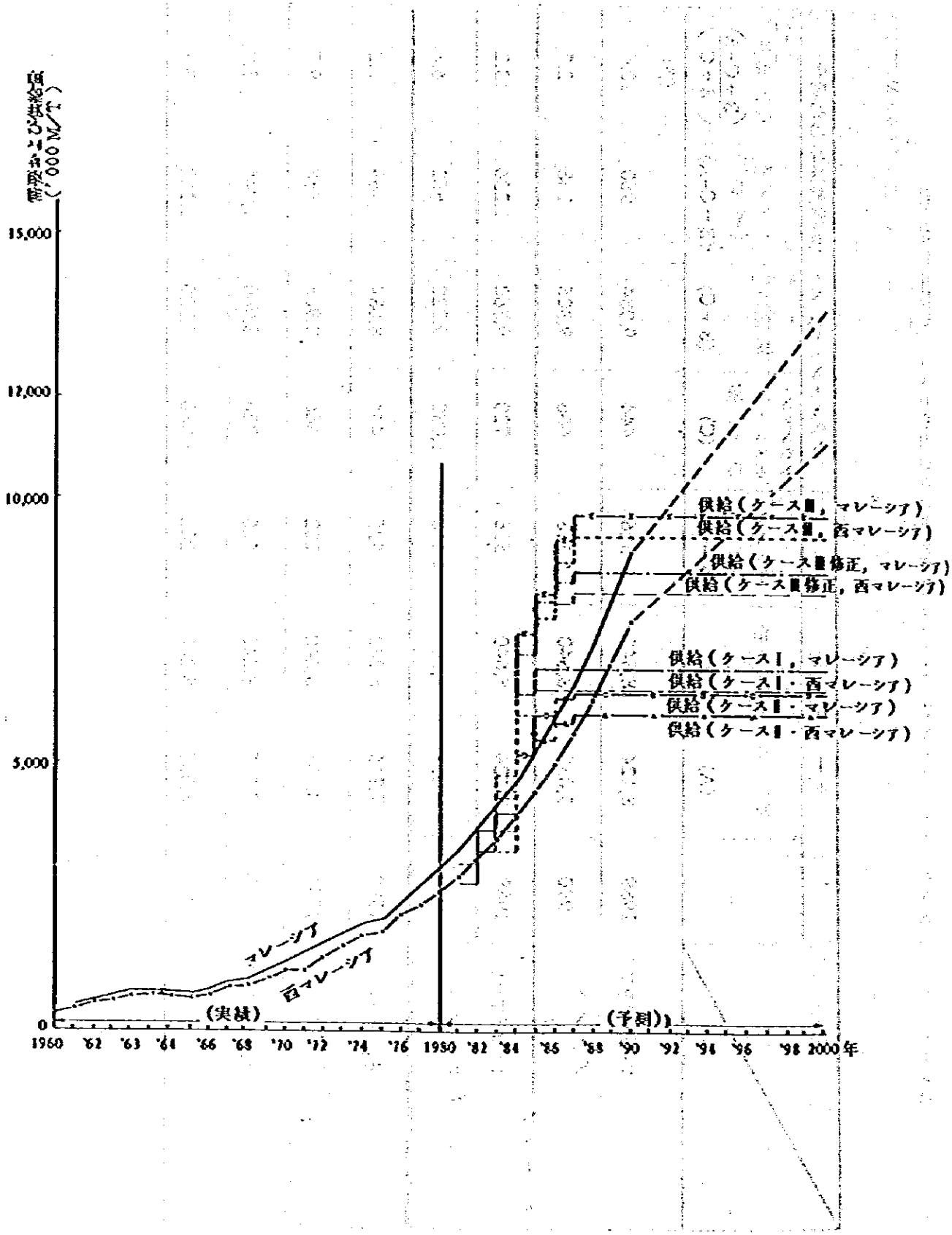
（単位：'000 M/T）

		ケースⅢ修正				ケランタン・セメント社が稼動開始した場合			
		年	需要 (A)	供給 (B)	バランス (B－A)	ケランタン・セメント社の供給 (C)	供給計 (B＋C)	バランス（輸出） (B＋C－A)	輸出比率*2 $\left(\frac{B+C-A}{B+C}\right)$ (%)
マレーシア	740千TPYプラント	1989	8,124	8,640	516	444	9,084	960	10.6
		1990	9,058	8,640	△418	666	9,306	248	2.7
	1200千TPYプラント	1989	8,124	8,640	516	720	9,360	1,236	13.2
		1990	9,058	8,640	△418	1,080	9,720	662	6.8
西マレーシア	740千TPYプラント	1990	7,715	8,240	525	444	8,684	969	11.2
		1991	8,038	8,240	202	666	8,906	868	9.7
	1200千TPYプラント	1990	7,715	8,240	525	720	8,960	1,245	13.9
		1991	8,038	8,240	202	1,080	9,320	1,282	13.8

注1. 実稼動率100％を前提とする。

2. 輸出比率＝輸出÷（国内需要＋輸出）

図Ⅴ－1－2　マレーシアおよび西マレーシアにおけるセメントの需要・供給予測



V－2　東部海岸諸州における地域開発予測

V－2－1　3州（ケランタン，トレンガヌおよびパハン）における経済概観

(1) 前期10年間

a) ケランタン州

第V－2－1表に示すように前期10年間の初まりの頃におけるこの州の一人当りGDPは$564.1，全国平均の0.48で，マレーシアの最低であった。この10年間の終りにいたるまでGDPは年率7.4％で成長し〔国のGDP成長率8.1％（1972～1980年）〕，製造業，ユーティリティーズ，政府およびその他サービス部門で顕著な成長を示した。人口成長2.7％であったので一人当りGDPの成長は国の一人当りGDP成長5.1％に比し4.6％にとどまり，マレーシアの平均に対する割合は期初とほゞ同じにとどまった。こゝでは農業部門はGDPの構成比においてかなりの減少を示したとはいえ，なお最大の構成比（33.6％）を有している。

b) トレンガヌ州

第V－2－2表に示すように前期10年間の最初においてこの州の一人当りGDPは$614.8で，国全体の平均の0.52であった。しかしこの州では3.2％という高い人口成長率（国の平均は2.8％）にもかゝわらずGDPならびに一人当りGDPはそれぞれ12.3％ならびに8.8％と顕著な成長を遂げた。

前期10年間の終り頃に始まった沖合の石油生産ならびにトレンガヌ・テンガ（Trengganu Tengah）における大規模な土地開発とがこのすばらしい経済成長に最大の貢献をなしたのである。

c) パハン州

1971年におけるこの州の一人当りGDPは$1169.8で第V－2－3表に示すように全国平均と同じであった。今期10年間においてGDPならびに一人当りGDPはそれぞれ7.3％および2.7％の成長を示した。しかし高率の人口増（4.5％）により，この州の一人当りGDPは1980年には国平均の0.81となった。

この州の経済成長に最大の貢献をなしたものはパハン・テンガラ（Pahang Tenggara）およびジェンカ（Jengka）における大規模土地開発とそれに続く資源利用産業の誘致であった。

(2) 今期10年間

a) ケランタン州

GDPおよび一人当りGDPの年成長率はそれぞれ12.4％および9.9％と推定されている。

1990年における一人当りGDPは全国平均の0.69になるであろう。FMPによれば

この州の経済成長はやはり既存農業地域の生産性ならびに南ケランタン地域における資源開発の動向いかんによって決められるであろう。[注1] コタバル空港は大型機を収容しうるよう開発し，1983年完成の予定である。天然ガスが沖合で生産される見込もある。[注2]

経済開発計画を円滑に遂行するためのセメントの安定供給確保が不可欠であることと，さらにセメント工場の建設によって雇用，付加価値ならびにその他多くの利益増加をもたらすため，ケランタン州としてはセメントの生産に興味を持っている。

b) トレンガヌ州

この州のGDPおよび一人当りGDPはそれぞれ11.5％および8.4％で成長し，1990年における一人当りGDPは全国平均の0.95になるであろう。石油やガスの生産と，産業や農業の生産増大によりこの州の経済は著しい成長を示すと予想される。資源利用ならびに重化学工業の建設にしたがって急速な産業化が実現するであろう。[注3]

c) パハン州

パハン州におけるGDPおよび一人当りGDPはそれぞれ13.7％ならびに9.5％で増加し，1990年に後者は国平均の1.17になるであろう。

この顕著な成長は新規土地開発計画，木材生産，製造部門の拡張によるものであろう。

（注1　FMP，P178参照。
注2　1981年5月ケランタン州，経済開発庁刊，「ケランタン州の経済展望に関する小論文」参照。
注3　FMP，P178参照。
注4　Ibid，P181参照。）

表Ⅴ－2－1　ケランタン州における産業別州内総生産，1971～1990年

	州内総生産（百万Mドル，1970価格）				平均年間成長率（%）				州内総生産に占める割合（%）			
	1971	1980	1985	1990	1972～1980	1981～1985	1986～1990	1981～1990	1971	1980	1985	1990
農林・水産業	184	264	390	547	4.1	8.1	7.0	7.6	44.6	33.6	25.9	21.7
鉱　業	1	2	3	4	8.0	8.4	5.9	7.2	0.2	0.3	0.2	0.2
製造業	14	41	131	261	12.7	26.2	14.8	20.3	3.4	5.2	8.7	10.3
建設業	20	39	59	94	7.7	8.6	9.8	9.2	4.8	5.0	3.9	3.7
電気・ガス・水道	4	14	35	63	14.9	20.1	12.5	16.2	1.0	1.8	2.3	2.5
運輸・倉庫・通信	27	65	104	168	10.3	9.9	10.1	10.0	6.5	8.3	6.9	6.7
卸売・小売業，ホテル，飲食業	32	69	147	256	8.9	16.3	11.7	14.0	7.7	8.8	9.8	10.1
金融，保険，不動産，サービス業	67	100	166	268	4.6	10.7	10.1	10.4	16.2	12.7	11.0	10.6
政府サービス	52	158	380	678	13.1	19.2	12.3	15.7	12.6	20.1	25.2	26.9
その他サービス	1	12	50	100	31.8	33.0	14.9	23.6	0.2	1.5	3.3	4.0
計	402	764	1,465	2,439	7.4	13.9	10.7	12.3				
国内総生産（購入者価格表示）	413	786	1,507	2,524	7.4	13.9	10.9	12.4	100	100	100	100
人口（千人）	732.2	933.6	1,052.7	1,170.1	2.7	2.4	2.1	2.3	－	－	－	－
一人当り国内総生産（$）	564.1	842	1,431.6	2,157.1	4.6	11.2	8.5	9.9	－	－	－	－
全国平均に対する割合	0.48	0.46	0.61	0.69	－	－	－	－	－	－		－

資料：FMP

表Ⅴ－2－2　トレンガヌ州における産業別州内総生産，1971年～1990年

	州内総生産（百万Mドル，1970年価格）				平均年間成長率（%）				州内総生産に占める割合（%）			
	1971	1980	1985	1990	1972～1980	1981～1985	1986～1990	1981～1990	1971	1980	1985	1990
農林・水産業	120	234	336	489	7.7	7.5	7.8	7.6	44.8	30.8	24.5	21.7
鉱　業	12	166.6	282.13	380.16	33.9	11.1	6.1	8.6	4.5	21.9	20.5	16.9
製造業	12	50	126	248	17.2	20.3	14.5	17.4	4.5	6.6	9.2	11.0
建設業	5	19	45	86	16.0	18.8	13.8	16.3	1.9	2.5	3.3	3.8
電気・ガス・水道	2	13	31	59	23.1	19.0	13.7	16.3	0.7	1.7	2.3	2.6
運輸・倉庫・通信	10	18	35	64	6.7	14.2	12.8	13.5	3.7	2.4	2.5	2.8
卸売・小売業，ホテル，飲食業	22	42	77	131	7.4	12.9	11.2	12.0	8.2	5.5	5.6	5.8
金融，保険，不動産，サービス業	39	68	126	222	6.4	13.1	12.0	12.6	14.6	9.0	9.2	9.8
政府サービス	38	117	262	478	13.3	17.5	12.8	15.1	14.2	15.4	19.1	21.2
その他サービス	1	10	13	22	29.2	6.6	11.1	8.2	0.4	1.3	1.0	1.0
合　計	261	737	1,333	2,179	12.2	12.6	10.3	11.4				
国内総生産（購入者価格表示）	268	759	1,373	2,254	12.3	12.6	10.4	11.5	100	100	100	100
人口（千人）	435.9	576.9	668.7	761.7	3.2	3.0	2.6	2.8	－	－	－	－
一人当り国内総生産（$）	614.8	1,316	2,053.2	2,959.2	8.8	9.3	7.6	8.4	－	－	－	－
全国平均に対する割合	0.52	0.72	0.88	0.95	－	－	－	－	－	－	－	－

資料：EPU

表Ⅴ－２－３　パハン州における産業別州内総生産，１９７１～１９９０年

	州内総生産（百万Mドル，1970年価格）				平均年間成長率（%）				州内総生産に占める割合（%）			
	1971	1980	1985	1990	1972～1980	1981～1985	1986～1990	1981～1990	1971	1980	1985	1990
農林・水産業	305	458	690	969	4.6	8.5	7.0	7.8	47.1	37.6	26.9	22.0
鉱業	36	26	48	63	−3.4	13.0	5.0	9.3	5.6	2.1	1.9	1.4
製造業	41	191	725	1,469	18.6	30.6	15.2	22.6	6.3	15.7	28.3	33.3
建設業	26	39	106	202	4.6	22.1	13.8	17.9	4.0	3.2	4.1	4.6
電気・ガス・水道	5	20	63	119	16.7	25.8	13.6	19.5	0.8	1.6	2.5	2.7
運輸・倉庫・通信	27	52	149	279	7.6	23.4	13.4	18.3	4.2	4.3	5.8	6.3
卸売・小売業，ホテル，飲食業	39	83	178	309	8.8	16.5	11.7	14.0	6.0	6.8	6.9	7.0
金融，保険，不動産，サービス業	54	97	193	329	6.7	14.8	11.3	13.0	8.3	8.0	7.5	7.5
政府サービス	83	194	306	475	9.9	9.5	9.2	9.4	12.8	15.9	11.9	10.8
その他サービス	13	23	33	51	6.5	7.5	9.1	8.3	2.0	1.9	1.3	1.2
計	629	1,183	2,491	4,265	7.3	16.1	11.4	13.7				
国内総生産（購入者価格表示）	647	1,218	2,565	4,413	7.3	16.1	11.5	13.7	100	100	100	100
人口（千人）	553.1	819.8	1,003.6	1,201.9	4.5	4.1	3.7	3.9	−	−	−	−
一人当り国内総生産（$）	1,169.8	1,486	2,555.8	3,671.7	2.7	11.5	7.5	9.5	−	−	−	−
全国平均に対する割合	1.00	0.81	1.09	1.17	−	−	−	−	−	−	−	−

資料：FMP

V－2－2　セメントの需給状況

(1)　需給バランス

1980年および1981年前半は西マレーシアではセメントが全般的に不足していた。ケランタン州およびトレンガヌ州におけるセメント不足は最も深刻であったが，これは先ずセメント工場からケランタン州へのセメント輸送用の貨車や機関車が不足していたことと，次いでセメント工場から最遠隔地であるケランタン州やトレンガヌ州まで高い輸送費を負担してセメントを供給することに対しセメントメーカーとしては消極的にならざるをえなかったらであるが，とくに後者の事情は1980年11月から1981年3月までの間，西マレーシア全体にわたり同一セメント価格が実施されていたときに顕著に見られたことである。

東部海岸諸州すなわちケランタン州，トレンガヌ州，パハン州におけるセメント消費量は次の表に示す通りである。

表V－2－4　ケランタン州，トレンガヌ州および
パハン州におけるセメント消費量

（単位：'000M/T）

年＼州	ケランタン州	トレンガヌ州	パハン州	計
1979年	82.6	41.4	111.0	235.0
1980年	118.2 (143.1)	81.5 (196.9)	132.5 (119.4)	332.2 (141.4)
1981年	151.7 (128.3)	103.3 (126.7)	160.2 (120.9)	415.2 (125.0)

注1：1月から10月までの消費量実績より推定

（1～10月実績 × $\frac{12}{10}$ ）。

注2：括弧内数字は対前年比伸率を示す。

資料：MTI，Domestic Trade Div.

