

2.2 平板ガラス製造設備の現状と問題点及び対策

2.2.1 原料、原料処理工程の現状と問題点及び対策

(1) 原料、原料処理工程の現状

1) 使用原料及び置場・処理設備のレイアウト

沈陽ガラス工場で使用する平板ガラス生産用原料は、珪砂、砂岩、苦灰石、マグネサイト、螢石、ソーダ灰、芒硝、カーボン、ガラス屑（カレット）の9種原料である。これらの原料の産地及び使用量実績は表 2.2.1.1に示す通りである。

各原料置場と処理設備の配置は図 2.2.1.1に示す通りである。また各原料の置場又は倉庫までの物流は下記の通り実施される。

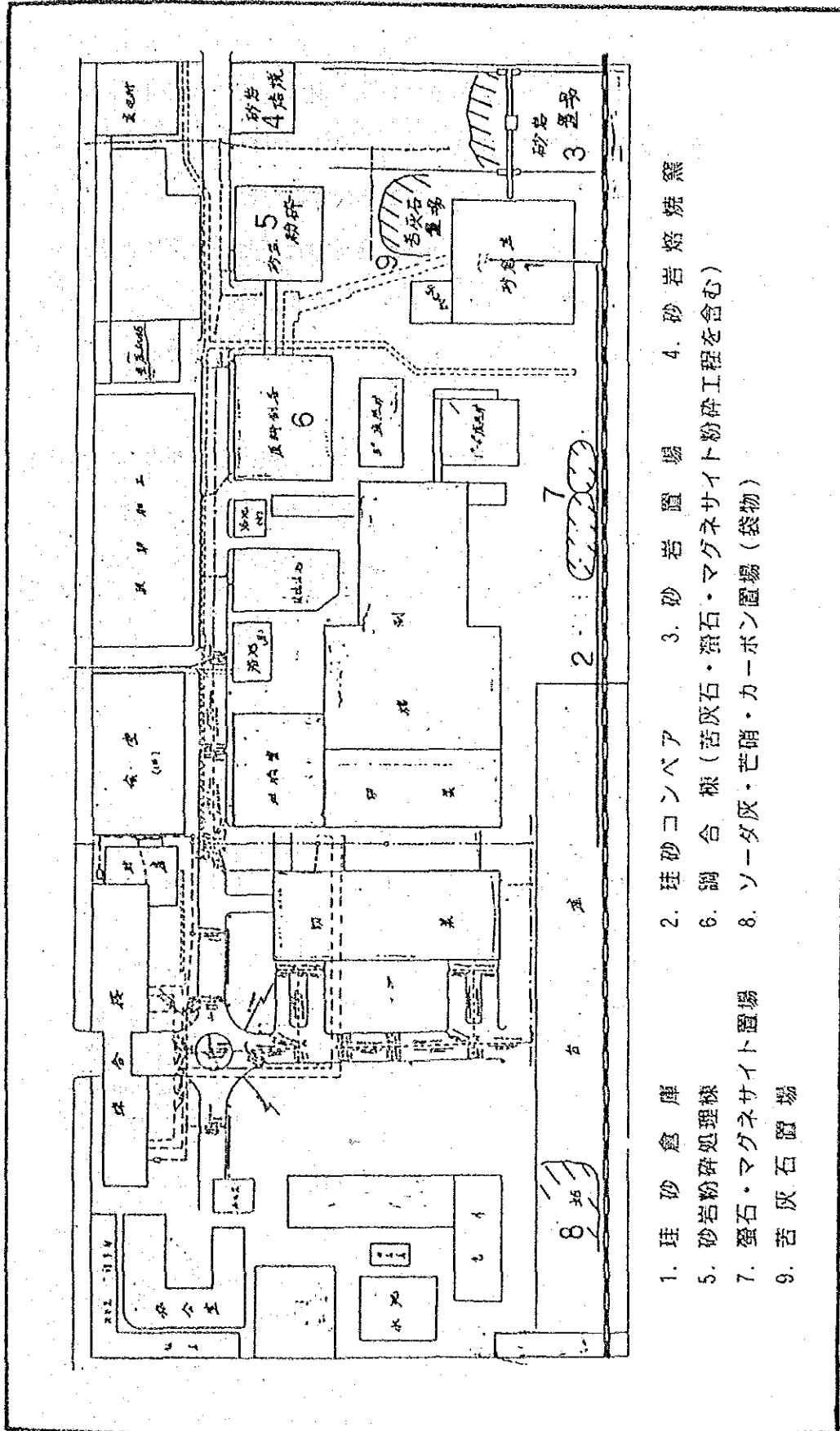
珪砂	貨車→ベルトコンベア →倉庫内自走コンベア→珪砂倉庫積付け
砂岩	貨車→ショベルカー→砂岩置場
苦灰石	貨車→バケット→ホイストクレーン →苦灰石置場
ソーダ灰 ・芒硝	貨車→バケット→クレーン→置場
マグネサイト ・螢石	貨車→ショベルカー→置場
カーボン	貨車→フォーク車→置場

各原料の置場、倉庫の状況を写真 2.2.1.1～ 7に示す。

表 2.2.1.1 原、燃、材料使用実績、調達先並に輸送方法

材料名称	硅砂	砂岩	ソーダ灰	苦灰石	芒硝	マグネサイト	螢石	重油	木材
単位	t	t	t	t	t	t	t	t	t
1981年	40,049	30,517	17,782	15,114	3,389	1,535	1,145	37,380	10,273
1982	34,023	25,984	14,922	13,505	2,769	915	836	32,275	7,613
1983	37,041	33,731	17,536	15,852	3,080	1,146	987	36,240	6,542
1984	38,637	33,627	17,659	15,382	3,283	1,404	1,203	36,197	6,542
1985	33,659	29,005	15,816	13,675	2,613	1,415	1,061	34,723	4,973
調達方法	(市建材公司) 自由購買	自由購買	国家分配	(市建材公司) 自由購買	省分配	自由購買	自由購買	国家分配	国家分配
調達先	内蒙衙門營紙	本溪紙	大連化工廠	大連金縣	遼寧營口丹東 山西運城	英落マグネ サイト紙	内蒙 赤峰螢石紙	撫順石油公司	吉林、黑龍江 林業局
標準在庫量	9,900	2,490	1,051	1,648	900	350	330	2,882	2,500
輸送方法	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道	鉄道

図 2.2.1.1 原料置場及び原料処理設備レイアウト



2) 原料処理工程及び処理設備仕様

a) 珪砂

珪砂は内モンゴル産の砂漠の砂を使用している。品質的には粘土成分の含有量多く Al_2O_3 、 Fe_2O_3 成分が多く含まれる。又、それら成分の変動は大きく良質な珪砂原料とは言えない。輸送についても無蓋車による長距離輸送のため途中降雨による水分含有量の増加、異物粉じんの混入などが予想される。

珪砂の処理工程及び設備の使用は下記の通りである。

倉庫

8 m 高×1100 m：最大収容能力約7000トンで3ヶ月分の収容能力。先入後出システムで30年来の旧式のものである。

↓

ショベルカー

↓

ベルトコンベアー

↓

φ 250 バケツエレベーター

↓

平面振動篩

900×2000 2台 篩目：4メッシュ

↓

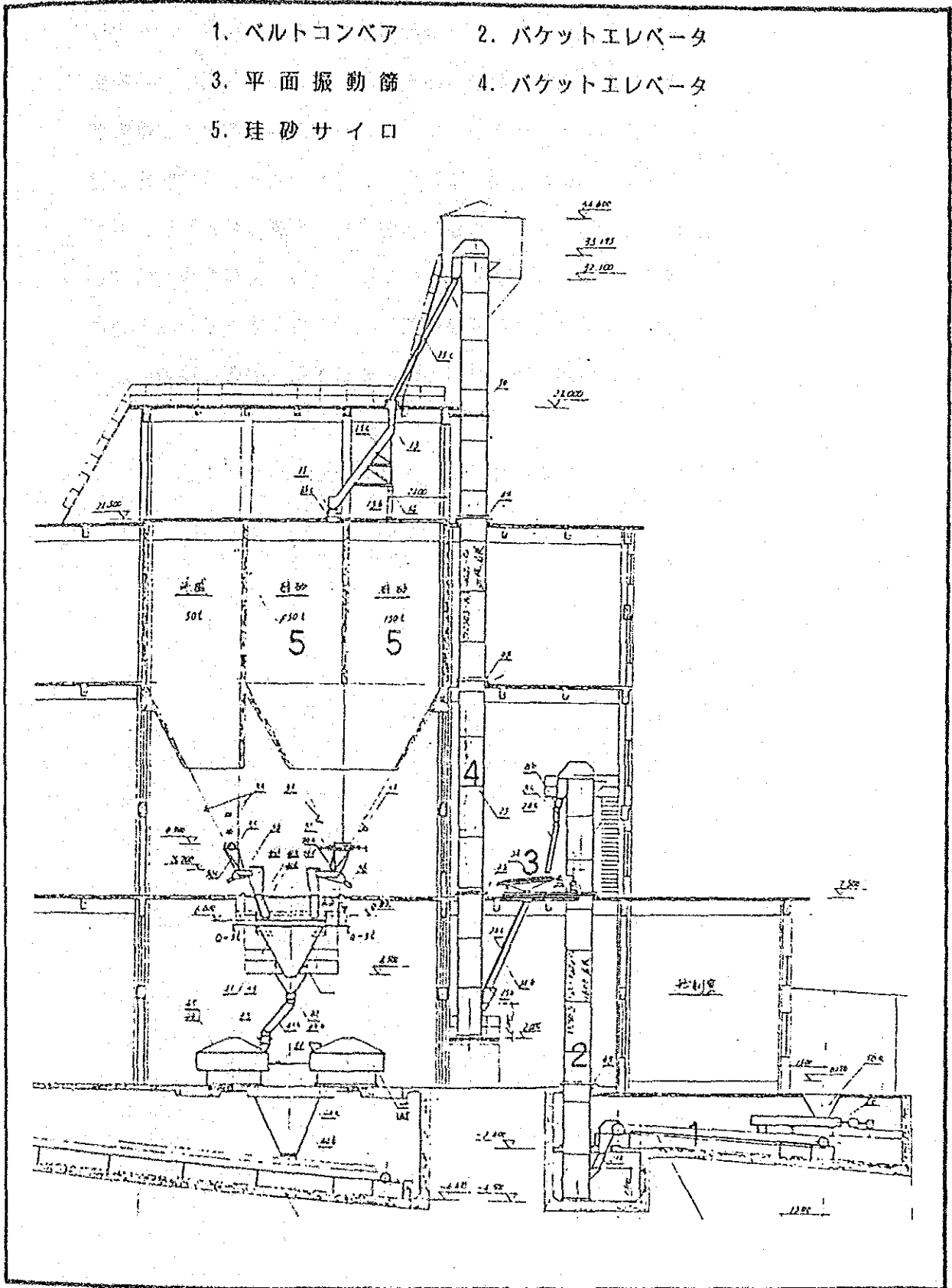
φ 250 バケツエレベーター

↓

珪砂サイロ

容量 150トン×2基トータル 300トン

図 2.2.1.2 珪砂搬送施設レイアウト



b) 砂岩

砂岩は沈陽ガラス工場所有の本溪鉄山で採鉄。鉄道にて（約2時間）輸送される。硬さは砂岩としてはやや硬目、珪石よりは軟かいものと思われる。品質的には鉄分がやや高いものの良質な純度のものといえる。粉碎前にレンガ積みなたて型焙焼炉にて約1450℃に加熱後、水により急冷することにより粉碎を容易化している。しかしながら焙焼炉レンガ損傷によるレンガ屑が原料砂岩中に混入する恐れもある。一方、直接粉碎を目的として設備増強された乾式粉碎処理設備も昨年末から稼働を開始しているが直接粉碎についてはいまだ本格的順調な稼働には至っていない。

砂岩の処理工程及び設備仕様は下記の通りである。

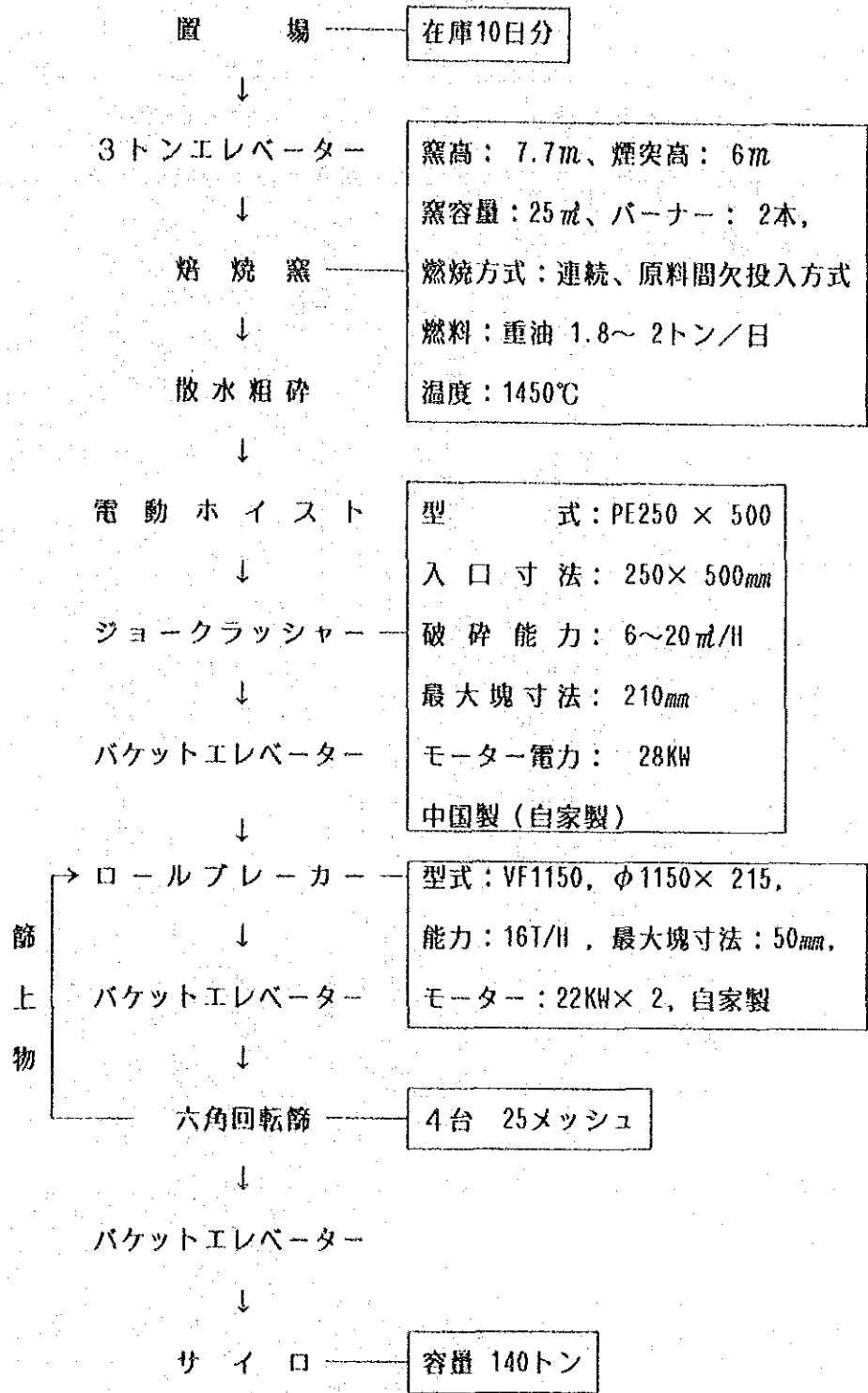
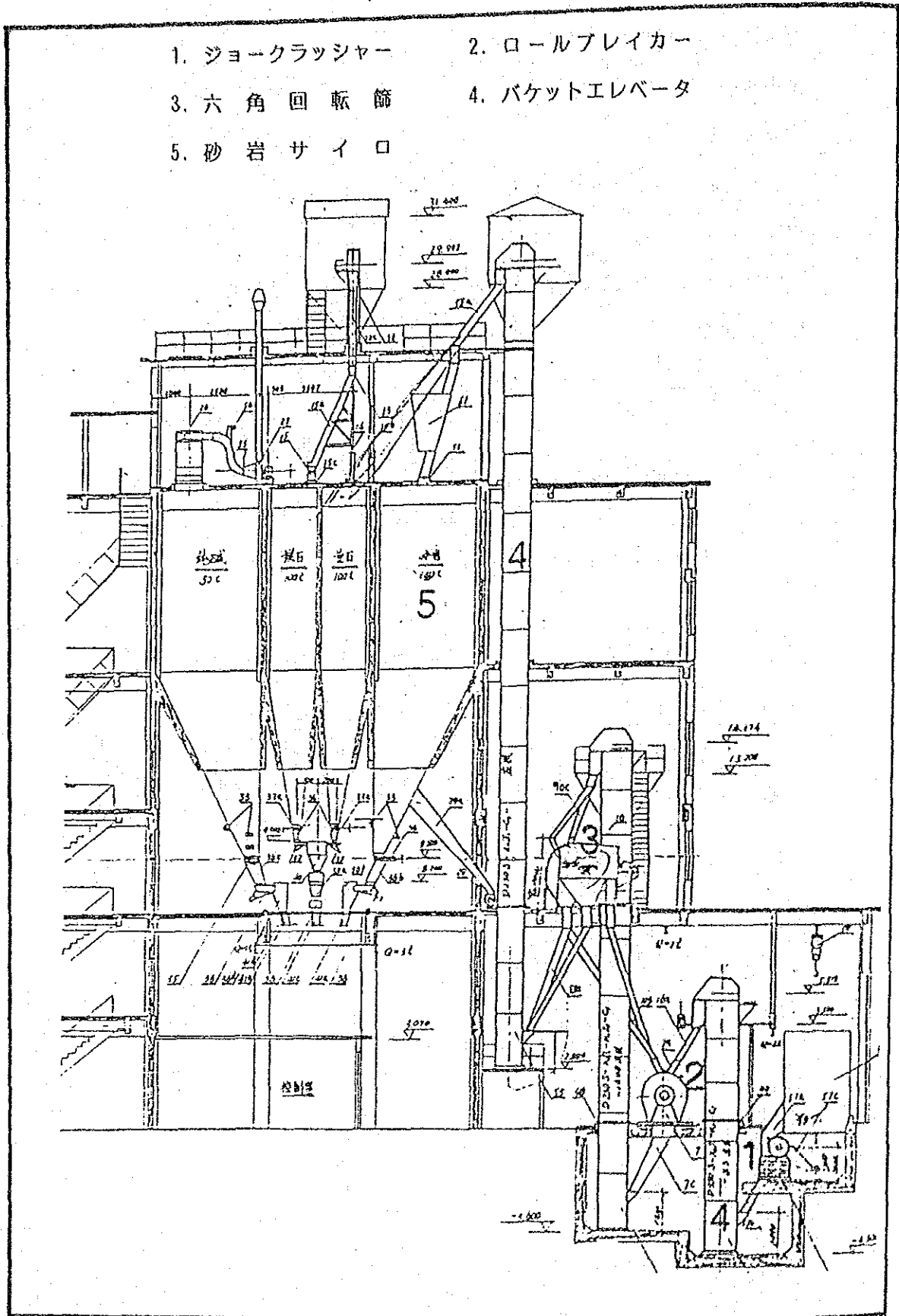


図 2.2.1.3 砂岩処理工程図

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. ジョークラッシャー | 2. ロールブレイカー |
| 3. 六角回転篩 | 4. バケットエレベータ |
| 5. 砂岩サイロ | |



c) 苦 灰 石

苦灰石は遼寧省甘里台鉱山より鉄道輸送される。品質的には鉄分、アルミナ分の含有率はやや多いが、MgO、CaO含有率は安定しており満足できるものである。苦灰石置場は十分に整備されたものとは言えない。苦灰石の処理工程及び設備使用は下記の通りである。

