

形性の劣る坏土である。

Malang の坏土は BBK および東ジャワの民間企業の指導の元に、一連の坏土調合設備を設置し、調合条件を検討してその割合が設定されている。一方 Kiara Condong では、調合はほとんどが手作業であり、また調合割合も昔からの伝統を引き継いでいるのみで、合理的な調合条件の検討結果として設定されたものとは見受けられない。この差が坏土の品質差として現れており、今後の改善課題である。

(5) 可塑性

Kiara Condong と Malang の坏土の可塑性は、試験結果（表 4-7）から見ると、前者は後者に比べて劣っている。前者は粘土分を多量使用しているにもかかわらず可塑性が劣っているが、これは次の 2 点が考えられる。

- 1) Sukabumi 粘土と Bantur 粘土の可塑性の差。
- 2) Malang の坏土はボールミルなど調合設備により粒度管理が行われており、全体として可塑性が改善されている。

可塑性はセラミック製品の製造過程で要求される基本的な特性であり、鋳込み成形やロクロ成形などの成形方法にかかわらず、成形のし易さとか製品の品質に直接影響を与える特性である。Kiara Condong では、調合設備を導入して大量に坏土を製造することによって、問題点をより一層明確にし、その上で調合条件を検討して、それに改善を加えれば、より生産性の向上と品質の改善が図れるものと考えられる。

4.5 その他製品製造の視点から

4.5.1 評価の視点

インドネシアで今後需要増が期待される耐火物の製造の視点から原料を評価する。

本調査で入手した原料で耐火物の生産に使用できると考えられるのは、1) Cipeundeuy 粘土 2) Parungpanjang 粘土 3) Pacitan 陶石 4) Belitung カオリンの 4 種類であり、過去に調査された原料を含めると、5) Kijang bauxite が対象となろう。

インドネシアの経済が発展し先進国に近づくにつれて、鉄の消費量が増加する。先進国の一人当たりの消費量は 600~700kg である。この数字をもとに、将来のインドネシアの鉄の消費量を計算すると人口が約 2 億人であるから、鉄の消費量は 1 億 2,000 万~1 億 4,000 万トンと推定される。一方、日本の粗鋼生産量は、輸出を含めて 1 億トン前後であるので、インドネシアが近代国家に発展した暁には、現在の日本の粗鋼生産量以上の鉄を消費するものと考えられる。

えられる。しかしながら、現在のインドネシアの粗鋼生産量は、300～400 万トン/年に過ぎないので、今後は、鉄の生産量の飛躍的な増加が期待される。現に、インドネシア最大の鉄鋼メーカーであるクラカスチールでは、西暦 2000 年までにその能力を倍増するとともに、高炉製鉄法を採用して鉄鋼一貫製鉄所を目指していると新聞は報じている。従って、鉄の生産量の増加にともない、その生産に絶対必要な耐火物の生産も飛躍的に増加するものと考えられる。粗鋼 1 トン生産するために必要な耐火物の量、すなわち耐火物の原単位は発展途上国では 100kg、日本では 10kg 程度であるから、インドネシアの近未来的には 100 万トン程度の耐火物が必要と推定されるが、その中で粘土質原料の消費量は、約 40%と見積もっても 40 万トンが必要と考えられる。

耐火物用に使用する場合について検討した結果は次のとおりである。

4.5.2 評価

(1) Cipeundeuy 粘土

Cipeundeuy 粘土は、耐火度が高いが、可塑性が小さいので、これをペレットなどに成形、焼成し、シャモット化して 1,300～1,350℃の温度に使用される一般的粘土質の耐火レンガや粘土質不定形耐火物の骨材としての使用が最も有望であると考えられる。加熱残存線変化率の測定結果次第では粘土質耐火レンガの場合には一部、生のまま使用も可能であろう。酸化鉄の含有量は雰囲気炉用耐火物以外に特に考慮する必要はなく、通常は 2～3%以下であれば焼成呈色は耐火物では問題にならない。

(2) Parungpanjang 粘土

Parungpanjang 粘土は、可塑性がすぐれているので、一般用粘土質レンガの結合剤や不定形耐火物、特にプラスチック耐火物の結合用粘土として最適と考えられる。その他、耐火レンガの目地モルタルのバインダーとして使用すればその作業性や接着強度の良好なものが得られるであろう。

(3) Pacitan 陶石

Pacitan 陶石は珪石を主成分としてセリサイトを含むので、高温での体積安定性が大きく、しかも焼結も大きいと考えられるので、焼成せずに生のまま鋼の鑄造用取り鍋レンガの骨材としての使用が最適と考えられる。また、場合によっては粗角などに成形・焼成してやれば酸化鉄の含有量も少ないので雰囲気用や早硬性などの特徴あるキャストブル耐火物の骨材としての使用も検討の余地がある。

(4) Belitung カオリン

Belitung カオリンは、比較的の不純物の含有量が少なく均一性や生産量も大きいことから、これを加工して High アルミナ質の耐火物用の骨材としての使用が適当であると考えられる。すなわち、Belitung カオリンとバイヤー法のアルミナを混合、焼成して High アルミナ質の合成ムライトを製造できる可能性がある。ただし、合成ムライトの合成法はその原料に適した各種合成法が開発されているので、どのような方法が最適であるか更に試験研究が必要である。クリーンスチールの生産に必要な耐火物は、ムライト質や High アルミナ質の耐火レンガや不定形耐火物に移行している傾向があるので、合成ムライトの原料の将来性は、明るいものがある。更には、Belitung カオリンと滑石またはマグネサイトと混合・焼成して合成コージライトを製造して陶磁器の焼成時の窯用道具レンガの骨材としての利用することも考えられる。

(5) Kijang bauxite

Kijang bauxite は酸化鉄の含有量も少ないのでペレットなどに成形し、高温焼成して High アルミナ質のクリンカーが製造できれば、その用途は非常に大きい。現在の世界のボーキサイトクリンカーの製造国は限られており、中国産のバンド頁石や南米のギアナ産のボーキサイトクリンカーが主力になっており、各国ともそれらを輸入している現状である。High アルミナ質の天然原料の焼成品であり、耐火物原料としての性質を備えていれば価格的には合成ムライトより安価となり、その需要は大きく輸出も充分期待できる。ただし、酸化チタンの含有量などの不純物の多少により高温物性が左右するので十分な研究開発が必要である。

表 4-1 原料評価の判断基準

メーカー・サイドでの一例

同一種類の製品を製造しているメーカーの場合、素地組成や成形方法なども決まっているので、長期にわたる原料の試験データの実績をもとに、各企業または工場ごとに適否の判断基準ができてるのが一般的である。そこで通常行われているサニタリーウエア原料の評価の際の、適否の判断基準の一例を記す。

(1) 単味原料

カオリン	Al ₂ O ₃ 33%以上、Fe ₂ O ₃ 2.0%以下、モンモリロナイト・アルナイト等、不純物の少ないこと
粘土	Al ₂ O ₃ 30%以上、Fe ₂ O ₃ 2.0%以下、不純物の少ないこと、可塑性の良いこと (可塑性値 74%以上)
セリサイト系陶石	Al ₂ O ₃ 15%以上、Fe ₂ O ₃ 0.5%以下、不純物の少ないこと
長石	アルカリ含量 (Na ₂ O + K ₂ O) 10%以上、Fe ₂ O ₃ 0.5%以下であること

(2) 調合試験

泥漿性状	濃度 342g/200cc 以上で鋳込み可能な泥漿ができること
着肉性	厚み付き 20分で 6mm 以上
可塑性	成形品の保形性、撓変性、細工性が良いこと (数値で表し難いので目視、触感による)
乾燥強度	成形品を移動するのに耐える強度が必要、可塑性に比例するので、可塑性が良ければ問題はない
焼成性状	全収縮 (乾燥 + 焼成収縮) 15% 以下 焼成変形量 (Bending) 30mm 以下 吸水率 (インク) 3mm 以下

表 4-2 サニタリーウェア用としての原料評価

まとめ

- 1) サニタリーウェア用として使用可能な原料はBangkaカオリン、Belitungカオリン、Monterado粘土の3種である
- 2) 鉱床の状況次第では補助原料（少量使用）の可能性のあるのは、Pacitan陶石、Jepara長石の2種である
- 3) Pacitan陶石は未開発、Jepara長石は採掘状況不明

No.	品名	判定	判定期由ならびに補足説明
1	Bangka カオリン	○	可塑性は若干劣るが高品位のカオリンで、 Fe_2O_3 の少ない粘土と配合すれば使用可。
2	Belitung カオリン KB	○	同上
3	Parungpanjang 粘土	×	可塑性の良い粘土であるが、モンモリロナイト含有のため適正なスリップができない。
4	Sukabumi 粘土 CS-1	×	成形性が悪い（細工不良）。 Fe_2O_3 が多く、 Al_2O_3 が少ない。
5	Cipeundeuy 粘土 CC	×	可塑性が悪い。
6	Monterado 粘土 CM	○	可塑性は若干劣るが Fe_2O_3 が比較的少なく、成形性も良い。配合次第では良質築地の可能性あり。
7	Pacitan 陶石 TP-4	△	低級品のセリサイト陶石である。 Fe_2O_3 も少ないので補助原料として使用の可能性あり。
8	Pangaribuan 長石	×	正長石で Fe_2O_3 も少なく、良品であるが、掘りつくされている。
9	Jepara 長石	△	Na_2O と K_2O が半々でアルカリ12%以上あり、溶けのよい長石である。欠点として Fe_2O_3 が2%以上ある。溶けを活かした補助原料の可能性あり。
10	Banjarnegara 長石 FB-1	×	アルカリ量6~7%と少なく、溶け不良。
11	Narawita 長石 FN-1,2	×	同上
12	Lampung 長石 FL	×	同上
13	Banjarnegara 精製長石	○	精製（浮遊選鉱）によりアルカリ量10%まで改善されており使用の可能性あり。

Notes: ○ 使用可 △ 補助的に使用 × 不可

表 4-3 焼成呈色試験の調査表

Test No.	PB-1	PB-2	PB-3	PB-4	PB-5	NB-1	NB-2	NB-3	NB-4	NB-5
TP-4	50	40	30	20	10	30	20	10	-	-
FP	10	20	30	40	50	-	-	-	-	-
FN-1	-	-	-	-	-	30	40	50	60	70
KB	40	40	40	40	40	40	40	40	40	30

Test No.	BB-1	BB-2	BB-3	BB-4	BB-5	B(W)B-1	B(W)B-2	B(W)B-3	B(W)B-4	B(W)B-5
TP-4	40	30	20	10	-	40	30	20	10	-
FB-1	20	30	40	50	60	-	-	-	-	-
FB-1-W	-	-	-	-	-	20	30	40	50	60
KB	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Test No.	PP-1	PP-2	PP-3	PP-4	PP-5	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5
TP-4	50	40	30	20	10	50	40	30	20	10
FP	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
CP-1	40	40	40	40	40	-	-	-	-	-
CS-2	-	-	-	-	-	40	40	40	40	40

Test No.	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
TP-4	50	40	30	20	10
FP	10	20	30	40	50
CM-2	40	40	40	40	40

Test No.	IB-1	IB-2	IB-3	IB-4	IB-5	IN-1	IN-2	IN-3	IN-4	IN-5
TP-4	50	40	30	20	10	50	40	30	20	10
FI	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
KB	40	40	40	40	40	-	-	-	-	-
KN	-	-	-	-	-	40	40	40	40	40

Test No.	BR-1	BR-2	BR-3	BR-4
TP-4	20	20	20	20
FB-3	40	-	-	-
T-9F	-	40	-	-
FNK-1S	-	-	40	-
FNK-1	-	-	-	40
KB	40	40	40	40

FI: Indian feldspar

KN: New Zealand kaolin

表 4-4 化学分析値 (原料分析値からの計算値)

Sample	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
BB1	0.96	2.30	23.79	65.52	0.48	0.27
BB2	1.38	2.39	23.88	64.98	0.57	0.24
BB3	1.81	2.47	23.98	64.44	0.67	0.20
BB4	2.23	2.56	24.07	63.90	0.76	0.17
BB5	2.65	2.64	24.16	63.36	0.85	0.13
BWB1	0.78	2.23	23.37	66.20	0.38	0.27
BWB2	1.11	2.28	23.26	65.97	0.46	0.23
BWB3	1.45	2.34	23.15	65.75	0.53	0.20
BWB4	1.78	2.39	23.03	65.52	0.61	0.16
BWB5	2.11	2.44	22.92	65.29	0.68	0.12
PB1	0.20	3.22	24.24	64.94	0.30	0.30
PB2	0.29	4.31	24.88	63.23	0.30	0.26
PB3	0.37	5.40	25.52	61.52	0.30	0.22
PB4	0.46	6.49	26.16	59.80	0.30	0.17
PB5	0.54	7.58	26.80	58.09	0.30	0.13
NB1	0.56	2.53	23.56	64.53	0.39	0.30
NB2	0.72	2.66	23.54	63.82	0.42	0.28
NB3	0.87	2.79	23.52	63.11	0.45	0.26
NB4	1.02	3.06	22.17	64.25	0.45	0.26
NB5	1.17	3.32	20.81	65.39	0.45	0.25
IB1	0.40	3.07	24.14	65.10	0.30	0.30
IB2	0.69	4.01	24.67	63.55	0.30	0.26
IB3	0.97	4.96	25.20	61.99	0.30	0.22
IB4	1.26	5.90	25.73	60.44	0.30	0.17
IB5	1.54	6.84	26.26	58.88	0.30	0.13
IN1	0.38	2.84	22.97	66.71	0.13	0.25
IN2	0.67	3.78	23.50	65.16	0.13	0.21
IN3	0.95	4.72	24.03	63.61	0.13	0.17
IN4	1.24	5.66	24.56	62.05	0.13	0.12
IN5	1.52	6.60	25.09	60.50	0.13	0.08
PM1	0.23	3.51	21.38	67.81	0.51	0.73
PM2	0.32	4.60	22.02	66.10	0.51	0.69
PM3	0.40	5.69	22.67	64.39	0.51	0.65
PM4	0.49	6.78	23.31	62.67	0.51	0.60
PM5	0.57	7.87	23.95	60.96	0.51	0.56
PP1	0.27	3.84	19.61	69.99	0.88	0.52
PP2	0.36	4.93	20.25	68.28	0.88	0.48
PP3	0.44	6.02	20.90	66.56	0.88	0.44
PP4	0.53	7.11	21.54	64.85	0.88	0.39
PP5	0.61	8.20	22.18	63.13	0.88	0.35
PS1	0.17	3.25	17.73	66.39	6.03	0.72
PS2	0.26	4.34	18.37	64.68	6.03	0.68
PS3	0.34	5.43	19.02	62.97	6.03	0.64
PS4	0.43	6.51	19.66	61.26	6.02	0.59
PS5	0.51	7.60	20.30	59.55	6.02	0.55

表 4-5 調合サンプルの焼成呈色試験結果

Sample	L	A	B	Fe ₂ O ₃ Content	Water Absorption
BB1	86.94	0.98	10.15	0.48	2.30
BB2	79.68	0.45	9.34	0.57	0.13
BB3	75.93	0.10	9.14	0.66	0.05
BB4	74.65	-0.34	9.21	0.75	0.00
BB5	72.98	-0.61	9.46	0.85	0.00
BWB1	88.75	0.92	9.13	0.38	3.35
BWB2	84.46	0.62	9.36	0.46	0.81
BWB3	79.93	0.20	8.78	0.53	0.03
BWB4	78.24	-0.26	8.60	0.60	0.03
BWB5	77.66	-0.84	8.61	0.68	0.03
PB1	90.07	0.61	7.30	0.30	3.88
PB2	85.69	0.36	8.29	0.30	0.62
PB3	82.64	0.28	8.39	0.30	0.10
PB4	80.21	0.02	8.00	0.30	0.05
PB5	80.36	-0.50	7.53	0.30	0.02
NB1	90.07	0.22	8.45	0.39	3.68
NB2	88.42	-0.01	9.34	0.41	2.13
NB3	84.84	-0.63	8.47	0.42	0.57
NB4	82.34	-1.17	7.89	0.43	0.08
NB5	78.27	-1.13	8.01	0.45	0.04
IB1	89.33	0.65	8.53	0.30	3.08
IB2	83.74	0.48	8.41	0.30	0.11
IB3	80.95	0.37	8.25	0.30	0.03
IB4	80.81	-0.10	7.90	0.30	0.00
IB5	81.73	-0.77	7.49	0.30	0.00
IN1	89.63	0.89	6.99	0.13	2.77
IN2	86.15	0.95	7.42	0.13	0.45
IN3	83.98	0.65	6.50	0.13	0.03
IN4	84.01	0.19	5.72	0.13	0.00
IN5	86.16	-0.42	4.99	0.13	0.00
PM1	82.09	1.39	11.62	0.51	1.37
PM2	75.05	1.18	10.17	0.51	0.17
PM3	71.98	1.05	9.43	0.51	0.05
PM4	70.64	0.77	8.92	0.51	0.00
PM5	69.82	0.35	8.34	0.51	0.00
PP1	67.15	1.23	10.46	0.88	0.08
PP2	64.92	0.96	9.41	0.88	0.03
PP3	65.02	0.73	9.37	0.88	0.02
PP4	65.10	0.42	9.33	0.88	0.02
PP5	64.35	0.17	9.28	0.88	0.00
PS1	32.13	3.32	2.69	6.03	0.10
PS2	31.70	2.79	2.60	6.03	0.00
PS3	31.85	3.43	4.23	6.03	5.42
PS4	32.23	3.89	5.68	6.03	10.24
PS5	33.55	4.63	6.44	6.02	15.04

表 4-6 テーブルウェア製造の視点からみた原料評価

原料	高級品		中級品		
	磁器	ポーンチャイナ	磁器	硬質陶器	ストーンウェア
FP	△	△	○	○	○
FB	×	×	△	△	○
FL	×	×	△	△	○
FN	×	×	△	△	○
FJ	×	×	×	×	△
CP	×	×	×	×	△
CS	×	×	×	×	△
CC	×	×	×	△	△
CM	×	×	○	○	○
KB	△	△	○	○	○
TP	△	×	○	○	○
精製FB	△	×	○	○	○

表 4-7 インドネシアの坏土の品質 (1/2)

Pre-mixture Application	Kiara Condong			Malang			Plered		
	Throwing		Slip casting	Throwing		Throwing site	Throwing (1st grade)		Throwing (2nd grade)
	Quarrying site	Mixing ratio (%)	Quarrying site	Mixing ratio (%)	Quarrying site	Mixing ratio (%)	Quarrying site	Mixing ratio (%)	Quarrying site
Material composition									
Kaolin	Belitung	(40-30)*	Belitung	(40-30)*	Belitung	42	Belitung	5	-
Feldspar	Narawita	(35)*	Narawita	(35)*	Lodoyo	28	-	-	5 (Lime stone)
Quartz	Narawita	(0-10)*	Narawita	(0-10)*	Tuban	22	(Sand clay)	3	3 (Sand clay)
Clay	Sukabumi	(25)*	Sukabumi	(25)*	Banur	8	Plered	92	Plered .92
Wall thickening test									
Concentration	333		326		332				
Viscosity	47		67		57				
Viscosity (30min.)	100		101		59				
Wall thickness	5/6		N/A		4/5				
Water content	25/25		-		21/22				
Particle (<10μ)	61		-		46				
Cast condition	soft		too soft		good				
Dry shrinkage	-		-		2.5				
Dry strength	-		-		18.0				
Firing shrinkage	-		-		8.5				
Firing strength	-		-		520				
Bending test	-		-		17.0				
Water absorption	-		-		40.0				
Bending piece	-		-		31.0				
Shrinkage piece	-		-		good				
Plasticity	no good		no good		good				
Firing coloration							<Reference: General grade of Mino in Japan>		
L	77.2		77.4		70.9				68.8
a	0.5		0.4		2.3				-1.1
b	13.0		13.6		13.7				8.4

表 4-7 インドネシアの坏土の品質 (2/2)

Pre-mixture Application	Klara Condong		Maiang		Plered	
	Throwing	Slip casting	Throwing	Throwing (1st grade)	Throwing (2nd grade)	
Chemical composition (%)						
lg. Loss	9.19	9.78	6.72			
SiO ₂	61.84	59.91	67.31			
Al ₂ O ₃	24.66	25.61	20.55			
Fe ₂ O ₃	1.19	1.24	1.15			
TiO ₂	0.61	0.68	0.29			
MnO	0.01	0.01	0.01			
CaO	0.09	0.10	0.10			
MgO	0.33	0.38	0.05			
Na ₂ O	0.39	0.59	0.09			
K ₂ O	1.60	1.61	3.69			
P ₂ O ₅	0.03	0.03	0.02			
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0.01			
ZrO ₂	0.04	0.04	0.02			
Total	100.00	100.00	100.01			
Particle size (μ)						
10 μ <	Distribution (%) 38.70	Accumulation (%) 100.00	Distribution (%) 56.60	Accumulation (%) 100.00		
10-9 μ	0.00	61.30	0.00	43.40		
9-8	1.80	61.30	0.00	43.40		
8-7	2.30	59.50	0.00	43.40		
7-6	5.00	57.20	0.40	40.50		
6-5	7.40	52.20	5.10	35.20		
5-4	8.50	44.80	5.00	28.50		
4-3	7.40	36.30	6.40	22.50		
3-2	8.00	28.90	7.30	17.70		
2-1	13.80	20.90	13.50	10.90		
1 μ >	7.10	7.10	6.50	3.20		
D-median	5.71 μ	10.43 μ	14.61 μ			
+325#	7.10%	6.50%	3.20%			

Note: * are the estimation from chemical composition analysis data.