第5－2－4表に示すように東部3州におけるセメント消費量は1979年に235千M/T，1980年には332千M/Tであった。1979年から1980年にかけて各州におけるセメント消費量の伸びは著しく，パハン州では約19％，ケランタン州では約43％，トレンガヌ州では約97％であった。1980年から1981年にかけての伸びはパハン州約21％，トレンガヌ州約27％，ケランタン州約28％の見込みである。

東部海岸3州におけるセメント需要は非常な勢いで増加しているにもかゝわらず実際の

消費は供給量によって多大の制約を受けており，しかもこの供給は政府はじめ関係者の強い奨励にもかかわらず大きな改善はみられていないようである。クランタン州におけるセメント消費量の約2／3は官需と推定されている。

(2) 荷姿別需要

東部3州で消費されるセメントは全量袋詰めのものである。

(3) 輸送方法

1980年にクランタン州に搬入されたセメントの約90％は鉄道輸送によるものであるが，その約半分はタイ国経由の鉄道によるものである。全搬入量の約10％はトラック輸送によるものである。

タイ国経由の鉄道でクランタン州に輸送されたセメントの運送費は1袋当りM$ 1.15，西マレーシア経由鉄道の運賃はM$ 2.50／袋，トラックによるものゝ運賃はM$ 3,00／袋であった。

トレンガヌ州およびパハン州で消費されたセメントは殆んど全量トラックで輸送されたもので，その運賃はそれぞれ1袋当りM$ 2.50およびM$ 1.50であった。

(4) 銘柄別消費量

東部海岸諸州における銘柄別セメント消費量は次の通りである。

表V－2－5　東部海岸州における銘柄別セメント消費量

(単位：'000M/T)

州	年	TASEK	%	APMC	%	CIMA	%	MIMC	%	合計	%
ケランタン	1979	24.0	29.0	46.3	56.1	12.3	14.9			82.6	100.0
	1980	29.0	24.6	44.0	37.2	45.2	38.2			118.2	100.0
	1981*	34.2	22.5	62.9	41.5	54.6	36.0			151.7	100.0
トレガンヌ	1979	11.4	27.5	30.0	72.5					41.4	100.0
	1980	43.0	52.7	38.5	47.3					81.5	100.0
	1981*	48.1	46.6	55.2	53.4					103.3	100.0
ケランタンおよびトレンガヌ計	1979	35.4	28.5	76.3	61.6	12.3	9.9			124.0	100.0
	1980	72.0	36.1	82.5	41.3	45.2	22.6			199.7	100.0
	1981*	82.3	32.3	118.1	46.3	54.6	21.4			255.0	100.0
パハン	1979	57.7	52.0	53.2	47.9			0.1	0.1	111.0	100.0
	1980	73.8	55.7	57.9	43.7	0.8	0.6			132.5	100.0
	1981*	85.1	53.1	75.0	46.8			0.1	0.1	160.2	100.0
合計	1979	93.1	39.6	129.5	55.1	12.3	5.2	0.1	0.1	235.0	100.0
	1980	145.8	43.9	140.4	42.3	46.0	13.8			332.2	100.0
	1981*	167.4	40.3	193.1	46.5	54.6	13.1	0.1	0.1	415.2	100.0

注　：1981年数字は同年1～10月実績から推定。

資料：MTI

ケランタン州においては1979年にAPMC社のセメントが最も多く使用されタセック社品が第2番目に多く使用され，CIMA社品は第3番目であった。

しかし1980年および1981年の両年においてはAPMCならびにCIMA社品は殆んど同量づゝ使用され，市場における各社セメントの消費量はそれぞれタセック社品のそれよりも大きかった。これは主としてCIMAおよびAPMC社がその製品を鉄道輸送する場合により市場に近いという地理的事情によると思われる。

トレンガヌ州では1980年および1981年の2年間タセックとAPMC2社のセメントだけがほゞ等量使用された。

パハン州の市場ではタセックならびにAPMCのセメントだけが使用されたが，こゝ3年間タセックのセメントの方がAPMC社品よりもやゝ多く使用されている。

(5) 価　格

1981年3月25日前まではケランタン州，トレンガヌ州，パハン州におけるセメント

価格は1袋当りM$8.20であったが，それ以降小売ベースで1袋当りM$9.20に引上げられた。

V-2-3 東部3州のセメント需要予測

東部3州における過去10年間のセメント消費実績が不明のためこの3州における将来の消費量は先ずマレーシア全体で予測し，それを1990年において各州のGDPに比例配分し，さらに1980年から1990年にかけて毎年同率で成長すると仮定した。1990年以降の需要予測は要求されていないが，ケランタンセメントプロジェクトの販売計画ならびに収益性計算のため因みに需要推定に関する一つの試案を作成した。

3年間移動平均による1979年のマレーシアにおける一人当りセメント消費量は202kgであった。これは第V－2－6表に示すように1960年における日本の一人当り消費量211kgにほゞ等しい。日本，台湾，シンガポールにおいて一人当り消費量が202～223kgの水準からその約2倍である459～481kgの水準に伸びるのに約10年を要した。さらに日本では一人当り消費量は1960年以降19年で3.31倍となった。1979年から1989年に至るまでのマレーシアの成長率と，1960年から1969年にいたる日本の成長率とがかなり似通っていることから2000年におけるマレーシアの一人当り消費量は日本の1960年から1979年にいたる19年間で実現されたように1979年の水準の約3倍にあたる600kgになると仮定できる。

表V－2－6　3年間移動平均によるアジア諸国の一人当りセメント消費量の伸び

(単位：'000M/T)

マレーシア	西マレーシア	日本	台湾	韓国	シンガポール
'79 202	'79 212	'60 211	'68 214	'73 206	'67 223
					(単年度の数字)
×2.27	×2.25	×2.29	×2.21	×1.83	×2.15
'89 459	'89 478	'69 484	'76 474	'78 377	'72 481
		×3.31			
		'79 699			

さらに次の仮定をおいてみる。

(1) 1990年代におけるマレーシアの人口は第4次マレーシア・プランで1980年代後半におけるものと予測したのと同率で成長する。

(2) 1990年における一人当り所得の州別格差は大巾に縮少されるがなお完全に解消されず，その結果各州のセメント消費量はGDPに比例すると仮定したが，2000年においては一人当り所得の州別格差は実質的には解消し，各州のセメント消費量はその人口に比例する。

上記仮定にもとづきマレーシア，西マレーシア，ならびに東部3州（ケランタン，トレンガヌ，およびパハン）における2000年のセメント需要を計算した。そしてこの各地域におけるその間の各年の需要は等量で成長するとの仮定にもとづいて計算した。予測需要量は第5－2－7表に示す通りである。

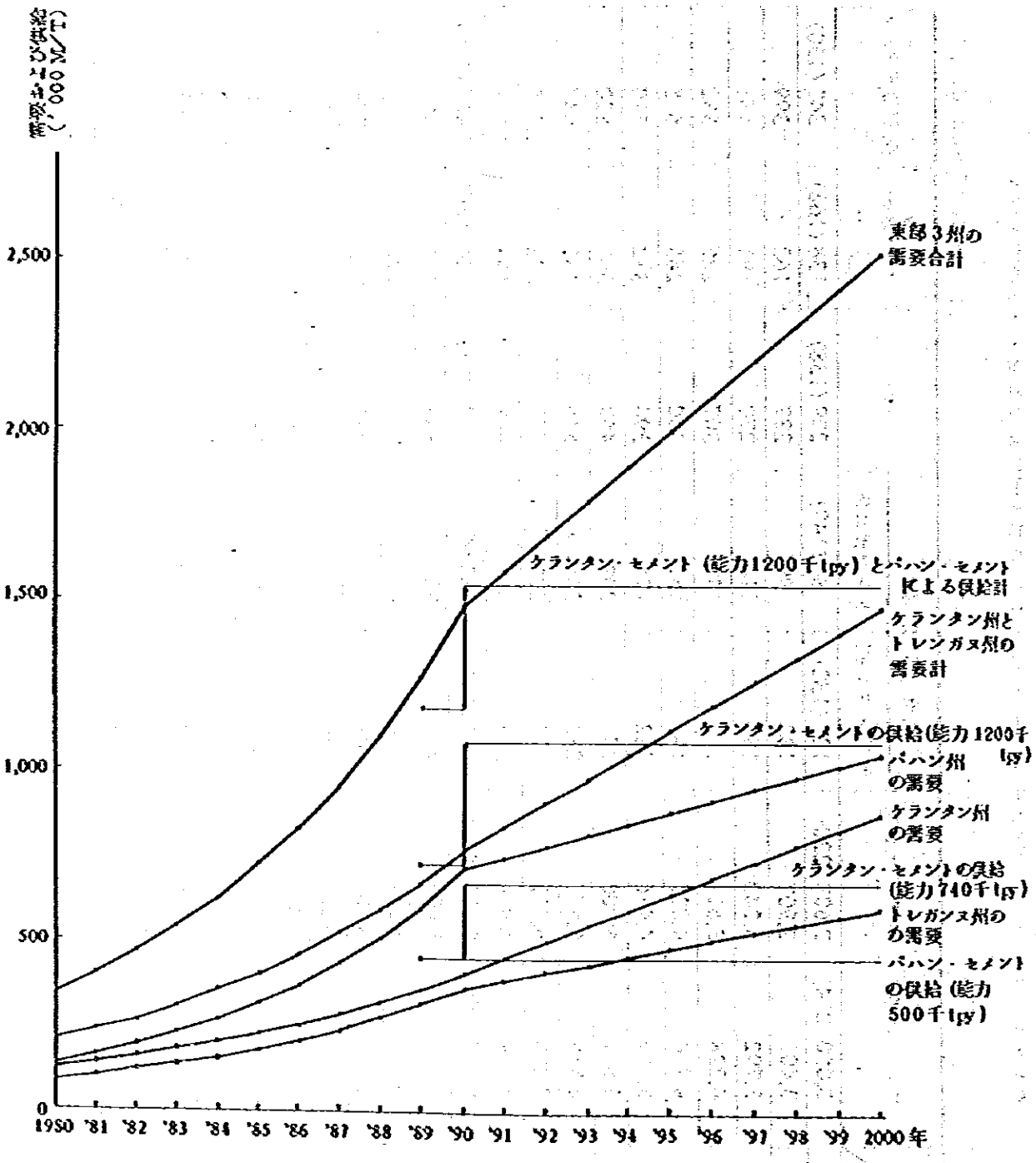
表Ⅴ－２－７　マレーシア，西マレーシアならびに東部３州におけるセメントの需要予測

（単位：'000 M/T）

年	マレーシア	西マレーシア	東部２州		計	パハン州	東部３州合計
			クランタン州	トレンガヌ州			
1980	3,050 (214)	2,608 (220)	123 (132)	86 (149)	209 (138)	138 (168)	347 (150)
1981	3,401	2,907	138	99	237	162	399
1982	3,792	3,240	156	114	270	191	461
1983	4,228	3,611	175	132	307	225	532
1984	4,714	4,025	198	152	350	265	615
1985	5,256	4,486	222	176	398	312	710
1986	5,861	5,000	250	203	453	367	820
1987	6,535	5,573	282	234	516	431	947
1988	7,286	6,212	317	270	587	508	1,095
1989	8,124	6,924	357	311	668	598	1,266
1990	9,058 (499)	7,715 (521)	403 (344)	360 (473)	763 (395)	704 (586)	1,467 (468)
1991	9,519	8,038	450	383	833	737	1,570
1992	9,979	8,361	496	407	903	770	1,673
1993	10,040	8,684	543	430	973	803	1,776
1994	10,900	9,007	589	453	1,042	836	1,878
1995	11,361	9,331	636	477	1,113	869	1,982
1996	11,821	9,654	682	500	1,182	902	2,084
1997	12,281	9,977	729	523	1,252	935	2,187
1998	12,742	10,300	775	546	1,321	968	2,289
1999	13,202	10,623	822	570	1,392	1,001	2,393
2000	13,664 (600)	10,946 (600)	868 (600)	593 (600)	1,461 (600)	1,034 (600)	2,495 (600)

注：括弧内数字は一人当り需要（kg）を表わす。

図Ⅴ－２－１　東部海岸諸州におけるセメントの需要・供給予測



V-3 地域市場の選定

V-3-1 地域ならびに規模

MIDAの需要予測ケース■において予想されるように，もしパハン・セメント社が1986年にブキット・スニョム（Bukit Senym）に工場を建設した場合には，同社が工場かつ最短距離の市場においてその全生産量の販売に努力することは当然である。そこで，1989年または1990年にケランタンセメント社が操業を開始した時点ではパハン州における1989年のセメント需要（598千M/T）は同社のセメント全生産量を上廻っているため，同社がパハン州内でその全生産量を販売することになるであろうと考えられる。
ケランタンセメント社についても同様に地域市場が製品運送費を最小にする観点から選定されるとすれば次のことが云える。

先ずケランタンセメント社に最も近いパハンセメント社と，同社に最も近いAPMC社ラワン工場との間における競争を考慮した場合，パハンセメント社に最も近い鉄道駅クアラクラウ（K・Kerau）とラワン（Rawang）駅との中間点であるゲマス（Gemath）駅はパハン州外にあるためAPMC社としては鉄道輸送ではパハン州に入りにくいこととなる。またブキット・スニョムとラワンとの道路輸送の中間点はラウブ（Raub）またはベントン（Bentong）である。もしこのラウブおよびベントンの市場がAPMC社に奪われるものとすれば，残りのパハン州市場は全市場の少くとも90％かそれ以上に達するもので，これは事実上パハンセメント社がその全生産量を最小輸送費にて販売すべく残されたものとなる。

第2番目にケランタンセメント社（於タナ・メラまたはグア・ムサン）と，パハンセメント工場との鉄道および道路の中間点は，ケランタン・セメント工場がタナ・メラに立地した場合は両州の境界であるメンタラ（Mentara）付近であり，またケランタン・セメント工場がグア・ムサン立地の場合にはパハン州のクアラ・リピス（Kuala Lipis）となる。
第3番目にケランタンセメントとCIMAとの間のタイ国鉄道の中間点はたとえ前者がずっと南方（Gua Musang）にあったとしても，タイとマレーシアの国境にあるスンガイ・コロク（Sungai Kolok）である。そして一方で（より南方の）グア・ムサンにおけるケランタン・セメントと，他方でCIMAやタセックや，APMC社のカンサン（Kanthan）工場との道路の中間点はゲリック（Gerik）とジェリ（Jeli）の中間付近であるが，両方ともケランタン州の外にある。さらにまたAPMC社ラワン工場からの競争を同様にして考慮すれば（ケランタン・セメント工場がより北側に立地した）タナ・メラとラワンとの間の鉄道の中間点はパハン州のジャラントット（Jarantut）付近である。ラワンとタナ・メラが将来道路で結ばれた場合その中間点はパハン州のメラポ（Merapoh）付近である。グア・ムサンと，クアンタン（Kuantan）に至る高速道路の始点であるクアラ・ブランダ（Kuala Brang）を結ぶ道路が，1986年に完成するならばこの道路およびクアンタンを経由する道路の，ラワンとグア・ムサンと

の中間点はチュカイ（Chukai）と，クアンタン（Kuantan）との間付近である。クアンタンを経由する旧道のラワンとタナ・メラとの中間点はチュカイ近辺である。

従って，ケランタンセメント社は，タナ・メラにあろうと，またはグア・ムサンにあろうと事実上ケランタン州およびトレンガヌ州全体の中で工場から最も近い市場を占有すべきものとなる。さらにケランタン・セメントは，パハン州の一部においてセメントを販売したり外部に輸出しうる可能性を有している。

さてケランタン・セメント工場が市場に参入する時期については地域市場に十分なセメント需要があるか否かの観点からの検討を要する。ケランタン・セメント工場の規模が年産740千M/Tであれば，初年度444千M/T（稼動率60％）の生産に対しケランタンおよびトレンガヌ両州の需要は668千M/Tであるがゆえに，同セメント工場は1989年に操業を開始しうるであろう。第2年度の1990年において工場の稼動率が100％の場合，生産は666千M/Tであり，需要は763千M/Tとなる。したがって740千TPYの工場は1989年に稼動を開始することができる。

もし工場規模が年産1200千TPYの場合には，初年度の1989年に720千M/T，1990年に1080千M/Tを生産することになり，ケランタン・セメント工場は，ケランタン州とトレンガヌ州以外にも販売することが必要となるであろう。

さて，この段階で，東部海岸諸州におけるセメント需要はマクロの観点から推定されたものであることを考慮すべきである。つまり東部海岸諸州における過去10年間のセメント消費量が不明でその資料にもとづき数学的手法により需要の推定を行うことができないため，これら各州における需要は，先ず全マレーシアの需要推定に初まり，これを各州のGDPに比例して配分したものである。加えてケランタンおよびトレンガヌ両州は過去において開発が遅れるままに放置されていたことも斟酌すべきである。

また今期10年間におけるこれら3州を見た場合，トレンガヌ州沖合で現在石油および天然ガスが開発されており，また，それに関連する産業も開発されているし，さらにケランタン州沖合においても天然ガスが開発される可能性があるがゆえにトレンガヌおよびケランタン州においては発展の可能性が大いにあるのは勿論のこと，パハン州においても或程度その可能性のあることを看過してはならない。そこでこの地域におけるセメント需要はこの開発に応じて大きく成長することが期待できる。これ等諸州におけるセメント需要は第V－2－4表に示すように，すでに1979年から1981年にかけて非常に急速な増加示している。

従って東部3州におけるセメントの地域需要は第V－2－7表に示すマクロベースからの予測以上に増加する可能性が多分に残っているといえる。これによって，ケランタン・セメント工場としては第V－2－7表の予測が示す以上にケランタンおよびトレンガヌ両州の市場に依存し，パハン州での販売や輸出の必要性を少くしうる可能性が大きい。

V-3-2 販売および出荷計画

既述のセメント産業界の事情からクランタン・セメント工場の場合に次の仮定を設けることができる。

a) 生産するセメントの品種は普通ポルトランドセメントである。

b) 操業開始当初工場から出荷するセメントは全て袋詰めとする。ただし2～3年後には生コン会社，二次製品会社または大口需要家に対し嵩セメントを出荷する必要が生じるであろう。

c) 現在および将来の輸送形態を考慮すれば製造されたセメントの大部分はトラックで輸送することとなるであろう。

d) 実際的には製造された全てのセメントは，ディストリビューター経由で販売し，そのうちの幾らかはディストリビューターがディラーに卸し再販させる。ディストリビューターはセメント代金支払保証のため銀行保証をメーカーに差入れることを求められる。ディストリビューターの口銭は純販売価格（小売価格マイナス運賃）の約5.0～7.5％で支払手形サイトは約60日である。

e) ディストリビューターが顧客に与える信用供与期間は需給事情によって変動する。

f) 或程度の数量が鉄道またはトラックによってタイ国へ，さらにクランタン州に港ができれば東マレーシアに船で輸出されうる。

g) セメント価格は引続き政府の統制下にあるものとする。

V－4　スタディケースの選定

ケーススタディは2段階で行われた。当初のケーススタディでは，三箇所の建設候補地夫々に3つの生産能力を勘案した九箇のケースについて検討され，年産740,000Tの能力のプラントをタナメラ地区に建設する場合が最も有利なケースとして選定された。このケーススタディの詳細は，本報告書の付録1として添付した。

