



# 中華人民共和国工場（セメント）

## 近代化計画

## 調査報告書

### （耀県セメント工場）

中華人民共和国工場（セメント）  
近代化計画調査報告書（耀県セメント工場）

一九八五年九月

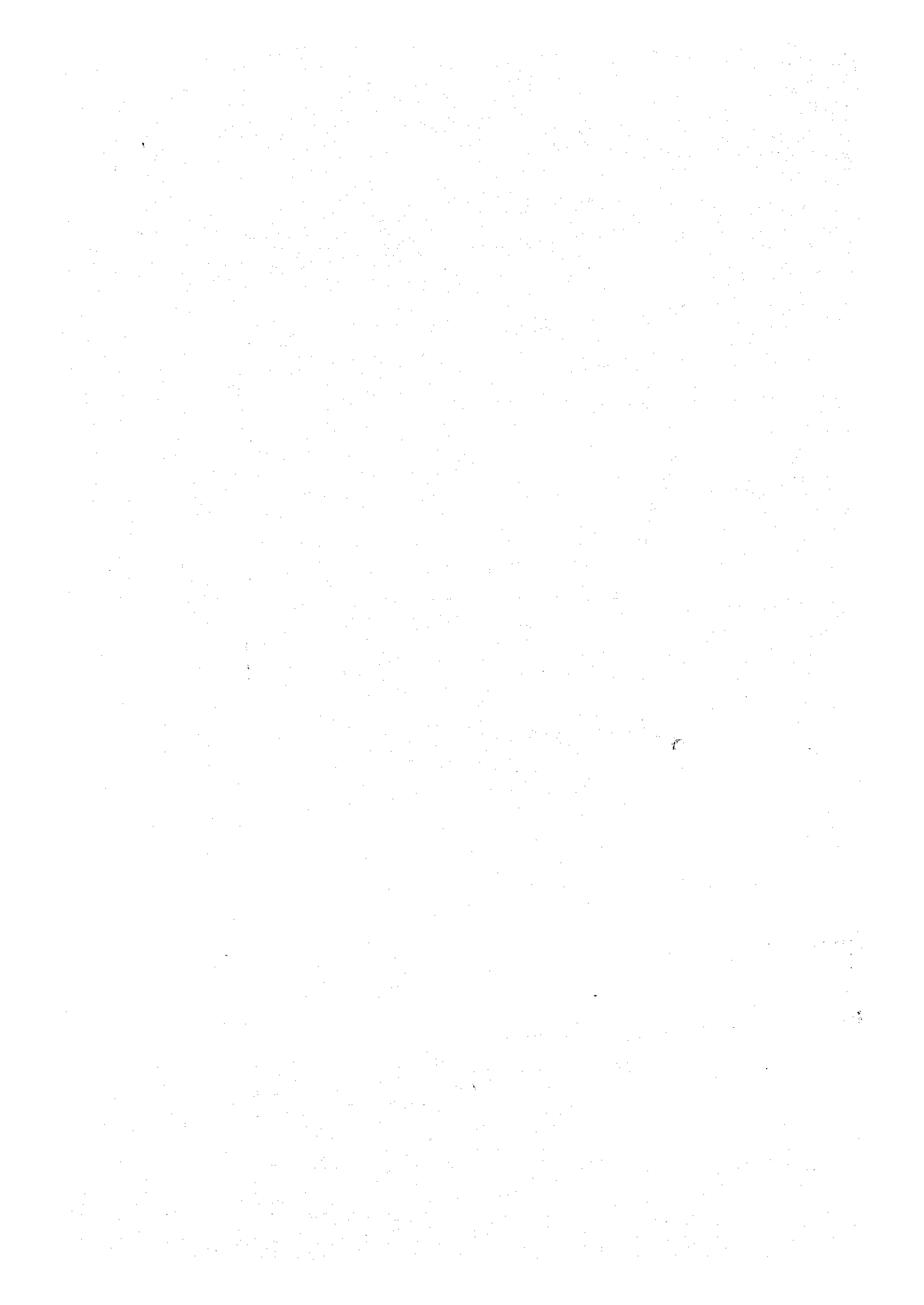
国際協力事業団

105  
683  
MPI

1985年9月

# 国際協力事業団

工計鉦  
85-145



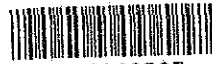
中華人民共和国工場（セメント）

近代化計画

調査報告書

（耀県セメント工場）

JICA LIBRARY



1034140C2J

1985年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.26	105
登録No. 12275	68.3
	MPL

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国におけるセメント工場（陝西省耀県および遼寧省工源）近代化計画策定のための調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、半田信吉氏を団長とする調査団を編成し、1985年3月1日から3月24日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後工場診断の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その結果を取りまとめたものであり、両セメント工場の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1985年9月

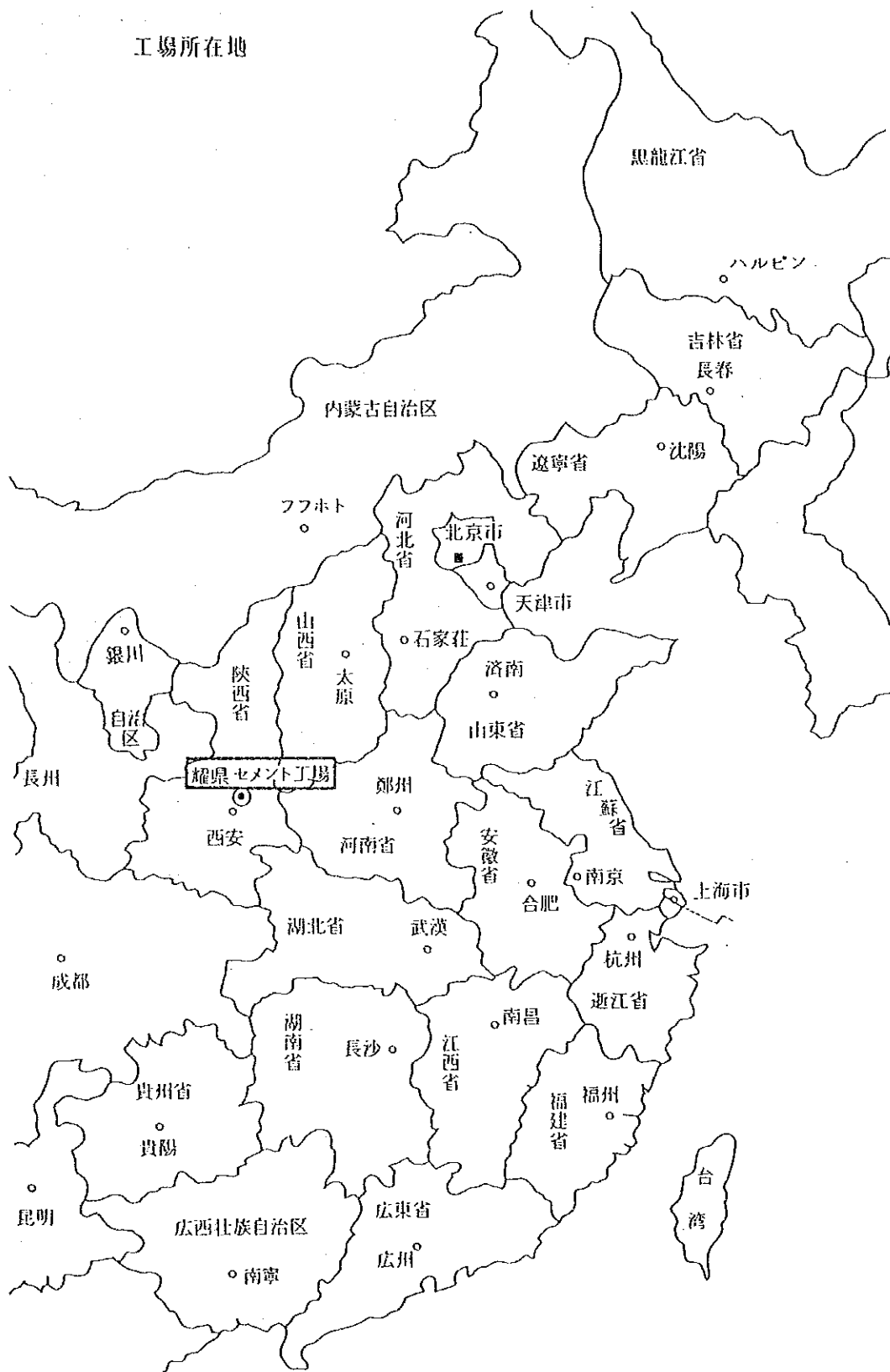
国際協力事業団

総裁

半田信吉



工場所在地







# 目 次

序 章	1
第 I 章 調査の要約	5
1. 工場近代化計画系統図	5
2. 工場の概要調査	5
3. 現状分析と問題点	6
4. 中国側の近代化構想	7
5. 工場近代化計画	8
第 II 章 工場の概要調査	15
1. 工場の概要	15
1.1 敷地及び建物	15
1.2 製品及び生産	15
1.3 製造設備	17
1.4 組織及び人員	18
1.5 原料	19
1.6 燃料	21
1.7 生産計画及び生産実績	21
2. 生産工程及び設備	23
2.1 原料設備	23
2.2 焼成設備	36
2.3 仕上設備	40
2.4 石炭設備	43
2.5 付帯設備	46
3. 生産管理	64
3.1 原材料調達, 在庫管理	64
3.2 運転管理	67
3.3 品質管理	69
3.4 設備保全	71
3.5 教育訓練	73
3.6 安全衛生, 環境管理	73

4. 測定結果, 試料分析結果	75
4.1 湿式キルンの操業状況	75
4.2 測定結果	77
4.3 試料分析結果	90
第Ⅲ章 現状分析と問題点	105
1. 生産工程及び設備	105
1.1 原料受入及び総合貯蔵庫	105
1.2 原料設備	106
1.3 焼成設備	106
1.4 仕上設備	108
1.5 付帯設備	109
2. 生産管理	125
2.1 原材料調達, 在庫管理	125
2.2 運転管理	126
2.3 品質管理	137
2.4 設備保全	155
2.5 教育訓練	158
2.6 安全設備, 環境管理	159
第Ⅳ章 中国側の近代化構想	161
1. 近代化計画の背景	161
2. 近代化構想の概要	161
3. 問題点の概要	162
第Ⅴ章 工場近代化計画	163
1. 近代化計画の内容	163
1.1 余熱ボイラ方式のままでの近代化	163
1.2 3号キルン近代化	199
2. 生産管理の改善案	234
2.1 運転管理	235
2.2 品質管理	238
2.3 設備保全	255

2.4	教育訓練	257
2.5	安全設備, 環境管理	257
3.	近代化計画の実施スケジュール	258
3.1	湿式のままでの近代化スケジュール	259
3.2	乾式転換による近代化	264
4.	所要資金計画	269
4.1	試算範囲	269
4.2	試算条件	270
4.3	試算結果	271
5.	近代化計画比較表	273
6.	近代化計画の詳細	275
6.1	湿式のままでの近代化	275
6.2	乾式転換による近代化	302
7.	近代化計画実施上の留意点	316
第VI章	添付資料	317
1.	品質管理に関する資料	317
1.1	メスフラスコ, ピペット, ビュレットの校正方法	317
1.2	相関分析について	325
1.3	管理図法について	329
1.4	調合原料の化学分析方法フローシート (I)	336
1.5	調合原料の化学分析方法フローシート (II)	338
2.	設備保全に関する資料	339
2.1	設備保全の一般的考え方	339
2.2	設備診断技術とは	351
3.	職場風土活性化に関する資料	358
3.1	職場風土活性化	358
3.2	小集団活動	363
4.	日本のセメント製造技術現状	371
4.1	概要	371
4.2	各論	377



略 語 表

m	:	米	KV	:	キロボルト
cm	:	厘	v	:	ボルト
mm	:	耗	A	:	アンペア
$\mu$	:	マイクロン	Ah	:	アンペア時
$\phi$	:	直径	mA	:	ミリアンペア
$m^2$	:	平方米	KW	:	キロワット
$cm^2$	:	平方厘	W	:	ワット
$mm^2$	:	平方耗	Hz	:	周波数
$m^3$	:	立方米	KWH	:	キロワット時
Nm <sup>3</sup>	:	標準立方米	DC	:	直流
l	:	リッター	P	:	極数
ml	:	ミリリッター	W	:	巾
t	:	屯	L	:	長さ
kg	:	尘	H	:	高さ
g	:	瓦	HM	:	水硬率
mg	:	ミリ瓦	SM	:	硅酸率
t cl	:	屯クリンカー	IM	:	鉄率
kgcl	:	尘クリンカー	KH.KSK	:	石灰飽和度
Mcal	:	メガカロリー	igloss	:	強熱減量
Kcal	:	キロカロリー	f-CaO	:	遊離石灰
h	:	時間	in sol	:	不溶解分
min.	:	分	$\alpha$	:	空気過剰係数
s	:	秒	Fe28	:	28日圧縮強度
$\mu$ S	:	マイクロ秒	JIS	:	日本工業規格
rpm	:	毎分回転数			
%	:	百分率			
°C	:	温度 (摂氏)			
ppm	:	百万分率			
g / Nm <sup>3</sup>	:	含塵量 (標準立方米当りの瓦)			
mmAq	:	耗水柱			
mmHg	:	耗水銀柱			
kg / cm <sup>2</sup>	:	平方厘当り尘			
kgf / cm <sup>2</sup>	:	平方厘当り重量尘			
$\mu$ 残	:	粉末度 (マイクロン残)			
$\mu$ R	:	粉末度 (マイクロン残)			
cm <sup>2</sup> / g	:	比表面積 (尘当り平方厘)			
$\Omega$ - cm	:	オーム厘 (電気抵抗値)			
atg	:	平方厘当り尘 (ゲージ圧力)			
vol %	:	容積百分率			
$\sigma$	:	標準偏差値			
mb	:	ミリバール			



# 序 章





## 序 章

### 1. 調査の背景

中華人民共和国政府は、西暦2000年までに農業・工業の生産を1980年の4倍に拡大する計画を発表し、計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため、中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており、本調査は、同要請にもとずき国際協力事業団が、中華人民共和国国家経済委員会と署名した、1984年12月18日付けの中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則により、実施したものである。

### 2. 調査の目的

前述の実施細則により、陝西省耀県所在の耀県セメント工場及び遼寧省本溪市所在の工源セメント工場に対し工場診断を実施し、その結果に基づき既存設備の利用に重点をおいた生産管理と製造技術に関する近代計画を提案することを目的とする。

### 3. 調査対象工場及び主要製品

調査対象工場の所在地、製造方式、主要製品、生産能力は下記の通りである。

#### 3.1 耀県セメント工場

所在地 : 陝西省耀県  
製造方式 : 湿式ロングキルン方式  
主要製品 : 普通セメント  
生産能力 : 年産90～92万屯

#### 3.2 工源セメント工場

所在地 : 遼寧省本溪市

製造方式 : 乾式余熱ボイラー方式

主要製品 : 高炉セメント

生産能力 : 年産56万屯

#### 4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は両工場共下記の通りである。

##### 4.1 工場の概要調査

- (1) 敷地・建物
- (2) 製品及び生産（クリンカー，セメント，品質，生産能力，稼働率等）
- (3) 製造設備
- (4) 組織及び人員
- (5) 原料
- (6) 燃料（価格）
- (7) 生産計画及び生産実績

##### 4.2 生産工程及び設備調査

- (1) 原料受入（破碎機，貯蔵庫）
- (2) 原料調合及び粉碎（秤量機，粉碎機）
- (3) 原料調整（スラリー貯蔵槽，スラリー貯蔵池，原料貯蔵槽）
- (4) 焼成（キルン）
- (5) 冷却（クリンカー冷却機）
- (6) 仕上粉碎（秤量機，粉碎機）
- (7) 電気計装設備
- (8) 余熱発電（ボイラー，タービン，発電機）
- (9) その他（輸送機，集塵器）

##### 4.3 生産管理調査

- (1) 原料調達, 在庫管理
- (2) 運転管理
- (3) 計測制御管理
- (4) 品質管理
- (5) 設備保全管理
- (6) 教育, 訓練
- (7) 安全衛生, 環境管理

## 5. 調査団の編成及び日程

調査団は、昭和60年3月1日より、3月24日まで現地調査を行った。調査団の編成は下記のとおりである。

### 5.1 調査団の編成

半田信吉	宇部興産株式会社	(団 長, プロセス機械担当)
永富昭生	宇部興産株式会社	(副団長, プロセス, 電気計装担当)
矢寺啓二	宇部興産株式会社	(プロセス担当)
尾形 浩	宇部興産株式会社	(品質管理担当)
羽矢安秀	宇部興産株式会社	(機械担当)

### 5.2 調査日程(昭和60年3月1日~3月24日)

3月 1日	北京着, 国際協力事業団北京事務所にて打合せ
3月 2日	西安に移動
3月 3日	陝西省建築材料局関係者と打合せ, 耀県へ移動
3月 4日	耀県セメント工場調査
3月 5日	耀県セメント工場調査
3月 6日	耀県セメント工場調査
3月 7日	耀県セメント工場調査

3月 8日 耀県セメント工場運転状態調査  
3月 9日 耀県セメント工場調査  
3月10日 耀県セメント工場関係者と近代化案について協議  
3月11日 耀県セメント工場調査  
          西安へ移動  
          陝西省経済委員会表敬  
3月12日 北京へ移動  
3月13日 瀋陽へ移動  
3月14日 本溪へ移動  
          工源セメント工場調査  
3月15日 工源セメント工場調査  
3月16日 工源セメント工場調査  
3月17日 工源セメント工場運転状態調査  
3月18日 工源セメント工場調査  
3月19日 工源セメント工場関係者と近代化案について協議  
3月20日 工源セメント工場調査  
          瀋陽へ移動  
3月21日 遼寧省経済委員会表敬  
3月22日 北京へ移動  
          国家経済委員会表敬  
3月23日 国際協力事業団北京事務所へ報告  
3月24日 北京発

# 第 I 章 調査の要約



## 第 I 章 調査の要約

### 1. 工場近代化計画系統図

工場近代化計画系統図は、図 I - 1 ~ 2 のとおりである。

### 2. 工場の概要調査

#### 2.1 工場の概要

耀県セメント工場は、陝西省耀県に所在し、1959年に生産を開始した湿式ロングキルン方式のキルン 4基をもつ中規模工場であり、1977年 4号キルンが増設され、現在普通セメントを生産しており、生産能力は年産 90 ~ 92 万 t である。原料としては、石灰石、粘土、鉄粉、石膏、混合材が使用されており、石灰石、粘土、鉄粉を所要の化学組成となるよう調合した後、水を加えて湿式粉砕し、これを焼成してクリンカーを製造する。これに石膏、混合材を混合、粉砕して製品のセメントが製造されており、425号、525号普通セメント、油井セメント(75℃)を製造している。

石灰石、粘土は隣接の自社鉱山で採掘し、他の原料は外部より購入している。燃料は石炭で主に銅川鉱より購入している。

工場組織としては、工場長の下に副工場長 4名、技師長 1名がおり、その下に 21の課と 9の生産現場がある。総人員 2,731人で管理人員 262人、技術人員 105人を含んでいる。

#### 2.2 生産工程及び設備

生産工程は、1950年代の典型的湿式ロングキルン方式の工場で、石灰石、鉄粉は総合貯蔵庫に受入れられ、粘土はスラリー状で粘土貯蔵池に受入れられる。これらの原料はテーブル式供給機、或いはスクープ式供給機で容積計量され、水を加えて 4基の湿式原料粉砕機により粉砕される。粉砕された原料はスラリー貯蔵槽、スラリー貯蔵池で品質を均質化され、スクープ式供給機で計量され、キルンへ送入される。

4基のキルンにて焼成されたクリンカーは、再び総合貯蔵庫に貯蔵される。クリンカー、石膏、混合材は振動式供給機で計量後、5基の仕上粉砕機で粉砕され、

製品となってセメント貯蔵槽に送られる。

設備は建設以来 25 年を経て、設備の旧式化と老朽化が進んでおり、その後設備の更新、改造が行われていない。設備配置図、工程図、物質勘定図、単線結線図、計装図を添付し、設備一覧表も記述した。

### 3. 現状分析と問題点

#### 3.1 生産工程と設備

原燃料の受入量、製品の出荷量の計量設備が不完全であり、製造工程中にも重量計量器がないので、各工程の生産量は容積計量の結果で管理されている。

製造工程上主要な原料調合、キルンへの原料スラリー、燃料の供給及び仕上工程での計量設備が全て容積計量式のもので精度が悪く、品質の変動幅が大きくなっており、運転管理に悪影響を与え熱消費量の増加の一因となっている。

キルン排気用電気集塵器の老朽化が著しく、殆ど重力沈降室に近い状態となっており、発塵量は合計毎時約10 tに達している。これは周辺的环境を汚染するばかりでなく、原料使用量の増加、熱消費の増加の一因となっている。上記集塵器で回収されたダストは、3基のキルンから発生したものを1ヶ所に集めて各キルンに分配されているため、クリンカーの品質変動の一因となっている。

1～3号キルンの多筒式クリンカー冷却機は、キルン燃焼用二次空気とクリンカーの熱交換が悪く、キルン熱消費量増加の一因となっている。4号キルンのプレート式クリンカー冷却機は据付位置がキルンと偏心していないため、クリンカーが冷却機に偏って落下し、冷却空気とクリンカーの熱交換が悪く、キルン燃焼用二次空気の温度が低いので、熱消費増加の一因となっている。又、排ガス集塵設備は閉塞し、未処理で排出されている。

キルンの燃焼器は単純な筒体であり、燃焼効率が悪く、熱消費量増加の一因となっている。

仕上粉碎機は開回路方式であり、製品の粒度分布は広範囲にわたっており、製品品質向上のため、閉回路化が望ましい。

受配電設備は設備の老朽化とともに遮断容量、保護協調等設備の安全性に問題があるとともに、現場で単独運転されている設備が多く、総括制御設備の更新が望ましい。

計装設備の数は少ないが、指示計、記録計等が設置されている。しかし、殆ど



故障しており、計測制御系も僅かで運転は人間の勘によって行われている。

### 3.2 生産管理

使用原燃料のうち、石灰石、粘土、石膏は品質が安定しているが、鉄粉、石炭の品質の変動が大きく、受入品質の安定化が望まれる。又、炉灰を仕上工程で混入材としているが、炭素分を含んでおり、製品に悪影響を及ぼすので、他の混入材への転換が望ましい。

計量が容積計量で精度が悪いのに加えて、工程中の品質管理用採取試料は瞬間試料であると共に、総合貯蔵庫での他原料の混入もあり、原料粉砕機出口での品質の変動は大きい。

スラリー貯蔵槽、スラリー貯蔵池での調整により、キルン送入原料品質の変動幅は小さくなっているが、焼成工程に於ける吹込炭発熱量の変動、ダストの未回収、回収ダストのキルンへの輸送設備の問題等に起因し、クリンカー品質の変動は再び大きくなっており、貯蔵庫に入るクリンカー温度も高い。

仕上工程では石膏、炉灰の混入率の変動、セメント細度の変動が上記に加わり、製品品質の変動を大きくしている。

運転管理としては、連続的に同じ基準（考え方）で運転されるとともに、漏入空気防止、キルン排ガス分析、吹込炭品質の測定等、きめこまかい管理を行うことが望ましい。

キルンの定期休転の周期は30日と非常に短く、休転期間も短い。又、運転中の突発故障が年間40回と非常に多い。このため設備の保全が休転中に充分行われていない。

## 4. 中国側の近代化構想

工場の近代化に当っては、先進性と経済性を主眼とすることが一般的であるが中国側は、既存工場の改造であるため、既存設備を有効に利用すること、改造工事による既存設備の休止期間を短くすること、投資を少なくするという課題を勘案し、湿式製造法のままでの近代化計画と乾式転換による近代化計画の2案を検討することを希望している。各案の具体的目標は下記の通りである。

### (1) 湿式のままでの近代化

#### (a) 熱消費の低減

現状クリンカー1疋を製造するため1,550 Kcal消費しているが、これを1,250 Kcalに低減させる。(低位発熱量基準)

- (b) 計測, 制御システムの自動化
  - (c) 製造環境の改善
  - (d) 生産管理の改善
- (2) 乾式転換による近代化

既存の原料, 仕上粉碎機, キルン等の主要設備を有効利用し, 熱消費の少ない計装設備, 集塵設備の整った設備に改造する。

## 5. 工場近代化計画

### 5.1 近代化計画の内容

現在と同じ原料を使用し, 同様の製品を製造することを前提に下記の内容を提案する。

#### (1) 湿式のままでの近代化

熱消費量の低減については, 我々の調査結果では現状1疋クリンカー当たり1,620 Kcal消費していることが予想され, クリンカー冷却機の改造, 燃焼器の改造, 電気集塵器の改造, 各種計量器の改造, キルンダスト輸送設備の改造, キルン送スラリー水分の減少, キルン耐火材の整備, 熱交換チェーンの増設により目標値まで下げることが期待される。

計測, 制御システムの自動化については受配電設備, 一部電動機の更新, 計装設備, 制御回路の新設, 総括制御設備の更新を行う。

製造環境の整備については, キルン排気用電気集塵器の改造, 4号クリンカー冷却器排気用集塵器の新設他を行う。

熱消費量の低減に伴い, クリンカー生産能力は現状キルン4基合計日産2,509 tが2,904 tに増加することが期待されるので, 関連設備の生産能力増加対策を行う。

#### (2) 乾式転換による近代化

製造方式としては, 仮焼炉付キルン方式を採用し, 3号, 4号キルン2基のみ改造する。改造後の合計クリンカー生産能力は日産3,400 t, セメント年産120万 tが期待されるので, 関連設備の生産能力を増加する。キルン熱消費量としては, 疋クリンカー当たり740~750 Kcal程度が期待される。当初

4号キルンを改造し、引続き 3号キルンを改造するよう計画した。

設備の内容としては粘土置場の新設、キルン胴体を転用して粘土乾燥機を新設するとともに、乾燥粘土置場を新設する。原料調合システムとして計量器の改造、混合貯蔵槽、蛍光X線分析装置を新設する。原料粉碎機は乾式閉回路に改造する。キルンは一部老朽化部分を修理して転用する。クリンカー冷却機はグレート式冷却機に更新する。キルン排ガス用集塵器は既存の 2、3、4号キルン用のものを内部改造して使用し、クリンカー冷却機排ガス用集塵器は新設する。仕上粉碎機は閉回路に改造し、石炭粉碎機は 2基のみ使用する。電気計装設備としては、受配電設備、一部電動機の更新、計測設備、制御回路の新設、総括制御設備の更新を行う。

## 5.2 生産管理の改善案

設備の近代化と並行して、生産管理の改善が必要であり、設備、原燃料、人材管理の改善が必要である。工場の生産活動は人間によって行われるので、人材の養成と啓発、職場風土の活性化が望ましい。生産管理の基本的考え方と各工程の運転管理、計量管理、品質管理、保全管理改善策の要点を述べた。

## 5.3 実施スケジュール

両案とも同時に全キルンを改造すれば早期に完了するが、これはセメントの需給関係上無理と考え、キルン 1基ずつ改造するよう計画した。

湿式のままの近代化では 4号、3号、2号、1号の順に改造するよう計画し、乾式転換による近代化では、4号、3号の順に改造する。

尚、この実施スケジュールは、日本で近代化計画を実施した場合を想定して作成してあるので、中国の実情に合わせて再検討する必要がある。

湿式のままの近代化は、1986年 2月初め 4号キルン用の設備発注を行い、4号キルンの近代化完了が1988年 3月末、3号 1988年12月末、2号 1989年10月末、1号 1990年 7月末完了が期待される。当該キルンの休止期間は夫々 2.5ヶ月である。

乾式転換による近代化は同じく1986年 2月初めに 4号キルン用設備発注を行い、4号キルンの近代化完了が1988年10月末、3号キルンの近代化完了が1989年10月末が期待される。キルンの休止期間は、4号 5ヶ月、3号11ヶ月となるが、3号については、4号キルンの近代化で生産能力が増加しているため影響は少ない。

#### 5.4 所要資金

近代化計画の総所要資金を試算すべきであるが、中国内での費用については、不詳な点が多いので、中国側関係者との合意により、日本で所要機器を調達し中国港に輸送する迄の概算費用を試算した。

設備費用の他に中国側運転員の日本に於ける実習費用、機器の据付、試運転指導のための指導員の受入費用も試算した。

今回の調査範囲外の鉱山、出荷設備、共通設備等を含まないと共に、スチールストラクチャー（鉄骨、製品）、既存設備の補修費用等は除外した。

見積条件としては、1985年10月末までの参考価格である。

試算の結果は下記の通りである。

（単位：百万円）

	設備費用	技術指導費	合計
湿式のままで近代化	4,848	276	5,124
乾式転換による近代化	7,485	419	7,904

#### 5.5 近代化計画実施上の留意点

本近代化計画は、現地調査時に中国側より提供された資料、中国側との協議等に基づいて作成したもので、完全に工場の実情を把握したとはいえ、今回の調査範囲外の鉱山、出荷設備等についても検討が必要であると共に、実施スケジュール、所要金額については日本で本計画を実行した場合を想定して作成してあるので、工場の実情に合わせて近代化の考え方、改造内容他について、近代化の主体である中国側関係者で十分に再検討し、最終計画立案の後実施に移されるべきである。