図 4-1 (1) テーブルウエア用調合サンプルの焼成呈色試験
における電気炉昇温曲線

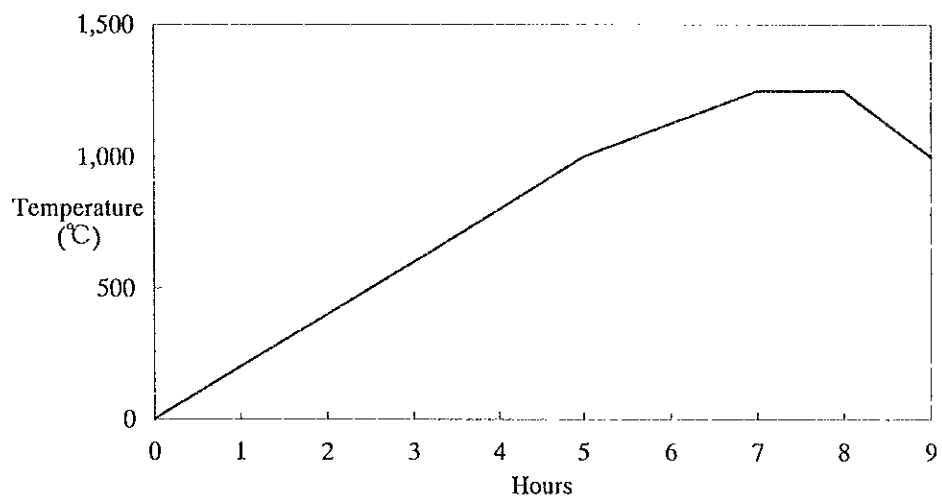


図 4-1 (2) サニタリーウエア用調合サンプルの焼成呈色
試験における電気炉昇温曲線

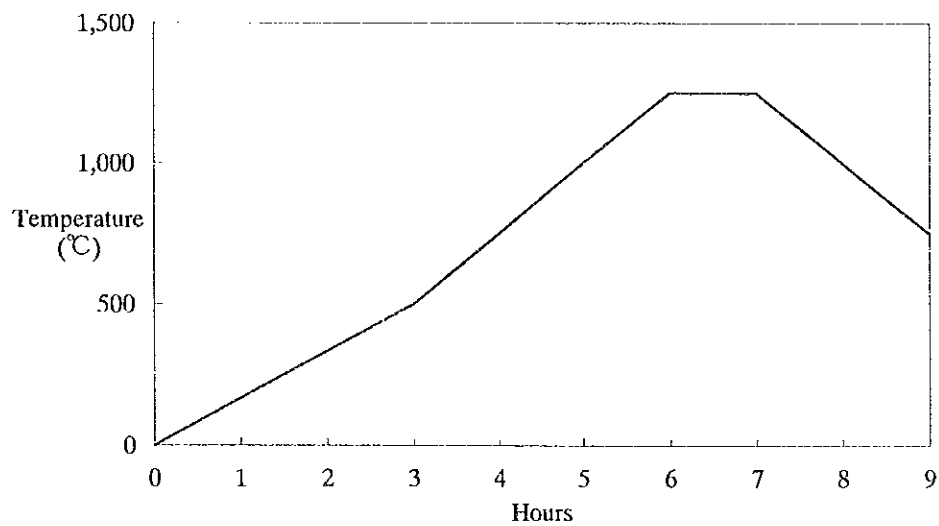


図 4-2 Fe₂O₃ と L 値

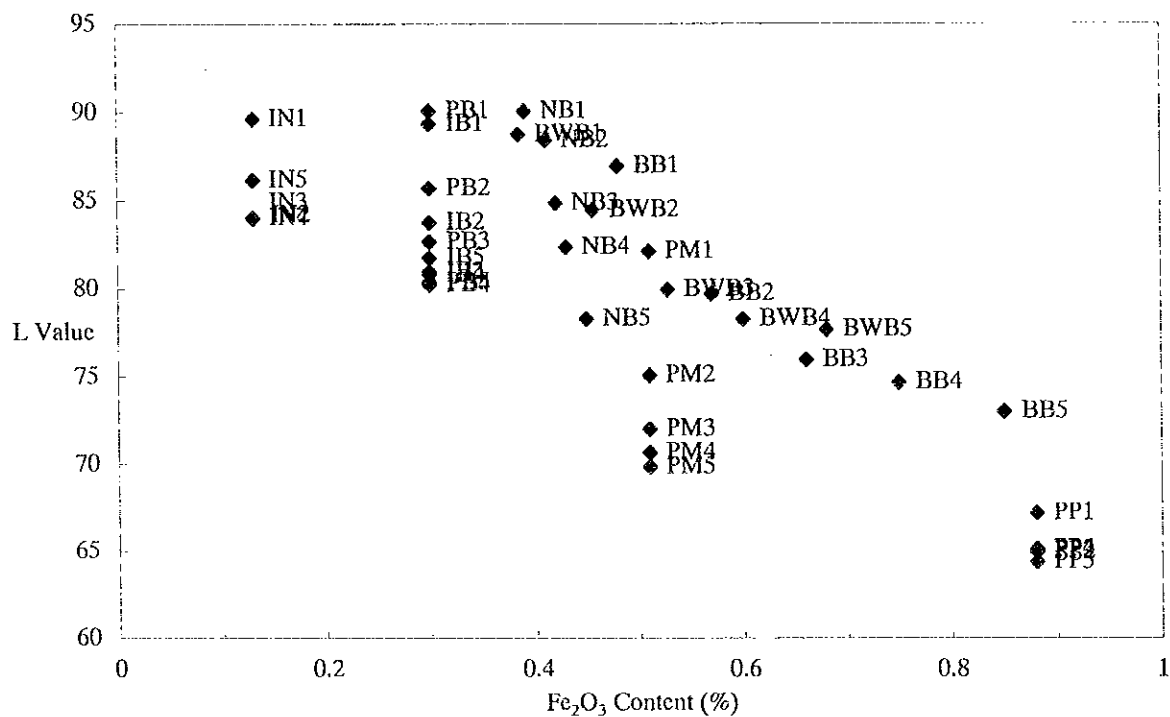


図 4-3 十分焼結した場合のFe₂O₃ と L 値

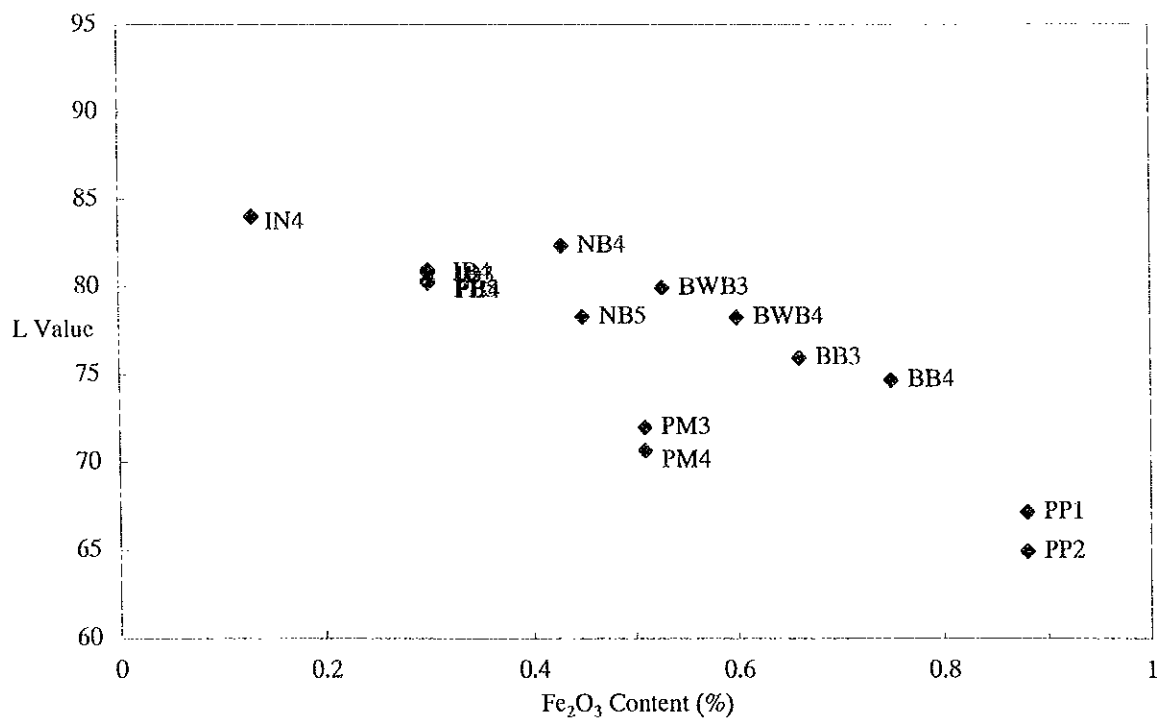


図 4-4 Fe₂O₃ と A 値

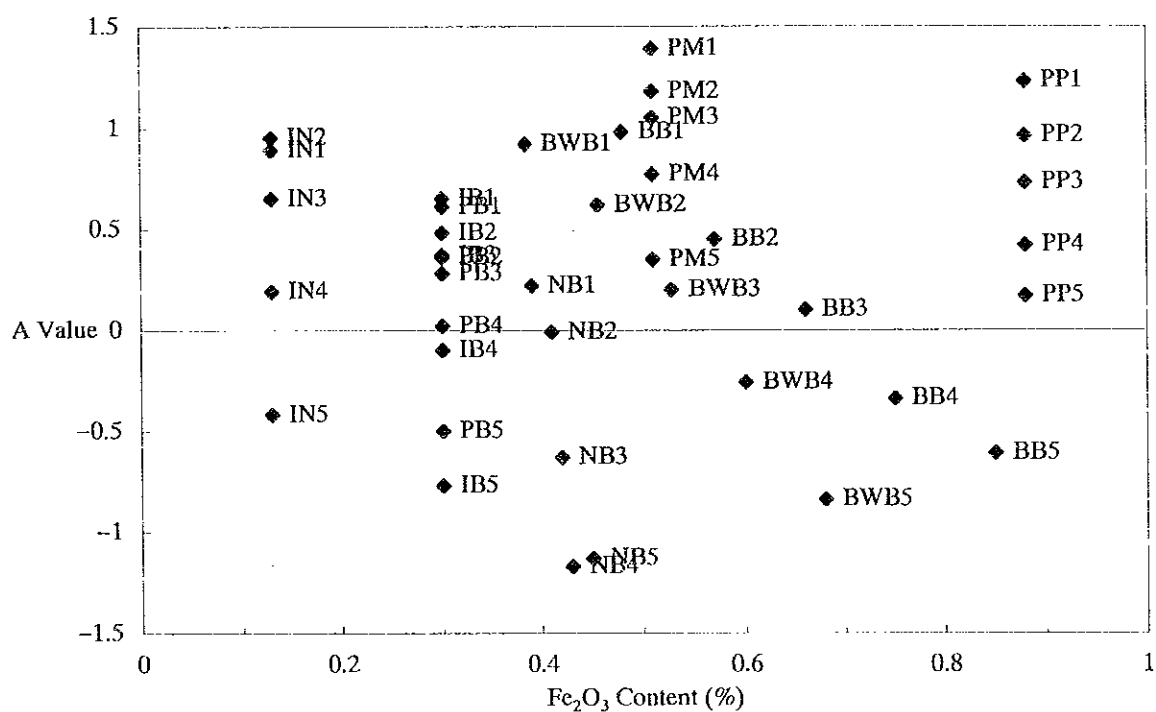


図 4-5 Fe₂O₃ と B 値

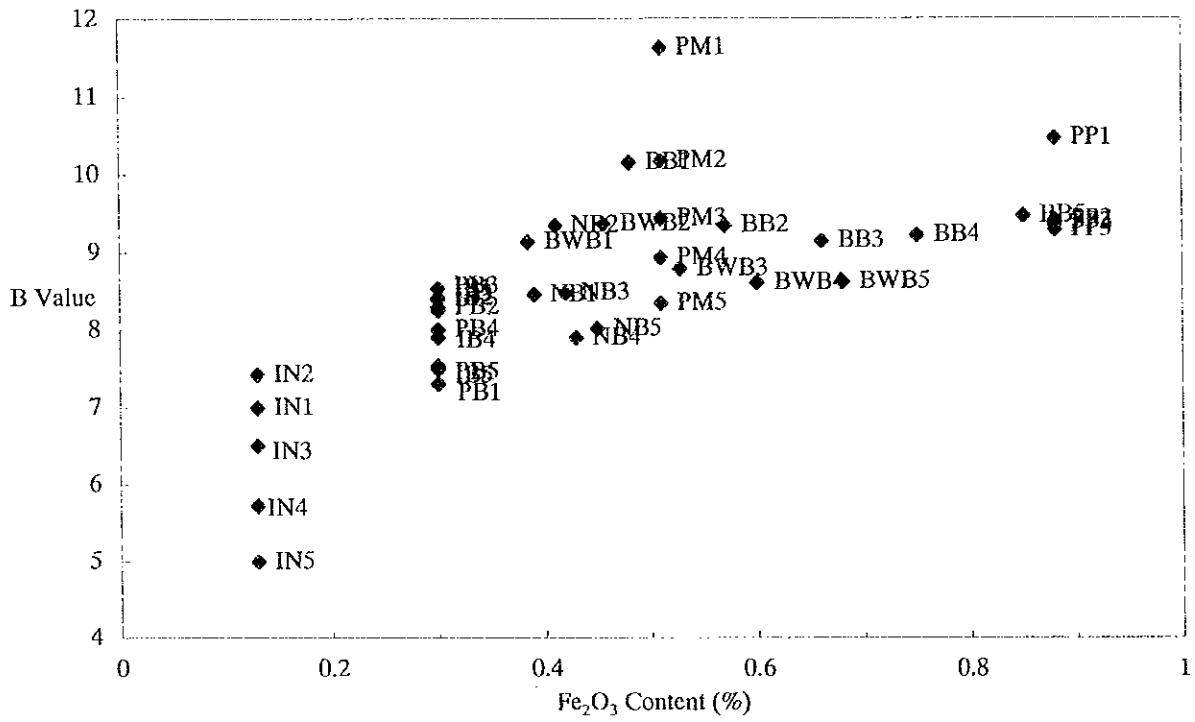


図 4-6 十分焼結した場合の Fe₂O₃ と B 値

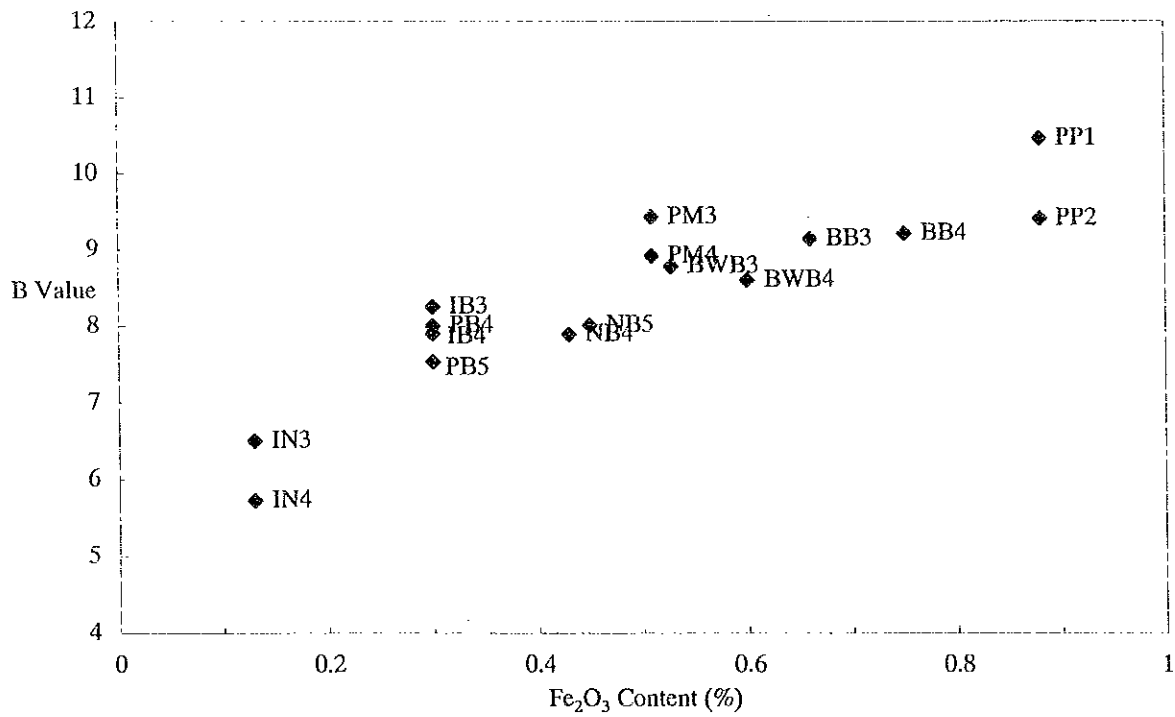
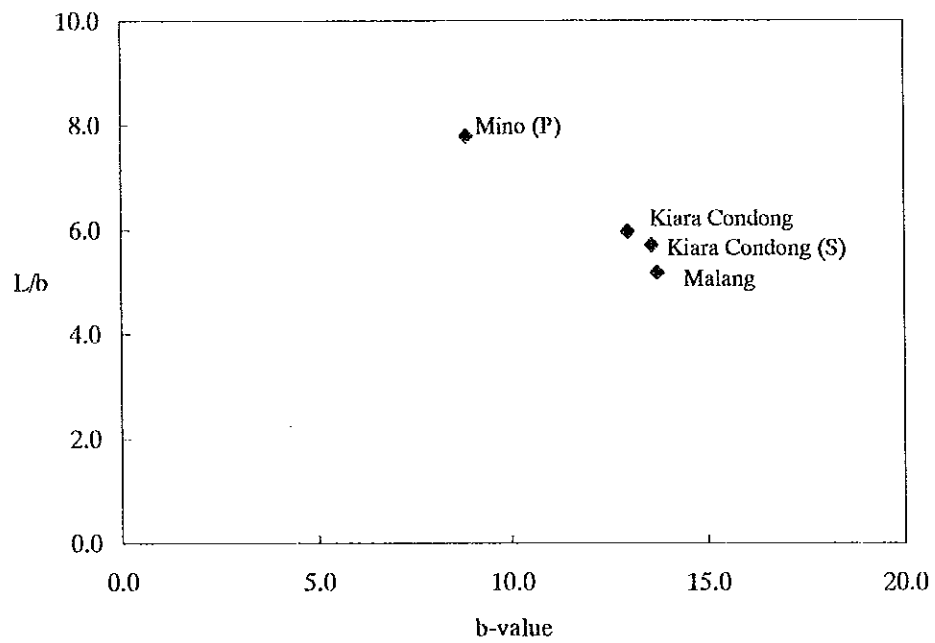


図 4-7 インドネシアおよび日本の坏土の焼成呈色試験結果



5 開発プロジェクトの技術的・経済的検討

5.1 原料ソースの選択

5.1.1 粘土原料

開発対象粘土原料としては、1) インドネシアのセラミック産業の大部分を占める床・壁用タイルメーカーが主としてジャカルタ、西部ジャワ地区に位置し、輸送上有利な位置にあること、2) 品位は悪いがタイル製造用には使用可能であること、3) かなり広範囲に亘って乱掘が進んでいるが、まだなお大規模な開発可能地区が残されていること、などの理由により Sukabumi 粘土を選択した。この粘土は、現在大量に各窯業メーカー（特にタイルメーカー）で使用され、さらに各メーカーともその品質および供給の安定化を要望している。しかし、これに対して原料採掘・供給側はこれに応えられるだけの経営体質になく、このことも開発対象として選択する意味をもたせると考えられる。

インドネシアにおいては窯業用粘土原料は全国各地で産出するが、主に粘土瓦や赤煉瓦用の粘土原料が主体で、陶磁器に使用可能な不純物（鉄分、チタン等）の少ない原料粘土の産出地は少ない。また、ジャワ島の鉱床はその成因および地質構造的に複雑で、大規模開発に適した産地は限られている。

現在サニタリーウエア、タイル、食器等の窯業産業界で使用されている粘土原料の産地は Sukabumi (Gunung Guruh)、Parungpanjang、Cipeundeuy などであるが、最近 Kalimantan の Monterado 粘土開発が進められ、すでに一部のメーカーで使用されている。ノベルティ用原料は地場で採掘される原料による場合と、各地の粘土を配合して使用している場合とがある。

以下、各粘土ソースの状況を比較する。

Sukabumi は西ジャワにあり、需要が集中している JABOTABEK に近く、原料輸送コストが安価であることと、品質的には鉄分等の有色不純物を多く含むが、適度の可塑性を有しているため製造工程で比較的使用しやすいことからタイルメーカーで幅広く使用されている。但し粘土の品質安定性に劣り、各企業共にその改善を強く期待している。

同粘土のウォーターサイクロンによる粘土質と砂質部の分離試験結果および同サンプルの焼成試験結果によると、同粘土としては良質粘土に分類される White Clay (CS-1)、BBK で標準粘土として使用している Ball Clay (CSS)、出荷場でサンプリングした 1 級品 (Sukabumi 1st grade) の間には、2 mm 以上の塊状物の含有率に 0 から 9.0% の差があり、粘

土分の量には 90.9 から 38.2%の差が、粘土分の焼成収縮率には 5.11 から 8.74%と大きな差がある。この品質変動は複雑な地質構造によるものである。しかし、採掘方法および製品の品質区分・管理方法によりある程度の（タイル用としては許容できる程度までの）改善は可能と判断される。

Parungpanjang は西ジャワの Tangerang にあり、産地としては需要地に最も近く、原料輸送面では有利であるが、品質的には可塑性が高すぎるため焼成収縮が大きくタイルなどにおいても主原料粘土としては使用しづらい。また、モンモリロナイトを含むため泥漿の分散性が劣り、サニタリーウエアなど鋳込み成形においては使用困難である。また使用としてもその使用量に制限があるなど汎用性に乏しい。また、採掘地は、雨季はぬかるむが排水施設の敷設も困難な状況にある。

Cipeundeuy は西ジャワの東部にあり、地理的には比較的需要地に近いが、品質的には粘土の粒子径が大きいため可塑性が低く、陶磁器用としては使用し難い。現在は耐火度が高いという特性を生かして主として耐火煉瓦用に利用されている。一部タイルやノベルティにも使用されているが主原料としてではなく、焼成寸法安定化のために使用量を限定して使用されている。採掘場と幹線道路の間にはトラック輸送のできる道路が無く、産出粘土の運搬は現在全て人力に頼っており、新たに搬出道路や設備を設置することは技術的、経済的に困難と判断される。

Monterado (Capkala Mandor) の粘土は有色不純物の含有量が少なく、可塑性も高く、しかも均質で広大な鉱床であることから、ジャワ島内でも高品質粘土原料を必要としているメーカーで使用されている。需要地までは距離があり輸送コストが高くつくことから、今後も品質のよい粘土をある程度コストアップになっても必要な場合に使用されることになると考えられる。しかし Monterado 粘土はすでに技術力、経営力を持った民間企業により大規模開発が進められており、改めて開発対象として選択する必要はないと考えられる。

5.1.2 長石原料

長石についてはジャワ島内の Banjarnegara、Narawita、スマトラの Lampung を調査対象とした。検討の結果、開発対象としては Banjarnegara を選択した。これは品位も比較的良好で、精製によりテーブルウエアへの利用も可能と見られ、また、ジャワ島内全域にある各メーカーへ長石を供給するのに位置的にも比較的良好な場所にあるためである。また、開発しやすい

鉱床でもある。

インドネシアには窯業用原料長石の産地は少ない。従来から東ジャワの Lodoyo の長石が有名で、大多数の窯業メーカーはこの長石を使用している。しかし、同地域では長期間の採掘により品質の良い長石が少なくなり、周辺の品質の劣るものまで採掘されるようになったため、最近では各窯業メーカーから同長石は品質の安定性に欠けると評価されるようになってきている。

その他の長石産地として、西ジャワの Narawita、中央ジャワの Jebara、Banjarnegara、スマトラの Lampung、Pangaribuan などがある。ジャワ島の長石はタフ系の長石であるため、アルカリ含有量が低く、鉄分など有色不純物を多く含み、またその品質変動も大きく使用し難いとセラミックメーカーからは評価されている。一方、スマトラ島の長石は花崗岩質またはペグマタイト系の長石で品質的には期待されるものであるが、産地が必要地から遠く、タイルなど低価格品に使用するには輸送コストがかかりすぎる。

以下、各長石ソースについて比較する。

Banjarnegara は中央ジャワにあり、需要地の西ジャワからの距離は遠いが、同地域一帯に長石鉱脈が広く広がっており鉱量的には 4 億トン以上と大きいこと、この地域の長石は一般にその成因からアルカリ含有量が低く、また若干の品質変動があるが、Banjarnegara の長石は他の長石に比べ比較的安定しており、すでに西ジャワの床タイルメーカーで使用されている。

Banjarnegara では、地方政府が同地区で原料採掘を行っている中小の企業・団体・個人に対する指導や、原料ストックヤードを建設し自ら運営にあたるなど窯業原料供給産業振興に意欲的に取り組んでいる。また Banjarnegara は市街地も郊外もよく清掃されており、5S の行き届いた所である。インドネシアで全国的運動として展開されている「美化運動」においても比較的早い時期に優秀賞を受賞している。このように、地方政府に強い統制力・指導力があり、新規に事業を起こす場合に必須の資質が見られる。

試験室テストによれば、同長石は浮遊選鉱や酸処理など複雑でコストのかかる精製工程を採用することなく、比較的単純な水洗と、粒度を規正して粉碎・分級することにより、鉄分や雲母などの除去が比較的容易に可能である。また、アルカリ分は浮遊選鉱により、テーブルウエアやサニタリーウエア用原料として要求される 10%程度にまで濃縮が可能である。したがって、これによりタイルのみでなく、衛生陶器や食器などの高級品向け原料としての活用の可能性もある。

Narawita は地理的には需要地の JABOTABEK に近くて有利である。鉱量は賦存量全体としては 2,700 万トンと推定されているが、不純物の少ない良質原料はスポット状に賦存し全体に対して数パーセントと少なく、長期操業の対象としては不適切である。さらに、珪砂分が多くアルカリ含有量が低く、品位上も問題がある。現在、一部は西ジャワ東部のタイルメーカーで使用されているが、大部分は瓦用である。

Pangaribuan は北スマトラの Toba 湖近くに位置し、インドネシアでは希有のペグマタイト系のカリ長石が産出される。この長石はアルカリ分が約 14%、鉄分やチタンの含有量も少なく、品質良好で輸入品の代替として使用の可能性もある。しかし良質の長石はすでに掘りつくされ、採掘場の表層には見られず、周辺はカントリーロックと呼ばれる風化花崗岩のみである。この風化花崗岩はアルカリ分 6%程度でありタイルなど低級品用には使用可能である。しかし、需要地のジャワ島まで輸送するにはかなりのコストがかかり、現時点で同鉱山の開発に取り組むのは適切でないと判断される。

Lampung の長石鉱山はスマトラ島南端に数カ所に分散しており、地理的には需要地の西ジャワに近い。鉱量は 3,250 万トンと大きく、風化花崗岩の中に小粒ではあるがペグマタイト系の良質の長石が含まれている。鉱床も安定しておりジャワ島の鉱床に比べて均質で、大規模開発に向いている。ただし、ジャワ島へはフェリーを利用する必要があり輸送コストがかさむ。同地区ではすでに経営力、技術力のある民間企業により操業が行われており、新たに開発の対象として選択する必要性は少ないと判断される。