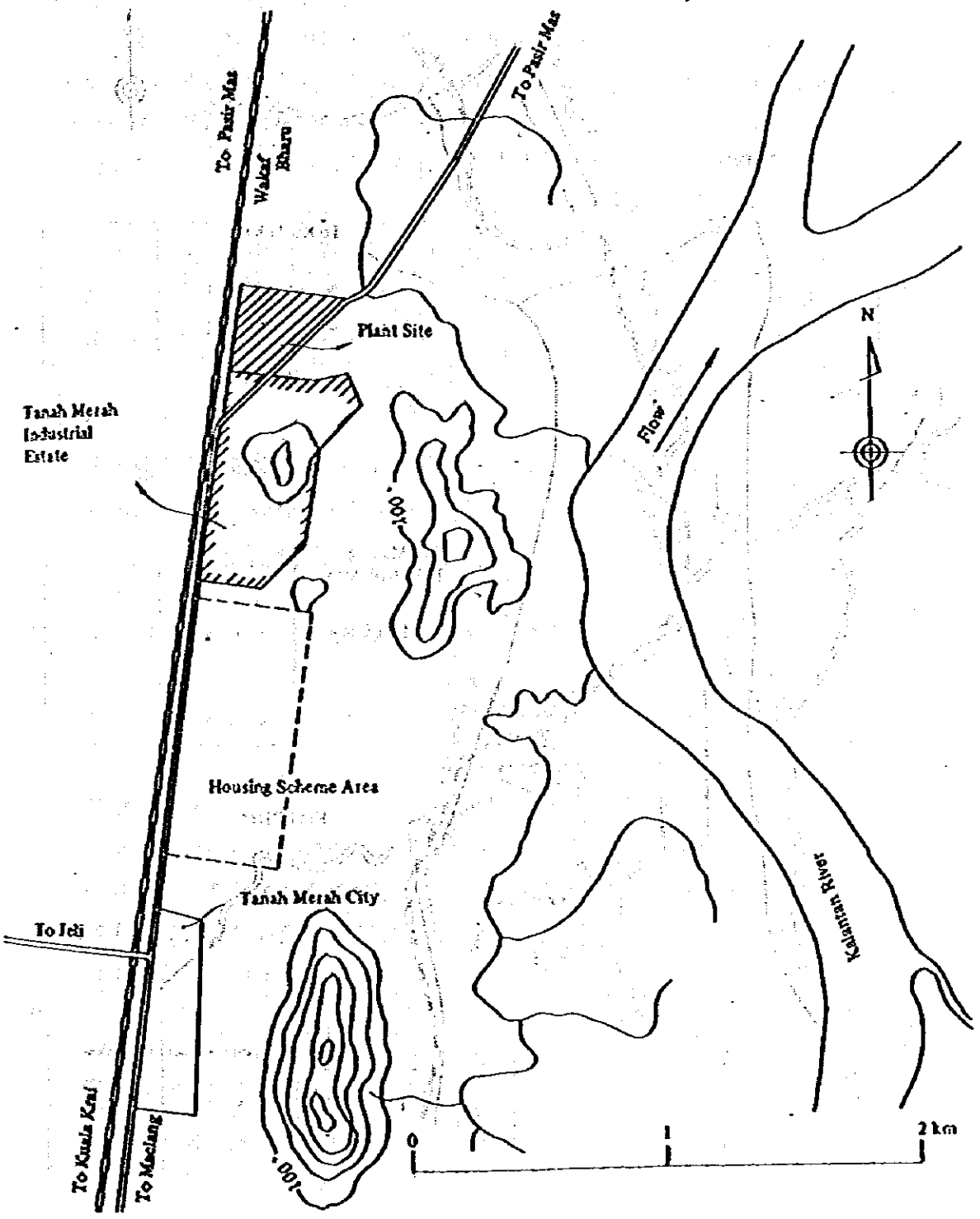
当初のタナメラ案では，石灰石鉱山としてダポンを予定していたが，ダポンダムの建設計画が最近になって具体化しつつあり，この計画が実現すれば石灰石鉱山の開発が困難になることが解った。従って当初のタナメラ案で，石灰石鉱山をガムサンに変更し，これを今回のケーススタディのケースAとした。

V－1，V－2で述べた如く，需要面からみて，1989年には，年産1,200,000Tの大きな能力のプラントも運営可能とみられるので，大型設備の利点を生かすため，ガムサンに大工場を建設する案をケースBとして今回検討する。

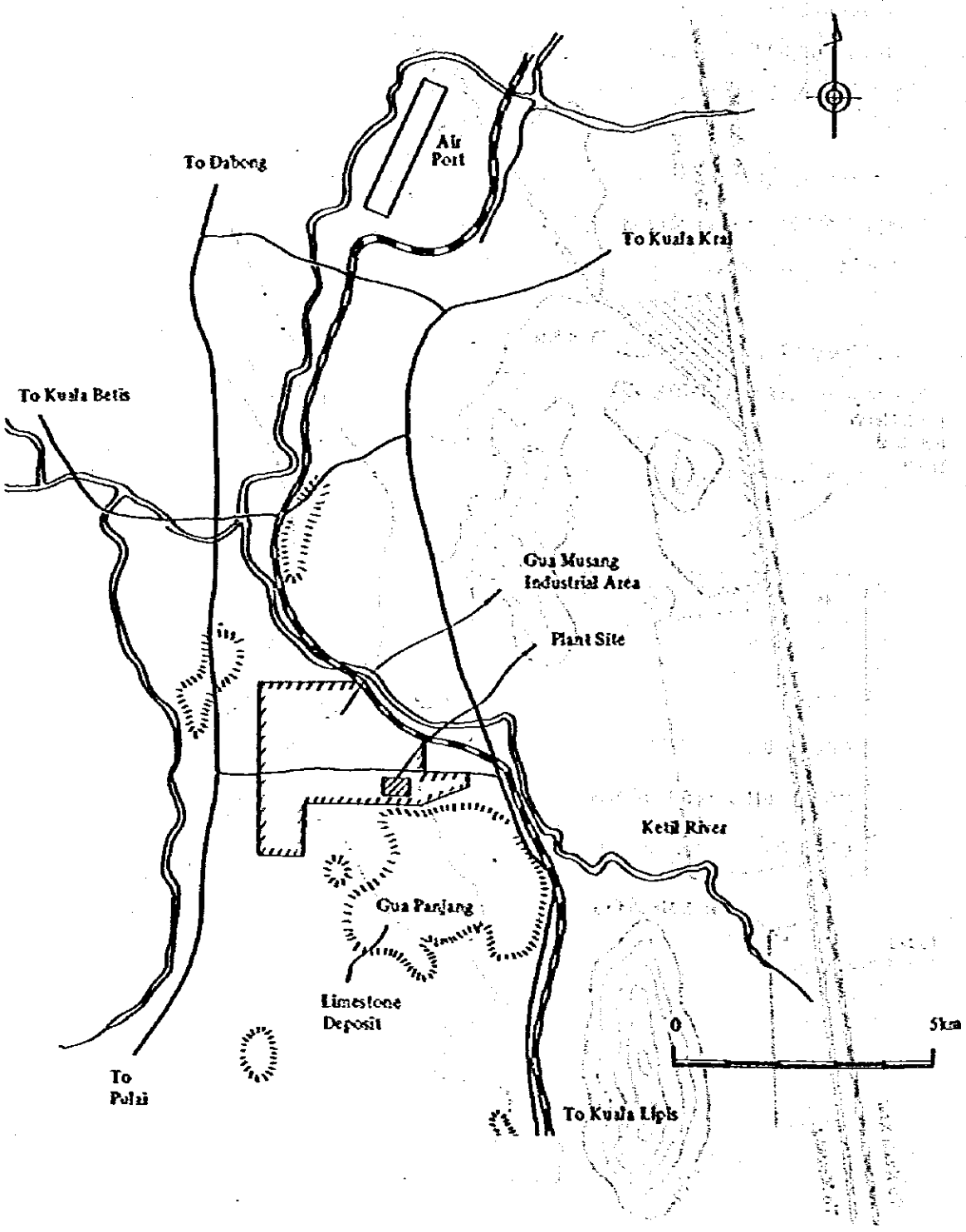
前述の様に，今回のケーススタディの各ケースを下記の如に決定する。プラントの位置図は図V－4－1，図V－4－2に示す。

	ケースA	ケースB
プラント予定地	タナメラ	ガムサン
クリンカー生産能力（t/d）	2,000	3,300
実クリンカー年間生産量（t/y）	634,900	1,039,000
実セメント年間生産量（t/y）	666,000	1,080,000
定格セメント年間生産量（t/y）	740,000	1,200,000

図V－4－1 タナメラ地区プラント予定地位置図



図Ⅴ－4－2　ガムサン地区プラント予定地位置図



V-1-1 セメント原料の供給

(1) 石 灰 石

タナメラ地区は3つの鉱床から石灰石を受入ることが出来る。ダポン地区から鉄道による受入が，最も経済的であるが，前述の如く，近い将来，ダムの計画が具体化すればダポン鉱床は，周辺が水没するので，グアパンジャンから受入る様計画した。
鉱山から工場迄の輸送方法と距離は次の通りである。

ケース	工　場	石灰石鉱山	輸送方法	距離(km)
A	タナメラ	グアパンジャン	鉄　道	155
B	ガムサン	グアパンジャン	ベルトコンベヤ	1

(2) 粘　土

夫々の工場予定地において，粘土は工場に非常に近い鉱床から入手できる。
鉱床から工場迄の輸送方法と距離は次の通りである。

ケース	工　場	鉱　山	輸送方法	距離(km)
A	タナメラ	タナメラ (西)	トラック	9
		(北)	トラック	1
B	グアムサン	グアムサン (南)	トラック	3

(3) 珪酸質原料

タナメラ地区は工場付近に珪酸含有量の高い粘土があるので，珪酸質原料を必要としない。ガムサン地区はコタバル付近のケランタン村の珪砂を使用せねばならない。さらに調査を行えば，珪酸質原料を工場周辺で発見する可能性はある。鉱山から工場迄の輸送方法と距離は次の通りである。

ケース	工　場	鉱　山	輸送方法	距離(km)
A	タナメラ	—	—	—
B	ガムサン	ケランタン村	鉄　道	202

(4) 鉄 鉱 石

鉄鉱石はテマンガン及びクアン山において確実な鉱床が確認出来ない為，全てのケースについてラタ山から使用することにした。

鉱山から工場迄の輸送方法と距離は次の通りである。

ケース	工 場	鉱 山	輸送方法	距離（km）
A	タナメラ	ラ タ 山	トラック	46
B	ガムサン	ラ タ 山	鉄 道	208

(5) 石 膏

石膏は全てのケース共，タイ国から鉄道にて輸入したものを使用することにした。

スンガイゴロク駅構内から工場迄の輸送方法と距離は次の通りである。

ケース	工 場	鉱 山	輸送方法	距離（km）
A	タナメラ	タ イ 国	鉄 道	47
B	ガムサン	タ イ 国	鉄 道	202

V－4－2 ユーティリティー及び労働力

V－4－2－1 電 力

セメントの生産に必要な電力はLLNより，ケースAは275kvの送電線にて，又，ケースBについてはクアラクライ，クアラリピス間の132kv送電線より供給可能である。275kvラインは現在工事中であるが，1983年には完成するであろう。132kvラインについては，現在計画中であるが，計画が予定通り進行すれば1986年には完成するであろう。このラインは工場操業開始までには完成するであろう。両ライン共容量的には充分である。

(1) 必要電力量

セメントプラントに必要な電力量は次の通り推定した。

No.	Item	Unit	Case A	Case B
1	Production capacity	t-cement/hour	87.5	144.4
2	Unit consumption	KWH/t-cement	118	116
3	Average power	KW (1 x 2)	10,300	16,700
4	Load factor $\left(\frac{\text{Average power}}{\text{Max. demand power}}\right)$	%	75	75
5	Max. demand power	KW (3 ÷ 4)	13,800	22,300
6	Installed power	KW	14,500	22,000

(2) 電力単価

上記の条件とLLNの料金表に基き算出された電力単価は次の通りである。

No.	Item	Unit	Case A	Case B
1	Max. power demand	KW	13,800	22,300
2	Unit power consumption	KW/t-cement	118	116
3	Annual cement production	10^3 t/y	666	1,080
4	Annual power consumption	10^6 KWH/y	78.6	125.3
5	Demand charge	10^3 M$/y	1,900	3,000
6	Energy charge	10^3 M$/y	13,400	21,300
7	Total charge	10^3 M$/y	15,300	24,300
8	Unit price	M$/KWH	0.20	0.20
9	Unit power cost	M$/t-cement	23.6	23.2

V－4－2－2　用　　水

夫々の工場は，河川に近い所にあるため，河川水又は地下水が工業用水として使用可能である。即ちタナメラはケランタン川，ガムサンはケティル川がある。

飲料水については，JKRより全てのサイトに供給される。必要水量は下記の如く推定した。（工業用水は回収しない場合を示す）

Case	A	B
Industrial water t/h	250	410
Drinking water t/d	31	35

V－4－2－3　労　働　力

工場予定地区の人口は現在に於て次の通りである。

タ　ナ　メ　ラ	約	70,000
ガ　ム　サ　ン	約	5,000

ガムサンに本プロジェクトが実施された場合，現地の労働力を期待することは困難であろう。本プロジェクトは，技術者，熟練工を含めた労働者を他の地区から雇用する必要がある。

V－5 製造プロセス及び使用燃料

V－5－1 製造プロセス

最も適切なセメント製造プロセスの選定を行う為の重要な要素は次の通りである。

(1) 原料の水分と可塑性

(2) 原料組成（微量成分）

(3) 熱料原単位（易焼成）

(4) 燃料価格

(5) 投資額及び製造コスト

(6) 製品に対する制約

各種のセメント製造プロセスの比較表を表V－5－1に示す。各プロセスの特性値を併記した。表V－5－1から判断すると，SP（サスペンションプレヒーター）とNSP（助燃炉付サスペンションプレヒーター）キルンプロセスは，燃料原単位，運転操作及び保守の面からして，他のプロセスより優れている。それに加えて今回の使用原料は，原料分析の結果アルカリと塩素含有量が非常に少量であるので，SPとNSPプロセスを本スタディーに採用した。

SPとNSPプロセスの違いは，キルンのデザインである。

NSPプロセスのキルンの熱負荷は，助燃炉でも燃焼されることによって，減少する。ケースBの様に大きな能力を有する場合，相対的にキルン形状が小さくなる為，耐火物の消耗，保守，それに電力消費の点において，メリットはさらに大きくなる。ケースAについては，生産能力がSPプロセスの適用範囲であるので，運転操作の容易性を生かしSPプロセスを採用した。初期のセメント産業において，当初は，セメントの製造にバッチ式シャフトキルンが使用されていた。しかしながら，セメント業界にロータリーキルンが導入された後は，これらのタイプのキルンは，殆んど使用されていない。独国のポリジウスとロッシェ社は，かって，新型のシャフトキルンを製作し，ヨーロッパ全域，特にドイツで使用されていた。しかしながら最近，シャフトキルンは，能力が小さいこと，高品質のセメントの製造が困難であること，高品質のコークス又は無煙炭，造粒性の良い原料が必要である等の理由で殆んど採用されない。

表 V－5－1　各種セメントプロセス比較表

Type of kiln process	Wet Kiln Process	Semi-Wet Kiln Process	Lepol Kiln Process	SP Kiln Process	NSP Kiln Process
Kiln dimension 1,500 T/D 2,000 T/D 2,500 T/D 3,300L/D	4.8mφ x 170mL 5.3mφ x 186mL 5.7mφ x 200mL 6.3mφ x 220 mL 30 – 40	4.8mφ x 156mL 5.3mφ x 170mL 5.7mφ x 184mL 6.3mφ x 200mL 30 – 35	4.2mφ x 72mL 4.6mφ x 80mL 5.0mφ x 85mL 5.5mφ x 90mL 15 – 17.5	4.3mφ x 68mL 4.7mφ x 76mL 5.1mφ x 81mL 5.6mφ x 90mL 15 – 17	3.4mφ x 54mL 3.8mφ x 60mL 4.1mφ x 65mL 4.5mφ x 70mL 15 – 17
Heat consumption (Lower calorific value)	1,350 – 1,500 Kcal/Kgcl'	1,300 – 1,450 Kcal/Kgcl'	900 – 1,000 Kcal/Kgcl'	750 – 850 Kcal/Kgcl'	750 – 850 Kcal/Kgcl'
Specific output	about 18 – 22 Kgcl'/m³hr.	about 20 – 24 Kgcl'/m³hr.	about 60 – 70 Kgcl'/m³hr.	about 60 – 70 Kgcl'/m³hr.	about 115 – 130 Kgcl'/m³hr.
Water contents of raw material	32 – 35% Slurry	20% Cake	20% Pellet	Less than 0.5% Powder	Less than 0.5% Powder
Kiln waste heat gas temperature	180 – 220°C	400 – 600°C	100 – 250°C	320 – 350°C	330 – 360°C
Treatment of waste gas	The gas is fed directly to electrostatic precipitator. (High temperature range)	The gas is utilized for waste heat boiler and other heat exchanger. And then it is fed to electrostatic precipitator.	The gas is fed to electrostatic precipitator.	The gas is utilized for dryer or raw material grinding mill and then it is fed to electrostatic precipitator.	The gas is utilized for dryer or raw material grinding mill and then it is fed to electrostatic precipitator.
Technical comment	The productive efficiency is the lowest among prevailing kiln process, that is, fuel consumption is very high and specific output is the lowest.	The water content of 35–40% in slurry is reduced to 20% in cake, by means of the vacuum type filter, and then fuel consumption also is reduced, but temperature of the waste gas from the kiln is raised. The heat exchanger is required before the waste gas is fed into electrostatic precipitator.	The pelletized raw material is preheated and precalcined while passing through Lepol movable grate. Fuel consumption is reduced and temperature of the waste gas from kiln is also lowered. But the operation of lepol is very difficult and the maintenance cost is high. In addition, if the plastic clay is not available for raw materials, this Lepol system can not be adopted.	The dry powdered raw material is preheated and about 50% of decarbonization is achieved by suspension preheater. At the movable parts are not integrated in suspension preheaters, the operation and maintenance are very easy. The productive efficiency is very high and then the cement manufacturing cost is very low. The operation is easier than that of NSP kiln because SP kiln does not have precalciner with burner.	The dry powdered raw material is preheated about 80–95% of decarbonization is achieved by new suspension preheater. As the preheater is equipped with precalciner, the ratio of decarbonization is very high and then specific output is the highest.