使用原燃料のうち受入時の品質変動の大きい鉄粉、石炭については、購入先との交渉、代替品への転換等により受入品質安定化が望ましい。特に石炭については重要であり、受入品質の安定が望めない場合は、工場内に混合設備を作って対処すべきである。炉灰については、代替混合材への転換が望ましい。

近代化計画の検討、立案、実施を通じて十分な知識と経験をもつ技術者集団による実行組織が必要であり、工場のみで不十分であれば中国内のセメント設計院、外国のコンサルタントの起用も検討すべきであろう。



図I-1 近代化系統図 (湿式のままで近代化)

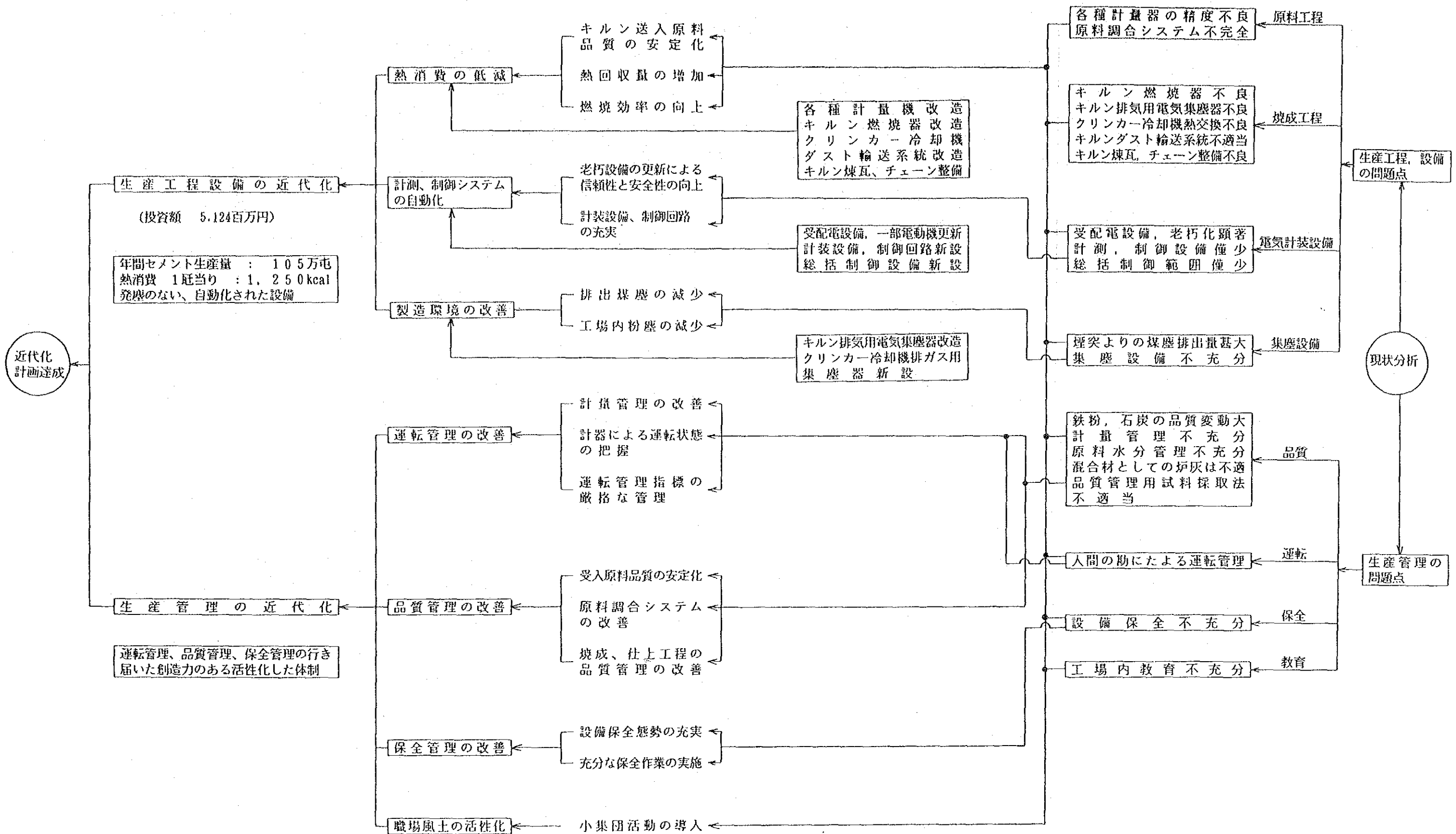
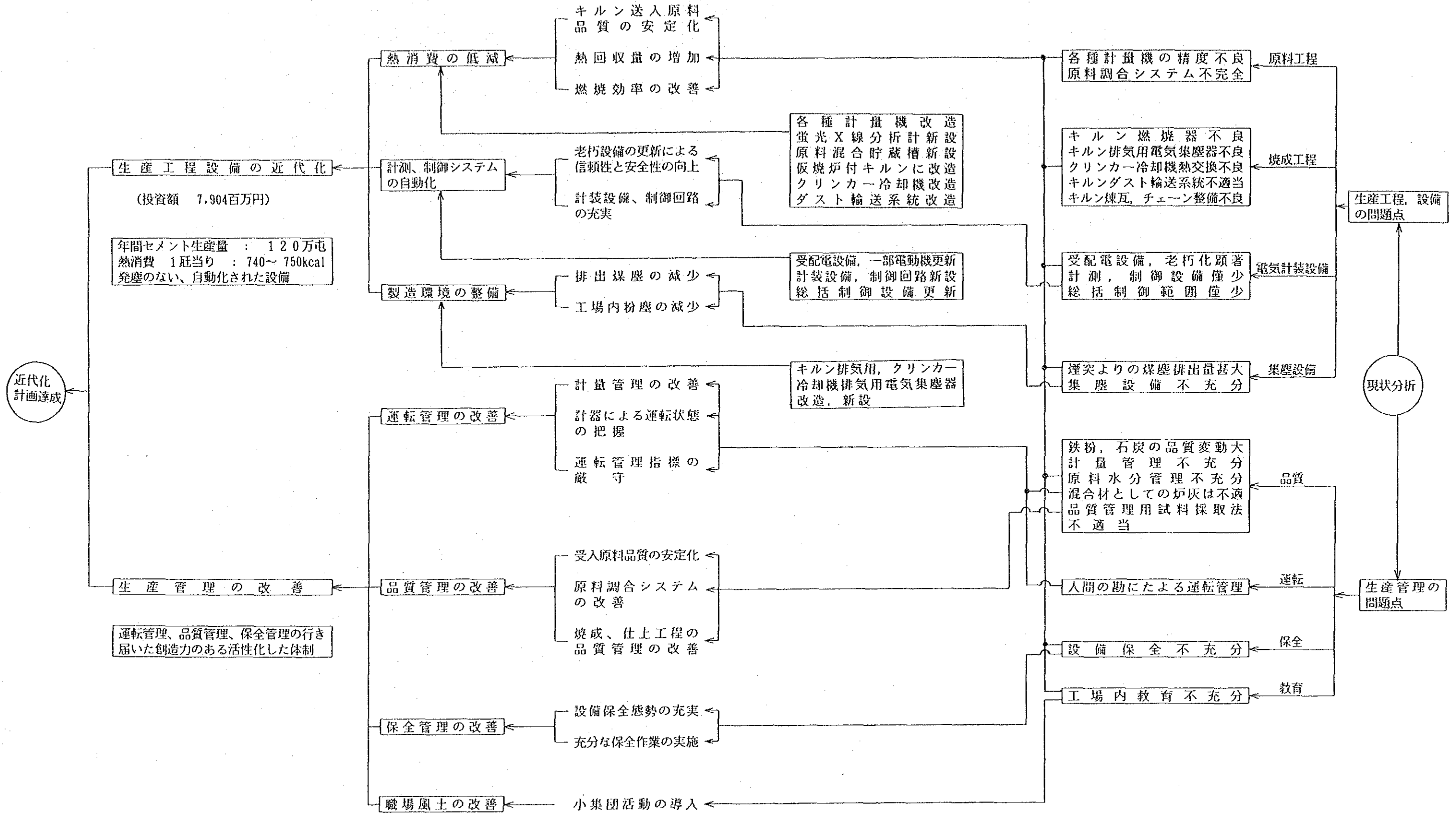


図1-2 近代化系統図 (乾式転換による近代化)







## 第Ⅱ章 工場の概要調査



## 第Ⅱ章 工場の概要調査

耀県セメント工場は、1959年に生産を開始した湿式ロングキルン方式の中規模工場である。1977年需要の増加に対処するため4号キルンが増設されているが、建設後25年余をへて、設備の旧式化と老朽化が進んでいる。

中国側関係者は、湿式ロングキルン方式のままでの熱消費量の低減、計測制御システムの自動化、製造環境の整備、生産管理の改善を内容とする近代化と、乾式転換による近代化を指向しているため、この視点に立って、前述の実施細則にもとづいて、工場の生産工程、設備、生産管理について、現地調査を行った。

### 1 工場の概要

#### 1.1 敷地及び建物

当工場は、陝西省耀県に所在し耀県の市街地に隣接すると共に、背後の粘土鉞山に隣接している。

敷地面積：306,713平方米

建築面積：44,431平方米

#### 1.2 製品及び生産

##### (1) 製品

中間製品のクリンカーは一種類であるが、混合材、石膏の混合比率及び粉末度を変更することにより三種類のセメントが生産されており、その種類と生産比率は表Ⅱ-1のとおりである。

表Ⅱ-1 製品の種類と生産比率

製品の種類	生産比率
425号普通セメント	約45～50%
525号普通セメント	約45～50%
75℃油井セメント	約5%

(2) セメントの品質

三種類のセメントの混合材・石膏の混入比率、粉末度、品質目標は表Ⅱ-2のとおりである。

表Ⅱ-2 セメントの品質

	425号 普通セメント	525号 普通セメント	75℃油井 セメント
混合材混入比率 (%)	12	11	8
石膏混合比率 (%)	4	5	5
セメント中SO <sub>3</sub> (%)	2.0	2.5	2.5
粉末度 (cm <sup>3</sup> /g)	2.600	3.400	2.900
28日圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	510～530	570～600	

(3) クリンカーの生産能力

クリンカー生産能力

1号キルン：日産 636 吨

2号キルン：日産 636 吨

3号キルン：日産 636 吨

4号キルン：日産 600 吨

合計：日産2,508 吨

年産 761,000 吨

セメント生産能力：年産910,000 吨

#### (4) 主要機器の稼働率

原料粉碎機、キルン、仕上粉碎機の平均稼働率は下記の通りである。

原料粉碎機 (%)	55 ~ 70
キルン (%)	81 ~ 85
仕上粉碎機 (%)	60 ~ 75

#### 1.3 製造設備

1号～3号キルン系統の設備は、1959年に東独ポリジウス社によって建設された湿式ロングキルン方式の設備であり、4号キルン系統の設備は1977年同じ湿式ロングキルン方式で、ほぼ同じ能力の設備を中国製の機器を主体として建設されたものである。

主要機器の概要は表Ⅱ-3のとおりである。

表Ⅱ-3 主要機器の概要

名 称	仕 様	能力t/h	台数	備 考
空中索道	双線循環式	180~200	1	石灰石受入用
粘土受入池	12φ×4.3mH	87.5	1	粘土受入用, 東独製
総合貯蔵庫	31.5mW×228mL 石灰石:20,000t 石 炭:5,500t クリンカー:15,000t 鉄粉, 混合材, 石膏		1	
原料粉碎機	2.6φ×13mL	48~52	4	東独製
スラリー貯蔵槽	7φ×12.8mH 450t		10	
スラリー貯蔵池	25φ×5.4mH		1	東独製
石炭粉碎機	2.4φ×4.75 mL	9~10	3	東独製
石炭粉碎機	2.2φ×4.4mL	7	1	中国製
キルン	3.6φ×3.3×3.6×150mL	26.5	3	東独製
キルン	3.5φ×145mL	25	1	中国製
仕上粉碎機	2.6φ×13mL	28~33	5	東独製
セメント貯蔵槽	10φ×24mL, 2500t		16	
セメント貯蔵槽	10φ×25.5mL 3,400t		4	

#### 1.4 組織及び人員

##### (1) 組織

工場長の下に、副工場長4名、技師長1名がおり、工場長は、全工場の経営、行政の責任を負い、副工場長が分担して工場の経営、生産、技術、生活・福利厚生関係の仕事を管理する。技師長は技術面の責任者である。その下に21の課と9の生産現場がある。

詳細は図Ⅱ-1工場組織図のとおりである。

## (2) 人 員

工場の総人員は1984年末で2,731人で、その内訳は下記のとおりである。

管理人員	262人
技術人員	105人
生産人員	1,894人
学徒工	75人
服務人員	395人

組織別の人員編成は、図Ⅱ-1工場組織図のとおりである。

## 1.5 原 料

原料としては、石灰石、粘土、鉄粉、石膏、混合材が使用されており、石灰石、粘土、鉄粉を所要の化学組成となる様調合してクリンカーを製造し、これに石膏、混合材を所定の比率混合して製品のセメントが製造されている。

### (1) 石灰石

工場より3.5軒はなれた宝鑑山の自社鉱山で採掘され、空中索道により工場に搬入されている。

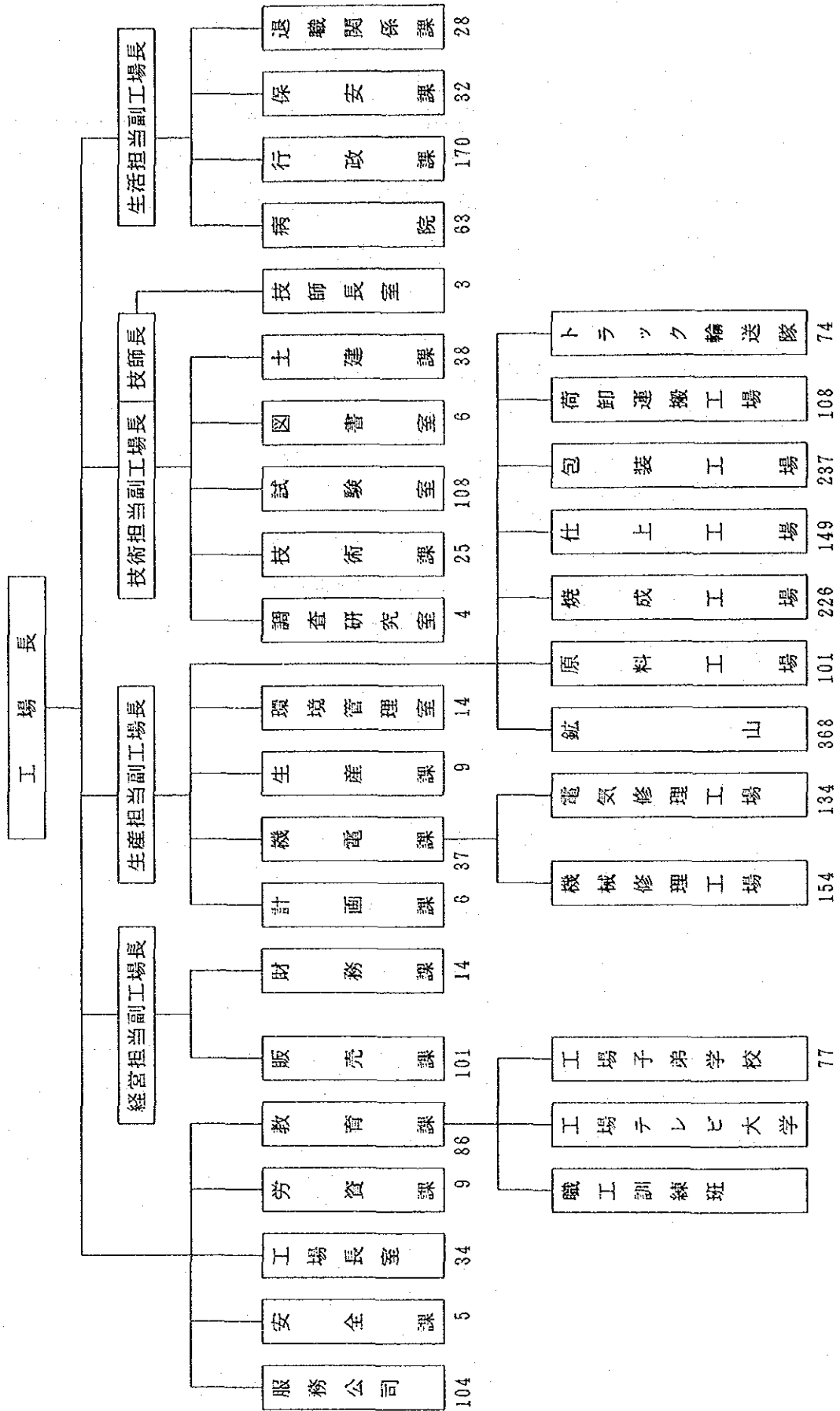
鉱山の石灰石の埋蔵量は約3億屯あり、年間使用量は約100万屯である。

### (2) 粘 土

工場に隣接した葯王山より、撤水によりスラリー状にして開渠により工場に搬入されている。

鉱山の埋蔵量は5,700万屯あり、年間使用量は約19万屯である。

図II-1 工場組織図





### (3) 鉄 粉

化学肥料工場の廃棄物を省内の燐酸肥料工場、硫酸工場より購入しており、貨車及びトラックで工場に搬入されている。年間使用量は約6万屯である。

### (4) 石 膏

甘肅省、山西省の石膏鉱山より購入しており、貨車で工場に搬入されている。年間使用量は約4万屯である。

### (5) 混合材

セメントの混合材として、現状では銅川炭鉱の媒干石が使用されている。

年間使用量約11万屯で、貨車により工場に受入れられている。

## 1.6 燃 料

燃料としては、石炭が使用されており、主に銅川市の銅川炭鉱より購入し、貨車により工場に受入れられている。その他小さい炭鉱の石炭も購入しており80銘柄位入っている。年間使用量は22～25万屯で、発熱量は受入れ状態で厩当り約5170キロカロリーであり、工場着価格は屯当り37元である。

## 1.7 生産計画及び生産実績

中国は計画経済を主体とし、市場の調節を補助とする方針を採用している。従って工場は国家の指示した計画に基づいて、生産目標と機器類の補修計画を勘案して、休転時期、期間等を含めた工場の具体的計画を作成し、上部機関と調整の上その計画を実行する。

即ち、工場は、国家の指示した計画を達成、又は超過達成するために、工場の計画課が国家の指示した計画に基づいて、3ヶ月、1ヶ月の生産計画を作成する。生産計画は直接各科、室、生産課（生産車間）に命令され、工場責任者と生産管理組織を通じて、各職場が一致協力して、その計画を実現させる。

不測の事態に依り計画を変更しなければならない場合、上部主要管理部門に報告の上、生産調整する。

工場は計画の達成状況を統計的手段を用いて把握し、計画達成上の問題点を調査分析して、その対策を立案し、次期計画作成上の根拠にする。

1980年より1984年の間の生産計画と生産実績は表Ⅱ-4のとおりであ

る。

表Ⅱ-4 生産計画と生産実績

年 度	1980	1981	1982	1983	1984
生産計画 (千屯)	820	850	880	880	890
生産実績 (千屯)	846	824	901	920	900

## 2. 生産工程及び設備

製造方式としては、湿式ロングキルン方式であり、設備の内容は下記に示す通りである。

現状 配置図	図Ⅱ-2
現状 原料、焼成 工程図	図Ⅱ-3
現状 仕上、石炭 工程図	図Ⅱ-4
現状 物質勘定図	図Ⅱ-5

### 2.1 原料設備

#### (1) 工程図

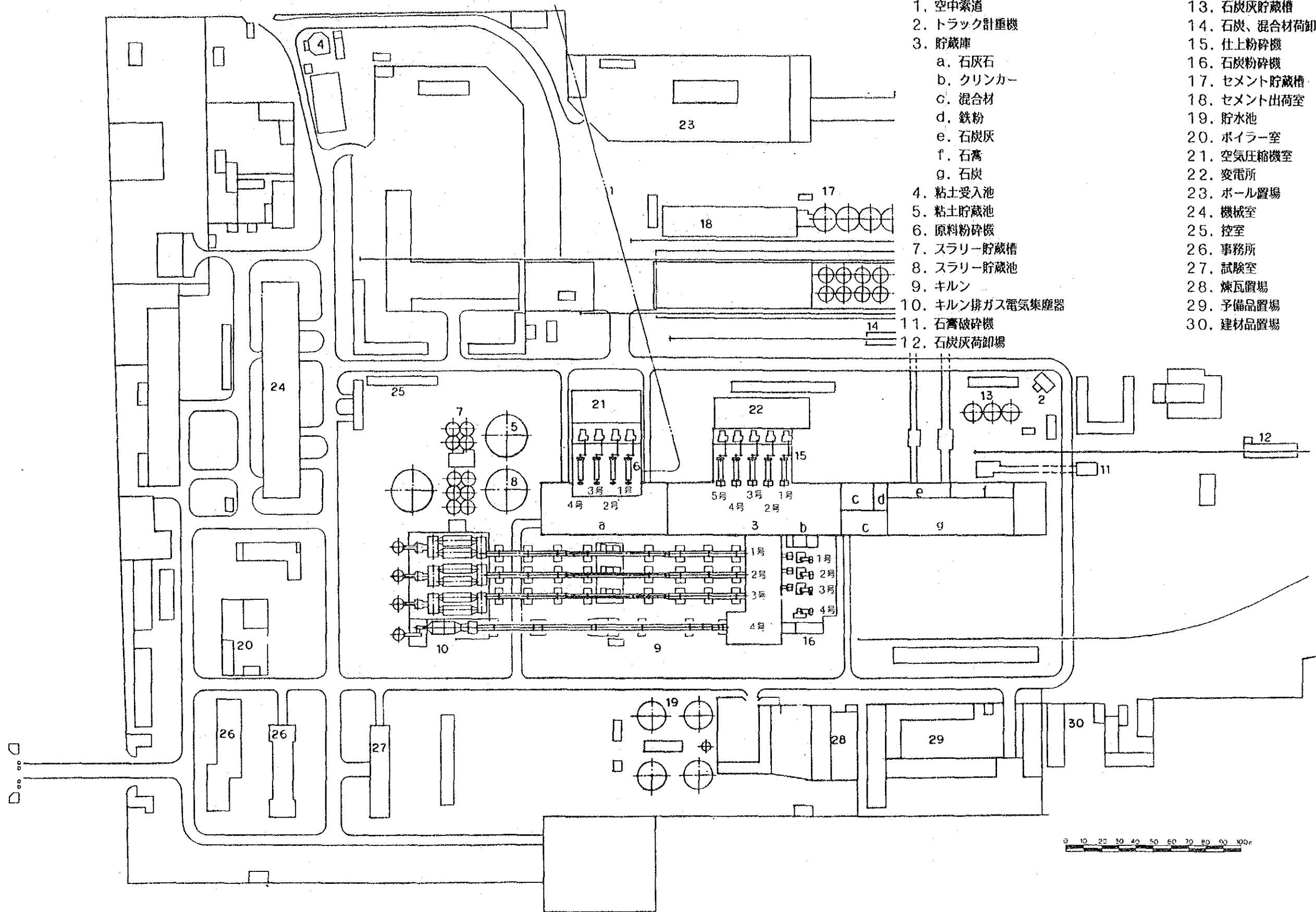
図Ⅱ-3 参照

#### (2) 設備一覧表

表Ⅱ-5 のとおりである。

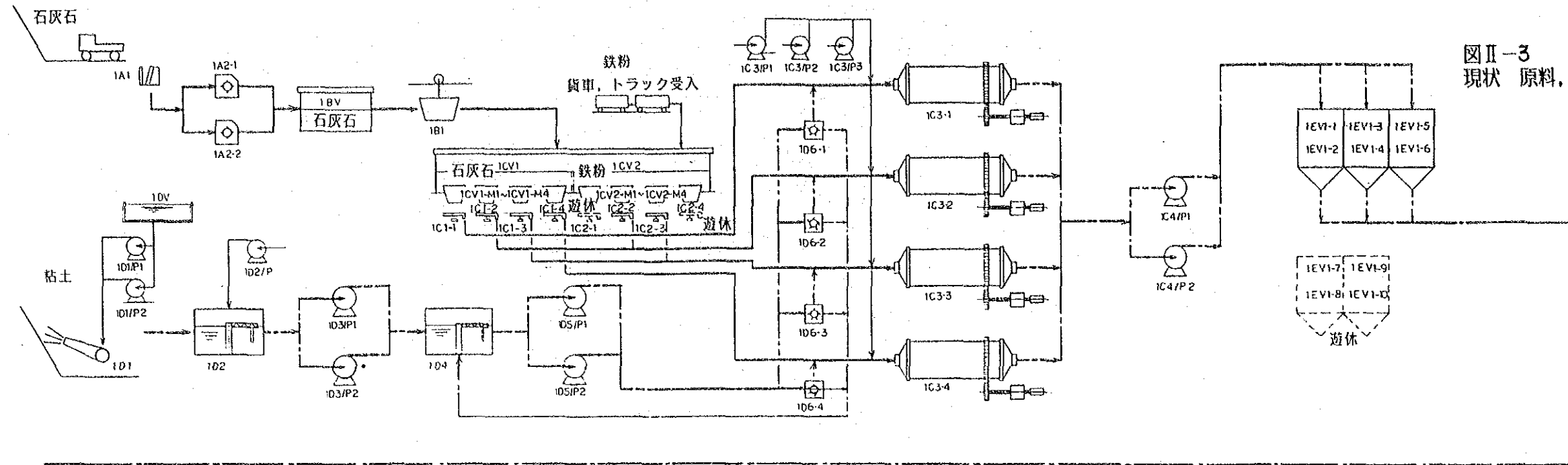


図II-2  
現状 配置図

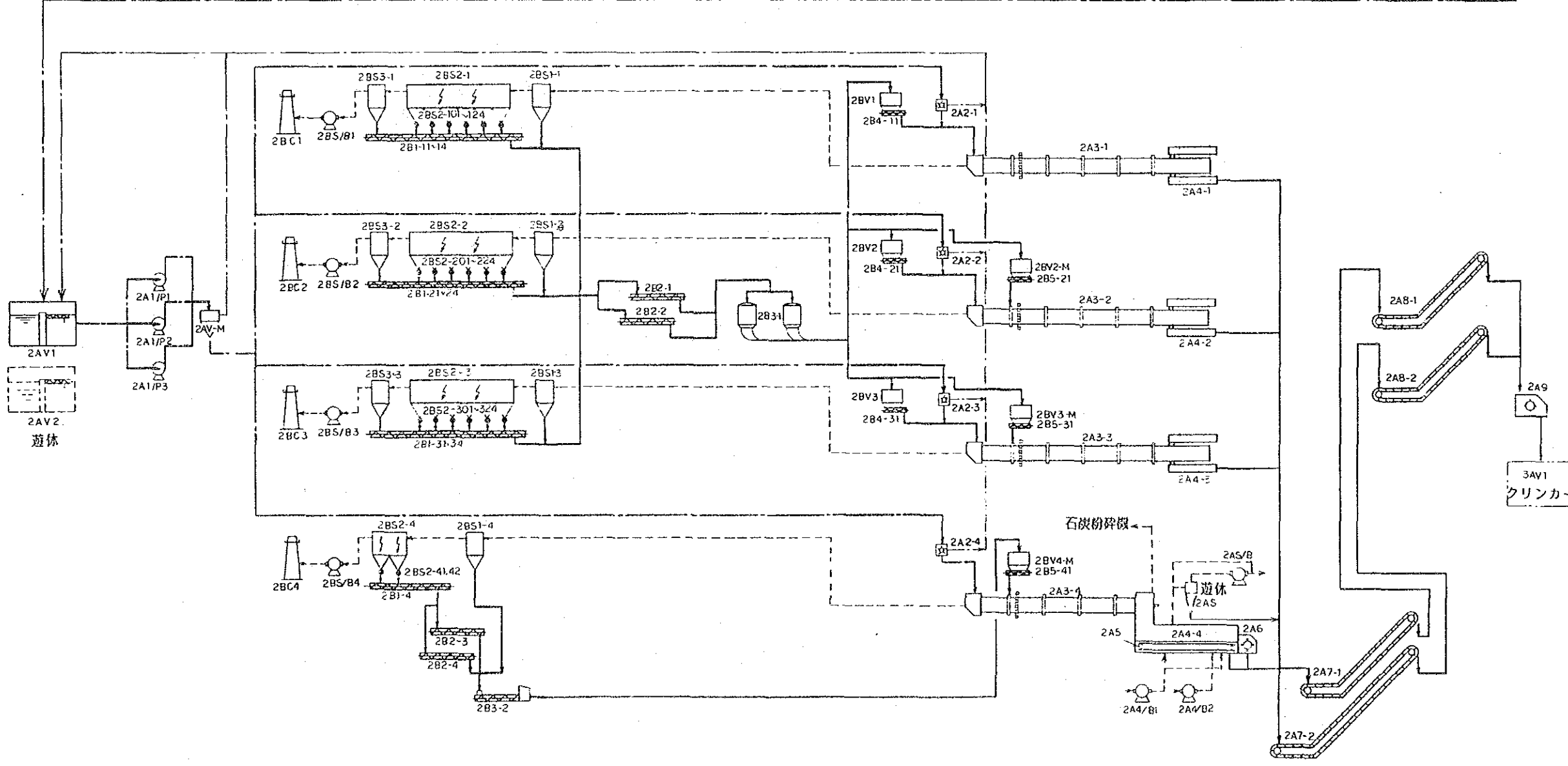


- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| 1. 空中索道         | 13. 石炭灰貯蔵槽    |
| 2. トラック計重機      | 14. 石炭、混合材荷卸場 |
| 3. 貯蔵庫          | 15. 仕上粉砕機     |
| a. 石灰石          | 16. 石炭粉砕機     |
| b. クリンカー        | 17. セメント貯蔵槽   |
| c. 混合材          | 18. セメント出荷室   |
| d. 鉄粉           | 19. 貯水池       |
| e. 石炭灰          | 20. ボイラー室     |
| f. 石膏           | 21. 空気圧縮機室    |
| g. 石炭           | 22. 変電所       |
| 4. 粘土受入池        | 23. ボール置場     |
| 5. 粘土貯蔵池        | 24. 機械室       |
| 6. 原料粉砕機        | 25. 控室        |
| 7. スラリー貯蔵槽      | 26. 事務所       |
| 8. スラリー貯蔵池      | 27. 試験室       |
| 9. キルン          | 28. 煉瓦置場      |
| 10. キルン排ガス電気集塵器 | 29. 予備品置場     |
| 11. 石膏破砕機       | 30. 建材品置場     |
| 12. 石炭灰荷卸場      |               |