Jepara の長石は、試験室テストによればアルカリ含有量が高く、焼成品の焼き締まりを良くするためには良い長石であるが、有色不純物が多く焼成呈色が劣る。同長石を使用しているメーカーは大手のタイルメーカー1社のみで、採掘サイトの状況も詳細は不明である。

5.2 Sukabumi粘土供給プロジェクト

5.2.1 採掘方針の検討

(1) 採掘区画の設定

採掘区画は、すでに南部採鉱地域が堀りつくされているので、北部採鉱地域から 2-3 カ所を設定する。1 採掘区画の面積は、採鉱年数を 20 年と仮定して次のとおり約 40ha が必要となる。

$$30 \text{ 万 (トン/年)} / 1.5 \text{ (トン-乾粘土/m}^3\text{)} / 5 \text{ (m-層厚)} / 1 \text{ 万 (m}^2\text{/ha)} / 2 \text{ カ所} \times 20 \text{ (年)} = 40 \text{ ha}$$

採掘区画を 5 年ごとに計画的に拡張または移動するとすれば、当面の採掘区画は約 8 ha とすることも可能である。

(2) 採掘方法の検討

切り羽を最低 3 カ所以上設定し、ベンチカット採掘方式を採用する。採掘場の表土を除き、ベンチカットに切り開き、採掘場全体の粘土賦存状況（品質のパラツキ状況）を把握する。賦存状況に応じて品種の区分、不良な粘土、廃棄すべき粘土やそれぞれの採掘方法、活用方法、混合均一化方法などの方針を決定する。

採掘時のグレード分けは 3-4 種類とする。各グレードについても層の厚みが薄く、またスポット状に存在するので、相互に混在したり、採掘段階で混合されるおそれがあり、厳密に品種を区分することは困難である。従って採掘現場に一次ストックヤードを設置して、同一グレードの中でも 2-3 区分に分けて管理し、後工程の混合工場で均一化できるように準備する必要がある。

採掘方法については、地質構造が複雑で、各粘土層が薄く、採掘場も狭いため、重機による採掘方式では厳密な品質区分ができず、逆に品質の変動を一層拡大する危険性がある。従って従来どおりの手堀りの方が厳密な品質区分ができると考えられる。

5.2.2 原料採掘サイトにおけるグレーディング

Sukabumi 粘土のグレードは、現在次の 3 種類（Sand clay を含めると 4 種類）に分類されて採掘・出荷されている。

- 1 級品: Ball Clay
- 2 級品: Plastic Clay
- 3 級品: Red Clay
- Sand Clay

これらの区分は主として、鉄分の含有度、珪砂の混入度によって行われている。Sukabumi 粘土の賦存状況は、表層に鉄分を多く含む赤土層が存在するため、下層の粘土層に、鉄分が混入あるいは、浸透して品質を低下させている他、地質学的要因により、南部地域は特に砂質物質を含む割合が大きい。

更に、主として火山活動、あるいは地質変動のため、粘土層（堆積層）が一定しないばかりでなく、異質の岩石が粘土層中に貫入している。DSM の調査によれば粘土層厚は 20m とされているが、採掘現場の状況および推定される採掘層状況から判断すると最大 8m 程度、現実には 4-5m 程度までしか有用粘土の採鉱は行えないと見られる。

他方、ウォーターサイクロンによる粘土と珪砂の分離、および分離した各成分の化学分析、焼成テストなどの結果によれば、鉄による着色が濃く、珪砂分の含有量が極めて多いこと、しかも、その含有比率がばらつくことなどから、品位上はタイル用以上の利用が難しいと判断される。

以上の点から、採掘サイトにおけるグレーディングについては次のように行うのが適切である。

- 1) 見かけ上、3-4 グレードに分類する。分類の主な基準は、珪砂の混入度と鉄の含有量（着色）である。
- 2) 層が薄くかつ乱れているので、大規模に重機を利用して、上記区分どおりの採鉱を行うことは困難であるため、手掘りによる。この段階では 1 級品、2 級品、3 級品がある程度混ざり合うことになる。

なお、実施にあたって次の点について検討が必要である。

- 1) 品質基準を明確にすること
- 2) グレードの集約（混合）研究をすること
- 3) 賦存量調査のためのボーリングを行い、大局的な採掘計画を立案すること
- 4) 採鉱にあたっては、自治体が許可した区域外では行わず、許可した鉱区での採掘完了を認めた段階で次の区域に移るよう採鉱管理を徹底する(これにより品質管理の徹底と資源の有効活用を図る)
- 5) 採鉱現場に、グレード別ストックヤードを設ける
- 6) スtockヤードの粘土に対し、珪砂含有量の測定など、グレーディングを正確にする上で有効なテスト設備を設ける
- 7) 二次ストックヤードまでの搬出は、従来のように採掘者が行うのではなく、専門とする

5.2.3 精製・混合に関する検討

Sukabumi 粘土のおもな欠点は、次の3点である。

- 1) 鉄の含有量が多く、焼成着色が濃い
- 2) 珪砂の含有度が高い
- 3) 珪砂、粘土の混合比が大幅に変動する

粘土の精製、あるいは均質化には次のような方法が一般に用いられる。

- 1) 乾式混合: 混合供給機を使った強制混合
- 2) 湿式混合・精製: ウォーターサイクロン、あるいはシックナー方式による分離、混合

この他、脱鉄も精製の一方法であるが、処理工程途中で混入した鉄、あるいは磁性の強い鉄混合物などの除去には磁力脱鉄はある程度有効であっても、元々粘土の中に含まれていて焼成呈色の度合いを支配する微細な鉄分の場合は、すでに酸化されているためほとんど除去されないというのが定説である。Sukabumi 粘土に対する磁力脱鉄試験の結果でも、焼成呈色は白度で5-6%改善されるのみで、根本的な改善には至らなかった(表3-28参照)。もし仮に、Sukabumi 粘土が食器用や衛生陶器用として使用可能なレベルまで品質(色調)改善が可能であれば、高磁力の磁力脱鉄設備の導入も検討の価値があるが、この程度の改善効果しか期待できないのであれば、磁力脱鉄は行うべきではないと判断する。

次に、ウォーターサイクロン、あるいはシックナーで、珪砂、粘土を分離する方法については、採鉱現場での選別をきびしく行った上でこれを実施することで、均一度を改善させることができる(表3-29参照)。しかし、このようにして精製した粘土も、1グレード上の品質を要求する陶磁器、衛生陶器、磚子、耐火煉瓦などには鉄の含有度がネックとなって、主力の粘土原料としては不適である。他方、品質目標をタイルに置くのであれば、こうした精製を行わなくても使用可能であり、また、精製をすればコストアップとなり引き合わなくなる恐れがある。

従って、タイル用という品質目標のもとでは、乾式混合を採用すべきと考える。

次に、乾式混合をどの段階で行うかという問題については、山元(採鉱現場)からストックヤードに運搬し、グレード別にストックした後、適正比率でブレンドするのが最適と考える。

従って、第二次ストックヤードならびに混合設備は次のようになる。

- 1) 運搬された粘土を品種別、品質別にそれぞれ区分して保管する。
- 2) 保管された粘土を乾式混合設備で所定の割合で均一に混合する。
- 3) 混合粘土は検査室へサンプルを送り、最低限の品質チェック（珪砂分、水分率、焼成呈色）をし、結果を山元や混合工場へフィードバック、採鉱区分管理、混合設備の運転管理（混合割合）、製品のストック管理に反映させる。
- 4) 製品は屋根付きのストックヤードで保管する。雨季における作業の困難性を考慮し、最低でも合計で0.5カ月分のストックができるようにして供給の安定化を図る。

5.2.4 搬出・輸送方法の検討

現在 Sukabumi の採鉱場で採掘された粘土は次のような方法で輸送されている。

- 1) 採掘場は小規模で各所に分散している。数人が一つのグループとなり、採掘と搬出の両方を行う。主に午前中に採掘し、午後搬出する。
- 2) 採掘した粘土は採掘場所の近くに仮置きする。
- 3) 仮置きした粘土を手作業でトラックへ積み込む。トラックは2-3トン車である。
- 4) 採掘者は粘土と一緒にトラックに乗り、山麓のストックヤードへ移動する。
- 5) スtockヤードで所定の場所に手作業で粘土を荷下ろしする。
- 6) 各採掘グループが持ち込んだ粘土はここで混合されることになる。
- 7) 採掘場にはユーザーの窯業メーカーが用意した大型トラック（約20トン）が待機しており、このトラックに手作業で粘土を積み込む。
- 8) 粘土を積んだトラックは公道を走って各工場へ運びこまれる。
- 9) 輸送トラックはダンプ車ではないので工場での荷下ろしも手作業で行われる。

以上の一連の搬出・輸送工程で問題になる点は次の点である。

- 1) 採掘場が小規模であるため一度に何台ものトラックが採掘場に入ることができない。
- 2) 午前中に採掘された粘土が午後全量ストックヤードへ輸送されるため、採掘場で品種別または品質別の区分があいまいとなり、厳密な品質管理が行われない。
- 3) 採掘者が午後運搬を行うので、午後からの採掘は行われず採掘効率が落ちる。また輸送が午後に集中するため一度に大量のトラックが必要となり、また採掘場およびストックヤードでトラックが錯綜し、全体として輸送効率が悪い。
- 4) トラックへの荷積み、荷下ろしが手作業で行われるため時間を要し、その間長時間トラックが待機することになり、輸送効率が落ちる。実際の輸送距離は北部の採鉱地域で5km、南部の採鉱地域で3km程度であり、輸送に要する時間は短く、トラックの占有時

間の大部分が荷積みと荷下ろし時間である。

- 5) 採掘場からストックヤードの間の輸送道路は、採掘場が山の頂上または中腹にあるため急斜面であり、また狭くて舗装されていないため大型車による大量輸送が困難である。また雨期にはスリップやぬかるんだりして輸送効率が落ち、季節により採掘量・供給量の変動の要因の一つとなっている。
- 6) 採掘場が各所に分散しており、また採掘人員（グループ）も季節により変動するため、効率的な輸送計画（トラックの配車計画）が立て難い。

以上の問題点のうち、1)、2)、3)および 6)は採掘方法、混合設備の検討で既に検討済みであり、そこで述べた方法で改善されると考える。

以下、その他の点について改善策を検討する。

粘土の積み荷時間の短縮にはホイールローダーを導入することにより改善される。荷下ろしの合理化にはダンプトラックを導入することが最も有効であるが、このためには大規模な投資が必要となること、既存のトラックが遊休となることを考慮すると、ダンプトラックの導入は得策とはいえない。特に荷下ろしは荷積みほど時間を要することもなく、作業もストックヤードと各ユーザー工場で行われるので、Sukabumi の山元のように限られた広さの中で行う作業と違って、効率は上げやすい。ダンプカーの導入は既存トラックの老朽化に合わせて個々に更新することとし、本計画では荷下ろしについては従来どおり人手による作業を継続することとする。

大量輸送手段の改善については、まず道路整備から取りかかる必要がある。そのためには、たとえば原料価格に道路整備費を上乗せし、それを自治体に上納して整備する方法が考えられる。本計画では、山元からストックヤードまでの粘土の輸送は現状のままを継続することとし、Rp.3/kg で外注することを前提とする。

5.2.5 プロジェクト仕様の検討

上記に基づき次のとおり仕様を想定する。

(1) プロセスの概念（図 5-1、5-2 参照）

1) 採掘場（Quarrying site）

採掘方法は、前章で述べたように従来実施している人力による手掘り方式とし、重機による採掘は行わない。採掘場（Quarrying site）での表土除去および採掘場の整備用（人力による採掘、搬出を容易にするため）に最も一般的なブルドーザー（Dozer shovel）およびパワーシャベル（Power shovel）を使用することとし、採掘地点から 1 次ストックヤードへの

粘土の運搬およびトラックへの積み込み用としては効率の良いホイールローダー (Wheel loader) を使用するよう計画した。

採掘された粗粘土は、山元の一次貯蔵場に、それぞれ外観色、性状、層の相違別等に区分し積み上げる。原土は産出場所により性状が異なるが、おおよそ 3-4 種類に区分されるものと見なした。これらをホイールローダーによりトラックに積み込み、工場サイトまで運搬する。運搬は従来どおり請負方式で行い運搬請負費は現行の Rp.3/kg を見込むこととした。工場に搬入された原土は屋外貯蔵場に品種別、品質別に区分してストックする。

2) 混合工場 (Blending Factory)

原土はあらかじめ設定された混合比率にしたがい、ホイールローダーにより供給用ボックスフィーダーに投入し、フィーダーから一度に 3 種類を直接ベルトコンベアー上に定量切り出しを行いながら乾式混合を行う方式とした。

混合された粘土は、一部を屋根付きストックヤード内に搬入し貯蔵するが、その量は約 10 日分を予定した。なお混合調整前の原土の大部分は屋外に野積み方式により貯蔵することで計画し、製品粘土を含めた合計貯蔵量は 15 日とした。

粗粘土および精製粘土の品質チェックのための試験設備を精製工場に置き、必要最小限の品質検査を行う。すなわち、ここで試験を行う項目としては、下記のものである。

- a) 粒度分析 (325mesh の残渣)
- b) 水分
- c) 灼熱減量
- d) 焼成試験 (焼成呈色、焼成収縮)

化学分析、熱分析 (DTA/TGA)、鉍物分析 (X 線回折) 等については、定期的に BBK または他の公的機関に依頼することにする。

(2) 設備能力の設定 (表 5-1)

1) 採掘場 (Mining site)

a) 採掘量

1 日当たりの粘土採掘量は次の計算から 1,275 トン/日 (670m³/日) である。

$$Q_{td} = Q_{ly} \times UC / 365 / OR$$

$$Q_{vd} = Q_{td} / D_b$$

Q_{ly} : 年間出荷量 (本計画では 30 万トン/年)

Q_{td} : 1 日当たりの採掘量 (トン/日)

Q_{vd} : 1 日当たりの採掘量 (m³/日)

UC: 原単位 (ロスを2%として原単位は1.02)

OR: 操業率 (年間作業日数を240日とし、 $240/365=0.6575$)

Db: 嵩密度 (1.9 トン/m³)

b) 採掘要員・採掘費用 (粘土購入価格)

採掘および運搬、搬送は従来行われている組合組織による人力に依存するが、要員数および人件費は次の計算から290人およびRp.2.5/kgと推定される。

$$Nss = Qvd \times (Ls + Lt)$$

$$Cl = Nss \times Sm \times Rce \times 12 / Qty$$

Nss: Sukabumi 粘土採掘要員 (人)

Ls: 切土工歩掛 (0.21 人/m³・日¹)

Lt: 小運搬歩掛 (0.22 人/m³・日²)

Cl: 粘土採掘人件費 (Rp/kg)

Sm: 賃金 (US\$ 100/月)

Rce: 為替レート (Rp. 2,200/US\$)

本計画では原鉱粘土は採掘者 (組合) から税・組合管理費などの Rp.3/kg (各論 2 章参照) も含めて Rp.8.5/kg で購入するものとする。

c) 重機の能力

重機のパワーシャベルとブルドーザーは採掘場の整備用として使用するもので、次の計算³からそれぞれ1.8-2.5m³および1.3-1.5 m³の小型のものを選定した。なお、採掘場は2カ所を計画しているが2カ所で共用することとし、各1台とする。

$$Wg = Qvd \times Cm / Hw / 60 / f / E$$

Wg: 重機の能力 (バケット容量)

Cm: 1 サイクルの所要時間

パワーシャベルの場合: Cm = 2.4 とする

(通常の旋回、捨土、旋回の合計 0.4 分に更にブルドーザーで押土が可能となる場所まで運搬することも考慮し、合計 2.4 分とする)

ブルドーザーの場合: Cm = 0.027 x L + 0.78 = 2.13 分

(但し L は押土距離を示し、50m とする)

¹ 土木実用便覧27ページ(2)表の「普通土砂または山土」のケースによる。

² 土木実用便覧27ページ(3)表の「運搬距離40m、土砂・砂利・礫石」のケースによる。

³ 土木工事積算基本マニュアル (平成7年度版) の116Pによる。

Hw: 1日当たりの作業時間 6時間

f: 土量変化率 (換算係数): 粘土の場合 1.25

E: 作業効率

パワーシャベル (粘性土の場合): 0.45

ブルドーザー (ルーズな粘性土で作業条件不良の場合): 0.65

Qvd: 1日当たりの掘削土量 (押土量)

Sukabumi の場合粘土層約 5m に対して表土層約 1.5m であるので、採掘粘土の 0.3 倍の表土を除去する必要がある。

従って $Qvd = 30 \text{ 万} \times 1.02 \times 0.3 / 240 / 1.9 = 200\text{m}^3 / \text{日}$ となる。

採掘粘土の積み込み用のホイールローダーの必要能力は次の計算⁴から 3.3m^3 となるが、運搬車両待ちの間は採掘点と 1 次ストックヤードへの粘土の輸送補助を 20% と見込み、更に採掘場 2 カ所にそれぞれ配備するとして、 1.9 m^3 のホイールローダーを 2 台設置することにする。

$$Wq = Qvd \times Cm / Hw / 60 / f / E$$

Wq: ホイールローダーの能力 (バケット容量、 m^3)

Cm: 1 サイクルの所要時間 (0.8 分)

Hw: 1 日当たりの作業時間 (6 時間とする)

f: 土量の変化率 (採掘粘土の積み込み作業であるので土量の変化はないものとみなして 1.0 とする)

E: 作業効率 (ほぐした土砂で作業条件の悪いケース B を採用し、0.45 とする)

2) ブレンド工場 (Factory)

a) 粘土の調整量:

採掘量と同じで、年間 30 万 6,000 トン、1 日当たり約 1,275 トン ($670\text{m}^3/\text{日}$) である。

年間処理能力 30 万 6,000 トン/年

1 日当たりの処理能力 1,275 トン/日 ($670\text{m}^3/\text{日}$)

1 時間当たりの処理能力 106 トン/時間 ($56\text{m}^3/\text{時間}$) (工場の操業は 2 シフト制とし
1 日当たりの実働時間は 12 時間/日とする)

⁴ 土木実用便覧31ページ(2)式による。

b) 粗粘土および製品粘土の輸送・積み込み：

工場では粘土の移動が次のとおり 3 回行われることになる。なおホイールローダーの必要能力は、1)の c)項の式で算出する。

1. 粗粘土をストックヤードから混合工場へ移動

輸送距離を考慮して 1 サイクルの所要時間を 5 分と仮定し、作業場が整備された状況であることから作業効率を 0.75 とすると⁵、ホイールローダーの必要な輸送能力は 6.2m^3 である。

2. 製品粘土を工場から製品粘土ストックヤードへ移動

上記に同じでホイールローダーの必要能力は 6.2m^3

3. 製品粘土を出荷トラックへ積み込み

積み込み作業にはホイールローダーの移動は不要であるので、(2)、1)、c)項の式において 1 サイクルの作業時間を 0.8 分とし、1 日当たりの積み込み作業の時間を 6 時間とすると、ローダーの必要能力は 2.0m^3 となる。

合計 14.4m^3 となるが、20%の余裕をみると 17.3m^3 となる。作業の効率化を考慮して 6m^3 のホイールローダー3 台を導入することとする。

c) 供給用ボックスフィーダー

粗粘土のボックスフィーダーは採掘場において区分する品種の数だけ必要である。採掘場の状況から各品種別には 2-3 種類の粘土に区分することが可能であり、また現在の 3 品種 (White clay, Plastic clay, Red clay、ただし Sand clay は除く) を将来 1 品種に集約することも可能なように供給用 Box は 3 基とする。容量は昼食休憩時間も連続稼働が可能となるよう処理量能力の 1 時間分とし、 18m^3 のものを 3 基とする。

なお供給機 (フィーダー) は粘土の定量切り出し用に一般的に採用されている連続定量供給機を採用する。供給機的能力はブレンド品種の数が 2 品種の場合で 50%ずつ供給できるように、全体的能力 (105 トン/時間) の 50%の能力の約 55 トン/時間とするが、最大能力は更に 2 割の運転余裕率を見込んで 1 基当たり 66 トン/時間とする。

d) ベルトコンベアーの能力

工程内の粘土の輸送には、狭い場所で自動的に効率良く輸送できるベルトコンベアーを採用する。コンベアーの輸送能力は調整能力の 110 トン/時間とする。

⁵ 土木実用便覧31ページ(2)式による。

e) ストックヤード

ストックヤードの広さは、貯蔵量を出荷量の 0.5 カ月分とし、ホイールローダーによる積み上げ高さを 3m、貯蔵余裕率を 50%とすると次の計算から 6,700m²となる。

$$670 (\text{m}^3/\text{日}) \times 15 (\text{日}) / 3 (\text{m}) / 0.5 = 6,700 \text{ m}^2$$

この内製品粘土の貯蔵用屋根付きストックヤードは 2/3 の 4,500m²となる。

なお、この他に混合工場 (20m x 40m = 800 m²) および貯蔵所内輸送道路 (10m x 200m = 2,000m²)、後述する事務所および検査室 (6m x 8m = 48 m²) など付帯設備用地や余裕地も含め 100m x 200m = 2 万 m²程度の敷地を必要とする。

f) 検査室

(1) の 2) 項で述べた粗粘土および製品粘土の品質試験用に次の検査設備が必要となる。

粒度分析 (325mesh の残渣) : 篩、試験用攪拌機
水分: 乾燥機、電子天秤
灼熱減量、焼成呈色、焼成収縮: 電気炉 (1,400°C)

(3) 作業員

作業員については直接作業員 (Direct worker) についてのみ示した。ただし粘土の採掘および採掘場から 2 次ストックヤードへの運搬は、前述したように請負とするためここでは計上していない。

1) 採掘場 (Mining site)

車輛の運転手 4 名 x 1 shift = 4 名
他に助手 2 名 x 1shift = 2 名
合計 6 名

2) Factory

車輛運転手	3 (名)	x	2 (shift)	=	6 (名)
混合調整ライン	6	x	2	=	12
試験室	1	x	1	=	1
事務所	2	x	1	=	2
合計					21 名

5.2.6 所要資金の推定

上記に基づく推定所要資金は次のとおりである(推定の共通前提を表 5-2 に示す)。

	Rp. million	US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	1,328.2	570.0
(2) Building & warehouse	370.8	159.1
(3) Facilities	7,843.5	3,366.3
1) Machine & equipment	1,509.1	647.7
2) Vehicles	6,334.4	2,718.6
(4) Others (*)	762.4	327.2
Total	10,304.9	4,422.6

(*)操業準備費、初期運転資本など。

5.2.7 プロジェクトの操業計画・財務予測

プロジェクトの生産販売計画、製造原価表、損益計算書を表 5-3、5-4、5-5 に示す。

5.3 Banjarnegara長石供給プロジェクト

5.3.1 採掘方針の検討

(1) 採掘区画の設定

この 3 つの鉱山の中で本プロジェクトで採り上げるべき最適の鉱山は Kalitengah 鉱山である。同鉱山は比較的民家から離れた小山を切り崩しており、隣接する小山にも採掘場が 2-3 カ所あり、ここでは 4 つの鉱山会社が操業を行っている。3 つの鉱山の中では最も大規模開発に適した鉱山であり、鉱量的にも長期採掘に耐える十分な大きさをもっている (DSM の調査によれば鉱区 495ha、鉱層 60m)。他の鉱山は鉱量などは問題ないが、Kebon Dalem は表土が厚く、品質も他の鉱山に比べ劣り、また周辺に民家が密集しており、Kebutih Jurang は品質的には比較的良好であるが、切り羽が小さくすでに道路の数メートル近くまで掘り進んでいるなどのため、今後大規模開発を進めるには障害が多過ぎる。

(2) 採掘方法の検討

Kalitengah 鉱山の現在の採掘状況は次のとおりである。

- 1) 同鉱山には 3 カ所の切り羽があり、各切り羽は個別の鉱山会社で独立して採掘作業が行われている。
- 2) 切り羽は 3 段にベンチカットされ整備されている。
- 3) 採掘は個人またはグループで手堀り作業であり、作業者ごとに採掘場所が異なる。
- 4) 採掘した長石は袋詰めして採掘場の下の仮置き場までソリで運び下ろす。
- 5) 袋は色分けして採掘者が分かるようにしている。
- 6) 仮置き場で検量した後、袋を開けトラックにバラ積みし、ストックヤードまで運搬し、貯鉱する。
- 7) トラック積み時に、各場所の原料が混合される。