置 場

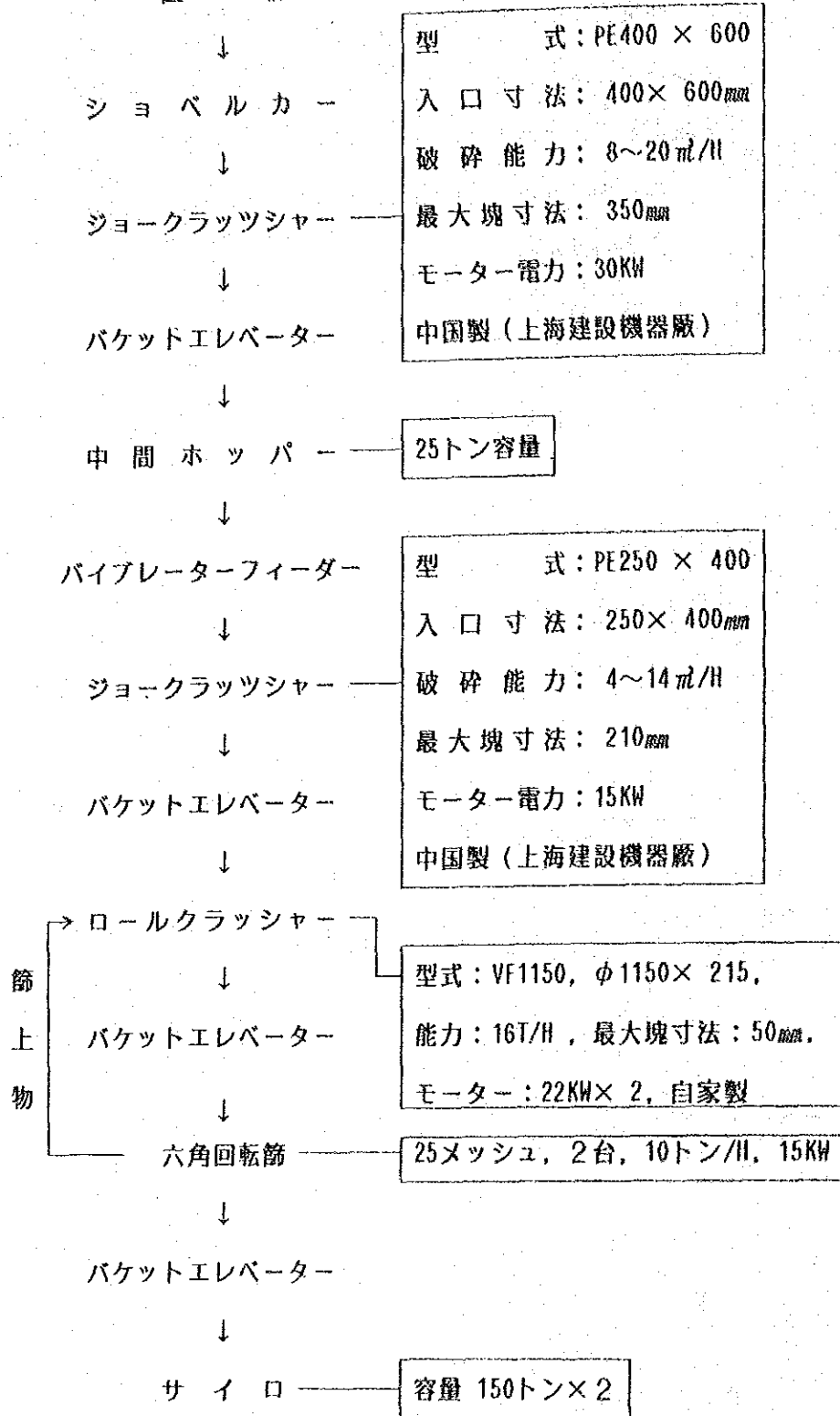
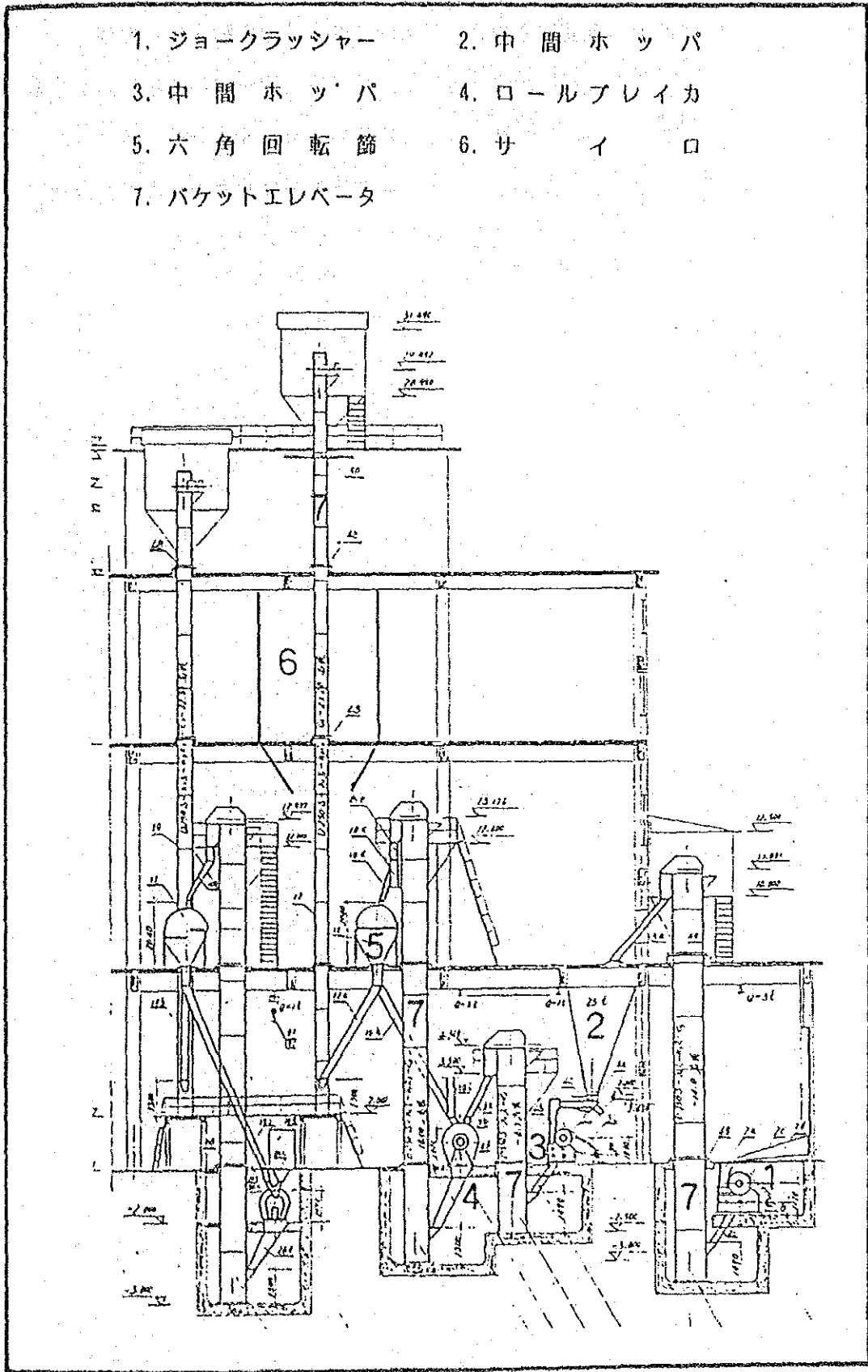


図 2.2.1.4 苦 灰 石 粉 碎 工 程 図

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. ジョークラッシャー | 2. 中 間 ホ ッ パ |
| 3. 中 間 ホ ッ パ | 4. ロールブレイカ |
| 5. 六角回転篩 | 6. サ イ ロ |
| 7. バケツエレベータ | |

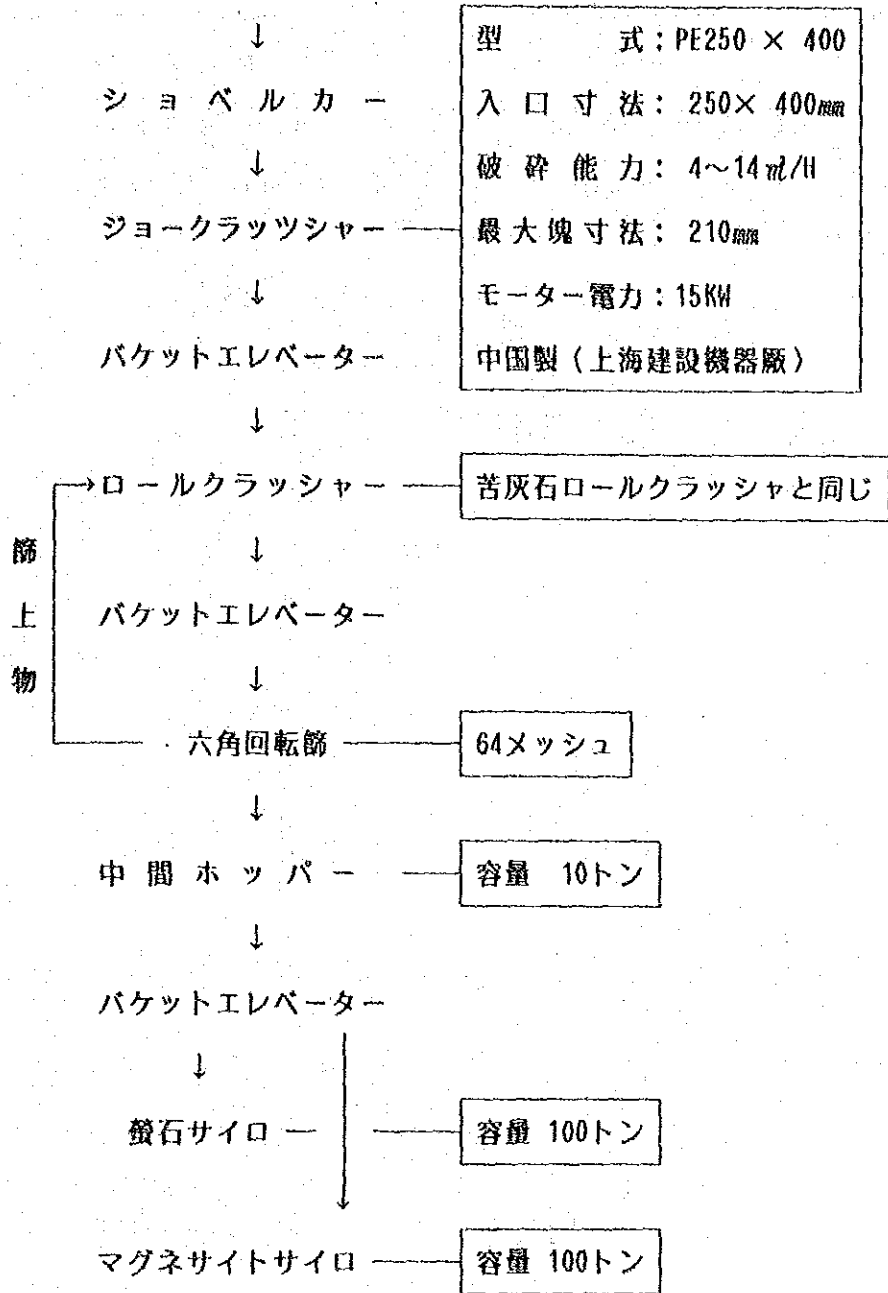


d) 螢石・マグネサイト

螢石及びマグネサイトはガラス組成の調整及び清澄促進の目的で少量使用される。品質的には成分の変動大きく良好なものとは言えない。又、置場は珪砂コンベアーの脇に臨時的に用意されたもので異物混入の可能性もあり、好ましくない。

螢石とマグネサイトの粉碎処理工程は共用のもので交互使用されている。工程及び設備仕様を以下に記述する。

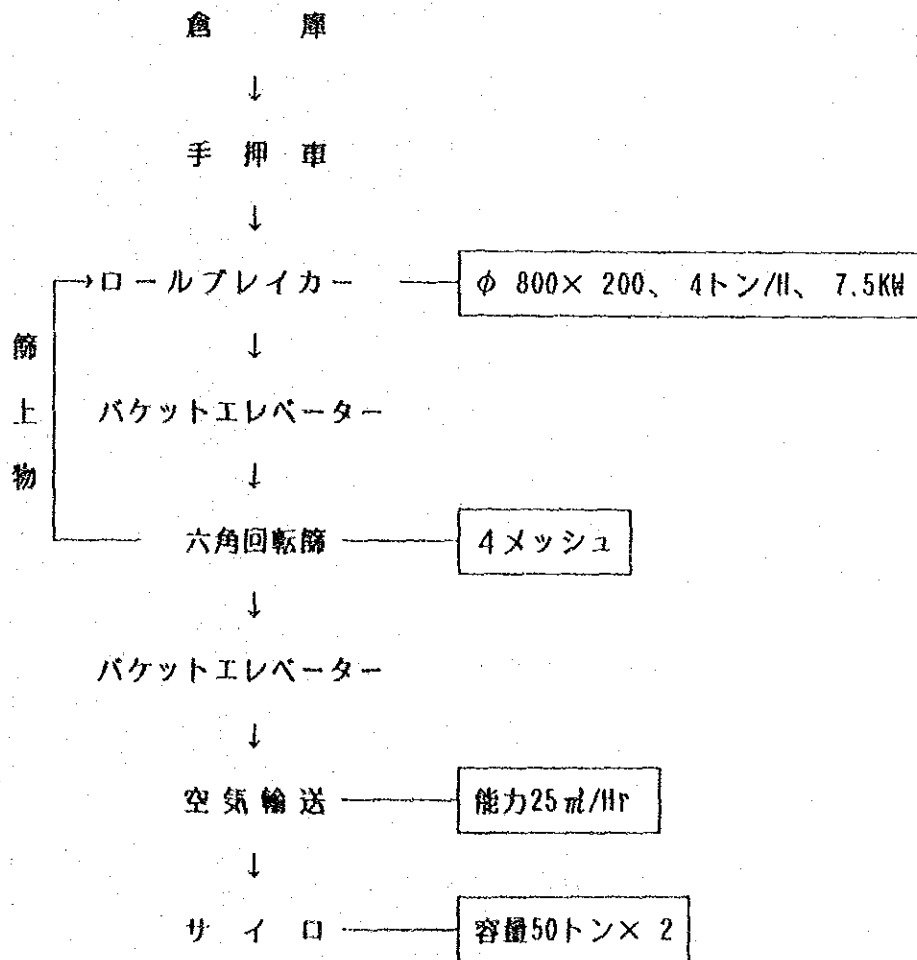
置 場



0) ソーダ灰

ソーダ灰は大連化工廠より購入の化成灰を使用している。約40Kg詰の袋物で倉庫内に山積みされている。保管状態は悪く、袋が破れてソーダ灰がこぼれているものが散見される。保管期間の長短により吸湿の程度に差があり、使用時の水分パーセントの変動をきたしている。また、いわゆる粒灰でなく吸湿しやすいものと思われる。

ソーダ灰の搬送、処理工程は次の通りである。



f) 芒 硝

芒硝はソーダ灰同様袋物で倉庫に保管されているが保管状態は良好ではない。品質的には不純物成分の含有も多く、又、水分の含有率も高い。このため Na_2SO_4 含有率低く、その変動も少ない。

芒硝の処理、搬送工程は次の通り。

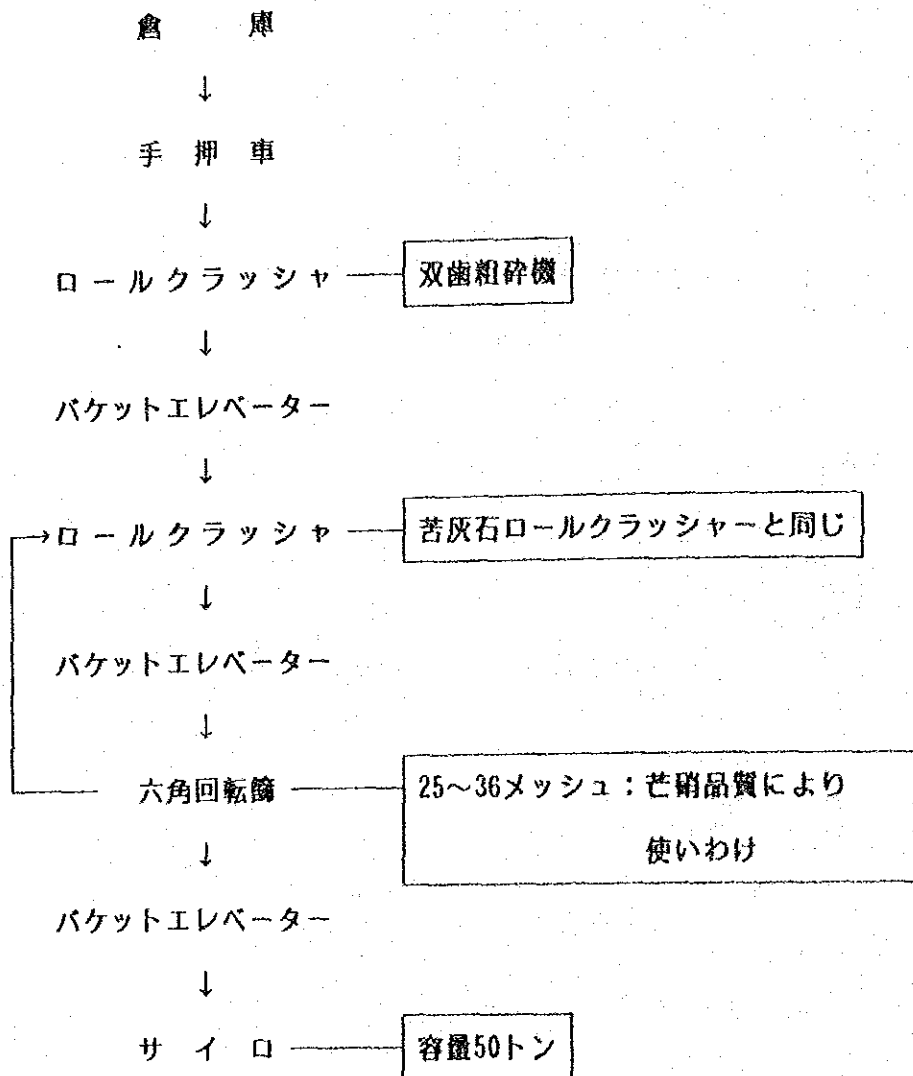
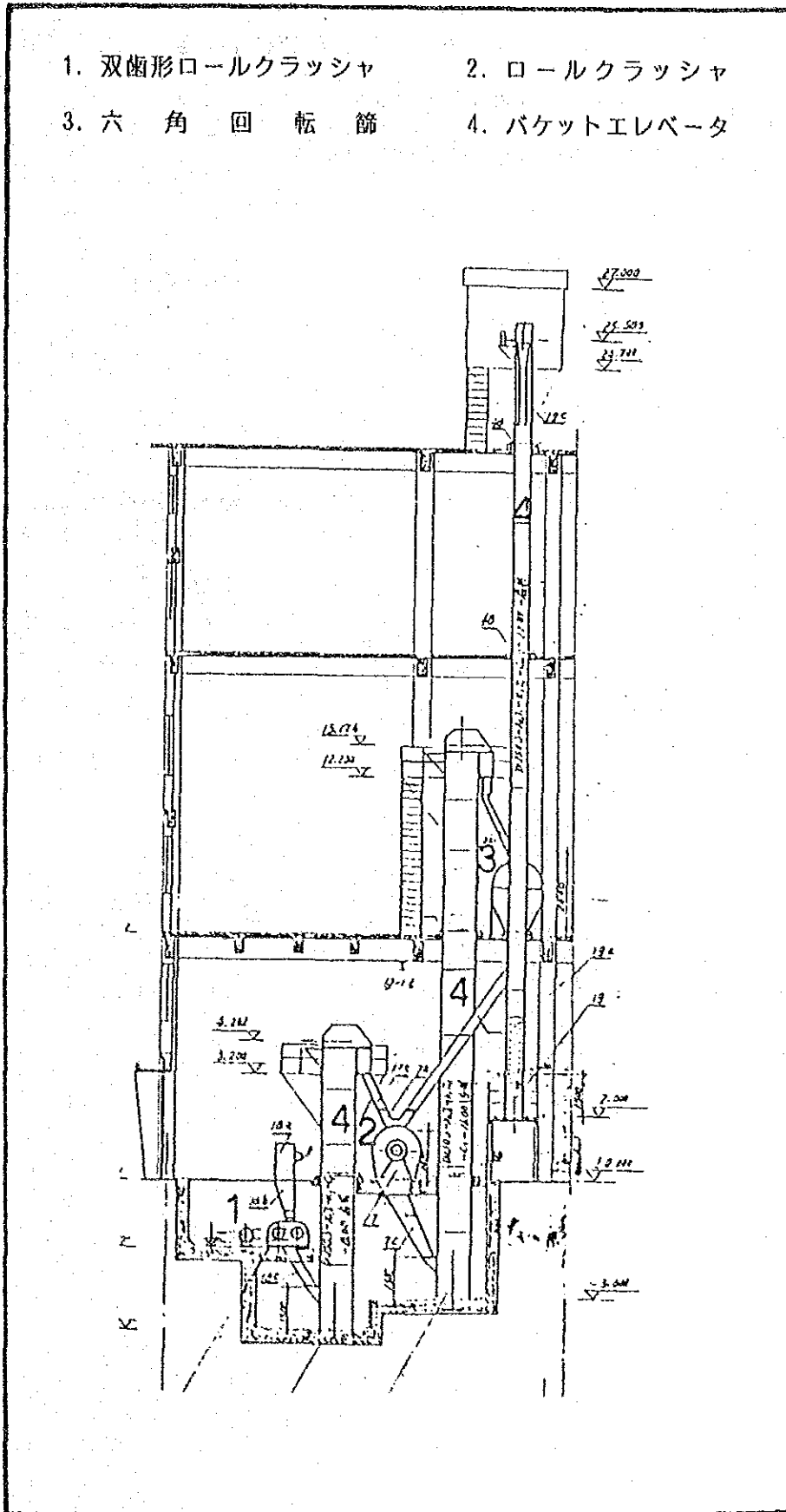


図 2.2.1.6 芒硝処理工程図

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 双歯形ロールクラッシャ | 2. ロールクラッシャ |
| 3. 六角回転篩 | 4. バケットエレベータ |



g) カーボン

カーボンは固定炭素少なく揮発成分が多い。また灰分含有量も多いので良質なものとはいえない。

粉碎処理工程は次の通りである。

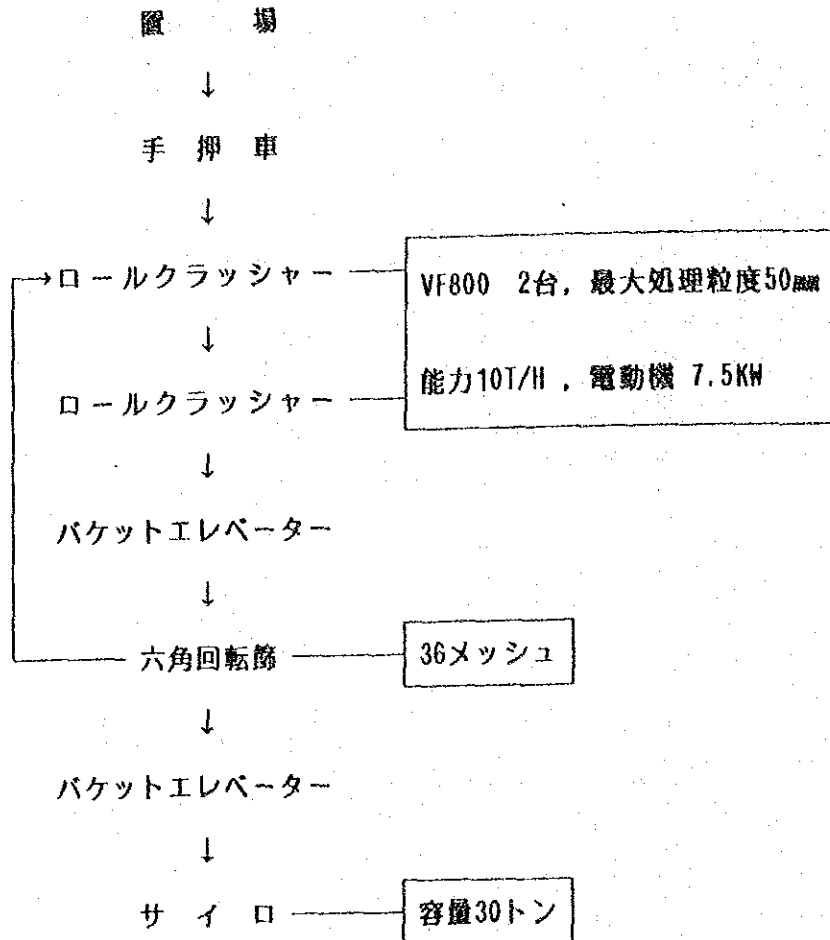


表 2.2.1.2 原料系統別粉砕設備および調合設備一覧表

1. 砂岩系統

№	機器名称	数量	能力	備考
1	ジョー・クラッシャー	1	6T/H	自家製、入口寸法 250×500、22KW
2	籠型ローラークラッシャー	1	16T/H	籠型ローラー1150φ×215、22KW×2台
3	六角籠	2	10T/H	1100φ×2000、1.5KW
4	バケットエレベーター	1	42㎡/h	D350×9.3m高、7.5KW
5	バケットエレベーター	1	21.6㎡/h	D250×17.08 m高、5.5KW
6	バケットエレベーター	1	21.6㎡/h	D250×27.28 m高、7.5KW

