

(7) 粘土採掘用地

2/y

(採掘終了部分は返還していくものとする)

V-2-14 人員計画

(1) 所要人員

原料供給のために必要な職種別技能者数は、各ケースについて下記の通りである。

ここで、粘土、けい砂採掘積込に従事する作業者は、非熟練者で十分なので、この部分は外部へ請負させるものとする。

(1) 石灰石鉱山

職 種	所 要 人 員			備 考
	1,500 t・cl/d	1,000 t・cl/d	750 t・cl/d	
マ ネ ジ ャ -	1	1	1	
技 術 者	7	7	7	
事 務 所 補 助	3	3	3	
職 長	5	5	5	
さ く 岩	25	17	13	
コンプレッサ-運転	3	2	2	
発 破	5	4	3	含火薬管理
2 次 発 破	10	7	5	
ロ - ダ - 運 転	5	4	3	
ダンプトラック運転	9	6	5	
小 割	3	3	3	
積 込	2	2	2	
機 関 車 運 搬	4	4	2	
クラッシャー-運転	5	5	5	含部品管理
機 械 修 理	5	4	4	"
ロ - プ ウ ェ イ	30	30	30	
電 気 室	2	2	2	
合 計	125	106	95	

(iii) 粘土、けい砂採掘

職 種	所 要 人 員			備 考
	1,500 t・cl/d	1,000 t・cl/d	750 t・cl/d	
(a) 粘 土				
職 長 監 督	5	3	3	
トラック運転	16	11	8	
掘さく積込	159	106	80	
車 輛 修 理	5	3	3	車輛修理工はけい砂 用車輛も管理する
計	185	123	94	
(b) けい 砂				
職 長 監 督	1	1	1	
トラック運転	5	3	2	
掘さく積込	38	25	19	
車 輛 修 理	-	-	-	
計	44	29	22	

(2) 技能および訓練

前記の原料供給のために必要な技術者、および技能者をガイガットおよびその周辺地域で集めることは現在では困難である。原料部門を担当する技術者は専門的知識を有し、実作業における応用能力を有する者でなければならない。特に当初は熟練度の低い多数の作業員により、運転を余儀なくされるので、安全管理のためには十分経験を積んだ技術者であることが必要である。

また、原料部門の Manager は技術的能力の他にコストマネジメント、労務管理等総合的能力を必要とする。これらの技術者を直ちに準備することは困難と思われるが、そのためには予め必要な期間適切なフィールドで訓練・養成すべきである。

各セクションの職長クラスは現業で経験があり、かつ指導力のあることが必要である。

電気、機械、修理を除くほとんどの職種は現場における教育・訓練で養成できるので、そのための指導者と期間（約6ヶ月）を準備しておけば問題ないであろう。

V-2-15 鉾山開発工事費

(単位 Rs)

Case - 1,500 t · cl/d

費 目	石 灰 石	粘 土	けい砂
土木建築工事費	49,752,571	590,000	50,000
採掘機械購入費	8,343,400	8,386,560	1,374,048
破碎設備その他機械費	15,193,000	-	-
架空索道建設購入費	160,245,500	-	-
道路建設費	-	-	-
計	233,534,471	9,976,560	1,424,048
合 計	Rs 243,955,079		

Case - 1,000 t · cl/d

費 目	石 灰 石	粘 土	けい砂
土木建築工事費	45,935,861	409,750	50,000
採掘機械購入費	6,386,700	5,835,648	872,500
破碎設備その他機械費	12,706,000	-	-
架空索道建設購入費	131,564,000	-	-
道路建設費	-	-	-
計	196,592,561	6,245,398	922,500
合 計	Rs 203,760,459		

Case - 750 t · cl/d

費 目	石 灰 石	粘 土	けい砂
土木建築工事費	43,677,699	329,250	50,000
採掘機械購入費	4,789,200	4,505,280	831,324
破碎設備その他機械費	10,839,700	-	-
架空索道建設購入費	109,764,300	-	-
道路建設費	-	-	-
計	169,070,899	4,834,530	881,324
合 計	Rs 174,786,753		

V-2-16 原料原価

Case - 1,500 t · cl/d

費目	石灰石	粘土	けい砂	鉄 鉦	石 膏
直接費 (Rs/t)	5.83	31.78	1880	180.00	366.00
固定費 (Rs/y)	7,371,099	1,641,000	257,400	-	-
(修理費)	(6,369,099)	(1,422,000)	(248,400)	-	-
(労務費)	(786,000)	(219,000)	(9,000)	-	-
(電力費)	(216,000)	-	-	-	-

Case - 1,000 t · cl/d

直接費 (Rs/t)	石灰石	粘土	けい砂	鉄 鉦	石 膏
	5.83	32.62	1380	180.00	366.00
固定費 (Rs/y)	5,586,000	1,118,000	143,700	-	-
(修理費)	(4,670,400)	(992,000)	(134,700)	-	-
(労務費)	(732,000)	(126,000)	(9,000)	-	-
(電力費)	(183,600)	-	-	-	-

Case - 750 t · cl/d

費目	石灰石	粘土	けい砂	鉄 鉦	石 膏
直接費 (Rs/t)	5.83	33.53	1880	180.00	366.00
固定費 (Rs/y)	4,826,197	871,000	133,200	-	-
(修理費)	(4,058,197)	(763,000)	(124,200)	-	-
(労務費)	(606,000)	(108,000)	(9,000)	-	-
(電力費)	(162,000)	-	-	-	-

V-2-17 今後の必要作業

本プロジェクトが今後実施の方向に進む場合、工事計画の精度を上げるために次のような作業が必要である。

(1) 石灰石鉱山

- ・ 鉱山南西側山麓の詳細地形図の作成
- ・ 表土堆積場予定区域（3ヶ所）の詳細地形図の作成
- ・ 従業員宿舍建設用地の詳細地形図の作成
- ・ 破碎室区域と切羽を結ぶ道路ルートを選定
- ・ 採掘予定範囲における表層土の厚み調査
- ・ 架空索道ルートを選定
- ・ Gaighat - 鉱山間道路ルートを選定

(2) 粘土鉱山

- ・ ガイガット - ベルタル道路のルート選定
- ・ 雨期対策としてのガイガットプラントサイト周辺における予備粘土鉱床存在の可能性の調査
- ・ ドワル川の雨期における流水量および水深調査

V-3 原料の品質

V-3-1 使用原料の性質

本プロジェクトに於いて使用を予定している各原料の性質はV-3-2の項で示す各種の試験結果をもとにこれに検討を加えて以下にまとめて示す。

(1) 石灰石(シンダリ鉱床)

シンダリ(Sindali)石灰石鉱床に於ける本プロジェクトの対称部分の石灰石はCaOの平均含有量が約53%、MgOが1.5%前後であり、セメント原料用石灰石としては純度の高いものである。又その他の化学成分としてNa₂O及びP₂O₅が平均してそれぞれ約0.02%及び0.1%又K₂O及びClはそれぞれ0.2%及び0.001%以下である。

組成鉱物はカルサイトが主体で、わずかのドロマイトと極く少量の石英及び雲母が認められる。カルサイトの結晶は比較的大きく発達しており、結晶粒径の大きいものは2000μ以上、平均して約1000μである。

この石灰石は比重とかさ比重とがほぼ同じ値の2.7であり又付着水分が0.1%であることから明らかのようにも密質で、硬く、従って被粉碎性はやや低い。

(2) 粘土(ベルタル鉱床)

ベルタル(Beltar)地区の粘土原料はその主要な化学成分から見て二つに大別される。即ちSiO₂の平均含有量がそれぞれ65%及び63%の北鉱床及び南鉱床とこれよりやや高い71%の東鉱床である。いずれも主要成分であるSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃の含有量のバランスはよい。一方Na₂O及びK₂Oの含有量はいつれの鉱床もそれぞれ約0.2%及び2~4%ではほぼ同等であり、又SO₃、P₂O₅、及びClについてもそれぞれ0.02%、0.03~0.04%及び0.003%と大差はない。

組成鉱物としてカオリナイト、ハロイサイト、雲母及び長石が認められ、石英の結晶粒径は10~200μであり、平均して100μ以下のものが多い。又絹雲母については長さ100~数100μのものが認められる。

比重は約2.7、かさ比重は1.6~1.7で可塑性があり付着水分は比較的高く、今回実施した乾期の試験結果は20%である。全般的に風化が進んでおり粒子は細く軟質で、セメント原料用として特に優れた品質の粘土である。

(3) けい砂(トリジュガ川床)

トリジュガ(Trijuga)川河川系に推積する。けい砂は堆積している場所によって雲母等の混入量が異なりSiO₂含有量は80~90%の間で変動する。ガイガットの東方約5kmのトリジュガ川南側の河川敷で採取したけい砂(トリジュガ川けい砂No.1)は上記のほぼ中間の品質であり、その化学成分はSiO₂=86.1%、Al₂O₃=6.1%

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1.5\%$ 又、アルカリ成分として $\text{Na}_2\text{O} = 0.72\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} = 2.06\%$ である。

トリジュガ川けい砂の鉱物組成は石英、長石及び雲母が主体であり、比重は約2.6、表面乾燥飽水状態に於ける単位容種重量は約1.2である。このけい砂はその性質からみてセメント原料の化学成分調整用として使用可能なけい酸質原料である。

(4) 鉄原料 (ブルチョキ鉱床)

鉄原料として使用を予定しているブルチョキ (Phulchoki) 鉱床の鉄鉱石は Fe_2O_3 含有量が80%以上、 SiO_2 及び Al_2O_3 がそれぞれ約8%及び5~8%であり鉄原料として比較的純度の高いものである。組成鉱物は赤鉄鉱が主体で少量の石英、雲母及び長石が認められた。

比重は4.5かさ比重は4.5でありち密質で硬い。この鉄鉱石はセメント原料の化学成分調整用として使用可能である。

(5) 調 合 原 料

上記の各原料を使用して標準的な普通ポルトランドセメントを製造する場合、目標の主要化学成分に合う様各原料を調合する事は各原料の化学成分変動巾から判断して容易である。

この時の調合原料中の Na_2O 及び K_2O はそれぞれ0.08%及び0.63%、 Cl は0.001%以下であり製造様式としてサスペンションプレヒーター付キルン (SPチルン) を採用することが可能である。又調合された原料の易焼成性は日本のセメント工場で使用される平均的な原料に較べ同等かもしくはややよい傾向にあり良好であるが被粉碎性は日本の原料よりやや低い。しかし全般的にみて良質の原料である。

(6) 石こう (ラジャスタン)

使用が予定されているラジャスタン (Rajasthan) 石こうの品質は入手した1試料について試験した結果、 $\text{CaO} = 29.7\%$ 、 $\text{SO}_3 = 40.9\%$ 、 SO_3 含有料から計算した純度は88%である。主要な組成鉱物は硫酸カルシウム二水塩であり、その他に少量の石英が認められる。この石こうはセメントの凝結調節用として使用可能な品質のものである。

(7) 工 場 用 水

ガイガット (Gaighat) 町付近のトリジュガ川の水及びマティガラ (Motigarha) 村の井戸水はそれぞれPHが8.55及び7.50全硬度150及び96 ppmであり、アルカリ度のやや高い水であるが、工業用水として使用可能である。

(8) 石 炭

使用が予定されているインド産石炭の1例としてアッサム (Assam) 炭について入手した1試料の試験を実施した結果、低発熱量 = $7,210 \text{ kcal/Kg}$ 、灰分 = 10.28%

揮発分 = 40.84%、固定炭素 = 48.88% 又いおう 3.24% であり、灰分の化学成分は $\text{SiO}_2 = 5.99\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20.6\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 11.5\%$ である。この石炭はセメント焼成用として充分使用可能な品質の石炭である。

V-3-2 原料の試験結果

本調査団が現地に於いて採取あるいは入手した各種原料の試料は一部のものは調査団が現地で試験を実施し、その他のものは持ち帰って後、日本に於いて行った。尚採取試料のうち試験を実施したものについてはその試料番号を地形図 G-02、G-20 及び G-22 に記入しそれぞれの試料採取位置を示した。

尚石灰石鉱床中にはドロマイト鉱床が介在しており、これはセメント用原料としては不適当であるが、参考のためにその試験結果を並記した。

(1) 化学分析

(i) 分析試料

現地で採取あるいは入手した試料のうち化学分析を実施したものについてその試料数、分析成分数、分析結果を示す表の番号及び分析を実施した場所をそれぞれまとめて表 5-3-1 に示した。

(ii) 分析法

試料を乾燥後、粗砕し、微粉末に粉碎して、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 及び SO_3 については重量分析法を、 CaO 、 MgO 及び Cl については容量分析法を用いて定量した。又 Na_2O 及び K_2O については炎光光度法、 P_2O_5 及び石灰石中の Fe_2O_3 については比色法を用いた。