以上の採掘方法で問題となる点は次のとおりである。

- 1) 切り羽は 3 段にベンチカットされているが、山全体の表土が取り除かれているわけではなく、長石の品質変動状況や分布の全体が不明である。
- 2) 各切り羽は狭く、大規模採掘ができない。
- 3) 切り羽ごとに品質が異なっており、採掘は各切り羽ごと小グループで行われているため採掘された長石は採掘後は品質別に区分されている。しかし 1 次ストックヤードで無差別に混合されてトラックに積み込まれているため、採掘作業者の増減でブレンドされた長石の品質は変動する。

これらの問題を改善し、合理的で安定して大規模に採掘する方法としては次の方法が適している。

- 1) 3 つの採掘場を一つに統合して 4 鉱山会社の共同経営とし、合理的で大規模な採掘場に改装する。
- 2) 採掘対象とする区域全体の表土を除去し、ベンチカットに切り開き、山の品質状況と賦存状況を把握する。
- 3) 得られた情報から採掘方針と具体的採掘方法を決定する。当鉱山の長石は大きく分けて、白色をしたものと若干黄色がかかったものに分けられる。それらの賦存割合を把握し、その割合に合わせて日々の採掘を行う。
- 4) 当鉱山は採掘場や切り羽によって長石の品質は若干異なっているが、鉱層は比較的単純で、重機を用いても品質別に採掘および区分管理が可能であり、ブルドーザー、パワーシャベル、ホイールローダーを導入して採掘の合理化を図る。

5.3.2 原料採掘サイトにおけるグレーディング

長石原料としては基本的には、鉄あるいは雑石の浸透、あるいは混入の多い部分、珪石、長石混合比率の乱れている部分を避けるべきであるが、ここでは品質の安定を主たる目標とし、表土を除いた長石全量を活用することを前提に開発計画を策定する。

ここでの長石原料のグレード区分については、次の2点が問題となる。

- 1) 各採鉱場内のグレード差をどうするか
- 2) 各採鉱場ごとのグレード差をどうするか

1) については、見かけ上鉄分の多い所については採鉱限界を明確にすること、より高級な用途に適した部分（例えば陶磁器用に適した鉄分の少ない部分）は、それぞれ境界（目視選別基準）を明確にし、区分して採掘場に一次ストックする。

2) については、現在は山ごとに、各鉱山会社が任意にブレンドしてグレードを一本化している。従って、タイルメーカーはその都度異なったブレンドの長石原料を購入することになり、品質が変動することになる。計画ではこれを、各鉱山で区分されたグレードをそれぞれ二次ストックヤードに集め、全体で乾式混合し、最終的には1グレードに統一して均一な品質とするものとする。

ただし、3鉱山同時並行的に開発を進めるには初期投資額が過大となること、品質区分、混合割合の設定などが複雑となることなどから、まず1鉱山を選んで開発を軌道にのせた後に、他の2鉱山に展開するものとする。

5.3.3 精製・混合に関する検討

Banjarnegara 長石は、品質は全体としては比較的均質であるが、細かくみると切り羽によって変動しており、鉄化合物の含有度の差による色調差や、珪石と長石の含有率の変動による熔融点、焼結点の差があつて、製品（タイル）の寸法、色調、焼結温度を狂わせ、歩留まり低下の原因となっている。

日本においては、Banjarnegara 長石に類似した、花崗岩風化物をタイル原料として使用する場合は、必ず回転篩により、水洗篩分けし、篩下を取り捨てている。その理由は、花崗岩の分解により生成する粘土、カオリン、雲母は、鉄化合物とともに有害成分とされているが、これらの鉱物は、有用鉱物である長石、珪石と比較し、細粒化しやすい傾向があり、水洗によりかなりの割合が除去されるからである。

これは篩分けした長石を、篩上、篩下別個に1,300℃以上に加熱、熔解して見ると、篩下は赤褐色に着色し、完全にガラス状になるのに対し、篩上は、それほど強く着色せず、かつ、珪石分を主体に未溶解の部分が認められるなど、大きな差があることから証明される。本

調査における水洗分級試験でも同様の結果を得ている（表 3-16 参照）。

前記したように、日本においては、花崗岩に由来する長石系原料は、ほぼ 100%水洗処理されており、これにより、タイルの品質上、有害な成分が除かれるとともに、十分混合が行われた状態で、タイルの坯土メーカーに納入されている。

インドネシアにおいては、水洗、篩分けを行う事なく、採鉱したままの状態、タイル会社へ送られている。混合も、掻き取り、集積などの作業の中で、自然に行われるに止まり、設備的な混合操作は行われていない。この結果、不十分な目視選別や鉱脈の乱れと相俟ってタイルメーカーに品質管理上、大きな負担を与えている。

しかし、インドネシアの場合、水洗篩分けを行うと 20-30%の篩下（通常はタイル原料としては使用しない）が発生するため、次のような問題がおきる。

- (1) 歩留まりが大幅に低下し、コストアップ要因になるとともに、供給不足を来す。
- (2) 採鉱地に安定した水量が期待できる水源がないと、コストアップの要因になる。
- (3) 大量に発生する篩下の処分対策が必要であり、公害対策も考慮しなければならない。これもコストアップ要因となる。

篩下の処分対策としては、次のような方法が考えられる。

- 1) 再篩分け（泥分、微砂は除去する）し、建築工事用などに使用する。
- 2) 再篩分けし、タイル用原料として、篩上とブレンド使用する。有害成分を多く含むため、全量使用は不可能と思われるので、再篩分けにより 10-15%のロスが発生せざるを得ない。またこの分設備費を上乗せする必要がある。全量戻すことが可能であれば乾式混合の方が簡単である。
- (4) 篩下に低融点成分が集まっており、これを取り除くことにより、配合調整が必要になる可能性が大である。インドネシアのように、ローラーハースキルンによる迅速焼成指図の場合、低融点成分の除去は、より高価な原料との置き換えを意味し、コストアップを招く。

以上のように水洗処理は、各種釉薬用、あるいは陶磁器坯土用など、より付加価値の高い、長石原料精製の目的のためには有効であるが、タイル用原料としての長石原料においてはコストアップとなり受け入れがたい。従って、ここではタイル向け原料に品質目標を設定し、乾式混合による均一化を採用することにした。

具体的混合方法・設備計画は次のとおりである。

- (1) 山元から運搬された長石は品質別に区分して保管する。
- (2) 保管された長石を乾式混合設備で所定の割合で均一混合する。
- (3) 混合長石からサンプルを採取し、検査室で最低限の品質（焼成呈色、耐火度）を評価し、結果を山元や混合工場へフィードバックし、採鉱区管理、混合設備の運転管理（混合割

合)、製品のストック管理に反映させる。

- (4) 製品は製品ストックヤードで保管する。なお保管量は最低でも合計で 0.5 ヶ月分のストックができるようにして供給安定化を図る。ストックヤードは、タイル向け長石の場合は屋根付きとする必要はない。また土間もコンクリート打ちの必要はなく、表層に製品長石を引く程度で十分である。

5.3.4 搬出・輸送方法の検討

Banjarnegara の Kalitengah 鉱山では採掘された長石は現在次のとおり輸送されている。

- (1) 採掘した長石は切り羽で約 100kg の袋につめる。
- (2) 4 袋をソリに載せて 1 次ストック場へ引き下ろす。
- (3) 1 次ストックヤードで検量後長石を袋から出し、トラック (5 トン車) に手作業で積み込む。積み込み時採掘長石は無差別に混合される。
- (4) トラックは約 15km を走行して県営の 2 次ストックヤードまで運搬する。
- (5) 2 次ストックヤードでは待機している作業員により、同じく手作業で荷下ろしする。
- (6) ここでユーザーが準備した大型 (20 トン車) のトラックに手作業で積み替える。
- (7) 公道を走って各ユーザー工場へ運び込まれる。
- (8) ユーザー工場でも荷下ろしは手作業である。

ここで問題となる点は、(2) 項の切り羽から 1 次ストックヤードまでの長石の運搬方法、および(3)、(5)、(6)、(8)項の荷積み・荷下ろし方法である。いずれも手作業であり効率がわるく、特に (2) 項は危険な作業である。また、(3) 項のトラックへの荷積み時に各切り羽で採掘された品質の異なる長石が無秩序に混合されている点も改善の必要がある。

改善策は次のとおりである。

- (1) その日に採掘した長石を全量トラックへ積み込むため、品質の異なるものが積み込み時点までに採掘された量の比率で無差別に混合される。これが品質変動の要因の一つとなっている。採掘場に 1 次ストックヤードとして十分なスペースを確保し、長石の品質別に区分して保管し、2 次ストックヤードへはそれぞれ区分して輸送できるようにする。
- (2) 切り羽から 1 次ストックヤードまでの長石の運搬とトラックへの荷積みは人力によるのではなく、ホイールローダーの導入により合理化と安全性の改善を図る。山の斜面を利用してホッパーを設置し、ホッパーの下から直接トラックへ積み込む方法もあるが、この場合でもホッパーまで長石を運搬する必要があるため、いずれにしても何らかの運搬手段は

必要となる。なお、2次ストックヤードからの出荷時の荷積みもホイールローダーを使用することにする。

- (3) 採掘場の1次ストックヤードから2次ストックヤードまでの輸送と、トラックからの荷下ろしは現状通り手作業とする。
- (4) 県営のストックヤード(2次ストックヤード)と採掘場との間の輸送道路に丸太を組んだような簡易の橋があり、豪雨時には流されたり不通となり易い。大型トラックができる橋を設置するなど、輸送路全体の整備が必要である。

5.3.5 プロジェクト仕様の検討

上記に基づき次のとおりプロジェクトの仕様を想定する。

(1) プロセスの概念(図5-3、5-4参照)

1) 採掘場(Mining site)

採掘場は現在操業が行われている3つの鉱山のうちKalitengah 鉱山とする。この採掘場の2カ所で採掘を行うものとする。重機は採掘用としてパワーシャベル、ブルドーザーおよびホイールローダーの3機種である(これらは採掘の他に表土処理、整備用にも使用する)。長石の成因からして、全体的に砂質状もろい性状で産出しているため、グラナイト鉱床と異なり、手掘りを主体とした方式でも採掘可能であるが、鉱層が比較的単純であり、重機による採掘でも品質区分は可能と判断されるため、重機を導入して採掘の合理化をはかる。

採掘された粗長石は、混合工場に搬入され、外観、性状別に分けて野積み貯蔵される。なお、採掘場から工場への搬送は、従来どおり請負方式により行うこととする。

2) 混合工場(Factory)

混合工程は、2種類の長石をそれぞれ供給ホッパー(Charging Hopper)より切り出し、ベルトコンベアを経て振動篩で篩分けを行いながら混合する。原鉱は火山系成因によるもろい性質のものであるため、微粉碎をすると長石質部が不純物である粘土、雲母等の微粉部に集中する。これは、後に述べるように別工程として精製をおこなう場合、微粉部の回収用設備に影響をおよぼす。従って、粗長石は、極力微粉碎化をさげ、10mm 篩通過程度の状態で混合物が得られる工程とした。10mm 以上のオーバーサイズは、ジョークラッシャーを設け、これで粗砕し、再度混合ラインに戻す。混合後の長石は、屋外の貯蔵場に野積み貯蔵する。

工場における長石の試験項目は次のとおりとする。

- a) 粒度分析
- b) 溶融試験
- c) 灼熱減量

化学分析、X線回折、配合試験等は、定期的に BBK または他の公的機関に依頼するものとする。

(2) 設備能力の設定

(表 5-6 参照)

1) 採掘場

a) 採掘量

1日当たりの長石の採掘量は次の計算式により 525 トン/日 (275m³/日) である (長石精製プロジェクトにおける原鉱使用量 12 万 5,000 トン/年は含まない)。

$$Q_{id} = Q_{iy} \times UC / 365 / OR$$

$$Q_{vd} = Q_{id} / D_b$$

Q_{iy} : 年間出荷量 (本プロジェクト分の 12 万 3,000 トン/日)

Q_{id} : 1日当たりの採掘量 (トン/日)

Q_{vd} : 1日当たりの採掘量 (m³/日)

UC: 原単位 (ロスを 2%として原単位は 1.02)

OR: 操業率 (年間作業日数を 240 日とし、240/365=0.6575)

D_b : 嵩密度 (1.9 トン/m³)

これによれば、採掘能力は次のとおりである。

年間採掘量	12 万 5,500 トン/年
年間稼働日数	240 日/年
1日当たりの採掘量	525 トン/日 (275m ³ /日)
1日当たりの実働時間	6 時間/日 (1 shift operation)
1時間当たりの採掘量	90 トン/時間 (50 m ³ /時間)

b) 重機の能力

採掘用のパワーシャベルの能力については次の計算により約 9.8m³のバケット容量のものとなる。ただし、切り羽は 2 カ所とすること、および同機器は表土の除去など採掘場の整備用にも使用するため、5m³のものを 2 台設置することとする。

$$Pq = Qvd \times Cm / Hw / 60 / f / E$$

Pq: パワーシャベルの能力 (バケット容量、m³)

Cm: 1 サイクルの所要時間 (ブルドーザーで押土可能な所までの搬送も含めて 8 分とする)

Hw: 1 日当たりの作業時間 (6 時間とする)

f : 土量の変化率 (普通土の標準値の 1.25 とする⁶)

E: 作業効率 (砂利・玉石混ざり土のケースの 0.5 を採用する⁷)

採掘場の整備用にはブルドーザーと前述のパワーシャベルを使用することとし、ブルドーザーは 1.3-1.5m³ のものを各採掘場に 1 基ずつ (計 2 基) 設置する。

長石の運搬用トラックへの積み込みにはホイールローダーを使用することとし、その能力は次の計算により 1.4m³ である。なお採掘場が 2 カ所であるので 1m³ のものを 2 基とする。

$$Wq = Qvd \times Cm / Hw / 60 / f / E$$

Wq: ホイールローダーの能力 (バケット容量、m³)

Cm: 1 サイクルの所要時間 (0.8 分)

Hw: 1 日当たりの作業時間 (6 時間とする)

f : 土量の変化率 (採掘長石の積み込み作業であるので土量の変化はないものとみなして 1.0 とする)

E: 作業効率 (ほぐした土砂で作業条件の悪いケース B を採用し、0.45 とする)

2) 混合工場 (Factory)

a) 長石の混合量

採掘量と同じで、年間 12 万 5,500 トン、1 日当たり約 525 トン (275m³/日) である。混合工場は 2 シフト制で運転することとし、1 日の運転時間を 12 時間と設定する。従って 1 時間当たりの処理量 45 トンとなる。

b) ストックヤード

ストックヤードの広さは、貯蔵量を出荷量の 0.5 カ月分とし、ホイールローダーによる積み上げ高さを 3m、貯蔵余裕率を 50% とすると次の計算から 2,750m² となる。

⁶ 土木実用便覧31ページ (標準土工量) の注1による。

⁷ 土木実用便覧32ページ (Emの値) の表による。

$$275 \text{ (m}^3\text{/日)} \times 15 \text{ (日)} / 3 \text{ (m)} / 0.5 = 2,750\text{m}^2$$

なお、この他に貯蔵所内輸送道路（10m x 200m = 2,000m²）、次の述べる混合工場（12m x 46m = 550m²）および事務所および検査室（6m x 8m = 48m²）など付帯設備用地、次章で述べる精製工場用地（30m x 40m = 1,200m²）、精製長石の製品貯蔵所（20m x 25m = 500m²）や余裕地も含め 1 万 5,000m²（150m x 100m）程度の敷地を必要とする。

c) 粗原料長石供給ホッパー

採掘場の長石賦存状況から、品質として大きく分けて鉄分の多めのものと少なめの 2 種類が存在する。従ってホッパーは 2 基設置することとし、各ホッパーの容量はそれぞれの賦存割合がほぼ 50/50 であることから同容量で計画する。全容量は処理量の 1 時間分として 25m³ とし、余裕をみて各ホッパーを 15m³ とする。

d) 粗大長石粒の分級および粉砕設備

長石中に含まれる粗大粒（岩）の分級には、設備の効率化を図るためにまず 10-15mm 以上の粗粒を除く Bar Screen を設置し、更に 10mm 以上の粗粒を除く振動篩を設置する。それぞれの能力は混合長石全量を処理するため余裕率 10%を見込んで 50 トン/時間とする。

粗粒分はジョークラッシャーで粉砕するが、粗粒分は全体の 5%と見込めるので、能力は 3 トン/時間とする。

e) 貯蔵所と工場間の長石の移送および製品長石の積み込み

原料長石および混合長石のストックヤードと混合工場間の輸送（往復）および製品長石のトラックへの積み込み作業はホイールローダーを使用することとする。ホイールローダーの必要能力は 5.2.5 の(2)の 1)、c)項に記載した式により、計算すると合計で 6.1m³となる。作業性を考慮し 3.5m³のローダーを 2 台とする。

1. 原料長石のストックヤードから混合工場への輸送

1 日の作業時間 (Hw) を 12 時間、1 サイクルの所要時間 (Cm) を 10 分とし、作業効率 (E) を作業条件の良い場合の 0.75 として計算すると、長石移動のためのホイールローダーの必要能力は往復で 5.1m³となる。

2. 製品長石の出荷積み込み

製品の出荷作業は日中（作業時間 E を 6 時間）とし、Cm を 0.8 として同様に計算すると、積み込みに要するローダーの能力は 1m³となる。

f) 工程内の長石の移送

混合長石および粗粒長石の工程内の輸送はベルトコンベアーによることとし、設備能力は 45 トン/時間および 5 トン/時間とする。

g) 試験検査設備

(1)の2)項で述べた粗長石および製品長石の品質試験用に次の検査設備が必要となる。

粒度分析試験： 標準篩い、電子天秤

焼成呈色、溶融性状試験： 電気炉（1,400°C）、ポットミル、その他

(2) 作業員

1) 採掘場 (Mining site)

作業場の採掘要員は次のとおりである。

車輛の運転手	6名 x 1 shift =	6名
助手	2名 x 1 shift =	2名
合計		8名

2) 混合工場 (Factory)

工場の作業員数は次のとおりである。

車輛運転手	2 (名) x 2 (shift) =	4 (名)
混合調整ライン	2 x 2 =	4
試験室および事務所	2 x 1 =	2
合計		10名

5.3.6 所要資金の推定

上記に基づく推定所要資金は次のとおりである。

	in Rp. million	in US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	1,039.4	446.1
(2) Building & warehouse	52.2	22.4
(3) Facilities	9,429.4	4,047.0
1) Machine & equipment	897.4	385.2
2) Vehicles	8,532.0	3,661.8
(4) Others (*)	81.5	35.0
Total	10,602.5	4,550.5

(*) 操業準備費、初期運転資本など。

5.3.7 プロジェクトの操業計画・財務予測

プロジェクトの生産販売計画、製造原価表、損益計算書を表 5-7、5-8、5-9 に示す。

5.4 Banjarnegara長石の精製・供給プロジェクト

5.4.1 精製方法の検討

精製による品質目標はアルカリ ($K_2O + Na_2O$) の濃縮と、鉄分 (Fe_2O_3) の除去により焼成呈色を改善し、サニタリーウエアやテーブルウエアなど高級陶磁器用原料または釉薬用原料とすることとする。

Banjarnegara 長石の欠点は次の 3 点である。

- (1) アルカリ含有量 ($K_2O + Na_2O$) が 6~8%で (表 3-7 参照)、陶磁器用として求められている長石のアルカリ含有量 (10%以上) より低い。
- (2) 着色有害成分である鉄分 (Fe_2O_3) が 1.0~1.6%程度で (表 3-7 参照)、基準 (0.3%以下) に比べ高い。特に鉱石の内部に雲母を噛み込んでいる。
- (3) 鉱山ごと、採掘場ごと、切り羽ごとに品質が変動している。

原料を均一に混合して安定品質のものを供給することについては前記プロジェクトで想定した。ここでは、精製による品質向上策について検討する。

鉱石としての花崗岩風化物を構成する長石、珪石、各種の雲母、鉄化合物の比率、賦存状態は産地により異なる。従って、水洗以前の前処理として、破碎、乾式篩分けを行うことが後工程の本処理の効率向上に効果がある。

次いで、長石系原料の精製方法としては、前処理としての水洗・篩分け (鉄化合物および雲母などの除去) の他、浮遊選鉱、酸脱鉄、磁力脱鉄などの方法がある。

Banjarnegara 長石の性質および精製の目的に加えて、処理作業の問題が少ないことを条件に精製方法を選択すると次の方法がある。

- 1) 水洗 - 浮遊選鉱
- 2) 水洗 - 磁力脱鉄
- 3) 水洗 - 酸処理

このうち、水洗、酸脱鉄、磁力脱鉄は鉄分除去の手段であり、アルカリ濃度を高める方法は浮遊選鉱のみである。

試験室テストによると、最適な粒度を選定して粉碎し雲母を長石・珪石から分離した後水洗することにより、鉄分は 0.2%程度まで減少し、焼成呈色も日本の益田長石の標準グレードなみまでは改善される。しかし、この方法では粉碎工程で比較的軟らかい長石まで粉碎され、分級の段階で篩下に除かれ、焼結性が低下する。すなわち、粉碎水洗のみで目標とする品質は達成されない。また、呈色の改善に関しては、酸処理や磁力脱鉄の方が優れている。

次に磁力脱鉄試験によると、強力な磁力 (25,000 ガウス) で脱鉄することにより、鉄分は 0.15%以下まで減少し、また焼成呈色も日本の益田長石なみまで改善される。しかし、この方法は多額の投資を要する。また、この方法では長石のアルカリ濃度の向上はできない。

酸脱鉄は鉄分除去に有効な手段である。本調査での試験では脱鉄・焼成呈色の改善が可能であることが確認されている。しかし、酸処理は処理時間に長時間を要すること、コストがかかることを考慮すると高級品向け原料を目標とする場合以外には採用は難しいと判断される。また、本技術に付帯する酸の中和、あるいは回収が難しく、本プロジェクトでは採用しないこととする。

浮遊選鉱試験では、アルカリ濃度は 10%近くまで濃縮可能である。従って、鉄・雲母の除去技術と組み合わせることにより目標とする品質まで改善の可能性がある。

以上より総合的に判断して、本プロジェクトでは粉碎・水洗・分級と、脱鉄、浮遊選鉱を組み合わせた設備を採用する。具体的には次のとおりである。

- (1) 先の長石品質安定供給プロジェクトで乾式混合により得られた品質の安定した長石を原料として使用する。
- (2) 原料はドラムウォッシャーで解砕と同時に粘土分や鉄分など不純物の水洗を行う。
- (3) 水洗した長石・珪石はチューブミルで微粉碎 (約 150-200mesh) する。
- (4) 粉碎長石・珪石は強力磁力により脱鉄する。
- (5) 脱鉄した長石・珪石は浮遊選鉱により長石濃度を上げる。
- (6) 長石分を含むスラリーはピットで沈殿分離し長石を回収する。
- (7) 製品から少量サンプルを採取し品質 (焼成呈色、溶融性、耐火度) を測定する。
- (8) 検査で合格した製品は屋根付きのストックヤード (コンクリート床) で保管する。

5.4.2 プロジェクト仕様の検討

(1) プロセスの概念

(図 5-5、5-6 参照)

1) 前処理（粉碎・水洗および脱鉄）工程

長石の原鉱は先のプロジェクトで得られる混合均一化されたものを使用する。原鉱をストックヤードからホイールローダーで工場内へ搬送し、あらかじめ 5mm の網目のドラムウォッシャーで解砕水洗する。この工程は、微粉部分に集中している雲母および粘土鉱物を水洗により除去することを目的としたものである。5mm 以下の水洗物中の長石分は、沈澱させたものを連続的にエーキンス (spiral classifier) によりかき出し、+5mm と共にベルトコンベアで搬送してチューブミルへ投入し、ここで 150-200mesh まで連続的に微粉碎する。この微粉碎工程で長石・珪石の粒に閉じ込められていた不純物が系外に剥離する。微粉碎混合物中の粗粒は再度エーキンスでかき揚げられてチューブミルで再粉碎する。微粉部分はサンドポンプで磁力脱鉄工程へ送られる。磁力脱鉄工程で、強力な磁力脱鉄機 (2 万ガウス) により磁性物質を取り除いた後、処理液は浮遊選鉱工程へ送られる。