2. 苦灰石系統

No.	機器名称	数量	能力	備考
1	ジョー・クラッシャー(大)	1	8~20 π /h	400 \times 600、30KW
2	ジョー・クラッシャー(小)	1	4~14 π /h	250 \times 400、15KW
3	籠形ローラークラッシャー	1	16T/H	1150 ϕ \times 215、22KW \times 2
4	六角篩	2	10L/h	1100 ϕ \times 2000、1.5KW
5	バケットエレベーター	1	42 π /h	D350 \times 6.3 π 高、7.5KW
6	バケットエレベーター	1	42 π /h	D350 \times 14.8 π 高、10KW
7	バケットエレベーター	1	21.6 π /h	D250 \times 16.08 π 高、5.5KW
8	バケットエレベーター	1	21.6 π /h	D250 \times 27.28 π 高、7.5KW
9	六角篩	1	10T/H	1100 ϕ \times 2000、1.5KW

3. 蛍石、マグネサイト系統

№	機器名称	数量	能力	備	考
1	ジヨ-クラッシャー	1	4~14 m^3/h	250×400、15KW	
2	籠形ローラークラッシャー	1	16T/H	1150 ϕ ×215、22KW×2	
3	六角節	1	10T/h	1100 ϕ ×2000、1.5KW	
4	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×16.08 m高、5.5KW	
5	バケットエレベーター	1	42 m^3/h	D350×9.3m高、7.5KW	
6	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×27.28 m高、7.5KW	

4. 煤粉系統

No.	機器名称	数量	能力	備	考
1	籠形ローラクラッシャー	1	4T/h	800φ×200、7.5KW、彈壁式	
2	六角	1	10t/h	1100φ×2000、1.5KW	
3	バケットエレベーター	1	21.6m ³ /h	D250×17.28 m高、5.5KW	
4	バケットエレベーター	1	21.6m ³ /h	D250×22.88 m高、7.5KW	

5. 芒硝系統

No.	機器名称	数量	能力	備	考
1	シングルロールクラッシャー	1		500φ×540、7.5KW	
2	バケットエレベーター	1	21.6m ³ /h	D250×8.08 m高、7.5KW	
3	バケットエレベーター	1	21.6m ³ /h	D250×22.88 m高、7.5KW	
4	籠形ローラクラッシャー	1	16T/h	1150φ×215、22KW×2	
5	六角	1	10t/h	1100φ×2000、1.5KW	

6. 珪砂系統

No.	機器名称	数量	能力	備	考
1	スクリーコンベヤー	1		G×200、3KW	
2	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×16.08 m 高、5.5KW	
3	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×30.48 m 高、7.5KW	
4	水 平 振 動 篩	1		900×200、3KW	

7. ソーダ灰系統

No.	機器名称	数量	能力	備	考
1	ソーダ灰荷空け設備	1		1010×1220×700 mm	
2	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×10.48 m 高、3KW	
3	バケットエレベーター	1	21.6 m^3/h	D250×6.88 m 高、3KW	
4	籠形ローラークラッシャー	1	4T/H	800 ϕ ×200、7.5KW×軍壁式	
5	六 角 篩	1	10 t/h	1100 ϕ ×2000、1.5KW	

8. カレット系統

No.	機器名称	数量	能力	備考
1	バケットエレベーター	1	21.6 ㎡/h	D300×24.66 ㎡高、10KW
2	電磁振動フィーダー	1	10t/h	130W

9. 調台系統

No.	機器名称	数量	能力	備考
1	電磁振動フィーダー	4		DZ4型、450W、苦灰石、珪砂、砂岩、ソーダ灰用各1台
2	電磁振動フィーダー	4	水平：50t/h 10° 傾斜：70t/h	GZ4型
3	電磁振動フィーダー	4	10t/h	DZ2型、130W、螢石、マグネサイト、芒硝、煤粉用各1台
4	バケットエレベーター	1	40 ㎡/h	D350×15.3 ㎡高、10KW
5	製 台 機	2	15000	強制攪拌型、コンクリートミキサー、固定式、55KW
6	秤 量 機	1	最大 1,000kg	ZPC-4型多品種自動秤量式、感度 1/5000 計量精度 静態：±1/1000、動態：±1/500 軽載所用時間 500g：50秒

3) 各原料の品質規格と受入管理

原料品質規格は表 2.2.1.3に示す通りである。原料品質の納入側に対する要求内容は十分に詳細なものとは言えず、納入側からの品質データの提供は原則的にはない。又、工場側においても原料品質をチェックする体制、方法に関する詳細な規定の整備はなされていないようである。実際、受入原料が品質規格を満足しないケースがデータの上から時々見受けられる。

表 2.2.1.3 原料受入品質基準

原 料	産 地	成 分	粒 度	外 観
珪 砂	内蒙衙門營	SiO ₂ 90%以上 FeO ₃ 0.33 %以下	0.25 ~8 m/m : 70%以上	・黄色味を帯びた白色。 ・粉状雑物を含まないこと。
砂 岩	遼寧省本溪	SiO ₂ 99%以上 FeO ₃ 0.2%以下	100~350 m/m	・表面は赤皮を帯びないこと。 ・その他雑物を含まないこと。
苦 灰 石	遼寧省甘里台	CaO 30%以上 MgO 18%以上 Fe ₂ O ₃ 0.2%以下	100~300 m/m	・灰色塊、色が均一のこと。 ・他の鉱物を含まないこと。 ・その他雑物を含まないこと。
マグネサイト	遼寧省海城	MgO 43%以上 Fe ₂ O ₃ 0.2%以下	100~300 m/m	・白、或いは紫色。 ・雑物を含まないこと。
螢 石	内蒙四合永	CaF ₂ 85%以上 Fe ₂ O ₃ 0.2%以下	50~100 m/m	・緑色或いは紫色。 ・雑物を含まないこと。
ソーダ灰	遼寧省 大連化工廠	Na ₂ CO ₃ 98.5%以上 NaCl 1 %以下	粉 状	・袋詰、白色粉末 ・固結していないこと。
芒 硝	遼寧省 營口(主) 丹東(副)	95硝 : Na ₂ SO ₄ 95%以上 (營口) 85硝 : Na ₂ SO ₄ 85%以上 (丹東) NaCl 1.0%以下 Fe ₂ O ₃ 0.1%以下 不溶性物質 3%以下	粉 状	
燐 粉	遼寧省 田師付	C 60%以上		
カレット	自家			・清潔 ・雑物のないこと。

- * 規格にあわないものは返品する。
- * 入庫分析はしていない(メーカーの分析を信用している)。
- * 使用前には原則として分析している。
- * 鉱山を毎年調査し、鉱脈の変化を管理している。

4) 珪砂水分変動状況

使用時珪砂水分%は原則として1直(8時間)1回測定実施している。水分変動が多くなれば逐次測定頻度を増し1直(8時間)3回以上測定することも少なくないようである。特に冬季においては珪砂が氷結塊化することを防止する目的で蒸気を倉庫内で多量に使用するため、水分変動は大きくなる傾向がある。珪砂水分測定データを表 2.2.1.4～5に示す。

表 2.2.1.4 1985年 4月珪砂水分変動状況

日	珪砂水分測定値 (%)					日内変動 (%)
1	5.2	5.2	5.3	5.2		0.1
2	4.2	6.5	6.6	6.1		2.3
3	4.6	6.9	6.9	5.8	5.8	2.3
4	4.5	3.7	3.7	4.0		0.8
5	5.8	4.8	4.8	5.0		1.0
6	4.8	4.7	4.7			0.1
7	3.3	6.0	5.8			2.7
8	4.5	5.2	5.4	5.4	4.7	0.9
9	4.2	4.4	3.9	4.3		0.5
10	4.0	4.4	6.0	6.0		2.0
11	4.0	5.3	5.3	6.0	6.0	2.0
12	4.3	5.8	5.8	6.1		1.8
13	4.2	5.6	5.6	5.8		1.6
14	4.7	5.1	5.2			0.5
15	4.2	6.1	5.3	5.3	5.2	1.9
16	4.2	6.2	6.2	5.4	5.4	2.0
17	5.0	6.2	6.4	6.4	6.1	1.4
18	4.3	4.7	5.7			1.4
19	4.0	5.5	5.5	4.7		1.5
20	4.4	5.9	5.9	5.6		1.5
21	4.1	4.1	5.0	5.0		0.9
22	4.2	5.0	5.0	4.8		0.8
23	4.2	5.3	5.3	5.3		1.1
日 内 変 動 平 均						1.35 %

表 2.2.1.5 1986年 1月珪砂水分變動狀況

日	珪砂水分測定値(%)								日内變動(%)
13	5.2	5.2	5.3	5.2	5.2	5.2	5.3	5.2	0.1
14	5.5	5.2	4.5	7.3	6.9	7.2	6.0	5.7	2.8
15	5.3	5.6	6.1	5.3	5.1	5.3	4.9	5.2	2.8
16	5.1	6.2	5.6	4.6	5.0	5.6	5.7	5.1	1.2
17	5.6	5.8	8.0	7.4	6.8	7.2	7.4		2.4
18	5.5	5.2	7.2	6.4	5.4	5.2	5.3		2.0
19	5.3	5.0	6.9	6.4	6.6	6.3			1.9
日内變動平均									2.06 %

5) 珪砂組成と成分変動

珪砂組成分析値を表 2.2.1.6に示す。珪砂中に含有される粘土質成分が多く、このためとりわけ Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の含有量が多い。又、それら成分の変動も少なくない。

表 2.2.1.6 珪砂組成分析値

日	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	HgO (%)	R ₂ O (%)
1985. 4. 1	90.67	4.80	0.34	0.29	0.08	
4	89.90	5.13	0.36	0.31	0.12	
6		5.23	0.36			
8	90.25	5.07	0.32	0.29	0.12	3.37
11		4.99	0.31			
15	90.40	5.06	0.35	0.29	0.13	
18	89.74	5.22	0.36	0.29	0.13	
19		4.85	0.31			
22	90.38	5.00	0.33	0.28	0.11	
25	90.23	5.07	0.31	0.31	0.12	
1985.11. 1		5.01	0.31			
4	90.21	5.02	0.31	0.50	0.06	
6		5.06	0.31			
8		4.97	0.31			
11	90.09	5.16	0.32	0.41	0.06	
13		5.28	0.31			
15		5.14	0.31			
18	90.26	5.33	0.30	0.42		
20		5.25	0.30			
22		5.09	0.31			
25	89.99	5.31	0.30	0.46	0.02	
27		5.14	0.33			
29		5.15	0.31			
1985.12. 2	90.56	4.83	0.27	0.33	0.06	
4		4.92	0.28			
6		5.10	0.28			
9	90.82	4.91	0.30	0.40		
11		5.03	0.32			
13		5.18	0.29			
16	90.46	4.99	0.26	0.41	0.07	
20		4.95	0.32			
23	90.69	5.02	0.32	0.37	0.08	
25		5.00	0.31			
27		5.20	0.30			
29	90.43	5.03	0.31	0.33	0.06	
χ	90.32	5.07	0.313	0.356	0.087	
σ	0.29	0.13	0.023	0.067	0.033	
持帰りサンプル	90.01	5.16	0.32	0.18	0.02	3.37

6) 各原料の水分変動状況

各使用原料の水分変動状況を表 2.2.1.7に示す。倉庫保管状態は決して良好なものとはいえず、保管期間中の吸湿によるソーダ灰の水分変動が著しい。

表 2.2.1.7 各原料水分変動状況

日	砂 岩 (%)	苦 灰 石 (%)	マグネサ イト (%)	螢 石 (%)	ソーダ灰 (%)	芒 硝 (%)	カーボン (%)
1986. 1. 13	0.3	0.9	0.2	0.3	1.2	0.4	4.3
	0.5	1.0	0.2	0.3	2.5	0.5	4.7
	0.2	0.9	0.2	0.3	1.7	0.5	4.5
14	0.3	0.7	0.2	0.3	1.2	0.3	4.5
	0.4	0.6	0.2	0.3	0.6	0.4	4.6
	0.2	0.5	0.2	0.3	2.5	0.7	4.4
15	0.4	0.6	0.2	0.3	0.4	0.4	4.6
	0.3	0.8	0.2	0.3	0.7	0.5	4.7
	0.3	0.8	0.2	0.3	0.8	0.5	4.1
16	0.5	0.9	0.2	0.3	0.8	0.4	4.7
	0.3	0.9	0.2	0.3	0.5	0.5	4.7
	0.6	0.7	0.2	0.3	1.1	0.4	4.5
17	0.4	0.6	0.2	0.3	0.9	0.4	4.2
	0.3	0.9	0.2	0.3	0.8	0.7	4.6
	0.8	0.9	0.2	0.3	0.9	0.5	4.9
18	0.5	1.0	0.2	0.3	0.2	0.4	4.2
	0.3	0.9	0.2	0.3	0.4	0.4	4.1
	0.6	1.0	0.2	0.3	0.2	0.3	4.3
19	0.2	0.9	0.2	0.3	0.5	0.4	4.3
	0.6	1.1	0.2	0.2	0.4	0.4	4.4
	0.5	0.9	0.2	0.2	0.5	0.4	4.4
\bar{x}	0.40	0.83	0.2	0.29	0.90	0.45	4.46
σ	0.16	0.16	0	0.03	0.63	0.10	0.21

7) 各原料組成と成分変動状況

a) 砂 岩

砂岩組成分析値を表 2.2.1.8に示す。

表 2.2.1.8 珪砂組成分析値

日	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	I.L. (%)
1985. 4. 1	99.34	0.21	0.14	0.13	0.01	0.20
8	99.50	0.17	0.12	0.10	0.03	0.16
15	99.38	0.17	0.20	—	0.18	0.13
22	99.10	0.18	0.26	0.13	0.05	0.10
1985.11. 4	99.46	0.21	0.18	0.14	0.04	0.10
11	99.26	0.17	0.18	0.11	0.06	0.14
18	99.36	0.22	0.18	0.14	0.03	—
25	99.40	0.26	0.20	0.09	0.02	0.16
1985.12. 2	99.40	0.20	0.13	0.11	0.06	0.12
9	99.26	0.25	0.14	0.08	0.03	0.24
16	99.30	0.23	0.18	0.23	0.06	0.22
23	99.46	0.19	0.17	0.03	0.03	0.10
30	99.34	0.24	0.18	0.08	—	0.12
持帰りサンプル	99.28	0.21	0.16	0.02	tr	0.15

b) 苦灰石

苦灰石組成分析値を表 2.2.1.9に示す。

表 2.2.1.9 苦灰石組成分析値

日	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	I.L. (%)
1985. 4. 1	0.67	0.12	0.17	32.31	19.94	46.66
8	0.79	0.04	0.29	32.45	20.17	46.14
11	0.65	0.17	0.09	32.54	20.11	46.36
15	0.72	0.16	0.11	32.63	20.01	46.44
18	0.66	0.31	0.11	32.65	20.13	46.27
22	0.73	0.14	0.13	32.33	20.31	46.27
25	0.80	0.13	0.18	32.53	20.19	46.52
1985.11. 4	1.07	0.26	0.11	32.29	19.95	46.16
7	0.57	0.20	0.20	32.79	19.93	
11	1.47	0.21	0.40	32.32	19.78	
12	0.72	0.27	0.10	32.49	19.78	
14	0.75	0.25	0.13	32.46	19.89	46.63
18	0.70	0.24	0.14	32.55	19.94	46.37
21	0.57	0.25	0.12	32.49	19.91	
2	0.63	0.13	0.10	32.36	20.38	46.47
28	0.62	0.18	0.11	32.60	19.97	
1985.12. 2	0.82	0.26	0.11	32.58	19.96	46.20
5	0.85	0.60	0.10	32.58	19.89	
9	0.75	0.27	0.19	32.59	20.06	46.40
12	0.69	0.39	0.21	32.22	20.11	
17	0.90	0.42	0.19	32.26	20.27	46.22
19	0.85	0.34	0.08	32.28	20.28	
23	0.75	0.31	0.12	32.36	20.20	46.24
26	0.70	0.32	0.11	32.21	20.39	
29	0.90	0.31	0.12	32.44	20.10	45.94
持廻りサンプル	0.86	0.04	0.16	31.86	19.77	46.62

c) マグネサイト

マグネサイトの組成分析値を表 2.2.1.10 に示す。

表 2.2.1.10 マグネサイト組成分析値

日	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	I.L. (%)
1985. 4. 1	2.01	0.32	0.36	3.21	44.07	
8				5.51	42.77	
15	0.71	0.20	0.26	4.87	43.42	
22				3.81	43.97	
1985.11. 4				4.27	42.94	
11	4.15	0.27	0.43	1.60	45.34	
18				1.59	44.18	
25	4.48	0.32	0.34	2.39	44.74	47.50
1985.12. 2				2.21	44.14	
9	4.15	0.34	0.25	1.06	46.03	48.34
17				0.86	46.25	
23	4.45	0.16	0.36	1.07	46.03	48.05
29				1.28	44.82	
持帰りサンプル	3.75	0.68	0.29	1.91	43.86	—

d) 螢石

螢石の組成分析値を表 2.2.1.11 に示す。

表 2.2.1.11 螢石組成分析値

日	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaF ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)
1985. 4. 1	6.25	0.11	0.15	91.35	0.34	0.72
8	1.50	0.15	0.27	98.49	0.42	0.02
15	1.75	0.10	0.25	96.59	1.02	0.46
22	1.65	0.03	0.28	97.52	0.34	0.02
1985.11. 4	2.12	0.14	0.19	92.80	0.32	2.50
11	1.60	0.12	0.11	96.80	0.32	0.66
18	3.00	0.26	0.15	96.03	0.27	0.44
25	1.50	0.14	0.20	97.81	0.33	0.75
1985.12. 3	1.80	0.09	0.22	97.73	0.33	0.08
9	2.00	0.11	0.10	97.91	0.27	0.06
23	1.20	0.07	0.11	97.34	0.25	0.61
30	2.35	0.04	0.27	95.80	0.31	1.10
持帰りサンプル	2.26	0.40	0.13	95.10	—	—

e) 芒 硝

芒硝の組成分析値を表 2.2.1.12 に示す。

表 2.2.1.12 芒硝組成分析値

日	Na ₂ SO ₄ (%)	CaSO ₄ (%)	HgSO ₄ (%)	NaCl (%)
1985. 4. 4	96.64	0.39	0.93	0.48
5	97.80	0.29	0.39	0.55
8	97.28	0.39	0.63	0.69
15	97.52	0.29	0.51	0.62
1985.11. 4	97.96	0.73	0.33	0.30
11	97.71	0.32	0.18	0.27
18	97.50	0.32	0.36	0.34
23	98.24	0.46	0.18	0.28
25	97.76	0.33	0.21	0.38
27	91.88	1.36	2.15	0.95
1985.12. 2	94.25	0.58	1.44	0.57
4	95.12	0.46	1.07	0.51
9	95.46	0.43	0.75	0.47
13	91.47	2.04	1.43	0.79
23	91.65	0.10	0.30	0.67
30	96.99	0.32	0.45	0.51
持帰りサンプル	98.43	0.34	0.24	0.33

f) カーボン

カーボンの分析値を表 2.2.1.13 に示す。

表 2.2.1.13 カーボン分析値

	固定炭素 (%)	揮発分 (%)	灰分 (%)
1985. 4. 4	54.53	6.46	39.01
5	55.87	6.59	37.55
8	59.09	6.95	33.96
11	58.41	6.98	34.61
15	65.13	5.31	29.56
18	60.24	5.45	34.31
22	57.32	6.40	36.28
24	62.86	7.29	29.85
1985.11. 4	58.42	7.80	33.78
7	58.53	7.68	33.79
8	59.27	8.40	32.33
11	60.10	7.54	32.36
14	63.56	7.67	28.77
19	60.63	6.96	32.41
21	59.87	7.76	32.37
25	60.47	7.90	31.63
28	57.63	8.31	34.06
1985.12. 2	59.07	9.10	31.83
5	58.42	8.51	33.07
9	59.56	6.96	33.45
12	57.54	7.39	35.07
16	59.44	8.22	32.34
19	59.22	7.21	33.57
23	59.58	6.96	33.46
26	57.70	7.95	34.35
29	60.11	7.02	32.87
持帰りサンプル	53.60	9.62	34.64

g) ソーダ灰

ソーダ灰については化成品使用のため定期的な組成分析は実施されていないが、次のような分析結果が得られている。

Na₂CO₃ : 98.61 %, 99.32 %

NaCl : 0.99 %, 0.75 %

尚、持帰ったサンプルの分析結果は Na₂CO₃ : 99.76 %、

NaCl : 0.10 %であった。

8) 各原料の粒度

各使用原料の粉碎処理後の粒度分布については、特に定期的な分析は実施しておらず、十分な量のデータはないが、一応下記表 2.2.1.14 に示す粒度分布データが得られた。また図 2.2.1.7～12に粒度分布曲線を示す。

表 2.2.1.14 各原料粒度分布 (%)