(iii) 分析結果

各試料の分析結果を表 5-3-2 ~ 表 5-3-12 に示す。

表 5-3-1 化学分析を実施した試料の一覧表

試料		分析を実施した 試料数	分析項目	分析結果を示 した表の番号	分析を実施 した場所
石灰石 (シンダリ)	地表 試料	87 個	2 成分	表 5-3-2	現 地
		14 個	6 成分	表 5-3-3	日 本
	7 個	11 成分			
	ボーリング 試料	2 個	11 成分	表 5-3-4	
ドロマイト (シンダリ)	地表 試料	17 個	2 成分	表 5-3-5	現 地
		6 個	6 成分	表 5-3-6	日 本
		1 個	11 成分		
粘土	北 鉱 床 (ベルタール)	6 個	6 成分	表 5-3-7	日 本
		2 個	8 成分		
		1 個	11 成分		
	南 鉱 床 (ベルタール)	8 個	6 成分		
		2 個	8 成分		
		2 個	11 成分		
	東 鉱 床 (ベルタール)	2 個	6 成分		
		2 個	8 成分		
ガイガット	1 個	8 成分	表 5-3-8		
けい砂(トリシュガ川)		3 個	6 成分	表 5-3-9	日 本
鉄 鉱 石 (ブルチョコキ)		1 個	5 成分	表 5-3-10	日 本
		1 個	11 成分		
石こう(ラジャスタン)		1 個	6 成分	表 5-3-11	日 本
石炭の灰(アッサム)		1 個	7 成分	表 5-3-12	日 本

表5-3-2 シンタリ石灰石試料の分析結果(地表試料、現地にて分析を実施)

(重量%, 乾ベース)

試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO
S-002	46.4	0.8	S-068	54.7	0.7	S-128	49.9	4.6	S-206	53.9	0.9
S-004	47.7	0.5	S-070	54.4	0.7	S-130	53.2	1.1	S-210	53.8	1.0
S-006	54.1	0.5	S-072	54.2	0.4	S-132	54.6	0.6	S-213	53.8	0.9
S-008	54.4	0.6	S-074	54.4	0.7	S-135	52.7	1.8	S-214	53.9	0.7
S-012	53.4	1.0	S-076	53.8	0.4	S-136	49.8	4.9	S-220	47.4	4.6
S-014	54.1	0.7	S-078	55.1	0.5	S-138	53.9	0.9	S-221	53.0	1.8
S-016	46.7	5.8	S-080	53.9	0.5	S-140	53.9	1.0	S-222	54.8	0.5
S-018	52.4	0.7	S-082	53.1	1.2	S-142	49.2	6.0	S-230	54.2	0.4
S-020	53.4	1.1	S-090	54.2	0.9	S-150	54.0	0.8	S-232	54.0	1.0
S-022	54.0	0.6	S-092	49.6	0.8	S-151	54.2	0.9	S-234	53.9	0.8
S-024	53.6	1.3	S-096	52.5	1.6	S-158	54.2	0.8	S-237	53.8	1.6
S-028	54.8	0.4	S-098	53.6	1.6	S-164	54.4	0.9	S-238	54.0	1.4
S-040	53.5	0.9	S-100	53.9	1.2	S-168	53.6	0.6			
S-042	52.1	1.1	S-102	50.1	3.0	S-170	53.8	0.9	平均	53.1	1.2
S-044	51.7	4.2	S-104	54.0	0.6	S-172	53.2	1.9			
S-046	53.9	1.0	S-106	52.6	0.8	S-176	53.2	1.4			
S-048	54.9	0.7	S-108	52.2	0.6	S-182	44.7	5.8			
S-050	54.5	0.8	S-112	52.5	0.8	S-183	53.9	1.4			
S-052	53.2	0.6	S-114	53.7	0.9	S-189	54.7	0.9			
S-054	53.2	0.7	S-116	53.8	1.6	S-191	54.2	0.6			
S-056	53.6	0.7	S-118	53.9	1.1	S-193	53.5	0.8			
S-060	54.6	0.6	S-120	53.2	0.9	S-194	52.2	1.0			
S-062	53.0	0.7	S-122	52.8	0.8	S-197	52.2	1.0			
S-064	54.2	0.6	S-124	53.9	0.7	S-200	53.9	1.6			
S-066	54.9	0.3	S-126	54.5	0.4	S-203	54.3	0.6			

表5-3-3 シンダリ石灰石試料の化学分析結果

(地表試料)

(重量%, 乾ベース)

試料番号	LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	合計	P ₂ O ₅	Cl
S-045	43.3	0.6	0.1	0.14	53.8	1.5	—	—	—	99.44	—	—
S-053	42.8	1.4	1.0	0.1	53.3	1.0	0.14	0.02	0.17	99.93	0.056	0.000
S-065	43.4	0.9	0.3	0.1	53.9	0.5	0.01	0.02	0.15	99.28	0.077	0.000
S-079	42.5	2.3	0.8	0.2	52.0	1.3	0.22	0.04	0.27	99.63	0.073	0.000
S-089	43.2	1.3	0.4	0.17	52.1	1.9	—	—	—	99.07	—	—
S-099	43.8	0.5	0.2	0.21	52.6	1.9	—	—	—	99.21	—	—
S-101	43.0	2.0	0.4	0.20	52.1	1.4	—	—	—	99.10	—	—
S-109	43.6	0.6	0.2	0.07	53.7	1.3	—	—	—	99.47	—	—
S-115	43.4	0.5	0.2	0.1	53.1	1.9	0.00	0.02	0.02	99.24	0.044	0.000
S-192	43.8	0.5	0.4	0.2	53.8	1.1	0.01	0.02	0.08	99.91	0.142	0.000
S-196	43.2	1.0	0.3	0.12	53.5	0.8				98.92		
S-205	42.3	1.7	1.9	0.3	52.1	1.2	0.02	0.02	0.36	99.90	0.126	0.000
S-211	43.5	0.5	0.4	0.1	53.5	1.6	0.02	0.02	0.02	99.66	0.050	0.000
S-216	43.7	0.4	0.3	0.07	53.8	1.0	—	—	—	99.27	—	—
S-217	43.5	0.3	0.1	0.07	53.8	1.0	—	—	—	98.77	—	—
S-228	42.9	0.8	0.3	0.18	53.5	1.3	—	—	—	98.98	—	—
S-235	42.9	1.3	0.9	0.18	52.4	1.3	—	—	—	98.98	—	—
S-251	43.5	0.8	0.4	0.13	52.8	1.8	—	—	—	99.43	—	—
S-253	43.7	1.0	0.3	0.16	51.0	3.0	—	—	—	99.16	—	—
S-255	42.7	1.6	0.4	0.19	52.8	1.3	—	—	—	98.99	—	—
S-261	43.4	1.1	0.6	0.19	52.8	1.0	—	—	—	99.09	—	—
平均	43.2	1.0	0.5	0.2	53.0	1.4	0.06	0.02	0.15	99.53	0.081	0.000

表 5-3-4 シンダリ石灰石の化学分析結果

(ドリリングホール試料)

(重量%, 乾ベース)

試料番号	LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	合計	P ₂ O ₅	Cl
※1 BH-10	43.4	0.8	0.4	0.2	53.1	1.7	0.01	0.02	0.13	99.76	0.106	0.000
※2 BH-16	43.3	0.8	0.5	0.2	53.1	1.7	0.01	0.02	0.08	99.71	0.111	0.000
平均	43.3	0.8	0.4	0.2	53.1	1.7	0.01	0.02	0.10	99.63	0.108	0.000

注) ※1 試料番号BH-10は、ドリリング №10のコア試料15個(№1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19)を平均して調製した。

※2 試料番号BH-16は、ドリリング №16のコア試料17個(№1~17)を平均して調製した。

表5-3-5 シンダリドロマイイト試料の化学分析結果
(地表試料、現地において分析を実施)

(重量%, 乾ベース)

試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO	試料番号	CaO	MgO
S-010	30.9	20.4	S-036	30.7	20.5	S-094	31.4	20.3	S-148	30.1	18.8
S-026	27.3	12.5	S-038	31.0	20.7	S-110	39.6	13.1	S-162	31.1	20.1
S-030	31.2	20.0	S-041	31.6	20.1	S-134	34.3	18.2			
S-032	32.3	20.0	S-058	31.9	20.0	S-144	26.6	17.4	平均	31.3	19.0
S-034	30.9	20.4	S-084	30.5	20.6	S-146	30.1	20.6			

表5-3-6 シンダリドロマイイト試料の化学分析結果
(地表試料)

(重量%, 乾ベース)

試料番号	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	合計	P ₂ O ₅	Cl
S-029	46.4	0.9	0.3	0.3	32.2	19.6	0.00	0.04	0.04	99.78	0.085	0.004
S-149	45.8	1.1	0.8	1.29	31.1	19.1	-	-	-	99.19	-	-
S-160	45.6	1.4	0.6	0.48	31.6	19.2	-	-	-	98.88	-	-
S-223	46.1	0.9	0.6	0.36	32.5	18.6	-	-	-	99.06	-	-
S-248	44.9	0.9	0.5	0.21	36.4	15.8	-	-	-	98.71	-	-
S-250	36.1	10.0	9.1	0.55	32.2	11.1	-	-	-	99.05	-	-
S-257	46.4	0.2	0.2	0.23	32.2	19.9	-	-	-	99.13	-	-
Average	44.4	2.2	1.7	0.5	32.6	17.6	0.00	0.04	0.04	99.14	0.085	0.004

表5-7-3 ベルタール粘土試料の化学分析結果

(重量%, 乾ベース)

試料番号	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	合計	P ₂ O ₅	Cl	
北 鉾 床	B-28	7.2	61.0	20.6	7.6	0.2	0.7	0.02	0.13	2.10	99.55	0.054	0.000
	B-30	7.3	60.3	20.2	7.4	0.4	0.7				96.3		
	B-54	6.1	61.7	19.8	6.0	0.2	0.9		0.17	3.54	98.41		
	B-55	6.4	69.5	15.2	5.1	0.2	0.7				97.1		
	B-80	4.9	68.1	16.6	5.2	0.2	1.1				96.1		
	B-1030	6.0	60.8	20.4	6.4	0.2	1.5				95.3		
	B-1340	4.8	67.2	17.4	5.4	0.2	1.2				96.2		
	B-1390	4.7	68.1	16.6	5.3	0.2	1.2				96.1		
	B-1430	3.9	72.0	13.8	4.4	0.2	1.1		0.17	2.90	98.47		
	平均	5.7	65.4	17.8	5.9	0.2	1.0	0.02	0.16	2.85	99.03	0.054	0.000
南 鉾 床	B-1230	6.4	61.2	19.2	6.9	0.2	1.1	0.01	0.21	4.04	99.26	0.026	0.004
	B-1270	6.8	58.8	21.6	7.3	0.2	1.2				95.9		
	B-1290	6.6	58.9	20.8	7.2	0.2	1.2				94.9		
	B-1510	5.6	63.8	19.1	5.8	0.2	1.2				95.7		
	B-1540	5.7	66.3	16.9	6.2	0.2	0.9		0.13	2.57	98.90		
	B-1560	5.6	63.8	18.6	5.8	0.2	1.1				95.1		
	B-1580A	4.2	69.6	15.2	4.6	0.4	1.1				95.1		
	B-1590A	5.9	61.7	20.2	6.2	0.2	1.1				95.3		
	B-1600	5.2	66.7	16.9	5.2	0.2	1.2				95.4		
	B-1630	6.2	60.8	20.1	6.4	0.2	1.1				94.8		
	B-1810	5.5	64.4	18.4	6.1	0.2	1.1		0.17	3.20	99.07		
	B-1830	6.1	61.0	19.6	6.8	0.2	1.2	0.02	0.19	3.87	98.98	0.047	0.004
	平均	5.8	63.1	18.9	6.2	0.2	1.1	0.02	0.18	3.42	98.92	0.036	0.004
北及び南 鉾床の 平均	5.8	64.1	18.4	6.1	0.2	1.1	0.02	0.17	3.17	99.06	0.042	0.003	

一次頁に続く

東 鉾 床	2、1、1	5.5	66.4	17.4	5.1	0.2	1.1		0.17	2.99	98.86		
	2、1、3	5.4	67.8	17.2	5.0	0.2	0.8				96.4		
	2、1、4	3.5	77.6	11.9	2.8	0.4	0.5				96.7		
	2、1、5	4.7	72.8	13.6	3.9	0.2	0.8		0.17	2.27	98.44		
	平均	4.8	71.2	15.0	4.2	0.2	0.8		0.17	2.63	99.00		
総平均	5.6	65.2	17.9	5.8	0.2	1.0	0.02	0.17	3.05	98.94	0.042	0.003	

表-5-3-8 ガイガット粘土試料の化学分析結果

(重量%、乾ベース)

試料番号	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	合計
GJ-31	7.7	59.5	16.4	10.8	0.4	1.2	0.25	3.16	99.41

表5-3-9 トリジュカ川けい砂の化学分析結果

(重量%、乾ベース)

試料	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	合計
№1	1.4	86.1	6.1	1.5	0.4	0.3	0.72	2.06	98.58
№2	0.7	91.6	3.8	0.6	0.4	0.0	0.29	1.18	98.57
Gaighat	1.6	81.7	8.0	2.4	1.2	0.9	0.97	1.68	98.45

表5-3-10 ブルチョコキ鉄鉾石の化学分析結果

(重量%、乾ベース)