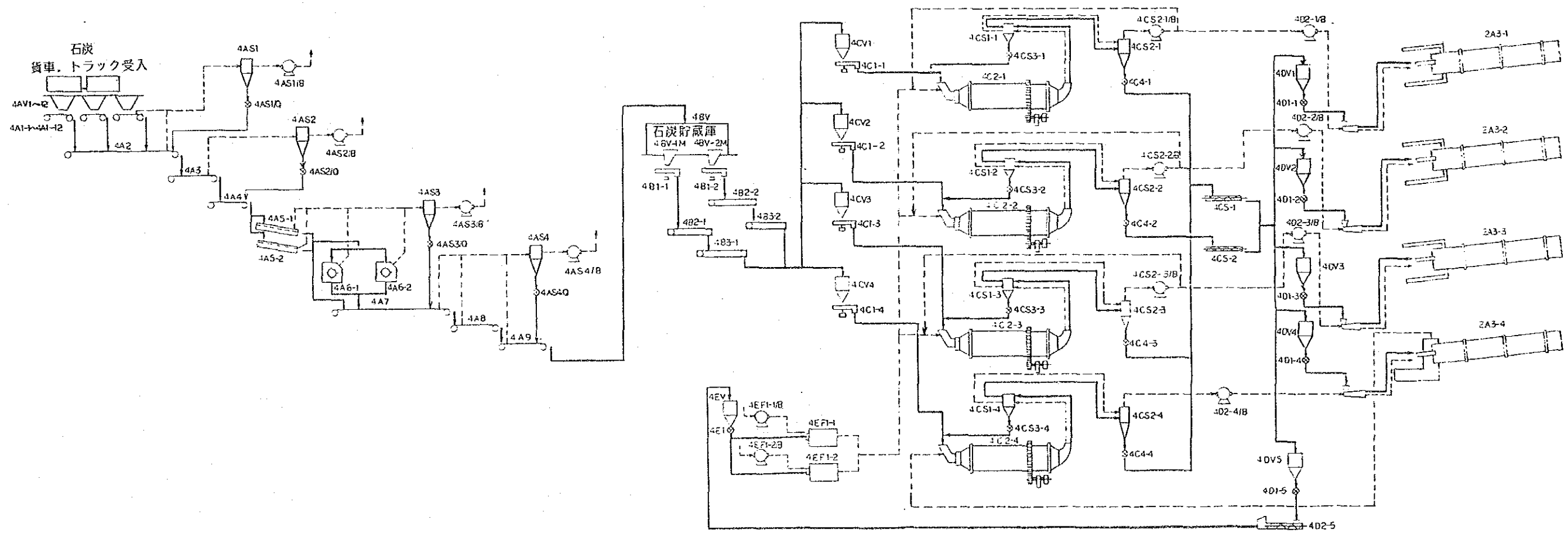
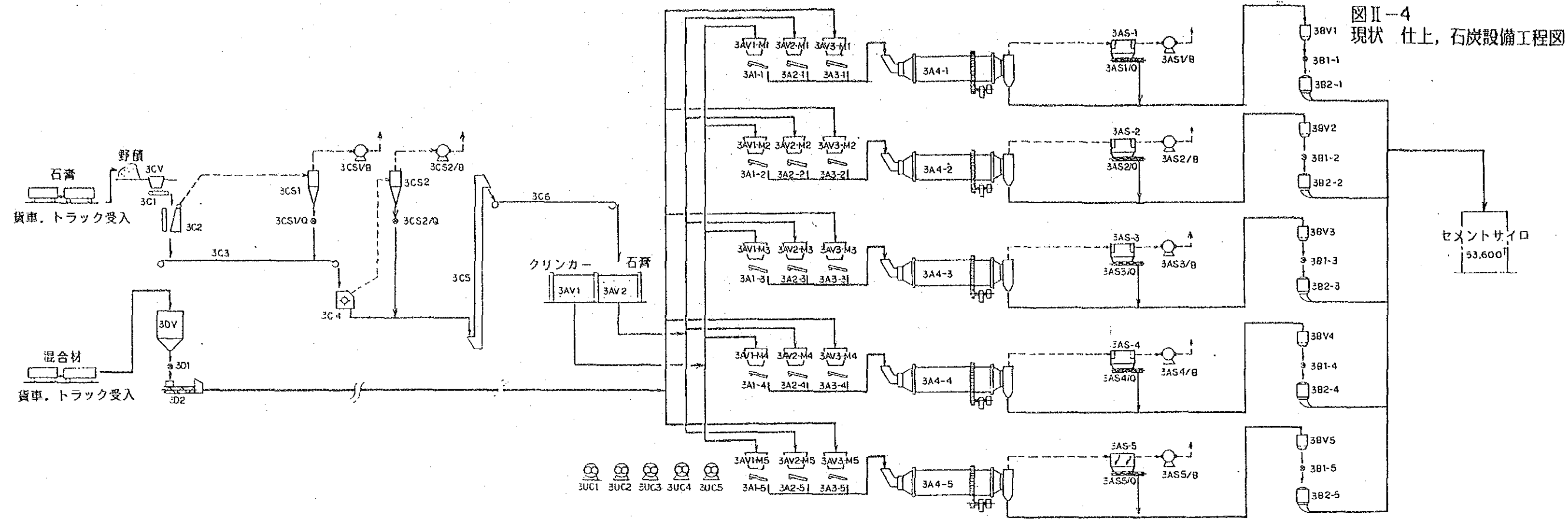
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100m



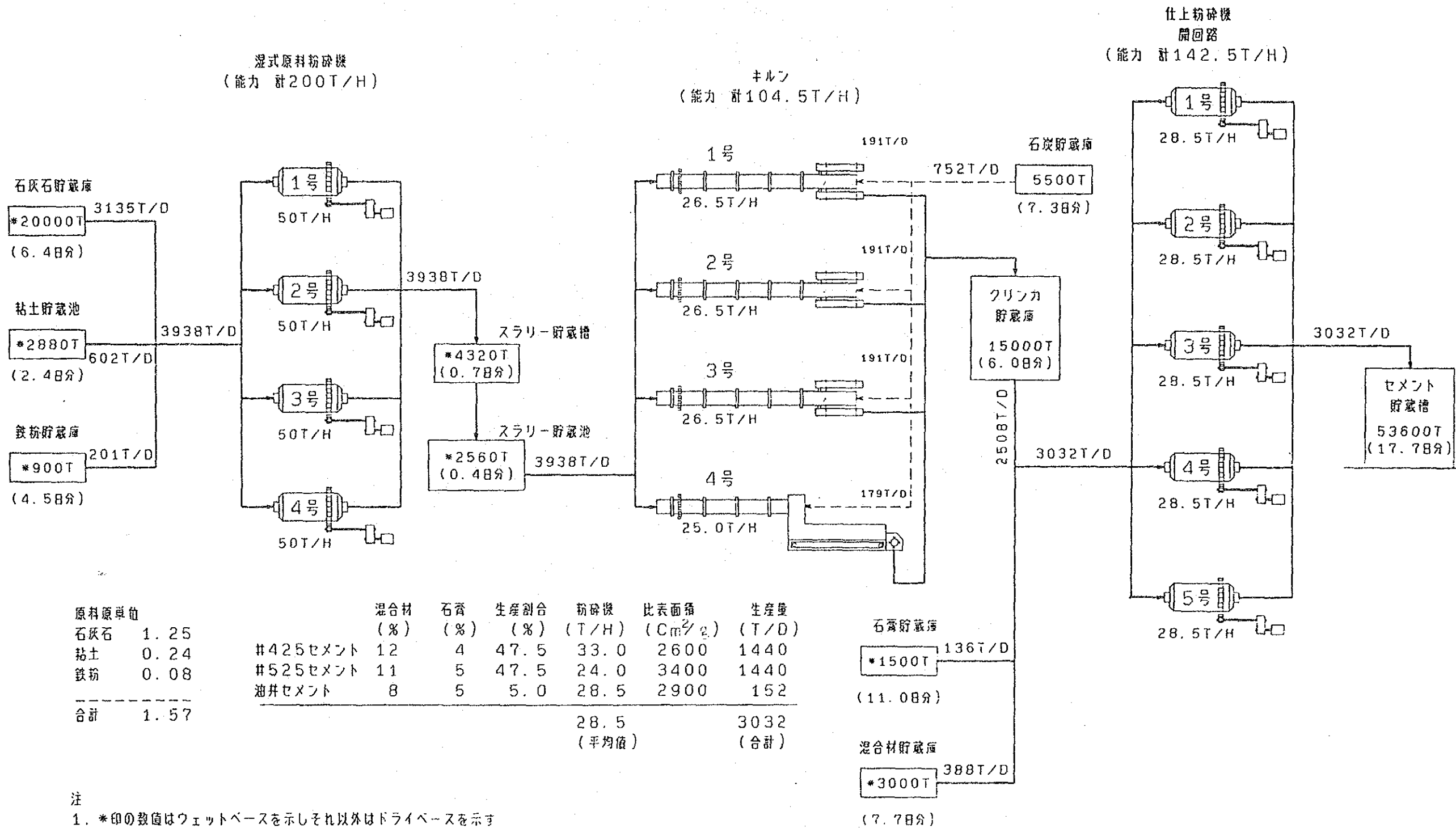
図II-3  
現状 原料, 焼成設備工程図



図II-4  
現状 仕上, 石炭設備工程図



図II-5  
現状 物質勘定図







表Ⅱ-5 原料設備一覽表

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
1A1	石灰石一次破碎機	1	型 式 : ジョー式 寸 法 : 1,500 × 1,200 入口粒徑 : 最大 800mm 出口粒徑 : 250 mm以下 能 力 : 350 t/h	
1A2 - 1	石灰石二次破碎機	1	型 式 : ハンマー式 寸 法 : 2,200 φ × 1,080 入口粒徑 : 最大 250mm 出口粒徑 : 30mm以下 能 力 : 250 t/h	
1A2 - 2	石灰石二次破碎機	1	型 式 : ハンマー式 寸 法 : 1,600 φ × 1,600 入口粒徑 : 最大 250mm 出口粒徑 : 30mm以下 能 力 : 200 t/h	
1BV	山元貯蔵庫	1	石灰石用 : 1,300 t	
1B1	空中索道	1	型 式 : 双線循環式 運搬距離 : 3.5km バケツト容積 : 1m <sup>3</sup> バケツト個数 : 95 個 バケツト速度 : 168m/min 能 力 : 200 t/h	
1CV1	貯蔵庫	1	石灰石用 : 20,000 t	
1CV2	貯蔵庫	1	鉄粉用 : 900 t	
1CV1 - M1 ~ M4	粉碎機前貯蔵槽	4	石灰石用	
1CV2 - M1 ~ M4	粉碎機前貯蔵槽	4	鉄粉用 (2台遊休)	
1C1 - 1 ~ 4	テーブル式供給機	4	石灰石用 2,000φ 34 t/h	4.5kW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電 動 機
1C2 - 1 ~ 4	テーブル式供給機	4	鉄粉用 1.800 φ 21.6m <sup>3</sup> /h (2台遊休)	2.8KW
1C3 - 1 ~ 4	原料粉碎機  減速機給油装置 主軸受給油装置	4  4 8	型 式 : サイドドライブ式 湿式チューブ式粉碎機 (3室) 粉 碎 機 寸 法 : 2.6φ m×13 mL 粉 碎 機 有 効 寸 法 : 2.5φ m×12.65mL 粉 碎 機 有 効 容 積 : 62.1m <sup>3</sup> 媒 体 量 : 71 ~ 74 t 粉 碎 機 回 転 数 : 18.45 r.p.m. 能 力 : 48 ~ 52 t/h	1000KW 20 KW  7 KW 1.5KW
1C3/P1~P3	ポンプ	3	用 途 : 原料粉碎機注水 (2台予備) 容 量 : 6 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 10mH	2.8KW
1C4/P1~P2	ポンプ	2	用 途 : 原料粉碎機~ スラリー貯蔵槽間 スラリー輸送 (1台予備) 容 量 : 150 ~ 200 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 40mH	135KW
1DV	水 槽	1	粘土高压噴射水用	
1D1	高压噴射器	1	粘土掘削用 圧力 6 ~ 14kg/cm <sup>2</sup>	
1D1/P1~P2	ポンプ	2	用 途 : 粘土掘削高压噴射用 容 量 : 108 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 200 mH	100 KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
1D2	粘土受入池	1	12mφ × 4.3mH 攪拌能力 : 87.5 t/h	
1D2/P	ポンプ	1	用 途 : 粘土注水用 容 量 : 6 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 10mH	3 KW
1D3/P1~P2	ポンプ	2	用 途 : 粘土受入池~粘土貯蔵池間スラリー輸送 (1台予備) 容 量 : 150 ~ 200 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 40mH	135 KW
1D4	粘土貯蔵池	1	25mφ × 5.4mH 1,800 m <sup>3</sup> コンクリート製 攪拌機付	10 KW 5 KW × 3
1D5/P1~P2	ポンプ	2	用 途 : 粘土貯蔵池~原料粉砕機間粘土輸送 (1台予備) 容 量 : 150 ~ 200 m <sup>3</sup> /h 揚 程 : 40mH	135 KW
1D 6-1~ 4	スクープ式供給機	4	粘 土 用 : 750 φ 5.5~14.2 m <sup>3</sup> /h	0.765 KW D.C
1EV1-1~10	スラリー貯蔵槽	10	7mφ × 12.8mH 450 m <sup>3</sup> コンクリート製 (4台遊休)	

2.2 焼成設備

(1) 工程図

図Ⅱ-3参照

(2) 設備一覧表

表Ⅱ-6のとおりである。

表Ⅱ-6 焼成設備一覧表

機番	設備名称	台数	仕様	電動機
2AV 1 ~ 2	スラリー貯蔵池	2	25φm×5.4mH 1,600 m <sup>3</sup> コンクリート製 攪拌機付(1台遊休)	10 KW 5 KW × 3
2A1/P1~P3	ポンプ	3	用途 : スラリー貯蔵池～ キルン間原料輸送 (2台予備) 容量 : 300 m <sup>3</sup> /h 揚程 : 58mH	155 KW
2AV - M	貯蔵槽	1	キルン送入原料用	
2A2-1 ~ 3	スクープ式供給機	3	1号～3号 キルン送入原料用 1,000φ 10 ~ 30m <sup>3</sup> /h	2.95 KW DC 1.47 KW
2A2-4	スクープ式供給機	1	4号 キルン送入原料用 1,250φ 12 ~ 80m <sup>3</sup> /h	0.8KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電 動 機
2A3-1 ~ 3	キルン	3	①キルン寸法： $3.6\phi \times 3.324\phi \times 3.624\phi \times 150\text{mL}$  ②傾 斜 : 4 / 100 ③キルン回転数 : 0.64 ~ 1.36 r.p.m. ④チェン重量 : 1号キルン48.0 t 2号キルン54.6 t 3号キルン65.1 t ⑤チェン取付 : 1号キルン26.8 m 長 さ 2号キルン26.8 m 3号キルン43.6 m ⑥生産能力 : 26.5 t/h	165 KW D.C 14 KW
2A3 - 4	キルン	1	①キルン寸法 : $3.5\phi \text{ m} \times 145 \text{ mL}$  ②傾 斜 : 3.5 / 100 ③キルン回転数 : 0.46 ~ 1.38 r.p.m. ④チェン重量 : 57.7 t ⑤チェン取付長さ : 37.5m ⑥生産能力 : 25 t/h	75KWX2 DC 3 KWX3
2A4-1 ~ 3	多筒式クリンカー 冷却機	3	1.25 m $\phi$ $\times$ 5.5mL $\times$ 12 本	

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
2A4 - 4	グレート式 クリンカー冷却機	1	①大 き さ : 2.2mW × 12.6mL ②冷却面積 : 第1室 9.7m <sup>2</sup> 第2室 9.9m <sup>2</sup> 第3室 8.1m <sup>2</sup> 計 27.7m <sup>2</sup> ③段 数 : 1段 ④ストローク数 : 0.7~20.6 s.p.m. ⑤ストローク長 : 100 mm	17 KW D.C.
2A - 5	チェン式輸送機	1	200 W × 13.9m L 11 t/h	4 KW
2A - 6	クリンカー破砕機	1	型 式 : ハンマー式 寸 法 : 630 φ × 930 能 力 : 22.5 t/h	
2A4 / B1	送風機	1	風 量 : 200 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 540 mm Aq 回 転 数 : 1,450 r.p.m.	40 KW
2A4 / B2	送風機	1	風 量 : 1,240 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 281 mm Aq 回 転 数 : 960 r.p.m.	75 KW
2AS / B	送風機	1	風 量 : 790 ~ 1,360 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 175 ~ 248mmAq 回 転 数 : 1,450 r.p.m.	75 KW
2A7 - 1, 2	パン式輸送機	2	1,000 W × 49.7m L 100 t/h (1台予備)	13 KW
2A8 - 1, 2	パン式輸送機	2	1,000 W × 23 m L 100 t/h (1台予備)	30 KW
2A - 9	クリンカー破砕機	1	型 式 : ハンマー式	155 KW
2BS1-1~ 4	ダストチャンバー	4		

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
2BS2-1~ 4	キルン排ガス電気 集塵器	4	詳細仕様別紙	
2BS3-1~ 3	ダストチャンバー	3		
2BS2 -101~124 -201~224 -301~324	ロータリー式供給機	72	200φ          4 m <sup>3</sup> /h	0.8KW
2BS2 - 41 ~ 42	ロータリー式供給機	2	500φ          106 m <sup>3</sup> /h	4.2KW
2BS/B1~B3	送 風 機	3	風 量 : 4,000 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 150 mm Aq 回 転 数 : 960 r.p.m.	210 KW
2BS/B4	送 風 機	1	風 量 : 4,130 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 147 mm Aq 回 転 数 : 730 r.p.m.	180 KW
2BC1 - 4 -11~14	煙 突	4	コンクリート製	
2B1-21~24 -31~34	スクリー式輸送機	12	315 φ × 30 mL    17.5m <sup>3</sup> /h	2.8KW
2B1 - 4	スクリー式輸送機	1	300 φ × 27 mL    17.5m <sup>3</sup> /h	10 KW
2B2 - 1, 2	スクリー式輸送機	2	400 φ × 51.5mL    38.2 t/h	9.75 KW
2B2 - 3, 4	スクリー式輸送機	2		
2B3 - 1	槽式空気輸送機	1	双式 1.4φ m × 4mH    16 t/h	
2B3 - 2	スクリー式空気 輸送機	1	150 φ    12 t/h	40 KW
2BV1~ 3	貯蔵槽	3	キルンダスト用	
2B4-11~12 -21~22 -31~33	スクリー式供給機	3	双管式          200 φ × 2.5mL	3 KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
2BV2-M~4M	貯蔵槽	3	キルンダスト用	
2B5-21, 31	スクリー式供給機	2	200φ × 2.55 mL	
2B5-41, 42	スクリー式供給機	1	双管式 150φ × 2.5m L	4 KW

## 2.3 仕上設備

### (1) 工 程 図

図Ⅱ-4 参照

### (2) 設備一覧表

表Ⅱ-7 のとおりである。

表Ⅱ-7 仕上設備一覧表

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
3AV1	貯蔵庫	1	クリンカー用 15,000 t	
3AV2	貯蔵庫	1	石膏用	
3AV1 - M1 ~ M5	貯蔵槽	5	クリンカー用	
3AV2 - M1 ~ M5	貯蔵槽	5	石膏用	
3AV3 - M1 ~ M5	貯蔵槽	5	混合材用	
3A1-1 ~ 5	振動式供給機	5	クリンカー用 50 t/h	
3A2-1 ~ 5	振動式供給機	5	石膏用 10 t/h	
3A3-1 ~ 5	振動式供給機	5	混合材用 25 t/h	



機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
3A4-1 ~ 5	仕上粉砕機	5	型 式 : サイドドライブ式 開回路チューブ式 粉砕機 (3室) 粉砕機寸法 : 2.6φ × 13mL 粉砕機有効寸法 : 2.5φ × 12.53 mL 粉砕機有効容積 61.5m <sup>3</sup> 媒 体 量 : 65.5 ~ 71.5 t 粉砕機回転数 : 18.45 r.p.m. 粉 碎 能 力 : 425号 33 t/h 525号 24 t/h 油井 28.5 t/h	1000KW 20 KW
3AS1~ 4	濾布式集塵器	4	集塵面積 186 m <sup>2</sup>	
3AS5	電気集塵器	1		
3AS1/Q~5/Q	スクリー式輸送機	5		
3AS1/B~4/B	送風機	4	風 量 : 570 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 220 ~ 260 mm Aq 回転数 : 980 r.p.m.	40 KW 6P
3AS5/B	送風機	1	風 量 : 180 ~ 320 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 374 ~ 222 mm Aq 回転数 : 2,940 r.p.m.	22 KW 2P
3BV1~ 5	貯蔵槽	5	セメント用	
3B1-1 ~ 5	ロータリー式供給機	5		
3B2-1 ~ 4	槽式空気輸送機	4	2.2mφ 6m <sup>3</sup>	
3B2-5	槽式空気輸送機	1	1.8mφ 4.5m <sup>3</sup>	
3C1	ベルト式供給機	1	1,200 W × 4.6mL 80 ~ 500 t/h	7.5KW
3C2	石膏一次破砕機	1	型 式 : ジョー式 寸 法 : 600 × 900 能 力 : 50 ~ 192 t/h	80 KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
3C3	ベルト式供給機	1	650 W × 50 mL	7.5KW
3C4	石膏二次破碎機	1	型 式 : ハンマー式 寸 法 : 1.170φ × 1.100 能 力 : 38~50 t/h	54 KW
3C5	バケット式輸送機	1	400 W × 19 mH 42 t/h	7 KW
3C6	ベルト式輸送機	1	500 W × 19.5mL	5.5KW
3CS1	サイクロン式分離器	1	700φ	
3CS1/Q	ロータリー式供給機	1		
3CS1/B	送風機	1	風 量 : 180 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 366 mm Aq	
3CS2	サイクロン式分離器	1	双式 450φ	
3CS2/Q	ロータリー式供給機	1		
3CS2/B	送風機	1	風 量 : 200 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 366 mm Aq	22 KW
3DV	貯蔵槽	1	混合材用	
3D1	ロータリー式供給機	1		
3D2	スクリー式空気輸送機	1		
3UC1~ 3	空気圧縮機	3	風 量 : 72 m <sup>3</sup> /min 圧 力 : 5 kg/cm <sup>2</sup>	400 KW
3UC4~ 5	空気圧縮機	2	風 量 : 100 m <sup>3</sup> /min 圧 力 : 8 kg/cm <sup>2</sup>	550 KW

## 2.4 石炭設備

### (1) 工程図

図Ⅱ-4参照

### (2) 設備一覧表

表Ⅱ-8のとおりである。

表Ⅱ-8 石炭設備一覧表

機番	設備名称	台数	仕様	電動機
4AV1~12	貯蔵槽	12	石炭荷卸用	
4A-1~12	ベルト式供給機	12	34 ~ 150 t/h	4 KW
4A2	ベルト式輸送機	1	1,000 W × 76 mL	20 KW
4AS1	サイクロン式分離機	1		
4AS1/Q	ロータリー式供給機	1		
4AS1/B	送風機	1	風量 : 830 m <sup>3</sup> /min 風圧 : 36 mm Aq	10 KW
4A3	ベルト式輸送機	1	1,000 W × 60.6 mL	40 KW × 2
4A4	ベルト式輸送機	1	1,000 W × 57 mL	40 KW
4AS2	サイクロン式分離機	1		
4AS2/Q	ロータリー式供給機	1		
4AS2/B	送風機	1	風量 : 66~100 m <sup>3</sup> /min 風圧 : 250 ~ 180 mm Aq	10 KW
4A5-1, 2	振動篩	2	100 ~ 200 t/h	4.5KW
4A6-1, 2	石炭粉砕機	2	型式 : ハンマー式 寸法 : 1,130φ × 1,150 能力 : 30 t/h	40 KW × 2
4A7	ベルト式輸送機	1	800 W × 28.4 mL メリック式秤量器付	20 KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電 動 機
4AS3	サイクロン式分離機	1		
4AS3/Q	ロータリー式供給機	1		
4AS3/B	送風機	1		10 KW
4A8	ベルト式輸送機	1	800 W × 88 mL	14 KW
4A9	ベルト式輸送機	1	800 W × 52 mL	10 KW
4AS4	サイクロン式分離機	1		
4AS4/Q	ロータリー式供給機	1		
4AS4/B	送風機	1	風 量 : 120 m <sup>3</sup> /min 風 圧 : 177 mm Aq	10 KW
4BV	貯蔵庫	1	石炭用 5,500 t	
4BV-1M, 2M	貯蔵槽	2	石炭用	
4B1-1, 2	テーブル式供給機	2	石炭用 2,000 φ 34m <sup>3</sup> /h	4.5KW
4B2-1, 2	フロー式輸送機	2	500 W × 21.5 mL 50 t/h	各10KW . 7 KW
4B3-1, 2	フロー式輸送機	2	500 W × 33.5 mL 50 t/h	10 KW
4CV1~ 4	粉砕機前貯蔵槽	4		
4C1-1 ~ 3	テーブル式輸送機	3	1,250φ 12.8 t/h	2.8KW
4C1-4	テーブル式供給機	1	1,300φ 6.4~19.5m <sup>3</sup> /h	3 KW
4C2-1 ~ 3	石炭乾燥粉砕機	3	型 式 : サイドドライブ式 チューブ式粉砕機 (1室) 粉砕機寸法 : 2.4φ × 4.75 mL 粉砕機有効寸法 : 2.26 φ × 4.75mL 粉砕機有効内容積 : 19.0m <sup>3</sup> 媒体量 : 21 t 粉砕機回転数 : 20.3 rpm 石炭水分 : 入口 : 10 % , 出口 : 3.1 %	310 KW

機 番	設 備 名 称	台数	仕 様	電動機
			石炭粒徑 : 入口: 25 mm, 出口 (88 $\mu$ 残) : 10 ~ 12 % 石炭粉碎能力 : 10 t/h	
4C2-4	石炭乾燥粉碎機	1	型 式 : サイドドライブ式 チューブ式粉碎機 (1室) ミル寸法 : 2.18 $\phi$ $\times$ 4.37mL 有効寸法 : 2.09 $\phi$ $\times$ 4.37mL ミル有効容積 : 15.0 $m^3$ 媒体量 : 19 ~ 20 t ミル回転数 : 21.8 r.p.m. 石炭水分 : 入口: 10 % , 出口: 3.1 % 石炭粒徑 : 入口: 25mm, 出口 (88 $\mu$ 残) : 10 ~ 12 % 石炭粉碎能力 : 7 ~ 10 t/h	210 KW
4CS1-1~ 3	粗粉分離器	3	2.6 $\phi$ m	
4CS1-4	粗粉分離器	1	2.2 $\phi$ m	
4C3-1 ~ 4	ロータリー式供給機	4		
4CS2-1~ 3	サイクロン式分離器	3	3.5 $\phi$ m	
4CS2-4	サイクロン式分離器	1	2.4 $\phi$ m	
4C4-1 ~ 3	ロータリー式供給機	3	355 $\phi$	1.7KW DC
4C4-4	ロータリー式供給機	1	300 $\phi$ $\times$ 500W 17 $m^3$ /h	2.2KW
4CS2-1/B ~3/B	送風機	3	風 量 : 570 $m^3$ /min 風 圧 : 450 mm Aq 回 転 数 : 1.450 r.p.m.	100 KW 4P
4C5-1. 2	スクリー式輸送機	2	300 $\phi$ $\times$ 40 mL	10 KW