原料名	> 840 μ	~ 350 μ	~ 250 μ	~ 177 μ	~ 125 μ	~ 74 μ	< 74 μ
珪砂	0	2.3	29.1	25.7	34.7	7.9	0.3
	0	9.7	36.4	20.8	27.8	5.1	0.4
*	4.2		92.2			3.6	
砂岩(熟)	0	5.0	30.3	16.6	25.1	9.5	13.5
	0	21.1	24.5	11.58	19.9	10.6	12.4
*	10.3		78.3			11.4	
苦灰石	17.7	21.9	11.3	4.3	7.7	7.4	29.7
	20.5	26.4	10.7	3.2	7.0	7.9	24.3
*	33.3		25.0	8.9		45.4	
ソーダ灰	0.2	0.5	1.0	4.2	72.6	14.4	7.1
	0.5	1.0	1.2	2.2	55.6	34.8	4.7
*	1.7		38.5	27.0		32.8	
マグネサイト	0	20.1	19.5	7.2	16.2	17.2	19.8
	0	21.6	19.8	8.2	16.3	27.3	6.8
*	24.0		25.0	17.5		33.5	
螢石	0	22.8	19.9	8.6	14.5	26.2	8.0
	0	22.7	19.8	8.1	14.3	28.4	6.8
*	20.1		27.2	19.6		33.1	

*印は持ち帰りサンプルの分析結果である。

图 2.2.1.7 珪砂粒度分布曲线

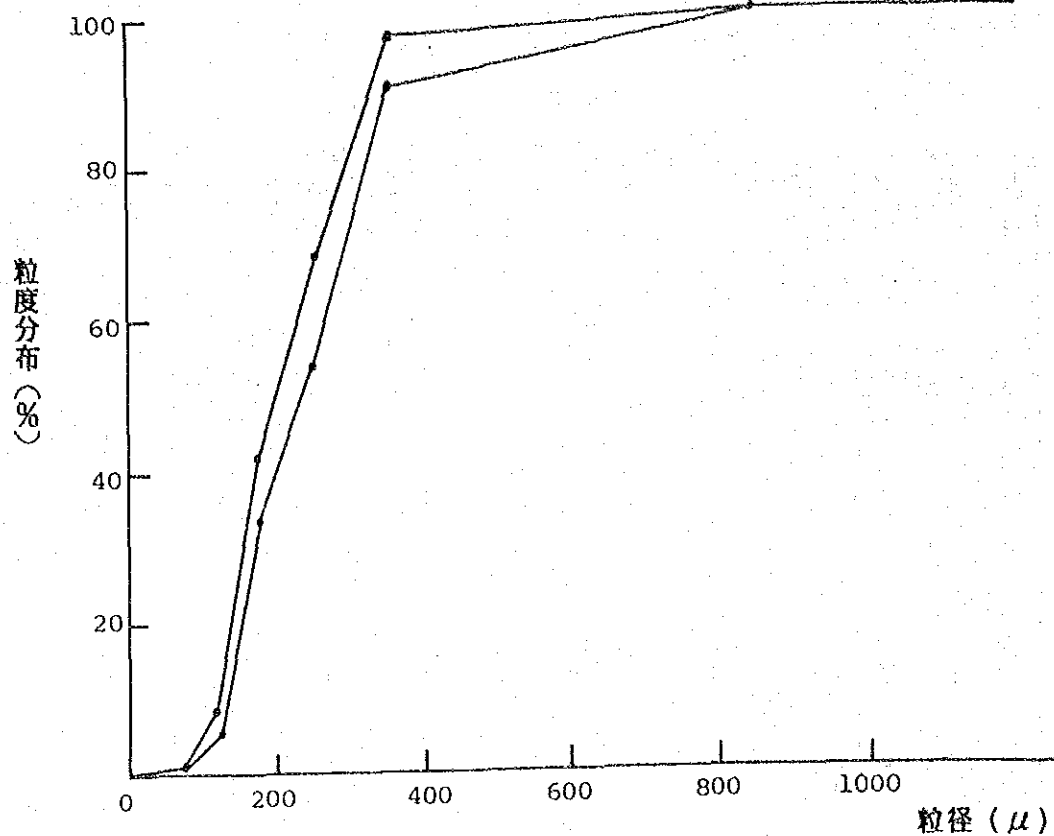


图 2.2.1.8 砂岩粒度分布曲线

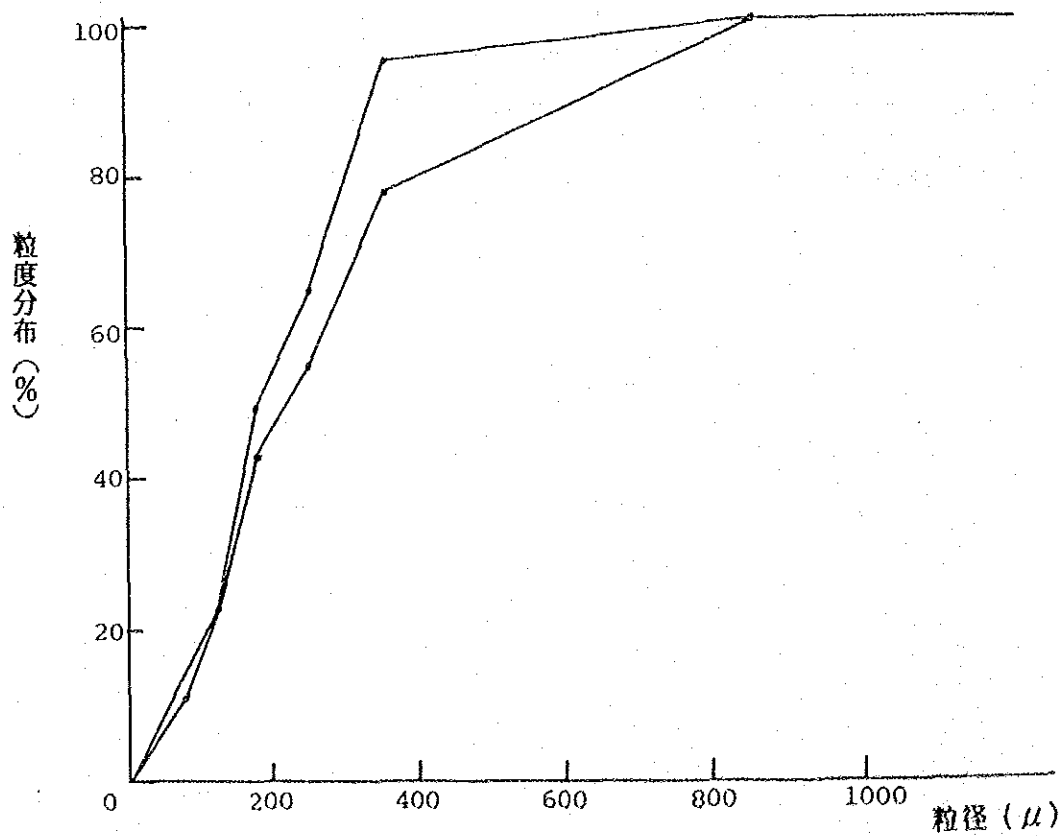


図 2.2.1.9 苦灰石粒度分布曲線

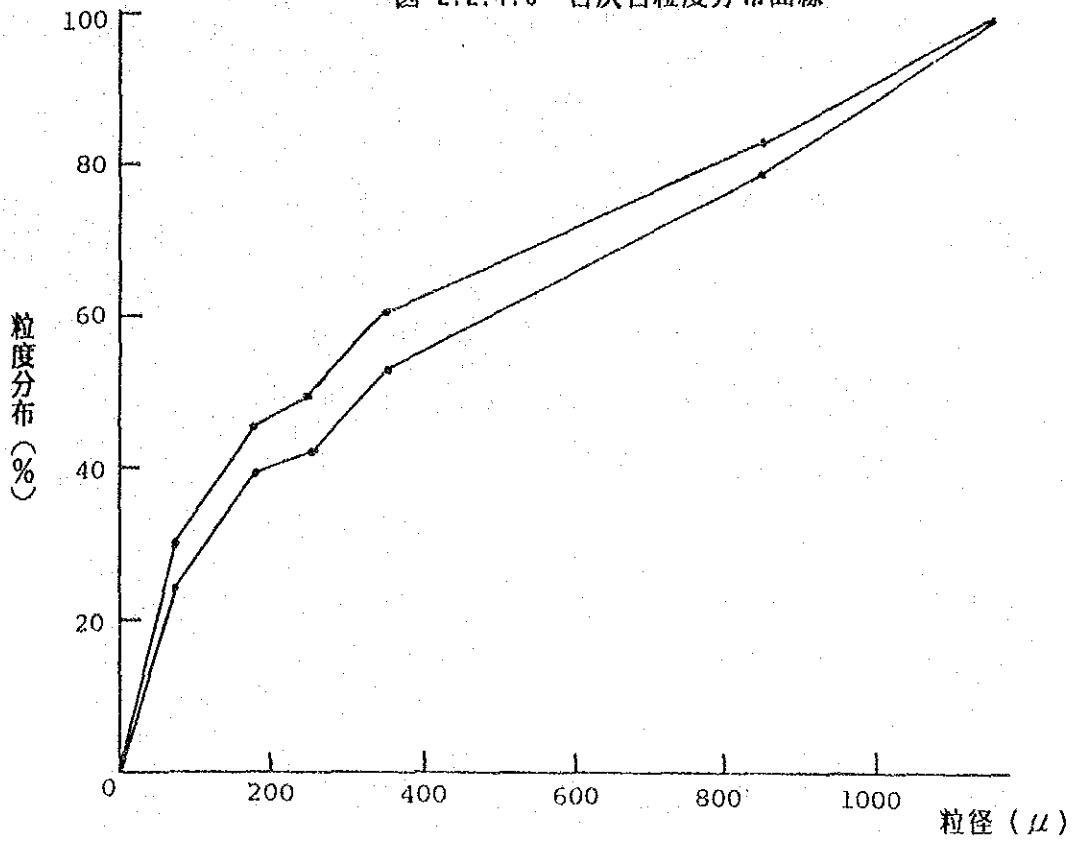


図 2.2.1.10 ソーダ灰粒度分布曲線

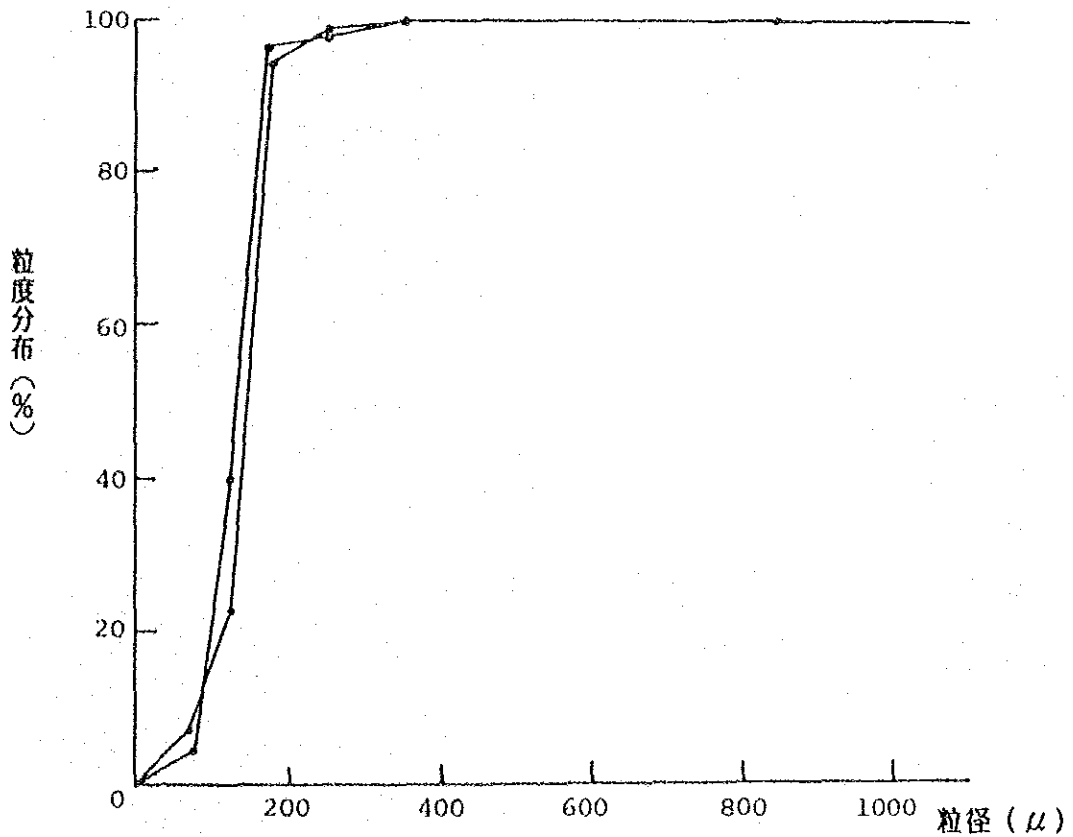


図 2.2.1.11 マグネサイト粒度分布曲線

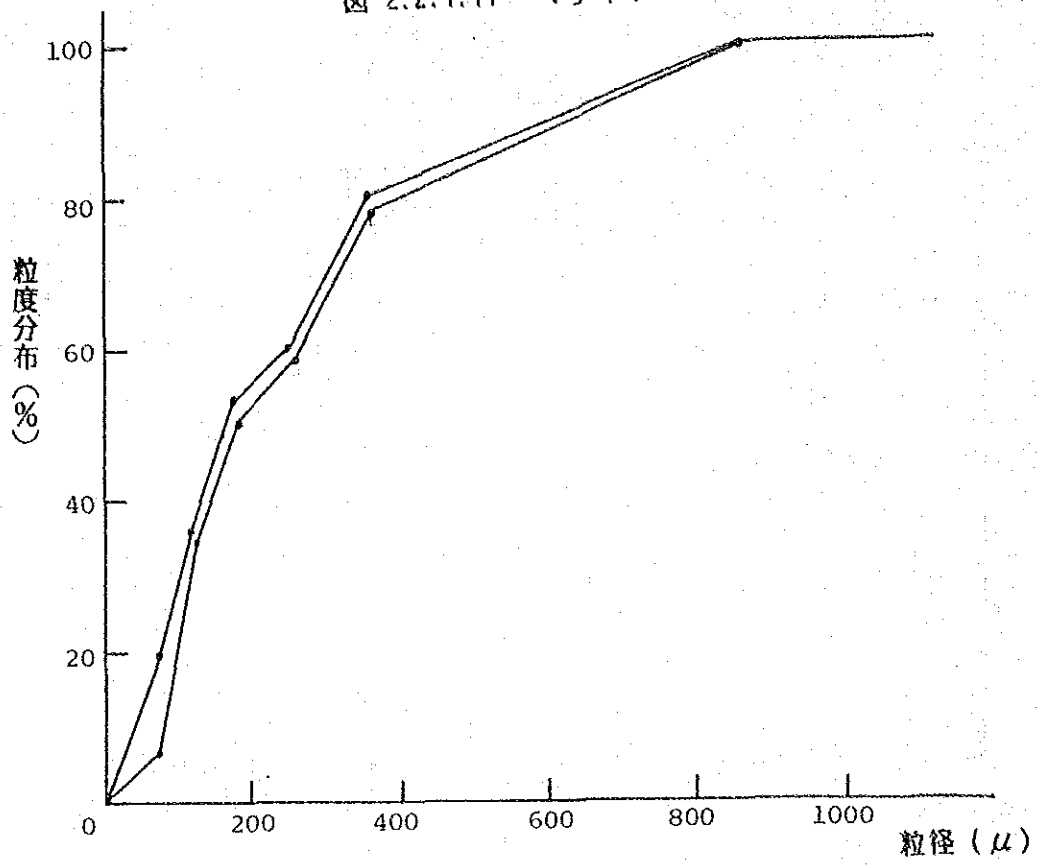
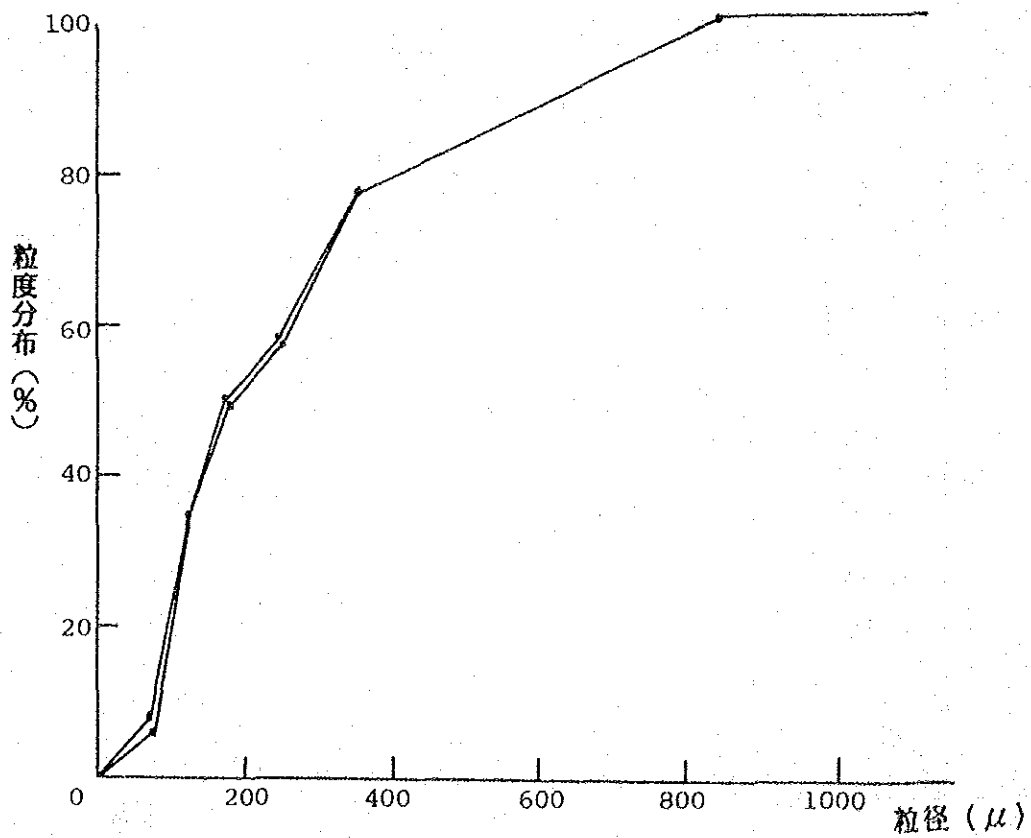


図 2.2.1.12 螢石粒度分布曲線



(2) 原料・原料処理工程の問題点

沈陽ガラス工場平板ガラス製造に使用される原料及び原料処理工程の問題点について以下に記述する。

1) 珪砂水分の変動

珪砂中に含有される水分パーセントの安定化は製品品質、特に製品ガラスの均質度を高める観点から非常に重要な要素である。即ち、珪砂水分の変動はガラスを構成する主体成分である SiO_2 の秤量値の変動を招来する原因となるので、水分パーセントの変動が大きい珪砂を使用する場合は、均質なガラス製品の製造を期待することができない。従って水分変動が大なる場合はガラス製品の光学的不均質を招来し、具体的にはいわゆる刷毛筋・脈などの欠陥となる。更には平板ガラス成形後のいわゆる肉まわり不良（不均一厚味分布）につながる場合もある。

沈陽ガラス工場の使用珪砂水分の現状については、表 2.2.1.4及び表 2.2.1.5に示した通りである。冬季は、倉庫内珪砂の凍結塊化を防止するため、大量の蒸気を吹き込み保温を実施しているので、珪砂水分の変動は、非常に大きく、日内変動値の平均で 2.06 %に達する。蒸気吹き込み保温を行う必要のない4月期に於いても日内変動値（平均）は 1.35 %と変動が非常に大きい。良好な均質度のガラス製品を生産するためには、日内変動値（平均）0.3%以下に抑制されなければならない。

2) 珪砂中の Al_2O_3 の変動

珪砂に含まれる Al_2O_3 パーセントの安定化は前項の珪砂水分の安定化と同様、非常に重要な事項である。珪砂水分と同様 Al_2O_3 含有率の変動は、ガラス製品の不均質の原因となり、刷毛筋・脈・肉まわり不良などの欠点を招来するものである。

沈陽ガラス工場使用珪砂の Al_2O_3 %については表 2.2.1.6に示した通りであるが、このデータから見るかぎり Al_2O_3 の変動は非常に大きいと言わざるを得ない： $\sigma = 0.13\%$ 。 Al_2O_3 %の変動がこの様に大きな珪砂を使用して均質な高品質のガラス製品を生産することは困難である。品質の高いガラス製品の生産を期待するならば、 Al_2O_3 の変動を大幅に抑制する措置を講ずる必要があるが、現状では Al_2O_3 変動を抑制するための措置は全くとられていない状態である。

尚、均質度の高いガラス製品を生産するために要求される Al_2O_3 %変動は調合秤量前で $\sigma \leq 0.03\%$ と考えられ、沈陽ガラス工場使用珪砂の Al_2O_3 含有量の変動は大幅に抑制されなければならない。

3) 珪砂中の Fe_2O_3 %の低減

各種原料中に不純物成分として含有される鉄分は、ガラス製品の透明度を低下させる。このため、ガラス原料として大量に使用される珪砂・砂岩・苦灰石中の Fe_2O_3 含有量は低減されなければならない。沈陽ガラス工場製品の Fe_2O_3 濃度は約 0.25%であり、非常に高いものである。従って透明度が低く、現状では国際的に通用する透明平板ガラスということとはできない。

この様な意味において沈陽ガラス平板製品中の Fe_2O_3 濃度は現状の1/2以下($Fe_2O_3 \leq 0.13\%$)に抑制される必要がある。

このため苦灰石、砂岩に於いては、粉砕後、磁力選鉱による脱鉄処理を行なうことが望まれるが、何と云っても Fe_2O_3 含有量が高く、使用量の多い珪砂中の Fe_2O_3 成分の低減は最も重要である。