V-5-2 使用燃料

本プロジェクトに最も適した燃料を選定するため，重油，石炭，及び天然ガスの検討を以下に行った。

V-5-2-1 重　油

重油は，マレーシアの全ての既存セメント工場で，現在使用されており，公定価格は目下F.O.Bでトン当りM$585であり，石炭と比較してかなり高価である。それ故全ての既存セメント工場は，重油から石炭への転換を計画又は，工事中である。重油の代表的元素分析値及び物理的特性表を表V－5－2に示す。

表V－5－2　重油の代表的元素分析値及び物理的特性

Item		Figure
Specific gravity	60°F	0.963
Viscosity, kinetic	50°C Cst R.I. 100°F Sec	281 2,500
Flash point (closed cup)	°F	174
Water content	% Vol	< 0.05
Ash content	% Wt	0.018
Gross calorific value	kcal/kg	10,140
Ultimate analisis		
Carbon	%	85.5
Hydrogen	%	10.3
Sulphur	%	3.7
Oxygen		Trace

V－5－2－2　天然ガス

天然ガスは，トレンガヌの東海岸から約200km離れた沖合で産出されPETRONASレポートによれば推定埋蔵量は，$15\times10^{12}ft^3$ (60°F) といわれている。オイルと随伴ガスのパイプラインは，工事中であり，1984年度完成予定である。

PETRONASは，1990年迄に，この天然ガスにより，日産$4\times10^8ft^3$のガス製造プラントをケルテ工業区域につくることを計画している。日本では，液体天然ガスの価格は，カロリー当り重油とほぼ同じである。

したがって，液体天然ガスは，石炭に比し，かなり高価である。PETRONASレポートより，代表的なガスの組成を次に示す。

天　然　ガ　ス　組　成　表

Component	Mol %
C_1	82
C_2	8
C_3	3
C_4	2
C_5^+	2
CO_2	2
N_2	1
Total	100

V-5-2-3 石　炭

石炭に関しては，西マレーシアのミオセンイポチ（Miocene Epoch）に低品質の褐炭鉱床があり，セランゴール州のバトアラン（Batu Arang）に最も大きな鉱床がある。しかしながら現在では採掘されてない。東マレーシアでは，シランテク（Silantek），ビンツール（Bintulu）ロングヒル（Long Hill），メリットーピラ（Merrit-Pilla），ムカーバリンジャン（Mukah-Balingian）ラブアン（Labuan）とシリンポンポン（Silimpopon）に鉱床があるが，これらも現在採掘されてない。（年報，第1次産業省発行の「マレーシア地質学調査」による）それ故，石炭は目下主にインドネシヤから輸入されている。インドネシヤは，2つの石炭鉱床があり，1つは200,000t/yの出炭量を有するスマトラのオビリオン鉱山と，次は300,000t/yの出炭量を有するスマトラのブキトアッサム鉱山である。本プロジェクトに要する石炭量は，約80,000～125,000t/yであることから考えれば，インドネシヤにおける鉱山の，上記出炭量は，安定した供給を維持するには，オーストラリアの石炭より安価とは言え，あまりにも小さすぎる。

インドネシヤの代表的石炭の分析値は，表V－5－3に示す。

表Ⅴ－5－3　インドネシヤの代表的石炭の分析値

Item		Ombilin	Bukit Assam
Industrial analysis			
Moisture	%	4.5	5.8
Ash	%	1.9	0.3
Volatile matter	%	43.3	38.5
Fixed carbon	%	50.2	55.4
Gross calorific value	kcal/kg	7,862	7,540
Ultimate analysis			
Carbon	%	80.50	79.0
Hydrogen	%	5.85	5.8
Oxygen	%	11.56	—
Nitrogen	%	1.66	14.7
Sulphur	%	0.34	0.06~2.51

一方，オーストラリアには，年間出炭量約3～5百万屯の大きな鉱山がいくつかある。

オーストラリアの鉱山でも現状では，新規需要に供給する余力はないが，1985年以降には供給余力が出てくると云われている。それ故，使用燃料として，オーストラリア産石炭を本プロジェクトに採用した。オーストラリアの石炭を使用した場合の燃料費は約M$ 22~25／t－セメントで重油を使用した場合のMS 44～48／t－セメントの約50％に過ぎない。石炭の安定供給のためには，石炭業者と20～30年間の長期供給契約を行うべきであろう。又，安定した輸送を行うためには，ポートケラン迄の海上輸送に専属の海運業者を選定すること，ポートケランから工場迄の輸送は専用列車によるピストン輸送を行うことが必要であり，更に海上と陸上の輸送力の差を吸収するため，ポートケラン港に約10,000～20,000屯の野積場を確保する必要があろう。

次に示すのは，オーストラリアの代表的な石炭である，ハンターバレー炭の特性値である。Coal & Alltide社資料による。

(a) 総発熱量

平　　均　　6,800kcal/kg（恒湿ベース）

(b) 工業分析値

水　　分	3.5％
灰　　分	13.5％
揮 発 分	34.0％
固定炭素	49.0％

(c) 化学組成

炭　素	82.2％
水　素	5.1％
酸　素	10.5％
窒　素	1.8％
全 硫 黄	0.4％

(d) 石炭灰の化学組成

SiO_2	68.8％
Al_2O_3	24.0％
Fe_2O_3	2.7％
CaO	0.7％
MgO	0.6％
SO_3	0.3％
Na_2O	0.5％
K_2O	1.1％

(e) 粒度分布

50mm通過	100％
30mm通過	94％
20mm通過	70％
10mm通過	35％
5mm通過	22％
2.5mm通過	14％

(f) その他

ハードグローブ指数	55
ボタン指数	2～3
受入時の全水分	9.0％

表Ⅴ－６－１　マレーシア産普通ポルトランドセメントの化学分析値

			Chemical Composition (%)											Moduli of Cement				Mineral Composition (%)			
			L.O.I.	Insol.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	Total	HM	SM	IM	LSD	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
Malayman Cement		A*1	1.38	0.23	20.97	5.82	3.36	63.50	2.50	1.85	0.01	0.05	99.67	2.06	2.28	1.73	0.916	49.9	22.6	9.7	10.2
		B*1	0.66	0.24	22.42	5.54	3.66	63.15	0.48	2.75	0.03	0.71	99.64	1.94	2.44	1.51	0.853	36.3	37.0	8.5	11.1
		C*2	1.1	0.4	20.1	5.7	4.0	65.0	1.4	2.2	–	–	99.9	2.13	2.07	1.43	0.966	61.6	11.2	8.3	12.2
		D*2	0.8	0.2	20.6	6.5	3.5	65.2	1.3	1.8	–	–	99.9	2.09	2.06	1.86	0.944	55.1	17.5	11.3	10.7
		E*2	0.7	0.1	21.8	6.1	3.4	65.1	0.9	1.6	–	–	99.7	2.04	2.29	1.79	0.907	48.9	25.6	10.4	10.3
Specification	BS12 (1978)	U.K	Max. 3.0*3 4.0*4	Max. 1.5					Max. 4.0	$C_3A \leq 5$ Max. 2.5 $C_3A > 5$ Max 3.0							LSF** 0.66~ 1.02				
	ASTMC150 (1980)	U.S.A.	Max. 3.0	Max. 0.75					Max. 6.0	$C_3A \leq 8$ Max. 3.0 $C_3A > 8$ Max. 3.5											
	JIS R 5210 (1979)	Japan	Max. 3.0						Max. 5.0	Max. 3.0											
	DIN1164 (1970)	Germany	Max. 5.0						Max*5 5.0	Max. 3.5	Cl^- Max. 0.10	CO_2 Max. 2.5									

Note: *1; Cement samples were received at Malaysia and tested at UBE Cement Factory in Japan – High L.O.I. is due to weathering –
*2; These tests were carried out in Japan by Cement Association of Japan and the results were published as technical report No.66-S-A.
*3; in temperate climates
*4; in tropical climates
*5; MgO in clinker
*6;

$$LSF = \frac{(CaO) - 0.7\,(SO_3)}{2.8\,(SiO_2) + 1.2\,(Al_2O_3) + 0.65\,(Fe_2O_3)}$$

表 V－6－2　マレーシア産普通ポルトランドセメントの物理的特性値

		Specific Gravity	Fineness*			Softing Time*		Bending Strength (kgf/cm²)*			Compresive Strength (kgf/cm²)*		
			Specific Surface Area (cm²/g)	88 μR (%)	44 μR (%)	Initial Set (h－m)	Final Set (h－m)	3 days	7 days	28 days	3 days	7 days	28 days
Malaysian Cement	A	3.19	2850	8.9	25.3	2－15	2－56	*-2 22.0	*-2 33.0	*-2 60.0	76*-2 (22.3)	124*-2 (29.2)	310 (51.2)
	B	3.15	2890	5.2	23.6	2－56	3－49	28.0	42.0	64.1	98 (25.7)	176 (36.8)	344 (54.0)
	C	3.15	2920	4.0	–	1－50	2－36	26.9	38.2	65.4	107 (27.0)	167 (35.5)	341 (53.8)
	D	3.18	3400	1.6	–	1－40	2－34	25.0	35.6	61.4	99 (25.9)	150 (33.2)	318 (51.9)
	E	3.17	3100	5.8	–	2－50	3－46	23.9	38.9	63.6	93 (25.0)	167 (35.5)	368 (55.8)
Specification: BS12 (1978)	U.K		Le Nurse Min. 2250			Min. 0－45	Max. 10－00				Min. *-1 23 MN/m²		Min. *-1 41MN/m²
Specification: ASTMC150 (1980)	U.S.A.		Air Permeability Min. 2800			Min. 0－45	Max. 8－00					Min. 1800 psi	Min. 2800 psi
Specification: JISR5210 (1979)	Japan		Blaine Min. 2500			Min. 1－00	Max. 10－00				Min. 70 kgf/cm²	Min. 150 kgf/cm²	Min. 300 kgf/cm²
Specification: DIN1164 (1970)	Germany					Min. 1－00	Max. 12－00					100 kp/cm²	250~450 kp/cm²

Note: * All tests were carried out in accordance with JIS R5201 so that test results are indicated based on JIS method.

*-1 Mortar method

( ): Compressive strength by JIS method converted to BS method using following equation. $Y = (-0.001545X^2 + 1.8561X + 94.9790) \times 0.09810$

Where Y: compressive strength by BS method (MN/m²) X: compressive strength by JIS method (kgf/cm²)

*-2 This sample shows low strength due to weathering considerably.

V－6　セメントの品質とセメント原料の混合比率

V－6－1　セメントの品質

今回のプロジェクトで製造するセメントの品種を普通ポルトランドセメントと決めた。しかし，ケランタン地域の原料は，普通ポルトランドセメントのみならず，早強ポルトランドセメント，中庸熱ポルトランドセメント及び耐硫酸塩セメントの製造にも通している。

普通ポルトランドセメントの品質は，次の３つの質品規格を満足するものとした。

1. B.S における普通ポルトランドセメント及びASTMにおける，ポルトランドセメントタイプ－１の規格を満足すること。
2. 現在マレーシアにおいて，製造されているセメントの品質と同等か，それ以上であると。
3. 東南アジアの市場へ輸出可能であること。

マレーシアと日本において試験された，普通ポルトランドセメントの化学分析値と物理的特性値及び，世界で使用されている普通ポルトランドセメントの代表的な規格を各々表V－６－１と表V－６－２に示す。

V－6－2　セメント原料の混合比率

(1)　セメントの諸率

セメントの諸率は，生産されるセメントの品質，使用される原料の特性及び製造コスト等を勘案して，決定すべきである。表V－６－３における諸率は，普通ポルトランドセメントの標準値の一例であり，混合比率の計算基礎に用いる。

表V－６－３　普通ポルトランドセメントの諸率

Modulus	Value	Formulae
Hydraulic modulus (H.M.)	2.10	$\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$
Silica modulus (S.M.)	2.60	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$
Iron modulus (I.M.)	1.80	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$

(2)　セメント原料の化学組成

本計算に使用した原料の化学組成の平均値を表V－６－４に示す。

表 V－6－4　セメント原料の化学組成

Materials		Sample		Moisture (%)	Chemical Composition (wt. %)										P_2O_5* (ppm)	Cl* (ppm)
					L.O.I	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	Total		
Lime-stone	(1)	Gua Panjang	(C)	2.5	40.28	6.71	1.11	0.26	50.43	0.56	0.04	0.07	0.17	99.63	280	50
	(2)		(D)	2.5	43.24	1.02	0.25	0.06	54.65	0.49	0.07	0.01	0.03	99.82	200	40
Clay	(1)	Tanah Merah	West	14.6	5.93	70.50	14.91	7.04	0.28	0.05	0.04	0.09	1.14	99.98	320	35
	(2)		North	26.4	13.76	40.86	27.68	16.50	0.28	0.25	0.03	0.13	0.50	99.99	600	58
	(3)	Gua Musang	South	17.5	7.06	62.04	20.57	6.22	0.35	0.40	0.02	0.22	3.10	99.98	340	19
Silica Sand		S. Kelantan		2.9	0.51	90.41	4.70	0.62	0.38	0.00	0.00	0.60	2.76	99.98	200	50
Iron Ore		Bt. Lata		–	11.43	11.40	12.99	61.20	0.63	0.76	0.12	0.12	1.21	99.86	6350	23
Coal Ash		Australia	Hunter Valley Coal	–	–	68.6	24.0	2.7	0.7	0.6	0.3	0.5	1.1	98.5	–	–

* dry basis

(3) セメント原料の混合割合

各ケースに対するセメント原料のドライベースの混合割合を表V－6－5に示す。

セメント原料粉末の化学組成を表V－6－6に示す。

クリンカーの化学組成と鉱物組成を各々表V－6－7，表V－6－8に示す。

表V－6－5　セメント原料の混合割合

Plant site			Tanah Merah	Gua Musang
Limestone	Gua Panjang	(C)	–	41.23
		(D)	79.60	41.23
Clay	Tanah Merah	West	17.92	–
		North	1.79	–
	Gua Musang		–	12.00
Silica Sand	S. Kalantan		–	3.72
Iron ore	Bt. Lata		0.69	1.82

(wt % in dry basis)

表V－6－6 セメント原料粉末の化学組成

Plant Site		Tanah Merah	Gua Musang
Chemical Composition (wt % in dry basis)	L.O.I	35.81	35.51
	SiO_2	14.26	14.20
	Al_2O_3	3.46	3.44
	Fe_2O_3	2.03	2.02
	CaO	43.56	43.39
	MgO	0.41	0.49
	SO_3	0.06	0.05
	Na_2O	0.03	0.08
	K_2O	0.25	0.58
	Total	99.87	99.76
	P_2O_5 (ppm)	271	361
	CL (ppm)	39	42
Moduli of raw meal (Calculated)	H.M	2.20	2.21
	S.M	2.60	2.60
	I.M	1.70	1.71

表V－6－7　クリンカーの化学組成

Plant Site		Tanah Merah	Gua Musang
Chemical Composition (wt % in dry basis)	SiO_3	22.78	22.78
	Al_2O_3	5.63	5.63
	Fe_2O_3	3.13	3.13
	CaO	66.45	66.45
	MgO	0.70	0.77
	Total	98.69	98.76
Moduli of Clinker (Caluculated)	H.M	2.10	2.10
	S.M	2.60	2.60
	I.M	1.80	1.80

表V－6－8　クリンカーの鉱物組成

Plant Site		Tanah Merah	Gua Musang
Mineral Component*-1 (wt + in dry basis)	C_3S	54.1	53.2
	C_2S	24.6	24.1
	C_3A	9.6	9.5
	C_4AF	9.5	9.4
L.S.F*-2		0.913	0.912

上記の計算結果にはクリンカー中に混入する石炭，灰分の量は，考慮しているが原料粉末のロスは無視した。

石炭の品質，石炭原単位，混入石炭灰分を表Ⅴ－6－9に示す。

表Ⅴ－6－9　石　炭　の　品　質

Total* Moisture (%)	Inherent Moisture (%)	Ash (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Calorific Value (Kcal/kg)	Total Sulfur (%)
9.0	3.5	13.5	N 34.0	49.0	6,800	0.5

* As received　　** Air dried basis

Heat Consumption of Clinker (Kcal/t Cl')	Coal Consumption of Clinker (t/t Cl')	Quantity of Ash to be mixed in 1t Clinker (t/t Cl')
760,000	0.112	0.0151
780,000	0.115	0.0155

実際の運転においては，各種原料の化学組成と水分の変化に応じて，原料混合比率は，変更される。

(5)　セメント原料の理論原単位

原料の混合比率より算出した原料の理論原単位を表Ⅴ－6－10に示す。

表Ⅴ－6－10　原料の原単位（理論）

Plant site			Tanah Merah			Gua Musang		
			Dry	Wet	Moisture %	Dry	Wet	Moisture %
Limestone	Gua Panjang	C				0.6314	0.6476	2.5
		D	1.2142	1.2453	2.5	0.6314	0.6476	2.5
Clay	Tanah Merah	West	0.2734	0.3201	14.6			
		North	0.0273	0.0371	26.4			
	Gua Musang					0.1839	0.2229	17.5
Silica sand	S. Kelantan					0.0569	0.0586	2.9
Iron ore	Bt. Lata		0.0105	0.0113	7.0	0.0279	0.0300	7.0
Coal ash			0.0155	0.0170	9.0	0.0151	0.0166	9.0
Total			1.5409 (1.5254)	1.6308 (1.6138)		1.5466 (1.5315)	1.6233 (1.6067)	

（　　）内数字は，石炭灰分を含まないキルンフィードの原料原単位を示す。

(6)　原料の実原単位

上記は，工程内におけるロスを無視した理論計算である。工程内において，おこりうるロスを考慮した原料の実原単位を表Ⅴ－6－11に示す。

表Ⅴ－6－11　原料原単位（実際値）

Plant site			Tanah Merah			Gua Musang		
			Dry	Wet	Moisture %	Dry	Wet	Moisture %
Limestone	Gua Panjang	C				0.6440	0.6605	2.5
		D	1.2385	1.2703	2.5	0.6440	0.6605	2.5
Clay	Tanah Merah	West	0.2789	0.3266	14.6			
		North	0.0278	0.0378	26.4			
	Gua Musang					0.1876	0.2274	17.5
Silica sand	S. Kelantan					0.0580	0.0597	2.9
Iron ore	Bt. Lata		0.0107	0.0115	7.0	0.0285	0.0306	7.0
Coal ash			0.0155	0.0170	9.0	0.0151	0.0166	9.0
Total			1.5714 (1.5559)	1.6632 (1.6462)		1.5772 (1.5621)	1.6553 (1.6387)	

（　）内数値は灰分を含まない，キルンフィードの原料原単位を示す。

V－7　プラントの概要

V－7－1　主要機器と貯蔵庫の能力

設計規準を下記に示す。

(1)　原料及びユーティリティの所要量

	ケースA	ケースB
原料原単位：		
原料／クリンカー	1,556	1,562
原料構成：		
石灰石	79.6%	82.5%
粘土	17.9%	12.0%
珪石源	1.8%	3.7%
鉄鉱石	0.7%	1.8%
添加物：		
石膏	0.0486t／tセメント	
燃料：		
熱消費量（kcal/kgクリンカー）	780	760
発熱量（kcal/kg石炭）	6,800	
石炭消費量（kg石炭／kgクリンカー）	0.117	0.114
原料及び添加物の所要量	表V－7－1	表V－7－2