機番	設備名称	台数	仕様	電動機
4DV1 ~ 5	貯蔵槽	5	微粉炭用	
4D1-1 ~ 3	ロータリー式供給機	3	280φ      2 m <sup>3</sup> /h	1.5KW
4D1-4 ~ 5	ロータリー式供給機	2	280φ      11 m <sup>3</sup> /h	3 KW
4D2-5	スクリー式空気 輸送機	1	355φ      4 m <sup>3</sup> /h	17 KW

## 2.5 付帯設備

### (1) 電機集塵設備

#### (a) 機番 2BS2 - 1 ~ 3 (1, 2, 3号キルン用)

##### (i) 処理ガス条件

処理ガス量	252,000 m <sup>3</sup> /H
処理ガス温度	220 °C (最大値)
処理ガス水分	-
入口含塵量	-

##### (ii) 仕様

製作所及び設置年月	東独 1959年11月
集塵室有効断面積	59.15 m <sup>2</sup>
集塵室有効長さ	6.6 m
集塵室有効容積	390 m <sup>3</sup>
部屋構成	2列×2段(4室)
1列当りのダクト数	14
ダクト間隔	325 mm
極板形状及び寸法	ポケット形 長6,500 mm×巾3,300 mm
放電線形状及び長さ	星形線 6,100 mm
放電線数	252本/室
極板槌打装置型式・数量	桁揺動式(機械式), 15個/室
放電線槌打装置型式・数量	機械式, 14個/室
整流器; 形式, 容量, 台数	シリコン整流器 20 KVA×2台
電圧, 電流	60 KV, 200 mA

(111) プレダスター装置	集塵器室前後に沈降室有り 入口多孔板 85 mm P× 45 mm P× 50 mm φ
(1V) 円筒硝子エア一吹込装置	無し
( V) ダスト排出装置	ロータリー式供給機, 6 個/室
(b) 機 番 2BS2 - 3 ( 4号キルン用)	
(1) 処理ガス条件	
処理ガス量	228,000 ~ 296,000 m <sup>3</sup> /h
処理ガス温度	300 °C
処理ガス水分	-
入口含塵量	-
(ii) 仕 様	
製作所及び設置年月	中華人民共和国 1977年
集塵室有効断面積	63.3 m <sup>2</sup>
集塵室有効長さ	8.77 m
集塵室有効容積	555 m <sup>3</sup>
部屋構成	1 列× 2段 ( 2室)
1 列当りのダクト数	25
ダクト間隔	300 mm
極板形状及び寸法	ポケット式 長8,500 mm×巾 4,385mm
放電線形状及び長さ	星形線 8,000 m
放電線数及び吊ピッチ	575 本/室 .200 mm
極板槌打装置型式・数量	下部桁揺動式 (機械式), 26個/室
放電線槌打装置型式・数量	機械式, 50個/室
整流器 ; 形式, 容量, 台数	シリコン整流器 80 KVA× 2台
電圧, 電流	72 KV , 1,000 mA (予備 20 KVA , 200 mA× 1台)
(111) プレダスター装置	無し 入口多孔板 85 mm P× 45 mm P× 50 mm φ

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| (IV) 円筒硝子エア一吹込装置 | 無し              |
| (V) グラスト排出装置     | ロータリー式供給機, 1個/室 |
| (VI) その他         | 鋼板製屋外型<br>保温施工済 |

(2) 電気・計装設備

(a) 電気設備

(i) 概要

当工場は、隣接する西北電業管理局銅川市給電局羅県変電所より受電している。

この変電所には、31.5/11.5/20 MVA, 110/38.5/6 KV の三巻線電力変圧器 2台があり、6 KV 母線より 4回線の地中ケーブルにて工場受配電所へ給電される。

当工場の設備容量、使用電力量等の概要は下記の通りである。

総設備容量	:	30,500 KVA
最大需要電力	:	17,000 KW
年間使用電力量	:	$9.200 \times 10^4$ KWH
力率	:	92% 遅れ
電力料金		
基本料金	:	6元/KW (毎日8:00~20時)
積算料金	:	0.058元/KW (動力用) 0.195元/KW (照明用)

(ii) 電圧の種別

① 交流	電圧	周波数	相数及び線数
受電電圧	6,000 V	50 Hz	3相 3線式
高圧配電	6,000 V	50 Hz	3相 3線式
電動機	6,000 V	50 Hz	3相 3線式
(240 KW以上)			
低圧配電	380 V	50 Hz	3相 4線式
電動機	380 V	50 Hz	3相 3線式
(210 KW以下)			
計装	100 V	50 Hz	単相



照 明            220 V          50 Hz          単 相

② 直 流

制御用            220 V （整流器，コンデンサー充電方式）

### (111) 配 電 系 統

#### ① 受配電所

受配電所にて受電した 3相 6,000 V , 50 Hz , 4 回線（受電点遮断容量 250 MVA）の電力は、直接各工程の高圧電動機及び 7ヶ所の各工程の電気室（変電所）に配電されている。

当工場の配電系統を図 II - 6 「現状単線結線図」に示す。この受配電所には下記の電気機器が設置されている。

- 6 KV 遮断器（遮断容量 250 MVA, 又は 350 MVA）    一式
- 6 KV 遮断器用保護継電器盤                            一式
- 進相用電力コンデンサー  
                                    1.350 KVA × 2組  
                                    810 KVA × 2組
- 直流電源装置    一式
- 所内用変圧器    50 KVA × 1台

#### ② 電 気 室 （変電所）

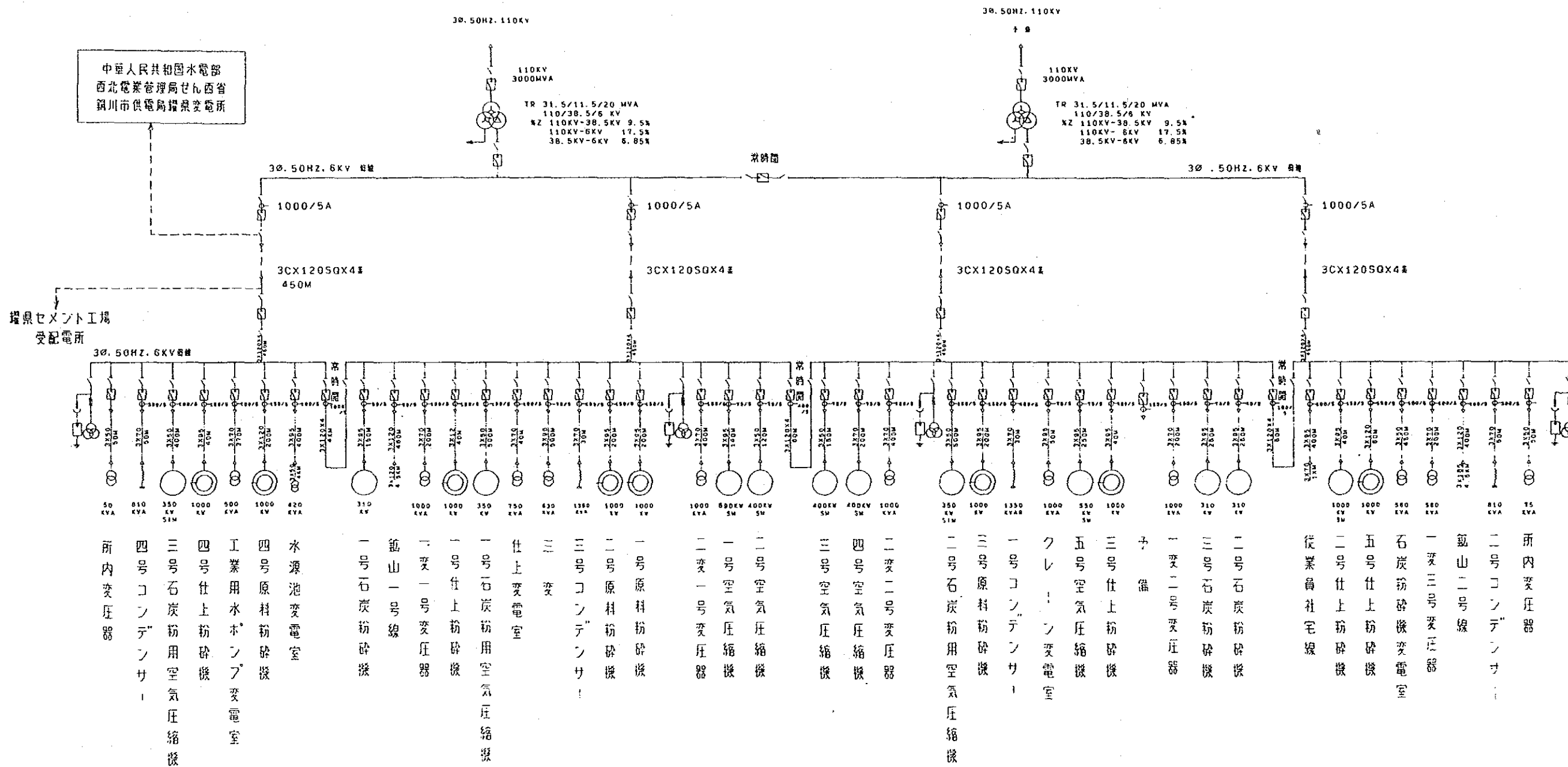
受配電所からのケーブルは暗渠内に布設され、各工程の電気室（変電所）に配電される。〔但し、三変電気室へは直埋ケーブル方式〕

配電された 6 kV 電力は、変圧器により 6 KV から 380 V に降圧され、電動機及びその他の電気機器に給電される。

工場内に設置されている電気室（変電所）は下記の通りである。

- (イ) 工業用水ポンプ変電室（工業用水ポンプ関係）
- (ロ) 石炭粉砕機変電室    （混合材受入関係）
- (ハ) 一 変                    （石炭粉砕機及びクリンカー輸送関係）
- (ニ) 二 変                    （原料輸送及び送入関係）
- (ホ) 三 変                    （原料受入及び修理工場関係）
- (ヘ) 水源地,    （変電室）

図II-6  
現状 単線結線図





(ト) 仕上用変電室 (受配電所内に設置, 原料粉碎機及び  
仕上粉碎機関係)

これらの電気室には、下記の電気機器が設置されている。

- 6 KV/380 V 変圧器	一式
- 380 V 配電盤	一式
- 380 V 電磁盤	一式

③ 受配電監視制御盤

受配電所内に設置された 6 KV 受配電監視制御盤にて 1号～ 4号  
受電フィーダー及び 6 KV フィーダーの監視を行っている。

また、保護継電器盤にて各フィーダーの故障状況が把握される。

④ 直流電源装置

遮断器の操作電源として DC 220 V の直流電源が使用されている。

3 相交流 380 V の電源よりシリコン整流器にて DC 220 V に変換  
された直流電源は、遮断器の投入用に使用されると共に、遮断用電  
源としてのコンデンサー充電に使用される。通常用いられる蓄電池  
は設置されていない。停電時の遮断用電源としては、前述のように  
コンデンサー遮断方式が使用されている。

仕様は次のとおりである。

セレン整流器

整流方式	三相全波整流方式
交流電力	AC 380 V , 3φ , 50 Hz
直流電力	DC 220 V
定格容量	55 KW
数 量	1
コンデンサー容量	20,000 μ f

⑤ 非常用電源設備

125 KVA のディーゼル発電機があり、総停電時に工場照明用とし  
て使用されていたが、現在は故障して使用不可能である。その仕様  
は下記のとおりである。

型 式	ディーゼル発電機
出 力	125 KVA
相 数	3 相

電 圧	380 V
周 波 数	50 Hz
起動方式	圧縮空気

⑥ 力率改善

工場力率改善用として、電力コンデンサーが設備されている。  
また、空気圧縮機駆動用として同期電動機が使用されており、これらの力率調整を行い、工場全体の力率は 92 % 前後の遅れ力率である。自動力率調整は行われていない。その仕様は下記の通りである。  
コンデンサー

定 格 電 圧	AC 6,000 V
定 格 周 波 数	50 Hz
相 数	3 φ
定 格 容 量	1,350 KVA × 2組 810 KVA × 2組
付 属 品	放電コイル

(iv) 電動機設備

(イ) 電圧区分

高圧電動機	6,000 V , 240 KW 以上の電動機
低圧電動機	380 V , 210 KW 以下の電動機

(ロ) 種 類

定速電動機として誘導電動機（カゴ型，巻線型），同期電動機が使用されており、最大容量は原料粉砕機，仕上粉砕機用に使用されている、1,000 KW 巻線型誘導電動機である。

速度制御用電動機としては、直流電動機が使用され、キルン原料送入用，キルン主電動機，4号キルン用クリンカー冷却機グレート駆動及び粉砕機送入用スクープ式供給機等に使用されている。

(v) 電動機運転操作

ほとんど全ての電動機は現場機側にて運転停止を行っている。  
また、相互インターロックが取られているものは少ないようである。

(vi) 照明器具

工場にて使用されている照明器具は下記の通りである。その内、白熱灯が一番多く使用されている。

定格電圧	AC 220 V , 50 Hz
照明器具の種類	水銀灯, 蛍光灯, 白熱灯

(VII) 通信設備

構内用及び局線用として使用されている通信設備は下記の通りである。

方式	クロスバー式自動交換機
電話器数量	約 200台

(b) 計装設備

(i) 概要

セメント工場の工程は、大きく次の三つに分類されている。

- (イ) セメントの原料である石灰石や粘土などを混合・粉砕する原料工程
- (ロ) 粉砕された原料を焼成してクリンカを作り冷却する焼成工程
- (ハ) クリンカと石膏及び混合材を混合・粉砕し、最終製品であるセメントを製造する仕上工程

この三つの工程は設備の面から見ても操作の面から見ても独立した系統になっている。

当工場のキルン計装図を図Ⅱ-7, 図Ⅱ-8, 計装設備略号表Ⅱ-9に示す。

(ii) プロセスコントロール

(イ) 原料工程

原料供給制御(調合)は、石灰石及び鉄粉がテーブル式供給機、粘土がスクープ式供給機にて粉砕機に送入されている。

粘土スラリー送分量のみ直流電動機にて制御されている。他の2つの送分量は、テーブル式供給機の堰の位置と電流計からの推定により調節され、原料比率制御等はなく、連続秤量機(計量機)等も設備されていない。又、湿式原料のスラリー水分制御は行っていない。原料サイロ等のレベル計器は無く定期的にロープで貯蔵量を測定している。

表II-9  
計装設備略号表

文字記号

文字記号	記号の意味		
	変量記号	変量材料記号	機能記号
A			警報
B			状態表示、運転表示
C			調節
D	密度又は比重	差	
E	電気的差		検出器
F	調節流量	比率	
G	位置又は長さ		
H	手動		
I			指示
J		自動変量	
K	機能		
L	レベル		
M	水分又は湿度		
N			
O			
P	圧力又は真空		
Q	品質 例：組成、濃度、導電率	質量	重量
R	放射線		記録
S	速度、回転数又は周波数		スイッチ
T	温度		伝送
U	多量の変量		多機能計器
V	粘度		ハルプなどの調節器
W	質量又は力		
X	不特定の量		その他の機能
Y			演算器、変換器、リレー
Z			安全又は緊急

例 : EIC ( 流量指示調節計 )

計器略号

1. 円記号

- 計器室設電計器
- 現場計器取付計器
- 現場設置計器

2. 線

- 電気伝導
- 導路がある放射
- 空気伝導

3. 仕様記号

- (COS) : 切替スイッチ
- (PB) : 押印スイッチ
- (SEL) : 選択スイッチ
- (AMP) : 電流
- (VOLT) : 電圧
- (KW) : 電力
- (VIP) : 振動
- (SOUND) : 音響
- (CO) : 一酸化炭素ガス
- (O2) : 酸素ガス
- (CO2) : 二酸化炭素ガス
- (ADD) : 加算器
- (RATIO) : 比率
- (DEW) : 露点

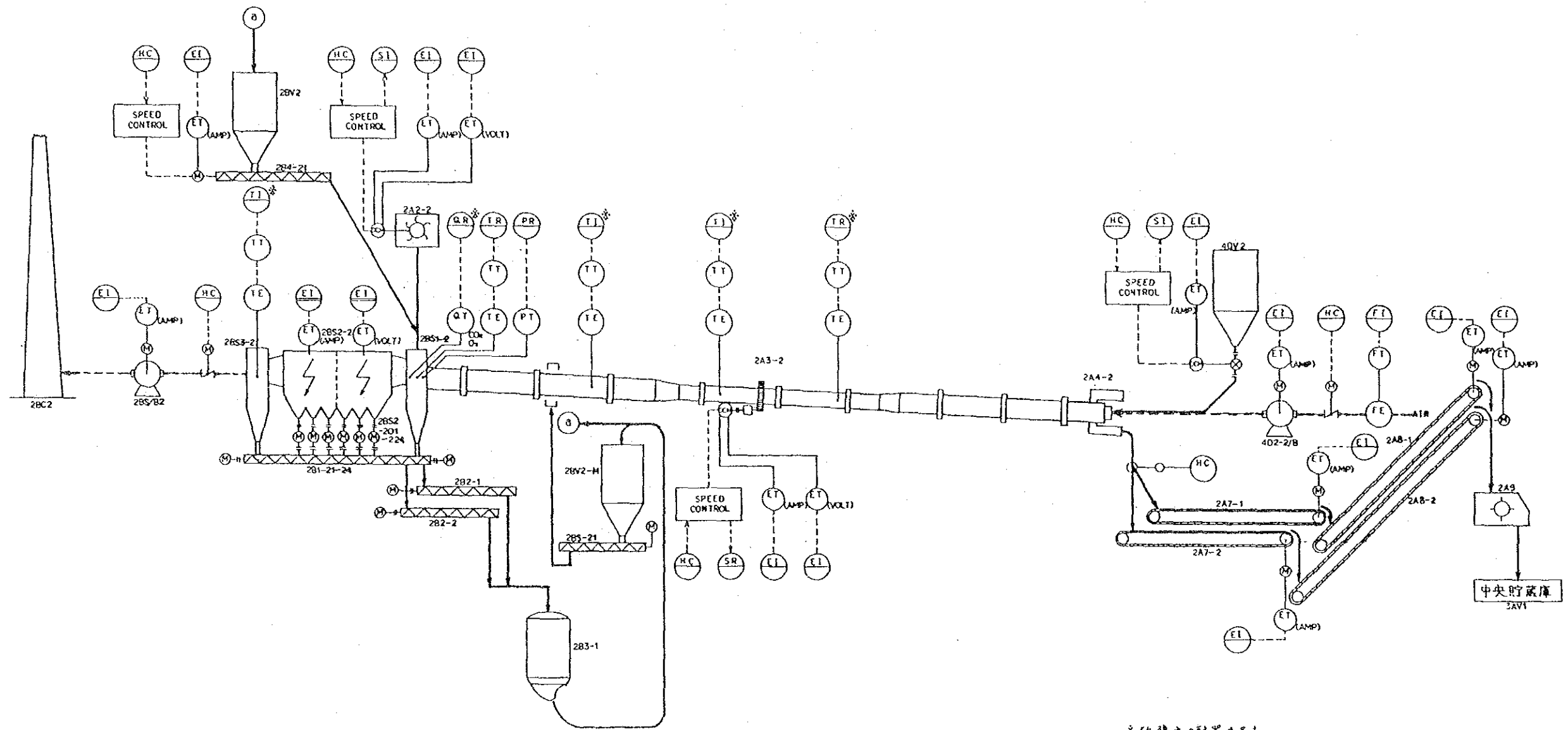
- A/M : 自動/手動切替
- H : 上限
- L : 下限
- HH : 上上限
- LL : 下下限
- H/L : 上限/下限

4. 機器名称

- ダンパー又はゲート
- 弁
- 操作器
- 二方向切替シュート又は弁
- モーター
- ロータリー式供給機
- 自力式調節弁
- 送風機又は圧縮機
- ファン
- 直立式レベル計
- 計量機
- 固体重量計
- フロートセル
- 浮子式検出器
- 自力式液面調節弁

注 1 機械装置の保護装置(スリップ検出器、非常引当スイッチ等)は、この計器略号には示されていない。

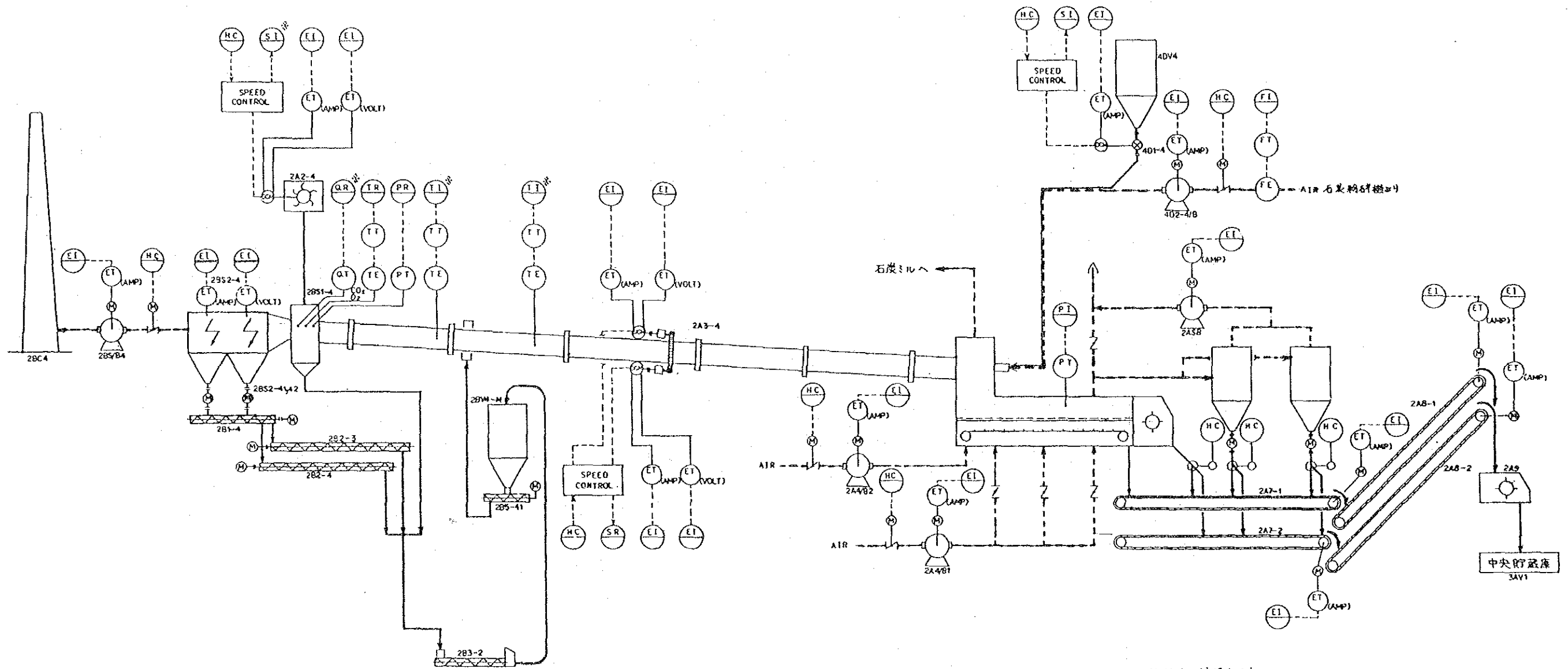
図II-7  
現状 1~3号キルン計装図



\*故障中の計器は示す。



図II-8  
現状 4号キルン計装図



\*故障中の計器は×



(ロ) 焼成工程

原料送入は、スラリー送入と電気集塵器からの回収ダスト送入があるが、送入量の制御はそれぞれ直流電動機と誘導電動機を使用している。ダスト送入の回転数は誘導電動機の極数変更により2段階の回転数変更にて送入量を制御している。

キルン回転数及び燃料の石炭吹込量は、直流電動機にて回転数制御を行っている。

温度監視については、窯尻温度のみ表示している。

圧力監視についても窯尻のみ表示している。

ガス分析計（酸素、二酸化炭素）も操業当時は設置されていたと思われるが、現在は検出器、分析装置とも無い。

(ハ) 仕上工程

クリンカー、混合材及び石膏の送入量には、振動式供給機が設置されており、量のコントロールは手動にて行っている。

### 3 生産管理

#### 3.1 原材料調達, 在庫管理

##### (1) 原材料調達

湿式法の生産方式を採用しており、石灰石, 粘土, 鉄粉の3種を原料とし、燃料には石炭を使用しており、仕上工程では石膏の外に増量材として媒干石を混合使用している。これら原燃料の調達状況及び品位は、下記の通りである。

##### a) 石灰石

鉱山	宝鑑山石灰石鉱山
埋蔵量	約 3億屯
年間使用量	975 千屯
品位	CaO 50.0 ~ 51.6 % MgO < 1.5 %
受入方法	工場より約 3.5杆の鉱山より空中索道にて受入

##### b) 粘土

鉱山	葯王山及び五台山 (新粘土鉱山)
埋蔵量	新粘土鉱山 5.764 万屯
年間使用量	190 千屯
品位	SiO <sub>2</sub> 56.0 ~ 57.5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.0 ~ 12.5 % MgO 2.0 ~ 2.8 %
受入方法	工場より約 1杆の鉱山より水分 50 ~ 55 % のスラリーにして開渠にて受入

##### c) 鉄粉

調達先	省内磷肥工場, 硫酸工場
品位	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > 43 %
年間使用量	60千屯
受入方法	貨車,トラック

##### d) 石炭

調達先	省内銅川炭鉱, 他
品位	発熱量 5,170 Kcal/Kg 揮発分 33±2 %

- 固定炭素 42±2 %  
 灰 分 20±2 %  
 年間使用量 220 ~ 246千屯  
 受入方法 貨車及びトラック
- e) 石 膏  
 調 達 先 甘肅省及び山西省の石膏鉱山  
 品 位 SO3 > 40 %  
 年間使用量 33~41千屯  
 受入方法 貨車及びトラック
- f) 混 合 材  
 調 達 先 銅川煤干石他  
 品 位 lg.loss 10~16 %  
 年間使用量 94~114 千屯  
 受入方法 貨車及びトラック
- g) 受入原料の品質

上記をまとめると受入原料の品質は表Ⅱ-10のとおりである。

表Ⅱ-10 受入原料の品質(1984年度)

化 学 成 分 (%)								
	lg.loss	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	合 計
石灰石	44.11	4.41	1.13	0.42	51.34	1.06	-	99.47
粘 土	10.23	57.45	12.43	4.72	8.07	2.80	-	95.70
鉄 粉	-	29.46	10.22	48.88	3.25	3.75	-	97.47
石 膏	19.68	2.27	0.15	0.14	32.03	1.88	40.98	97.55
混合材	14.43	31.16	17.40	8.36	16.53	1.30	8.41	97.59

h) 石炭の品質

石炭の平均品質は表Ⅱ-11, 12のとおりである。

表Ⅱ-11 石炭工業分析値(1984年度)

水 分	灰 分	揮 発 分	固 定 炭 素	受入時水分	低 発 熱 量
%	%	%	%	%	Kcal/Kg
3.1	21.04	33.03	42.78	11.7	5,170

表Ⅱ-12 石炭灰分分析値（1984年度 %）

化 学 成 分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	合 計
含 有 率	51.02	21.04	8.16	8.37	1.49	8.17	96.62

(2) 在庫管理

a) 受入時の品質管理

受入基準に従って工場受入前に検査し、合格品を受入れる。石灰石、石炭等については、鉱山に工場の品質管理担当者を派遣し、検査を行っている。

b) 受入量の管理

石炭、石膏、鉄粉、混合材等工場外からの購入品は、貨車輸送の場合、送り状、トラック輸送の場合にはトラック・スケール（30 屯地中衡）の計量に依り受入量を管理している。