2) 浮遊選鉱工程

浮遊選鉱は、最初に雲母を除き、次の工程で長石を浮遊させ、残った珪砂を沈澱させ回収する方式とする。分離した長石と珪砂は、サンドポンプにより複数の沈澱タンクに圧送し、沈澱させ、余分な水分を分離したのち、パワーシャベルによりかき出しホイールローダーにてストックヤードに運び貯蔵する。

浮遊選鉱処理部門では酸液を使用するため、設備が腐蝕されやすい。従って、酸液を使用する設備はすべて耐酸性、耐腐蝕性にすぐれたゴムライニングを施した設備とする。

浮遊選鉱の条件は、雲母の分離しやすい粒度、使用する薬品の種類と添加条件、その他の条件により回収能力が大きく左右されるため、実施に当たって事前に基礎テストおよび中間テストを繰り返し、最適な条件をつかんだ上で設備面を含め再検討の必要がある。

3) スtockヤード

ストックヤードは屋内とし、床面は付着する水分を自然除去するためにコンクリート床とし、5-6° の傾斜を付ける。

4) 品質試験

試験設備は長石供給プロジェクトの設備を使用し、下記テストを行う。他のテストはBBK または他の公的機関に依頼する。

- a) 粒度分析
- b) 溶融試験

(2) 設備能力の設定

(表 5-10 参照)

1) プロセス全体能力

本プロジェクトにおける設備能力は下記条件で設定した。

- a) 精製長石の出荷量: 3万トン/年 (プロジェクトの定義から)
- b) 長石精製工程の収率: 洗浄工程 80% (試験結果から)
浮遊選鉱工程 30% (試験結果から)
- c) 年間操業日数: 240日/年 (5日/週とする)
- d) 1日の作業時間: 12時間/日 (2シフト制で、実働6時間/シフトとする)
- e) 原鉱・製品の嵩密度: 1.9トン/m³

従ってプロセス全体の能力は次のとおりである。

- a) 原鉱長石の処理量: 12万5,000トン/年 (6万6,000m³/年)
520トン/日 (275m³/日)
45トン/時間 (23m³/時間)
- b) 前処理工程処理量: 12万5,000トン/年
長石・珪石分 10万トン/年
ロス (粘土分) 2万5,000トン/年 (104トン/日、55m³/日)
- c) 浮遊選鉱工程処理量: 10万トン/年 (5万3,000m³/年)
420トン/日 (220m³/日)
35トン/時間 (18m³/時間)
長石分 3万トン/年 (1万6,000m³/年)
125トン/日 (66m³/日)
10トン/時間 (5.5m³/時間)
珪石分 6万トン/年 (3万2,000m³/年)
250トン/日 (130m³/日)
21トン/時間 (11m³/時間)

ロス（鉄、雲母）

1万トン/年（42トン/日、22m³/日）

試験室テストによれば、原鉱微細粒部中の粘土分および鉄・雲母など不純物混入量が約20%と見なされるため、これを加味した1日当たりの原鉱処理能力は約520トン（45トン/時間）となる。また、同じく試験室テストによれば、浮遊選鉱で得られる精製長石分は30%と推定され、1日当たり125トン（年間3万トン）となる。

微細粒部分は解砕水洗処理工程において除去されるものとして、以下の設備能力を設定した。ただし、操業は2シフト/日とし、実働12時間/日とした。

2) 個別設備

a) 原鉱の供給および水洗解砕工程: 45トン/時間

- 原鉱運搬用ホイールローダー: 小型の1.9m³のもので4台とする。
- 供給ホッパー: 休憩時間も連続運転可能とするために、1時間分の滞留量とし、12m³、2基とする。
- 定量供給機: 長石は流動性が良いので、振動式供給機とし、能力は30トン/時間、2基とする。
- 工程内長石の輸送機: ベルトコンベアーを採用し、能力は45トン/時間とする。
- 解砕水洗装置: 鉱石の解砕水洗装置として一般的に使用されるドラムウォッシャーを採用する。能力は原鉱全量処理するので45トン/時間とする。
- 水洗長石の回収装置: 砂分などを含むスラリーから砂分を回収する設備として効率の良いエーキンス（Spiral Classifier）を採用し、能力は6トン/時間、8基とする。
- 粉碎装置: 水洗した長石を浮遊選鉱する前に鉄分、雲母、長石、珪石に分離するために微粉碎する装置で、必要粉碎粒度（150-200mesh）および連続運転を考慮してチューブミルを採用する。必要能力は先の水洗工程で20%が除かれるので35トン/時間である。1基では能力過大であるので18トン/時間、2基とする。
- 脱鉄装置: 浮遊選鉱工程に入る前で、原鉱から混入している鉄分・雲母、および粉碎工程などから混入する鉄分を除くための脱鉄機として、実績のある磁力脱鉄を採用する。適用する磁力は2万ガウスとし、必要な能力は18トン/時間、2基である。

b) 浮遊選鉱（Floatation）工程: 35トン/時間

浮遊選鉱設備については、分散装置の容量に限界があり、1ユニットで35トン/時間処理する大容量の設備は、日本でも設計された実績がなく、また実施にあたり更に過大な設備費を要するため、現在最も多く採用されている効率の高い1-2トン/時間処理能力の

設備を基準に設定する。全体能力が 35 トン/時間であるので、16 系列設置し、各系列の能力は 2.25 トン/時間とする。

c) 精製長石の回収

- 沈澱槽: 沈澱槽は長石用 3 基、珪石用 3 基設置し、受け入れ、沈降、回収の 3 サイクルで交互に使用する。各槽の容量はスラリー濃度が約 10%、長石収率 30%であるので、沈降時間を 1 時間とすると、つぎの計算から 15m³である。

$$\text{槽容量} = 35 (\text{トン/時間}) \times 0.3 \times 1 (\text{時間}) / 1.9 (\text{トン/m}^3) / 0.1 = 55\text{m}^3 / 3 \text{ 基}$$

なお珪石用沈降槽は 130m³/3 基が必要となる。

- 製品の回収: 沈降長石の回収はパワーシャベルを使用することとし、その能力は合計鉱石が 35 トン/時間であるので 1.3-1.5m³の小型のものとする。

d) 製品運搬と貯蔵

- 運搬: 回収した製品（長石、珪石）の運搬は 1.9m³のホイールローダー4 台（原鉱運搬と共用）を使用する。
- 貯蔵: 精製長石の製品は屋根付きストックヤードに貯蔵し、貯蔵中に水切りが必要となるので、床はコンクリート床とし、5°程度傾斜を付ける。（珪石は屋外に貯蔵する）ストックヤードの面積は 10 日分の製品を貯蔵できるよう次の計算から 450m²（80m x 60m）が必要となる。

$$\text{必要面積} = \text{生産量} (125 \text{ トン/日}) \times \text{在庫日数} (10 \text{ 日}) / \text{嵩密度} (1.9) / \text{積み上げ高さ} (3\text{m}) / \text{余裕率} (0.5) = 450\text{m}^2$$

(3) 作業員

車輛の運転手	5 名 x 2 shift = 10 名
工場	10 名 x 2shift = 20 名
合計	30 名

5.4.3 所要資金の推定

上記に基づく推定所要資金は次のとおりである。

	in Rp. million	in US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	560.5	240.6
(2) Building & warehouse	435.0	186.7
(3) Facilities	67,333.5	28,898.5
1) Machine & equipment	64,917.7	27,861.7
2) Vehicles	2,415.8	1,036.8
(4) Others (*)	81.2	34.8
Total	68,410.2	29,360.6

(*)操業準備費、初期運転資本など。

5.4.4 プロジェクトの操業計画・財務予測

プロジェクトの生産販売計画、製造原価表、損益計算書を表 5-11、5-12、5-13 に示す。

5.5 小規模坏土および釉薬調整プロジェクト

5.5.1 プロジェクト仕様の検討

(1) プロセスの概念 (図 5-7、5-8 参照)

坏土調整方式としては、所定の配合割合 (blending ratio) に従い、秤量した原料 (Kaolin、Plastic clay、長石、珪砂 etc.) をボールミルに投入し、20 時間程度の湿式粉碎調合を行うものである。

粉碎調整後のスリップ (Slip) は、150-180 mesh の篩 (Screen) を通し、未粉碎物を除去したのち、脱鉄処理を行い、フィルタープレス (Filter Press) で脱水しケーキ (Cake) とする。

ケーキは必要に応じ、脱気混練押し出し機 (De-airing Extruder) を通し坏土の脱気処理を行う。坏土の出荷は使用目的により、ケーキの状態を出す場合と、脱気混練押し出し機で脱気処理した形を出す場合がある。

なお、ケーキを工場内に保存する場合は、熟成 (Aging) を兼ね乾燥しないようビニールシートで覆いをすることが必要である。

釉の調整は、本質原料 (長石、珪砂) の使用量が多いこと、および微粉碎度を坏土に比べると更に細かくする必要があるため、粉碎時間が長い。一般に 40-60 時間を要するため、本計画では、3 日/サイクルの操業を基準とした。

粉碎調整した釉薬は、素地と同様、篩（200mesh）を通し、脱鉄処理をしたのち、何時でも出荷できるようポリ容器（30L）に詰めた状態でストックする方式とした。

工場建物は、坯土のストック場近辺のみ乾燥防止のため囲いの壁を設ける。

なお、製品は次のような最低限の検査を行い出荷する。

- a) 粒度分析、水分測定
- b) 焼成テスト、素地と釉薬の反応テスト

(2) 設備能力の設定（表 5-14 参照）

1) 坯土調整設備

a) 設備全体能力

坯土の年間調整能力： 700 トン/年

1日当たりの調整能力： 約 3 トン/日

(700 トン / 240 日)

b) ボールミル

ボールミルによる粉碎調整時間は、原料の性質と要求される坯土の性質により異なるが、最大 20 時間粉碎とし、原料の投入、排出をいれて 1 日/サイクルの操業を基準とした。

従ってボールミルは 3 トン/基のものが必要となるが、2 種類が調整できるよう 2 セット準備しする。坯土の品種別需要量は必ずしも同じとは限らないので需要量に応じて効率良く稼働できるよう、2 トン x 1 基、1 トン x 1 基とする。

c) スリップタンク

スリップタンクはボールミル粉碎スリップの貯槽 2 基と脱鉄スリップ貯槽 1 基の計 3 基設置する。各槽の容量はスリップ濃度を 50%、貯蔵量を 1 日分として 5m³ とする。

d) 磁力脱鉄機

磁力脱鉄機は輸送または製造工程の途中で混入する鉄分を除く程度（1kw）のものとし、原料中に含まれる鉄分除去を対象としない。

e) ダイアフラムポンプ

フィルタープレスへ圧送するポンプは高揚程（200m 程度）のダイアフラムポンプを採用する。

f) フィルタープレス

フィルタープレスはボールミルの能力に見合ったものとし、1 トン/バッチとする。生産量が 3 トン/日で、作業時間が 12 時間/日であるので、3 サイクル/日、4 時間/サイクルである。

g) 混練脱気装置

場合によっては配合した坏土からガスを抜く必要があり、脱気式エクストルーダを設置する。能力としては400-500kg/時間のものを計画する。

2) 釉薬調整設備

a) 設備全体能力

釉薬の年間調整能力 70 トン/年
1日当たりの調整能力 約300kg/日

b) ボールミル

釉薬の調整の場合、ボールミルによる粉碎時間は一般に40-60時間を要するため、1回の調整サイクルは3日となる。従ってボールミル能力は3倍必要で、900kg/基となる。調整品種が2品種であるので500kg x 2基設置することとした。

c) スリップタンク

スリップタンクはボールミル粉碎スリップの貯槽2基と脱鉄スリップ貯槽1基の計3基設置する。各槽の容量はスリップ濃度を50%、貯蔵量はボールミル1回分の調整量に対応して、約1m³とする。

d) 磁力脱鉄機

磁力脱鉄機は輸送または製造工程の途中で混入する鉄分を除く程度(1kw)のものとし、原料中に含まれる鉄分除去を対象としない。

3) 試験検査設備

試験設備は下記の試験が実施可能な設備とする。

粒度分析： 標準篩
水分測定： 乾燥機、電子天秤
焼成テスト： 電気炉
素地と釉薬の反応テスト： ポットミル、その他

その他のテストはすべてBBKまたは他の公的機関に依頼することとする。

他の設備については、坏土と釉薬の調整能力に見合う、製品の性質を損なわない最小能力の設備をそれぞれ採用した。

(3) 作業員

工場内作業員	3名 x 2 shift = 6名
事務所および試験室	2名 x 1shift = 2名
合計	8名

5.5.2 所要資金の推定

上記に基づく推定所要資金は次のとおりである。

	in Rp. million	in US\$ 000
(1) Land acquisition & preparation	97.9	42.0
(2) Building & warehouse	27.0	11.6
(3) Facilities	1,149.0	493.1
1) Machine & equipment	1,149.0	493.1
2) Vehicles	-	-
(4) Others (*)	29.8	12.8
Total	1,303.7	559.5

(*)操業準備費、初期運転資本など。

5.5.3 プロジェクトの操業計画・財務予測

プロジェクトの生産販売計画、製造原価表、損益計算書を表 5-15、5-16、5-17 に示す。

5.6 計画実施の効果

5.6.1 経済的内部収益率の測定

本計画の経済的便益と経済的費用をインドネシアの国家経済の立場より評価し、本計画に対する投資の経済的内部収益率を測定する。

本計画を構成するプロジェクトには 3 つのタイプのプロジェクトが含まれている。第一のタイプは、Sukabumi 粘土供給プロジェクトおよび Banjarnegara 長石供給プロジェクトである。これらのプロジェクトは、仮に実施されなくても現行の採掘・供給は引き続き行われるものであり、一種の改修プロジェクトとみなされるべき性格のものである。

第二のタイプは、Banjarnegara 精製長石供給プロジェクト、小規模坏土・釉薬製造プロジェクトであり、これらは新設プロジェクトとみなすことができる。

第三のタイプは、技術支援体制整備プロジェクトで、直接的便益は期待できないプロジェクトである。

5.6.1.1 経済的便益

本計画の経済的便益を各構成プロジェクト別に、直接便益と間接便益に分けて評価する。ただし、間接便益は客観的厳密な定量評価が困難であり、これらの便益を経済的内部収益率測定に計上すれば過大評価となる恐れがある。従って、本計画の内部収益の対象としては計上せず、1.4.2において別途評価する。

第一のタイプのプロジェクトにおける直接便益は、生産される財としての粘土、長石の、各プロジェクトが実施されることによって増加する経済価値にある。この経済価値の増加を算出するためには、本計画が実施されなかった場合に生産される経済価値を差し引かなければならない。新しく本プロジェクトで生産される粘土、長石の財務評価上の価格は、いずれも現在入手可能な国産粘土および長石の価格をベースに、本プロジェクトで生産される粘土、長石を使用することによってユーザーが得ることのできるメリットを勘案して設定されており、この価格は経済価値を代表していると判断できる。他方、本プロジェクトの生産する粘土、長石で置き換えられる、既存の粘土、長石の市場価格は、自由に輸入の出来る市場での輸入品、国産品の価格との競合の中で決められている。従って、現在市中に出回っている品質不安定な粘土、長石の価格と本プロジェクトの粘土、長石の価格差が本プロジェクトで算出される経済価値の増加を表しているともみることができる。

第二のタイプのプロジェクト（新設プロジェクト）については、生産される原料の経済価値全体を評価する。精製長石生産プロジェクトの場合は、その分だけ輸入品を置き換えることになり、国内で生産される他の経済価値を減少させることはない。小規模坏土・釉薬供給プロジェクトの坏土供給は、現在使用されている配合原料を置き換える。すなわち、これら原料生産の減少による経済価値の減少を伴う。しかし、他方で、この配合原料とほぼ等量の坏土原料が使用されることになり、その生産が発生する。従って、この両者が相殺され、全体として生産される経済価値の増加は、生産される坏土の経済価値全額となる。

また、生産される釉薬はそのまま輸入釉薬を置き換えることになるため、本プロジェクトによって生産される経済価値全体を評価できる。

財務評価におけるこれらの財の価格はいずれも対応する国際商品（輸入品）とのユーザー着価格での競合（質的な価値の差も考慮した上で）を前提として評価・設定されており、経

済価値を表していると考えて良い。従って、本計画によって得られる経済価値を算出するに当たっては財務評価で設定した価格をベースとして使用する。但し、輸入品価格を使うときは輸入関税相当分として 5%、付加価値税相当分として 10%を差し引いた価格を使用する。なお、精製長石の副産物として回収される珪砂の価格も、市場で購入できる他の珪砂の価格との競合の中で設定されており、その経済価値を表しているものと考えられる。

5.6.1.2 経済的費用

(1) 設備・機器費用

設備・機器費用はいずれのプロジェクトのケースも、当該プロジェクトの実施により新たに投入される費用である。

設備機器費用の内貨部分、外貨部分の割合は現段階では明確ではないので、それぞれ 50%づつと仮定する。外貨部分に対しては輸入関税 5%、付加価値税 10%を差し引く。内貨部分に対しては付加価値税 10%を差し引く。なお、内貨部分の調達品およびサービスの真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

(2) 土地取得費用

本プロジェクトで使用を予定している土地は、小規模坏土・釉薬製造プロジェクトを除き、本プロジェクトで使用しない場合は近い将来利用が考えられないのでその価値はゼロとする。小規模坏土・釉薬製造プロジェクトの場合は、一般に利用価値の認められる場所の土地を利用するため、財務的価格をそのまま適用する。

なお、土地準備費は財務的価格をそのまま適用する。

(3) 労務費

労務費はいずれのプロジェクトのケースも、当該プロジェクトの実施により新たに投入される費用である。

最近 10 数年間の完全失業率は 2-3%で推移、1994 年では 1.6%⁸とされている。しかし、労働時間が週 35 時間未満の不完全就業率は 36.6%と高く、また、就業者の内の雇用労働者は 32.7%にすぎない。従って、未熟練労働者の賃金は財務的賃金の 75%と評価する。

管理者、技術者の賃金については真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

⁸ 暫定値。IMF, International Financial Statistics, Feb. 1996.

(4) 原土価格

Banjarnegara 長石供給プロジェクトおよび Sukabumi 粘土供給プロジェクトにおける使用原土の投入経済価値は、本プロジェクトが実施されない場合に使用される原土の経済価値と、本プロジェクトの実施によって投入される原土の経済価値との差である。

両プロジェクトとも、従来から使用されていた原土の他に、従来廃棄されていた品位の悪い部分も混合使用する。ここでは廃棄されていた原土の割合を使用原土全体の 30%と想定する。従来から使用されていた原土の経済価値は現在取り引きされている価格で評価する。他方、従来廃棄されていた部分の経済価値は、本プロジェクトが実施されなければ廃棄されるからゼロである。

従来から使用されていた原土の価格は、Banjarnegara の場合財務的にはゼロ評価としている。Sukabumi 粘土の場合、Rp.8.5/kg としている。これらの原土の財務的価格は、輸入品、国産品との競合の中で（品位上の差を考慮して）設定されてきたものであり、経済価値を表しているとみなすことができる。

これに対し、精製長石供給プロジェクトの場合は、使用原料そのものの経済価値が費用となる。しかし、精製長石は輸入品が使用されており、本プロジェクトが実施されなければこの原料長石は使用されないため、経済価値はゼロと評価される。

小規模坏土・釉薬製造プロジェクトにおける原料投入費用は、それぞれの原料の経済価値で評価される。カオリン、長石は輸入品との競合で価格が決まるため、財務的価格より輸入関税相当分 5%、付加価値税 10%を差し引いて評価する。その他は国内市場価格そのもので評価する。

(5) その他の費用

その他建屋建築費、ユーティリティコストなどは、いずれも本プロジェクトの実施により新たに投入する費用である。真の経済価値の測定は困難であり、財務的価格をそのまま適用する。

5.6.1.3 経済的内部収益率

上記経済便益および費用による内部収益率（EIRR）は次のとおりである。

(1) Sukabumi 粘土供給プロジェクト

EIRR は 24.3%であり、本プロジェクト実施は十分に経済的効果があると判定される。

(2) Banjarnegara 長石供給プロジェクト

EIRR は 4.6%であり、本プロジェクトの実施による経済効果は小さい。これは、必要とする設備機器の費用が大きく、更に、原料の追加費用がゼロ評価（Sukabumi 粘土の場合はマイナス評価となる）であるのに対し、実施により得られる経済価値の増加が小さいためである。これに対し、FIRR が 32.7%と高いのは、原土の価格が採掘の段階ではゼロ評価であり、それに比べ長石販売価格が Rp.43/kg と高いためである。

(3) Banjarnegara 精製長石供給プロジェクト

EIRR は-3.5%であり、本プロジェクトの実施による経済効果は期待できない。

(4) 小規模坏土・釉薬製造プロジェクト

EIRR は 11.5%である。他方、FIRR は独立したプロジェクトとして実施する場合は 7.5%、政府の支援を得て行うプロジェクトとした場合 15.5%であり、後に示す間接便益、その他の経済的貢献を考慮すると、実施の価値があると判断する。

5.6.2 間接便益およびその他の経済的貢献

5.6.2.1 間接便益

本計画の実施による主たる間接便益として次の便益が期待できる。

1) 雇用機会の増大

本プロジェクトの建設ならびに建設完了後の操業にかかる雇用機会の増大。

1. Sukabumi 粘土供給プロジェクト: 30 人
2. Banjarnegara 長石供給プロジェクト: 21 人
3. Banjarnegara 精製長石供給プロジェクト: 30 人
4. 小規模坏土・釉薬製造プロジェクト: 8 人

(ただし、乗数効果は評価していない。)

2) 関連産業への波及効果

本プロジェクトの建設に伴う鉄材、セメント等建設資材の需要増、建設完了後の操業に伴う副資材等の需要増。

3) 地域経済発展への貢献

本プロジェクトの建設ならびに建設完了後の操業を通じ、運輸、商業部門における地域発展に対する貢献。

ただし、いずれの間接便益も客観的厳密な定量評価は困難である。

5.6.2.2 その他の経済的貢献

その他の経済的貢献として、Banjarnegara 精製長石供給プロジェクトの場合、外貨節約効果を期待できる。先の内貨部分、外貨部分割合を前提とすると、プロジェクト期間 20 年間の各プロジェクトにおける外貨収支は次のとおりである。

(Unit:US\$'000)

Year	Inflow (A)	Outflow (B)		Balance (A)-(B)
		Cost for Machine & Equipment	Substitution of Imported Feldspar	
-1	0.0	14,449.2	0.0	-14,449.2
1	0.0	0.0	-951.3	951.3
2	0.0	0.0	-1,550.0	1,550.0
3	0.0	0.0	-1,596.6	1,596.6
4-20	0.0	0.0	-1,596.6	1,596.6
Total	0.0	14,449.2	-31,240.1	16,790.9

その他、各プロジェクトとも、原料の安定・改善を通じて新たな製品開発の可能性が生まれ、これにより、間接的に外貨獲得効果を期待できる。すなわち、テーブルウエア産業では、中高級品市場への進出の可能性が出てくる。ノベルティ産業では、輸出指向商品の開発が可能になる。

採掘地では、従来廃棄されていた原土が利用され、これにより環境破壊を緩和することができる。

表5-1 Sukabumi粘土供給プロジェクト機器リスト

No.	Description	Q'ty	Remarks
(A)	Mining Site		
1.	Wheel Loader	2 sets	Bucket Capacity: 1.9 m ³
2.	Power Shovel	1 set	Bucket Capacity: 1.3~1.5 m ³
3.	Dozer Shovel	1set	Bucket Capacity: 1.8~2.5 m ³
(B)	Factory		
1.	Wheel Loader	3 sets	Bucket Capacity: 6.2 m ³
2.	Box Feeder with 11 kw motor x 1 set and 3.7 kw x motor x 2 sets	3 sets	Bucket Capacity: Approx. 18 m ³
3.	Belt Conveyor with 7.5 kw motor	1set	Length: Approx. 18m
4.	Belt Conveyor with 7.5 kw motor	1set	Length: Approx. 15m
5.	Reversible Conveyor with 7.5 kw motor	1set	Length: Approx. 10m
(C)	Testing Equipment	1 lot	
	- Electric furnace		
	- Air Oven		
	- Standard Screen		
	- Electronic balance		
	- Agitator		
	- Others		
(D)	Others	1 lot	
1.	Electric Equipment	1 lot	
	- Receiving and Distribution Panel with Accessories		
	- Motor Control Panel with Accessories		
	- Operation panel with Accessories		
	- Wiring Materials	1 lot	
2.	Miscellaneous Materials	1 lot	
(E)	Spare Parts		