試料番号	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	合計	P ₂ O ₅	Cl
№1	1.1	8.0	7.8	80.0	1.2	0.4	0.01	0.04	0.46	99.01	0.017	0.000
№2	1.7	8.4	4.0	83.3	1.2	-	-	-	-	98.6	-	-

表5-3-11 石ころの化学分析結果

(重量%, 乾ベース)

試料	結合水	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	合計
ラジャスタン	18.5	5.9	1.1	0.4	29.7	40.9	96.5

表5-3-12 アッサム炭の灰の化学分析結果

(重量%, 乾ベース)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	合計
59.9	20.6	11.5	1.1	1.1	1.09	1.52	96.81

(2) 物理試験

(i) 比重

原料の比重測定はピクノメーターを用いて粉末状態で測定した。
測定結果を表5-3-13に示す。

表5-3-13 比重測定結果

試	験	比重
シンドリ石灰石	S-042	2.70
同上	S-057	2.70
シンドリドロマイト	S-031	2.86
ベルタール粘土	B-28	2.66
同上	B-1230	2.67
同上	B-1830	2.69
トリシュカ川けい砂	※ 1	2.63
ブルチョキ鉄鉱石	※ 2	4.53

(ii) かさ比重

粒径が10~40 mm程度の試料を乾燥した後、表面を極少量のパラフィンで覆って
空気中に於ける重量と水中に於ける重量を測定して算出した。但しけい砂の場合(表
中の※印)は、表面乾燥飽水状態に於ける単位容積重量を測定した。

測定結果を表5-3-14に示す。

表5-3-14 かさ比重測定結果

試料	料	かさ比重
シンドリ石灰石	S-042	2.69
同上	S-057	2.68
シンドリドロマイト	S-031	2.82
ベルタール粘土	B-28	1.56
同上	B-1230	1.68
同上	B-1830	1.69
トリジュガ川けい砂	ㄥ 1	1.24※
ブルチヨキ鉄鉱石	ㄥ 2	4.44

注) ※印は表面乾燥飽水状態における単位容積重容を示す。

(ii) 付着水分

原料の付着水分は試料採取後直ちに水分の蒸発を防ぐ様に密封保存し、これを110℃で乾燥して後測定した。但し石灰石試料については現地に於いて簡易式の乾燥器を使用した。測定結果を表5-3-15に示す。

表5-3-15 付着付分測定結果

(重量%)

試料	料	付着水分
シンドリ石灰石	S-206	0.1
同上	S-210	0.1
同上	S-228	0.1
同上	S-232	0.1
ベルタール粘土	B-1230	20.0
同上	B-1830	20.0
トリジュガ川けい砂	ㄥ 1	5.9
同上	ㄥ 3	4.4

原料の付着水分は採掘時の天候状態によって変動し、特に粘土あるいはけい砂の場合この傾向が強い。上記の各試料は現地が乾期の最中である1月～2月の期間に採取されたものであるため、雨期の場合にはこれよりかなり多い付着水分が含まれると予想される。

(3) X線回折測定

(i) 装置及び測定方法

銅対陰極のX線管球を使用し、分光部に黒鉛モノクロメータを取付けた自記X線回折装置（理学電気製ガイガーフレックス）を用いて粉末試料のX線回折図を測定した。

(ii) 測定結果

測定されたX線回折図を図5-3-1～図5-3-12に示す。

(iii) 測定結果の解析

測定されたX線回折図から各試料中の結晶鉱物を解析した。確認された鉱物を表5-3-16に示す。

表5-3-16 X線回折図の解析結果

試料	X線回折図から確認された鉱物
シンドリ石灰石 S-053	<u>カルサイト</u> （石英）、（雲母）
同上 S-065	<u>カルサイト</u> （石英）、（雲母）、（ドロマイト）
同上 S-211	<u>カルサイト</u> （ドロマイト）、（石英）、（雲母）
シンドリドロマイト S-029	<u>ドロマイト</u> 、 <u>カルサイト</u> 、（石英）、（雲母）
ベルタル粘土 B-28	<u>石英</u> 、 <u>雲母</u> 、 <u>ハロイサイト</u> 、（カオリナイト）、（長石）
同上 B-1230	<u>雲母</u> 、 <u>石英</u> 、 <u>長石</u> 、 <u>ハロイサイト</u> 、 <u>カオリナイト</u>
同上 B-1830	<u>雲母</u> 、 <u>石英</u> 、 <u>ハロイサイト</u> 、 <u>長石</u> 、 <u>カオリナイト</u>
トリジュガ川けい砂 №1	<u>石英</u> 、 <u>長石</u> 、 <u>雲母</u>
同上 №3	<u>石英</u> 、 <u>長石</u> 、（雲母）
ブルチョキ鉄鉱石 №1	<u>赤鉄鉱</u> 、 <u>石英</u> 、 <u>雲母</u> 、 <u>長石</u>
同上 №2	<u>赤鉄鉱</u> 、 <u>石英</u> 、 <u>雲母</u> 、 <u>長石</u>
ラジャスタム石こう	石こう、（石英）

注）表中下線を付した鉱物は強い回折強度を示したものであり、又（）のものは弱い回折強度を、（）のものは極く弱いものを示す。

X線回折図一覧表

図5-3-1	シンドリ石灰石試料	S-053
図5-3-2	同 上	S-065
図5-3-3	同 上	S-211
図5-3-4	シンドリドロマイト試料	S-029
図5-3-5	ベルタール粘土試料	B-29
図5-3-6	同 上	B-1230
図5-3-7	同 上	B-1830
図5-3-8	トリシュガ川けい砂試料	<i>ℳ</i> 1
図5-3-9	同 上	<i>ℳ</i> 3
図5-3-10	ブルチョコキ鉄鉍石試料	<i>ℳ</i> 1
図5-3-11	同 上	<i>ℳ</i> 2
図5-3-12	ラジャスタン石こう試料	

記号説明

記号	鉍物	分子式
C	カルサイト	CaCO_3
D	ドロマイト	$\text{CaCO}_3 - \text{MgCO}_3$
F	長石	—
G	石こう	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
H	ハロイサイト	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
He	赤鉄鉍	Fe_2O_3
K	カオリナイト	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
M	雲母	—
Q	石英	SiO_2

図 5-3-3-1 シンダリ 石灰石 S-053

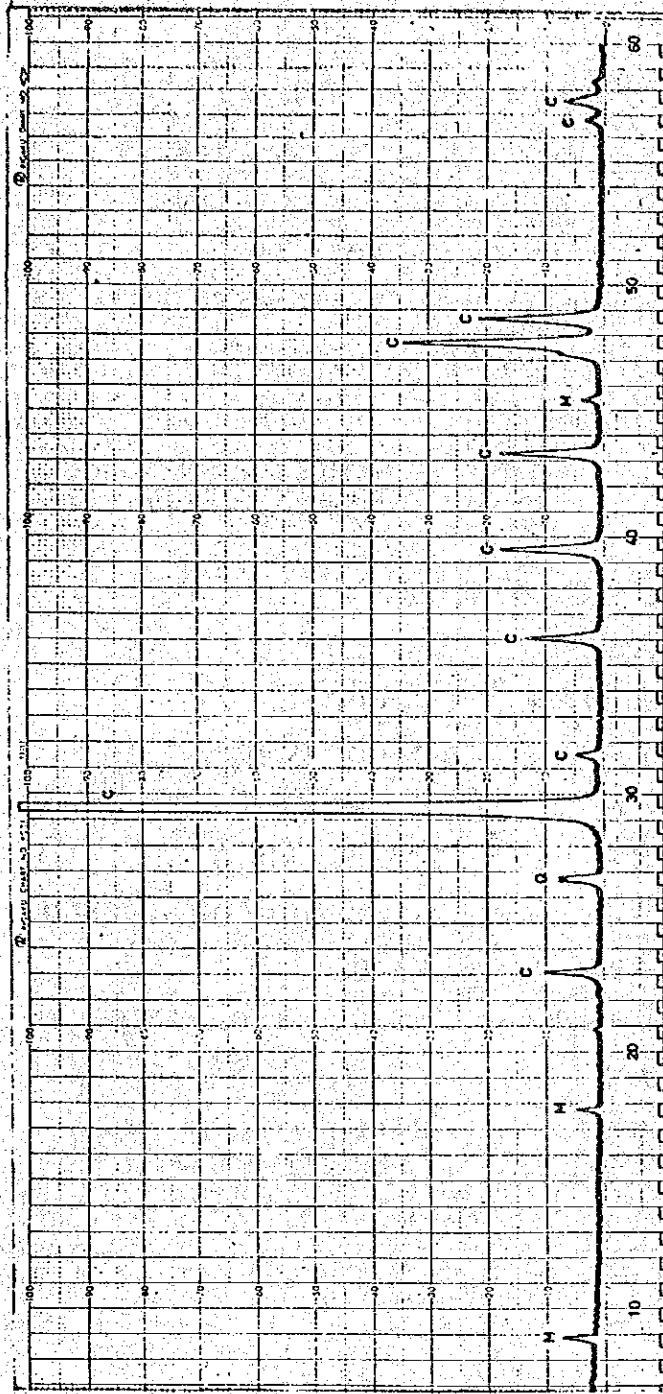


図 5-3-2 シンダリ 石灰石 S-065

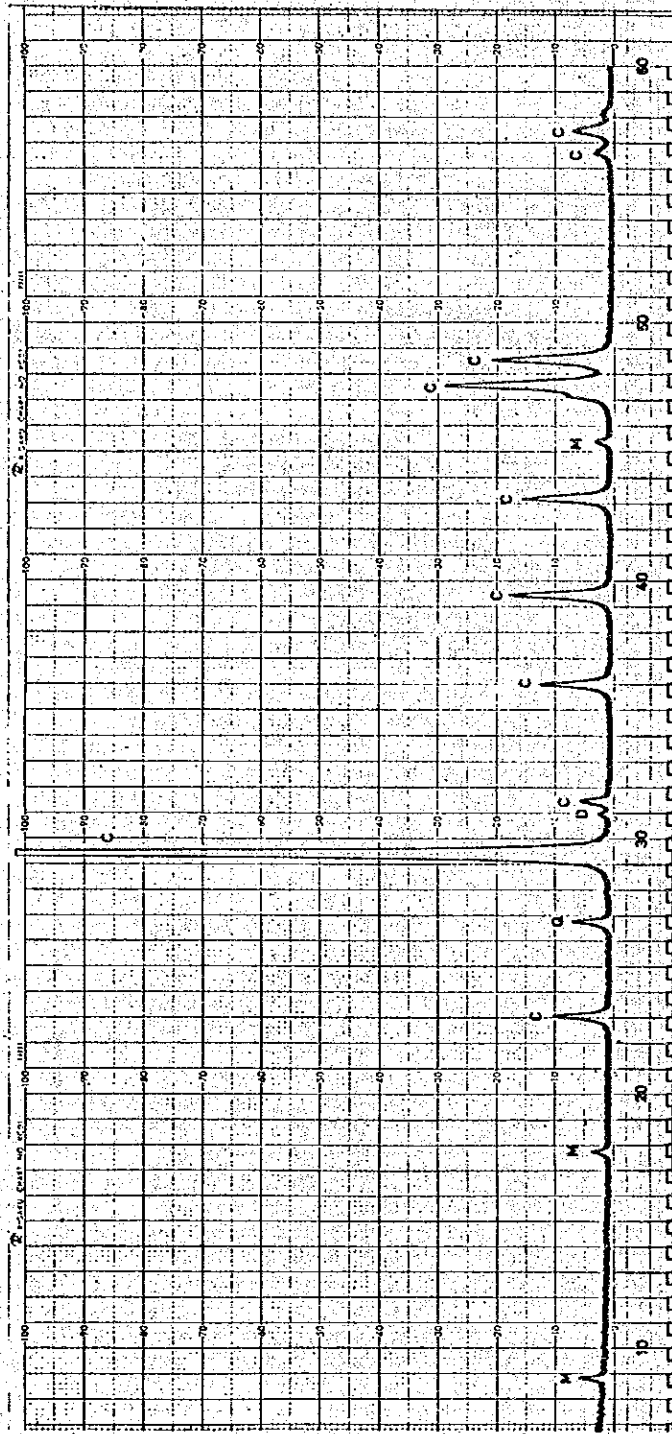
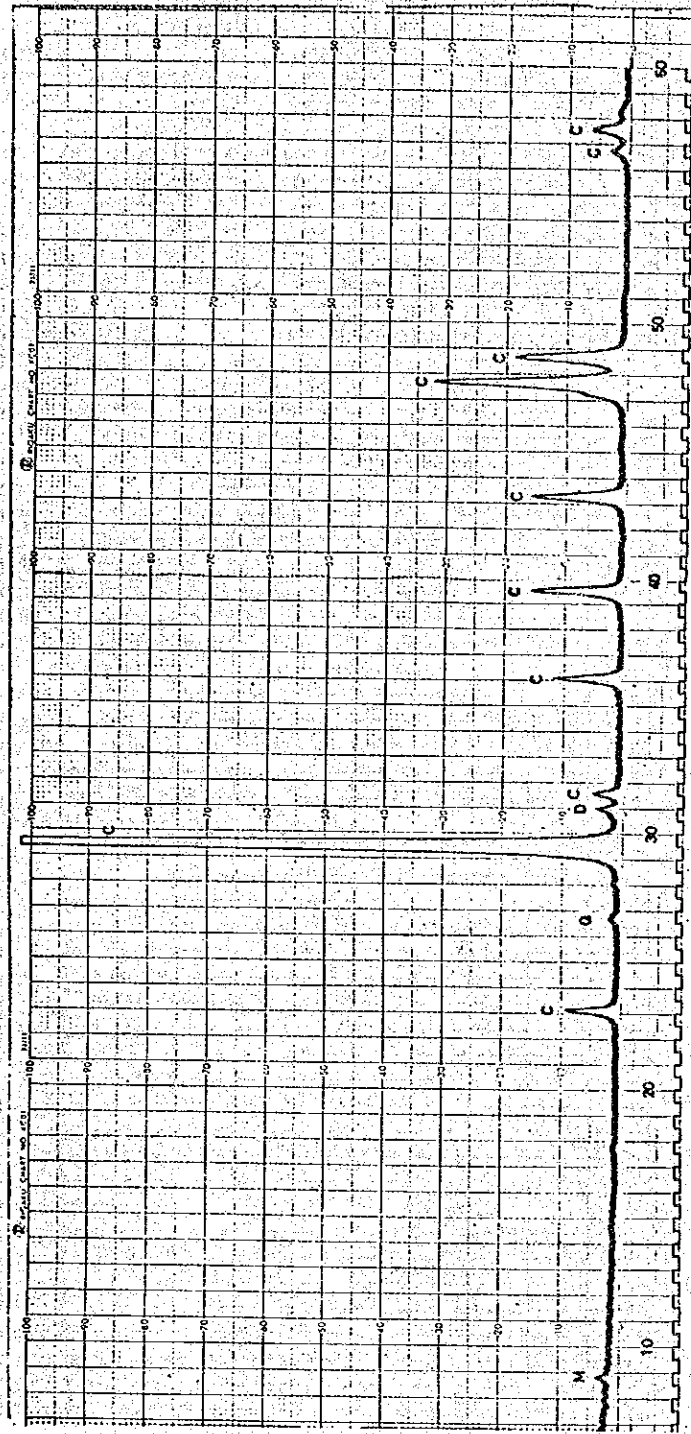