一方、石灰石は、空中索道バケットの目視重量と運転時間の積によって受入量を計算し、粘土は粘土受入池の在庫変位に依る。

c) 原材料の受入、保管、使用

石灰石は鉱山で1次破碎、2次破碎により 30 mm以下にし、空中索道で総合貯蔵庫に投入される。

粘土は鉱山で水分 50 ~ 55 % のスラリーにして開渠で工場に受入れ粘土受入池で水分調整後、ポンプにより粘土貯蔵池に送る。

鉄源、混合材は貨車又はトラックに依り、工場受入後、総合貯蔵庫に投入する。混合材のうち石炭灰は貨車受入後、石炭灰貯蔵槽に貯蔵する。

石炭は貨車又はトラックに依り、工場受入後1次破碎機で 25 mm以下とし、総合貯蔵庫に投入する。

石膏は1次破碎、2次破碎の後、総合貯蔵庫に投入する。

d) 使 用

各原料、燃料等は使用量に応じ、貯蔵庫の天井走行起重機のバケットに依り、夫々の粉碎機前貯槽に投入される。

e) 在庫管理

在庫量は1ヶ月に1回棚卸を行い、実量と日報値との修正を行う。誤差は通常 3~ 5 %の範囲内にある。

### 3.2 運転管理

#### (1) 原料調合

石灰石、鉄粉の粉碎機供給計量制御にテーブル式供給機、粘土スラリー及び水の供給計量制御にスクープ式供給機及びストップバルブを各々使用している。

尚、鉄粉は原料粉碎機4台中2台に対して供給している。

各粉碎機で湿式粉碎された原料スラリーは、粉碎機出口篩を経て開渠で粉碎機4台のスラリーが合流混合し、スラリーポンプにてスラリー貯蔵槽に送られる。

スラリー貯蔵槽6基を巧く利用して、スラリー品質を要求品質になるよう調整している。即ち、スラリー貯蔵槽への投入は貯蔵容量の50%になった時、次のスラリー貯蔵槽へ切り替え、圧縮空気で攪拌後、試料採取分析の上、貯蔵内化学組成を把握し、要求品質との偏差を修正すべく残量の原料調合目標を設定し、粉碎を行い、このスラリーを同貯蔵槽へ投入し攪拌調節する。このような調整を1～3回行って管理目標範囲内に入れる。更に粘土スラリーによる諸率補正も行えるようにしている。

スラリー貯蔵池へのスラリー移送は、合送スラリー諸率を勘案して2～3基の貯蔵スラリーを合送し、より一層の原料スラリー諸率の均一化を図っている。更に貯蔵池内で攪拌均質化の後、原料スラリーはキルン送入室原料スラリー貯蔵槽へ送られる。

以上の如く、種々工夫されているが、後述の如く、キルン送入原料の水分、クリンカー諸率のバラツキは大きい。

#### (2) 焼成(キルン)

原料スラリーはキルン送入室原料スラリー貯蔵槽からスクープ式供給機に送られ、キルンの回転速度と連動計量後、キルンに送入される。

キルンから発生したダストは電気集塵器で集塵回収されてキルンに送入する設備となっているが、キルン用電気集塵器は殆んど荷電されていない。従って電気集塵器は重力沈降室程度の機能である。又、集塵ダスト排出輸送設備の整備が不完全であり、漏洩空気も多く、それらの変動により集塵ダストの量も変動している。激しい場合は堆積ダストがくずれてフラッシングする。従ってダスト排出量も変動している。

1, 2, 3号キルンの集塵ダストは1箇所を集められた後、空気輸送機で各キルンのダスト貯蔵槽に送られ、スクリー式供給機で計量して、送入シュートよりキルンに送入される。

4号キルンの集塵ダストは回収、計量後、チェーン帯出口に送入されている。

石炭は乾燥粉碎後、各キルン用微粉炭貯槽に分配される。同時槽下部に設けた攪拌機付ロータリー式供給機の回転数で微粉炭供給量を焼成手が設定制御している。

燃焼器は単なる円筒であり、2次空気温度が低い事及びキルン内への燃焼器挿入等の要因と重なって黒炎帯が約5mに達し、着火燃焼が大変遅れている。

窯前口元部（1, 2, 3号は約5.5m, 4号は約1mの位置）に大きな煉瓦の堰を設けクリンカーを徐冷して冷却機に入れ、冷却機を保護している。冷却機の耐熱材は損耗しており、赤熱部も見られ、熱回収効率も低い。

燃焼瓦斯量、即ち燃焼空気量の制御は送風機のダンパー開度を調整して行っているが、排瓦斯分析計は破損しており、オルザット瓦斯分析も行っていない。

O<sub>2</sub>計, CO<sub>2</sub>計, 中間温度計等、運転監視用計器も壊れたままであり、運転管理上重要な焼点温度、キルン用電動機電力等の記録計もない。

焼成帯キルン胴体には多量の散水を行っている。

上記の如く、設備保全不良の電気集塵器、熱効率の低いクリンカー冷却機及び燃焼器、精度の低い供給計量器、不備な監視用計器等の運転設備下に、更に、後述の如く、送入原料水分、諸率の変動も重なった条件下で、焼成手は経験と勘を頼りに、主として、焼点観察により運転しており、操作も遅れ、従って、燃料、キルン回転速度の操作幅も大きくなり、不安定な運転となり、容重、遊離石灰の変動も大きい。

### (3) 仕 上 （仕上粉碎機）

粉碎方式は開回路方式であり、クリンカー、石膏の他に混合材として、媒干石、電炉滓等を使用している。クリンカー、石膏、混合材は各々振動式供給機で仕上粉碎機に供給される。セメントの温度を下げるため仕上粉碎機の胴体に散水を行っている。製品は槽式空気輸送機でセメント貯蔵槽へ輸送される。

425号普通セメント、525号普通セメント、及び75℃油井セメントの3種のセメントを生産しているが、1種のクリンカーを使って、混合材及び石膏の混入比率並びにセメント細度を下記の如く変えて対応している。



	425号	525号	油井
混合材混入率%	12	11	8
石膏混入率 %	4	5	6
SO <sub>3</sub> %	2.0	2.5	2.5
比表面積 cm <sup>2</sup> /g	2600	3400	2900

### 3.3 品質管理

工場受入原料・燃料、原料スラリー、クリンカー、セメント等、各工程毎に、測定項目、測定頻度、管理目標を定めて品質管理を実施している。即ち、所定の場所で、定期的に人間が試料採取し、実験室で分析を行う。その結果を用い、或いは、その結果を品質管理目標に入れるべく、各製造現場は運転管理する。

毎月、品質管理目標値の見直しを行っている。

尚、工場品質管理表をII-13に示す。

表II-13 羅煤工場品質管理表

	品質	検査項目	試料採取場所	頻度	管理目標	合格率
受 入 原 料	石灰石	粒度	粉砕機、供給機	1日2回	30mm以下	85%以上
		MgO	受入石灰石ベルト	月1回	1.5%以下	85%以上
	鉄粉	全分析	受入石灰石ベルト	月1回	CaO 48%以上	
		水分	受入貨車上	月1回	Fe2O3 40%以上	
石膏	全分析	受入貨車上	月1回		SO3 40%以上	
	水分	受入貨車上				
調 合 ・ 送 入 原 料	粉砕機出口 原料	水分	粉砕機出口混合 試料採取器	1時間1回	36%以下	85%以上
		細度		1時間1回	3.0%以下	75%以上
燃 料	微粉炭	水分	石炭粉砕機 採取器	2時間1回	3.0%以下	75%以上
		細度		2時間1回	10.0%以下	75%以上
灰分	4時間1回	20±2%		75%以上		
揮発分	8時間1回	28%以上		75%以上		
ク リ ン カ ー	クリンカー	容重	冷却器出口	1時間2回	1475±75 g/Q	85%以上
		遊離石灰	冷却器出口	2時間1回	1.5%以下	60%以上
		全分析	冷却器出口	8時間1回	KH:0.910±0.05 Fe2O3: 4.4±0.2%	85%以上
		物理試験 結晶構造	冷却器出口 冷却器出口	キルン別毎日1回 不定期	安定性、強度 620kgf/cm <sup>2</sup> (28日)以上	
セ メ ン ト	換入セメント	比表面積	粉砕機出口試料採取器	#425 2時間1回	#425 2.300cm <sup>2</sup> /g以上	#425:60%以上
		SO3	粉砕機出口試料採取器	#525 1時間1回	#525 3.200cm <sup>2</sup> /g以上	#525:70%以上
				1時間1回	2.4±0.4%	#425:60%以上
		混合材	粉砕機出口試料採取器	1時間1回	#425 12±3% #525 11±2%	#425:60%以上 #525:70%以上
物理試験	粉砕機出口試料採取器	粉砕機別1日1回				
ト	出荷セメント	細度	出荷セメント試料採取器	800 屯1回	15%以下	100%
		物理試験	出荷セメント試料採取器	800 屯1回		100%
		セメント 袋重量	出荷セメント試料採取器	各機各番1回	50.25 ± 1.0kg/袋	95%以上

### 3.4 設備保全

#### (1) 機械設備保全

全工場の設備保全人員は337人で、機電課に所属し、大修理、中修理を担当している。機械修理工場の部品製作能力は30屯/月で、そのうち、鑄鉄は12屯/月である。

各生産現場は中、小修理を行う。7～8人の班編成で3交替で修理を行う。

キルンの休転補修には3種類あり、各々4～5年に1回、30～40日間の大修理、2～3か月毎に7～8日間の中修理、及び必要に応じて行う補修時間1日以内の小修理である。

#### 主要補修例

キルン：耐火煉瓦、チェーン、胴体、タイヤ等交換

冷却機裏板交換

排風機回転子交換（1回/2年）

排風機回転子軸受（1回/1年）

粉碎機：胴体、裏板、媒体、等取替

石炭粉碎機、排風機の補修はキルンの排風機と同様の頻度で行う。

#### 主要補修材の原単位

耐火煉瓦 1.8 kg/tcl

チェーン 0.11 kg/tcl

冷却機裏板 0.01 kg/tcl

原料粉碎機媒体 0.51 kg/t 原料

石炭粉碎機媒体 0.14 kg/tcl

仕上粉碎機媒体 1.0 kg/t セメント

故障発生状況（1984年）表II-14のとおりである。

表II-14 故障発生状況（1984年）

項目	原料粉碎機	キルン	仕上粉碎機	合計
故障回数	—	26	4	30
重大故障回数	—	15	1	16
一般故障回数	—	11	3	14
休転時間	—	378時間	44.5時間	422.5時間

表Ⅱ-14の如く、キルンの故障による休転時間は378時間であり、胴体赤熱11回(260.5時間)の一般故障の他、重大故障としては、1号キルン排風機主軸折損、1号キルン駆動用減速機故障、3号キルン排風機軸受焼付、キルン電動機故障等であった。

仕上粉碎機の故障による休転は4回あり、重大故障としては、電動機軸受焼付があった。

故障の原因は、保全不良、運転員の不注意によるものである。

#### 予備品調達

小さい部品は自社製作とするが、大きい部品は、西安の機械工場等に外注している。消耗材料、予備品は、相当量の在庫を工場にかかえている。

#### (2) 電気計装設備保全

保全人員は134人で、電気・計装の分野に分かれて設備保全を行っている。又計装関係はスタッフ7名である。

設備保全用の測定工具としては、絶縁抵抗計、接地抵抗計、耐圧試験器、振動計、検電器及び油耐圧試験器等の主工具は設備されている。

計装関係では、工場の計装設備があまりない為か測定工具、試験用機器は少ない。携帯用電位差計、ホイートストンブリッジ、ダブルブリッジ、携帯用サーミスタ温度計、騒音計および光高温計等がある。

設備保全方法は、キルン定期休転時に行う定期点検と故障発生時ごとに行う臨時保全があるが後者に重点があるように思われる。

### 3.5 教育訓練

従業員の教育訓練は教育課が担当しており、組織として、工場子弟学校、工場テレビ大学、職工訓練班があり、従業員の一般教育と新入生の導入教育を行っている。

導入教育は新入生を対象に3～4ヶ月工場として行い、配属後各職場で1ヶ月行っている。

一般教育としては、文化大革命中に初等中学校を卒業出来なかった者に対して行う初等中学教育、初等中学を卒業して入ったものに対する中等専門教育、テレビで大学程度の教育を行うテレビ大学、その他の技術専門教育があり、1982年以降の実施状況は表Ⅱ-15のとおりである。

表Ⅱ-15 教育実施状況

	教育期間	総数	卒業者	在校生
初等中学校	2ケ年	602	602	—
中等専門学校	6ヶ月	82	—	82
テレビ大学		68	17	51
技術専門教育		91	25	66

1985年は、上記の他科学、英語教育、ビデオによる技術短期講座、管理幹部養成のための短期講座を予定している。

子弟学校は従業員の子弟を小学校から高等学校教育まで行っている。

### 3.6 安全衛生、環境管理

安全衛生管理は安全課が担当して行われており、安全管理としては、新入生の導入教育と各職能別の特殊教育を行うと共に、安全会議が月1回、設備の安全巡視を年4回行っている。

衛生管理としては、年1回の身体検査と粉塵の多い場所でのマスクの使用、週1回の大掃除が行われている。

環境管理は環境管理室が担当しており、工場からの煤塵、粉塵の発生を管理監督すると共に、全工場の工場衛生、環境緑化、環境保護を行っている。

現在問題になっているのは、キルンからの煤塵のみで、硫黄酸化物、窒素酸化物、排水、騒音等は問題になっていない。

キルンから排出する煤塵については、排出基準値を超過しているため、罰金を

課せられている。この煤塵による環境汚染は著しく、1日も早く解決しなければ  
ならない問題の1つである。

#### 4 測定結果、試料分析結果

高熱消費の原因を解明すべく重点的に測定、試料分析等調査を行った。

##### 4.1 湿式キルンの操業状況

表Ⅱ-16のとおりである。

測定年月日	1985. 3. 8
天 候	曇
気 温	6 °C
風 速	0.8 m/S
湿 度	67 %
気 圧	720 mmHg

表II-16 キルンの操業状況

項 目	単 位	3 号	4 号
毎 時 平 均 生 産 量	t/h	28.7	27.9
原 料 水 分	%	36	36
温 度	°C	40	40
クリンカー屯当り原料原単位	t/tcl	1.573	1.573
クリンカー屯当り理論原料原単位	t/tcl	1.464	1.464
毎 時 平 均 ダ ス ト 排 出 量	t/tcl	0.0925	0.0925
クリンカー温度(キルン出口)	°C	1,100	1,175
クリンカー温度(冷却機出口)	°C	350	80
燃 料 の 種 類	-	石 炭	石 炭
石炭発熱量(受入時、低位)	Kcal/kg	5,242	5,242
熱消費量(低位)	Kcal/kgcl	1.610	1.550
1 次 空 気 量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	0.606	0.363
1 次 空 気 温 度	°C	54	50
2 次 空 気 量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	1.412	1.512
2 次 空 気 温 度	°C	115	410
石炭乾燥用空気量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	-	0.153
石炭乾燥用空気温度	°C	-	600
冷却機排気量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	-	1.361
冷却機排気温度	°C	-	126
窯 尻 瓦 斯 量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	3.504	3.358
窯 尻 瓦 斯 温 度	°C	170	240
窯 尻 瓦 斯 圧 力	mmAq	88	84
窯 尻 瓦 斯 空 気 比	-	1.15	1.11
電気集塵器出口瓦斯量	Nm <sup>3</sup> /kgcl	5.486	4.810
電気集塵器出口瓦斯温度	°C	110	161
電気集塵器出口瓦斯空気比	-	2.28	1.97



## 4.2 測定結果

### (1) 3号キルン多筒冷却機

#### (a) 胴体表面温度

測定結果は表Ⅱ-17のとおりである。

冷却機 1.25 mφ × 5.5m l × 12

表Ⅱ-17 冷却機胴体表面温度

単位：℃

	口元よりの距離	0m	1m	2m	3m	4m	5m	5.5m
第一回 9.30	最高温度	440	500以上	500	430	410	300	170
	最低温度	370	380	370	380	300	210	80
	平均温度	400	550	480	400	350	250	130
第二回 10.00	最高温度	490	500以上	500以上	480	430	340	240
	最低温度	450	490	480	380	340	240	130
	平均温度	470	550	550	440	380	300	190
第三回 11.40	最高温度	500以上	500以上	500以上	500以上	500以上	420	250
	最低温度	〃	〃	〃	490	450	350	170
	平均温度	550	550	550	550	550	400	230
第四回 16.00	最高温度	500以上	500以上	500以上	500以上	420	370	180
	最低温度	450	480	480	490	380	290	120
	平均温度	550	550	550	550	400	340	140
代表温度		480	550	530	485	410	320	170

放散熱量  $4.20 \times 10^6$  Kcal/h

$$\frac{4.2 \times 10^6}{28.7 \times 10^3} = 146.5 \text{ Kcal / Kgc1}$$

① 500℃以上は 550℃とした

② 平均値は最高最低の単純平均ではなく、キルンが1周する間の計器指示値の平均値である。

(b) クリンカー温度

冷却機入口クリンカー平均温度	1.100°C
冷却機出口クリンカー平均温度	350°C

(c) 冷却機熱勘定

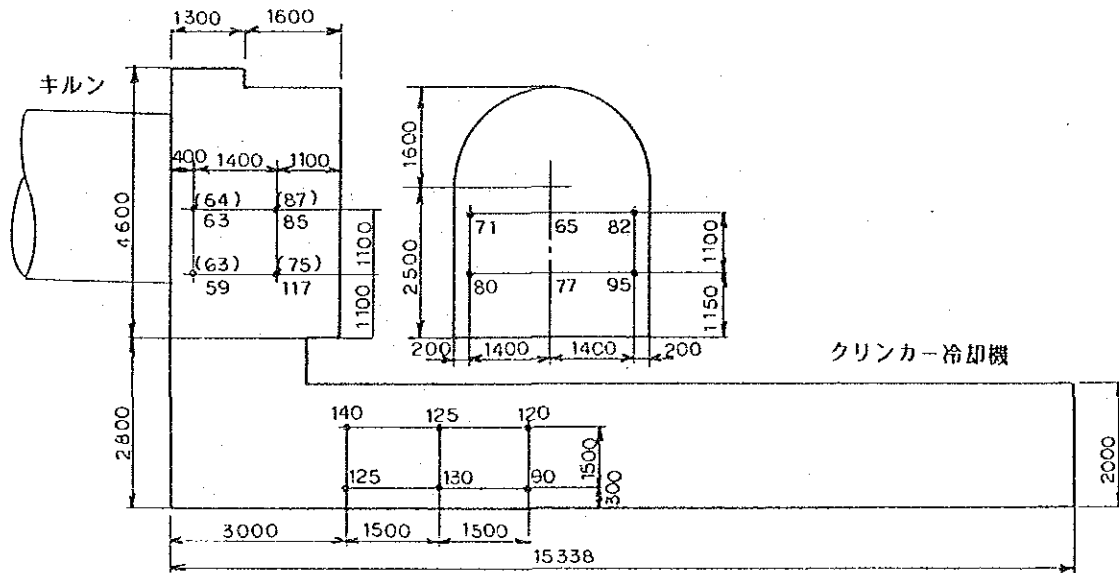
クリンカー持込顕熱	261.7Kcal/kgcl
クリンカー持去顕熱	70.6Kcal/kgcl
胴体放散熱	146.5Kcal/kgcl
2次空気回収熱	44.6Kcal/kgcl
回収効率	17.0%

(2) 4号キルングレート式クリンカー冷却機

1) 冷却機表面温度

側壁表面温度は図Ⅱ-9のとおりである。

図Ⅱ-9 4号冷却機表面温度



正 数 値… 3号キルン側

( ) 数 値… 道 路 側

放 散 熱 量…  $85.8 \times 10^3$  Kcal/h

$$\frac{85.8 \times 10^3}{27.9 \times 10^3} = 3.1 \text{ Kcal / kgcl}$$

2) クリンカー温度

冷却機入口クリンカー平均温度	1.175°C
冷却機出口クリンカー平均温度	80°C

3) 冷却機熱勘定

クリンカー持込顕熱	285.6Kcal/kgcl
クリンカー持去顕熱	12.3Kcal/kgcl
石炭乾燥用空気顕熱	29.4Kcal/kgcl
冷却機排気顕熱	51.1Kcal/kgcl
冷却機の放散熱	3.1Kcal/kgcl
2次空気回収熱	189.7Kcal/kgcl
回収効率	66.4%

(3) 3号キルン胴体表面温度及び放散熱量

1) 測定位置図 (図Ⅱ-10)

2) 胴体表面温度 (表Ⅱ-18)

3) 胴体放散熱量

測定部	$4.510 \times 10^3$ Kcal/h	
散水部	$1.150 \times 10^3$ Kcal/h	
合計	$5.660 \times 10^3$ Kcal/h	(197.2Kcal/kgcl)

(4) 4号キルン胴体表面温度及び放散熱量

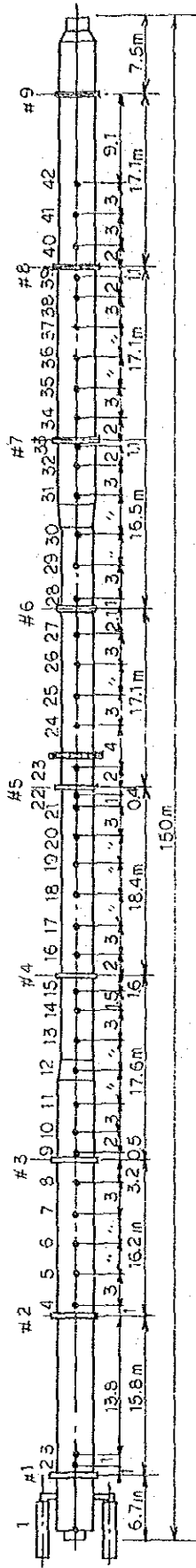
1) 測定位置図 (図Ⅱ-11)

2) 胴体表面温度 (表Ⅱ-19)

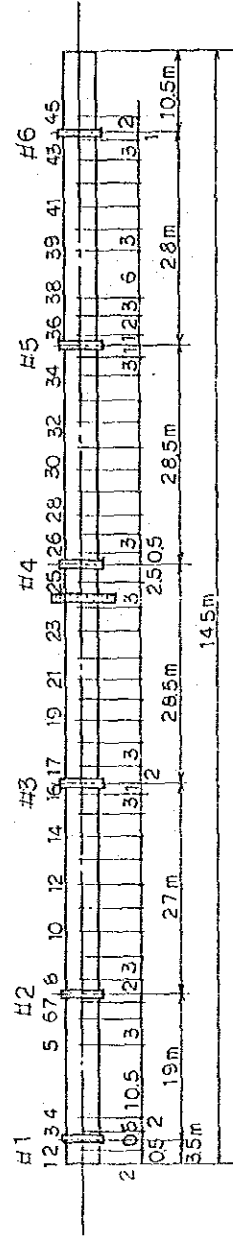
3) 胴体放散熱量

測定部	$4.511 \times 10^3$ Kcal/h	
散水部	$891 \times 10^3$ Kcal/h	
合計	$5.402 \times 10^3$ Kcal/h	(193.6Kcal/kgCl)

図Ⅱ-10 3号キルン胴体表面温度測定位置図



図Ⅱ-11 4号キルン胴体表面温度測定位置図



表II-18 3号キルン胴体表面温度

位 置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
第 1 回	190	380	200	270	270	265	220	190	190	210	190	190	160	180
	170	330	170	240	240	230	200	140	120	140	175	155	135	155
	180	350	190	250	250	245	210	170	160	170	180	165	145	165
第 2 回	200	340	280	275	260	260	255	245	190	200	210	195	165	200
	180	330	220	240	245	245	250	240	155	150	170	155	135	170
	190	340	250	250	250	250	250	240	170	160	190	160	150	180
位 置	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
第 1 回	180	185	205	195	190	180	180	185	170	165	160	130	195	135
	165	175	175	175	175	165	160	170	150	155	130	120	170	115
	170	180	180	180	180	170	170	175	160	160	140	125	180	120
第 2 回	160	205	185	180	185	175	175	195	150	225	155	150	195	120
	150	175	170	170	175	170	155	175	130	175	125	120	175	115
	155	180	175	175	180	170	160	180	145	200	135	130	180	115
位 置	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
第 1 回	370	270	280	420	420	380	280	190	170	120	115	80	75	55
	270	240	270	220	220	360	280	100	80	80	75	70	75	55
	300	250	275	350	360	370	280	150	120	100	100	75	75	55
第 2 回	360	260	275	440	370	350	245	165	160	140	125	65	65	50
	290	250	265	230	210	320	240	145	60	80	80	60	55	50
	340	255	270	370	330	330	245	160	100	120	115	65	60	50

表II-19 4号キルン胴体表面温度

位 置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
第 1 回	270	230	130	125	260	235	215	235	245	270	265	275	270	205	215
	260	220	110	85	250	195	205	225	240	260	260	270	260	185	190
	265	225	120	110	255	210	210	230	240	265	260	270	270	195	200
第 2 回	260	230	120	110	275	230	235	235	240	275	265	270	270	205	220
	255	225	115	90	265	195	195	230	230	265	260	265	265	185	185
	255	230	115	100	270	210	210	235	235	270	265	270	270	195	200
位 置	1 6	1 7	1 8	1 9	2 0	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8	2 9	3 0
第 1 回	165	175	260	260	250	255	255	225	225	230	220	225	135	115	115
	150	160	250	250	245	250	245	210	220	225	205	220	120	115	115
	155	165	255	255	250	250	250	215	220	225	215	220	130	115	115
第 2 回	150	165	260	260	255	255	255	220	225	225	220	225	120	115	130
	130	165	255	255	250	245	250	206	225	215	210	220	115	115	115
	140	165	255	255	255	250	250	215	225	220	215	220	120	115	120
位 置	3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8	3 9	4 0	4 1	4 2	4 3	4 4	4 5
第 1 回	115	185	180	190	260	175	130	110	195	135	105	130	115	70	70
	110	180	175	180	245	165	125	100	125	115	90	120	95	65	60
	115	180	175	185	250	170	125	105	150	120	100	125	100	70	65
第 2 回	115	180	175	185	240	190	115	200	290	180	140	165	120	90	90
	110	170	170	175	225	180	90	80	100	110	80	155	110	55	80
	110	175	170	180	235	185	100	150	180	150	120	160	115	70	85

(5) 日本における湿式キルン胴体放散熱の例

耀県工場と同規模キルンの放散熱は90～120 Kcal/kgclである。キルン寸法  
3.6mφ×3.3mφ×3.6mφ×150m1の放散熱測定例を表Ⅱ-20に示す。この  
例に比較すると、耀県工場のキルンは表面温度が高く、焼成帯注水量も多い。

表Ⅱ-20 日本の湿式キルンの胴体表面温度の例

測定位置 (m)	シェル温度 (メーター指示)			区分 (m)	長さ (m)	代表温度 (℃)	㎡当り 放散熱 (Kcal/㎡h)	表面積 (㎡)	放散熱量 (10 <sup>3</sup> Kcal/h)
	最高 (℃)	最低 (℃)	平均 (℃)						
0~1	135	115	130	0~3	3	100	1.052	33.9	35.7
2	100	80	90						
3	100	80	90						
4	290	150	200	3~5	2	215	3.760	22.6	85.0
5	290	180	230						
6	340	240	270	5~8	3	287	6.366	33.9	215.8
7	290	260	280						
8	340	300	310						
9	230	190	210	8~13	5	160	2.268	56.5	128.1
10	200	140	160						
11	250	110	140						
12	270	100	130						
13	300	130	160						
14	330	200	310	13~30	17	290	6.493	192.1	1.247.3
15	330	280	320						
16	335	280	330						
17	320	270	270						
18	300	200	280						
19	330	230	290						
20	310	210	290						
22	270	200	260						
24	320	280	300						
26	310	220	250						

測定位置 (m)	シエル温度 (メーター指示)			区分 (m)	長さ (m)	代表温度 (°C)	㎡ 当り 放散熱 (Kcal/㎡h)	表面積 (㎡)	放散熱量 (10 <sup>3</sup> Kcal/h)
	最高 (°C)	最低 (°C)	平均 (°C)						
28	310	220	250						
30	330	270	280						
35	210	190	200	30~55	25	194	3.141	278.3	874.1
40	230	210	210						
45	190	160	170						
50	200	200	200						
55	200	180	190						
60	140	120	130	55~110	55	123	1.474	574.8	847.3
65	130	120	120						
70	160	150	150						
80	130	110	120						
90	100	80	90						
100	130	120	120						
110	140	110	130						
120	90	70	80	110~153	43	60	443	485.9	215.3
130	60	50	50						
140	60	50	60						
150	50	40	50						
計								1,678.0	3,648.6

毎時生産量 t/h	33.3
全表面積 ㎡	1,678.0
全放散熱量 10 <sup>3</sup> Kcal/h	3,648.6
平均㎡当り放散熱量 Kcal/㎡h	2.200
クリンカー t 当り放散熱量 10 <sup>3</sup> Kcal/tcl	109.5



(6) 飛散ダストの検討

(a) 計算基礎数値

本格調査時入手資料中1984年度の数値を下記表Ⅱ-21、  
Ⅱ-22の通り採用した。

表Ⅱ-21 化学特性 (%)

	lg.loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	f-Cao
クリンカー	—	21.10	5.92	4.50	65.12	1.87	0.48	1.43
石灰石	41.11	4.41	1.13	0.42	51.34	1.06	0.00	—
粘土	10.23	57.45	12.43	4.72	8.07	2.80	0.01	—
鉄粉	2.50	29.46	10.22	48.88	3.25	3.75	—	—
石炭灰分	—	51.02	24.32	8.16	8.37	1.47	3.17	—
送入原料	35.87	12.32	2.89	2.58	43.95	1.17	—	—
ダスト	24.43	17.00	4.57	3.05	43.49	1.38	—	—