表 5-2 (1): 財務予測・財務評価のための共通前提

1. Assumptions on financial conditions and cost factors

(1) Exchange Rates

- US\$ 1.00 = Rp. 2,330
- US\$ 1.00 = JPY 105
(JPY 1 = Rp. 22.19)

(2) Interest rates

- 20% /year

(3) Product/raw material prices

1) Ceramic raw materials

- Clay: Rp. 24/kg at Sukabumi (or Rp. 41/kg at W. Java or Jakarta)
- Feldspar: Rp. 43/kg at Banjarnegara (or Rp. 65/kg at W. Java or Jakarta)
- Refined feldspar: Rp. 124/kg at Banjarnegara (or Rp. 146/kg at W. Java or Jakarta)
- Silica: Rp. 18/kg at Banjarnegara (or Rp. 40/kg at W. Java or Jakarta)
- Premixture: Rp. 450/kg at the plant

2) Glaze

- Glaze: Rp. 840/kg at the plant

(4) Corporate income tax

- 15% if the income is less than Rp. 10,000,000/year
- 25% if the income exceeds 10,000,000/year, but less than Rp. 50,000,000/year
- 35% if the income exceeds Rp. 50,000,000/year

(5) Depreciation

- Vehicles: 25% fixed percentage
- Machinery/ facility: 10% fixed percentage
- Building: 5% straight line

(6) Labor cost

- Manager: Rp. 8,500,000/year
- Engineer: Rp. 6,500,000/year
- Worker: Rp. 2,500,000/year

(...to be continued on the next page)

表 5-2 (2): 財務予測・財務評価のための共通前提

- (7) Costs for land acquisition, preparation and construction work
- 1) Land acquisition: Rp. 65,000/m²
 - 2) Land preparation
 - Ground works: Rp. 1,050/m²
 - Foundation works: Rp. 49,000/m³
 - Concrete works: Rp. 305,000/m³
 - 3) Construction of open warehouse for raw material: Rp. 75,000/m²
 - 4) Construction of office/laboratory: Rp. 225,000/m²
- (8) Utility cost
- 1) Electricity: Rp. 104.3/kwh
 - 2) Diesel oil: Rp. 380/liter
- (9) Assumptions on other cost factors
- 1) Sales expenses: 1% of direct manufacturing costs (total of variable costs and fixed costs)
 - 2) Maintenance costs: 1% of total facility costs in the 1st year, 2% in the 2nd year, and 3% thereafter.
 - 3) Overhead cost: 80% of direct labor costs
 - 4) Account receivable: equivalent to 3 months' sales value
 - 5) Product inventory: equivalent to 1 month total production costs
 - 6) Material inventory: equivalent to 0.8 month variable costs
 - 7) Account payable: equivalent to 3 months' variable costs
 - 8) Debt/equity ratio: 0.7:0.3
 - 9) Project life: 20 years

(...to be continued on the next page)

表 5-2 (3): 財務予測・財務評価のための共通前提

2. Assumptions on project scope

2.1 Sukabumi clay supply project

- 1) Annual production: 300,000 tons of clay (with processing loss 2%)
- 2) Raw clay: the project will buy the raw clay at the quarrying site at Rp. 8.5/kg. The transportation of raw clay from the quarrying site to the processing plant is contracted out at Rp. 3/kg.
- 3) The project includes:
 - Vehicles required for preparation of quarrying (removal of surface soil), and loading to truck at the quarrying site
 - Stockyard of raw clay at the quarrying site
 - Processing (mixing) facilities of raw clay including vehicles for unloading, feeding and loading
 - Stockyard of processed clay
 - Quality testing facility and equipment
- 4) The processed clay (blended clay) will be sold at the site with loading to the trucks of users

2.2 Banjarnegara feldspar supply project

- 1) Annual production: 123,000 tons of feldspar (with 2% of processing loss)
- 2) Raw feldspar: The transportation of raw feldspar from the quarrying site to the processing plant is contracted out at Rp. 3/kg.
- 3) The project includes:
 - Vehicles required for preparation of quarrying (removal of surface soil), and loading to truck at the quarrying site
 - Stockyard of raw feldspar at the quarrying site
 - Processing (blending) facilities of raw feldspar including vehicles for unloading, feeding and loading
 - Stockyard of processed clay
 - Quality testing facility and equipment
- 4) The processed feldspar (blended feldspar) will be sold at the site with loading to the trucks of users

(...to be continued on the next page)

表 5-2 (4): 財務予測・財務評価のための共通前提

2.3 Banjarnegara refined feldspar supply project

- 1) Annual production: 30,000 tons of refined feldspar and 70,000 tons of silica
- 2) Raw feldspar: The transportation of raw feldspar from the quarrying site to the processing plant is contracted out at Rp. 3/kg.
- 3) The project includes:
 - Processing (refining) facilities of raw feldspar including vehicles for unloading, feeding and loading
 - Stockyard of processed feldspar, and silica
- 4) The processed feldspar (refined feldspar) and fine silica will be sold at the site with loading to the trucks of users

2.4 Small scale premixture supply project

- 1) Annual production: 700 tons of premixture and 70 tons of glaze (with processing loss 2%)
- 2) The project includes:
 - Processing (mixing) facilities
 - Quality testing facility and equipment
- 3) The processed premixture and glaze will be sold at the site

(Completed)

表5-3 Sukabumi 粘土供給プロジェクト
 - 生産および販売計画 -

(Unit: ton)

Year of operation	Clay			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
2nd	300,000	100	290,000	25,000
3rd	300,000	100	300,000	25,000
4th and onwards	300,000	100	300,000	25,000

(*) 1 month equivalent of production.

表5-4 製造原価表 - Sukabumi 粘土供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Variable Cost																					
Raw clay	1,690,650	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000	2,601,000
On-site transport	596,703	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000	918,000
Total Variable Cost	2,287,353	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000
Direct	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990	84,990
Over Head	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992	67,992
Maintenance Cost	82,143	164,286	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429	246,429
Tax/Insurance	101,143	78,961	64,595	53,330	44,413	37,274	32,629	29,011	26,177	25,528	24,984	24,417	23,945	23,515	23,130	22,783	22,470	22,188	21,934	21,705	21,505
Utility Cost	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365	230,365
Total	566,633	626,595	694,371	683,107	674,189	667,050	662,405	658,788	655,954	655,305	654,720	654,193	653,719	653,291	652,906	652,559	652,246	651,964	651,710	651,482	651,270
Direct Factory Cost	2,833,986	4,145,595	4,213,371	4,202,107	4,193,189	4,185,050	4,181,405	4,177,788	4,174,954	4,174,305	4,173,720	4,173,193	4,172,719	4,172,291	4,171,906	4,171,559	4,171,246	4,170,964	4,170,710	4,170,482	4,170,270
Depreciation	149,596	134,666	121,280	109,273	98,455	88,708	79,926	72,013	64,884	58,460	52,673	47,458	42,760	38,527	34,713	31,276	28,180	25,390	22,876	20,612	18,576
Machinery	1,583,614	1,187,711	890,783	668,087	501,065	375,799	281,849	211,387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehicles	370,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buildings	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368	114,368
Pre-Operating Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IDC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,218,178	1,436,684	1,126,430	891,728	713,888	464,507	361,775	283,400	64,884	58,460	52,673	47,458	42,760	38,527	34,713	31,276	28,180	25,390	22,876	20,612	18,576
Total Factory Cost	5,072,161	5,682,299	5,339,801	5,093,835	4,907,077	4,650,558	4,543,181	4,461,386	4,279,838	4,232,765	4,226,593	4,220,652	4,215,479	4,210,818	4,206,618	4,202,835	4,199,426	4,196,354	4,193,587	4,191,093	4,188,799
Operating Expenses	28,540	41,456	42,134	42,021	41,932	41,861	41,814	41,778	41,750	41,743	41,737	41,732	41,727	41,723	41,719	41,716	41,712	41,710	41,707	41,705	41,703
General & Admin. Expenses	28,540	41,456	42,134	42,021	41,932	41,861	41,814	41,778	41,750	41,743	41,737	41,732	41,727	41,723	41,719	41,716	41,712	41,710	41,707	41,705	41,703
Total	1,570,546	1,226,278	1,082,010	937,742	795,474	649,206	504,938	360,670	216,402	72,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LTD	0	338,528	308,647	164,620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STD	1,370,546	1,564,606	1,390,657	1,102,362	793,474	649,206	504,938	360,670	216,402	72,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1,370,546	1,564,606	1,390,657	1,102,362	793,474	649,206	504,938	360,670	216,402	72,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Operating Expenses																					
Total Production Cost	6,471,237	7,188,341	6,772,592	6,238,218	5,742,469	5,341,624	5,088,935	4,868,656	4,497,988	4,346,642	4,268,130	4,262,384	4,257,206	4,252,541	4,248,338	4,244,530	4,241,138	4,238,064	4,235,294	4,232,798	4,230,412

表5-5 損益計算表 - Sukabumi 粘土供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Operating Income	4,320,000	6,960,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
2. Cost of Sales	4,520,000	6,960,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
Other Revenue																				
3. Cost of Sales	4,520,000	6,960,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
Variable Cost	2,387,350	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000	3,519,000
Direct Fixed Cost	566,635	626,595	694,371	680,107	674,189	667,050	662,405	658,788	655,954	655,305	654,720	654,193	653,719	653,291	652,906	652,559	652,246	651,964	651,710	651,482
Depreciating	2,318,178	1,436,684	1,126,430	891,728	713,988	464,507	361,775	283,400	64,884	58,460	52,673	47,498	42,760	38,527	34,713	31,276	28,180	25,590	22,876	20,612
Change in Inventory	539,055	59,724	-34,532	-44,513	-41,295	-33,592	-30,966	-18,851	-30,458	-12,607	-6,540	-479	-493	-389	-350	-315	-284	-256	-231	-208
4. Sales Revenue	213,106	1,457,455	1,825,567	2,051,652	2,251,628	2,516,051	2,635,853	2,719,952	2,929,704	2,954,628	2,967,067	2,978,570	2,984,090	2,988,793	2,992,031	2,996,850	3,000,290	3,003,390	3,006,183	3,008,699
Sales Expenses	28,540	41,456	42,134	42,021	41,932	41,861	41,814	41,778	41,750	41,743	41,737	41,732	41,727	41,725	41,719	41,716	41,712	41,710	41,707	41,705
General & Admin.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operating Profit	-241,646	1,395,999	1,783,433	2,019,631	2,209,696	2,474,190	2,594,039	2,678,164	2,887,955	2,912,885	2,925,350	2,937,138	2,942,363	2,947,071	2,951,312	2,955,134	2,958,578	2,961,680	2,964,475	2,966,994
Non Operating Income																				
Interest	1,570,546	1,564,606	1,390,657	1,102,362	793,474	649,206	504,938	350,670	216,402	72,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Operating Income																				
5. Revenue before Tax	-1,612,192	-168,607	392,776	517,269	1,416,222	1,824,984	2,089,101	2,117,514	2,671,552	2,840,751	2,925,350	2,937,138	2,942,363	2,947,071	2,951,312	2,955,134	2,958,578	2,961,680	2,964,475	2,966,994
Income Tax	0	0	117,833	275,181	424,867	547,495	626,750	695,254	801,466	852,225	877,599	881,141	882,709	884,121	885,394	886,540	887,573	888,504	889,343	890,098
Tax-free Income																				
6. Revenue after Tax	-1,612,192	-168,607	274,943	642,088	991,355	1,277,489	1,462,371	1,622,260	1,870,087	1,988,525	2,047,751	2,055,996	2,059,654	2,062,949	2,065,919	2,068,594	2,071,004	2,073,176	2,075,133	2,076,896
Dividend																				
7. Excess Cash	-1,612,192	-168,607	274,943	642,088	991,355	1,277,489	1,462,371	1,622,260	1,870,087	1,988,525	2,047,751	2,055,996	2,059,654	2,062,949	2,065,919	2,068,594	2,071,004	2,073,176	2,075,133	2,076,896

表5-6 Banjarnegara長石供給プロジェクト機器リスト

No.	Description	Q'ty	Remarks
(A)	Mining Site		
1.	Wheel Loader	2 sets	Bucket Capacity: 3.7 m ³
2.	Dozer Shovel	2 sets	Bucket Capacity: 1.8~2.5 m ³
3.	Power Shovel	2 sets	Bucket Capacity: 5~6 m ³
(B)	Factory		
1.	Charging Hopper	2 sets	Capacity: 8~10 m ³
2.	Vibration Feeder with 2.2 kw motor	2 sets	Capacity: Max. 50 t/hr
3.	Belt Conveyor with 0.75 kw motor	1set	Length: Approx. 4 m
4.	Belt Conveyor with 2.2 kw motor	1set	Length: Approx. 16 m
5.	Belt Conveyor with 1.5 kw motor	1set	Length: Approx. 12 m
6.	Reversible Conveyor with 0.75 kw motor	1set	Length: Approx. 5 m
7.	Vibration Screen with 7.5 kw motor	1set	Capacity: -10 m/m, 45 t/hr
8.	Receiving Hopper	1set	Capacity: Approx. 8~10 m ³
9.	Belt Feeder with 2.2 kw motor	1set	Capacity: Max. 50 t/hr
10.	Belt Conveyor with 0.75 kw motor	1set	Length: Approx. 4 m
11.	Belt Conveyor with 1.5 kw motor	1set	Length: Approx. 10 m
12.	Wheel Loader	2 sets	Bucket Capacity: 3.7 m ³
13.	Jaw Crusher with 7.5 kw motor	1set	Outlet clearance: 15 mm
14.	Steel Materials for Support and Others	1 lot	
(C)	Testing Equipment	1 lot	
	- Electric Kiln		
	- Standard Screen		
	- Electric Balance		
	- Pot Mill Set		
	- Other Equipment		
(D)	Others		
1.	Electric Equipment	1 lot	For motor power only
	- Receiving and Distribution Panel with Accessories		
	- Motor Control Panel with Accessories		
	- Operation panel with Accessories		
	- Wiring Materials		
2.	Miscellaneous Materials	1 lot	
(E)	Spare Parts	1 lot	

表5-7 Banjarnegara 長石供給プロジェクト
 - 生産および販売計画 -

(Unit: ton)

Year of operation	Feldspar			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
1st	79,950	65	73,300	6,650
2nd	123,000	100	119,400	10,250
3rd	123,000	100	119,400	10,250
4th and onwards	123,000	100	119,400	10,250

(*) 1 month equivalent of production.

表5-8 製造原価表 - Banjarnegara 長石供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Variable Cost																					
On-site transport	244,647	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380
Total Variable Cost	244,647	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380
Direct																					
Over Head	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496	62,496
Maintenance Cost	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997	49,997
Tax/Insurance	94,816	189,632	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449	284,449
Utility Cost	105,822	82,959	66,039	53,197	43,426	35,969	30,258	25,986	22,711	22,325	21,977	21,664	21,382	21,128	20,896	20,692	20,506	20,338	20,187	20,051	19,995
Total	533,126	605,079	682,975	670,133	660,363	652,906	647,194	642,923	639,647	639,261	638,914	638,601	638,318	638,064	637,835	637,639	637,443	637,275	637,124	636,988	636,868
Direct Factory Cost	777,778	981,459	1,039,355	1,046,513	1,056,743	1,029,286	1,023,574	1,019,303	1,016,027	1,015,641	1,015,294	1,014,981	1,014,698	1,014,444	1,014,215	1,014,009	1,013,823	1,013,653	1,013,504	1,013,368	1,013,257
Depreciation																					
Machinery	88,842	80,046	72,122	64,982	58,548	52,752	47,530	42,824	38,585	34,765	31,323	28,222	25,428	22,911	20,643	18,599	16,758	15,099	13,604	12,257	10,988
Vehicles	2,133,068	1,599,756	1,199,817	899,863	674,897	506,173	379,630	284,722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buildings	52,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-Operating Cost	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232	12,232
IDC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,286,282	1,692,035	1,284,171	977,077	745,678	571,157	427,159	327,547	38,585	34,765	31,323	28,222	25,428	22,911	20,643	18,599	16,758	15,099	13,604	12,257	11,034
Total Factory Cost	3,064,055	2,673,494	2,343,526	2,023,590	1,782,423	1,600,443	1,460,724	1,346,849	1,054,612	1,050,406	1,046,617	1,043,203	1,040,126	1,037,355	1,034,837	1,032,607	1,030,580	1,028,754	1,027,108	1,025,625	1,024,257
Operating Expenses	7,778	9,815	10,594	10,465	10,367	10,293	10,236	10,193	10,160	10,156	10,153	10,150	10,147	10,144	10,142	10,140	10,138	10,137	10,135	10,134	10,134
General & Admin. Expenses																					
Total	7,778	9,815	10,594	10,465	10,367	10,293	10,236	10,193	10,160	10,156	10,153	10,150	10,147	10,144	10,142	10,140	10,138	10,137	10,135	10,134	10,134
Paid Interest																					
LTD	1,410,141	1,261,705	1,113,269	964,833	816,397	667,962	519,526	371,090	222,654	74,218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STD	0	121,643	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1,410,141	1,383,348	1,113,269	964,833	816,397	667,962	519,526	371,090	222,654	74,218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Operating Expenses																					
Total Production Cost	4,481,974	4,066,657	3,467,389	2,998,889	2,603,185	2,278,696	1,960,495	1,728,132	1,287,426	1,134,781	1,056,770	1,033,352	1,030,273	1,027,499	1,025,000	1,022,748	1,020,718	1,018,890	1,017,243	1,015,739	1,014,257

表5-9 損益計算表 - Banjarnegara 長石供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Operating Income	3,151,900	5,134,200	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000
Sales Revenue	3,151,900	5,134,200	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000	5,289,000
Other Revenue	2,690,797	2,708,090	2,393,445	2,062,616	1,814,883	1,627,973	1,475,574	1,367,871	1,091,223	1,063,122	1,053,115	1,043,487	1,040,383	1,037,586	1,035,066	1,032,795	1,030,749	1,028,906	1,027,245	1,025,749
2. Cost of Sales	244,647	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380	376,380
Variable Cost	575,126	665,079	682,975	670,133	660,363	652,906	647,194	642,923	659,647	639,261	638,914	638,601	638,318	638,064	637,835	637,629	637,443	637,275	637,124	636,988
Direct Fixed Cost	2,286,282	1,692,035	1,284,171	977,077	745,678	571,157	427,159	327,547	38,583	34,765	31,523	28,222	25,428	22,911	20,645	18,599	16,758	15,099	13,604	12,257
Depreciating	373,348	-54,596	-49,919	-39,026	-32,462	-27,530	-24,840	-21,022	-36,711	-12,715	-6,498	-285	-256	-231	-208	-188	-169	-152	-137	-124
Change in Inventory	461,193	2,426,110	2,895,555	5,226,384	3,474,117	3,661,027	3,813,426	3,921,129	4,197,677	4,225,878	4,235,885	4,245,213	4,248,617	4,251,414	4,253,934	4,256,206	4,258,251	4,260,094	4,261,755	4,263,251
3. Sales Revenue	7,778	9,815	10,594	10,465	10,367	10,293	10,236	10,193	10,160	10,156	10,153	10,150	10,147	10,144	10,142	10,140	10,138	10,137	10,135	10,134
Sales Expenses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
General & Adm.	453,416	2,416,295	2,894,961	3,215,918	3,463,750	3,658,724	3,809,190	3,940,936	4,187,517	4,215,722	4,225,732	4,235,363	4,238,470	4,241,270	4,243,792	4,246,065	4,248,113	4,249,938	4,251,620	4,253,118
4. Operating Profit	1,410,141	1,383,348	1,113,269	964,833	816,397	667,962	519,526	371,090	222,654	74,218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non Operating Income																				
Interest																				
Other Non-Operating Income																				
5. Revenue before Tax	-956,725	3,092,947	1,771,692	2,251,085	2,647,350	2,989,775	3,283,665	3,539,846	3,964,863	4,141,504	4,225,732	4,235,363	4,238,470	4,241,270	4,243,792	4,246,065	4,248,113	4,249,938	4,251,620	4,253,118
Income Tax	0	309,884	531,508	675,326	794,206	894,832	985,099	1,061,954	1,189,459	1,242,451	1,267,720	1,270,609	1,271,541	1,272,381	1,273,138	1,273,819	1,274,464	1,274,987	1,275,486	1,275,935
Tax-free Income																				
6. Revenue after Tax	-956,725	725,065	1,240,184	1,575,760	1,853,147	2,087,943	2,298,565	2,477,892	2,775,404	2,899,053	2,958,012	2,964,754	2,966,929	2,968,889	2,970,654	2,972,245	2,973,679	2,974,970	2,976,134	2,977,182
Dividend																				
7. Excess Cash	-956,725	725,065	1,240,184	1,575,760	1,853,147	2,087,943	2,298,565	2,477,892	2,775,404	2,899,053	2,958,012	2,964,754	2,966,929	2,968,889	2,970,654	2,972,245	2,973,679	2,974,970	2,976,134	2,977,182

表5-10 Banjarnegara長石精製・供給プロジェクト機器リスト

No.	Description	Q'ty	Remarks
1.	Wheel loader	1 set	Bucket Capacity: 1.9 m ³
2.	Charging Hopper	1 set	
3.	Vibration Feeder with 0.75 kw motor	1 set	Capacity: Max. 15 t/hr
4.	Belt Conveyor with 0.75 kw motor	1 set	Length: Approx. 7m
5.	Drum Washer with Screen and 45 kw motor	1 set	
6.	Belt Conveyor with 2.2 kw motor	1 set	Capacity: 13 t/hr
7.	Tube Mill with 190 kw motor	3 sets	Length: Approx. 8 m
8.	Agitator with 5.5 kw motor and Spiral Classifier with 5.5 kw motor	1 set	Capacity: 12~13 t/hr
9.	Drum Screen with 2.2 kw motor	2 sets	
10.	Magnetic Separator with 15.5 kw power	1set	High Power type
11.	Agitator with 11 kw motor	2 sets	
12.	Sand pump with 5.5 kw motor	3 sets	Capacity: 0.7~1.0 m ³ /min.
13.	Floatation Facilities	4 units	Capacity: 2.25 t/hr/unit
	Rubber lining tank		
	Rubber lining pump		
	Rubber lining agitator		
	Other equipment		
14.	Water Pump with 1.5 kw motor	5 sets	
15.	Power Shovel	1 set	Bucket capacity: 1.3~1.5 m ³
16.	Dump Truck	1 set	Capacity: 6~8 t
17.	Electric equipment	1 lot	
	- Receiving and Distribution Panel with Accessories		
	- Motor Control Panel with Accessories		
	- Operating Panel with Accessories		
	- Wiring Materials		
18.	Others	1 lot	
	- Water Supply, Facilities		
	- Piping Materials		
	- Steel Materials		
	- Air Compressor		
	- Screen		
	- Other miscellaneous materials		
19.	Spare Parts	1 lot	

表5-11 Banjarnegara 長石精製・供給プロジェクト

- 生産および販売計画 -

(Unit: ton)

Year of operation	Refined Feldspar			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
2nd	7,500	100	7,280	625
3rd	7,500	100	7,500	625
4th and onwards	7,500	100	7,500	625

(*) 1 month equivalent of production.

(Unit: ton)

Year of operation	Silica			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
2nd	17,500	100	16,990	1,460
3rd	17,500	100	17,500	1,460
4th and onwards	17,500	100	17,500	1,460

(*) 1 month equivalent of production.