図 5-3-3 シンダリ 石灰石 S-2.1.1



5-3-4 シンダリドロマイト S-029

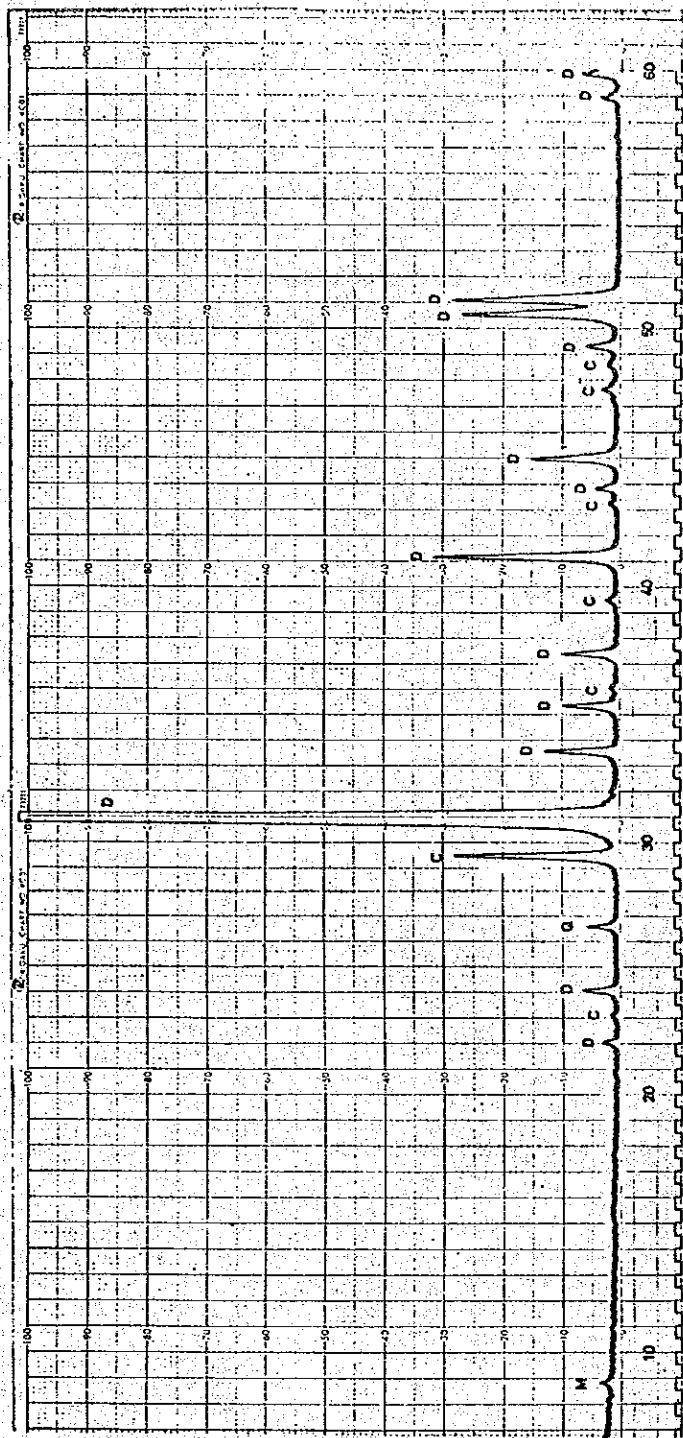


図 5-3-5 ベルタール粘土 B 28

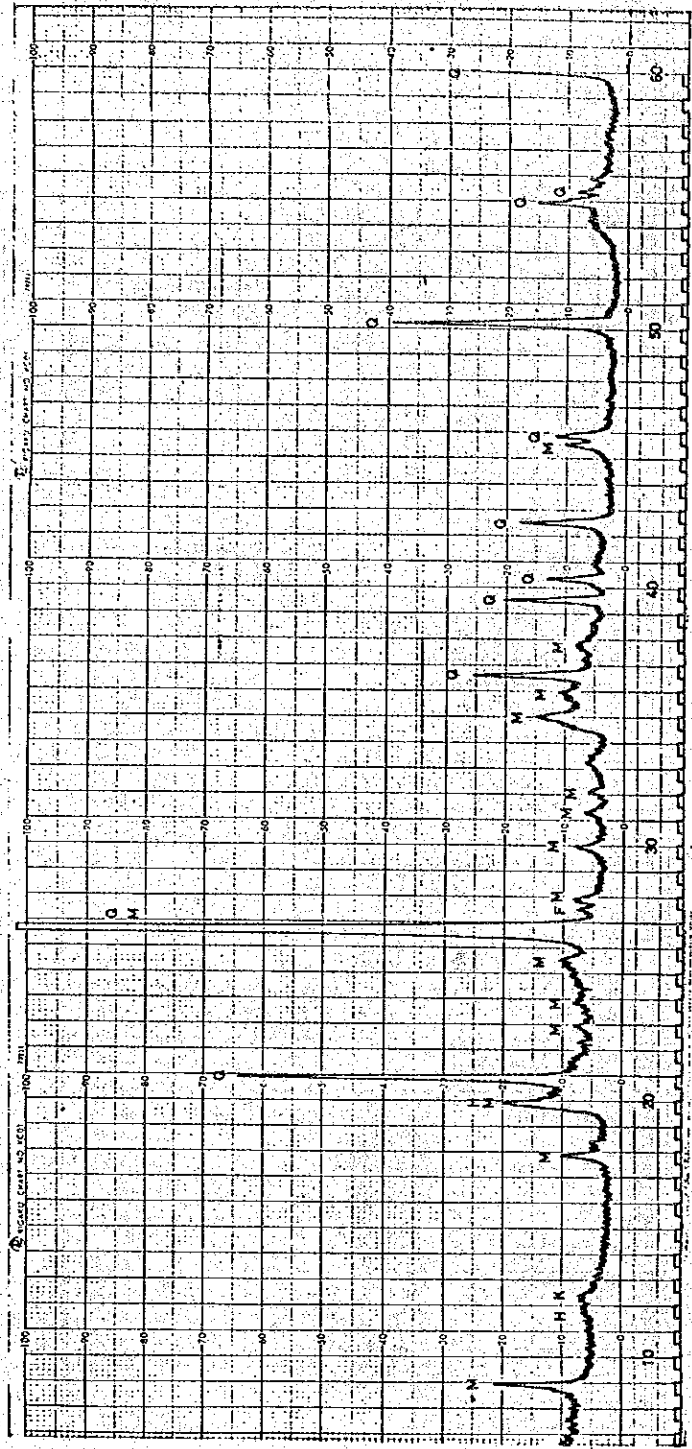


図 5-3-6 ベルタール粘土 B1230

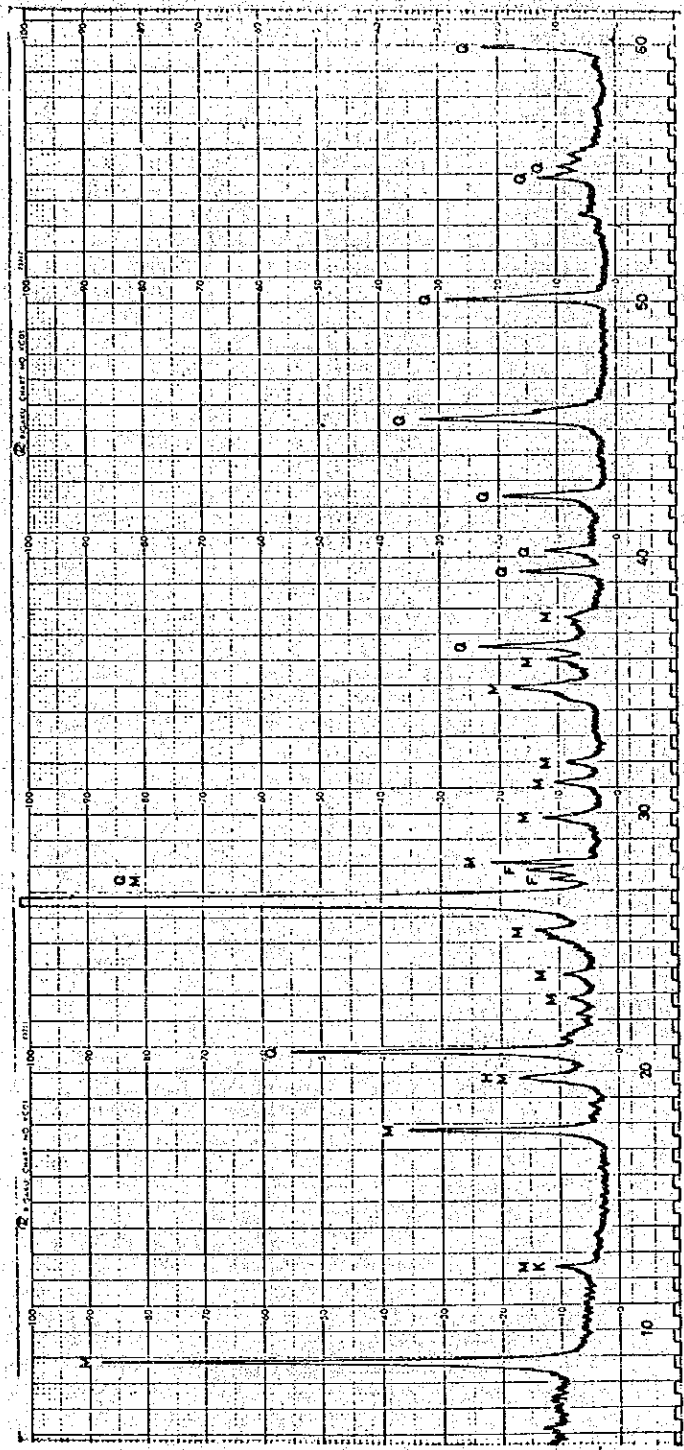


図5-3-7 ベルタール粘土 B1380

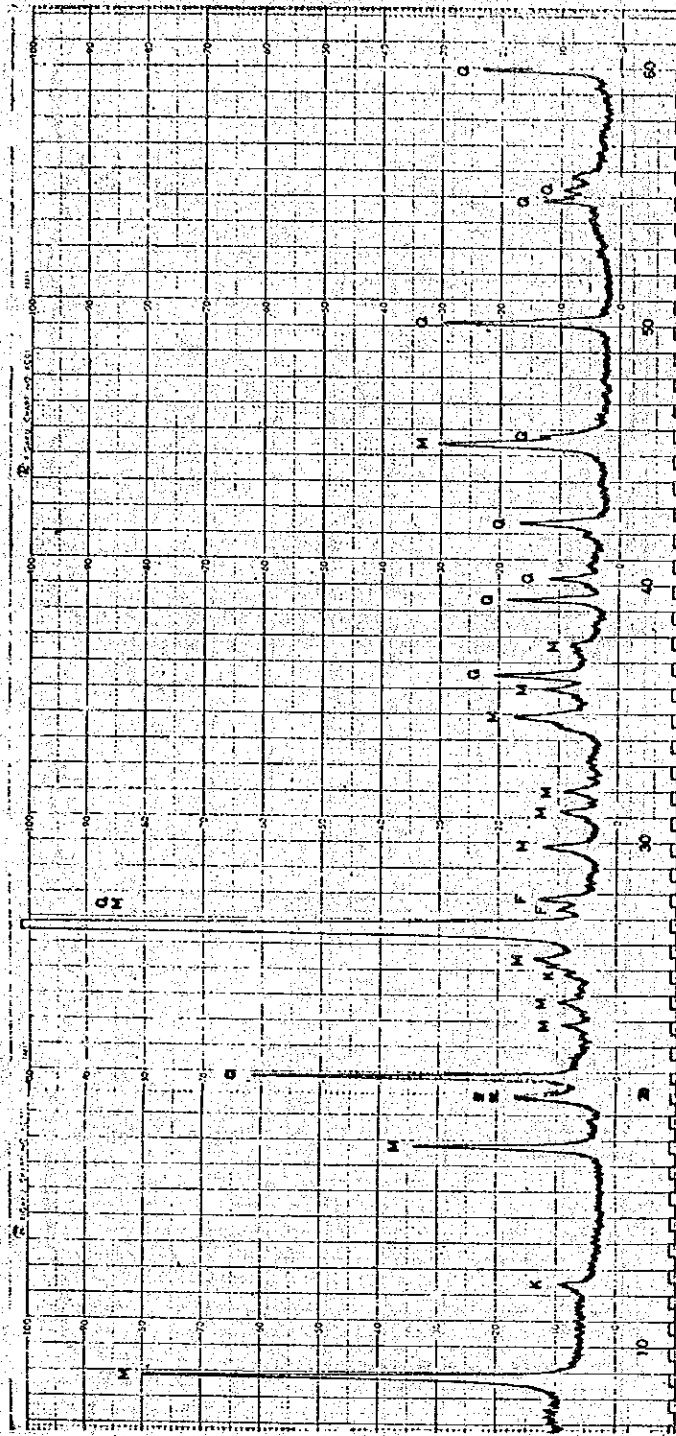


図 5-3-8 トリジユガけい砂 凡 1

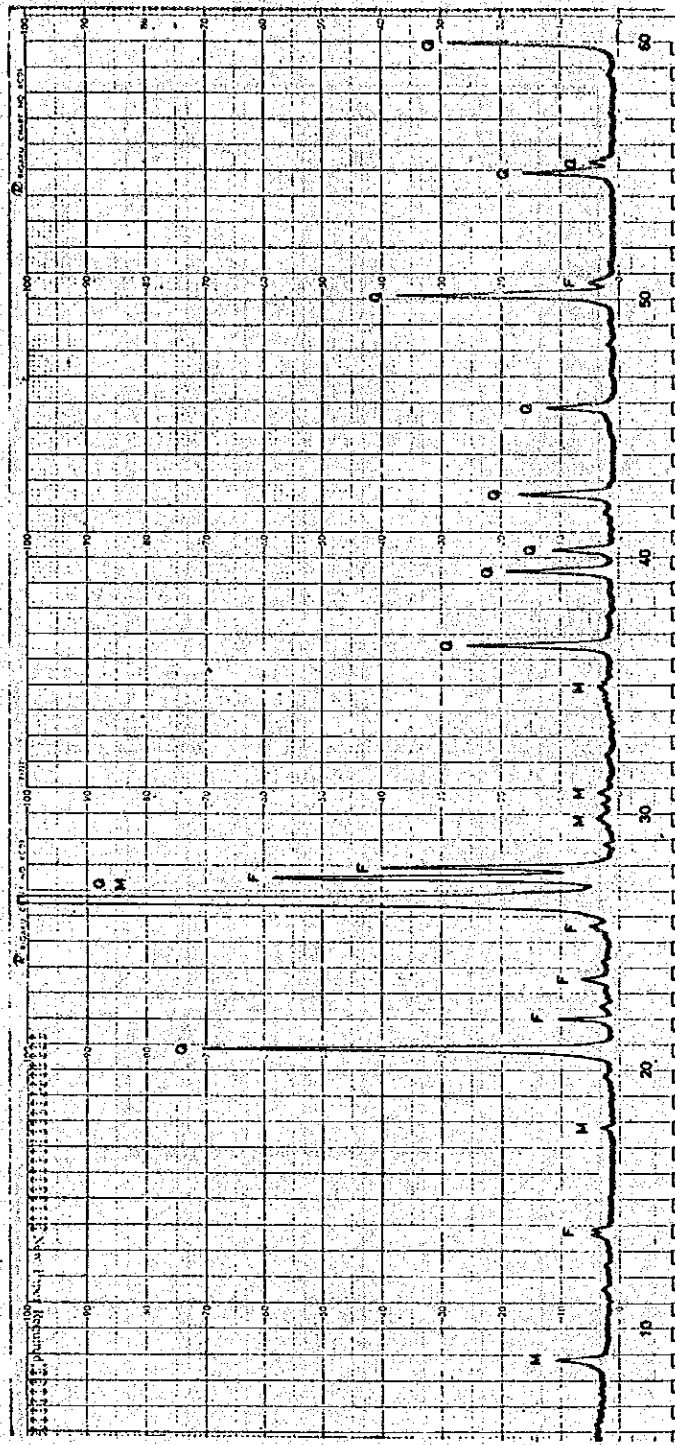


図 5-3-9 トリジエガけい砂 No. 3

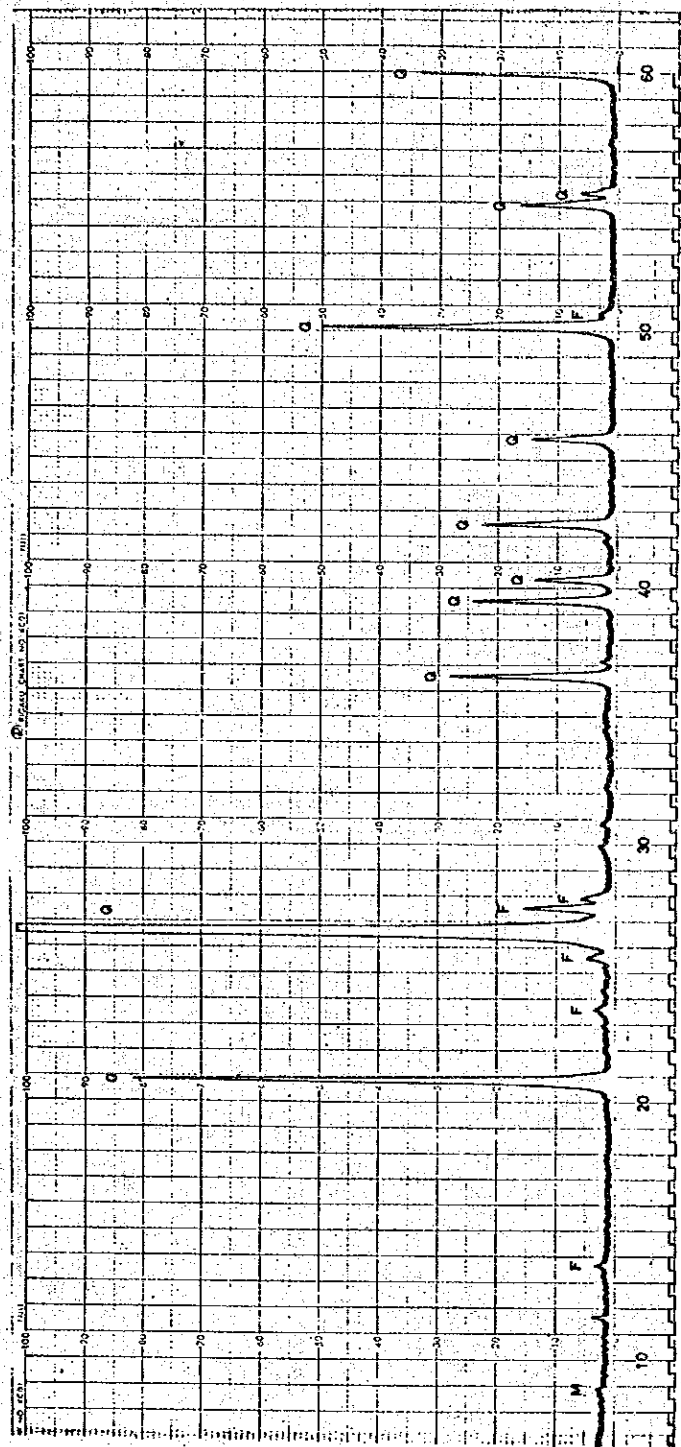


図 5-3-10 プルチヨキ鉄鉱石 Ⅱ

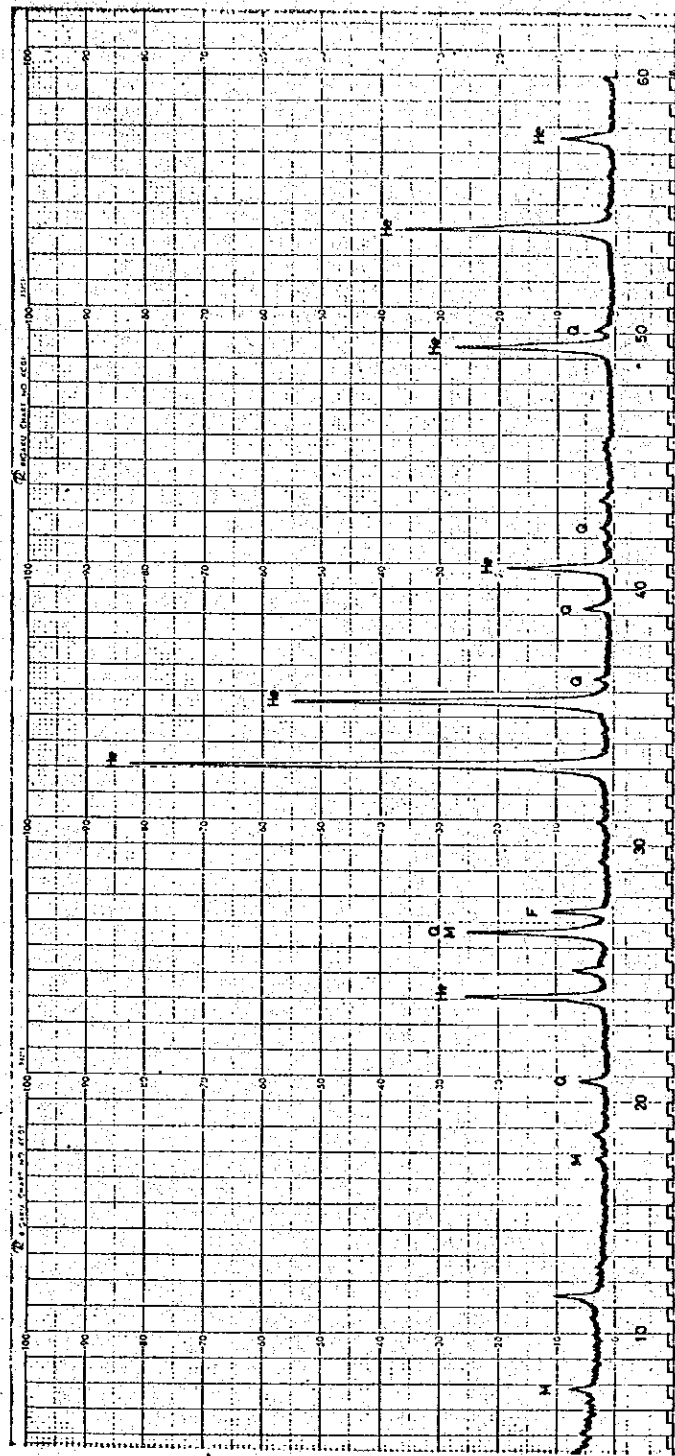