表V－7－1　原料及び添加物の所要量（ケースA）

Material	t/y (dry)	t/week (dry)	Moisture content % (wet)
Raw meal	987,000	21,790	0.5
Limestone	785,600	17,340	2.5
Clay	176,700	3,900	14.6
Silicious material	17,800	400	26.4
Iron ore	6,900	150	7.0
Gypsum	32,400	680	3.0
Coal	74,200	1,640	9.0

表Ⅴ－1－2　原料及び添加物の所要量（ケースB）

Material	t/y (dry)	t/week (dry)	Moisture content % (wet)
Raw meal	1,606,700	36,110	0.5
Limestone	1,325,500	29,790	2.5
Clay	192,800	4,330	17.5
Silicious material	59,500	1,340	2.9
Iron ore	28,900	650	7.0
Gypsum	52,500	1,100	3.0
Coal	117,300	2,640	9.0

(2)　運転時間

各運転時間を次の通りとした。

表Ⅴ－1－3　運　転　時　間

Department	Hours/Day	Days/Week	Hours/Week	Weeks/Year	
				Case A	Case B
Limestone crusher	8	6	48	52	52
Material receiving	8	7	56	52	52
Raw mill	20	7	140	45.3	44.5
Kiln	24	7	168	45.3	44.5
Coal mill	22	7	154	45.3	44.5
Cement mill	20	7	140	48	48
Packing and dispatch	8	6	48	52	52

(3) 主要機器の能力

各々の主要機器の公称能力は，上記の規準より算出した。

1) 石灰石クラッシャー

		ケースA	ケースB
週間破砕量	:	17,340 t	29,790 t
週間運転時間	:	48h	48h
安全係数	:	1.1	1.1
水分	:	2.5%	2.5%
能力	:	408 t	697 t
公称能力	:	410 t/h	700 t/h

2) 原料ミル

週間粉砕量	:	21,790 t	36,110 t
週間運転時間	:	140 h	140 h
安全係数	:	1.08	1.08
能力	:	168 t/h	279 t/h
公称能力	:	170 t/h	140 t/h×2式

3) キルン

公称能力	:	2,000 t/d	3,300 t/d

4) 石炭ミル

週間粉砕量	:	1,640 t	2,640 t
週間運転時間	:	154 t	154 t
安全係数	:	1.1	1.1
能力	:	11.7 t/h	18.9 t/h
公称能力	:	12 t/h	19 t/h

5) セメントミル

週間粉砕量	:	13,875 t	22,500 t
週間運転時間	:	140 h	140 h
安全係数	:	1.2	1.2
能力	:	119 t/h	193 t/h
公称能力	:	120 t/h	100 t/h×2式

6) パッカー

週間粉砕量	:	12,810 t	20,770 t
週間運転時間	:	48 h	48 h
安全係数	:	1.1	1.1
能力	:	294 t/h	476 t/h
公称能力	:	100 t/h×3式	100 t/h×5式

(4) 貯蔵容量

1) 石灰石貯蔵庫

		ケースA	ケースB
必要量	:	キルン公称能力の10日分	
貯蔵量（湿ベース）	:	2×13,000t	2×22,000t

2) 粘土／珪酸源／鉄鉱石置場

必要量	:	キルン公称能力の10日分	
貯蔵量（湿ベース）	:		
粘土		6,600t	7,600t
珪酸原料（高珪酸粘土）	:	800t	2,000t
鉄鉱石	:	250t	1,100t

3) 原料サイロ／ブレンディングサイロ

必要量	:		
原料サイロ	:	キルン公称能力の2.5日分	
ブレンディングサイロ	:	キルン公称能力の12時間分	
貯蔵量（乾ベース）	:		
原料サイロ		7,780t	12,900t
ブレンディングサイロ	:	1,600t	2,600t

4) 石炭／石膏置場

必要量	:	キルン公称能力の20日分	
貯蔵量	:		
石炭	:	4,700t	7,600t
石膏	:	2,000t	3,300t

5) クリンカーサイロ

必要量	:	キルン公称能力の10日分	
貯蔵量	:	20,000t	33,000t

6) セメントサイロ

必要量	:	キルン公称能力の5日分	
貯蔵量		2×5,500t	3×6,000t

V－7－2　プラントの詳細

(1)　プロセスの詳細

下記図面を添付した。

図V－7－1　タナメラにおける配置図（ケースA）

図V－7－2　ガムサンにおける配置図（ケースB）

図V－7－3　タナメラにおけるフローシート（ケースA）

図V－7－4　ガムサンにおけるフローシート（ケースB）

図V－7－5　代表的なキルンプラントの側面図

図V－7－6　タナメラにおける単線接続図（ケースA）

図V－7－7　ガムサンにおける単線接続図（ケースB）

a）石灰石クラッシャー

A，B両ケース共，石灰石クラッシャーは，グアバンジャン採石場に設置され，石灰石はダンプトラックにより運搬され，ホッパーに投入される，傾斜型エプロンコンベヤにより，クラッシャーに供給される。二段階の破砕システムにより石灰石は，原料ミルに適した寸法に破砕される。

一次クラシッシャーは，ジョー型であり，能力はケースA 400t/h，ケースB 700t/hである。二次クラッシャーは，インパクト型であり，能力は各々一次クラシッシャーと同じである。ケースAとも破砕された石灰石は，ベルトコンベヤにより運搬され貯蔵庫に送られる。貯蔵された石灰石は，下部より引き出され，貨車積込場へ運ばれる。ケースBにおいては，破砕された石灰石は，約1,000mの長距離コンベヤによって，直接セメントプラント敷地内へ送られる。

b）原料の受入と貯蔵

－石灰石

ケースA

石灰石は，鉄道により輸送され直接受入ホッパーに荷卸しされる。石灰石は，ホッパーから引き出され，能力2×13,000t（キルン公称能力の10日分）の上家付予備混合設備へ，ベルトコンベヤにより運搬される。

予備混合用機器は，上部のトリッパーコンベヤとブリッジタイプリクレーマーよりなる。

ケースB

石灰石は，採石場から約1,000mの長距離コンベヤにより，能力2×22,000t（キルン公称能力の10日分）の上家付予備混合設備に運ばれる。予備混合用機器は，ケースAと同一のものからなる。

－粘土

粘土は，トラックにより輸送され直接受入ホッパーに投入される。ホッパーからベルトコンベヤにより，ケースAは，6,600t と 800t（800t は，高珪酸粘土），ケースBは，7,600t の能力を有する上家付置場に運ばれる。（キルン公称能力の10日分）

－その他の原料

ケースAにおける鉄鉱石は，トラックにより輸送され，ケースBにおける珪砂と鉄鉱石は，鉄道によって輸送される，これらの原料は，粘土受入系統に荷下ろしされ，粘土と同一のコンベヤにより，上家付置場に運搬される。

c）リクレーマーによって切出された原料の運搬

リクレーマーにより切出された石灰石は，ミル前ビンに運ばれ，粘土は，粘土置場の下にある供給機により，必要に応じて引き出され，ミル前ビンに運ばれる。

その他の原料である鉄鉱石と珪砂は，置場の下にある各々の供給機により引き出され，同一系統のコンベヤにより，ミル前ビンに運ばれる。

原料ミルに，原料を定量供給する為，ビンには計量供給機が設置してある。

d）原料の乾燥と粉砕

原料は，夫々のビンより，原料調合比率に従って定量供給機により引き出され，ベルトコンベヤ上に集められて原料ミルに導かれる。ケースBにおいて，コンベヤ上に集められた原料は，2台の原料ミル各々の前に設置されたミル前ビンに運ばれる。各々のビンの底部には，計量供給機が設置され，各々の原料ミルに正確に，原料が供給される。

混合原料は，大量の熱ガスを処理出来るローラーミルにより粉砕される。ミルの能力は，ケースA 170t/h，ケースB 2×140t/h である。キルン排ガスは，熱ガスとして原料の乾燥に使用され，キルンスタートアップ時は，補助熱風炉により熱ガスが供給される。

原料は，三段ゲートを経て回転するミルテーブルの中央に供給され，遠心力によりテーブル上をふちに向って移動し，ローラーとミルテーブルの間で粉砕される。キルンから大量の熱ガスが，ミルに導かれ，粉砕原料は乾燥され，ミル上部に設けられた，セパレーターにより分級される。粗粒はミルに戻され，微粒はガス流により運ばれ，サイクロンで粉末原料とガスとに分離される。粉末原料と分離されたガスは，電気集塵器に送られ，大気汚染規制の許容範囲まで清浄される。電気集塵器は，ミルが停止した時も，ミルを迂回してガスの清浄に使用される。電気集塵器にて回収されたダストは，粉末原料と一緒に，エアースライド，チェインコンベヤを経て，バケットエレベーターにて，原料サイロの上にあるブレンディングサイロに送られる。

e）粉末原料の均質化と貯蔵

粉末原料は，連続エアーマージ混合システムによるブレンディングサイロにおいて，均質化される。サイロの底部は，多孔質のブレンディングユニットに覆われ，いくつかの放射状の区画に分けられている。各々の区画は，プログラムシーケンスで，一定期間高圧ブレンディング区画又は，低圧エアレーション区画として働く。ブレンディング区

函とエアレーション区函の原料密度の相違により，原料の内部循環が行なわれ，連続混合を行う。均質化された粉末原料は，ブレンディングサイロより，オーバーフローし，重力により2つのストレージサイロに供給される。粉末原料は，ストレージサイロから，調整バルブによって，各々のサイロ貯蔵容量に比例して抜出され，バケットエレベーターにて，キルン供給ビンへ運ばれる。

f) キルンと焼成

粉末原料は，調整バルブにより，キルン供給ビンから抜き出され，密閉式ベルトコンベヤー型の計量器により，バケットエレベーターを経てキルンに供給される。

ケースAでは，キルン排ガスと粉末原料との向流熱交換のために4段式プレヒーターを設置する。

ケースBでは，助燃炉付4段プレヒーターは，ケースAと同じ目的で設置された。本システムは，キルン形状の縮小，レンガ消費量の減少に寄与し，経済的観点からSPプロセスより，利点が多い。クリンカーの焼成は，ケースA 2,000t/dクリンカ，ケースB 3,300t/dクリンカのキルン中で行なわれ，ロータリーキルンを出た高温クリンカーは，グレートクーラーにて急冷される。

燃料として石炭を使用し，火入時には軽油を使用する。キルン排ガスは，原料ミル停止時，調湿塔にて，冷却され，電気集塵器にて脱塵される。

g) 石炭の受入及び粉砕

石炭は鉄道により輸送され，直接受入ホッパーに投入される。ホッパーより引き出された石炭は，ベルトコンベヤーにより貯蔵量，ケースA 4,700t，ケースB 7,600tの上家付予備混合装置に運ばれ，各々スタッカーコンベヤーにより，円形に層積される。石炭は，スクレーパー式リクレーマーによって，ストックパイルから，支柱の下にある円錐状のホッパーを経て，ベルトコンベヤー上に輸送され，ミル前ビンに送られる。

ローラーミルの能力は，ケースA 12t/h，ケースB 19t/hであり，粉砕に適当な粒度の石炭が供給される。ミルから排出された精粉は，気流と共にセパレータ，バッグフィルターを経て，微粉炭ビンに運ばれる。石炭もまた同様に，一部のクリンカークーラー排ガス又は補助熱風炉を使用して乾燥される。

h) クリンカーと石膏の受入及び貯蔵

クリンカークーラーを出たクリンカーは，バンコンベヤーによって容量，ケースA 20,000t，ケースB 33,000tのクリンカーサイロに運ばれる。サイロ上には生焼クリンカーを，サイロ外に排出出来るニヌシュートが設置されている。石膏は鉄道により輸送され，直接受入ホッパーに投入される。ホッパーから引き出された石膏は，石炭と同じコンベヤーにより，貯蔵能力，ケースA 2,000t，ケースB 3,300tの上家付置場へ運ばれる。石膏は，置場からフィーダーにより引出され，仕上げミル前ビンに送られる。

i) クリンカー輸送

クリンカーフィーダーにより，クリンカーサイロからバンコンベヤー上に供給されたクリンカーは，ミル前ビンに運ばれる。ミル前ビンは，クリカーを定量供給するために，定量供給機を設置している。

j) クリンカー粉砕

クリンカー及び石膏は，各々のビンから定量供給機により，正確にベルトコンベヤー上に引き出され，セメントミルに送られる。原料は，閉回路システムの2室チューブミルにより粉砕される。チューブミルから出た粉砕物は，バケットエレベーターを経て，エアーセパレーターに供給され，粗粉と精粉の2つに分けられる。粗粉はエアースライドを経て再びセメントミルに戻り，精粉はエアースライド上に集められ，ニューマティックポンプに連結される。ミルとエアーセパレーターは，吸引ファンによって通風される。排気中の微粒は，バッグフィルターで集められ製品輸送エアースライド上に回収される。製品は，パイプラインにより，空気輸送されセメントサイロに入る。製品輸送に使用された空気は，サイロ上に設置された，バッグフィルターにて脱塵される。

k) 包装と出荷

サイロから抜き出されたセメントは，バケットエレベーターを経て，パッカービンに送られる。袋詰能力2,000～2,200袋／時の8管式ロータリーパッカーが設置され，全てのセメントは50kg／袋に袋詰されて，トラック及び鉄道により配送される。

(2) 電気機器

a) 電力供給

ケースA

電力は，タナメラパワーステーションから，33KV2回線で架空線により工場へ供給される。電力は，将来の増設に対して十分な容量を準備すべきである。

ケースB

電力は，1986年完成予定である132KV送電線に接続されたローカルパワーステーションから供給され，2回線の架空線が工場とパワーステーションの間に設置される。

b) 配　電

受電所は，プラントの中心に置かれている。電力は，タナメラパワーステーション又はガムサンのローカルステーションから，ケースAにおいて18,000KVA，ケースBにおいては29,000KVAの容量を持つ2つの変圧器により33KVから6.6KVに変圧して，供給される。この6.6KV電力線は，プラント内数箇所のロードセンターに配電される。この高圧電力は，高圧駆動モーター用と同時に変圧器で380Vに落され低圧駆動モーターに使用する。

ロードセンターは6.6KVキューピクル，6.6KV/380V変圧器，低圧回路遮断器とモーターコントロールセンター等から構成される。

c) コントロールと計装

プラントは，プロセスをコントロールするための計装と，プロセスを安定させるために変動を緩和し吸収するために必要な計装を行うべきである。

このプラントの計装設備は中央制御室を設け，中央化する。オペレーターは，中央制御室にて，工程を監視し，最も重要な工程の変化は，ディスプレイに標示されると共に警報が出される。包装と出荷工程のコントロールルームは，包装室に設置する。コンピューターは，粉末原料の品質調整のために設置する。オンライン分析計により得られたデーターは，コンピューターに送られ，コンピューターからの原料調合の調整情報により計量供給機を調節する。

(3) 土建工事

a) プラントサイトの開発

プラントの敷地は各設備を適当な位置に配置するため一平面に敷地造成を行う。

敷地造成は処理工量が少くなる様に行うべきであり，又，頻繁に降る豪雨を処理する排水設備が必要である。これらのエンジニアリング，開発工事は，SEDCによって実行される。配置図に示す。プラント内の道路は舗装され，プラント境界線はフェンスを設置する。

b) 構造物と建物

1) プレブレンディング／原料貯蔵庫置場

全ての原料と石炭の上家付貯蔵庫置場は，波型スレート又は波型亜鉛鉄板葺の鉄骨構造とする。

2) 原料ミル，セメントミル，石炭ミルの建屋

建屋は，鉄骨又は，一部鉄筋コンクリート構造とし，一部にクレンガーダーを設ける。ミルの基礎は建家基礎と離した独立基礎とする。

3) ブレンディング，ストレージサイロ，セメントサイロ

サイロは，スリップ工法を使用した鉄筋コンクリート構造で，サイロ天井は，鉄骨構造とする。

4) プレヒータータワー

鉄骨構造とする。

5) キルンと駆動部基礎

各々の基礎は，中実，あるいは中空タイプのコンクリート構造とする。

6) 焼 成 室

2段建の鉄骨屋根付鉄筋コンクリート構造で，バーナー操作架台の下には，クーラー基礎が設置される。

7) クリンカーサイロ

サイロ底部までの基礎は，鉄筋コンクリート構造であり，サイロ壁と天井は鉄板と

する。

8) 包 装 室

建屋は，波型スレート又は波型亜鉛鉄板葺鉄骨構造とする。

9) 其の他の建物

受電所，修理工場，事務所，制御室と分析室，計量所，守衛所，倉庫を含め，大部分の建物がコンクリートブロック構造とする。

(4) ユーティリティー

a) 冷却水システム

セメント工場に要する水量は，概算，ケースA 700m³/日，ケースB 1,100m³/日で，ケースAはケランタン川より，ケースBはケティル川より必要水量取水出来る。しかしながら，上記の水は，水処理設備を必要とする。プラントの冷却水消費量を最少限にする為に，循環使用すべきである。