- 備考 1. 鉄粉のlg.lossは推定値  
2. クリンカー、石灰石、粘土のS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は日本での分析値

表Ⅱ-22 石炭工業分析値

	水分 (%)	炭分 (%)	揮発分 (%)	固定炭素 (%)	受入時水分 (%)	低発熱量 (Kcal/kg)
混合炭	3.1	21.04	33.03	42.78	11.7	5.170

(b) 理論原料原単位

クリンカー諸率を、HM = 2.06, SM = 2.02, IM = 1.32とし、  
上記化学特性、及び石炭工業分析値を用いて、乾基準理論原料原単位を  
計算の結果下記の如くなる。

石灰石	1.2171 kg/kgcl
粘土	0.1904 "
鉄粉	0.0563 "
合計	1.4638 "

(c) 1984年度実績原料原単位

原料の受入実績より実績原料原単位は下記の通りである。

クリンカー生産量	761,000 t
石灰石受入量	951,739 t
粘土受入量	185,659 t
鉄粉受入量	59,851 t

実績原料原単位

$$\frac{(951,739 + 185,659 + 59,851) \times 10^3}{761,000 \times 10^3} = 1.573 \text{ kg/kgcl}$$

(d) 飛散ダスト量

飛散ダストに相当する原料量

$$1.573 - 1.464 = 0.109 \text{ kg/kgcl}$$

飛散ダスト量

$$0.109 \times \frac{\frac{100}{100 - 24.43}}{\frac{100}{100 - 35.87}} = 0.0925 \text{ kg/kgcl}$$

但し、送入原料と飛散ダストとの化学成分上の差違を無視した。

(e) 飛散ダストによる熱消費の増加

飛散ダストはキルン内で加熱，水分蒸発熱，部分分解熱を消費している。キルン4基平均窯尻瓦斯温度 208℃，回収ダスト温度90℃として、この損失熱を計算した結果、

顕熱損失	2.2 Kcal/kgcl
水分蒸発熱	36.1 "
分解熱	11.2 "
排瓦斯顕熱	5.9 "
合計	55.4 Kcal/kgcl

水分蒸発を考慮した湿式キルンの熱効率は通常68%であるから、

飛散ダストによる熱消費の増加は、

$$55.4 / 0.68 = 81.5 \text{ Kcal/kgcl}$$

(7) 微粉炭特性値 (本格調査時採取)

下記の表Ⅱ-23, 24 微粉炭特性値は、本格調査時採取し、日本国に持ち帰り、分析した値であり、1985年3月6日~9日の平均値を示す。

表Ⅱ-23 石炭特性値 (1985年3月6日~9日平均)

全水分 到着ベース	湿分	工業分析 (恒湿ベース)				発熱量 恒湿ベース	全硫黄 無水ベース
		水分	灰分	揮発分	固定炭素		
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Kcal/kg)	(%)
11.7	7.7	4.4	19.8	26.8	49.0	5.958	0.9

元素分析 (無水無灰)					発熱量 (低位) 到着ベース
C	H	N	S	O	
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Kcal/kg)
81.03	5.0	1.1	0.6	12.3	5.242

石炭灰の化学分析 (成分%)									
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	計	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
50.9	25.1	5.5	9.4	1.0	5.3	97.2	0.42	1.02	0.82

表Ⅱ-24 吹込炭 (吹込基準微粉炭) 組成

	C	H	N	S	O	灰分	水分
無水ベース	63.94	3.93	0.87	0.50	9.67	21.09	0
吹込炭	62.31	3.83	0.85	0.49	9.42	20.55	2.55

(8) 窯灰及び電気集塵器出口瓦斯分析

表Ⅱ-25に示すとおりである。

表Ⅱ-25 窯尻及び電気集塵器出口瓦斯分析結果 (%)

		3号キルン					4号キルン				
		1	2	3	4	代表値	1	2	3	4	代表値
窯尻	CO <sub>2</sub>	25.5	28.2	28.8	29.4	28.0	15.0	17.8	25.6	-	25.6
	O <sub>2</sub>	4.1	2.3	2.1	1.7	2.6	10.8	10.3	2.0	-	2.0
	CO	0.0	0.2	1.3	0.1	0.4	0.1	0.0	0.2	-	0.2
	N <sub>2</sub>	70.4	69.3	67.8	68.8	69.0	74.1	71.9	72.2	-	72.2
	m	1.28	1.14	1.09	1.10	1.15	2.20	2.17	1.11	-	1.11

(%)

		3号キルン					4号キルン				
		1	2	3	4	代表値	1	2	3	4	代表値
電出 気集 塵器 出口	CO <sub>2</sub>	7.6	13.8	14.0	15.4	13.0	17.0	17.4	19.4	17.6	17.8
	O <sub>2</sub>	13.3	11.5	11.7	8.6	11.5	10.0	10.0	8.6	9.4	9.6
	CO	0.1	0.7	1.3	0.1	0.6	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2
	N <sub>2</sub>	79.0	74.0	73.0	75.9	74.9	72.9	72.4	71.7	72.7	72.4
	m	2.71	2.31	2.32	1.73	2.28	2.05	2.06	1.80	1.92	1.97

- 燃料使用量の変更幅が大きく、その変更幅に対応して窯尻排気送風機の開度操作が充分追従してないため、過剰空気率が大きく変動し、従ってCO発生量も大きく変動し、未燃損失の原因にもなっている。
- 窯尻過剰空気率の平均値が高く排瓦斯損失熱を大きくしている。
- 4号キルンの窯尻瓦斯分析値は、窯尻で漏洩空気が混入した瓦斯を採取、分析しており、CO<sub>2</sub>含有率が異常に低い。
- 3号、4号キルン共、窯尻の密封度を改善するとともに、漏洩空気の混入しない真の排瓦斯を採取出来る様に瓦斯採取管を取付ける必要がある。

(9) キルン熱勘定表

キルン運転状態が不安定であり、クリンカー検量設備もないので、熱勘定作成には多少無理があるが、前項迄の諸数値を用いて計算すると、3号キルン、4号キルンの熱勘定は表Ⅱ-26のとおりとなる。

尚、測定当日の測定時間帯でのクリンカー生産量日報値、3号キルン28.7 t/h、4号キルン27.9t/hを用いた。

即ち、生産量に関する各出熱項目は測定結果に前記クリンカー生産量を用いて計算した。燃料の燃焼熱は出熱より逆算した。

表Ⅱ-26 キルン熱勘定表

単位：10<sup>3</sup> Kcal/tcl

項 目		3号キルン	4号キルン
入 熱	燃料の燃焼熱	1.610	1.550
	燃料の顕熱	2.8	2.4
	原料の顕熱	31.2	31.2
	1次空気の顕熱	7.6	4.5
	合 計	1.651.6	1.588.1
出 熱	クリンカー焼成用熱	431.9	431.9
	クリンカーの持去顕熱	70.6	12.3
	冷却機排気顕熱	-	51.1
	石炭乾燥用空顕熱	-	29.4
	冷却機放散熱	146.5	3.1
	原料中の水分蒸発熱	521.4	521.4
	キルン排瓦斯顕熱	190.4	268.9
	ダストの入・出顕熱差	6.5	10.9
	飛散ダストの分解熱	11.2	11.2
	微粉炭中水分蒸発熱	4.3	4.1
	未燃損失熱	51.7	21.6
	キルン放散熱	197.2	193.6
	その他の損失熱	19.9	28.8
合 計	1.651.6	1.588.1	

#### 4.3 試料分析結果

試料は事前調査時（1984年12月10日～12月12日）、本格調査時（1985年3月4日～3月11日）の2回に分けて入手し、それぞれについて化学分析、物理試験等を実施した。これらの試験は全て日本標準規格（JIS）に準じており、報告値もJIS基準とした。化学分析はJIS R5202、物理試験はJIS R5201に準じている。

- (1) 入荷原料の化学分析結果（表Ⅱ-27）
- (2) 燃料（石炭）に関する化学分析結果（表Ⅱ-28及び表Ⅱ-29）、本格調査時には吹込炭でのばらつきを確認するために3月6日～9日の期間一日混合で4点採取した。

表II-27 入荷原料の化学成分

試料名	採取年月日	到着時 水分(%)	化 学 成 分 (%)												
			ig.loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	total	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	Cl
石灰石※	1984.12	0.2	42.8	2.6	0.4	0.1	53.0	0.5	0.0	99.4	0.02	0.07	0.03	0.01	0.005
粘土	1984.12	10.0	9.7	58.4	12.9	4.4	8.1	1.9	0.0	95.4	1.76	2.32	0.68	0.09	0.006
鉄粉	1985.3	-	7.3	17.1	16.7	39.3	3.2	1.1	4.3	89.0	-	-	-	-	0.011

注 ※ 石灰石のハーダグロープ指数 (H. G. I) = 56.8

表Ⅱ-28 燃料の特性値

試料名	採取年月日	工業分析(%)				全(無)黄水ベス(%)	全(無)塩水ベス(%)	恒湿発熱量(Kcal/kg)	88 μm R (%)
		恒湿水分	恒湿灰分	恒湿揮発分	恒湿固定炭素				
微粉炭-1	1984.12	6.6	22.7	26.1	44.6	1.2	-	5.670	20.4
微粉炭 2-1	1985.3.6	4.4	18.8	27.1	49.7	1.0	0.042	6.070	13.8
" 2-2	3.7	4.0	19.5	26.5	50.0	1.0	0.036	5.980	15.0
" 2-3	3.8	4.6	19.9	26.6	48.9	1.0	0.032	5.900	13.6
" 2-4	3.9	4.4	21.2	26.8	47.6	0.9	0.031	5.880	13.9

表Ⅱ-29 燃料の灰に関する化学成分

試料名	採取年月日	化学成分(%)						
		SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	total
微粉炭灰	1984.12	52.2	28.3	7.0	5.7	0.4	3.8	97.4
"	1985.3.6~ 3.9	50.9	25.1	5.5	9.4	1.0	5.3	97.2

試料名	採取年月日	化学成分(%)				備考
		Na2O	K2O	TiO2	MnO	
微粉炭灰	1984.12	0.50	0.90	0.93	0.04	
"	1985.3.6~ 3.9	0.42	1.02	0.82	-	3.6~ 9混合サンプル



(3) 調合原料, クリンカー, セメント等の化学分析結果

表Ⅱ-30に示す通りである。

(4) クリンカー, セメントの物理試験結果

表Ⅱ-31にクリンカー, セメントの物理試験結果を示す。

クリンカーは、日本で試験用粉砕機(380φ×471mm)にて比表面積 $3,200 \pm 50 \text{ cm}^2/\text{g}$ , SO<sub>3</sub> 2.0% (排脱石膏使用)の条件で微粉砕した。これらのセメントを JIS R5201 に準じて物理試験を行なった。表Ⅱ-31からは、セメントの凝結に異常凝結を生じているが、これは開回路粉砕ならびにクリンカーの温度が200℃以上にあるために粉砕時温度が高くなり石膏の脱水が進み過ぎたことによるものと思われる。次にクリンカーの物性試験(粒度分布、粉砕性試験)結果を表Ⅱ-32に示す。クリンカーの平均粒径が5~10 mmの範囲内にあり、塊の大きいクリンカーである。なお、クリンカーの容量が1.53 kg/lであり、非常に大きな数値となっている。これは、クリンカー中の鉱物組成 C<sub>3</sub>Aが少なく、C<sub>4</sub>AFが多いため、焼き易い原料配合になっていることによるものと思う。

セメントの粒度分布は表Ⅱ-33に示す通りであった。

尚、比較のために日本セメント工場における閉回路粉砕品(分級機付粉砕機で粉砕したセメント)のそれも併記した。

表Ⅱ-33を Rosin~Rammle 線図に点綴すると図Ⅱ-12が得られる。これらの図表からわかるように、耀県工場品の様な開回路粉砕等(分級機を付属していない)のセメントは粒度分布が幅広いことに特徴がある。(R-Rのn値が小さい)。

一方、比較用に示した閉回路等のセメントは100μm以上の粒子が少なく、20~40μm付近の粒子が多い、すなわちR-Rのn値が大きい。このことを解り易く説明したのが図Ⅱ-13である。この図は粒径頻度分布曲線であり、ある粒径範囲のもの占めた割合を示している。

この図からわかるように比較品の粒度分布は20~30μmに集中しているが、一方、耀県工場品のそれは非常に幅広く分布している。

(5) 入荷原料, クリンカー, セメントのX線回折結果

石灰石, 粘土, クリンカーのX線回折結果をそれぞれ図Ⅱ-14~図Ⅱ-17に示す。これらの結果、同定された鉱物名を一覧表にして表Ⅱ-33にまとめた。

表II-30 調合原料、クリンカー、セメント等の化学成分、諸率

試料名	採取月日	化 学 成 分 (%)														
		ig.loss	insol.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	total	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	Cl	f-caO
調合原料-1	1984年12月	36.2	-	11.6	3.1	2.7	44.1	0.8	0.0	98.5	0.20	0.58	0.18	0.02	-	-
クリンカー-1	"	0.2	0.1	21.8	5.6	4.6	63.2	2.1	0.5	99.1	0.26	0.32	0.27	0.03	-	0.4
セメント-1	"	3.1	6.7	17.8	5.6	4.1	56.4	2.8	3.3	99.8	0.26	0.55	0.22	0.03	-	1.1
調合原料2-1	1985年3月8日	35.7	-	12.2	3.6	2.6	43.2	1.4	0.1	98.8	-	-	0.18	-	0.009	-
" 2-2	3月9日	36.1	-	11.0	3.5	2.8	44.2	1.3	0.0	98.9	-	-	0.17	-	0.008	-
送込原料2-1	3月8日	35.6	-	11.9	3.6	2.7	43.6	1.4	0.0	99.0	-	-	0.18	-	-	-
" 2-2	3月9日	35.8	-	12.1	3.6	2.7	43.5	1.4	0.0	99.1	-	-	0.18	-	-	-
#1~3号クリンカー	3月6日~9日	0.4	0.9	20.3	6.8	4.5	63.7	1.9	0.3	98.8	0.32	0.56	0.29	-	-	-
#4号クリンカー	3月6日~9日	0.4	0.2	20.4	7.0	4.5	64.2	1.9	0.3	98.9	0.32	0.50	0.29	-	-	-
試料名	採取月日	諸 率 (-) 鉱 物 組 成 (%)														
		HM	SM	IM	C3S	C2S	C3A	C4AF								
調合原料-1	1984年12月	2.53	2.00	1.15	-	-	-	-								
クリンカー-1	"	1.90	1.95	1.44	39.2	33.0	9.8	14.0								
セメント-1	"	-	-	-	-	-	-	-								
調合原料2-1	1985年3月8日	2.35	1.97	1.36	-	-	-	-								
" 2-2	3月9日	2.55	1.75	1.25	-	-	-	-								
送込原料2-1	3月8日	2.40	1.89	1.33	-	-	-	-								
" 2-2	3月9日	2.36	1.92	1.33	-	-	-	-								
#1~3号クリンカー	3月6日~9日	2.02	1.80	1.52	52.5	18.5	10.4	13.6								
#4号クリンカー	3月6日~9日	2.01	1.77	1.55	52.1	19.1	10.9	13.8								

表II-31 クリンカー、セメント等の物理試験 (JIS R5210)

試料名	採取月日	比重 (-)	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	88μm		44μm		凝結			異常凝結 (mm)	
				R (%)	R (%)	水量 (%)	始発 (時-分)	終結 (時-分)	5分	10分		
クリンカー-1		3.22	3.210	3.4	19.8	25.5	3-09	4-37	29	27		
セメント-1	表II-30	3.07	3.390	7.4	26.2	26.2	0-05	3-18	0	0		
#1~3号クリンカー	参照	3.22	3.210	3.5	20.1	25.8	2-21	3-21	31	28		
#4号クリンカー		"	3.160	3.8	24.1	25.5	2-18	3-16	34	29		

試料名	採取月日	流動性 (mm)	脱型重量 (g)	曲げ強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )			圧縮強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )			安定性 (JIS)	備考
				3日	7日	28日	3日	7日	28日		
クリンカー-1		234	546	24	46	64	121	207	368	良	クリンカーは日本の粉砕機
セメント-1	表II-30	210	541	26	41	50	87	181	246	"	で微粉砕 (SO8 2%)
#1~3号クリンカー	参照	240	545	30	46	60	119	228	354	良	同
#4号クリンカー		242	547	27	47	60	108	202	331	"	上

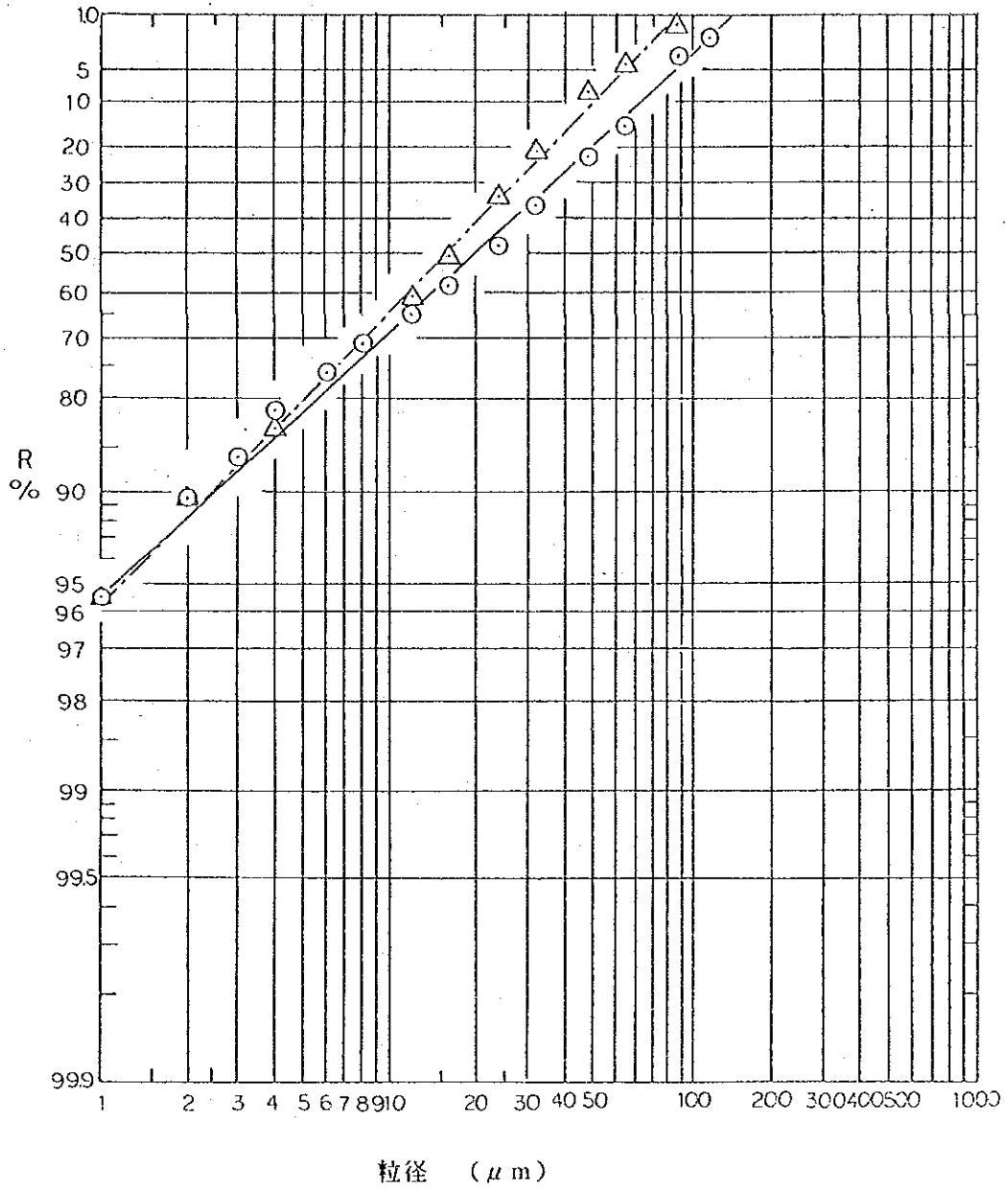
表II-32 クリンカーの物性試験

試料名	採取月日	粒度				布 (篩上残分) (%)		ハーローブ 指数 (-)	容重 (kg/l)	備考
		40mm	20mm	10mm	5mm	2.5mm	1.2mm			
クリンカー-1	表II-30 参照	2.3	13.5	36.1	62.1	82.6	93.5	6.5	46.2	1.58

表II-33 セメントの物性試験

試料名	採取月日	度 分 布 (累積残分) (%)												R-R 分布の n	R-R 分布の b	備 考			
		177 μ m	128 μ m	96 μ m	64 μ m	48 μ m	32 μ m	24 μ m	16 μ m	12 μ m	8 μ m	6 μ m	4 μ m				3 μ m	2 μ m	1 μ m
セメント-1	1984年12月	0.5	2.0	3.6	15.2	22.9	37.7	48.1	58.1	65.4	71.7	76.7	81.9	86.0	90.4	95.8	0.862	0.055	閉回路粉碎
日 本 品	-	0.0	0.7	1.3	4.1	7.9	21.0	33.6	50.9	61.1	70.6	76.9	83.8	88.1	91.5	95.6	1.02	0.045	閉回路粉碎

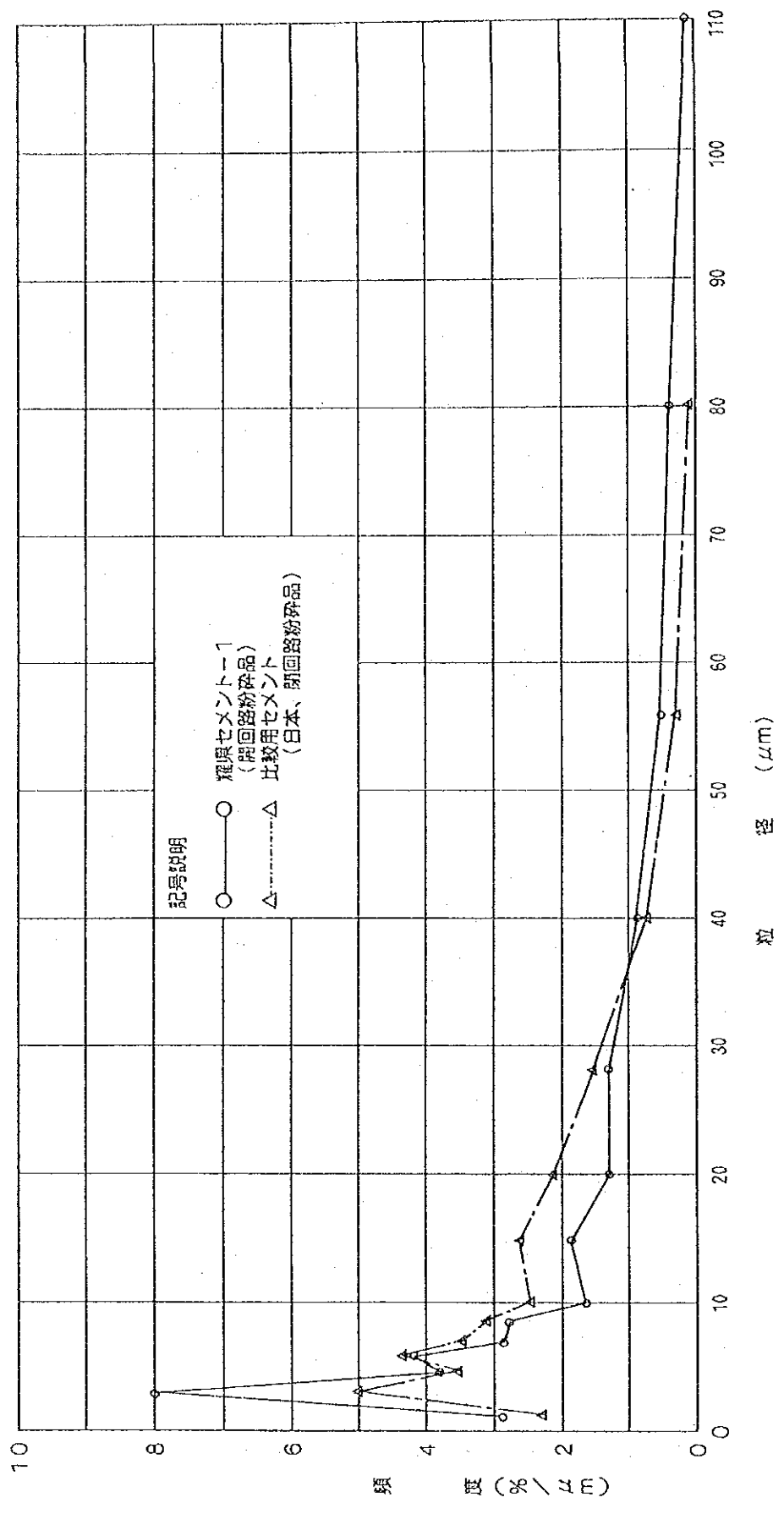
記号説明	n	b
○ — ○ 耀県セメント	0.88	0.055
△ - - - △ 比較用 (日本, 閉回路粉碎品)	1.02	0.045



$$R = e^{-b \delta_x^n} \times 100 = 10^{-b' \delta_x^n} \times 100$$

図II-12 セメントの粒度分布 (Rosin - Rammler線図)

図 II-13 セメントの粒径別の頻度曲線



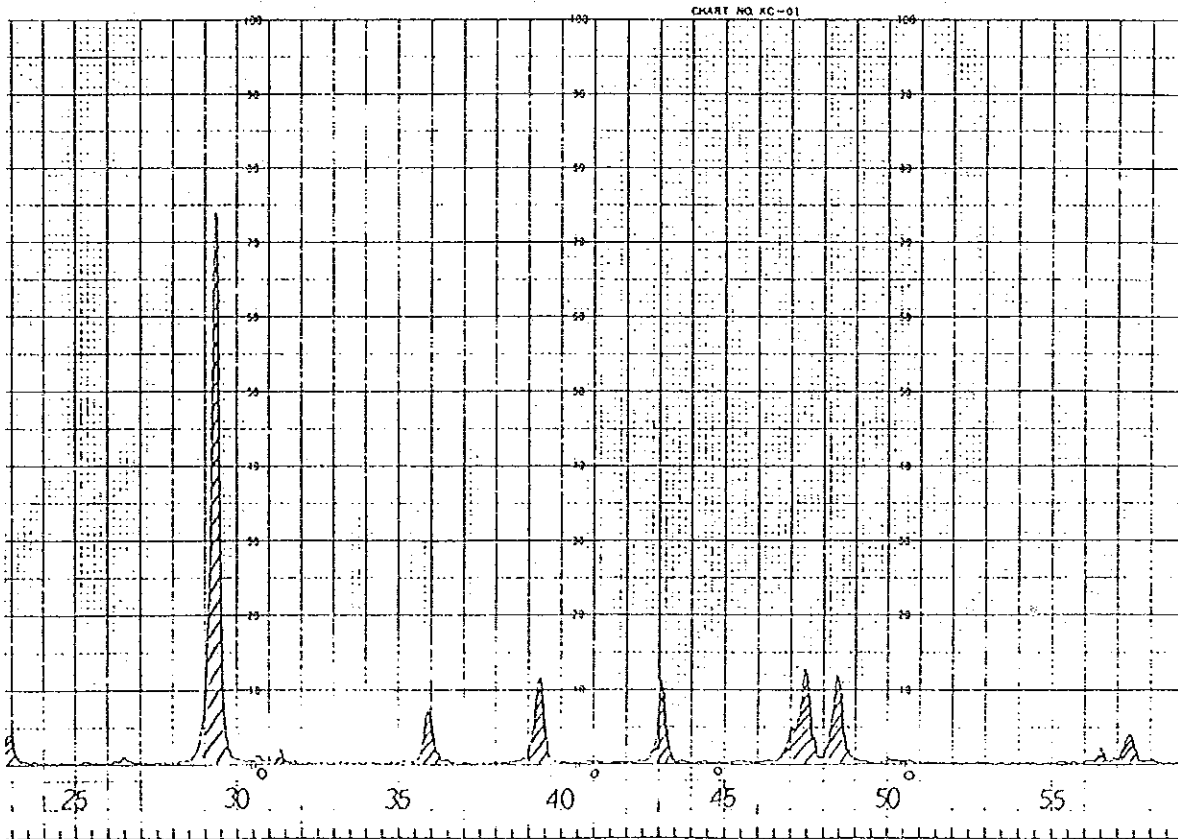
図II-14

X線回折結果

試料名 : 耀県セメント工場 石灰石  
 製造および採取年月日 : 昭和59年12月14日

確認鉱物

▨▨▨▨	炭酸カルシウム	Calcite	CaCO <sub>3</sub>
○○○○	ドロマイト	Dolomite	CaCO <sub>3</sub> ・MgCO <sub>3</sub>