図 5-3-111 ブルチョキ鉄鉱石 Ⅱ

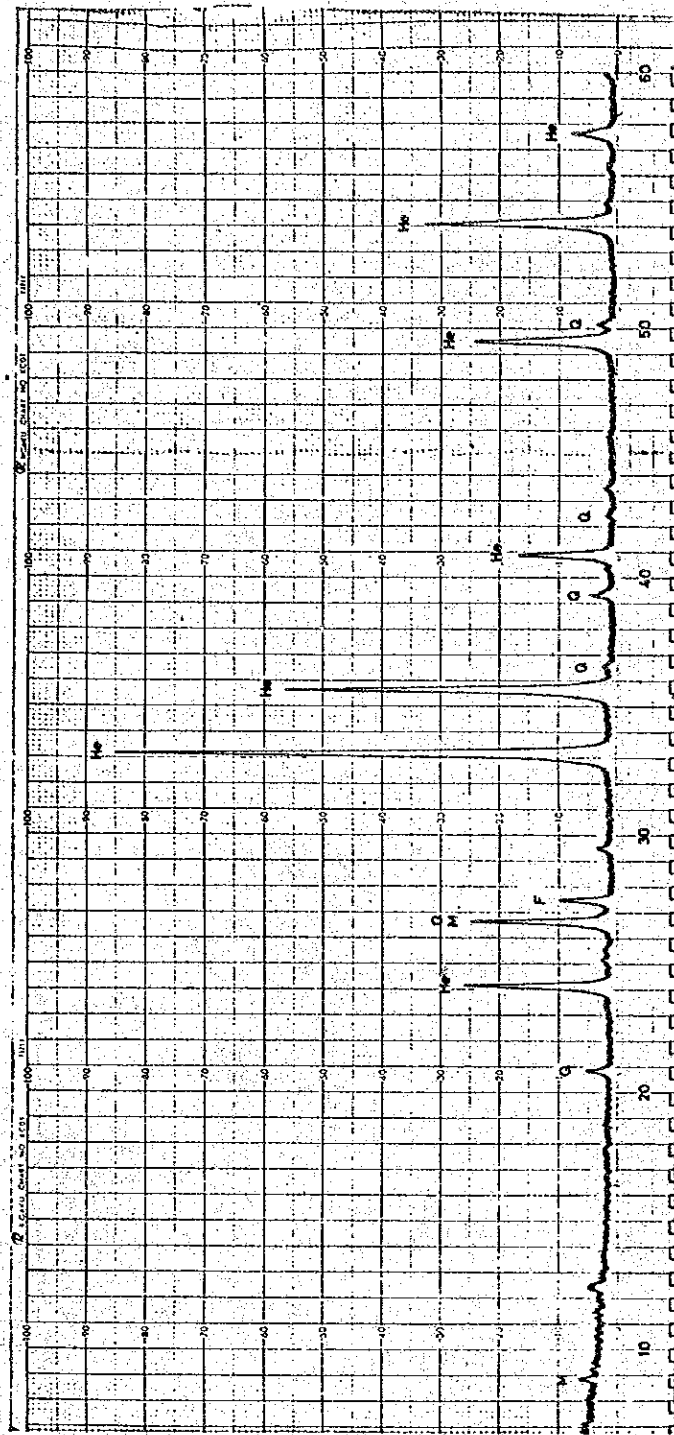
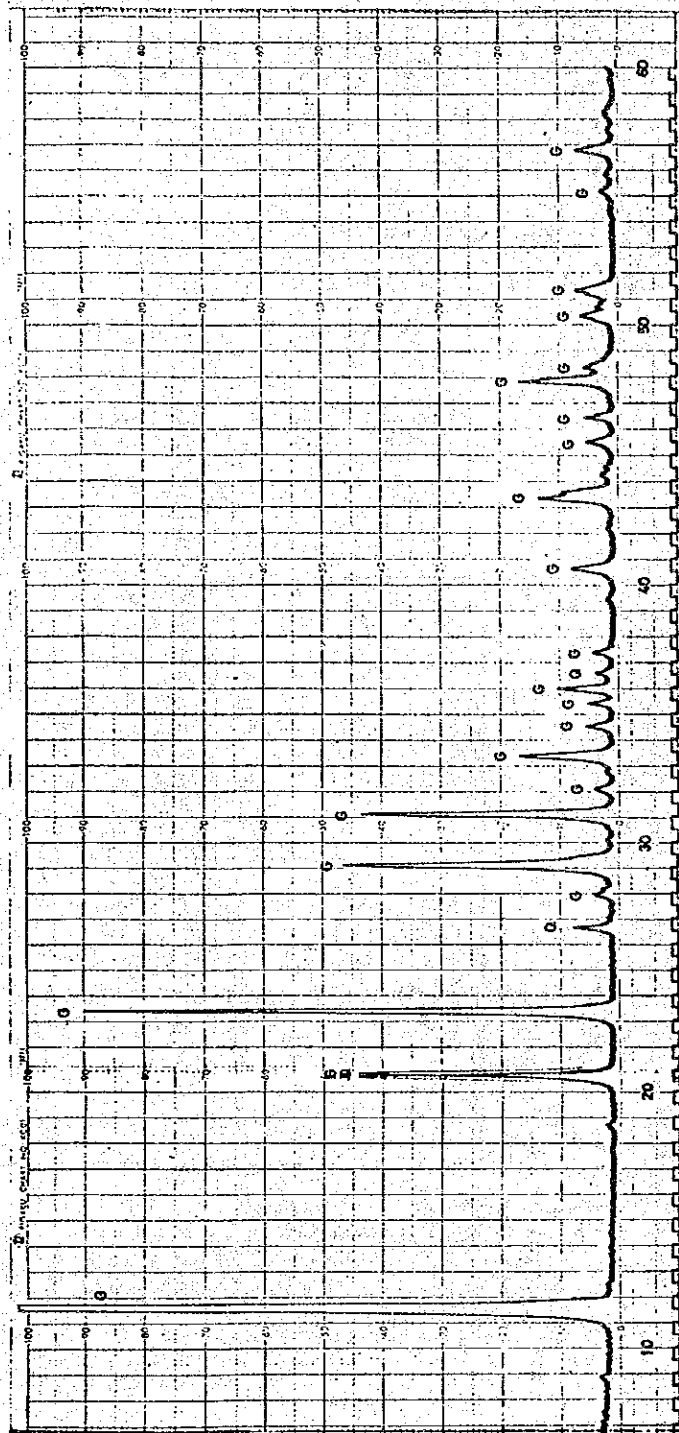


図 5-3-12 ラジヤスタン石こう



(4) 薄片試料の顕微鏡観察

(i) 薄片試料の作製および観察方法

試料を約30 μ の厚さに研磨してガラス板に固定し、その薄片試料についてニコルのプリズム付き偏光顕微鏡を用いて観察した。

(ii) 薄片の顕微鏡写真

各試料の薄片顕微鏡写真を写真5-3-1~写真5-3-5に示す。

(iii) 観察結果

観察結果は写真5-3-1~写真5-3-5の下欄にそれぞれ示す。又観察によって確認された鉱物を表5-3-17にまとめて示す。

表5-3-17 薄片試料の顕微鏡観察結果

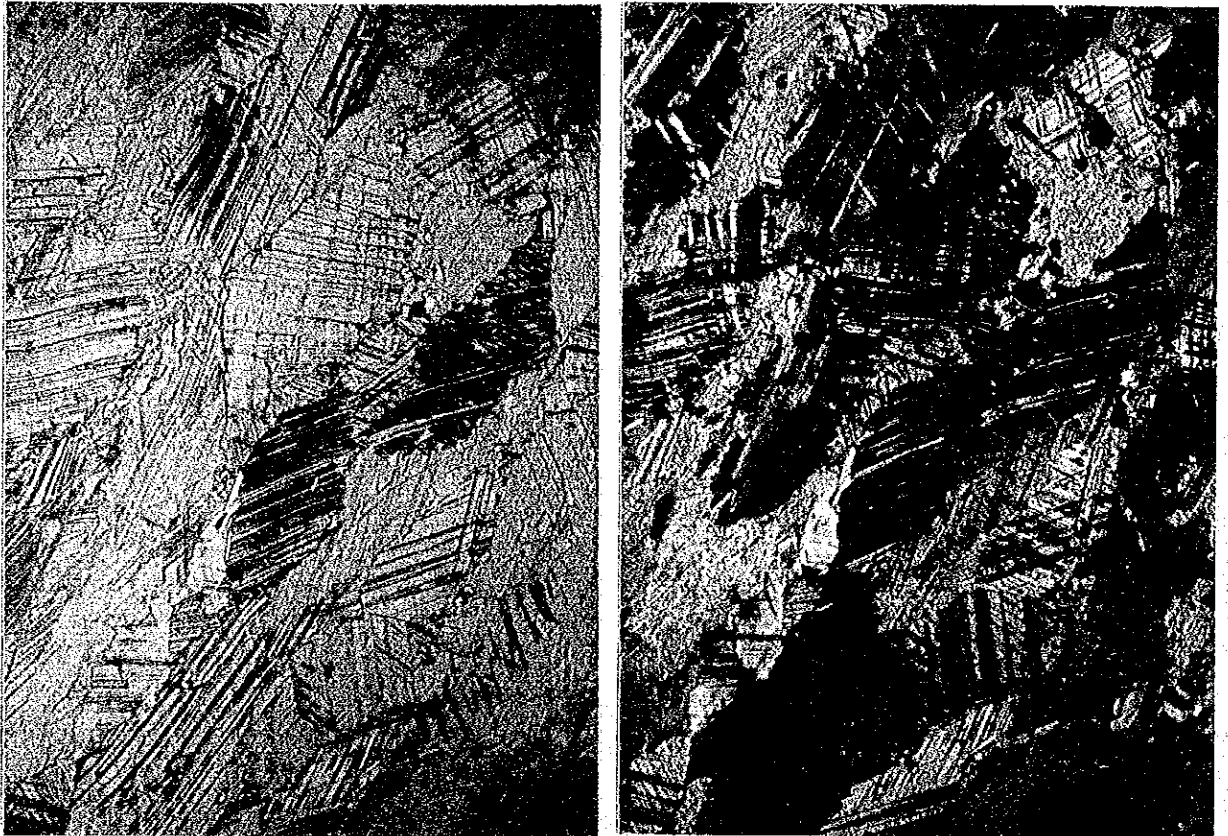
試料	確認された鉱物	結晶の大きさ
シンドリ石灰石 S-053	カルサイト	カルサイト、平均、約1,000 μ