表5-12 製造原価表 - Banjarmasinera 長石精製・供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Variable Cost																				
On-site transport	14,918	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950
Total Variable Cost	14,918	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950
Direct	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,980	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900	45,900
Over Head	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720	36,720
Maintenance Cost	224,775	449,549	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324	674,324
Tax/Insurance	226,455	201,566	180,658	162,098	145,882	130,887	117,713	105,959	95,454	86,246	77,967	70,509	63,788	57,733	52,277	47,362	42,953	38,942	35,347	32,107
Utility Cost	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160	229,160
Total	763,010	962,895	1,166,763	1,148,202	1,131,686	1,116,961	1,103,818	1,092,063	1,081,558	1,072,359	1,064,072	1,056,613	1,049,892	1,043,837	1,038,381	1,033,466	1,029,037	1,025,046	1,021,451	1,018,211
Direct Factory Cost	777,927	985,845	1,189,713	1,171,152	1,154,636	1,139,911	1,126,768	1,115,013	1,104,488	1,095,300	1,087,022	1,079,563	1,072,842	1,066,787	1,061,331	1,056,416	1,051,987	1,047,996	1,044,401	1,041,161
Depreciation	2,115,577	1,906,135	1,717,427	1,547,412	1,384,309	1,256,183	1,131,820	1,019,770	918,813	827,851	745,893	672,050	605,517	545,571	491,559	442,895	399,048	359,563	323,948	291,877
Machinery	345,128	193,846	137,684	103,413	77,560	58,170	43,627	32,721	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehicles	127,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buildings	746	746	746	746	746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-Operating Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IDC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,488,930	2,099,736	1,856,057	1,651,561	1,472,515	1,314,352	1,175,448	1,052,491	918,813	827,851	745,893	672,050	605,517	545,571	491,559	442,895	399,048	359,563	323,948	291,877
Total Factory Cost	3,266,878	3,076,571	3,045,770	2,832,713	2,627,151	2,454,264	2,302,216	2,167,504	2,023,307	1,923,151	1,832,915	1,751,613	1,674,339	1,612,358	1,552,891	1,499,311	1,451,035	1,407,539	1,368,349	1,333,038
Operating Expenses	7,779	9,858	11,897	11,712	11,546	11,399	11,268	11,150	11,045	10,953	10,870	10,796	10,728	10,668	10,613	10,564	10,520	10,480	10,444	10,412
General & Admin. Expenses	7,779	9,858	11,897	11,712	11,546	11,399	11,268	11,150	11,045	10,953	10,870	10,796	10,728	10,668	10,613	10,564	10,520	10,480	10,444	10,412
Total	3,012,018	2,694,964	2,377,909	2,060,855	1,745,800	1,426,746	1,108,691	792,636	475,582	158,527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LTD	0	1,064,509	2,224,539	3,584,849	5,168,594	7,027,341	9,221,988	11,826,785	14,932,274	18,648,880	23,111,345	28,170,077	34,340,073	41,865,974	51,046,229	62,264,927	75,906,247	92,572,072	112,903,493	137,707,028
STD	3,012,018	3,759,473	4,602,449	5,645,704	6,912,394	8,454,086	10,331,679	12,619,422	15,407,456	18,807,407	23,111,345	28,170,077	34,340,073	41,865,974	51,046,229	62,264,927	75,906,247	92,572,072	112,903,493	137,707,028
Total	6,286,675	6,845,903	7,660,116	8,480,128	9,551,092	10,919,749	12,645,162	14,798,076	17,442,302	20,741,511	24,955,130	28,932,485	36,029,160	43,489,000	52,608,733	63,754,802	77,367,802	93,990,091	114,262,286	139,650,478
Other Non-Operating Expenses																				
Total Production Cost																				

表5-13 損益計算表 - Banjarnegara 長石精製・供給プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 Operating Income	724,050	1,179,420	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	
2 Sales Revenue	724,050	1,179,420	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	1,215,000	
Other Revenue	2,743,198	3,029,958	2,977,946	2,754,406	2,557,940	2,540,255	2,158,489	1,988,166	1,803,046	1,648,318	1,481,920	1,316,999	1,170,506	990,955	795,134	570,926	317,072	22,902	22,902	-321,991	-720,152
Cost of Sales	14,918	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950	22,950
Variable Cost	760,010	962,895	1,166,763	1,146,202	1,131,686	1,116,961	1,103,818	1,092,063	1,081,538	1,072,350	1,064,072	1,056,613	1,049,892	1,043,837	1,038,581	1,033,466	1,029,037	1,025,046	1,021,451	1,018,211	1,015,000
Direct Fixed Cost	2,488,950	2,090,726	1,856,057	1,651,561	1,472,515	1,314,352	1,175,448	1,052,491	918,813	827,851	745,893	672,050	605,517	545,571	491,559	442,895	399,048	359,543	323,948	291,877	260,340
Depreciating	523,680	46,584	67,824	68,307	89,211	114,009	143,727	179,338	230,256	274,832	350,995	414,614	507,853	621,405	799,757	928,384	1,113,963	1,384,637	1,690,340	2,063,190	
Change in Inventory	-2,019,148	-1,890,538	-1,762,946	-1,559,408	-1,322,940	-1,125,235	-843,439	-773,166	-598,046	-433,318	-306,920	-221,999	-121,999	-44,494	224,047	644,074	897,928	1,192,098	1,536,991	1,945,152	
3 Sales Revenue	7,779	9,858	11,897	11,712	11,545	11,399	11,268	11,150	11,045	10,953	10,870	10,796	10,728	10,668	10,613	10,564	10,520	10,480	10,444	10,412	
Sales Expenses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
General & Adm.	-2,036,927	-1,860,426	-1,774,843	-1,551,119	-1,354,485	-1,156,654	-924,756	-784,316	-599,090	-444,271	-277,791	-152,795	-33,765	213,379	411,253	633,509	887,408	1,181,618	1,526,547	1,934,740	
4 Operating Profit	3,012,018	3,759,475	4,602,449	5,645,704	6,912,394	8,454,086	10,331,679	12,619,422	15,407,856	18,807,407	23,111,345	28,170,077	34,340,073	41,865,974	51,046,229	62,244,927	75,906,247	92,572,072	112,903,493	137,707,028	
Non-Operating Income	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Interest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Other Non-Operating Income	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5 Revenue before Tax	-5,038,945	-5,619,899	-6,377,292	-7,196,821	-8,246,881	-9,590,740	-11,286,435	-13,403,738	-16,006,946	-19,251,678	-23,389,136	-28,502,872	-34,306,307	-41,652,596	-50,634,976	-61,611,418	-75,018,859	-91,390,455	-111,376,946	-135,772,487	
Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tax-free Income	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6 Revenue after Tax	-5,038,945	-5,619,899	-6,377,292	-7,196,821	-8,246,881	-9,590,740	-11,286,435	-13,403,738	-16,006,946	-19,251,678	-23,389,136	-28,502,872	-34,306,307	-41,652,596	-50,634,976	-61,611,418	-75,018,859	-91,390,455	-111,376,946	-135,772,487	
7 Excess Cash	-5,038,945	-5,619,899	-6,377,292	-7,196,821	-8,246,881	-9,590,740	-11,286,435	-13,403,738	-16,006,946	-19,251,678	-23,389,136	-28,502,872	-34,306,307	-41,652,596	-50,634,976	-61,611,418	-75,018,859	-91,390,455	-111,376,946	-135,772,487	

表5-14 小規模坯土および釉薬調整プロジェクト機器リスト

No.	Description	Q'ty	Remarks
(A)	Body Preparation Section		
1.	Ball Mill with 11 kw motor	1 set	Capacity: 2,000 kg/Batch
2.	Ball Mill with 7.5 kw motor	1 set	Capacity: 1,000 kg/Batch
3.	Agitator for Slop tank with 1.5 kw motor	3 sets	Slip tank: Concrete made
4.	Vibration Screen with 0.2 kw motor	1 set	
5.	Magnetic Ferro-filter, magnetic power 1 kw	1 set	with silicon rectifier
6.	Slip Pump with 1.5 kw motor	1 set	
7.	Diaphragm Pump with 2.2 kw motor	1 set	
8.	Filter Press with Hydraulic pump (1.5 kw)	1 set	Capacity: 1 t/Batch
9.	De-airing Extruder with 1.5 kw motor	1 set	Capacity: 400~500 kg/Batch
(B)	Glaze Preparation Section		
1.	Ball Mill with 5.5 kw motor	2 sets	Capacity: 500 kg/Batch
2.	Agitator with 0.75 kw motor	3 sets	Glaze tank: Concrete made
3.	Slip pump with 0.25 kw motor	1 set	
4.	Vibration Screen with 0.2 kw motor	1 set	
5.	Magnetic Ferro-filter magnetic power 1 kw	1 set	with Silicon rectifier
6.	Portable Agitator with 0.57 kw motor	1 set	
(C)	Testing Equipment	1 lot	
	Electric Kiln		
	Standard Screen		
	Electronic balance		
	Pot Mill		
	Air Oven		
	Others		
(D)	Others		
1.	Hand Cart	2 sets	Capacity: 300~500 kg/Batch
2.	Weighing Balance	2 sets	1,000 kg x 1 set 100 kg x 1 set
3.	PV-Tank	30 pcs	Capacity: 30 L
4.	Miscellaneous	1 lot	
	Shovel		
	Bag		
	Wooden Pallet		
	Hose		
	Others		
5.	Electric Equipment		
	Receiving and Distribution panel with Accessories	1 lot	For motor power only
	Motor Control Panel with Accessories		
	Operation Panel with Accessories		
	Wiring Materials		
(E)	Spare Parts	1 lot	

表5-15 小規模坯土および釉薬調整プロジェクト

- 生産および販売計画 -

(Unit: ton)

Year of operation	Pre-mixture			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
1st	455	65	417	38
2nd	700	100	680	58
3rd	700	100	700	58
4th and onwards	700	100	700	58

(*) 1 month equivalent of production.

(Unit: ton)

Year of operation	Glaze			
	Production	Operation rate (%)	Sales	Inventory ^(*)
1st	46	65	42	4
2nd	70	100	68	6
3rd	70	100	70	6
4th and onwards	70	100	70	6

(*) 1 month equivalent of production.

表5-16 製造原価表 - 小規模坏土および粘薬調整プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Variable Cost	40,784	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734	62,734
Kaolin	31,883	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977	48,977
Feldspar	8,507	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078	13,078
Quartz	2,673	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109	4,109
Clay	5,423	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253	8,253
Others	89,271	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150
Total Variable Cost	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
Direct	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200
Fixed Cost	11,780	23,521	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281	35,281
Over Head	12,963	11,511	10,441	9,473	8,596	7,802	7,127	6,518	5,970	5,476	5,031	4,650	4,268	3,943	3,649	3,385	3,147	2,932	2,739	2,565
Maintenance Cost	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017	13,017
Tax/Insurance	80,940	91,249	101,940	100,972	100,095	99,301	98,625	98,016	97,468	96,974	96,529	96,128	95,767	95,441	95,148	94,883	94,645	94,431	94,237	94,063
Utility Cost	170,213	228,399	239,090	238,121	237,245	236,450	235,775	235,166	234,618	234,124	233,679	233,278	232,916	232,591	232,298	232,033	231,795	231,581	231,387	231,213
Total	113,753	102,494	92,347	83,204	74,867	67,545	60,858	54,833	49,405	44,514	40,107	36,136	32,559	29,336	26,431	23,815	21,457	19,333	17,419	15,694
Direct Factory Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciation	27,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Machinery	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464	4,464
Vehicles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buildings	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre-Operating Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IDC	145,219	106,957	96,810	87,668	79,431	67,545	60,858	54,833	49,405	44,514	40,107	36,136	32,559	29,336	26,431	23,815	21,457	19,333	17,419	15,694
Total Factory Cost	315,430	335,256	335,900	325,789	316,676	305,996	296,633	290,100	284,025	278,638	273,785	269,414	265,475	261,928	258,729	255,848	253,352	250,913	248,506	246,907
Operating Expenses	1,702	2,284	2,391	2,381	2,372	2,365	2,358	2,352	2,346	2,341	2,337	2,333	2,329	2,326	2,323	2,320	2,318	2,316	2,314	2,312
General & Admin. Expenses	1,702	2,284	2,391	2,381	2,372	2,365	2,358	2,352	2,346	2,341	2,337	2,333	2,329	2,326	2,323	2,320	2,318	2,316	2,314	2,312
Total	173,397	155,145	136,893	118,640	100,308	82,136	63,983	45,631	27,379	9,126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LTD	0	57,569	100,384	144,140	192,703	247,741	310,694	383,332	467,800	566,713	683,261	803,266	949,583	1,128,009	1,345,617	1,611,033	1,934,782	2,329,703	2,811,459	3,399,158
STD	173,397	212,714	257,277	262,780	283,091	328,876	374,578	428,963	495,178	575,859	683,261	803,266	949,583	1,128,009	1,345,617	1,611,033	1,934,782	2,329,703	2,811,459	3,399,158
Total	490,530	550,355	575,567	590,950	612,159	636,237	673,969	721,315	781,547	856,818	959,384	1,075,013	1,217,387	1,392,261	1,606,569	1,869,201	2,190,152	2,592,932	3,062,578	3,648,377
Other Non-Operating Expenses																				
Total Production Cost																				

表5-17 損益計算表 - 小規模坏土および雑棄調整プロジェクト

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Operating Income	222,930	363,120	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800
Sales Revenue	222,930	363,120	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800	373,800
2. Cost of Sales	274,569	330,373	333,800	324,508	314,911	301,989	293,524	286,023	279,006	272,368	265,244	259,782	253,616	247,359	240,869	233,979	226,500	218,211	208,851	198,110
Variable Cost	89,271	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150	137,150
Direct Fixed Cost	80,940	91,249	101,940	100,972	100,095	99,301	98,625	98,016	97,468	96,974	96,529	96,128	95,767	95,441	95,148	94,883	94,645	94,431	94,237	94,063
Depreciating	145,219	106,957	96,810	87,668	79,431	67,545	60,858	54,833	49,405	44,514	40,107	36,136	32,559	29,336	26,431	23,815	21,457	19,333	17,419	15,694
Change in Inventory	40,861	4,983	2,100	1,281	1,765	2,007	3,110	3,977	5,017	6,270	8,544	9,632	11,860	14,567	17,860	21,869	26,752	32,702	39,555	48,797
3. Sales Revenue	-51,639	32,747	40,000	49,292	58,889	71,811	80,276	87,777	94,792	101,432	108,538	114,018	120,184	126,441	132,931	139,821	147,300	155,589	164,949	175,690
Sales Expenses	1,702	2,284	2,391	2,381	2,372	2,365	2,358	2,352	2,346	2,341	2,337	2,333	2,329	2,326	2,323	2,320	2,318	2,316	2,314	2,312
General & Admn.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Operating Profit	-53,341	96,463	37,610	46,911	56,517	69,447	77,919	85,426	92,448	99,091	106,221	111,685	117,855	124,115	130,608	137,501	144,982	153,273	162,635	173,378
Net Operating Income	173,397	312,714	237,277	262,780	293,091	329,876	374,578	428,963	485,178	575,639	635,261	809,266	949,583	1,128,009	1,345,617	1,611,033	1,934,782	2,329,703	2,811,459	3,398,138
Interest																				
Other Non-Operating Income																				
5. Revenue before Tax	-226,739	-182,250	-199,667	-215,869	-236,574	-260,429	-296,659	-343,537	-402,730	-476,748	-577,040	-691,581	-851,728	-1,003,894	-1,215,008	-1,473,532	-1,789,800	-2,176,430	-2,648,824	-3,225,780
Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tax-free Income																				
6. Revenue after Tax	-226,739	-182,250	-199,667	-215,869	-236,574	-260,429	-296,659	-343,537	-402,730	-476,748	-577,040	-691,581	-851,728	-1,003,894	-1,215,008	-1,473,532	-1,789,800	-2,176,430	-2,648,824	-3,225,780
Dividend																				
7. Excess Cash	-226,739	-182,250	-199,667	-215,869	-236,574	-260,429	-296,659	-343,537	-402,730	-476,748	-577,040	-691,581	-851,728	-1,003,894	-1,215,008	-1,473,532	-1,789,800	-2,176,430	-2,648,824	-3,225,780

図5-1 Sukabumi 粘土製造プロセスフロー

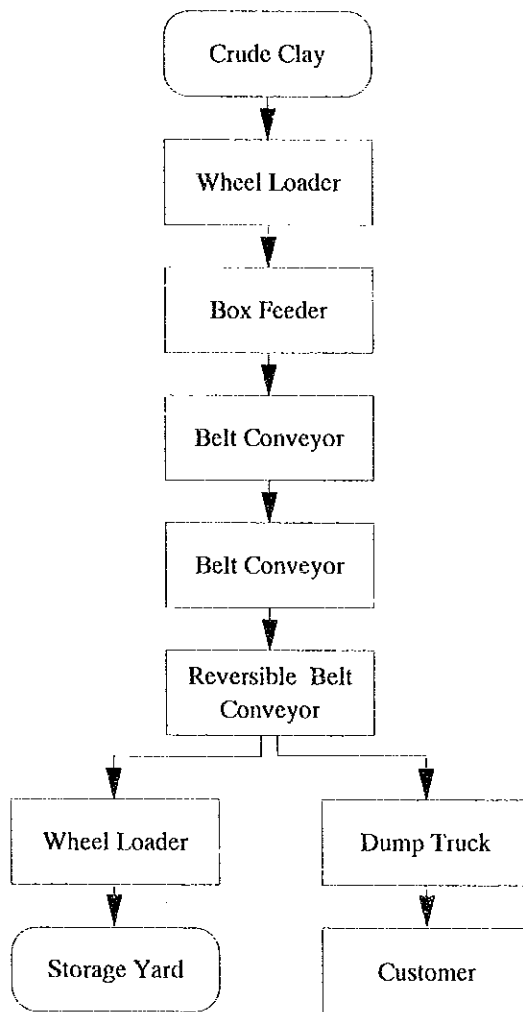


図5-2 Sukabumi 粘土製造プロセス図 (300,000 t/y)

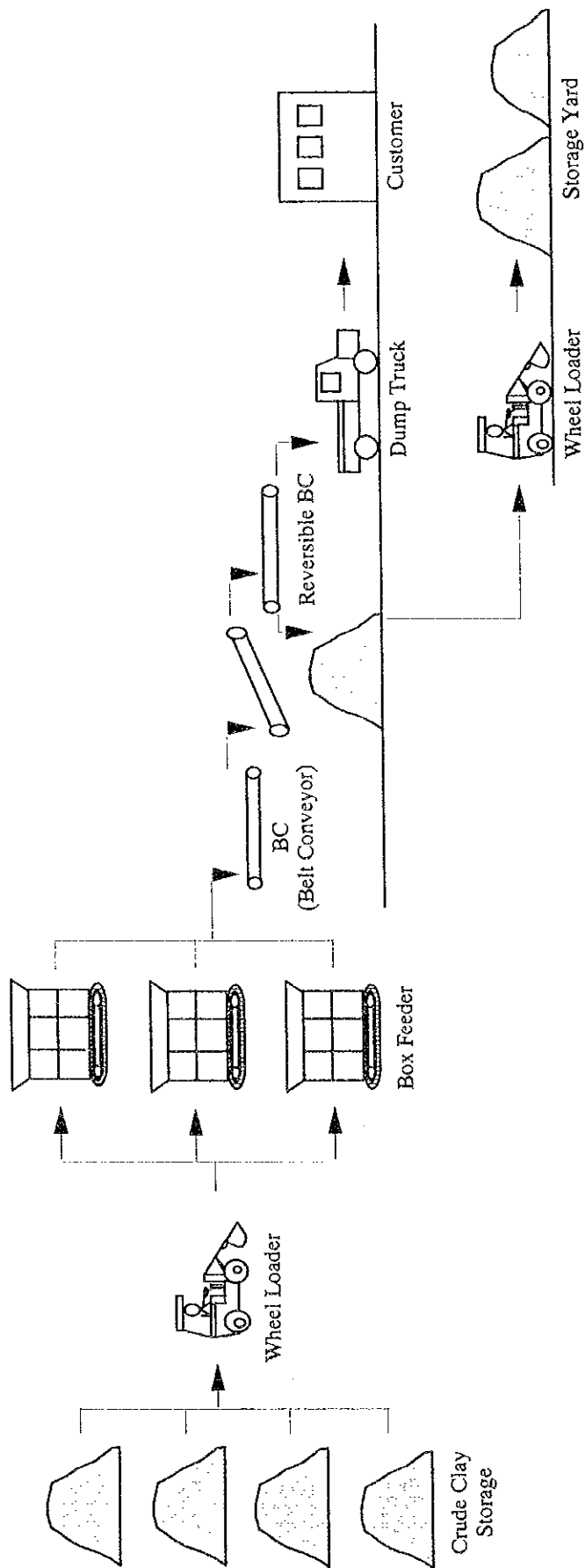


図5-3 Banjarnegara 長石製造プロセスフロー

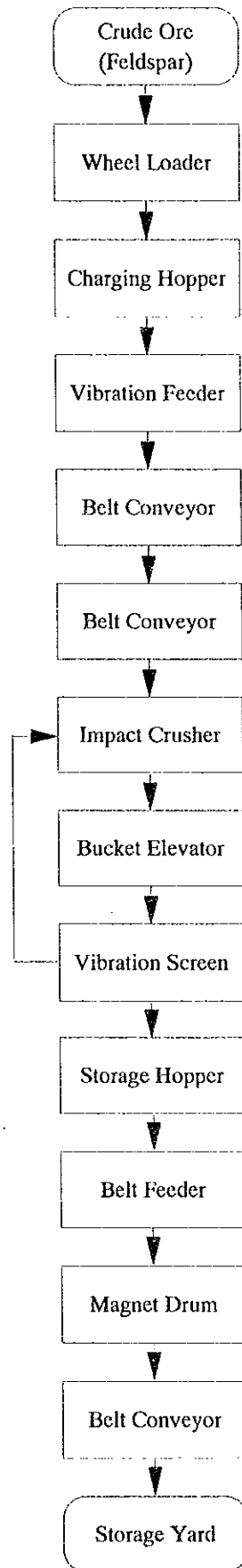


図5-4 Banjarnegara 長石製造プロセス図 (123,000 t/y)

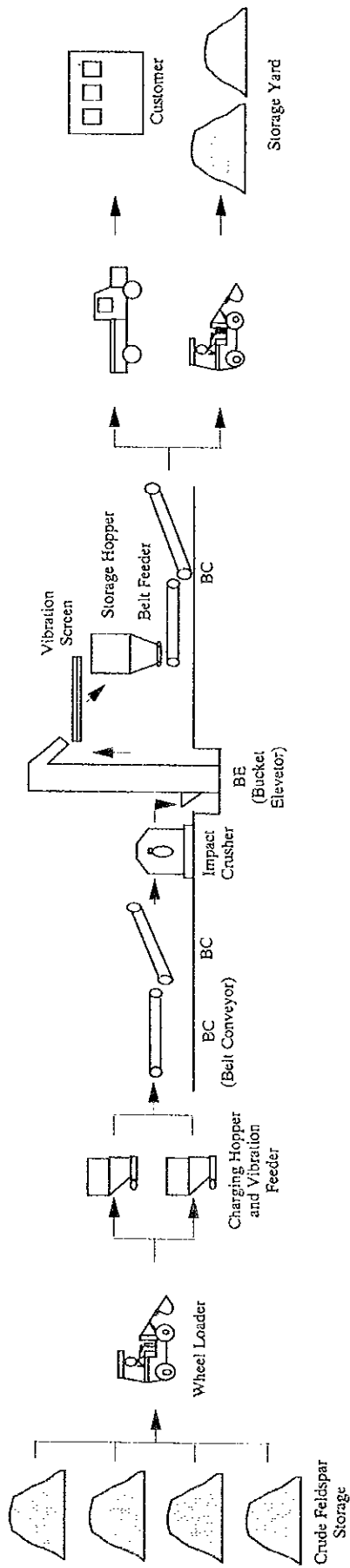


図5-5 Banjarnegara 長石精製プロセスフロー

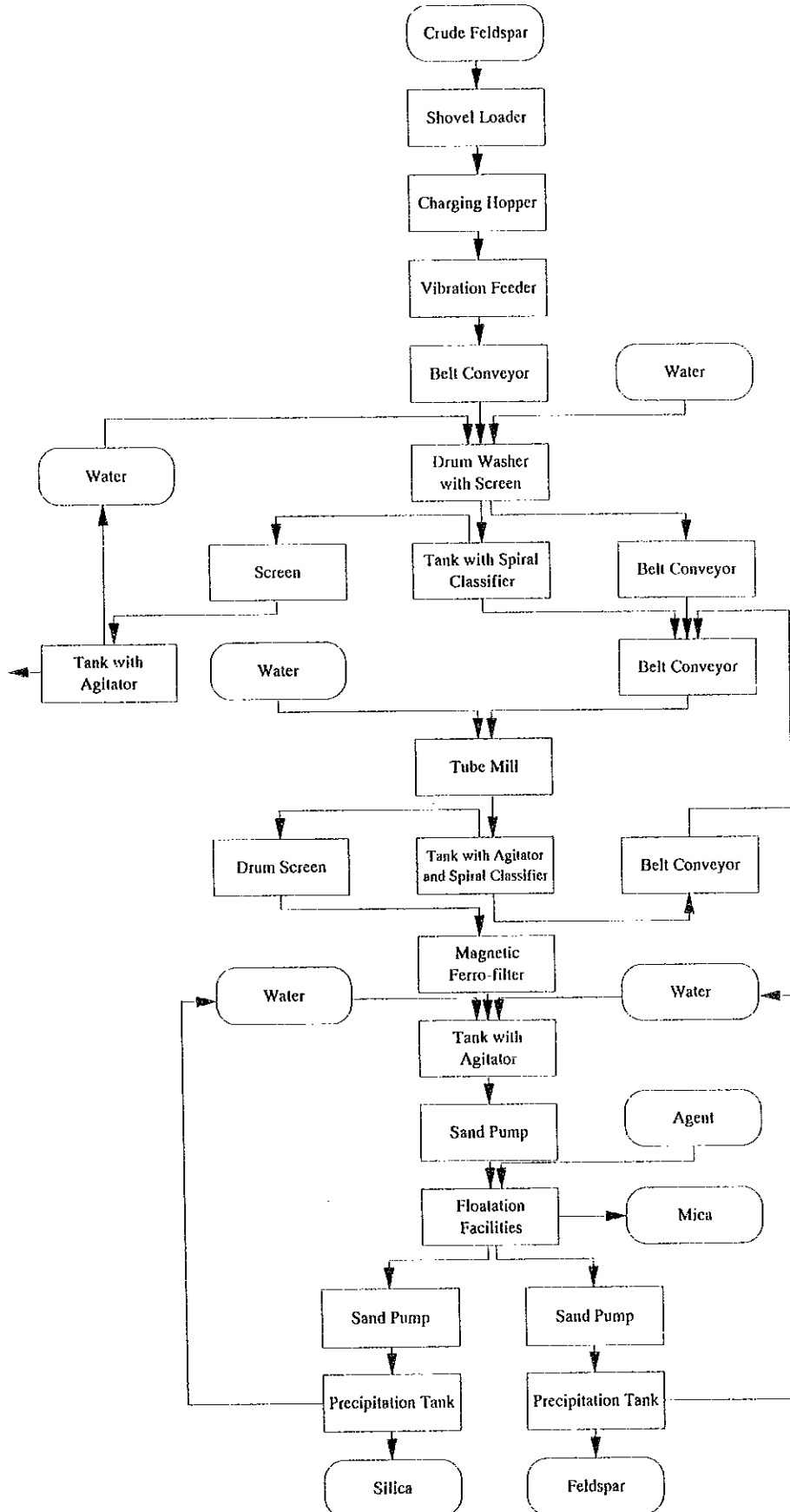


図5-6 Banjarmasinera 長石精製プロセス図 (25,000 t/y)