珪砂中 Fe_2O_3 成分は粘土質成分として珪砂中に混入するもの

と考えられるが、粘土質成分を除去するための精砂工程の導入が不可欠と思われる。

4) ソーダ灰・芒硝の水分変動

ソーダ灰・芒硝は約40kg程度の袋物で倉庫内に山積み保管されている（写真 2.2.1.3 参照）

ソーダ灰・芒硝は長期間保管する間に水和反応による吸湿が進み、水分含有率が增大する。このため水分含有率のバラツキが増大し正確な秤量を防げるようになる。ソーダ灰の水和結晶については図 2.2.1.13 に示す通り複雑な変化を示すものであり正確な秤量を困難にする。特に使用量の多いソーダ灰の吸湿による水分変動が製品品質に及ぼす悪影響は無視できない。珪砂水分が変動する場合と同様、ソーダ灰水分の変動は、ガラス製品の均質度を損ない刷毛筋・脈・肉まわり不良などの欠陥を招来する原因となる。

沈陽ガラス工場におけるソーダ灰・芒硝の保管方法では、吸湿防止の対策は特に講じられておらず、また、吸湿による水分含有率を平準化する使用方法（倉庫保管期間の平均化）などの措置も採用されていない。

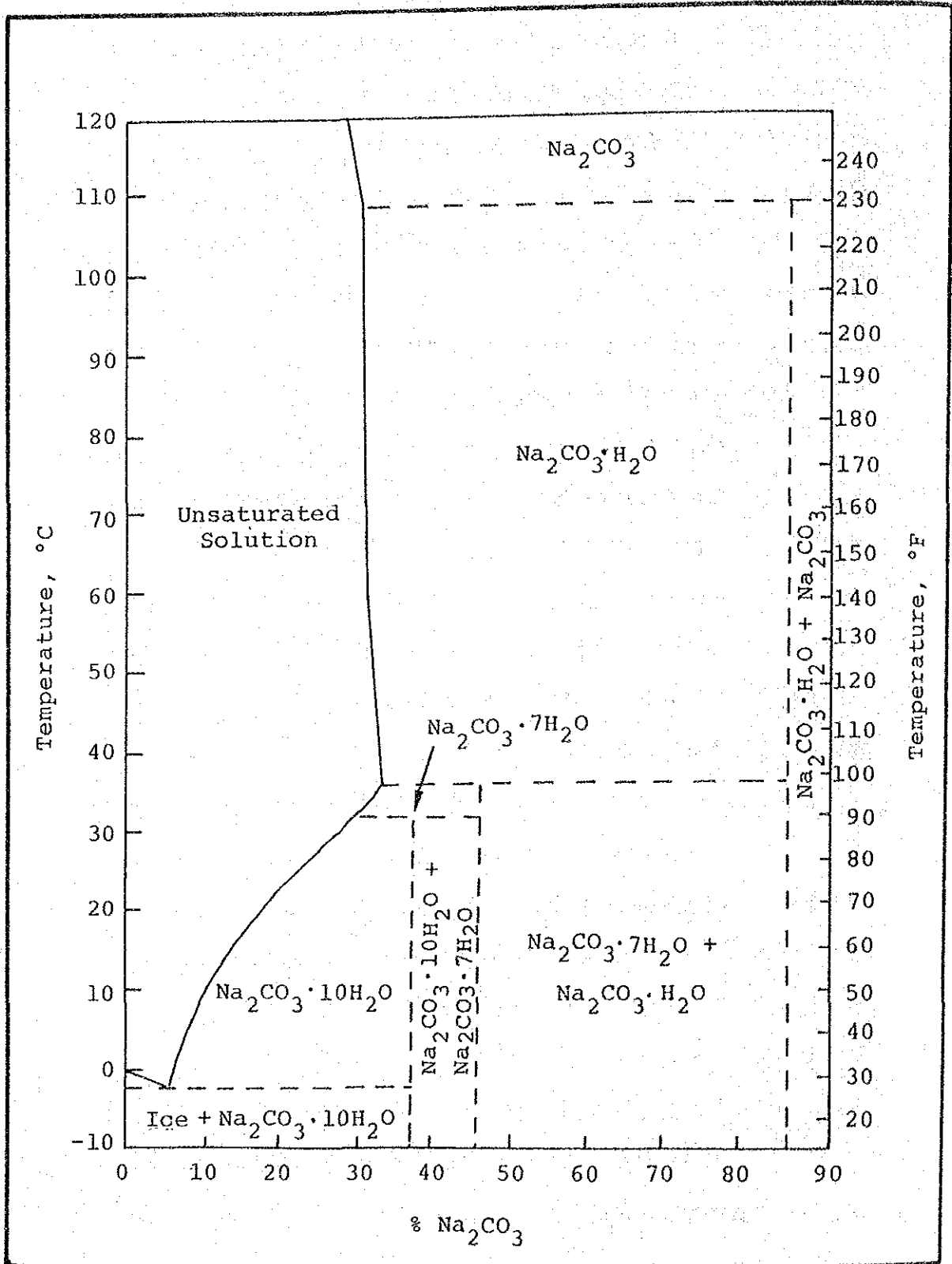
表 2.2.1.6にソーダ灰・芒硝の水分含有率の実際データを示したが、特にソーダ灰の水分については、 \bar{x} : 0.90 %、 σ : 0.63 %と、非常に大きな水分含有率の変動を示している。

均質度の高い、品質の良い平板ガラス製品を製造するためには、当面 $\sigma \leq 0.2\%$ を実現することが望まれる。

5) 原料置場の整備

沈陽ガラス工場の原料置場の現状については、すでに図 2.2.1.1、写真 2.2.1.1～5などで示した通りである。高品質の平板ガラスを製造するための原料置場として、沈陽ガラス工場の

図 2.2.1.13 ソーダ灰結晶水相図



原料置場の現状は満足できるものではない。原料置場としては次の様な点に対する配慮が十分なされなければならない。

- ・異物の混入防止
- ・他原料の混入防止
- ・降雨・降雪に対する水分対策

この様な意味に於いて沈陽ガラス工場の原料置場については、

- ・原料置場の区画が明確でなく、他種原料の混入の恐れがある：砂岩・苦灰石・蛍石・マグネサイト置場（写真 2.2.1.1～ 2.2.1.2 参照）
- ・砂岩・苦灰石・蛍石・マグネサイト置場は露天であり降雨・降雪時の水分対策がなされておらず、とりわけ使用量の多い砂岩・苦灰石については、この点の対策が必要である。
- ・蛍石・マグネサイト置場は、珪砂コンベア横に便宜的に場所を確保して置いている現状で、土間置きである。恒常的置場を整備確保すべきである。（写真 2.2.1.4 参照）
- ・ソーダ灰・芒硝置場については、写真 2.2.1.3 に示す通り、袋物がかなり乱雑に山積みされている状況である。吸湿による水分変動を抑制するため、保管期間の平均化を図る必要がある。このためには先入先出方式を確立できる保管方法に改善されなければならない。

6) 原料品質管理

品質の高い平板ガラス製造のためには、安定した高品質の原料を使用することが、前提となることは言うまでもない。沈陽ガラス工場の現状は、原料品質を高く安定的に維持するための管理体制が十分整備されているとは言いがたい。例え

ば、原料の品質規格についても表 2.2.1.3に示した通り一応準備されているものの実際の使用原料の品質分析データ（表 2.2.1.5, 7, 8, 9, 10, 11, 12 参照）からは規格値をはずれるデータも数多く見られる次第である。品質規格の定めはあっても、それをどのように検査しどのように保証していくかといった運用管理面の体制・規定があいまいでこの面の整備が必要である。

また、原料品質のバラツキを抑制し安定した品質の原料を得るための配慮・工夫についても十分実施されていない状況である。たとえば、珪砂水分を安定化させるための対策、珪砂中アルミナ成分の変動を抑制するための対策、ソーダ灰水分の変動を抑制するための対策など、特に配慮されておらず、平板ガラス製品の品質を低下させる原因となっている。

(3) 原料・原料処理工程の改善対策

沈陽ガラス工場平板ガラス製造に使用される原料及びその処理工程の問題点については前述した通りであるが、それら問題点の改善対策について以下に記述する。

1) 珪砂水分変動に対する改善対策

a) 珪砂倉庫の改造

珪砂水分含有率の変動する主たる原因は、倉庫保管期間内に於ける乾燥の進行と乾燥の進み具合が変動することにある。

沈陽ガラス工場珪砂倉庫は、約7000トンの収容能力があり3ヶ月分の収容能力を有しており、倉庫容量としては十分なものと思われる。問題は先入後出システムとなっており、倉庫保管期間が一定になる様に管理できる設備となっていないため、乾燥程度にかなり大きな変動を招来しているものと思われる。

従って倉庫内での保管期間を一定化するため先入先出方式を実現できる改造を実施する必要がある。改造の内容を概念的に図 2.2.1.14 に示す。

b) 倉庫内珪砂表面層の過乾燥防止

倉庫内に積つけられた珪砂の乾燥は表面層が内部に比較して著しく乾燥が進む傾向を示す。

乾燥の進んだ表面層が混入することによって珪砂水分含有率の変動は助長されるので、表面層の乾燥を極力抑制しなければならない。このため積付け珪砂表面にプラスチックシートなどを掛けて表面層の過乾燥を防止しなければならない。

c) 冬季の蒸気使用をやめること。

冬季に於いては倉庫内珪砂が塊状化する傾向となるため、沈陽ガラス工場では多量の蒸気を直接珪砂中に吹き込んで保温を図っている。

このため、冬季の珪砂水分の変動は特に大きな値を示し問題であることはすでに述べた通りである。

冬季の塊状化対策としては①倉出し系路途中に振動篩を設置して塊状物を除去する。②塊状物の破砕工程を併設することを提案したい。

2) 珪砂中 AQ_1O_1 含有率の変動抑制対策

a) 珪砂倉庫積付け時のブレンド実施

珪砂中 AQ_1O_1 含有率は珪砂受入ロットごとにある程度変動を示すことは避けがたい。 AQ_1O_1 含有率の変動を抑制するためには、次項で述べる様な精製を実施することによってかなりの改善が期待できるが、更に変動を抑制するため、珪砂倉庫積付け時にロット間のブレンドを実施することも有効である。

多ロットのブレンドは例えば図 2.2.1.15 に示す様な方法
で積付け、倉出しを実施することによって実現できる。

図 2.2.1.14 珪砂倉庫改造概念図

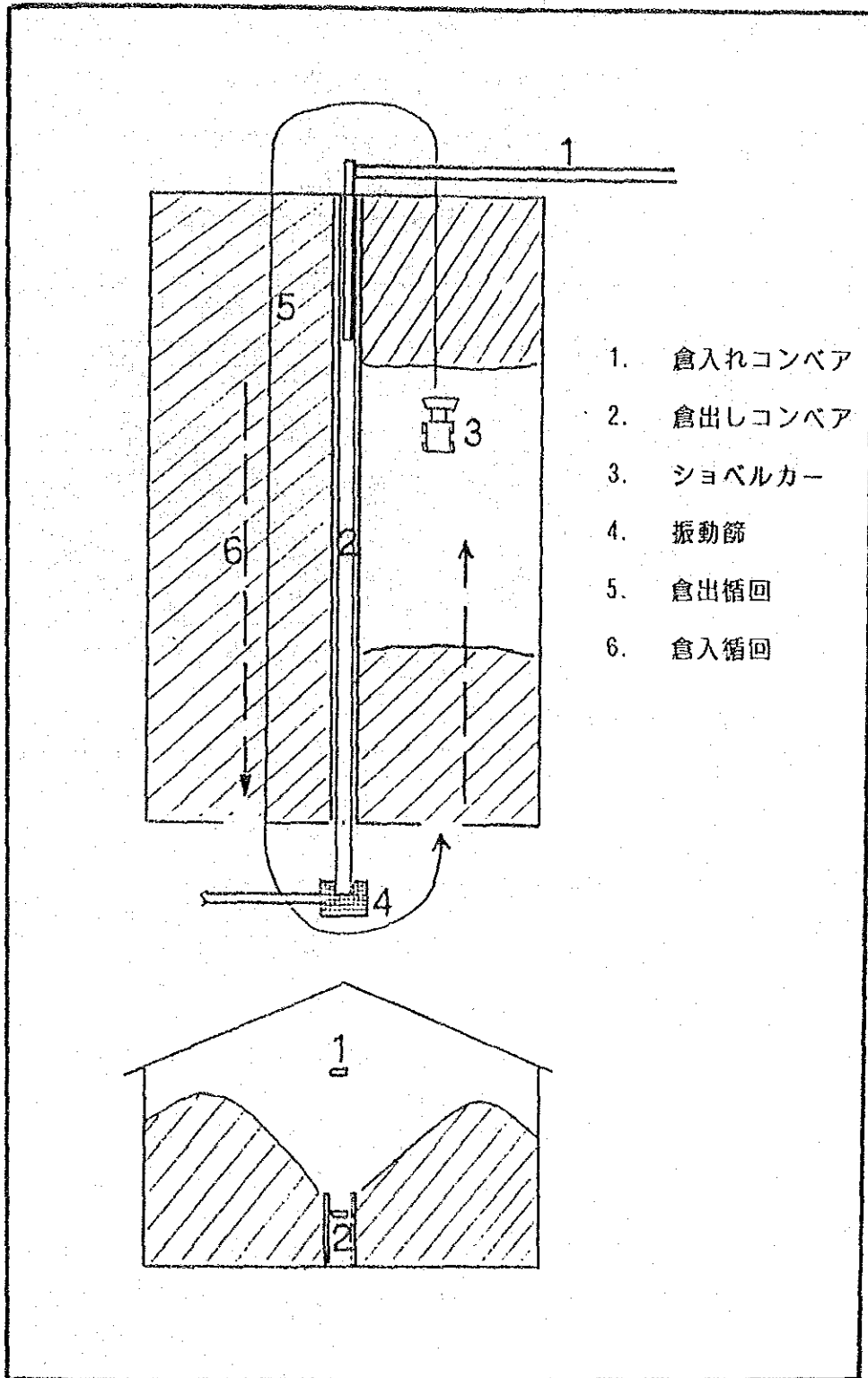
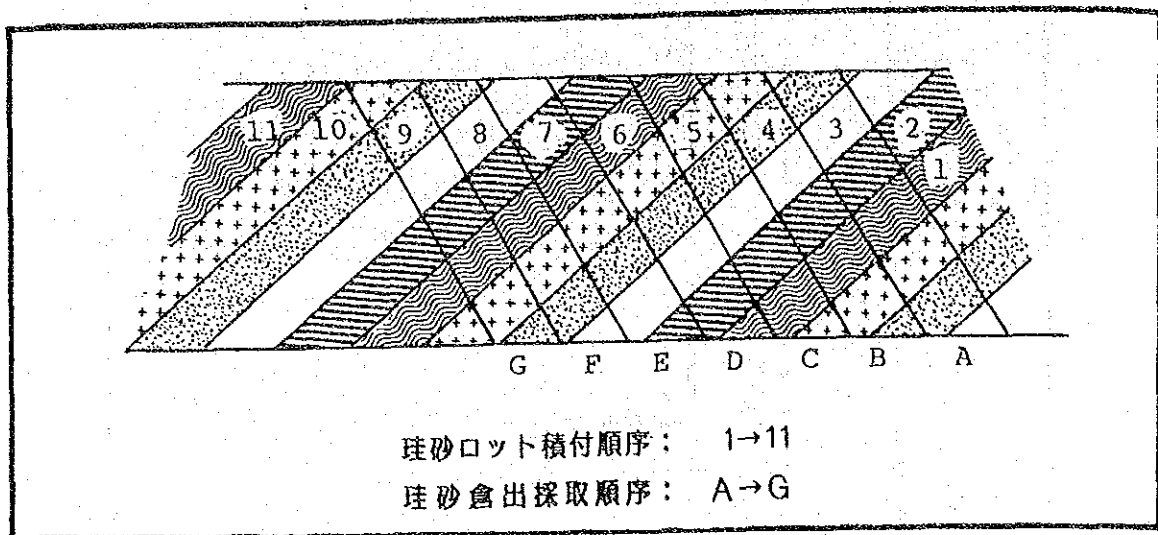


図 2.2.1.15 珪砂ブレンド実施概念図



3) 原料中の鉄分含有率の低減対策

a) 珪砂中の鉄分の低減対策

珪砂中の鉄分は珪砂原料中に混在する粘土質成分によりもたらされる。従って珪砂鉄分の低減を図るためには、現在の低品位珪砂を精製する必要がある。

珪砂精製は一般的に図 2.2.1.16 のような工程により実施される。

b) 砂岩・苦灰石の鉄分低減対策

砂岩・苦灰石の粉砕工程から粉砕機の摩耗により鉄分が増加しているものと考えられる。粉砕工程の最後に磁力選鉱機による脱鉄工程を設置すべきである。

4) ソーダ灰・芒硝の水分変動抑制対策

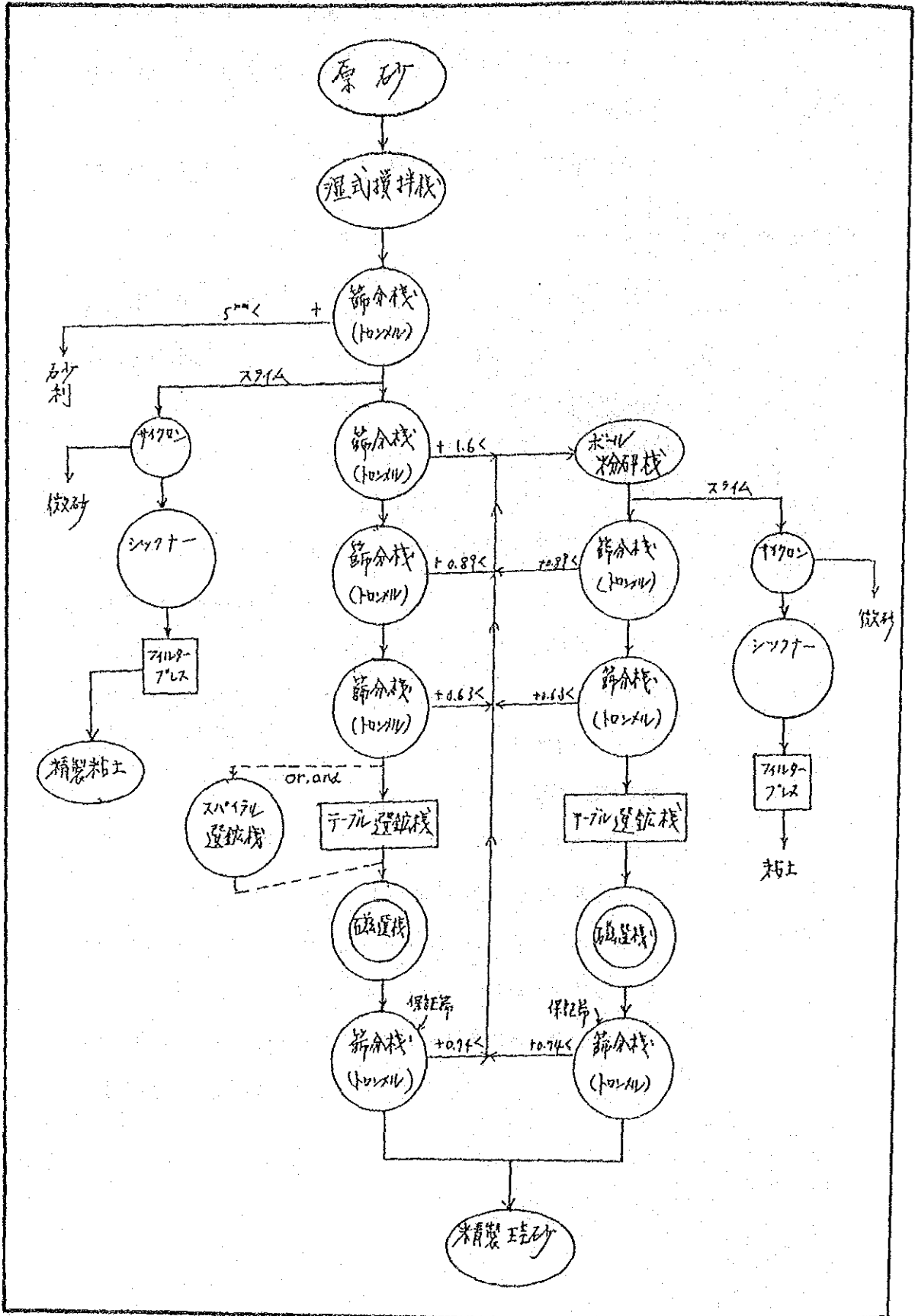
a) ソーダ灰・芒硝の防湿袋包装化

倉庫内保管期間中に吸湿が進行し水分含有率が上昇することはすでに述べた通りであるが、現状では袋包装に特別な防湿対策は実施されていない。保管期間中の吸湿進行を抑制するためプラスチック内袋を使用するなど包装仕様を防湿の目的で改善すべきである。

b) 倉庫保管期間の平均化

現状では基本的に先入先出の運用は実施されておらず、このため倉庫保管期間はロットによって相当なバラツキがあるものと思われる。従って吸湿の進行程度に差のある品物を使用する結果となっており、この点を改善すべきである。従って先入先出の運用を実施できる様、倉庫を改善する必要がある。このため倉庫面積を拡張する必要があるものと思われる。

図 2.2.1.16 珪砂精製工程参考図



5) 原料置場の整備

a) 上屋付き置場の確保

降雨・降雪時の水分混入を避けるため、特に使用量の多い砂岩・苦灰石については、上屋つきの置場を部分的にも確保することをすすめたい。

b) 原料置場区画の明確化

現状の置場は各原料置場の区画が明確に区別されておらず、他種原料の混入・異物の混入などが懸念される。各原料置場を明確に区画して混入の危険を取り除くべきである。

c) 蛍石・マグネサイト置場は臨時的な場所を確保して土間置きしているが、この置場はコンクリート床張りを実施して土砂の混入を防止すべきである。

6) 原料品質管理の充実

a) 原料受入検査規定の確立

原料受入品質規格は表 2.2.1.2に示した通り一応規定されているものの受入検査規定が整備確立されていないため、品質規格外の品物が実際使用されているケースが散見されることは既に述べた通りである。このようなことをなくすため受入検査規定を確立する必要がある。受入検査規定には ①分析項目 ②試料採取方法 ③試料採取頻度 ④規格外の場合の処置などを明記して、それを確実に運営する様な体制の整備が必要となる。

b) 原料品質向上のための意識高揚

原料品質の良否が、製品品質の良否に主要な影響を及ぼすことを正しく認識して従業員全体に浸透させる様配慮されることが望ましい。

現状の原料置場の問題点、珪砂保管方法の問題点、ソーダ

灰保管方法の問題点など多くの問題が原料品質に関する意識の高揚が図られれば、おのずから解決されなければならない問題点として浮び上がってくるものと思われるからである。