同上 S-065	カルサイト ドロマイト(少量)	カルサイト、平均、約1,000 μ
同上 S-211	カルサイト ドロマイト(少量)	カルサイト、平均、約1,000 μ
シンドリドロマイト S-029	ドロマイト カルサイト(少量)	ドロマイト、100~200 μ
ベルタール粘土 B-28	石英 雲母 カオリナイト	石英 10~200 μ

薄片試料の顕微鏡写真一覧表

写真5-3-1	シンドリ石灰石試料	S-053
写真5-3-2	同上	S-065
写真5-3-3	同上	S-211
写真5-3-4	シンドリドロマイト試料	S-029
写真5-3-5	ベルタール粘土試料	B-28

写真 5-3-1

シンダリ石灰石試料 S-053



オープン ニコル

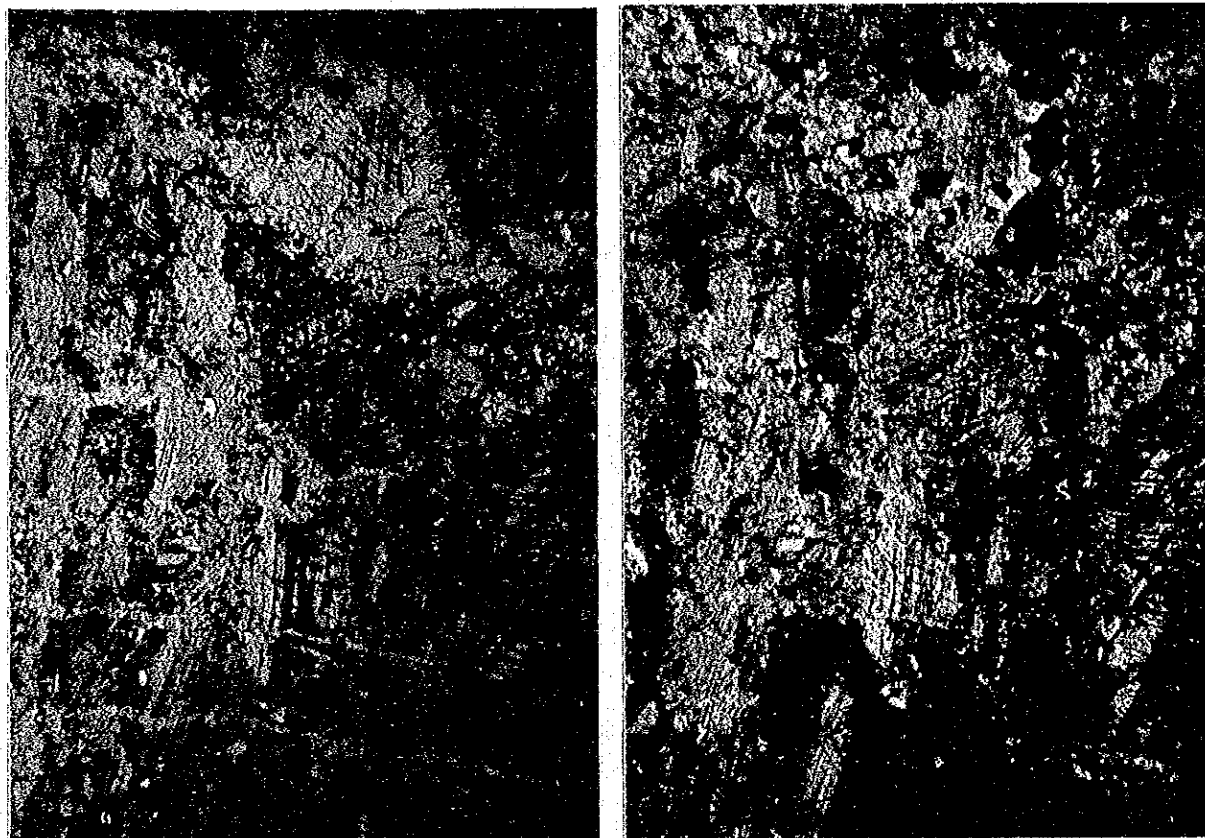
クロス ニコル

500 μ

本試料からカルサイト結晶のみが認められた。結晶粒径は数10 μ ~数1,000 μ まで広く分布するが、写真から明らかのように大部分のものは1,000 μ 前後である。又劈開による多数の平行線が認められる。