b) 圧縮空気システム

下記適した空気圧縮機の適当台数を設置する。

－プロセス配管における空気制御バルブ，空気式工具，その他

－水分，油分のない計装用空気

圧縮機は，配管ロスを少くするため，個々の部門に置く。

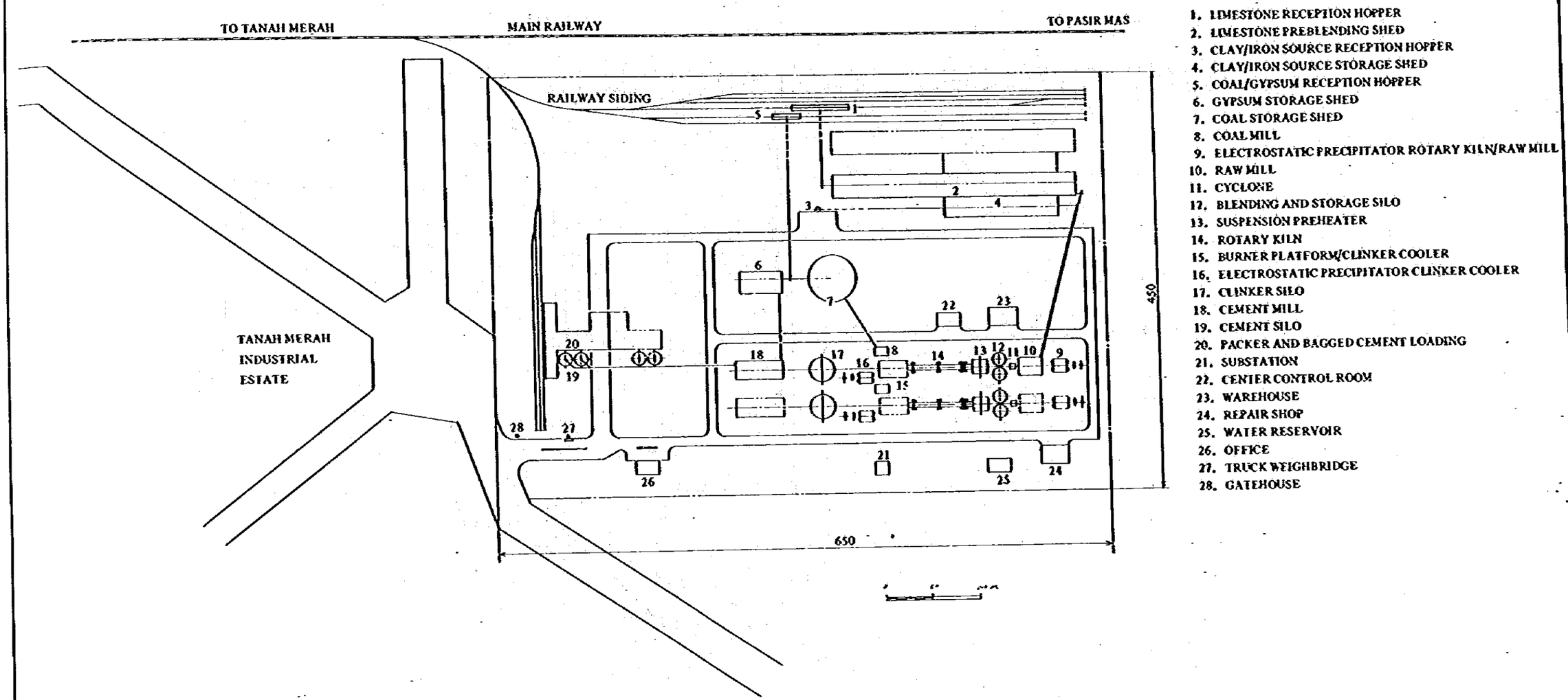
(5) 分 析 室

分析室は，中央制御室に隣接するプラントの中央に置き，物理，化学的試験設備を設ける。

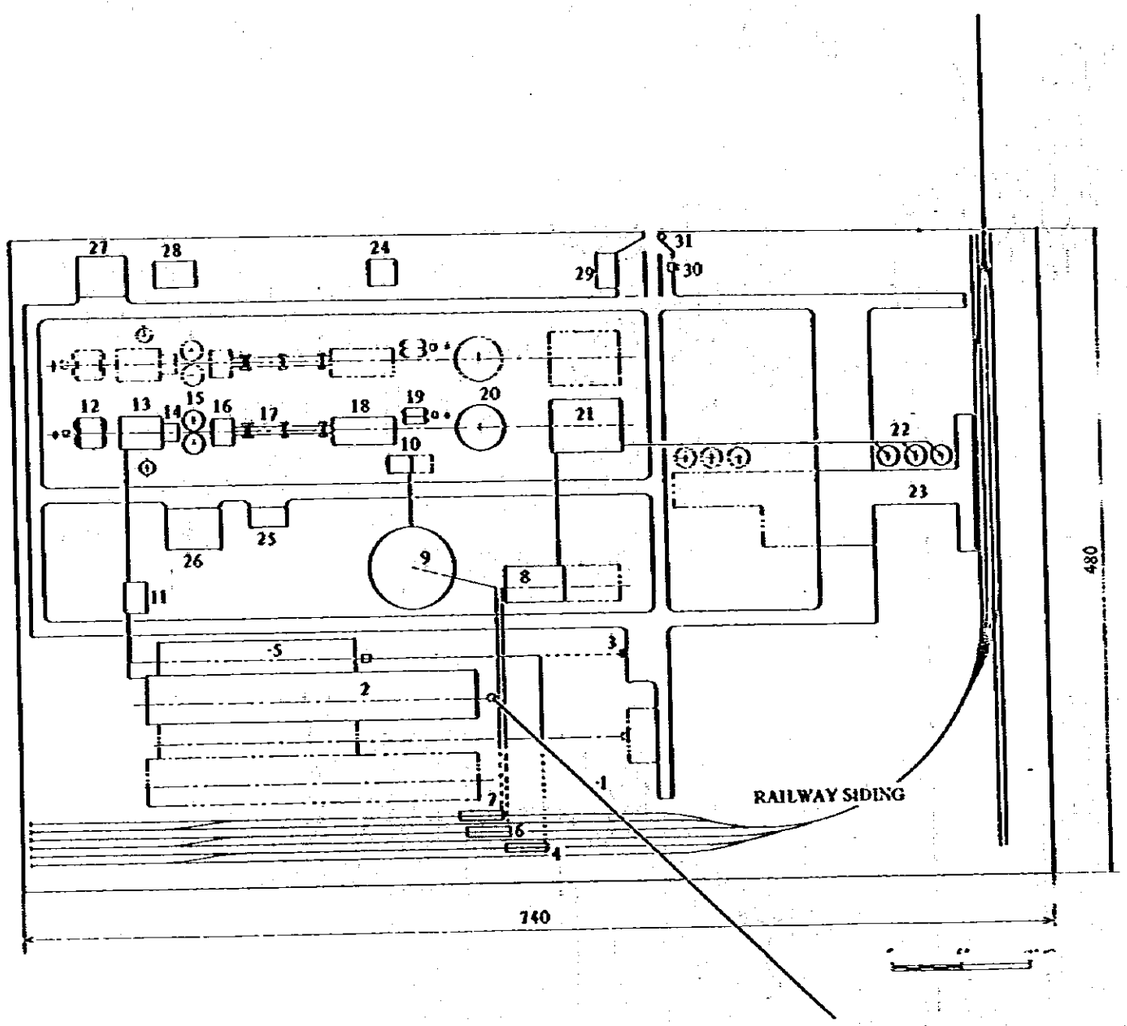
X線分析計は，原料受入点，原料ミル出口，原料サイロ出口における原料の分析を行う。

原料ミル出口と原料サイロ出口のサンプル採取は，自動で実施し，原料受入点は，手動で行う。

図Ⅴ－1－1　プラント配置図－ケースA

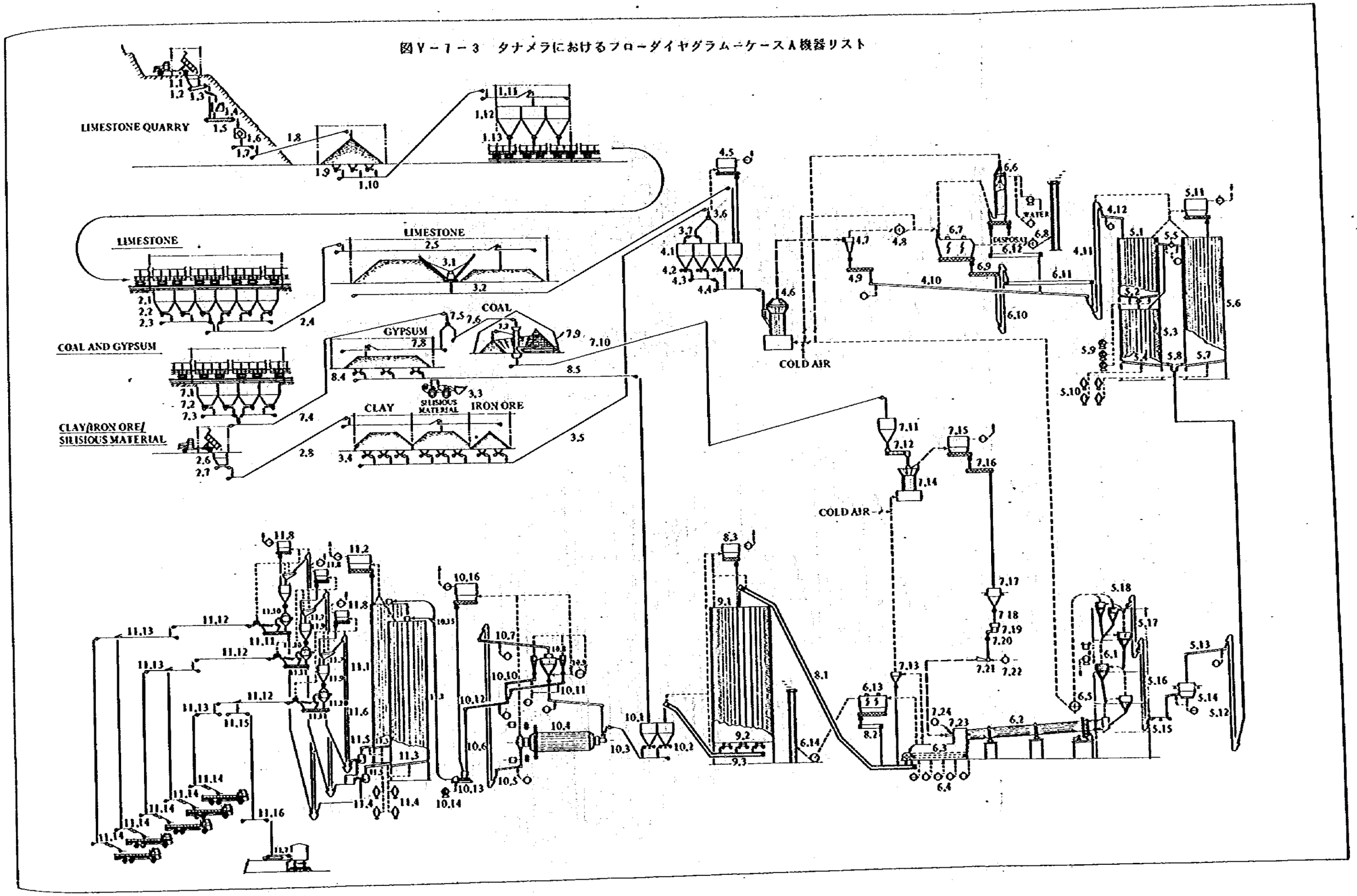


図V－1－2　プラント配置図－ケースB

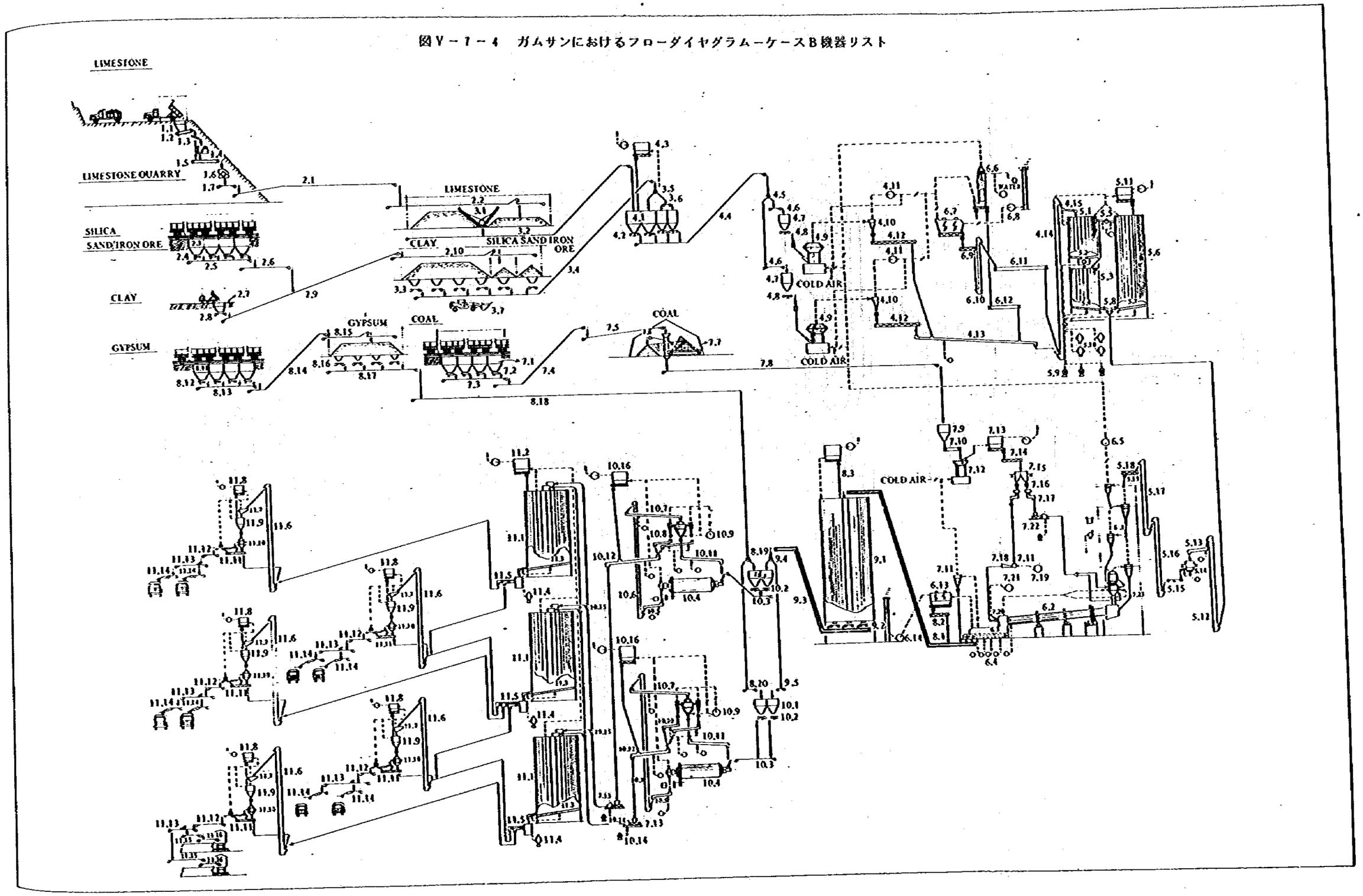


1. LIMESTONE RECEPTION BELT CONVEYOR
2. LIMESTONE PREBLENDING SHED
3. CLAY RECEPTION HOPPER
4. SILICA SOURCE/IRON SOURCE RECEPTION HOPPER
5. CLAY/SILICA SOURCE AND IRON SOURCE STORAGE SHEI
6. GYPSUM RECEPTION HOPPER
7. COAL RECEPTION HOPPER
8. GYPSUM STORAGE SHED
9. COAL STORAGE SHED
10. COAL MILL
11. RAW MILL FEED BIN
12. ELECTROSTATIC PRECIPITATOR－ROTARY KILN/RAW MILL
13. RAW MILL
14. CYCLONE
15. BLENDING/STORAGE SILO
16. SUSPENSION PREHEATER WITH CALCINER
17. ROTARY KILN
18. BURNER PLATFORM/CLINKER COOLER
19. ELECTROSTATIC PRECIPITATOR－CLINKER COOLER
20. CLINKER SILO
21. CEMENT MILL
22. CEMENT SILO
23. PACKER AND BAGGED CEMENT LOADING
24. SUBSTATION
25. CENTER CONTROL ROOM
26. WAREHOUSE
27. REPAIR SHOP
28. WATER RESERVOIR
29. OFFICE
30. TRUCK WEIGHBRIDGE
31. GATEHOUSE