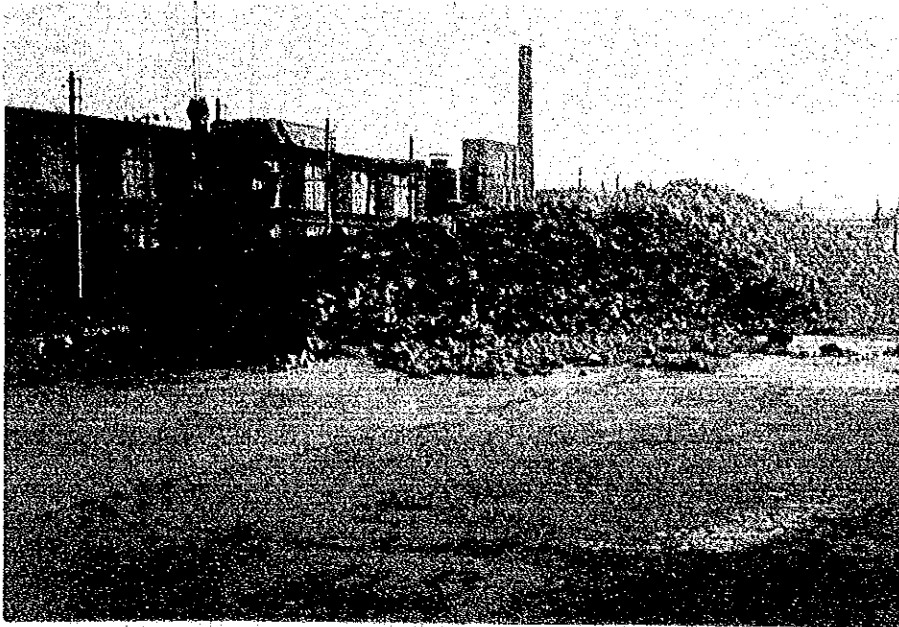


写真 2.2.1.1

砂岩置場

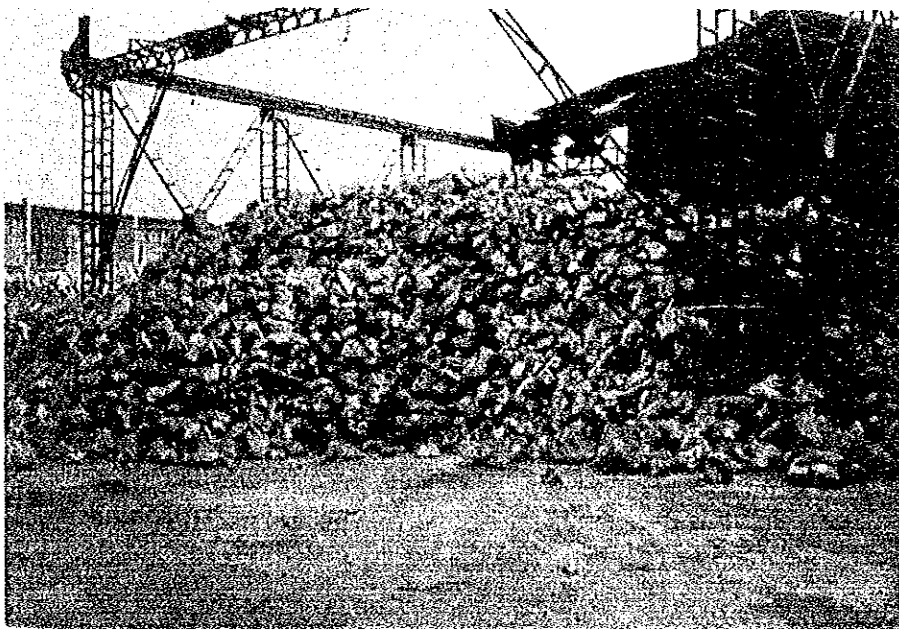


写真 2.2.1.2

苦灰石置場

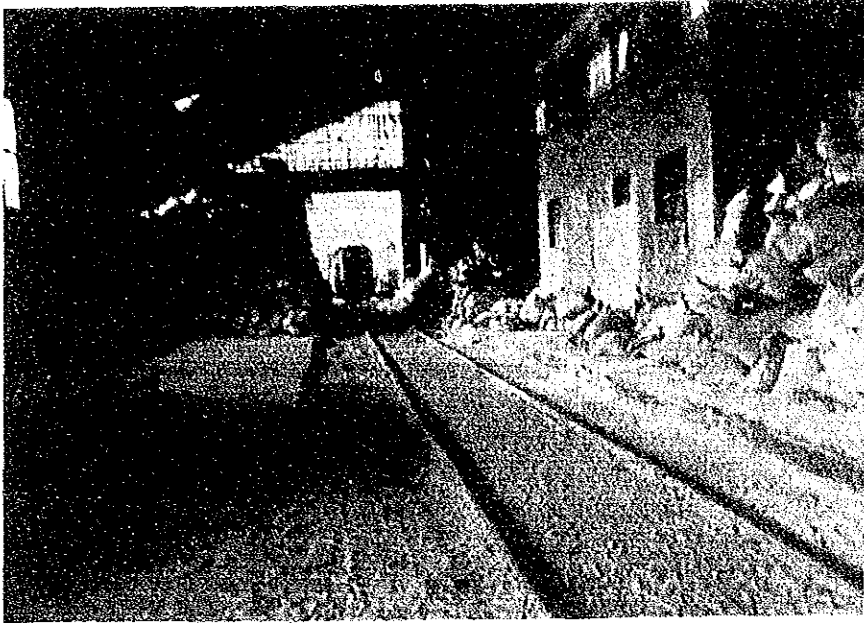


写真 2.2.1.3

ソーダ灰・芒硝倉庫

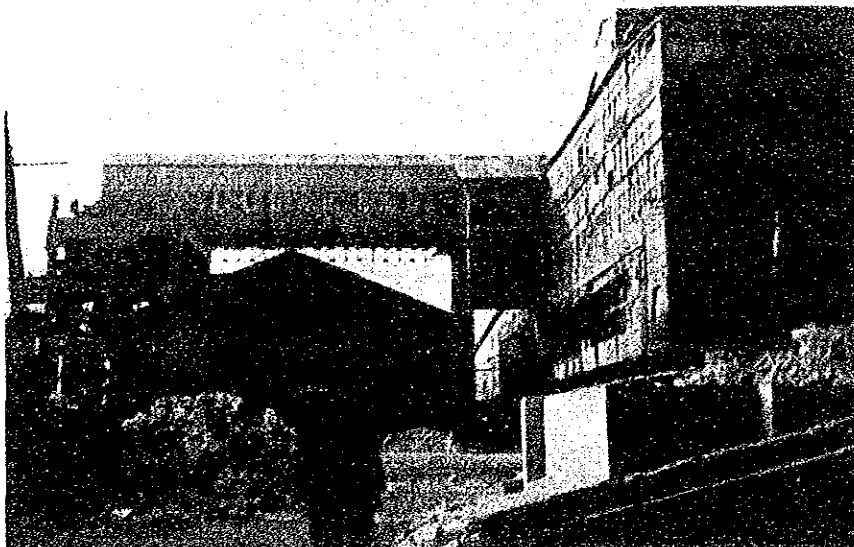


写真 2.2.1.4

燐石置場



写真 2.2.1.5

珪砂受入れホッパー



写真 2.2.1.6

珪砂コンベア

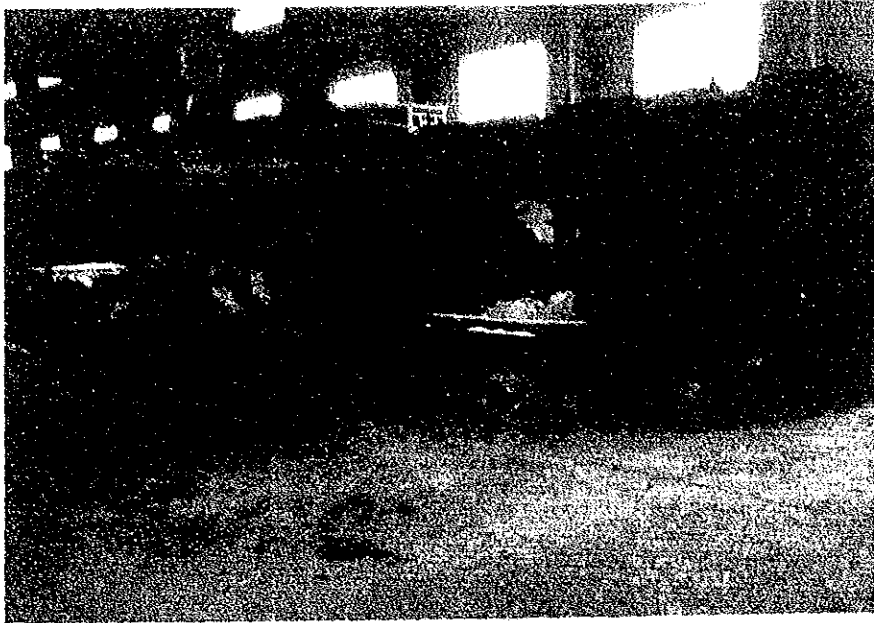


写真 2.2.1.7

苦灰石受入荷役状況

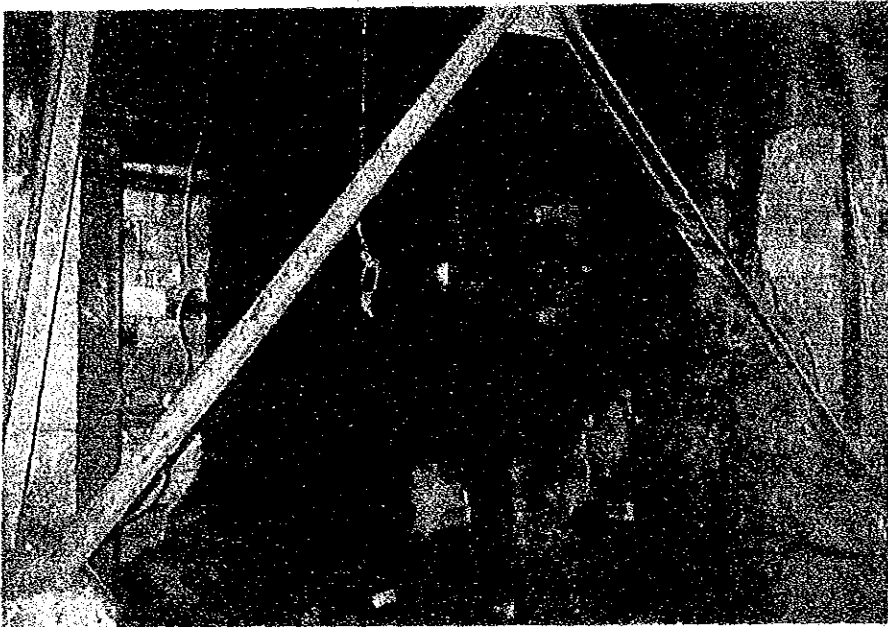


写真 2.2.1.8

砂岩培焼炉



写真 2.2.1.9

砂岩培焼炉投入口

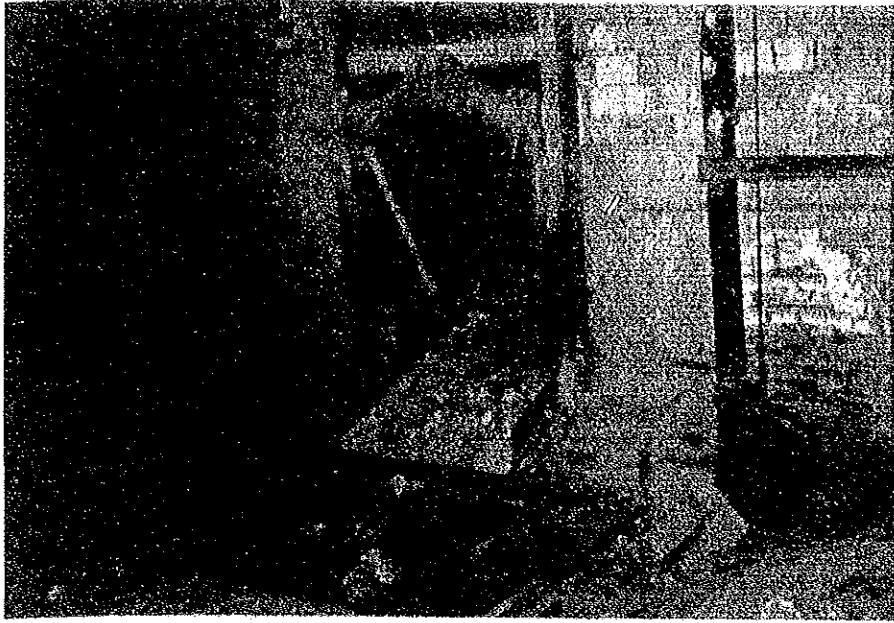


写真 2.2.1.10

砂岩培焼炉出鉞口

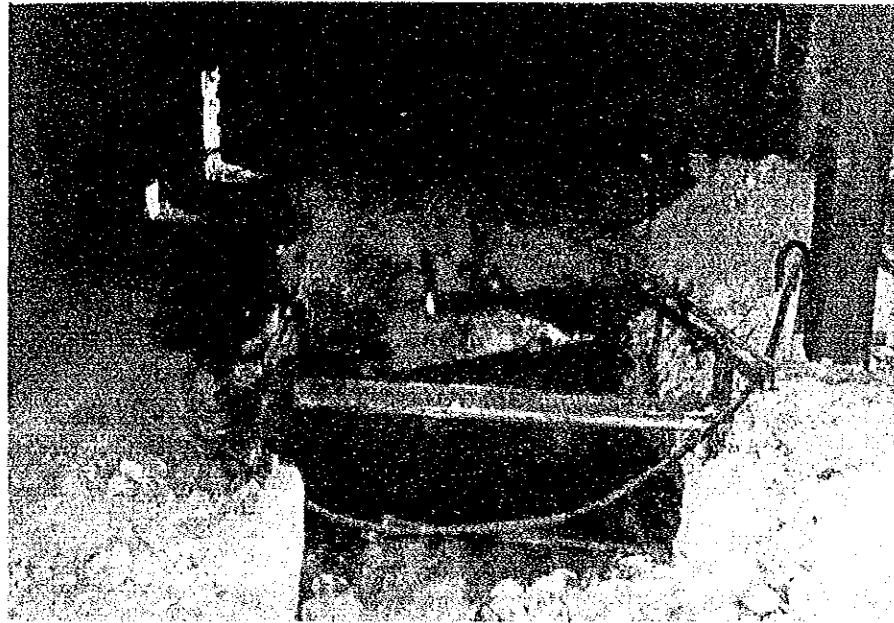


写真 2.2.1.11

砂岩散水急冷



写真 2.2.1.12

六角回転篩

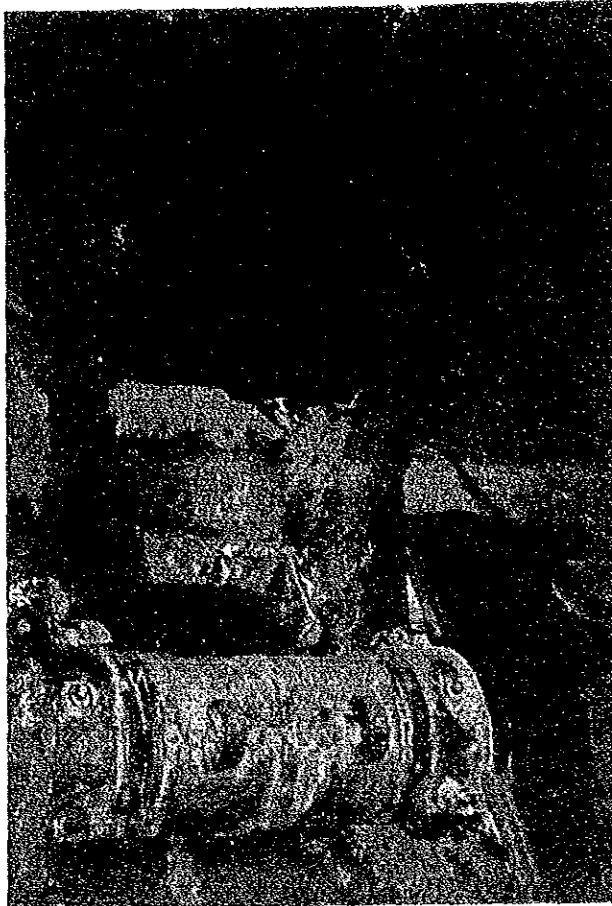


写真 2.2.1.13

砂岩粉碎投入口

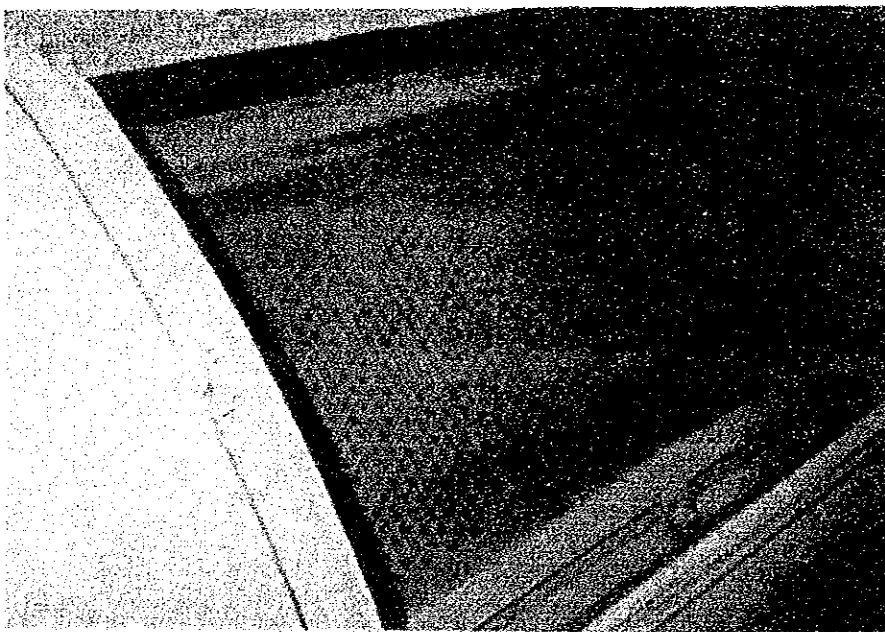


写真 2.2.1.14

六角回転篩内メッシュ

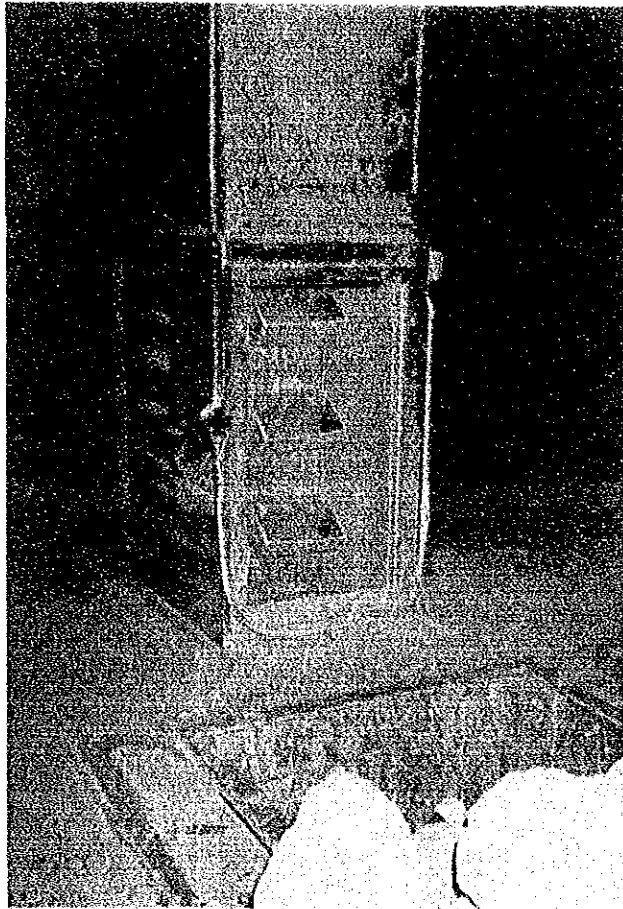


写真 2.2.1.15

バケツエレベータ



写真 2.2.1.16

苦灰石投入口

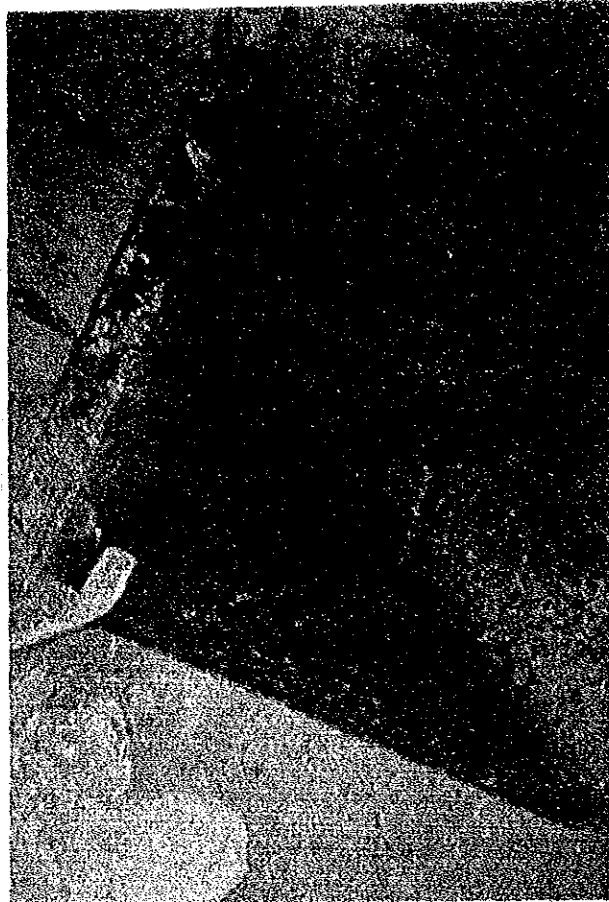


写真 2.2.1.17

苦灰石ジョークラッシュ

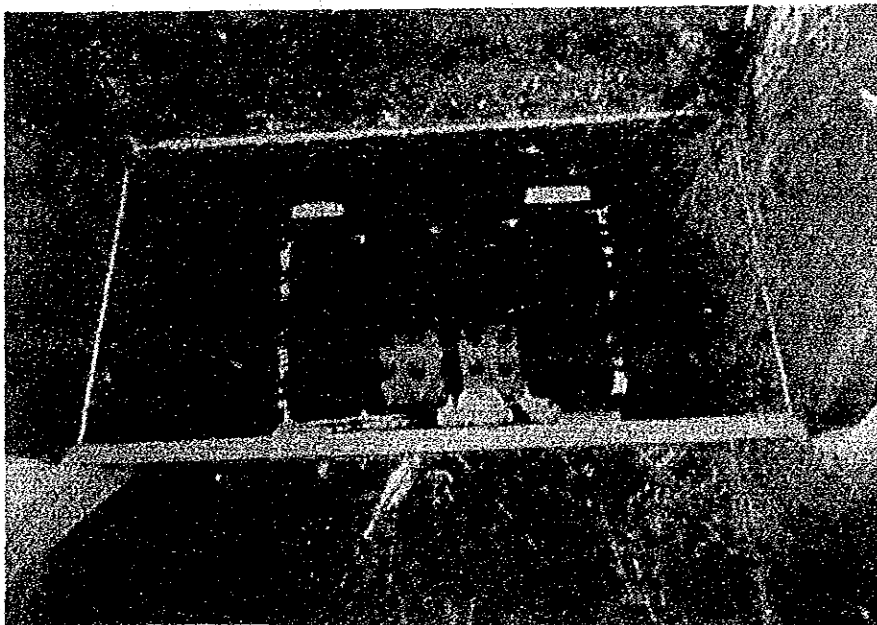


写真 2.2.1.18

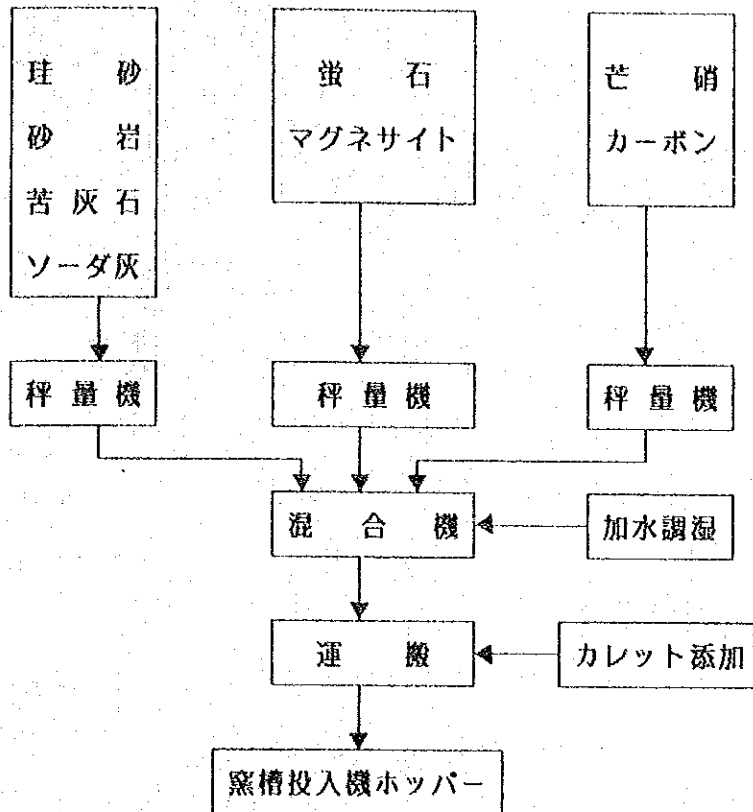
ソーダ灰投入口と
ロールプレイカ

2.2.2 調合工程の現状と問題点及び対策

(1) 調合工程の現状

1) 沈陽ガラス工場の調合工程は下図（図 2.2.2.1）に示す通りである。

図 2.2.2.1 調合工程図



2) 調合設備の現状と仕様

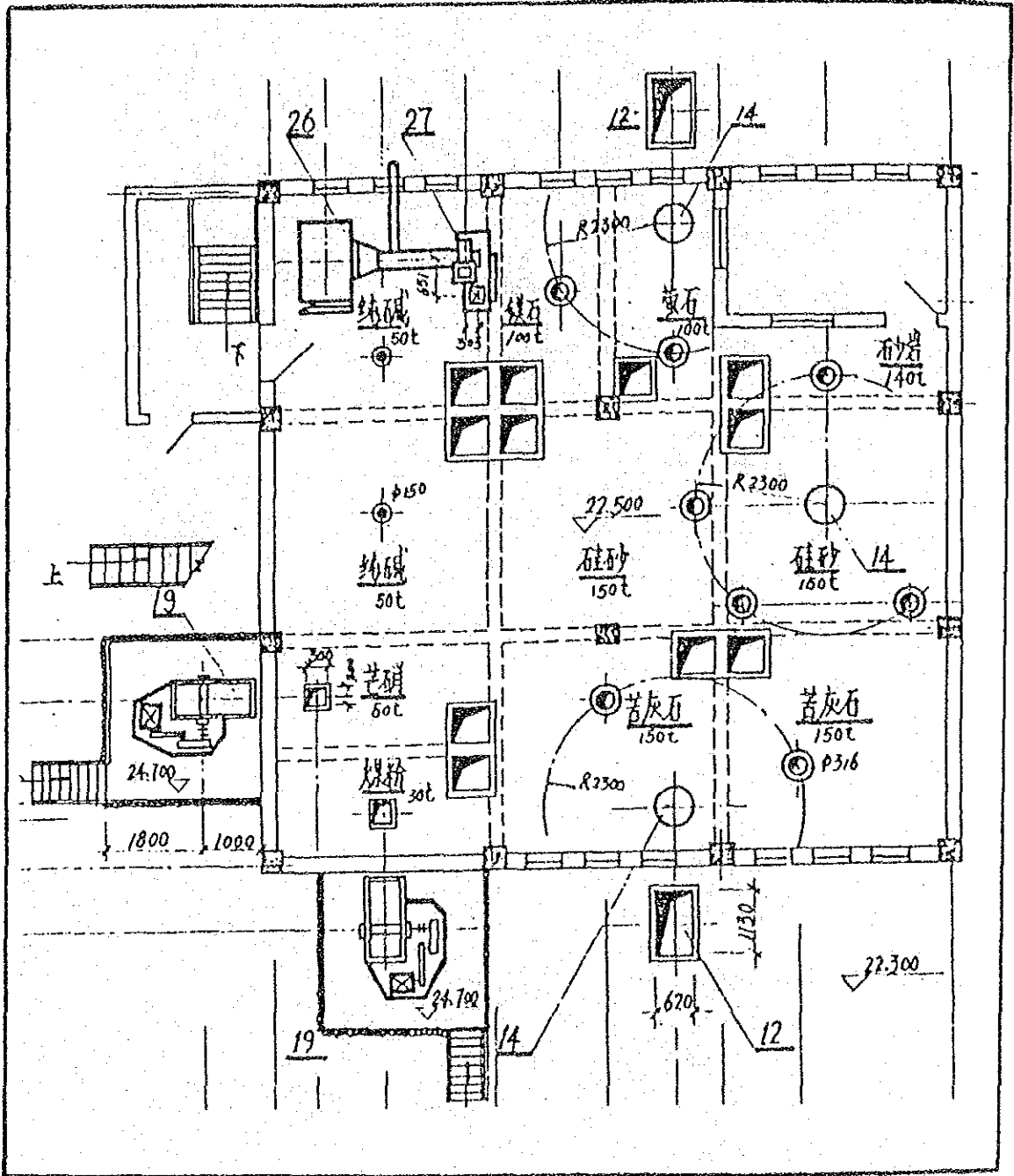
a) 原料サイロ

各種原料サイロは調合棟内に図 2.2.2.2に示す如く配置されている。サイロ容量は図に示す通りである。サイロ容量は原料使用量に対し十分な容量があり、特に問題ない。

b) 秤量機

秤量機は秤桿式累積自動秤量を3台設置している。夫々の秤量機の使用等については下記の通りである。

図 2.2.2.2 原料サイロ配置



①珪砂・砂岩・苦灰石・ソーダ灰用

型 式： ZPC-4 1台
計量方式： 多桿式累積計量方式
最大速度： 2500kg
計量速度： 500kg/50秒
精 度： 動態 ±1/500
製 造： 大連衡器廠

②螢石・マグネサイト用及び芒硝・カーボン用

型 式： XZPC-4 2台
計量方式： 多桿式累積計量方式
最大速度： 100kg
計量速度： 2.0kg/10秒
精 度： 動態 ±1/500
製 造： 大連衡器廠

原料サイロから秤量機への原料の供給は全て電磁式振動フィーダーにより行なわれる。振動フィーダーの停止動作はシャープに行なわれておらず計量誤差を助長する一因ともなっている。各秤量機の実際の秤量誤差は最大1%にも達している現状で、累積式秤量方式の不具合があらわれてくる。秤量精度の向上が必要である。

c) 混合機

混合機は2台設置され一定期間ごとに交互使用されている。混合機タイプとしてはセメント用ミキサーに類似したものである。混合機使用は下記の通り。

容 量	1500ℓ	台数2
寸 法	φ3000×830mm	
回 転 数	20 RPH	

混合能力	最大2000kg
混合時間	5分
電動機	55KW
製造	中国製（華東建築機械廠）

混合後原料の均質度は、表 2.2.2.1に示す通り変動大きく良好な状況ではない。秤量機の計量誤差による影響も多分にあるものと思われるが、混合機の混合精度も良好なものではない。

d) 調 湿

混合機内にて混合原料中に散水し原料湿分の調整を行なっている。散水量はタイマーにより調節し混合原料を4～5%の湿分に調整している。

e) 混合原料の運搬

混合機から排出された原料はベルトコンベア及びバケットエレベーターにより3階まで上げられて、更にベルトコンベアにより窯前の投入機ホッパー迄運搬される。混合原料を熔解窯まで運搬する手段が複雑になればなる程、輸送途上における混合原料の再分離による混合度の低下が懸念される。この様な意味で運搬途上の混合原料を採取して混合度のチェックを行なった。その結果を表 2.2.2.2及び表 2.2.2.3に示すが、混合機内でのサンプリング data（表 2.2.2.1）と比較して特に輸送による混合原料の再分離（混合度の低下）の現象は認められない。しかしながら複雑な輸送系統は混合原料の再分離を助長する原因となりうるものであるから、この点に対する配慮が十分なされるべきである。

表 2.2.2.1 混合原料均質度

項目 実測値 サンプルNo.	酸不溶 (%) 理論値 : 64.21	水不溶 (%) 理論値 : 80.21	Na ₂ CO ₃ 理論値 : 16.71
1	65.04	79.60	17.48
	65.08	80.30	16.81
	65.72	80.48	16.81
2	65.70	84.10	11.79
	66.78	84.90	12.10
	65.36	83.40	13.45
3	65.40	79.42	16.81
	65.10	80.52	16.81
	65.30	80.22	16.81
4	62.80	80.20	16.14
	64.10	79.30	16.46
	64.90	80.16	16.81
5	63.56	78.32	18.49
	63.34	77.06	20.17
	63.66	78.14	18.49
6	62.70	79.64	16.81
	63.86	79.06	17.15
	64.20	78.90	16.81
7	64.24	79.90	17.15
	63.40	78.42	18.49
	64.60	79.26	16.81
8	63.50	80.26	16.81
	64.88	80.18	16.81
	64.36	80.00	17.15
9	64.90	82.56	18.83
	64.52	82.32	18.49
	64.98	80.34	20.17
10	66.06	80.21	18.49
	66.38	81.56	17.82
	66.90	80.74	18.49
11	63.50	80.60	16.81
	63.36	80.50	16.81
	64.00	80.10	16.81
\bar{x}	64.61	80.32	17.03
σ	1.07	1.62	1.77