写真5-3-2

シタリ石灰石試料 S-065



オーブ ニコル

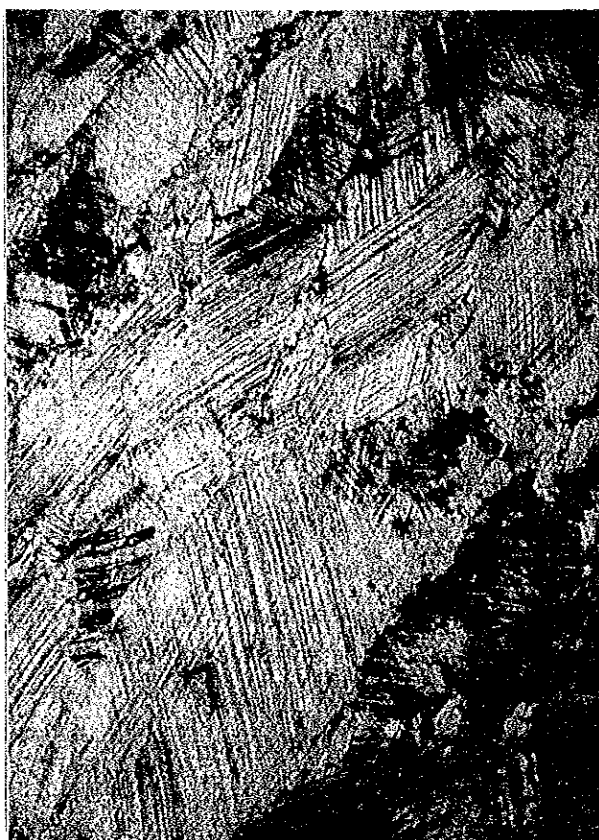
クロス ニコル

500 μ

本試料からカルサイト結晶と微量のドロマイト結晶が認められた。カルサイト結晶の粒径は数10 μ ～数1,000 μ まで広く分布するが、大部分のものは1,000 μ 前後である。写真には特に小さい10 μ 程度のものが認められる。又劈開による平行線がみとめられる。

写真 5-3-3

シンダリ石灰石試料 S-211



オープン ニコル



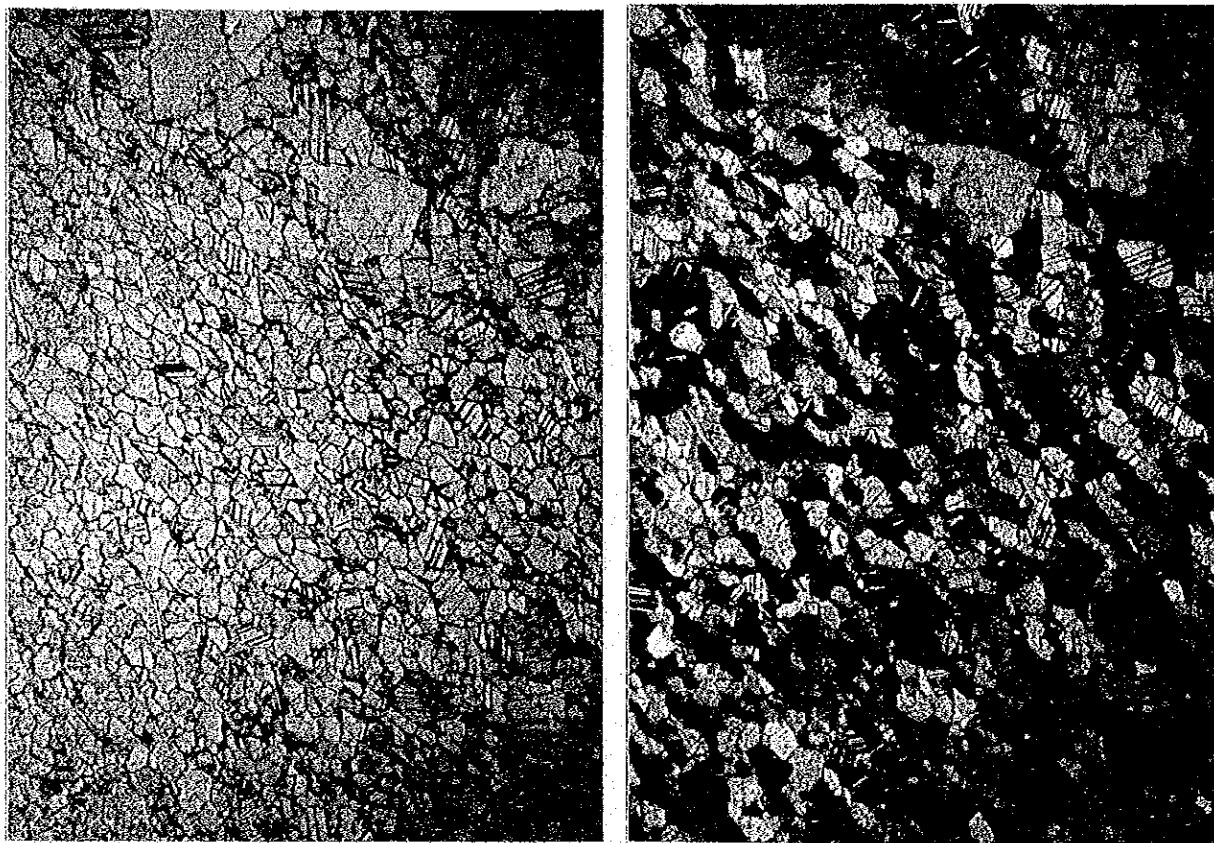
500 μ

クロス ニコル

本試料からカルサイト結晶と微量のドロマイト結晶が認められた。カルサイト結晶の粒径は数10 μ ～数1,000 μ まで広く分布するが、大部分のものは1,000 μ 前後である。写真には特に大きい1,000 μ 以上のものが認められる。又劈開による多数の平行線がみられる。

写真 5-3-4

シンダリドロマイイト試料, S-029



オープン ニコル

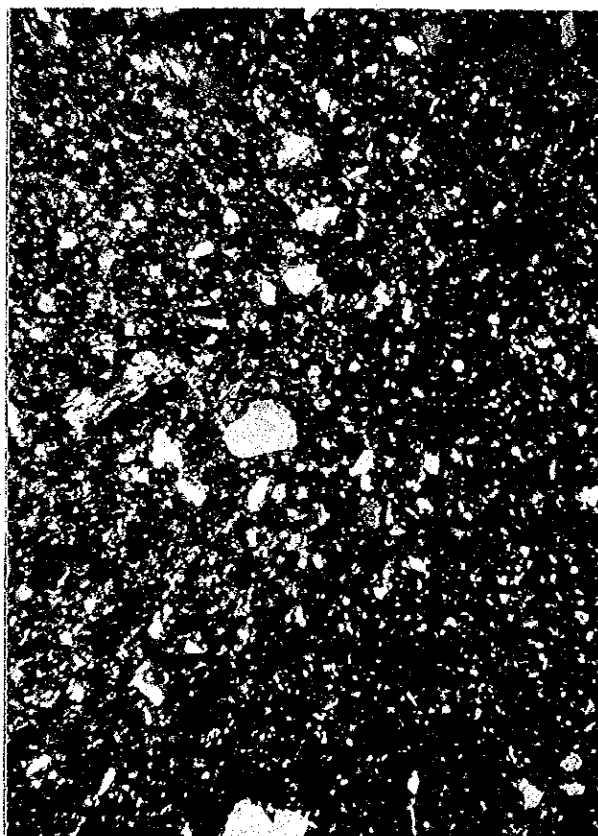
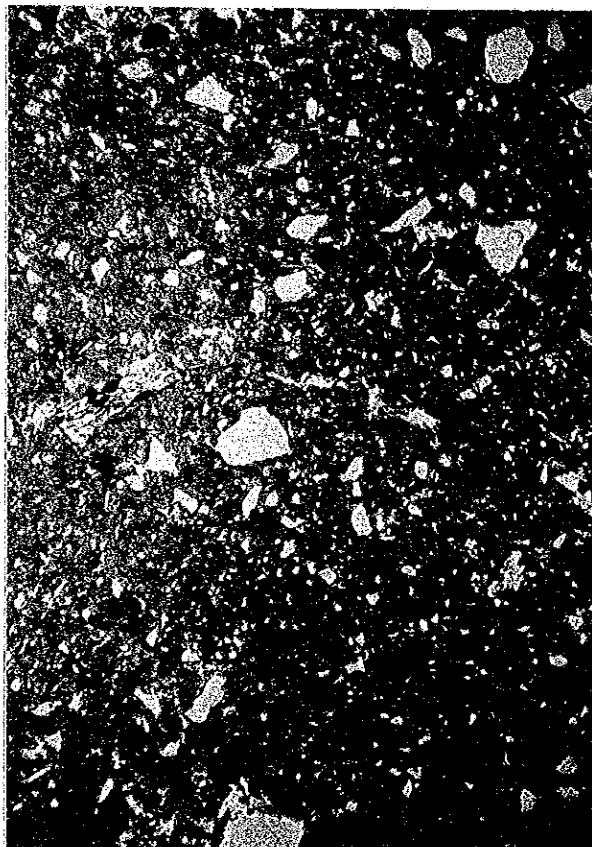
クロス ニコル

500 μ

本試料からはドロマイイトと少量のカルサイトが認められた。ドロマイイトの結晶粒径は写真から明らかのように100 μ ~200 μ によく揃っている。又劈開による平行線がみとめられる。

写真 5-3-5

ペルタール粘土試料 B-28



500 μ

オープン ニコル

クロス ニコル

本試料から石英、絹雲母及びカオリナイトが認められた。石英の結晶粒径は 10μ ~ 200μ であり、平均して 100μ 以下のものが多い。又長さ 100μ 前後の糸状の黄色い部分は絹雲母である。

全般に結晶の粒径が小さく風化もよく進んだ粘土である。

(5) 調合原料の易焼成性試験

本プロジェクトで使用を予定している各原料を用いて普通ポルトランドセメントクリンカーを焼成する場合の易焼成性を調査するため日本のセメント工場で使用されている原料と同時に試験炉でクリンカーを焼成し、その結果を比較検討した。

(i) 使用原料

試験に使用した試料のうち本プロジェクトに使用するネパール産原料の化学成分を表5-3-18に又比較用日本原料の化学成分を表5-3-19に示す。

表5-3-18 易焼成性試験用の原料の化学成分

(ネパール産原料)

原料試料	化学成分 (重量%, 乾ベース)									
	L ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	合計	Na ₂ O	K ₂ O	
シンダリ石灰石 BH-10	43.4	0.8	0.4	0.2	53.1	1.7	99.6	0.02	0.13	
ペルタール粘土 B-1230	6.4	61.2	19.2	6.9	0.2	1.1	95.0	0.21	4.04	
ペルタール粘土 2、1、4	3.5	77.6	11.9	2.8	0.4	0.5	96.7	—	—	
トリジュガ川けい砂 No. 1	1.4	86.1	6.1	1.5	0.4	0.3	95.8	0.72	2.06	
ブルチョキ鉄鉱石 No. 1	1.1	8.0	7.8	80.0	1.2	0.4	98.5	0.04	0.46	
アッサム炭の灰分	1.6	59.9	20.6	11.5	1.1	1.1	95.8	1.09	1.52	

表5-3-19 易焼成性試験用の原料の化学成分

(比較用 日本原料)

原料試料	化学成分 (重量%, 乾ベース)									
	L ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	合計	Na ₂ O	K ₂ O	
石灰石	43.6	0.9	0.3	0.1	54.5	0.6	100.0	—	—	
粘土	6.1	60.3	21.8	6.8	0.6	1.3	96.9	0.17	2.85	
珪石	1.2	89.3	4.8	1.0	0.7	0.8	97.8	—	—	
銅カラミ	—	36.6	7.6	48.6	5.6	1.5	99.9	—	—	

(II) 原料の調合

原料の組合せはトリジュガ川けい砂とベルタール地区の北鉱床粘土とを組合せる場合及びトリジュガ川けい砂の代りにSiO₂含有量の多い東鉱床粘土と上記の北鉱床粘土とを組合せる場合の二種類とし、又クリンカーの目標係数は表5-3-20に示す通りに設定した。

調合原料粉末の調製方法は、先づ各原料をジョークラッシャーで粗砕し、次いでロールクラッシャーを用いて1.2mm篩全通になるまで粉碎して、これを表5-3-21及び表5-3-22に示す調合割合に調合した後、振動ミルを用いて微粉碎した。調合原料の粉末度及び粉碎時間を表5-3-23に示す。