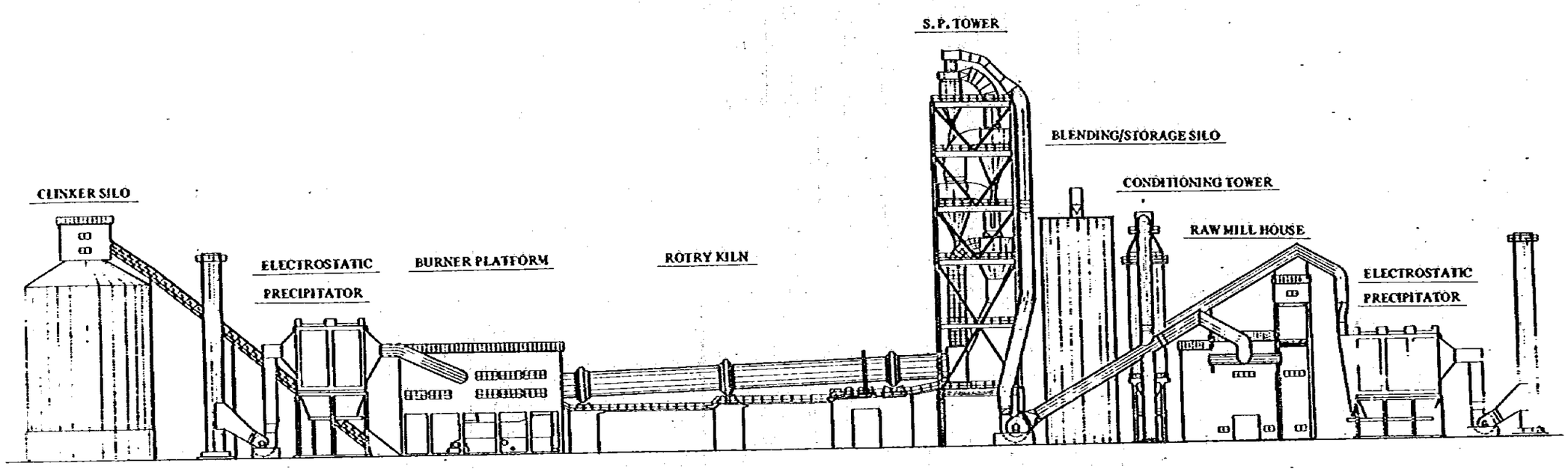
図V－1－3　タナメラにおけるフローダイヤグラム－ケースA機器リスト



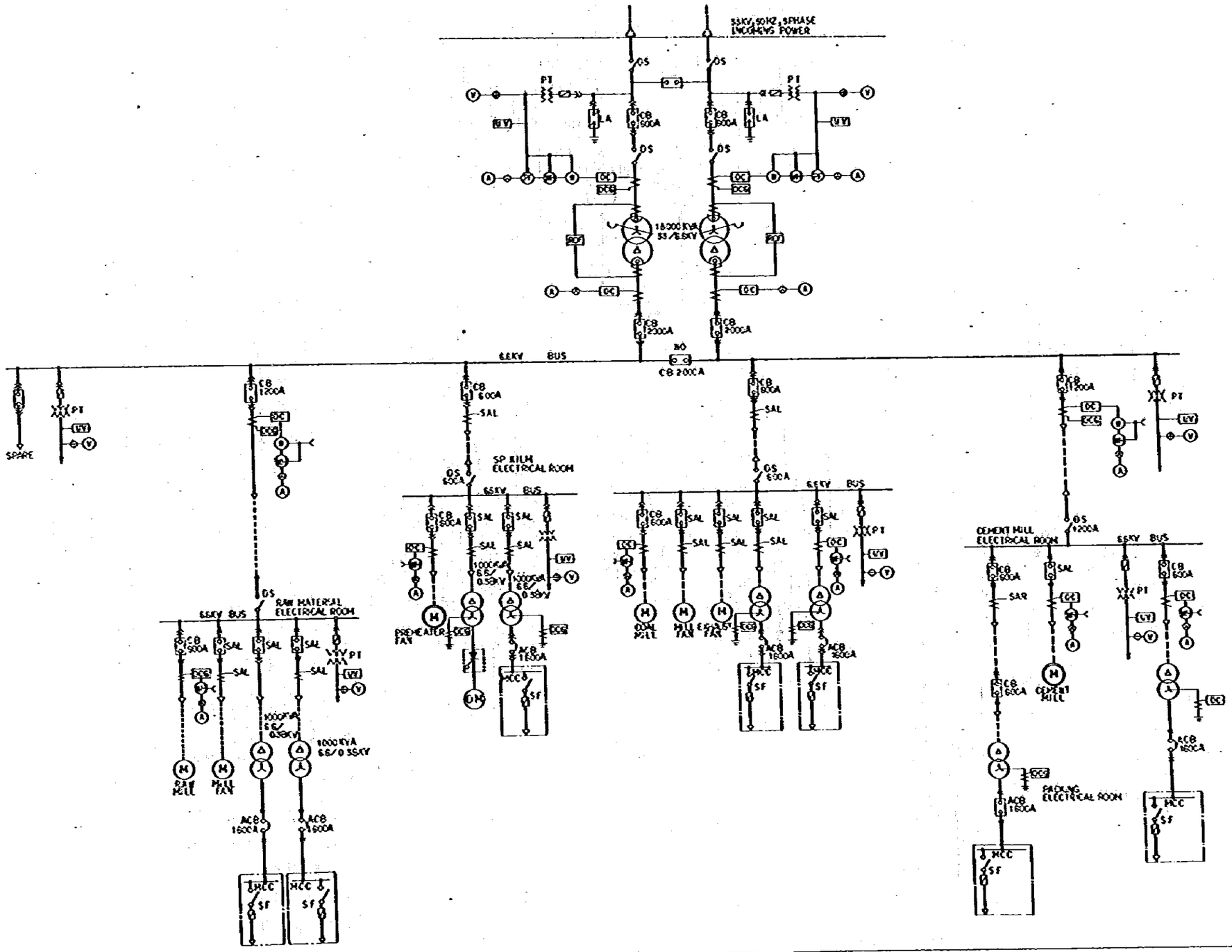
図Ⅴ－１－４　ガムサンにおけるフローダイヤグラムーケースＢ機器リスト



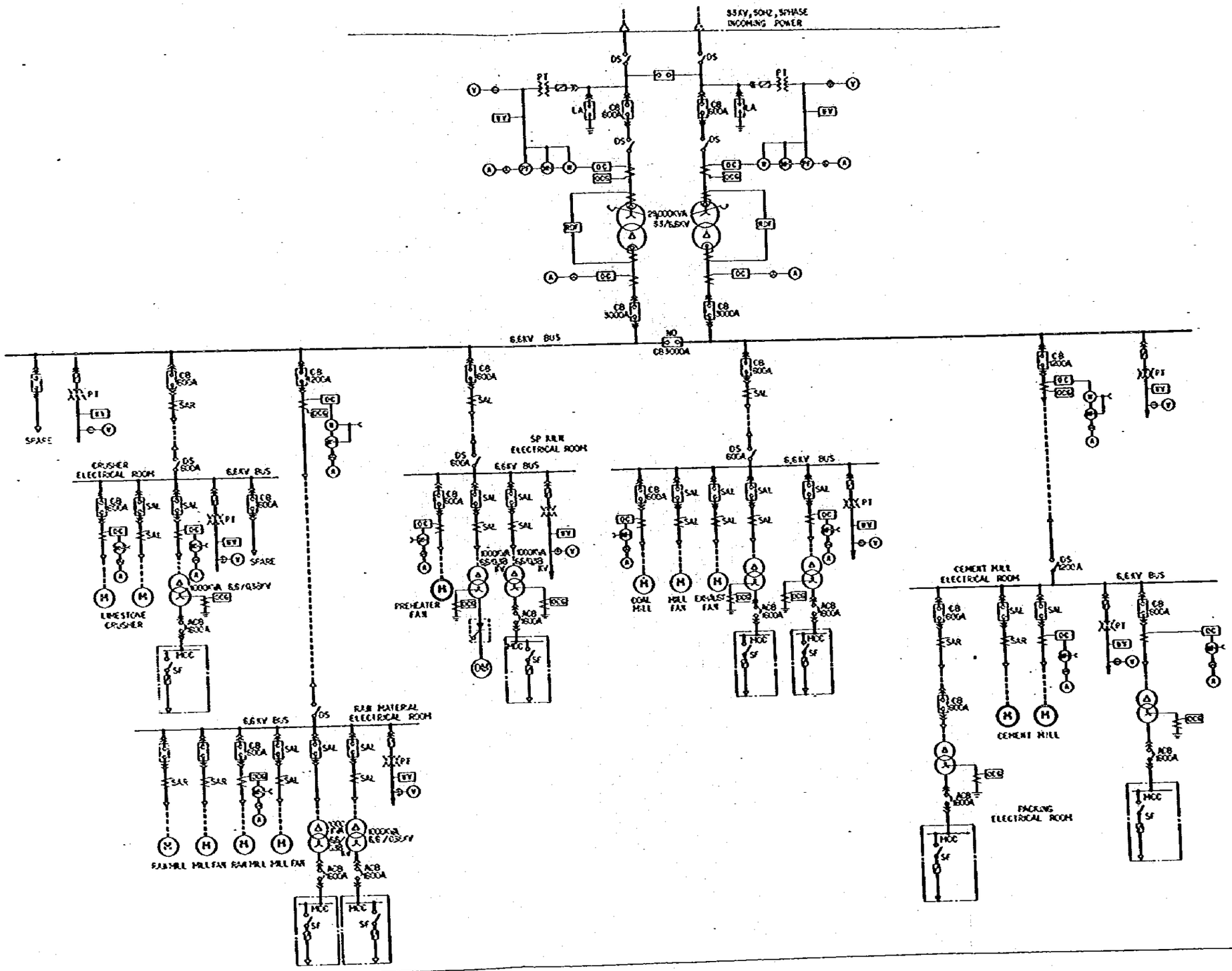
図Ⅴ－１－５　代表的なキルンプラントの側面図



図Ⅴ－７－６　タナメラにおける単線接続図



図V－1－1 ガムサンにおける単線接続図



記 号 説 明

DESCRIPTION

ACB AIR CIRCUIT BREAKER

EDG EMERGENCY DIESEL GENERATOR

SF SWITCH FUSE

THR THERMAL RELAY

MCC MOTOR CONTROL CENTER

EB EXCHANGING BREAKER

VD VOLTAGE DETECTOR

ISOLATOR

CIRCUIT BREAKER

POWER FUSE

ELECTROMAGNETIC CONTACTOR

POWER TRANSFORMER

ARRESTER

STATIC CAPACITOR

CURRENT TRANSFORMER

POTENTIAL TRANSFORMER

GROUNDING POTENTIAL TRANSFORMER

BUS DUCT

IM INDUCTION MOTOR

WIM WOUND-ROTOR INDUCTION MOTOR

ISM INDUCTION SYNCHRONOUS MOTOR

DCM DC MOTOR

NEUTRAL GROUNDING RESISTOR

COUPLING CAPACITOR POTENTIAL TRANSFORMER

ZERO-PHASE-SEQUENCE TRANSFORMER

BUSHING CURRENT TRANSFORMER

OC OVER-CURRENT RELAY

OCL OVER-CURRENT RELAY (LOW)

OCH OVER-CURRENT RELAY (HIGH)

OCG OVER-CURRENT GROUND RELAY

UV UNDER-VOLTAGE RELAY

OVG OVER-VOLTAGE GROUND RELAY

RDF PERCENTAGE DIFFERENTIAL RELAY

DG DIRECTIONAL GROUND RELAY

W WATTMETER

WH WATT-HOUR METER

VAR VARMETER

VARH VAR-HOUR METER

PF POWER-FACTOR METER

F FREQUENCY METER

A AMMETER

V VOLTMETER

RV RECORDING VOLTMETER

V_0 ZERO-PHASE VOLTMETER

EL EARTH LAMP

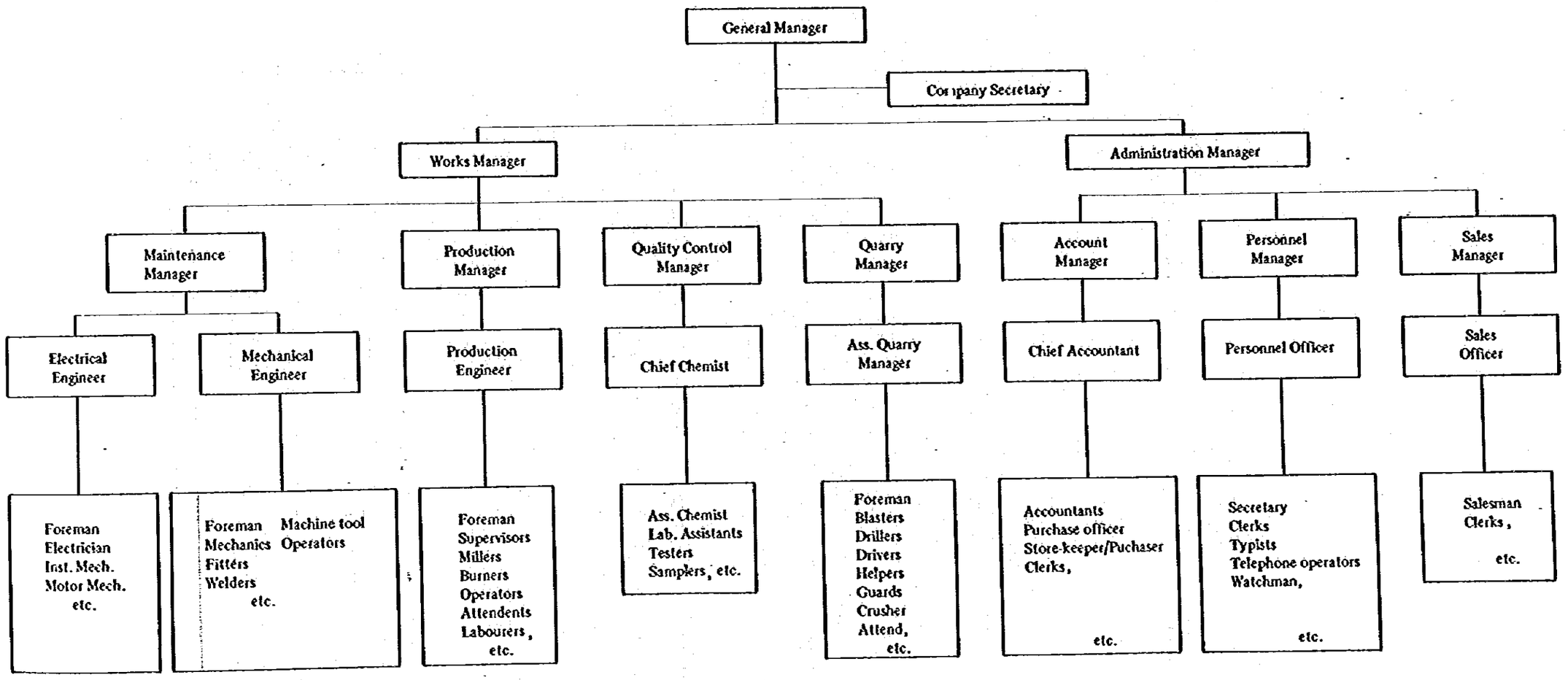
S.A.L. SAME AS LEFT

V－7－3 組　織

(1) 組　織

本プラントの組織表を，図V－7－8に示す。プラントは，いくつかの主要なセクション へ，機能的に分けられる。例えば保守，生産，品質管理である。各部の部長より直接報告を受ける，工場長がプラント全体の統轄を行う。この方法により，各々のセクションは，有効に機能する。

図V－7－8 組 織 表


General Manager
Company Secretary
Works Manager
Administration Manager
Maintenance Manager
Production Manager
Quality Control Manager
Quarry Manager
Account Manager
Personnel Manager
Sales Manager
Electrical Engineer
Mechanical Engineer
Production Engineer
Chief Chemist
Ass. Quarry Manager
Chief Accountant
Personnel Officer
Sales Officer
Foreman
Electrician
Inst. Mech.
Motor Mech.
etc.
Foreman
Mechanics
Fitters
Welders
etc.
Machine tool
Operators
Foreman
Supervisors
Millers
Burners
Operators
Attendents
Labourers,
etc.
Ass. Chemist
Lab. Assistants
Testers
Samplers, etc.
Foreman
Blasters
Drillers
Drivers
Helpers
Guards
Crusher
Attend,
etc.
Accountants
Purchase officer
Store-keeper/Puchaser
Clerks,
etc.
Secretary
Clerks
Typists
Telephone operators
Watchman,
etc.
Salesman
Clerks,
etc.

(2) 必要人員

必要人員の内訳は，表V－7－4に示す。総人員は，ケースAの場合308人，ケースBの場合351人となる。

数人の主要な人員を装置の選択が始まる前に雇用するものとする。プラント建設の初期の段階で主要な人員を増加し，工場運転の教育を行う。これらの人員は，機器据付と工場の試運転に従事させる。

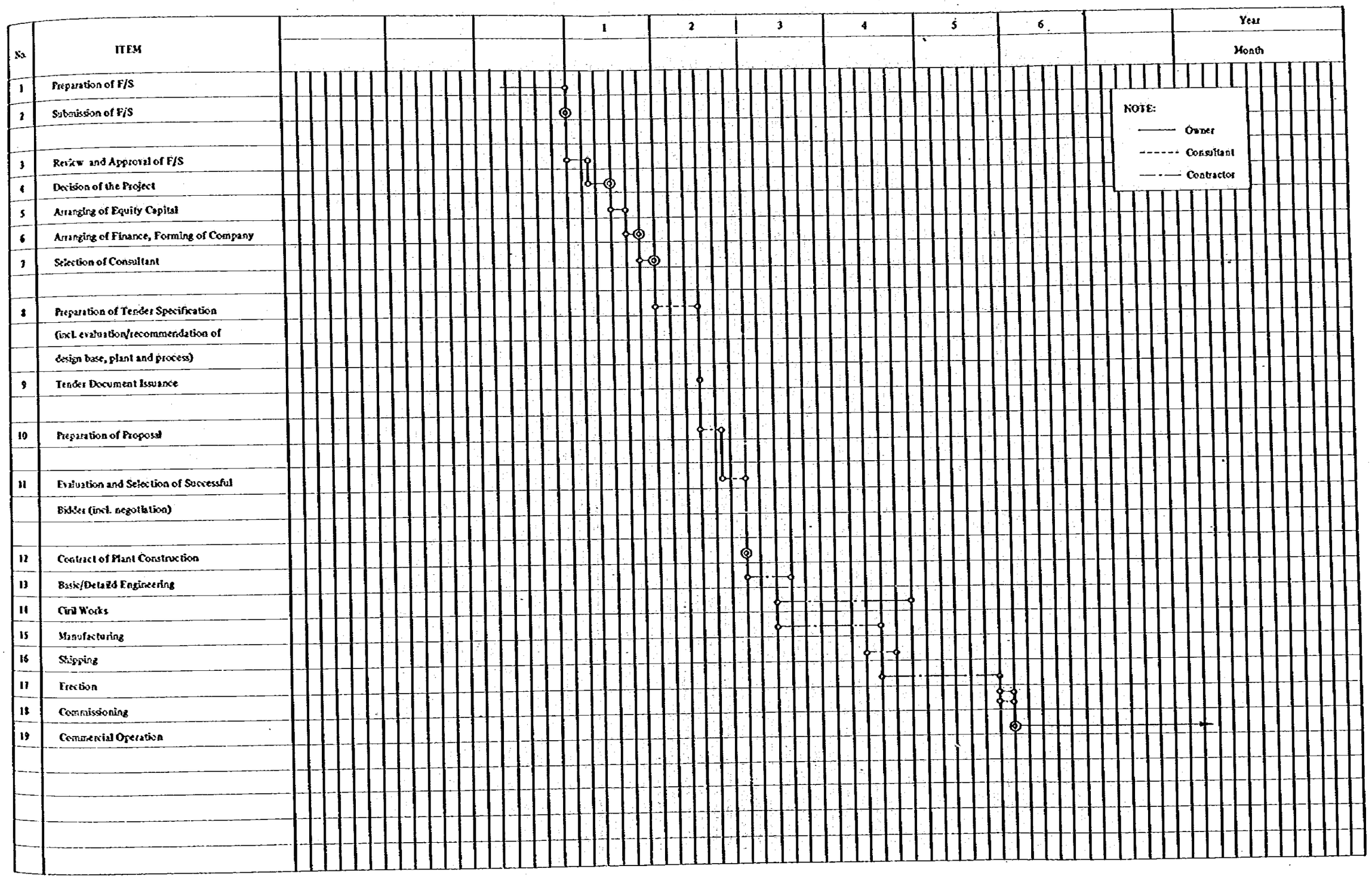
表V－7－4　必要人員の内訳

	Case A			Case B		
	No. of Person	Unit Cost M$/M. Month	Annual Cost M$/Year	No. of Person	Unit Cost M$/M. Month	Annual Cost M$/Year
Administration						
General manager	1	6,000	72,000	1	7,200	86,400
Company secretary	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Administration manager	1	5,000	60,000	1	6,000	72,000
Account manager	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Personnel manager	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Sales manager	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Chief accountant	1	2,500	30,000	1	3,000	36,000
Personnel officer	1	2,500	30,000	1	3,000	36,000
Sales officer	1	2,500	30,000	1	3,000	36,000
Administration	3	800	28,800	3	1,000	36,000
Accountants	5	600	36,000	5	700	42,000
Salesmen	3	600	21,600	3	700	25,200
Clerks	12	500	72,000	12	600	86,400
Others	10	500	60,000	10	600	72,000
Subtotal	42		608,400	42		729,600
Production						
Works manager	1	7,500	90,000	1	9,000	108,000
Mechanical engineer	3	3,500	126,000	3	4,200	151,200
Electrical engineer	2	3,500	84,000	2	4,200	100,800
Process engineer	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Chemical engineer	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Asst. chemist	2	2,500	60,000	2	3,000	72,000
Master burner	1	5,000	60,000	1	6,000	72,000
Quarry engineer	1	3,500	42,000	1	4,200	50,400
Asst. Q.E.	2	2,500	60,000	2	3,000	72,000
Supervisor	18	1,200	259,000	21	1,400	352,800
Skilled workers	60	800	576,000	72	1,000	864,000
Semi-skilled workers	75	600	540,000	90	700	756,000
Un-skilled workers	90	400	432,000	100	500	600,000
Clerks	9	500	54,000	12	600	86,400
Subtotal	266		2,467,000	309		3,386,400
Total	308		3,075,400	309		4,116,000