註) ミキサー内3ヶ所サンプリング×11回

表 2.2.2.2 3階コンベア上混合原料の均質度

項目 実測値 番試料	酸不溶	水不溶	Na ₂ CO ₃ (%)
	理論値: 64.21	理論値: 80.21	理論値: 16.71
1	64.95	79.66	16.81
2	64.30	79.16	17.84
3	64.50	79.26	17.82
4	65.46	81.00	16.47
5	64.20	80.12	16.14
\bar{x}	64.68	79.84	17.02
σ	0.47	0.67	0.70

表 2.2.2.3 窯槽投入口原料均質度

項目 実測 番試 号料	酸 不 溶	水 不 溶	Na ₂ CO ₃ (%)
	理論値: 64.21	理論値: 80.21	理論値: 16.71
1	64.18	79.40	17.15
	62.10	77.06	20.17
	62.50	77.44	17.82
2	64.20	77.20	18.49
	64.84	77.46	18.49
	65.48	78.42	18.49
3	66.94	80.00	17.15
	69.16	80.24	17.15
	64.54	76.80	17.15
4	63.90	79.24	16.81
	64.70	80.00	16.81
	61.66	79.44	16.81
5	64.06	78.08	18.49
	64.52	80.16	16.81
	66.48	79.52	17.48
6	63.04	80.36	17.48
	63.74	79.36	17.82
	69.40	79.24	17.15
\bar{x}	64.75	78.83	17.65
σ	2.07	1.24	0.86

註) 投入口3ヶ所採取×6回

f) カレット添加

バケットエレベーターによって3階に上げられた原料はベルトコンベアーによって窯前の投入機ホッパーへ運搬されることはすでに述べたが、この3階のベルトコンベアー上でカレットが添加される。添加されるカレットは電磁フィーダーによりその添加量が調節される。

従ってカレットの添加量は各バッチごとにみると相当大きな変動をしている様である。又混合原料に均一にカレットを添加する様な設備にはなっていない。このため、窯槽の原料投入口でのカレットの比率は非常に大きくばらついており、カレット無しの状態もあれば、全量カレットが投入されている状態もある。窯槽での原料熔解を安定化させるため、上述のカレット比率の変動は抑制する必要がある。原料投入機の払出口付近でサンプリングした原料のカレット比率の変動について測定した結果を表 2.2.2.4に示す。

表 2.2.2.4 窯槽投入口カレット比率の変動

投入機	採取原料 g	カレット量 g	カレット比率 %
# 1	206.0	24.1	11.7
# 2	222.5	22.7	10.2
# 3	206.7	27.7	13.4
# 4	265.5	31.6	11.9
# 5	263.7	132.1	50.1
# 6	276.0	79.5	28.8
\bar{x}	—	—	21.0
σ	—	—	14.4

g) 調合工程設備配置

図 2.2.2.3に調合設備のレイアウトを示す。

調合設備の現状を写真 2.2.2.1～ 4に示す。

3) 各種原料の調合割合

原料調合割合については、最近の例を表 2.2.2.5に示す。

4) ガラス製品組成

ガラス製品の組成分析データを表 2.2.2.6に示す。

又、最近のガラス製品組成の変遷を表 2.2.2.7に示す。表に見られる通り、基本的には製品組成の変更は実施されていない。

(2) 調合工程の問題点

調合工程の問題点について以下に述べる。

1) 珪砂秤量水分補正

沈陽ガラス工場で使用する珪砂原料の水分含有率の変動が多大であることはすでに述べた通りである。

原料管理の充実によって珪砂水分の変動を大幅に抑制する必要があり、そのための改善対策についてもすでに述べたが、原料管理の充実によってもなお珪砂水分の変動は日内平均 0.3%程度残存することは避けがたい。

珪砂は沈陽ガラス工場の場合全原料の約35%を占める主要原料であり、その水分の変動による計量値の変動が製品品質に及ぼす影響は無視できない。従って珪砂水分の変動によって、珪砂の計量値は適切に補正されなければならないが、沈陽ガラス工場の実際は適切な補正が実施されておらず、珪砂計量誤差が大きいものと思われる。このため製品の均質度の低下を招き、刷毛筋・肉まわり不良などの欠陥の一因となっているものと思われる。

図 2.2.2.3 調合設備レイアウト

- | | |
|------------|----------------|
| 1 サイロ | 2 払出し電磁振動フィーダー |
| 3 計量ホッパー | 4 中間溜めホッパー |
| 5 混合機 | 6 調合原料溜めホッパー |
| 7 ベルトコンベアー | 8 バケットエレベーター |
| 9 ベルトコンベアー | 10 カレット添加シュート |

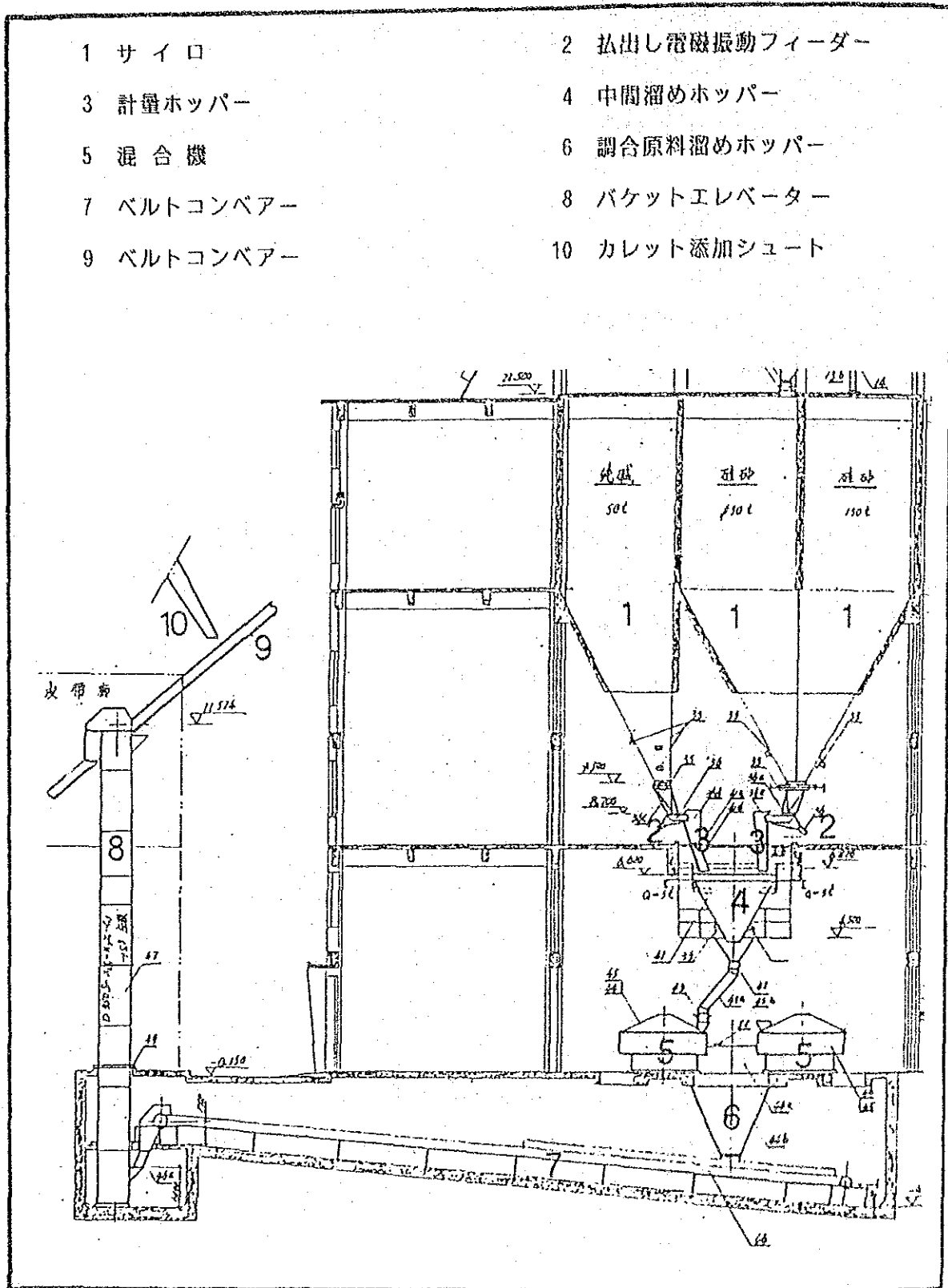


表 2.2.2.5 原料配合割合計算表

沈陽玻璃廠 第 214号料單

原料名称	產地	原 料			化 学			成 分			篩孔 / cm^2	分析日期	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ZnO	CO ₂			Na ₂ SO ₄
珪砂		90.18	5.15	0.32	0.46	0.06	3.33						
砂岩		99.34	0.22	0.12	0.06	0.03							
苦灰石		0.73	0.21	0.15	32.27	20.20							
マグネサイト		1.31	0.03	0.45	5.83	42.58							
螢石		1.75	0.17	0.26	69.48	0.41					96.17		
ソーダ灰							58.07		99.30				
芒硝					0.12	0.13	42.68			97.80			
カーボン													60.46

原料名称	1000kg玻璃	ガ ラ ス			化 学			成 分			百分率 (%)
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₄		
珪砂	412.80	372.26	21.26	1.32	1.90	0.25	13.75				34.5
砂岩	351.93	349.61	0.77	0.42	0.21	0.11					29.5
苦灰石	161.08	1.18	0.34	0.24	51.98	32.45					13.5
マグネサイト	18.79	0.25	0.01	0.08	1.10	8.00					1.6
螢石	11.18	0.20	0.02	0.03	7.77	0.05					0.7
ソーダ灰	199.66						115.94				16.7
芒硝	37.04				0.04	0.05	15.81				3.1
カーボン	2.34										0.2
合計	1194.82	723.50	22.40	2.09	63.00	41.00	145.50		2.50		
ガラス成分指標%		72.35	2.24	0.21	6.30	4.10	14.55		0.25		