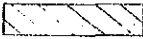


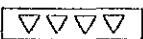


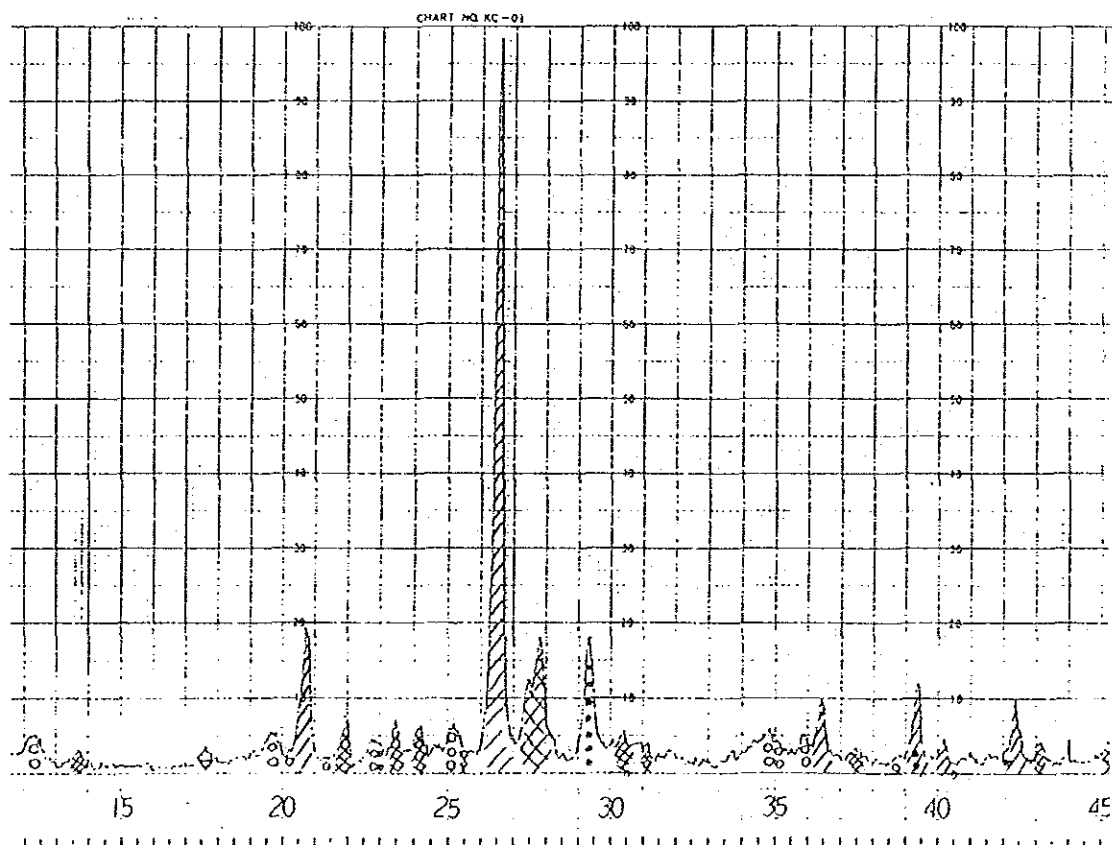
図II-15

X線回折結果

試料名 : 糶県セメント工場 粘土  
 製造および採取年月日 : 昭和59年12月14日

確認鉱物

	石英	Quartz	$\alpha - SiO_2$
	長石	Feldspar	$R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
	炭酸カルシウム	Calcite	$CaCO_3$
	カオリン	Kaolinite	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
	白雲母	Muscovite	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$





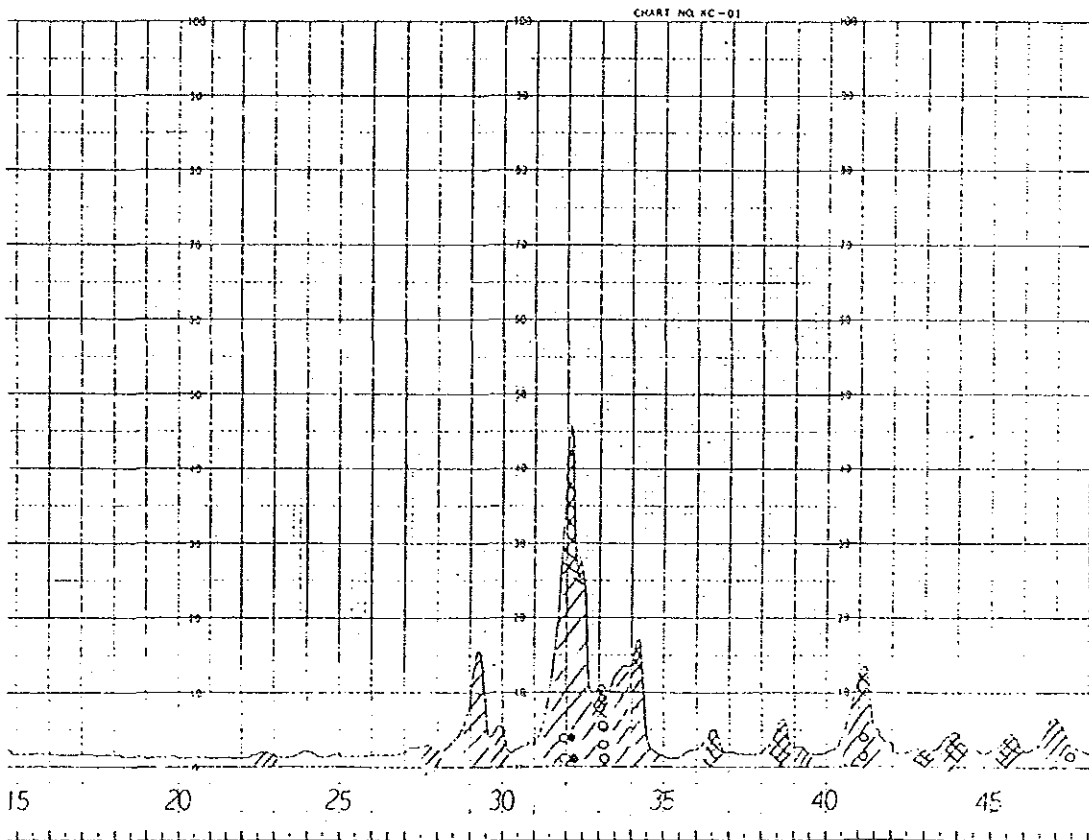
図II-16

X線回折結果

試料名 : 耀県セメント工場 クリンカー  
 製造および採取年月日 : 昭和59年12月14日

確認鉱物

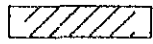
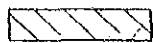
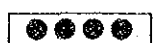
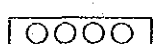
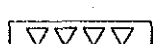

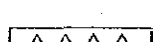
	セメント鉱物	Alite	$3CaO \cdot SiO_2$
	セメント鉱物	Belite	$2CaO \cdot SiO_2$
	セメント鉱物	Celite	$3CaO \cdot Al_2O_3$
	セメント鉱物	Celite	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
	石膏	Gypsum	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$

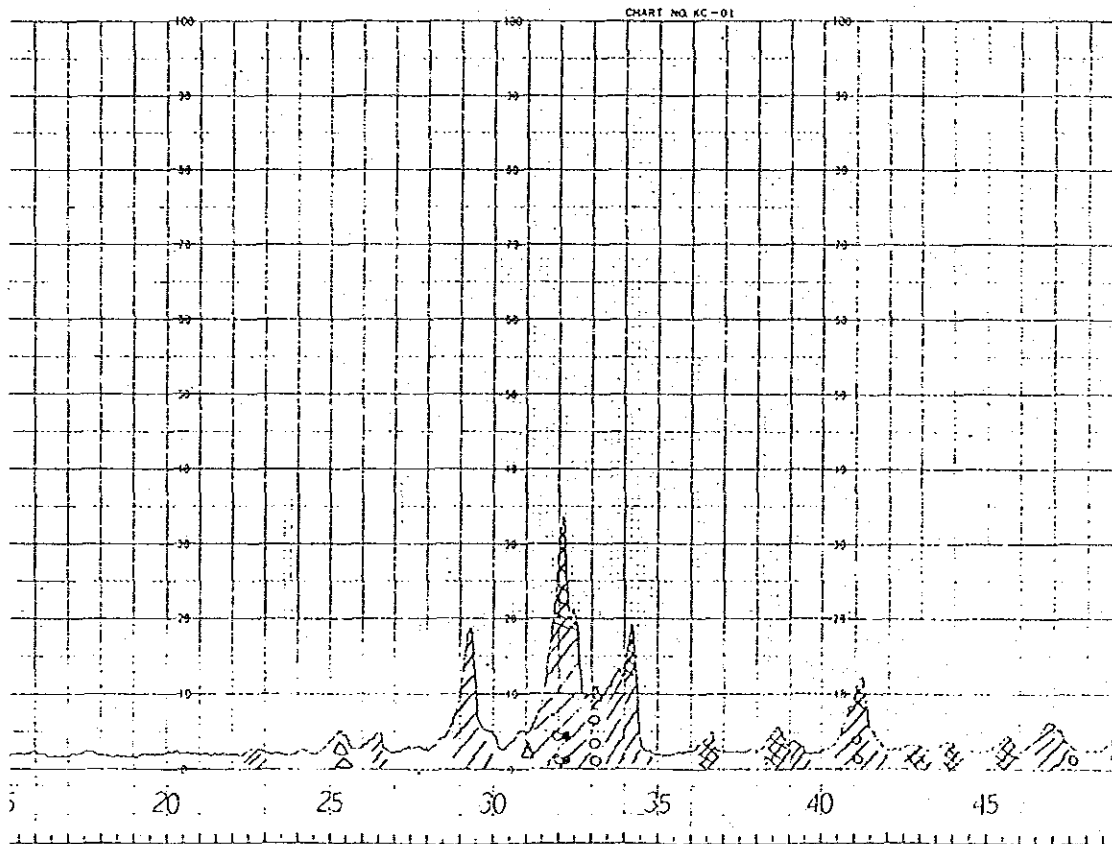


図II-17 X線回折結果

試料名 : 耀県セメント工場 普通セメント  
 製造および採取年月日 : 昭和59年12月14日

確認鉱物

	セメント鉱物	Allite	$3CaO \cdot SiO_2$
	セメント鉱物	Belite	$2CaO \cdot SiO_2$
	セメント鉱物		$3CaO \cdot Al_2O_3$
	セメント鉱物	Celite	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
	石膏	Gypsum	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
	石膏		$CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O$
	無水石膏	Anhydrite	$CaSO_4$



表II-34 原料、クリンカー、セメントのX線回折同定結果

試料名	同定鉱物名及び分子式
石灰石	カルサイト ( $\text{CaCO}_3$ ) , ドロマイト ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ )
粘土	石英 ( $\alpha\text{-SiO}_2$ ) , 長石 ( $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) , カルサイト ( $\text{CaCO}_3$ ) , カオリン ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) , 白雲母 ( $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
クリンカー	セメント鉱物 ( $\text{C}_3\text{S}$ , $\text{C}_2\text{S}$ , $\text{C}_3\text{A}$ , $\text{C}_4\text{AF}$ ) , 2水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
普通セメント	セメント鉱物 ( $\text{C}_3\text{S}$ , $\text{C}_2\text{S}$ , $\text{C}_3\text{A}$ , $\text{C}_4\text{AF}$ ) , 2水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) , 半水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ ) , 無水石膏 ( $\text{CaSO}_4$ )



### 第Ⅲ章 現状分析と問題点



### 第三章 現状分析と問題点

#### 1 生産工程及び設備

##### 1.1 原料受入及総合貯蔵庫

工 程	現 状 分 析	問 題 点
粘 土 受 入	・粘土鉱山で高圧水を噴射採掘し、スラリーとして工場に受入れている。	・噴射水及受水槽での補給水の流量計がなく、スラリー水分が大きく変動し、後工程管理上の問題になると共に、受入粘土計量も不正確となる。積算流量計の設置が望ましい。
石炭・混合材 受 入	・石炭、混合材を同一輸送機で受入れている。	・混合材に石炭が混入し、これを用いたセメントに石炭が混入する。この様なセメントは空気連行性を悪化させる。
貯蔵庫中仕切	・中仕切りが低く、一部壊れたものもある。	・異種の原料が混入し合い調合精度を悪化させる。
粉碎機前貯槽	・仕切りの低い粉碎機前貯槽に原料を積みあげている。	・異種の原料が混入し合い調合精度を悪化させる。
石 炭 貯 蔵	・石炭貯蔵の上層部の石炭は受入使用により、常時新旧入替っているが下層部石炭は長期滞留している。	・下層部石炭は長期滞留により自然発火している。これを早急に取り出し、地下抜き出し設備とする事が望ましい。
ク リ ン カ ー 貯 蔵	・貯蔵庫内クリンカーが一部固化し、白色化している。	・貯蔵庫擦壁が低く、上部開口部より雨水が入りクリンカーが劣化する。更に、貯蔵庫から工場への発塵の原因にもなっている。

### 1.2 原料設備

工 程	現 状 分 析	問 題 点
石灰石、鉄粉の計量	・石灰石、鉄粉はテーブル式供給機を用い、供給機の開度調整により、粉碎機への供給量を制御している。	・この方式では供給量の微量調整が効かず、従って調合精度が低い。
粘土スラリーの計量	・粘土スラリーはスクープ式供給機を使用しているがスクープの変形、欠損しているものが見られた。更に供給機内スラリー液位が粉碎機間で差が見られた。	・左記の両現象共、計量精度の低下をきたし、前項の石灰石、鉄粉の供給量変動と共に、調合原料諸率変動の要因となる。
給水の計量	・供給量は、止水弁及圧力計により管理している。	・供給量の微調整ができないので流量調節弁、積算流量計の設置が望ましい。 ・水分計の設置が望ましい。

### 1.3 焼成設備

工 程	現 状 分 析	問 題 点
送入原料の計量	・送入原料はスクープ式供給機で計量供給しているが、一度計量した原料が全量キルン側へ流れず次のスクープへ一部逆流している。更に供給機槽内原料液位が大きく変動し液面の脈動も大きい。	・供給機槽容量が小さく、スクープ回転に伴う液面の脈動が生じている。一方槽内液位を一定に保つ為の溢流堰がない。 従って、供給機槽容量を少し大きくし、溢流堰を設けると共に、供給機へ送る原料量も制御し、槽内原料液位を安定させ、送入原料量の計量精度を高める必要がある。



工 程	現 状 分 析	問 題 点
ダストの回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窯尻電気集塵器の整備不良の為、電気集塵器は、重力沈降室に近い機能しか果していない。更に集塵したダストの排出輸送系統の保守が悪く、故障停止しているものが多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集塵機器が悪く、大気汚染、資源浪費の原因になると共に、熱消費の悪化の要因にもなっている。更に漏洩空気も多く、その量も変動し、回収ダスト量の変動を生じ、クリンカー諸率の変動、キルン運転の不安定化等の一因にもなっている。</li> </ul>
回収ダストの輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1, 2, 3号のダストは、輸送機で一箇所に集められ、空気式輸送機で各窯尻の供給槽に送り、スクリー式供給機で計量供給されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各キルン内の熱交換チェーンの状況及び操業状況により、ダスト発生量は異なる。従って、各電気集塵器で集塵したダストは、全量各々のキルンへ戻し、クリンカー諸率を安定さす事が望ましい。又スクリー式供給機の計量精度が低く、定量供給は難しい。</li> </ul>
窯尻排風制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窯尻排風機入口ダンパー開度で窯尻排風量を制御している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回転数制御に比べ、微調整が効かない。</li> </ul>
多筒式冷却機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1, 2, 3号キルンは、多筒式冷却機を使用しており冷却機入口、出口温度は各々1100℃, 350℃であり、胴体放散熱も大きく約150 kcal/kgcl である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・この旧式のも筒式冷却機は、クリンカー顕熱を冷却器表面の放散熱として逃して冷却しており、2次空気との熱交換が悪く、従ってキルンの熱消費を悪化させている。</li> </ul>
グレート式冷却機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4号キルンはグレート式クリンカー冷却機を採用しているが、キルンと冷却機の中心線が一致しており、クリンカーが冷却機に偏って落下堆積している。 一方、石炭乾燥用熱風をキルン側より抽気している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷却空気がクリンカーの薄い層を吹き抜け、高温部での冷却効率が悪く、更に石炭乾燥用熱風をキルン側より必要以上の高温の空気を抽気しているため、2次空気による回収効率を低下させると共に、キルンの熱消費を悪化させている。</li> </ul>

工 程	現 状 分 析	問 題 点
グレート式クリンカー冷却機排気集塵	・サイクロンの設備があるが煙道閉塞のため使用していない。	・クリンカーを発塵として損失している。
燃 焼 器	・燃烧器は単純な筒体であり、黒炎帯が約5 mに達している。	・着火が遅れ、燃焼効率が低い。
微粉炭の計量	・上部に2連の攪拌機を設けた、ロータリー式供給機を使用し、この回転数で供給量を制御している。	・微粉炭供給量の絶対量が不明であり、機械部品の摩耗により流量が変わり、時にはフラッシングを生じる。
クリンカーの計 量	・計量機なし	前述の微粉炭の計量と共にキルンの計量管理上重要な設備であり高精度の設備が要求される。

#### 1.4 仕上設備

工 程	現 状 分 析	問 題 点
クリンカー、石膏、混合材の計量	・クリンカー、石膏、混合材は各々、振動式供給機で間歇的に計量供給している。供給機開度を小さくすると詰るため、開度を大きくし、電氣的制御により間歇的に供給している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・供給機の計量精度が低いため、製品セメントの混合材、硫酸分等の混入率が変動すると共に、生産量の変動し、セメント細度の変動要因にもなっている。</li> <li>・クリンカー、石膏、混合材使用量、従って生産量の時間的把握が出来ない。</li> <li>・計量管理が出来ないため、生産性向上検討上の明確な基礎数値が得られない。</li> </ul>
セメント粉 碎 機	・開回路式粉砕機を使用	・開回路粉砕は閉回路粉砕に比べ次頁の如く性能が劣るので、市場の要求、生産量増強等必要が生じた場合、逐次閉回路に切替えるのが望ましい。

開回路粉碎，閉回路粉碎の比較例

項 目	開回路粉碎	閉回路粉碎
2 8 日 強 度	1 0 0	1 1 0 ~ 1 2 0
粉 碎 機 内 温 度 上 昇	大	小
製 品 粒 度 調 整	難	易
生 産 量	1 0 0	1 3 0 ~ 1 4 0

1. 5 付帯設備

(1) 電気集塵器設備

セメント工場の集塵の問題は、環境衛生の見地からのみならずセメント原料及び半製品、製品等の回収による生産原単位向上の面からも重要である。当工場地域に於てもキルン排ガス中の含塵量の規制は  $0.15 \text{ g/Nm}^3$  と定められているが、現状では約  $17 \text{ g/Nm}^3$  と非常に多量のダストが排出されており、電気集塵器の改善と増強が緊急課題となっている。

現状分析

キルン運転時の諸測定及び測定結果より推定した操業特性値は下記のとおりである。

(a) 操業状況

表Ⅲ-1のとおりである。

表Ⅲ-1 電気集塵器操業状況

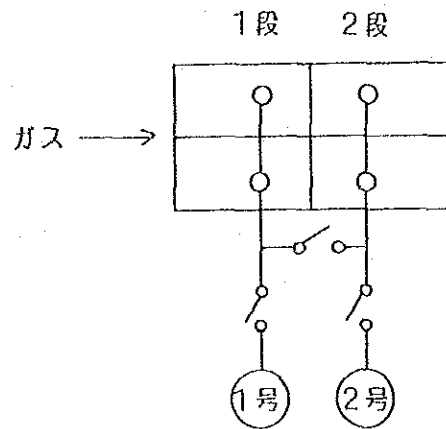
項 目	単 位	現 状 値		備 考
		3号キルン	4号キルン	
クリンカー生産量	t/h	28.7	27.9	
処 理 ガ ス	処理ガス種類		キルン排ガス	キルン排ガス
	処理ガス量	m <sup>3</sup> /min	3.700 (4.84Nm <sup>3</sup> /kgcl)	3.600 (4.36Nm <sup>3</sup> /kgcl)
	処理ガス温度	℃	160℃ (出口110℃)	210℃ (出口161℃)
	処理ガス水分	vol%	23.6	26.3
	入口含塵量	g/Nm <sup>3</sup>	60	60
	出口含塵量	g/Nm <sup>3</sup>	16.9	19.2
	粉塵排出量	t/h	2.65	2.58
集 塵 器 諸 元 値	通過ガス速度	m/sec	1.0	0.95
	ガス有効滞留時間	sec	6.3	9.25
	集塵器有効断面積	m <sup>2</sup>	59.15	63.3
	集塵器有効長さ	m	6.6	8.77
	集塵器有効容積	m <sup>3</sup>	360	582
集 塵 器 仕 様	部屋構成	列×段	2×2	1×2
	極板形式及寸法	mm	ポケット形 長6500×巾3300	ポケット式 長8500×巾4385
	放電線形式及寸法		星形 長6100	星形 長8000
整 流 器	形式容積台数	KVA×台	20KVA×1	20KVA×1
	定格電圧電流	KV・mA	60KV, 200mA	60KV, 200mA

項 目		単 位	現 状 値		備 考
			3号キルン	4号キルン	
排 ガ ス 前 処 理	フレダスター装置		集塵室前後に 沈 降 室 有 り	無 し	
	調 湿 装 置		無 し	無 し	
	円筒硝子エヤー 吹 込 装 置		無 し	無 し	
ダ ス ト 抵 抗 値		$\Omega - cm$	図Ⅲ-6参照		

(b) 電気集塵器運転データ

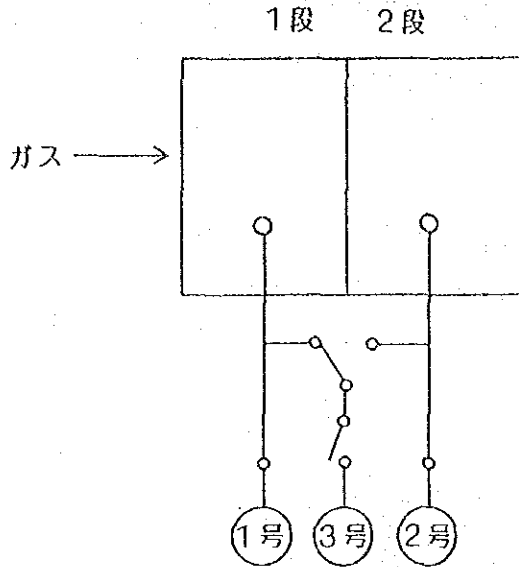
整流器の荷電系統図を下記に示す。

No. 1 ~ No. 3 電気集塵器荷電系統図



整流器20KVA    整流器20KVA  
60KV, 200mA    60KV, 200mA

No 4 電気集塵器荷電系統図



整流器	80KVA	20KVA	80KVA
	72KV	60KV	72KV
	1A	200mA	1A

1号キルン, 2号キルン, 3号キルン及び4号キルン集塵器の荷電状況を図Ⅲ-1, 図Ⅲ-2, 図Ⅲ-3及び図Ⅲ-4に示す通りである。

各電気集塵器は1台の整流器のみで荷電しており他の整流器は故障している。

(c) 電気集塵器ダスト排出装置

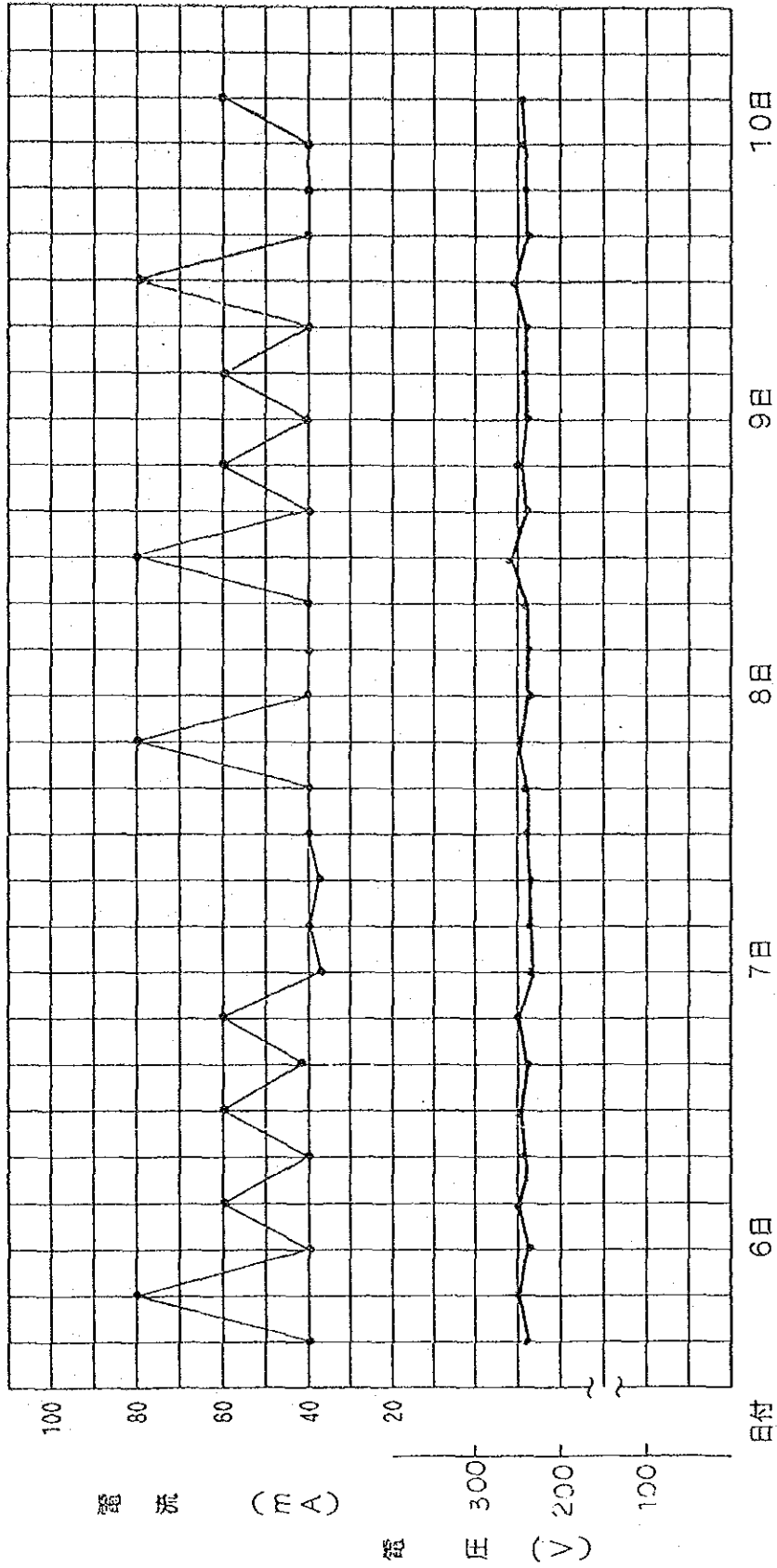
電気集塵器ダスト排出装置は、集塵器ダストを連続的に排出し、ホッパー内のダスト堆積を防止すると共に、排出口からのリークを最小限にする為、長期連続的に使用出来るものでなければならない。当工場のダスト排出装置の配置図を図Ⅲ-5に示すと共に故障している装置を※で表示する。

(d) ダスト見掛け固有抵抗

ダストの見掛け固有抵抗は温度により通常大きく変化する。この見掛け固有電気抵抗は、電気集塵器の性能を左右するものであり、一般に  $10^4 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  の範囲が適している。  $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$  以上では、逆電離現象が発生して集塵効率を低下される。