尚石炭灰分の混合量はクリンカーに対して2%になる様に調合した。

表5-3-20 クリンカーの係数設定値

組合せ	クリンカーの係数設定値		
	HM	SM	IM
N-1	2.10	2.6	1.8
N-2	2.10	2.6	1.8
N-3	2.10	2.2	1.8
J-1	2.10	2.6	1.8

注)

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

$$SM(珪酸率) = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

$$IM(鉄率) = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

表5-3-21 原料の調合割合(ネパール原料)

組合せ	原料の調合割合 (重量%, 乾ベース)						合計
	シンドアリ石灰 石BH-10	ベルタール粘 土B-28	ベルタール 粘土2.1.4	トリジュガ川 けい砂%1	フルチョキ鉄 鉱石%1	アッサム炭の 灰分	
N-1	79.50	14.15	0	4.29	0.76	1.30	100
N-2	79.45	12.38	6.07	0	0.80	1.30	100
N-3	79.30	17.64	0	1.00	0.76	1.30	100

表 5-3-22 原料の調合割合（日本原料）

組合せ	原料の調合割合（重量%、乾ベース）				
	石灰石	粘土	珪石	銅カラミ	合計
J-1	78.61	14.75	4.83	1.81	100

表 5-3-23 調合原料の粉末度及び粉砕時間

組合せ	粉末度	粉砕時間
	(88 μ 篩残分、重量%)	(秒)
N-1	7.7	18
N-2	8.0	21
N-3	8.0	20
J-1	8.2	20

(iii) 調合原料の焼成

調合原料に適量の水を加えて直径約 10 mm のペレット（約 3 g）を作りこれを 110℃ に調節した乾燥器に入れ、付着水分がなくなるまで乾燥したのち、白金ルツボに 3 個ずつ入れ、次いで 1,500℃ に調節した電気炉で焼成した。焼成時間は 10 分、20 分及び 30 分間の三水準とした。

(iv) 焼成クリンカーの遊離石灰

焼成されたクリンカーの分析結果及び係数計算値を表 5-3-24 に、又クリンカー中の遊離石灰（free CaO）定量値を表 5-3-25 に示す。

表 5-3-24 焼成クリンカー分析結果及び係数計算値

組合せ	化学成分（重量%）						係数		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Total	H M	S M	I M
N-1	22.42	5.62	3.08	65.45	2.11	98.68	2.10	2.58	1.82
N-2	22.48	5.62	3.12	65.58	2.01	98.81	2.10	2.57	1.80
N-3	21.28	6.24	3.42	65.03	2.31	98.28	2.10	2.20	1.82
J-1	22.82	5.66	3.10	66.29	1.01	98.88	2.10	2.60	1.83

表 5-3-25 焼成クリンカーの遊離石灰 (free CaO) 定量値

焼成温度 焼成時間 組合せ	1,500℃		
	10分	20分	30分
N-1	2.99	1.15	0.56
N-2	2.34	0.77	0.26
N-3	2.84	1.23	0.75
J-1	2.59	0.90	0.31

注) クリンカー中の遊離石灰含有量はクリンカー中で結合していないCaO量に対応する。同一の焼成条件に於いて焼成された数種のクリンカー中の遊離石灰定量値はその多いものは少ないものに比べて原料の易焼成性が低いと判定される。

(V) 焼成クリンカーの薄片顕微鏡観察

原料の組合せN-1の調合原料を1,500℃30分間焼成したクリンカーの薄片試料を偏光顕微鏡を使用して観察した。写真5-3-6に顕微鏡写真を又表5-3-26に顕微鏡観察によって確認されたクリンカー鉱物を示す。

表 5-3-26 クリンカー薄片試料の顕微鏡観察結果

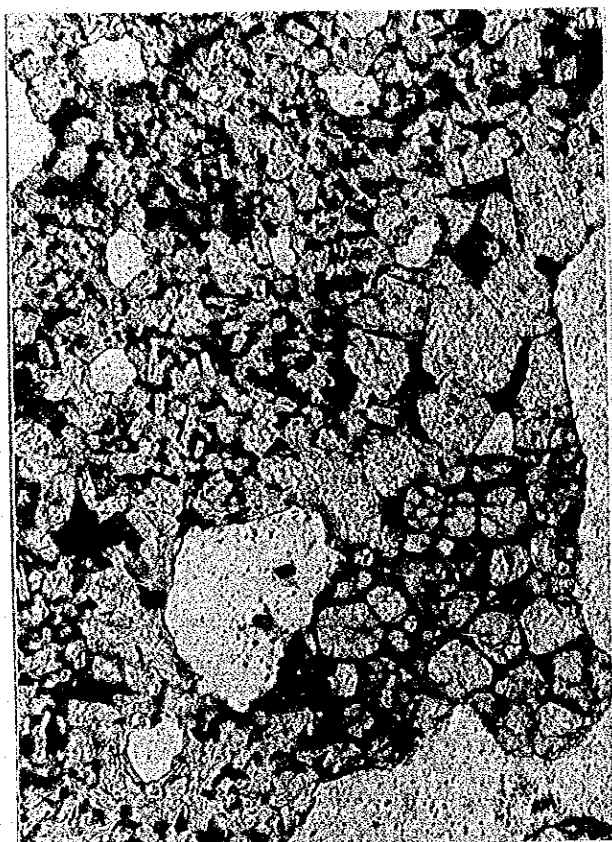
試料	薄片試料の顕微鏡観察によって確認された鉱物およびその結晶粒径
組合せN-1のクリンカー 1,500℃、30分間焼成 したもの。	アリット、結晶の大きさ10~60μ ベリット、結晶の大きさ20~40μ 間隙質他

(VI) 結果の考察

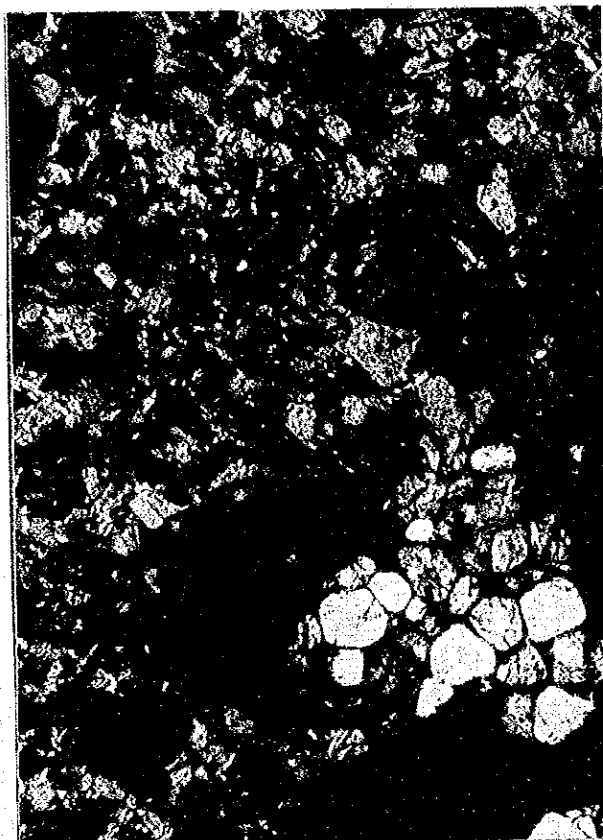
- (a) 本プロジェクトに使用する原料は日本のセメント工場で使用されている原料とはほぼ同じ範囲の良好な易焼成性をもった原料である。

写真5-3-6

調合組合せN-1のクリンカー



オープン ニコル



100 μ

クロス ニコル

クリンカー鉱物としてアリット、ベリット及び間隙質が明瞭に認められた。これはクリンカー焼成反応が充分に行なはれていることを示すものである。アリット結晶の粒径は10~60 μ であり写真の全面にわたって長方形から六角形の暗い部分がこれに相当する。又ベリット結晶は粒径が、20~40 μ であり、写真の右下に集まった丸味を帯びた明るい部分がこれに相当する。

- (b) 調合原料の珪酸率の影響すなわちけい砂の調合量の影響は本試験における珪酸率の変更範囲では大きくなく、いずれの場合でも日本原料の場合とほぼ同じ易焼成性が認められた。
- (c) 珪酸質原料に SiO₂ 含有量の多い粘土を使用する場合に比べて易焼成は良い。

注) 一般に原料の易焼成性を向上させるには次の点に関して検討することが考えられる。

- 係数のうち特に HM 及び IM を低くする。
- 原料の粉末度を高くする。
- 原料の均斉性を良くする。
- 運転管理徹底する。

上記の各項は実際の運転に当って製造されたセメントの品質試験結果とよく対応させて検討する必要がある。

(6) 原料の被粉碎性試験

実際の工場に於ける粉碎方式は閉回路の混合粉碎方式を予定しているため、この方式とはほぼ同じプロセスによる試験方法を採用している Work Index 試験法を実施し、日本のセメント工場における原料の Work index 試験値と比較してその被粉碎性を検討した。

(i) 使用原料と調合割合

使用原料は易焼成性試験に使用した試料と同一のものを又調合割合は易焼成性試験に於ける組合せ N-1 とほぼ同じに設定して試験した。従ってこの調合割合は N-1 示した係数 HM=2.10 SM=2.6 IM=1.8 に相当する。

表 5-3-27 に使用した原料試料とその調合を示す。

表 5-3-27 原料混合物の調合割合

原 料 試 料	調 合 割 合 (重量%, 乾ベース)
シンドリ石灰石 BH-10	80.54
ベルタール粘土 B-1230	14.34
トリジュカ川けい砂 ㍻ 1	4.35
ブルチョキ鉄鉱石 ㍻ 1	0.77
合 計	100.00

(II) 試 験 法

この方法は粉砕仕事指数を試験用ボールミルを用いて測定する試験方法である。

使用したテストミル

鋼板製ポットミル 直径 305 mm、長さ 305 mm

回転数 70 rpm

粉砕媒体 鋼製ベアリング用ボール

直径 36.5 mm 43ヶ

30.2 mm 67ヶ

25.4 mm 10ヶ

19.1 mm 71ヶ

15.9 mm 94ヶ

操作

- (a) 3,360 μ 篩全通に粗砕した調合原料の粒度分布を測定し、以下の試験で使用するフルイ目 $P(\mu)$ の通過分と試料の 80% が通過する粒度 $F(\mu)$ を決定する。
- (b) 試料を 1 l のメスシリンダーにとり、充填容積で 700 (cc) の重量 $W(g)$ を測定した後、ミルに入れて 100 回転する。
- (c) 100 回転終わったらミル中の全粉砕物をフルイ目 $P_1(\mu)$ のフルイでフルイ分け、残分重量 $A(g)$ を測る。
- (d) $P_1(\mu)$ の通過分重量 $(W - A)(g)$ からボールミル 1 回転当りの $P_1(\mu)$ の通過分重量を求め、次回の循環量が 250% になるように回転数を予測する。
- (e) 通過分重量 $(W - A)(g)$ に等しい重量の新試料を加え残分 $A(g)$ と混合して新給鉱量にする。
- (f) (d) で予測した回転数だけミルを回転する。
- (g) 以後 (d) ~ (f) の操作を繰り返して、循環量約 250% で安定した最後の 3 回の G_{bp} の平均値をとる。
 G_{bp} : ボールミル 1 回転当りの $P_1(\mu)$ フルイ通過重量 (g/r)
- (h) (g) でつくられた $P_1(\mu)$ フルイ通過産物をフルイ分けてその産物の 80% が通過する粒度 $P(\mu)$ を求める。

W_i の計算式

$$W_i = \frac{44.5}{(P_1)^{2.23} \times (G_{bp})^{0.82} \times \left(\frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right)} \times 1.102 \quad (\text{kWh/t})$$

(iii) 測定結果

$$\text{Work index} = 19.0 \text{ Kwh/t}$$

(iv) 結果の考察

粉砕仕事指数 W_i はBondの粉砕理論に基づく指数であって、第一義的には粉粒体の粉砕抵抗を表わす。尚この実験的に求めた Work index (W_i) と実操業の Work index (W_{io}) との間には相関関係があるので、被粉砕性の比較検討が出来る。この測定法の特徴は P_1 (4)のフルイ残分を新給鉱に加えて粉砕することにより閉回路粉砕を採用している点であり実操業に近い結果が得られる。

表5-3-2.8にネパール産原料の上記試験結果とこれと同じ試験方法によって求めた日本のセメント工場における原料の試験結果を示す。

表5-3-2.8 ネパール原料及び日本原料の Work index (W_i)

原料	W_i (Kwh/t)
ネパール原料(本プロジェクト用)	19.0
日本A工場の原料	9.3~9.8
日本B工場の原料	10.2
日本C工場の原料	12.2
日本D工場の原料	14.5
日本E工場の原料	12.9
日本F工場の原料	9.2
日本G工場の原料	9.4~11.2

上記の試験結果からネパール産原料は日本のセメント工場に於いて使用されている平均的な原料に比べると被粉砕性がやや劣る。これは原料の約80%を占める石灰石が硬質であり被粉砕性が劣るためと思われるが、セメント原料としては問題のない範囲のものである。

(7) 工場用水の水質

ガイガット村付近のトリジュガ川の水及びマティガラ(Motigarha)村の井戸水の水質試験結果を表5-3-2.9に示す。上記二種の用水は工場用水として使用可能である。