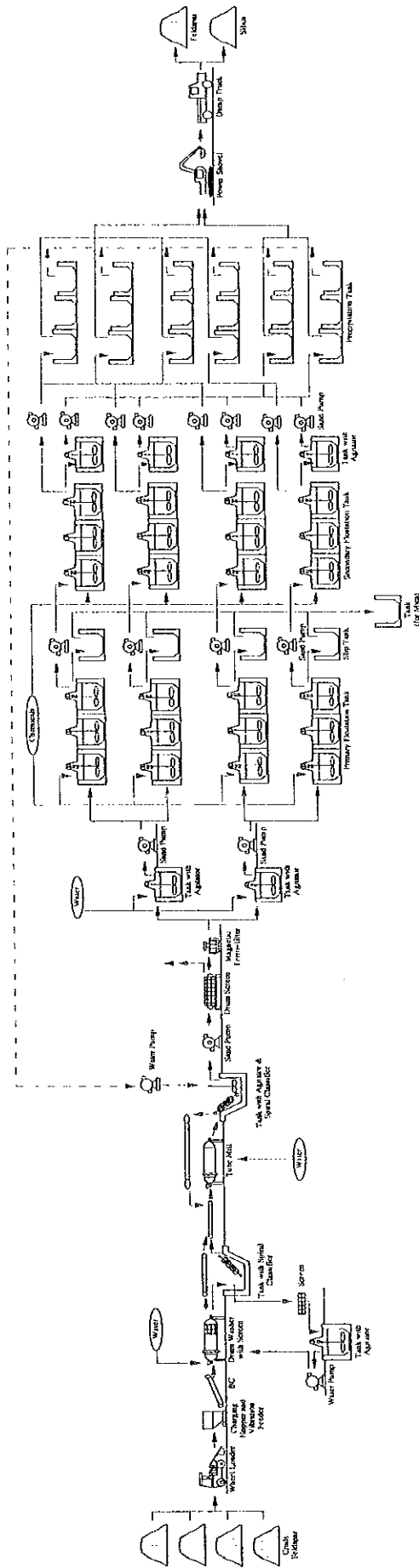


図5-7 坏土と釉薬調整プロセスフロー

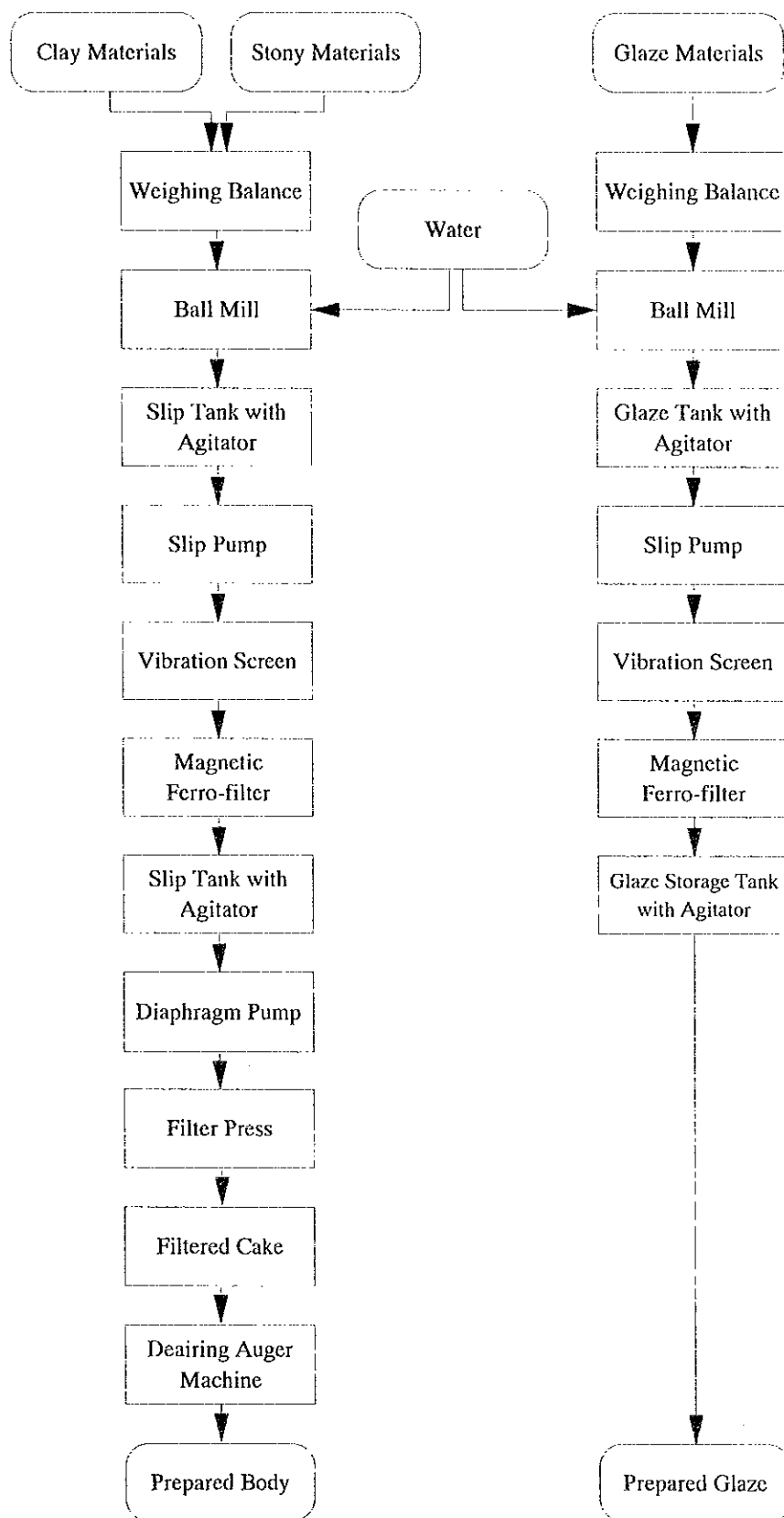
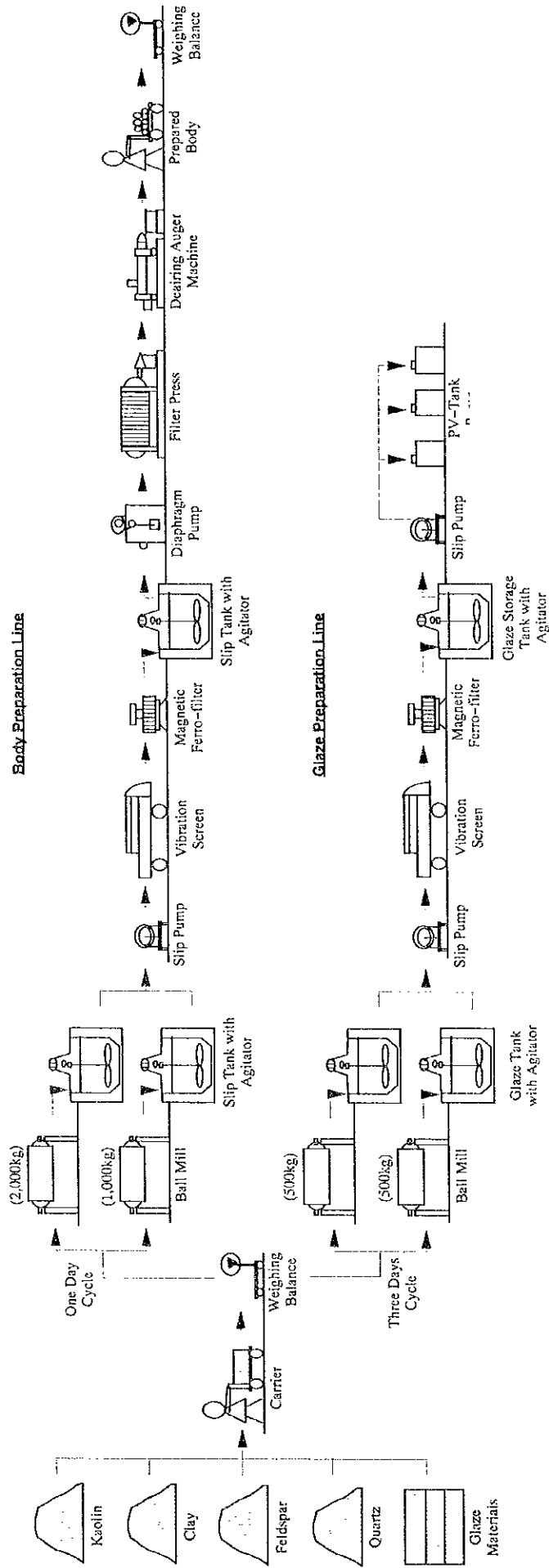


図5-8 坏土と釉薬調整プロセス図 (坏土 700t/y, 釉薬 70t/y)



6 セラミック原料開発にかかる研究開発・技術指導機関についての現状調査結果

6.1 窯業中央研究所

(Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik: BBK, Institute for Research and Development of Ceramic Industry: IRDCRI)

6.1.1 概要

BBK は 1922 年にオランダ政府の援助によりセラミック試験所としてバンドンに設立された。1950 年にセラミック研究所となり研究開発機能を充実した。1980 年の組織変更で工業省工業研究開発庁の下部組織となり、現名称の窯業中央研究所と改名した。

BBK の組織(図 6-1)は管理部の他、Heavy Ceramic 研究部、Fine Ceramic 研究部、Heavy Ceramic 開発部、Fine Ceramic 開発部の 4 部と図書室 (Library) 、工作室 (Workshop) で構成されている。

BBK の職員は総数 203 人 (表 6-1) で、内訳は管理部門 71 人、R/D 部門 132 人となっている。R/D 部門の内訳は Heavy Ceramic 研究部が 21 人、Heavy Ceramic 開発部が 37 人、Fine Ceramic 研究部が 25 人、Fine Ceramic 開発部が 36 人となっている。学歴別では大卒以上が 43 人、アカデミー卒(3 年制大学)が 15 人、高卒以下が 145 人となっている。専門別では Ceramic Engineer の博士が 1 人、同修士が 1 人、Chemistry の修士が 2 人、Technical Science の学士が 13 人、同アカデミー卒が 9 人、Social Science の学士が 13 人、同アカデミー卒が 2 人、Chemistry の学士が 8 人、同アカデミー卒が 2 人、Art の学士が 4 人の内容になっている。

6.1.2 活動内容

6.1.2.1 R/D 活動

・セラミック原料の精製と加工

セラミックやガラス工業に対する地質調査・評価による原料の総合評価。企業の製造に対する適用技術力の調査・評価。セラミック製品の製造のための原料や資源の適合性を、実験室またはパイロットプラント規模による立証試験の実施。

・製品の製造技術

構造材用粘土 (Structural Clay) 、セッター、耐火物等のセラミック製品の工業化に関する研究開発。

6.1.2.2 工業プロセス設計と Engineering 活動

・焼成炉と焼成設備関係

焼成炉の設計と建設。焼成炉や焼成設備の設置、最適化、強化。耐火物や断熱材の適用。温度制御システム、熱回収システム等の設計実施。

・技術援助関係

旧式セラミック工場の近代化を含め、資本投資プロジェクトのための技術および経済研究への支援。セラミックプラントの計画評価。セラミック分野における種々の技術援助やコンサルタント活動を実施。

6.1.2.3 試験・標準化・認証活動

品質管理システムに関するセラミック原料と製品の試験。装置・機械、試験方法、製品、原料の標準化。セラミック、ガラスおよびエナメル工場に対する品質システム認証試験。BBK 品質保証認証スキーム (Quality Assurance Certification Scheme: BBK-QACS) による ISO-9000 品質保証。BBK は工業省工業研究開発庁の No.13/BPPI/IX/1994 によって下記の製品に対する Module 1 経営システムの立証試験とサンプル製品の品質試験を義務付けられ、実施している。

セラミック建材:	特にタイル、煉瓦、屋根瓦、セメント、石灰等
衛生陶器:	特に浴槽、洗面器、大小便器
工業用製品:	特に磚子、繊維機械部品、耐火物、研磨材等
ガラス製品:	特にアンプル/試薬瓶、瓶、ガラスコップ、光学ガラス、安全ガラス、反射ガラス
珐瑯製品:	特に浴槽、調理用容器、工業用製品等
セラミック工場の装置および機械:	例えば煉瓦用プレス機、タイルプレス機、押し出し機等

BBK には粘土、長石、珪砂、カオリン、ドロマイト、酸化物等のセラミック原料の試験をする原料試験室がある。

BBK では、現在、(1) セラミックタイル試験室 (2) 食器試験室 (3) ガラス試験室 (4) 施釉屋根瓦試験室の 4 試験室が国家認定委員会によって試験機関として認定されている。各試験室の試験内容を下記に示す。

(1) セラミックタイル試験室

セラミックタイル製品、壁、床、花崗岩およびスプリットタイルの試験を実施する。

試験項目は、

- 寸法: 寸法、ばち、反り、側反り、ねじれ
- 機械特性: 耐摩耗性、曲げ強度、硬度
- 物理特性: 吸水性、耐貫入性、耐熱衝撃性
- 化学特性: 耐薬品性

(2) 食器試験室

食器製品、例えば皿、ボール、コップ等の試験を実施する。試験項目は、

- 機械特性: 衝撃強度、硬度
- 物理特性: 耐貫入性、耐熱衝撃性
- 化学特性: 鉛、カドミウムの溶出量

(3) ガラス試験室

ガラス製品の試験を実施する。試験項目は、

- 寸法: 寸法、形状、平滑度
- 物理特性: 耐紫外線性、耐熱性、耐湿性
- 機械特性: 衝撃試験機による耐衝撃性、落玉衝撃強度（鋼玉またはモデルテスト機）、耐スクラッチ性、破壊強度

(4) 施釉屋根瓦試験室

施釉屋根瓦製品の試験を実施する。試験項目は、

- 寸法
- 機械特性: 曲げ強度
- 物理特性: 吸水性、釉薬の耐熱衝撃性

6.1.2.4 教育・訓練活動

セラミック工場の運転者や監督の技術研修、工場管理者の経営研修、小企業の美術・工芸セラミック技術者の研修、セラミック工場の審査官の育成、企業の研究開発担当者の研修、小企業センターにおける小企業の技術診断等のサービスを実施している。

公式認定としては

Diploma 1 (D1): 本コース終了者にはセラミックの D1 資格を授与している。1991 年以来、毎年 30 人の卒業者をだしている。

Diploma 2 (D3): 本コースは General Ahmad Yani University との共同で、1992 年からスタート

させた3年制のコース。本コース終了者にはセラミックのD3資格を授与する。

6.1.2.5 出版活動

準科学雑誌として"Ceramic & Glass Technology Information" (Informasi Teknologi Keramik dan Gelas) を年4回発行している。学術雑誌としては"Journal of the Indonesian Ceramic and Glass"を年2回発行し、研究開発成果や技術情報の普及を図っている。

6.1.2.6 セラミック原料の研究開発実績

BBKの過去3年間(1992-94年)のセラミック原料の研究開発実績(表6-2)をみると92年にはクロマイト、カオリン質粘土と粘土の特性や加工法についての3件、93年には長石と粘土の特性と加工法についての2件、94年には地方の長石の活用法についての1件となっている。1件当たりの研究予算は700万ルピアから800万ルピア(約35万-40万円)で、研究期間は1カ年、担当者数は6人で実施するのが平均的なところである。セラミック原料の試験サーピスは、毎年500 Samplesを処理している。

6.1.2.7 セラミック原料の研究開発計画(1996-98)

セラミック原料の有効な活用法の研究開発、地方原料の活用法の研究開発、国家認定委員会によって認定されたセラミック原料試験室(Ceramic Raw Material Testing Laboratory)を設立すること、セラミック原料の物性や貯蔵に関するデータの収集等が計画されている。またR/Dの強化策として専門家の育成と試験機器の更新および新設を計画しているが予算不足から実施は困難である。

6.1.3 予算

BBKの過去3年間の予算(A)とセラミック原料・製品の研究・試験関連の予算(B)(表6-3)の推移をみると、予算(A)は3年間で約10億ルピアが14億4,000万ルピアと44%増加した。一方、セラミック原料・製品関連の予算(B)は約2億9,000万ルピアが5億7,000万ルピアと倍増し、少ない予算の中で注力されている。1994年の予算から研究所員の一人当たりの予算をみると、700万ルピア(約35万円)となり、施設の整備、試験設備の更新・新設等はほとんど行えない状態にある。

6.1.4 設備

BBK の総敷地面積は 1 万 4,910m² あり、この敷地に 10 棟の建物がある。建物の総床面積は 8,538m² となっている。試験設備を表 6-4 に示す。試験設備別の現状は次のとおりである。

(1) 化学分析

UV 分光光度計、AAS、炎光分光分析計、蛍光 X 線分析装置等を有しており、校正も月 1 回実施している。しかしながら、購入時期が 1974-82 年と古く、老朽化している。化学分析で最も基礎となる天秤は、すべて直視天秤であり、能率のよい電子天秤が 1 台もない。また、天秤が化学分析室内に置かれている。精密機器は化学薬品の蒸気で腐食され故障や精度を損なうことがあり、測定室と分析室は区分するなど機器の管理面の配慮が必要である。分析室のドラフトは自然対流型のためドラフト内の有害蒸気が室内に流れ出ている等、化学分析の常識を疑われる設備である。このことは、分析設備の更新とともに、分析技術者や管理者の再教育も必要であると思われる。

原料の成分分析は白金ルツボを用い、ガス加熱の重量法で分析しているが、ガス加熱では分析精度が悪い。白金ルツボの所有個数も少なく、分析能率も極めて悪い。蛍光 X 線分析装置は原料の構成元素を迅速、かつ大量に同定や定量ができる装置であるが、所有している設備は 80 年製で、旧式であるため、試料中の各元素の蛍光 X 線ピークと標準試料のピークを比較して手計算で、その含有量を決定している。従って、分析に時間を要し、精度も悪い。BBK への試験依頼件数が最も多いのが原料の化学分析であることから、分析効率精度向上のためには早急に蛍光 X 線分析装置の更新が望まれる。白金ルツボの数を増やし、性能のよい電気炉を購入することも必要である。

(2) 微構造試験

X-Ray 回折装置、SEM、IR Spectrometer を所有しているが、それぞれ設備年は、1978、82、83 年で 12-17 年前である。この中で X-Ray 回折装置はセラミック原料の結晶構造の解析に必須の機器である。現有の機器は旧式ではあるが、十分使用可能である。

(3) 熱分析

熱分析関係では DTA/TGA をはじめ、多くの機器を所有しているが、DTA が 1973 年と 20 年以上前の機器であり、その他の機器も一般に古い。DTA/TGA はセラミック原料の熱特性を知るうえで重要な機器であり、更新が望まれる。

(4) 光学試験

顕微鏡をはじめ、一通りの機器は揃っている。偏光顕微鏡、実体顕微鏡は古くて、手入れも不十分であり画像が不明確であるため更新が必要である。

(5) 機械試験

強度試験機 5 種を所有しているが、この中で 2 機種が使用不能である。

(6) 物理試験

物理試験は、セラミック建材などの最終製品の試験に必要な試験であり、これに要する機器は BBK の所有する機器の中でも 23 種と最も多い。しかし、Abrasion Tester や Vickers 硬度計が使用不能である。通常これらの機器は民間では所有しておらず、早急に修理、整備すべきである。

以上の機器はすべて日本、ドイツ等外国製の機器であり、全般に保守・点検不足のように見受けられる。一般に、外国製の機器は部品の調達や調整などが困難であるので日常の点検・整備についてはしっかりした基準を設けて、忠実に実行することが重要である。また今後、機器を更新する場合には、機器を設置する部屋の構造・環境等にも配慮する必要があるとともに、機器を取り扱う技術員の教育も実施しなければならない。また、技術員の健康を配慮したクリーンな試験室環境を作る必要がある。

6.1.5 技術協力

6.1.5.1 海外技術協力

日本の名古屋工業技術研究所、IIT (Institute for Transfer of Industrial Technology) との共同研究や研究者の交換交流実施している。

6.1.5.2 国内技術協力

鉱山・エネルギー省の鉱物技術研究開発センター (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral: PPPTM, The Mineral Technology Research and Development Center: MTRDC)、鉱物資源局 (Direktorat Sumberdaya Mineral: DSM, Directorate of Mineral Resources: DMR) と煉瓦、タイルの焼成用燃料として石炭を利用した省エネ技術の研究やセラミック原料の研究に関して共研を実施中。

Multi Various Industry の Directorate General と耐中・高電圧碍子の製造と設計。材木の引っ張り強度、圧縮、曲げ試験用の万能試験機の組立等の共研を実施している。

小規模工場の技術者の養成、品質管理、公共支援設備の設計、白磁器低電圧用碍子の材料開発等を中小企業の総局と共研を実施している。

Perum Perumnas (National Low Cost Housing Development) のために建築材料工業と建設工業間の相互協力プロジェクトを設置し、促進中。

ASAKI (Indonesian Ceramic Association) の技術者研修

Sobek 式無炎バーナを応用した石灰炉の開発を建築研究所 (Directorate for Building Research) と共研。

ホフマン燃焼炉の改良を PT. Super Bata Bricks Manufacturing と共同で実施。

小規模金属工場の熔融炉のライニングに使用した耐火煉瓦の再生法の開発を PT. Krakatau Steel Industry と共同で実施。

技術診断と原料資源の調査を鉱業省の South Kalimantan, West Nusa Tenggara, Aceh, Bali, West Java, Central Java, East Java の地方試験所と共同で実施

高電圧用碍子の製法開発を BPPT (Agency for the Assessment and Application of Technology) と共同で実施。

釉薬原料の適性調査研究を PT. Radian と共同で実施。

以上のごとく、国内技術協力については多くの公立研究機関や民間企業との共研が進められている。今後もこの協力体制を積極的に発展させ技術レベルの向上と技術の普及を図ることが必要である。また、この協力体制を活用して技術研究会を設立し、更に、学術協会へと発展させることが望まれる。海外技術協力についても、予算的制約が考えられるが、内容を重点化して積極的に展開し、自己技術の向上を図るべきである本調査の対象であるセラミック原料に関する重要なものとして、国内原料資源の地図化と原料関係のデータバンクシステムを設立し、実施していることが上げられる。特にセラミック原料のデータバンクについては、BBK と鉱