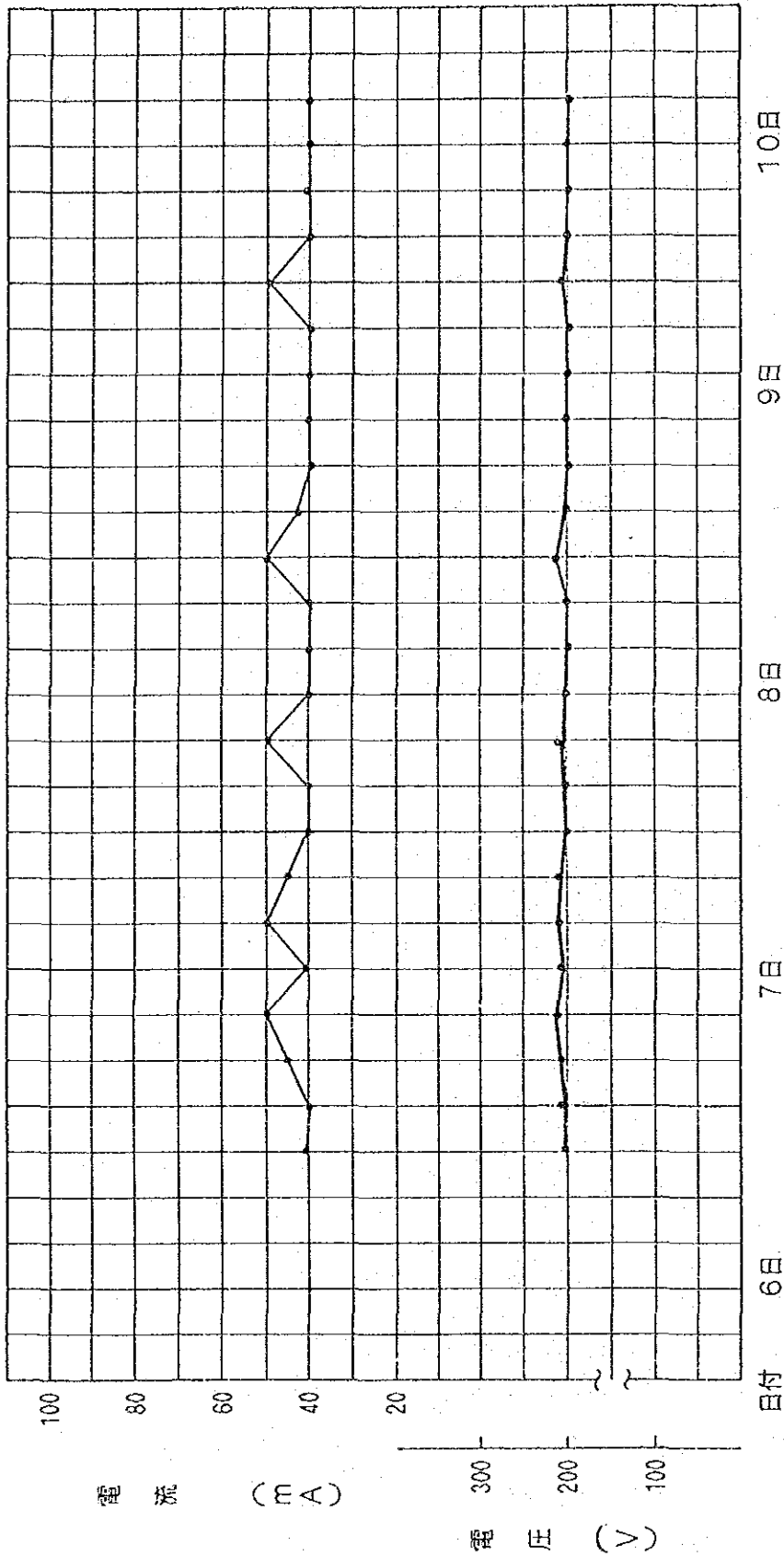
本セメント工場電気集塵器捕集ダスト見掛け固有抵抗を図Ⅲ-6に示す

図III-1 1号キルン2号整流器  
(1号整流器は故障)



1985年 3月  
(\* 特高側電圧計無いため、誘導電圧調整器の2次側電圧を示す。)

図III-2 2号キルン2号整流器  
(1号, 整流器は故障)

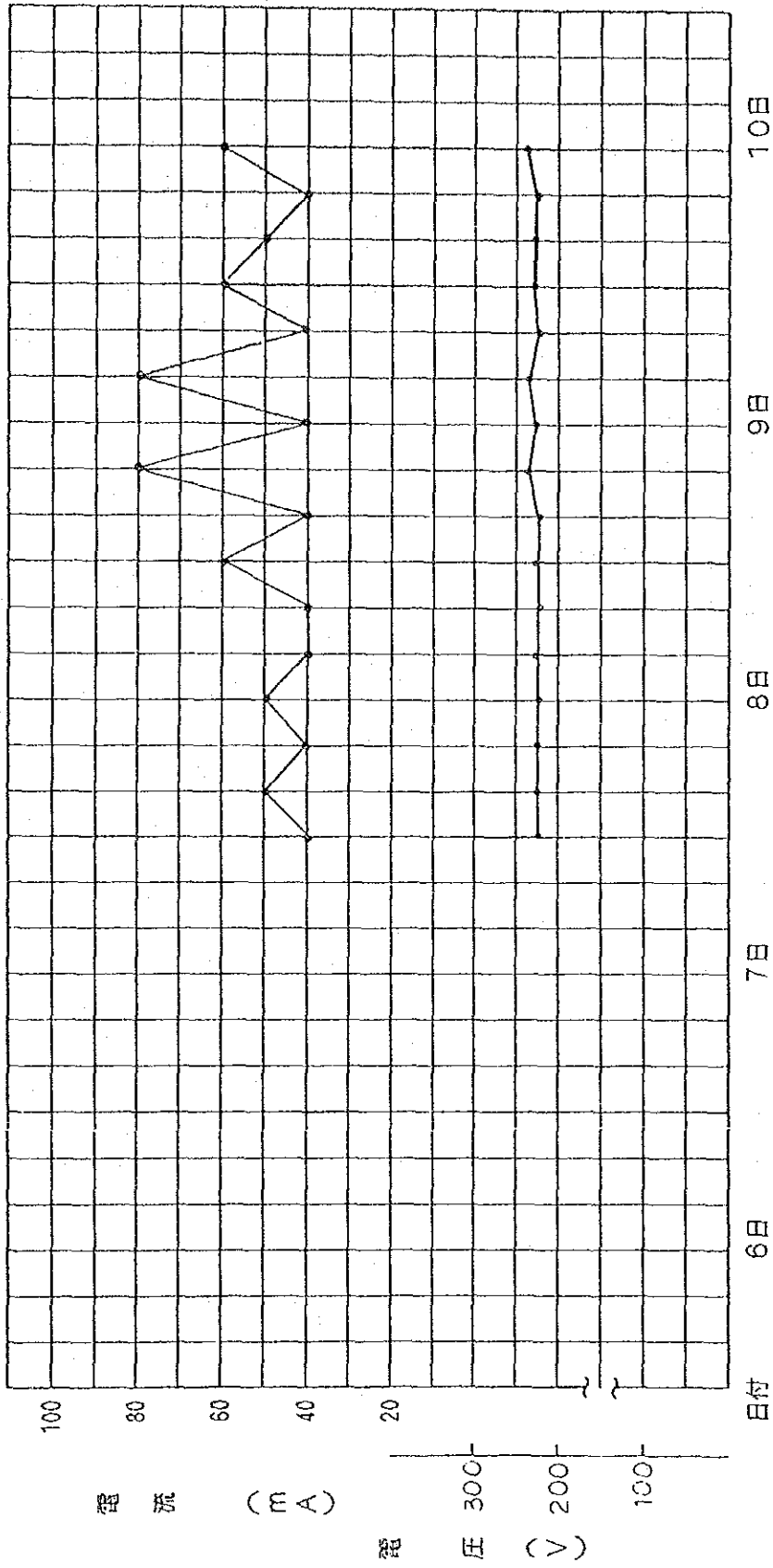


1985年 3月

(\* 特高側電圧計無いため、誘導電圧調整器の2次側電圧を示す。)



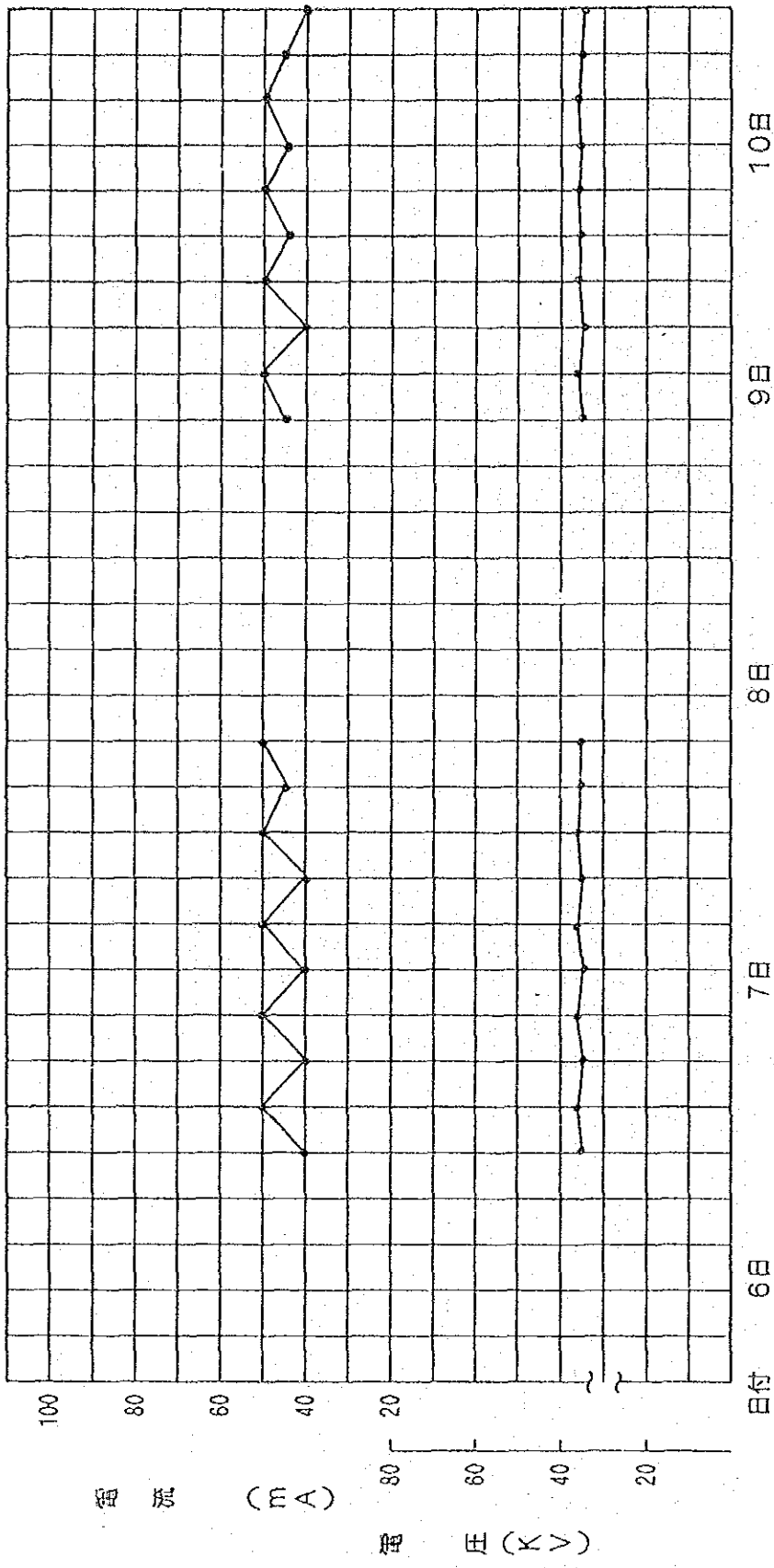
図III-3 3号キルン1号整流器  
(2号整流器は故障)



1985年 3月

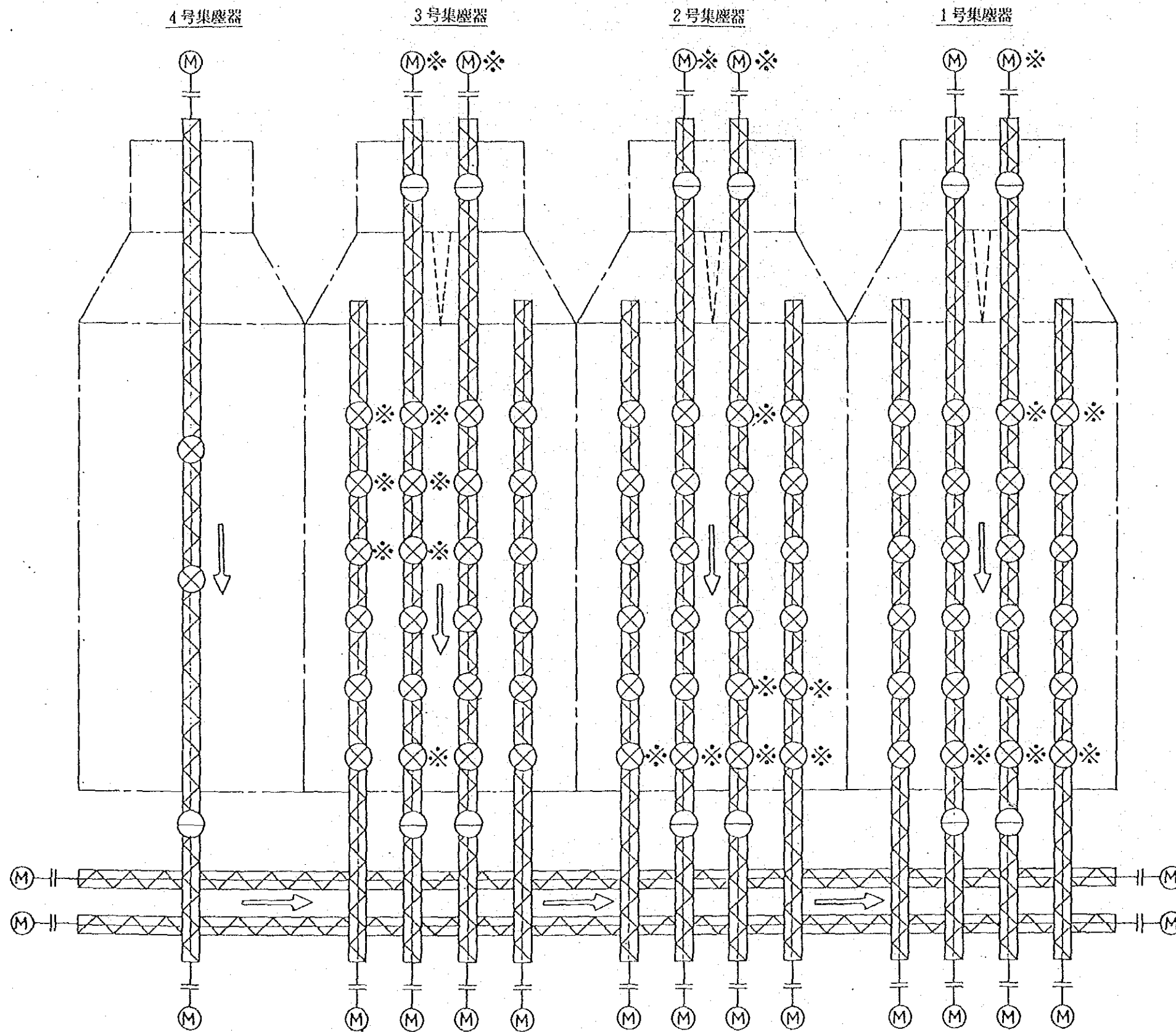
(\* 特高側電圧計無いため、誘導電圧調整器の2次側電圧を示す。)

図III-4 4号キレン3号整流器  
(1号, 2号整流器は故障)



1955年 3月



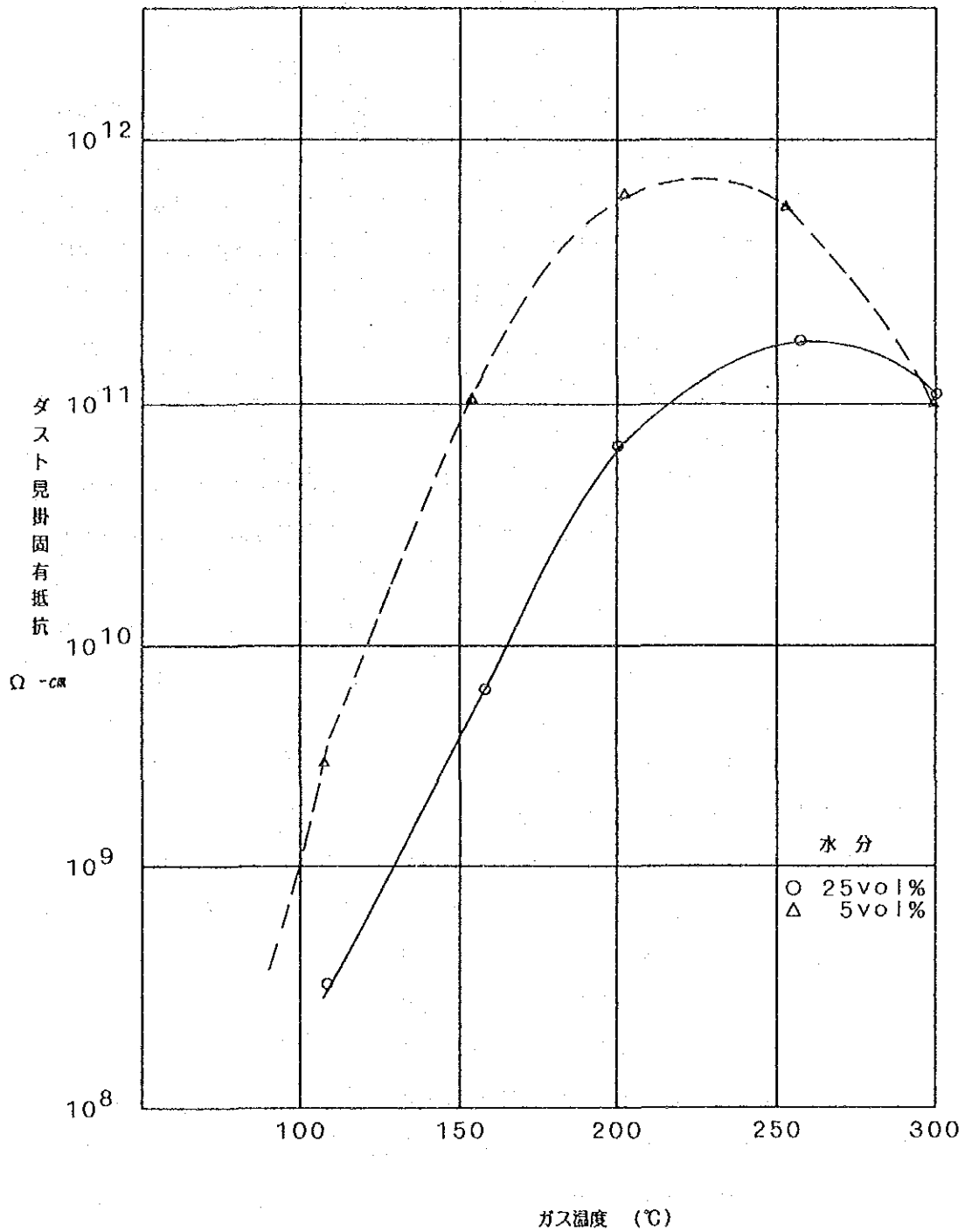


註記

1. 図中※印は故障中の機器を示す
2. ⊗: ロータリー式排出機 (電動機駆動)
- ⊖: ダスト排出機 (手動ダンパー)
- ⊠: スクリー式输送机
- Ⓜ: 電動機



図III-6 電気集塵器 補修ダストの電気抵抗値



## 問題点

ダスト排出量は基準値  $0.15 \text{ g/Nm}^3$  を大巾に上まわっているが、下記問題点に起因する。

- (a) 現状の電気集塵器処理ガス量は  $3,700 \text{ m}^3/\text{min}$  であり、当初設計処理風量に比べ、処理排ガス量が大きくなっている。
- (b) 整流器は故障しているものが多く、集塵器1基当り1台の整流器にて荷電しており荷電容量が不足している。更に、運転データから観察すると荷電電圧、電流とも、その値は低く電圧を上げようとするとう火花放電にすぐ移行する。
- (c) ダスト排出装置は故障しており、この為ホッパー内ダスト堆積が再々発生し、この為電気集塵器の電源を停止し、ダストを排出している為、その間煙突からの発塵は通常運転時よりも更にひどくなっている。
- (d) 集塵器上部、ダスト排出装置、及び煙道フランジ部から洩漏空気が多量に集塵器内に入り、ガス量の増大、集塵ダストの再飛散現象を起し、集塵効率低下の一因となっている。
- (e) 集塵器入口には整流板が1段付いているが十分な整流効果が得られていない。
- (f) 集塵極高さより放電極が小さいので放電極より上下方向に外れている部分は集塵効果を受けない。すなわち無効流が多い。
- (g) 碍子がよく破損する。
- (h) 集塵極は腐蝕がひどく、取除いた極板は新規取付していない。  
集塵極はポケット型であり、ポケットの部分で電界の集中が起り、逆電離現象が起りやすい。しかもダスト濃度が高く、ダストの凝集性が強いので、ポケットが閉塞してしまいポケットの機能が停止している。
- (i) 放電線のエッジ部は長期間の使用と腐蝕のため、丸くなっている。  
又、放電線支持棒もわん曲し、電極間の芯ズレがある。
- (j) 槌打装置は極板桁揺動式であり、槌打効果が悪い。
- (k) 電源装置である整流器は、火花頻度制御装置が取り付けられていないようであり、最適電圧に自動設定出来ない。

## (2) 電気、計装設備

### (a) 電気設備

#### 現状分析

電気機器は建設当初からの機器もあり、老朽化し、寿命がきていると思われる。その主要項目は下記の通りである。

- (I) 受配電設備は、改造、変更を再々行っており、設備の保護協調等を再検討する必要がある。
- (II) 6KV 受電点の遮断容量は、年々電源系統の増大とともに大きくなっている。現状の6KV 遮断器の遮断容量は250MVAと350MVAの二機種ある。
- (III) 6KV 遮断器は、開放形のキュービクルに収納されており、前面は、金網のドアである。
- (IV) 遮断器の操作電源用直流電源装置は、コンデンサトリップ方式である。すなわち、遮断器投入はシリコン整流器にてDC 220Vを供給し、停電時の遮断電源は、コンデンサーに充電された電源が用いられている。
- (V) 非常用発電機（125KVA, 380KVA, 3相, 50Hz）は故障したままであり、現在は運転不可能である。又この電源は、工場停電時照明用電源のみに使用されていた。
- (VI) 電磁開閉器を盤内一面に取付けている。又ヒューズ付開閉器で直接運転停止しているものもある。
- (VII) 電動機設備については、大型巻線型電動機（粉碎機用）の刷子部は、保護カバーが無いものが多い。回転部には保護カバーが取付けられていないものが多い。
- (VIII) キルン主電動機は直流電動機が使用されているが、この制御器あるいは電動機本体の故障によるキルン停止が多い。
- (IX) ケーブル布設あるいは機器取付は、仮配線が多く、固定されていない。
- (X) 照明設備の照度は一般に低く、特に通路、制御室等が暗い。
- (XI) 通信設備は各制御室にあるが、機側には無く、相互連絡に時間が必要以上にかかる。

#### 問題点

- (i) 受配電設備の、遮断容量は、負荷設備の寄与電流を考慮した場合、耀  
県変電所配電用変圧器、単独運転時、6KV 遮断器の遮断容量は概ね



170MVA以上、並列運転の場合は290MVA以上必要となり、現状の遮断器の内250MVAの機種は、遮断容量不足となる。

- (ii) 受配電設備の保護協調については、電気機器・ケーブルを含め、過電流保護、地絡保護及び絶縁協調を再検討しなければ、1事故が他の系統に波及し大事故となり工場総停電をひき起こす可能性がある。
- (iii) 遮断器類は開放型であり、しかも前面は金網なので短絡事故の場合など、安全面で問題である。その上、ネズミ、ヘビ等の進入による事故も充分予想され、電源の安定供給には問題がある。
- (iv) 非常用発電機の未整備は、工場総停電の場合、安全面からも問題があり、しかも、キルン等の熱負荷の掛っている機器の停止は、機器の変形の原因となり、機器の寿命及び補修に悪影響を与える。
- (v) 速度制御用に使用されている直流電動機は老朽化し寿命がきており、その予備品の入手も困難と思われる。
- (vi) コンデンサトリップ式は、長時間の停電の場合、コンデンサーが放電してしまい、遮断器の遮断用電源が無くなる。
- (vii) 低圧電動機の電源開閉には、電動機保護の為熱動過負荷継電器付開閉器を使用すべきである。

#### (b) 計装設備

##### 現状分析

計測、計量設備は操業当初より設備したものを使用しており、その点数もすくなく、機器は老朽化が激しく耐用年数も過ぎ、製造中止の為予備品の入手も困難な状態である。各工程の現状は下記の通りである。

##### (i) 原料工程

制御室は、ダストが多量に堆積している。また、制御盤の電流計、電圧計等は、故障している計器が多く見うけられる。

開閉スイッチ等もつまみの無いものが多い。表示灯類も球が断線している、しかもグローブも取はずし修理していない。

原料粉碎機の制御の内最も重要なループである、

- ① 原料供給量制御
- ② 給水量、原料比率
- ③ スラリー水分制御

等は、自動制御を行っていない。

#### (II) 焼成工程

制御盤の取付計器は、故障している計器が多く、予備品が無いのか、他の計器を転用しており、その目盛を修正していない。(例、キルン回転数がmV表示、圧力計が%表示等)

電動機の運転停止については、窯尻送風機、原料送入及びダスト送入、キルン主電動機及び吹込送風機等が制御室より操作出来る。

湿式ロングキルンにおける制御および監視項目は一般に下記の通りである。

- ① スラリー送入量制御
- ② ダスト送入量制御
- ③ キルン中間温度監視
- ④ キルン焼点温度監視
- ⑤ 微粉炭送入量制御
- ⑥ 1次空気量制御
- ⑦ キルン回転数制御及び電力監視
- ⑧ 窯尻送風機回転制御
- ⑨ 窯尻風圧制御
- ⑩ 胴体温度監視
- ⑪ 排ガス分析監視

この内、当工程で制御しているものは、①、②、⑤、⑦項の内の回転数制御であり、③、⑨、⑩及び⑪は当初は設備していたが、現在は故障したままで修理していない。④については設置していない。

4号キルンのグレート式クリンカー冷却機は、フードドラフト制御、冷却機1室風圧制御及び冷却送風機空気量制御は自動化されていない。貯蔵槽等のレベル監視制御装置も設置されていない。

#### (III) 仕上工程

この工程の現状は原料工程と同様である。又、粉碎機出口セメントのバケット式輸送機の動力を検出しこの大小より粉碎機供給量を調節するバケット式輸送機の電力制御はなされていない。

## 問題点

操業当時の“製品を作れば目標達成”と言う時代から、現在では生産性、品質の安定及び省エネルギーが要求されており、計装点数、制御回路数は極度に少ないので十分な運転管理が出来ていない。各工程の主要問題点は下記の通りである。

### (i) 原料工程

スラリー水分制御を行っていないのでスラリー水分が大きく変動し、工程管理上問題となると共に、燃料原単位増加の一因となっている。粉砕機への供給量制御は、テーブル式供給機で行われており、供給機の開度調整により供給量を増減しているが、微量調整が効かず、調合精度が低い上に、原料の比率制御が出来ない。計器類の故障は正常な運転管理が出来ない上、品質上及び安全上からも問題である。

### (ii) 焼成工程

原料送入量の秤量機は容積式のスクープ式供給機及びスクリー式供給機であり、回転数を計数しているのみで、供給量の正確な数値管理がなされていない。窯の内外部の温度監視設備が無いので、適正な温度管理が出来ておらず、燃料原単位の低下、窯の長期安定運転ひいては、補修費の削減に悪影響を与えている。

排ガス分析計は故障しており、燃焼管理が出来ない上、不完全燃焼の場合等は電気集塵器内での爆発等につながり非常に危険である。

グレート式クリンカー冷却機での風圧制御回路が設備されていないのでクリンカー層厚制御がなされず、クリンカー冷却にむらが出来、品質に影響を与えている。

キルン口元風圧制御回路が設備されていないので二次空気量変動し、燃焼管理が不安定で、燃料原単位増加につながっている。

### (iii) 仕上工程

供給機の計量精度が低い為、製品セメント中の、混合材、硫酸分等の混入率が変動し、品質が変動する原因となっている。

### (iv) その他

品質管理用試料は、係員が周期的に採取しているが、自動試料採取設備を設置して、平均試料を採取しなければ、運転管理上適正な操作が出来ない。

## 2 生産管理

### 2.1 原燃料調達・在庫管理

工 程	現 状 分 析	問 題 点
石炭受入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 銅川鉱の石炭を主に受入れて、不足分は小さな炭鉱より、補充している。(80銘柄以上)</li> <li>・ 中央貯蔵庫内でクリンカーと隣接して貯蔵している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石炭の品位が変動し、焼成運転の不安定化、クリンカー品質の低下を来す危険性もある。</li> <li>・ セメントに石炭が混入するのは、品質、特に色の面で好ましくない。 又、コンクリート練り上げ時、空気連行剤を吸着するため、空気連行剤を多量に必要とし、使用者側から好まれない。</li> </ul>
水分管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 受入毎に水分は測っていない。粘土は別として他の原料の水分は1%としている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理論原料原単位と実際の原料原単位との付き合いができない。</li> </ul>
在庫管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1ヶ月に1回棚卸を行って、実量と日報値との修正を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原燃料の品位、諸率からの計算で求められる理論原料原単位と実際の原単位とを付き合い合わせることにより、損失分がないかどうか、原燃料の品位が正確かどうかなど在庫管理自体の問題点を洗い直そうという考え方が不足している。</li> </ul>