表 2.2.2.6 ガラス製品組成

年/月/日	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O K ₂ O	SO ₂
85/4/1	72.63	2.41	0.24	6.08	4.18	(14.21)	(0.25)
2 (指標)	(72.45)	(2.27)	(0.28)	(6.25)	(4.01)	(14.40)	(0.25)
5	72.51	2.42	0.24	6.13	4.03	(14.42)	(0.25)
8	72.62	2.40	0.25	6.21	4.14	(14.13)	(0.25)
11	72.58	2.42	0.26	6.20	4.08	(14.21)	(0.25)
11 (指標)	(72.45)	(2.28)	(0.27)	(6.25)	(4.10)	(14.40)	(0.25)
15	72.41	2.42	0.25	6.19	4.07	(14.41)	(0.25)
18	72.40	2.34	0.26	6.25	4.12	(14.38)	(0.25)
22	72.48	2.23	0.24	6.32	4.16	(14.32)	(0.25)
23 (指標)	(72.45)	(2.26)	(0.29)	(6.25)	(4.10)	(14.40)	(0.25)
25	72.45	2.28	0.24	6.25	4.17	(14.36)	(0.25)
85/11/4	72.19	2.31	0.25	6.07	4.09	—	—
6	72.23	2.31	0.25	6.20	4.12	—	—
11	72.31	2.29	0.25	6.29	4.12	—	—
15	72.31	2.36	0.26	6.22	4.21	—	—
18	72.37	2.28	0.25	6.35	4.17	—	—
22	72.39	2.26	0.24	6.22	4.13	—	—
25	72.37	2.32	0.23	6.28	4.16	—	—
27	72.66	2.27	0.20	6.09	4.10	—	—
29	72.61	2.29	0.19	6.12	4.02	—	—
12/2	72.36	2.31	0.25	6.19	4.12	—	—
4	72.46	2.32	0.24	6.10	4.09	—	—
9	72.52	2.27	0.24	6.23	4.14	—	—
11	72.30	2.36	0.24	6.18	4.11	—	—
18	72.38	2.33	0.24	6.15	4.08	—	—
23	72.21	2.31	0.24	6.11	4.05	—	—
25	72.43	2.30	0.24	6.18	4.11	—	—
30	72.61	2.24	0.25	6.32	4.07	—	—
̄	72.43	2.32	0.24	6.20	4.11	14.31	—
σ	0.133	0.055	0.016	0.077	0.046	0.101	—
持ち帰り サンプル	72.33	2.55	0.246	5.92	4.30	14.33	0.23

表 2.2.2.7 製品組成の変遷

年	名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
	月日								
1981	指 標	72.40	2.32	0.29	6.25	4.10	14.39		0.25
	5月11日	72.39	2.42	0.27	6.14	4.17			
	6月15日	72.41	2.40	0.25	6.23	4.13			
	11月2日	72.48	2.40	0.27	6.20	4.14		1.10	
1982	指 標	72.50	2.33	0.28	6.25	4.05	14.34		0.25
	1月3日	72.61	2.31	0.25	6.16	4.08			
	5月6日	72.56	2.39	0.25	6.28	4.06			
	12月2日	72.52	2.39	0.29	6.27	4.09			
1983	指 標	72.30	2.29	0.26	6.25	4.10	14.55		0.25
	1月7日	72.33	2.22	0.26	6.21	4.16			
	5月30日	72.36	2.33	0.24	6.22	4.08			
	12月29日	72.42	2.28	0.27	6.22	4.09			
1984	指 標	72.50	2.29	0.26	6.25	4.10	14.35		0.25
	2月3日	72.54	2.29	0.24	6.21	4.07			
	8月9日	72.45	2.31	0.23	6.21	4.01			
	9月3日	72.41	2.39	0.26	6.20	4.09			
1985	指 標	72.35	2.04	0.21	6.30	4.10	14.55		0.25
	1月3日	72.38	2.30	0.21	6.22	4.07			
	6月27日	72.34	2.34	0.27	6.19	4.11			
	12月2日	72.36	2.31	0.25	6.19	4.12			

2) 原料秤量精度の向上

先にも述べた通り、沈陽ガラス工場で使用する秤量機は累積式のものである。従って秤量機は大型のものとなり秤量精度は悪くなる。また、各原料の秤量機への供給は電磁式振動フィーダーで実施されているため、原料供給のカットオフが鋭敏なものでなく、秤量誤差を高める原因ともなっている。

上記の事項が原因となって秤量誤差は最大1%に達する現状である。正確な秤量を実現することが製品品質の向上に大いに有効であることは言をまたない。原料秤量精度を向上させる改造が必要である。

3) 原料混合度

各原料の混合が完全に行なわれ、混合原料の均質度が十分高いことが、次工程たる熔解工程に於ける熔解ガラスの均質化、ひいては製品品質の向上に大きく貢献することは言うまでもない。

沈陽ガラス工場の混合原料の均質度については表 2.2.2.3~5 に示したところであるが、十分に良好な混合度にあるとは言えない。混合原料の均質度については $\sigma \leq 0.5\%$ が一応の目安であり、沈陽ガラス工場の実際データはこれを大きく上回るものである。

原料混合度を阻害する原因としては、混合機の混合不十分、輸送途上での再分離などが考えられ、これら要因の改善が必要である。

4) カレット比率の変動

熔解工程に供給される原料に添加されるカレット比率は、表 2.2.2.4に示した通り非常に大きく変動している。事実、現場での観察によればカレット添加率0%から100%まで常に変動していると言っても過言ではない。

カレット比率の変動は熔解の不安定、熔解槽内の原料山の不安

定、フォームラインの不安定を招き、製品品質を損なうことも少なくないので、好ましくない。カレット比率の安定化を期するため、カレット添加方法の改善が必要である。

5) 混合原料の添加水分の変動

混合原料は混合機内で散水により4～5%の湿分に調整されている。混合原料の湿分は、熔解工程に於ける粉末原料の飛散を防止する観点から4～5%に調整される必要がある。

混合原料の水分パーセントは、過大になれば熔解時の燃料消費をいたずらに高めるばかりであるし、過小では微粉原料の飛散により窯槽レンガの侵食を加速し窯槽寿命を短縮する結果を招く。

上述の観点から沈陽ガラス工場の混合原料の加湿水分の調整は十分な設備と管理が行なわれているとは言いがたい。

6) 秤量機の精度維持

秤量機の精度を維持するためには、日常的な維持管理が系統だって実施されていなければならない。

この意味で、沈陽ガラス工場に於ける秤量機のメンテナンス検査制度は十分なものとは言えない。秤量機の精度を維持するため、日常的な維持・管理方法を具体的に確立する必要がある。

(3) 調合工程の改善対策

調合工程の改善対策を以下に記述する。

1) 珪砂水分の変動対策

- a) 珪砂水分の変動に的確に対応して珪砂秤量値を補正するため、当面の対策として珪砂水分の測定頻度を増加すべきである。

現状では、原則として1回/直の頻度で珪砂水分の測定を実施しており、水分変動が大きくなれば3回/直まで頻度を増している。しかしながら珪砂水分の変動に対して的確に珪砂秤量値を補正していくためには、常に4回/直水分測定を実施して測定結果

にもとづいて珪砂秤量値の補正を実施しなければならない。その上、珪砂水分の変動が大きい場合には逐次測定頻度を増加させることも必要である。

上述の珪砂水分測定頻度と秤量値の補正については明確にルール化されなければならない。

- b) 珪砂水分補正を各調査実施機会ごとに確実に実行するためには、珪砂水分の自動測定と結果の秤量機へのフィードバックが必要である。自動珪砂水分補正システムは概念的には図 2.2.2.4 に示すものとなる。

このような自動水分補正システムの導入によって、珪砂水分変動に起因する珪砂秤量の変動は解決されるものと思われる。しかしながら、珪砂水分の変動の幅を極力抑制するため、珪砂の倉庫管理を充実して珪砂水分変動を一定の範囲に抑制しておかなければならないことも付言しておきたい。

2) 原料秤量精度の向上対策

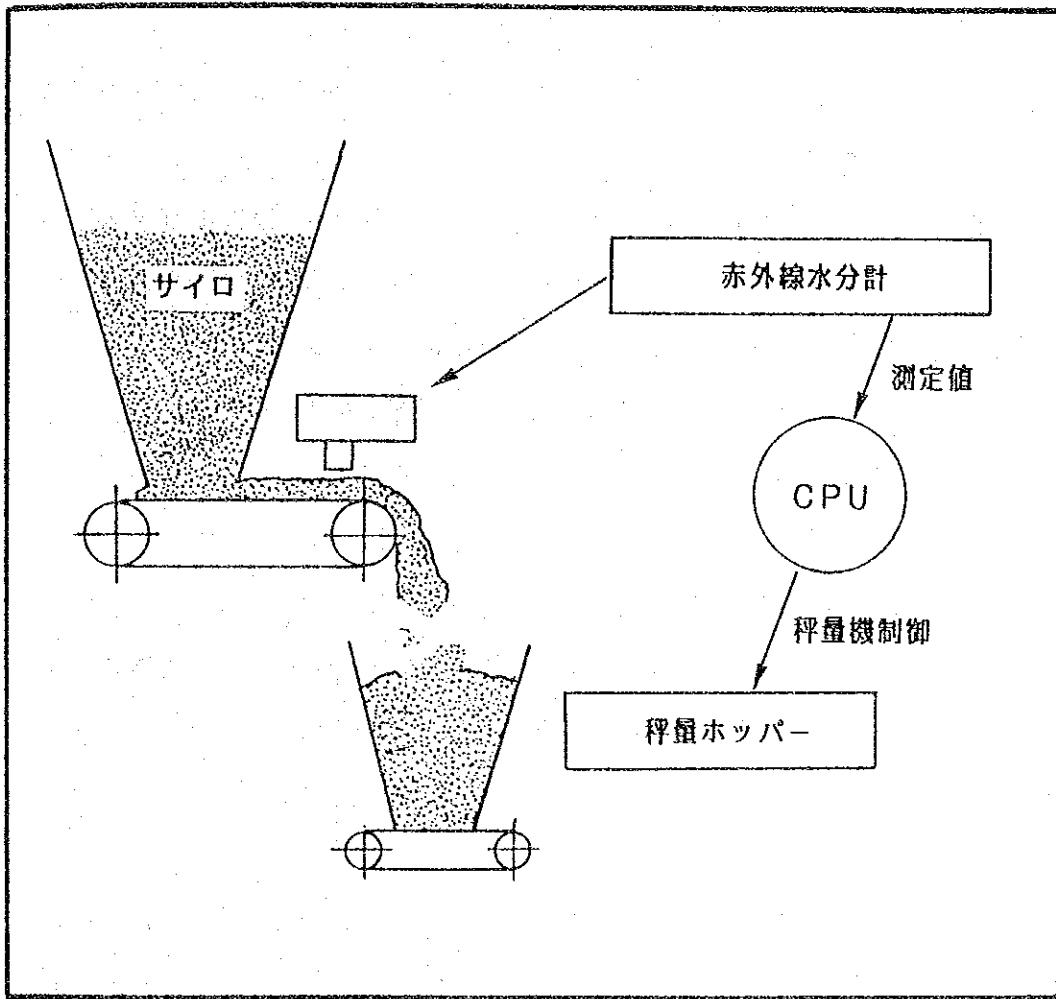
- a) 原料秤量精度を向上させるため現状の累積秤量方式は、単一秤量方式に改められることが望ましい。また各原料にそれぞれ専用の秤量機を設置するのが望ましい。

秤量機は現状の有桿式ではなく、ロードセル方式に変更することが望ましいと考える。また秤量ホッパーへの原料の付着などによる秤量精度の低下を防止するため、秤量ホッパーからの排出量をもって制御する方式が採用されることが望ましい。

- b) 秤量機への原料の供給は現在電磁式振動フィーダーによって行なわれているが、原料供給の停止動作が鋭敏で確実に行なわれる様に改造を要するものと考えられる。このため電磁式振動フィーダーにかえてベルト式フィーダーを採用することを推めたい。

上記改造を実施することにより、原料秤量精度は1/500 以下に

図 2.2.2.4 珪砂水分自動補正システム



抑制しうるものと判断される。

3) 原料混合度向上対策と再分離防止対策

- a) 原料混合度を向上するため、現在使用している混合機は良好な混合性能を有するものではなく、混合性能の高いものに更新されるべきである。ガラス原料混合機としては、いわゆるアイリッヒミキサーが一般に多く用いられており混合性能も高い。アイリッヒ (Elrich) ミキサーの採用が望ましいものと考えられる。b)

混合原料の再分離防止対策

混合原料と熔解窯投入機ホッパー迄搬送する方式が複雑で、搬送途中の再分離が懸念される。特にバケットエレベーターへの原料の乗り移り、バケットエレベーターからベルトコンベアへの原料乗り移り時に長大なシュート中を混合原料が滑りおける過程が再分離を助長するものと思われる。

混合原料の再分離防止のため、バケットエレベーターによる搬送は行わず、ベルトコンベアだけの組み合わせによる搬送にする方が望ましい。

- c) 窯前原料ホッパー上に原料ミキサーを配置する方法が輸送にともなう原料再分離を防止する最も良い方法であるが、沈陽ガラス工場現状レイアウトを考慮すると、投資が膨大となり、そこまでの改造は必要ないものとする。

4) カレット添加方法の改善

- a) 一定のカレット比率で混合原料中にカレットを添加できる様改造されなければならない。このためカレットの計量設備を設置する必要がある。

毎回混合原料に所定のカレット率にあわせて計量されたカレットが添加される様改造されなければならない。カレットの計量設備としてはロードセル方式の秤量機をすすめたい。

- b) カレット比率を一定にするため、秤量されたカレットは混合原料中に均一に分散添加される必要がある。このため混合原料搬送コンベア上で、毎回搬送される混合原料の位置検出を実施して、その上にカレットを均一に分散添加する様改造する必要がある。
 - c) このため約 100トン取容能力を有するカレットタンクを設置する必要があると考えられる。
- 5) 混合原料の水分調整方法の改善
- a) 混合機内で散水添加される水量は、現状ではタイマーによって調整されているが、水量の的確な調節を図るため、オーバル式流量計を採用すべきである。
 - b) 添加される水量は珪砂水分の測定結果を折りこんで、変更されなければならない。現状では、珪砂水分の変動も大きく、混合機内散水量の調節も的確に行なわれていないので、混合原料の湿分の変動は相当大きいものと予想される。
- 6) 秤量機の精度維持管理の改善
- a) 秤量機の精度維持のため定期的な検定作業を実施する必要がある。次の様な検定作業をルール化して実行すべきである。
 - ① 零点検査
秤量機ホッパー空の状態における秤量機の指示値は0を示していなければならない。この検査を1回/直実施すべきである。
 - ② 原器検査
実量原器を使用して秤量機の指示値が正確であるかの検定を1回/月実施する必要がある。
 - ③ 実量検査
秤量機の動態精度をチェックするため、秤量実物の重量を測定し、秤量機指示値との差異を検査する実量検査を1回/月実施する必要がある。

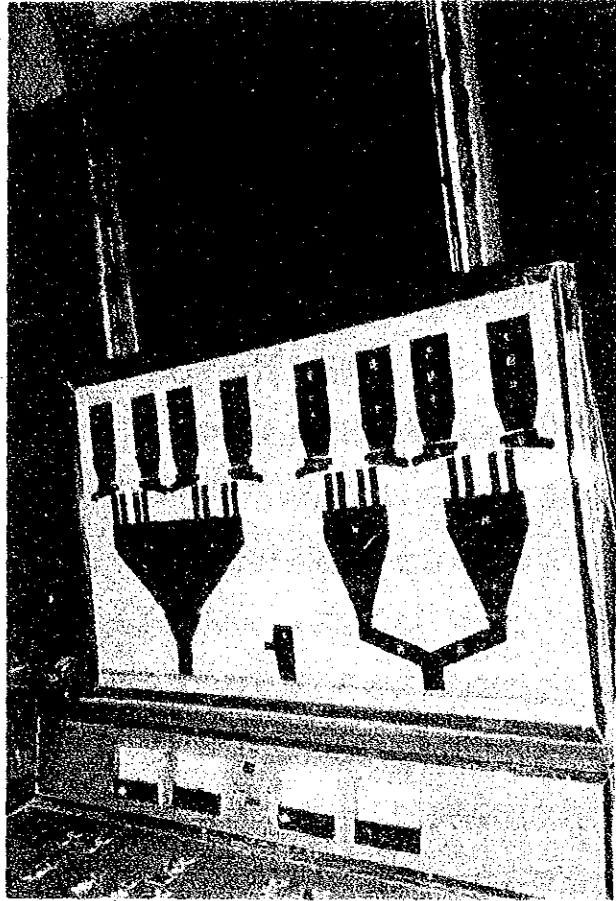


写真 2.2.2.1

調合操作盤

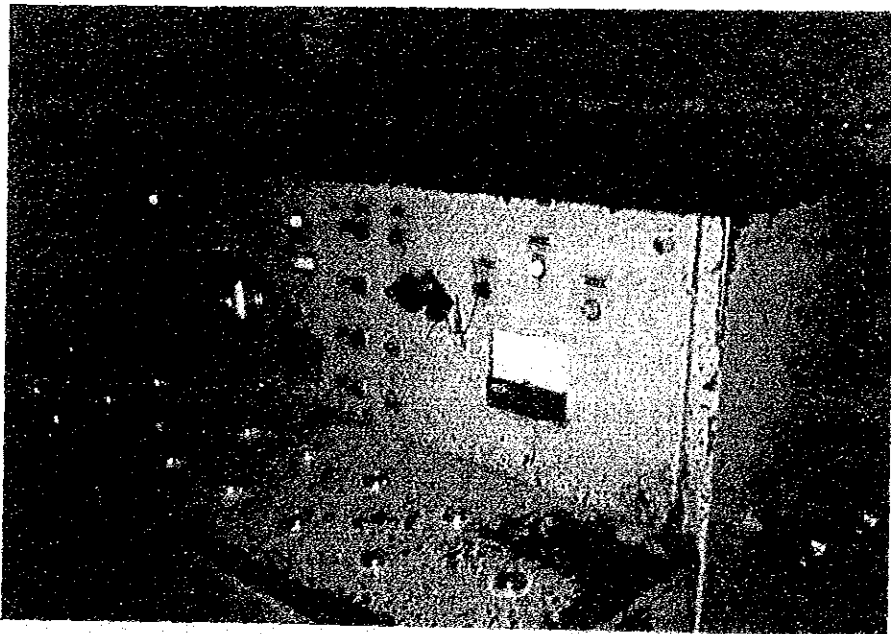


写真 2.2.2.2

秤量機操作盤

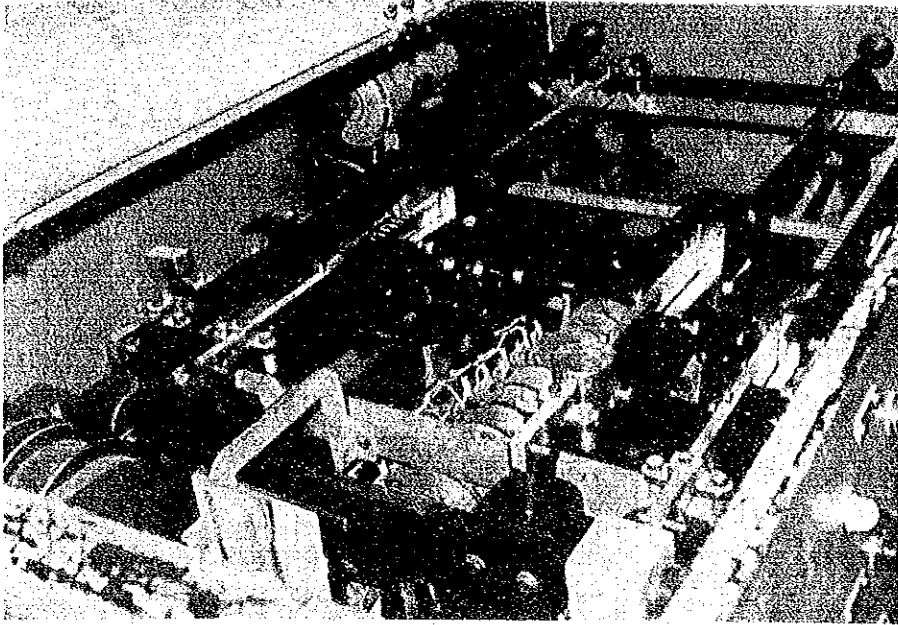


写真 2.2.2.3

秤量機操作盤内

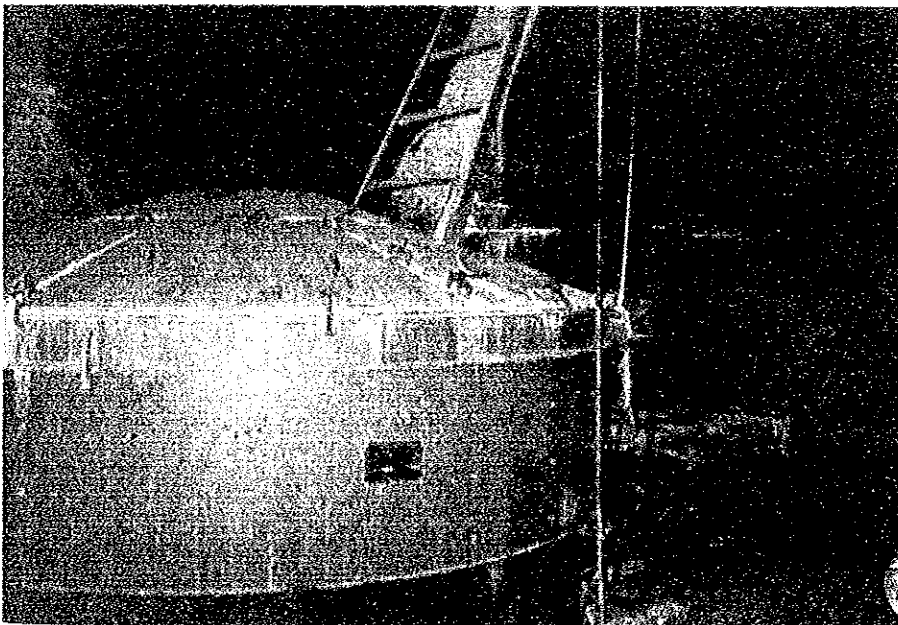


写真 2.2.2.4

混 合 機