V－7－4　プロジェクトスケジュール

本プロジェクトの詳細スケジュールを，図V－7－9に示す。本プロジェクトを実施するに必要な期間は，F/S完了後，約5年が適当である。1年目に融資交渉を行い，2年目に詳細設計を含むプロジェクトが実行に始まるものと予想する。

図 V－7－9　プラント建設スケジュール表



V-1-5 環境への影響

セメント工場の操業による環境えの影響としては，工場から発生するダスト，SOx，NOx等の大気汚染，工場排水による河川の水質汚染濁，騒音の発生と，原燃料の搬入，製品の搬出の為の交通量の増加がある。

ダストの排水に対しては，適当な集塵装置を十分に設置するとともに良好な維持管理が必要である。騒音対策としては，工場周辺の環境からして，工場のサイトを住宅地帯から離すことが良策と考える。交通量増加の対策として，工場サイトをハイウェーに近い位置にすべきである。又，鉄道の引線が長くならない様，工場の位置を選定すべきである。

鉱山における原料の採掘についても，騒音，発塵，排水汚濁がある。それ故住宅地帯の近くに置くべきでない。

(1) ダスト

工場内で発生したダストは，集塵装置に導かれ，ダスト濃度を0.1～0.05g/Nm³以下にして各煙突より大気中に放出される。放出されたダストは，大気中の風により広範囲に拡散され，周辺地帯に降下する。ダストの成分は，石灰石，粘土等の原料と，クリンカー，セメントである。有害なものは含まれていないが，量があまり多いと，家屋の屋根に堆積する等，問題となる。ダストをきらうタバコ，桑，茶あるいは他の作物が栽培されている場所は，特に問題である。日本では，工場周辺で降下ばい塵量が10T/km²/月以下なら，特に問題はないとされている。セメント工場から発生する排ガスの主なものは，SP，原料ミル排ガスとクリンカークーラー排ガスであり，その他，仕上ミル，石炭ミル排ガスと原燃料，クリンカー，セメントのハンドリングに伴う集塵排ガスである。排ガス量の多いSP，原料ミル排ガス及びクリンカークーラー排ガスは電気集塵器に導き，入口濃度100g/Nm³～15g/Nm³を，出口濃度0.08g/Nm³以下まで集塵して，高い煙突から広範囲に拡散される様に排出すべきである。その他の仕上ミル，石炭ミル，原料その他のハンドリング排ガスについては，バッグフィルターに導き，入口濃度50g/Nm³～10g/Nm³を出口濃度0.05g/Nm³まで集塵すべきである。高い煙突の使用が望ましいが，数多く必要とするので経済的では無い。セメントプラントから発生するダスト量は概算下記の通りである。

ケースA（ケースBは（　）内に示す）

排ガスの種類	ガス量 Nm^3/min	ダスト濃度 g/Nm^3	ダスト量 t/月
SP，原料ミル	3,800（6,300）	0.08	13.1（21.8）
クリンカークーラー	2,600（4,300）	0.08	10.0（14.9）
その他	5,150（8,400）	0.05	11.1（18.1）
合計	11,550（19,000）	—	34.2（54.8）

工場周辺地域には，他に大きなダスト発生源はないので，SP，原料ミル排ガス，クリンカークーラー排ガスに対して，適当な高さの煙突を使用して排出すれば降下ばい塵量は5 t/km^2/月程度には出来るので問題は無いと考察される。その他の排ガスによる降下ばい塵は，煙突が低いので，主に工場内に降下する。したがって2次飛散しない様に工場内の清掃に努めるべきである。又工場周辺1km以内には住宅が無い方が望ましい。

(2) SOxガス

燃料を燃焼させる事により，燃料中の硫黄分の一部が酸化されて，排ガス中にSOxガスが発生する。大気中のSOxガス濃度が，1年間に渡って0.1ppm以上になると，人体に対して影響があると言われている。SOxの発生量は，クリンカー焼成プロセスによって異なる。本プラント使用するSP，NSPプロセスでは，キルン中で発生したSOxガスは，SP内で原料に吸収され，クリンカー中に固定されるので排ガス中にSOxは無い。従って，SOxの問題は無い。

(3) NOxガス

燃料を燃焼させることにより，NOxを発生する。NOxは，高温燃焼の過程で殆んどがNOの形で生成され，これが大気中に放出された後酸化されてNO_2となる。この反応の過程で紫外線や，ある種の炭化水素が関与してオゾン等の過酸化物を二次的に生成し，気象条件等の特殊な条件が備わると，光化学スモッグが形成されると言われている。今回採用しているNSPプロセスは，NOx発生量が少く，SPプロセスにおいては，これに比較して多くのNOxが発生し，大気中に放出されるが，周辺に他の発生源が無く，バイパスの交通量も少ないので炭化水素の濃度は非常に低いと考えるので，光化学スモッグは発生しないと共にNOxに関する問題も無いと考察する。

(4) 排 水

セメント工場では，工業用水は機器の冷却用にだけ使用されているので，排水中に有害な物質が含有される事は無い。工場内にこぼれた油や降下ダストが雨水に混入して排出されるだけでないので，操業上，適当な配慮がなされれば，問題は無いと考える。

(5) 騒 音

セメント工場には，大型の粉砕機，大型ファン，その他大型の機があり，操業時には，騒音を発生する。大型の粉砕機，大型ファン，大型モーターの機側1mの所で90～110db程度の騒音を発生し，工場の境界で70～75db程度の騒音にはなる。工場周辺の環境は非常に静かであり，昼間50～60db，夜間40～50dbと推定される。すなはち，工場境界線では，工場の操業により昼間15～20db，夜間25～30db騒音が大きくなる。この騒音増加を設備面から防止することは非常に高価なものとなり，経済的ではない。騒音は騒音源との距離を遠くはなせば減少するのは明らかであるので，工場の位置を住宅地帯からはなすことが最長の解決策であり，なるべくなら1km以上住宅からはなすべきである。

(6) 交通量の増加

操業に伴い，原燃料の受入，製品の出荷のために増加する交通量は下記の通りである。

項　目	輸　送	量（t／月）	輸送回数
ケースA			
石灰石	鉄　道	77,000	129列車／月
石　炭	〃	7,500	13　〃
石　膏	〃	3,200	6　〃
セメント	〃	7,000	12　〃
合　計		94,700	160　〃
セメント	ローリー	48,500	4,042ローリー／月
粘　土	〃	19,800	1,650　〃
高珪酸粘土	〃	2,300	192　〃
鉄鉱石	〃	700	59　〃
合　計		71,300	5,943　〃
ケースB			
珪酸砂	鉄　道	5,900	10列車／月
鉄鉱石	〃	3,000	5　〃
石　膏	〃	5,200	9　〃
石　炭	〃	11,800	20　〃
セメント	〃	5,400	9　〃
合　計		31,300	53　〃
セメント	ローリー	84,600	7,050　〃
粘　土	〃	22,200	1,850　〃
合　計		106,800	〃

上記輸送量には往復を考慮しなくてはならないので実際の交通量は2倍となる。

ケースA：	鉄　道	320列車／月	13列車／日
	ローリー	11,886ローリー／月	475ローリー／日
ケースB：	鉄　道	106列車／月	4列車／日
	ローリー	17,800ローリー／月	712ローリー／日

ケースAの場合，鉄道については現状の2倍となるが，輸送能力からして，大して多い回数ではないので，公害問題はないが，工場の位置は引込線が長くならない様，既設の路に近い所にすべきであると同時に鉄道の輸送力の拡充強化，信頼性の向上が必要となる。

トラック輸送については，ケースA475台／日，ケースB712台／日の輸送増加にさしつかえない，広い道路が必要である。したがって，工場はハイウェーに面した位置に選定すべきである。粘土，鉄鉱石の輸送トラックがハイウェーを汚さない様，対処すべきである。

(7) 鉱　山

採掘により，次の様な環境汚染が考えられる。

a) 発破による振動，騒音，ダスト飛散

b) 破砕用機器からの騒音，ダスト

c) 積込，運搬時のダスト

d) 降雨時の汚濁水の流出

上記の問題について下記の対策を取りあげた。

a) 住宅地帯から鉱山は，離れているので問題は無い。

b) 破砕用機器は，集塵器と必要に応じて散水装置を設置する。

c) ダスト防止のため，輸送道路上に散水する。

d) 必要な場所に沈殿池を設けて汚濁水の流出を防ぐ。

Y－7－6　周辺産業

今回計画されたセメント工場は，建設，運転，保守のコスト低減の意味で，初期投資を少なくすること，所要人員を少くすることを目的として，周辺産業で出来る仕事は出来るだけこれを採用する事が望ましい。工場を操業する上で必要な周辺産業には次の様なものが含まれる。

1. 原料採掘業
2. 輸入原燃料，資材の販売業
3. 輸　送　業
4. セメント販売業
5. 電　力　業

6. 消耗品，予備品の製造業

7. 保守，修理業

購入原燃料，資材の販売業，セメントの販売業については省略し，その他について以下に説明する。

1) 原料採掘業

今回の計画では，石灰石，粘土，鉄鉱石の採掘を周辺産業で行う様にしている。

石灰石：石灰石採掘会社の業務範囲は，自己の採掘設備を持ち，鉱山開発を含む採掘作業を行い，破砕機投入迄の作業を行うものとする。ケースAに於ける概算石灰石の採掘量は810千t/年，必要資金約9,000千M$，売上高3,260千M$/年と予想される(ケースBについては，1,360千t/年，15,000千M$，4,980千M$/年)。

従って，この会社は大きな資金力と，石灰石の採掘に対する高度の技術と鉱山管理に経験の深いものが必要である。マレーシア国内の有能な企業を選定すべきである。

粘　土：この会社の業務範囲は，自己の採掘運搬設備を持ち，鉱山開発を含む採掘作業と工場迄の運搬を行うものとする。ケースAに於ける粘土の採掘量約230千t/年，必要資金約1,100千M$，売上高約750千M$/年と予想される（ケースBについては，230千t/年，約800千M$，600千M$/年）。

従って，この会社は中程度の資金力と粘土採掘，鉱山管理に或程度の経験があればよく，クランタン州内に適当な企業があると考える。

鉄鉱石：この会社の業務範囲は，自己の採掘設備をもち，鉱山開発を含む採掘作業を行うものとする。ケースAに於ける採掘量は約7.3千t/年，必要資金300千M$，売上高100千M$/年と予想される（ケースBについては，31千t/年，300千M$，130千M$/年）。

従って，この会社は，小規模な資金力と，採掘鉱山管理に或る程度の経験があれば可能であり，地元企業で充分可能と考える。ケースBに於て珪酸砂は，クランタン川の川砂採取業者より購入する。

2) 輸　送　業

本セメント工場の操業要する輸送機関は，鉄道とトラック輸送である。その概要は下記の通りである。

ケースA

輸送機関	品名	輸送量 t/月	輸送区間	
鉄道	石灰石	77,000	ガムサン →	タナメラ
〃	石炭	7,500	ポートケラン →	〃
〃	石膏	3,200	スンガイゴロク →	〃
〃	セメント	7,000	タナメラ →	ウルケランタ
	小計	94,700		
トラック	セメント	48,500	タナメラ →	ケランタン，トレンガヌ州全域
〃	鉄鉱石	700	ブキトラタ →	タナメラ
	小計	49,200		

ケースB

鉄道	珪酸砂	5,900	ワカフパハル →	ガムサン
〃	鉄鉱石	3,000	ランタウパンジャン →	〃
〃	石膏	5,200	スンガイゴロク	〃
〃	石炭	11,800	ポートケラン →	〃
〃	セメント	5,400	ガムサン →	テマーロ
	小計	84,600	ガムサン →	ケランタンとトレンガヌ全域

鉄道輸送については，マラヤン鉄道を利用するが，貨物の輸送量が現状より大巾に増加するため，機関車，貨車，レールの拡充強化，通信設備，保守体制の強化による信頼性の向上及びタナメラ，ガムサンに於ける操車場の拡充が必要である。特にタナメラ－ガムサン間は，工場からの積荷が増大するため大巾な強化と信頼性の向上が必要である。ケースAに於て，この区間の鉄道は，鉱山と工場を結ぶ主要機関であり，工場の操業に直接大きな影響を与え，事故による輸送中断は，操業停止につながり，大巾な損害をまねくからである。ケースAに於て，ガムサンからタナメラへの石灰石輸送については，ホッパー貨車が必要である。通常ホッパー貨車のホッパー部の投資を荷主が引き受けることにより運賃を割引する。荷主の利益と減価償却の総計は，概算で割引き運賃の総計とほぼ同じである。

本スタデーにおいて，運賃は割引き無しで計算し，荷主の取り分は，工場建設コストには含まないものとした。石灰石貨車輸送の概要は次の通りである。

輸送量　　：：77,000t／月
輸送量（25日／月）：：3,080t／月
貨車容量　　：：30t
輸送回数　　：：1輸送／日
貨車輌数（含20％余裕）：120輌
貨車単価　　：M$ 120,000
投資合計　　：M$ 15,000,000
荷主負担分　　：M$ 9,000,000
マラヤン鉄道負担分　：M$ 6,000,000

大量輸送による運賃割引きと貨車増加による製作範囲は，将来の課題とする。トラック輸送については，ケースA 48,500t／月，ケースB84,600t／月のセメントをケランタン，トレンガス両州全域に輸送することが主な業務となり，売上高は概算ケースA約M$ 10,000，ケースB約M$ 19,000であり，この為ケースAで10トン，15トン積トラックを夫々，100台計200台，ケースBで夫々，200台，計400台必要とする。それ故大きな資金力とセメント輸送の深い経験が必要と考える。西マレーシアに広範囲な輸送網を持つ大きな輸送会社を起用すべきであろう。

3) 電力業

この計画に必要な電力は，L.L.Nから供給を受ける予定である。ケースAに於ける必要電力は，タナメラのセメント工場で12,300kw，ガムサンの石灰石鉱山で700kwである。タナメラには275kwの高圧線が通り，360MVAのトランスが1982～1983年に設置される予定であるので，セメント工場用の電力は問題ない。石灰石鉱山についても700kw程度の容量増加は，現状の計画で問題は無い。ケースBに於ける必要電力は21,300kwである。全国ネットワークと連結したラインがタナメラ，クアラリピス間を132KVラインで繋ぐ計画は1986年完成予定されているので，このラインが完成しておれば，別に問題は無い。ケースBの計画を進める場合，上記電力ラインを前提とすべきである。

4) 消耗品，予備品の製造業

このセメント工場が操業する上で必要とする消耗品，予備品の主なものは，耐火煉瓦，粉砕機用粉砕媒体，潤滑油，セメント袋，磨耗，損耗機械部品，その他予備品としての電気，機械部品，機器等がある。これらは常時，その品物の納期と運転計画とを勘案して必要量を工場に在庫しておかねばならない。価格寿命，納期等を勘案する必要はあるが，日常，常に必要な品物は，工場に近い所で短期間に製造され，工場在庫が少なくなる事が理想である。しかし現状では，ケランタン州内には，この様な産業は全くない。西マレーシア西側のクアラルンプール，ジョホール，イポー，ジョージタクン周辺の工業地帯には，

この様な産業があるので，これらが分工場をセメント工場近郊に設置する事が望まれる。しかし，このセメント工場1つだけで，上記の新工場をささえるだけの需要は無い又，特に重工業が近郊に沢山出来る計画もないので，最小限のものを除いて，西マレーシア所属のメーカーから購入せざるを得ない。最小限のものとして小型機械部品の鋳造，鍛造，機械加工が出来，製缶品の製作も出来，機械の分解組立も出来る機械工場が1つは必要である。この機械工場は勿論，その関係会社の鉱山，輸送会社，その他近傍の製材所，パームオイル工場他の機械部品の製造，機械，車輌の修理も行い，経済的に成り立つ範囲で可能な限り大きい規模とし，高い技術レベルを持つ事が望ましい。セメント工場によるセメント袋の消費量は約13,300千袋／年（21,600千袋／年），総額5,000千M$（9,000千M$）と予想される。輸送費を節約する意味では，セメント工場自身で製造した方が良いが，将セメントの散出荷が増加し，袋の需要が減少することが予想されるので，既存の製袋業者より購入した方が良策と考える。従って，工場に近い既存業者から選択すべきである。

5）保守，修理業

工場機器の維持管理の作業量は操業中と定期修理時とでは大巾に異なり，最大作業量に合わせて，セメント工場の人員を確保する事は得策ではない。操業時の作業量と定期修理時の関連会社の作業を技術的，経済的に管理するだけの人員を社内に持ち，定期修理時の増加作業は，関連会社によって行う様計画されている。又，工場機器のうち特別の高度技術が無いと維持管理のむつかしいX線分析装置とか，計算機の様なものは，専門技術者を社内におく事は経済的では無く，専門のメインテナンス会社のサービス網を利用すべきである。定期修理時の関連会社の作業には，キルン，クーラー，SP等の耐火煉瓦の巻替作業，機器の損耗部品の取替作業，電気計装機器の点検校正等がある。定期修理時には約100～200人程度の作業員を必要とし，熟練工，半熟練工，未経験工夫々1/3づつ位の質が必要である。定期修理は年間約50日，比率にして13%しかないので，関連会社は15～30人の最小限機器の取替と製缶作業の出来る熟練工だけを常備し，その他の作業員は定期修理又は，突発的な修理作業時のみ雇用する様な形で運営されるべきである。又，セメント車輌の修理は安定した作業が有するので，前記の機械工場，上記の修理関係の関連会社と一緒にすれば作業量はやや安定するであろう。