

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国
工場（綿陽市セメントセクター）
近代化計画調査報告書

中華人民共和国
工場（綿陽市セメントセクター）近代化計画調査
最終報告書 (3)

綿陽市セメントセクター

(3) 綿陽市
セメントセクター

1999年9月

JICA LIBRARY



J 1152419 (6)

小野田エンジニアリング株式会社

鉦調工
CR (3)
99 - 122

99年9月

小野田エンジニアリング株



105
683
MPI

LIBRARY

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国

工場 (綿陽市セメントセクター) 近代化計画調査

最終報告書 (3)

綿陽市セメントセクター

1999年9月

小野田エンジニアリング株式会社

序 文

日本国政府は、中華人民共和国の要請に基づき、同国の工場（綿陽市セメントセクター）近代化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、1998年11月から1999年7月までの間、3回にわたり小野田エンジニアリング株式会社の小島壯氏を団長とし、小野田エンジニアリング(株)の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、綿陽市セメントセクターにおける現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、綿陽市セメントセクターの近代化推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

1999年9月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

伝達状

拝啓

ここに中華人民共和国（綿陽市セメントセクター）近代化計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は、貴事業団との契約に基づいて、1998年10月から1999年9月までの期間に、小野田エンジニアリング株式会社が実施致しました調査の結果を取りまとめたものです。

本報告書の内容は、綿陽市セメントセクター、モデル工場：四川省双馬セメント(集団)有限公司、モデル工場：四川省安県浮山セメント集団有限公司の三部によって構成されます。

それぞれ綿陽市セメントセクター、モデル工場の双馬セメント及び浮山セメントの概況を調査し、次いで生産工程、生産管理、財務管理の現状と問題点を分析し、その現状での改善案を提言すると共に、更に生産工程、生産管理、財務管理の近代化及び必要な近代化設備について提言を行ったものです。

尚、現地調査の間、中国側カウンターパートに対し、実践セミナーとOJTにより主として工場診断手法の技術移転を実施致しました。

ここで本報告書の作成に当って協力頂いた貴事業団及び外務省、通産省、在中華人民共和国日本大使館に対して、心から感謝申し上げます。また中華人民共和国において協力頂いた関係者すべて、特に国家経済貿易委員会、綿陽市人民政府、四川省双馬水泥(集団)有限公司、四川省安県浮山水泥集団有限公司、綿陽市セメントセクター企業18社及び天津企業管理培訓中心のご好意並びにご協力に深く感謝する次第です。

最後に、本報告書が中華人民共和国における工場(綿陽市セメントセクター)近代化促進の一助になるよう念じて止みません。

敬具

1999年9月

小島 壮

団長 小島 壮
中華人民共和国工場(綿陽市セメントセクター)近代化計画調査

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国

工場 (綿陽市セメントセクター) 近代化計画調査

最終報告書 (3)

モデル工場：綿陽市セメントセクター

(要 約)

1999年9月

小野田エンジニアリング株式会社



1152419(6)

<目次>

序章	1
1. 調査の背景	1
2. 調査の目的	2
3. 調査の対象セメントセクター企業及び対象製品	2
4. 調査の対象範囲	3
5. 現地調査団の編成と日程	4
第1章 綿陽市セメント分野の概況	6
1.1 工場の概要	6
1.2 問題点	10
1.3 開発計画	10
1.4 需要状況・予測	13
1.5 生産工程	15
1.5.1 生産工程概要	15
1.5.2 工程経路	15
1.5.3 生産能力	18
1.5.4 工程別現状と問題点	19
1.6 生産管理	24
1.7 財務管理（現状と問題点）	31
第2章 セメント分野振興計画	33
2.1 セメント分野振興の対象とその内容	33
2.2 綿陽市セメント分野振興構想	34
2.2.1 基本構想	34
2.2.2 日本におけるセメント産業の構造調整と企業統合	38
2.2.3 生産能力面の改造目標	39
2.3 セメント分野振興の方策と重点課題	48
2.3.1 方策	48
2.3.2 重点課題	51

2.4	生産工程の振興	54
2.4.1	生産工程概要	54
2.4.2	鉱山	58
2.4.3	原料受入	58
2.4.4	原料粉砕系統	59
2.4.5	焼成系統	61
2.4.6	セメント粉砕系統	63
2.5	生産管理の振興	65
2.5.1	組織技術面の改善	65
2.5.2	設計管理	65
2.5.3	調達管理	66
2.5.4	生産計画と工程管理	66
2.5.5	品質管理	68
2.5.6	安全管理	68
2.5.7	設備管理	69
2.5.8	エネルギー管理	71
2.5.9	環境対策	72
2.6	財務管理の振興	73
2.7	セメント分野振興に要する設備	74
2.7.1	設備概要	74
2.7.2	設備投資額の試算	76
2.7.3	設備投資の利益性	77
2.8	セメント分野振興の実施スケジュール案	80
2.9	セメント分野振興の実施上の留意点	83
第3章	結論と勧告	85
3.1	結論	85
3.2	勧告	88

表リスト (セクター要約)

(第1章)

表1.1.1	綿陽市セメント企業概況	7
表1.1.2	セメントセクター18企業概要	9
表1.4.1	綿陽市セメント生産能力、生産量、需要量実績予測推移表	13
表1.4.2	綿陽市各地区別セメント需要量	14
表1.4.3	綿陽市品種別セメント需要量	14
表1.5.1	主要設備能力と生産能力	18
表1.6.1	問題点及び改善計画	25

(第2章)

表2.2.1	綿陽市セメントセクター構造調整	36
表2.2.2	需給バランスと必要増設時期	43
表2.2.3	所要増設セメント生産ライン	47
表2.4.1	竪窯ミルとボールミルの比較	60
表2.7.1	設備投資額試算	76
表2.7.2	販売価格・費用・損益分岐点比較 - 湿式、乾式	78
表2.7.3	セメント生産ライン新規投資収益予想 (感性分析) - 湿式	79
表2.7.4	セメント生産ライン新規投資収益予想 (感性分析) - 乾式	79
表2.8.1	セメント分野振興スケジュール	81

図リスト (セクター要約)

図2.1.1	綿陽市セメントセクターの将来ビジョン	33
図2.2.1	セメント需要予想	42
図2.2.2	様式別生産量推移予測	47
図2.4.1	計算機制御による原料調合システム	59
図2.4.2	RSP工程	62
図2.4.3	予備粉砕機付閉回路方式	64

略語リスト

ASTM	アメリカ規格
B Fi	バックフィルタ
B/L	ブレンディング
BC	ベルトコンベヤ
BM	ブレークダウンメンテナンス 事後保全
BS	ブレンディングサイロ
C	サイクロン
C/P	カウンターパート
C ₃ A	カルシウムアルミネート
C ₃ S	エーライト
CIM	コンピュータインテグレートマネジメント
CO ₂ ガス	炭酸ガス
D.S.C	ダブル型スクリュウコンベヤ
D.B	データベース
DC	直流
DCS	計装制御設備
DEG	ジエチレングリコール
E.D.P.S	電子化
EP	電気集じん機
F/S	フィージビリティ スタディ
FIRR	財務内部収益率
GB	中国規格
H	高さ
HM	水硬率
Hz	ヘルツ
IDF	誘引通風機
IM	鉄率
ISO	国際標準化機構
Ig loss	強熱減量
K	キルン
KH	石灰飽和度
KJ	キロジュール
KY	危険予知
Kcal/kg-cl	キロカロリー/キログラム・クリンカ
L	長さ
L/D	キルン長さとの径の比
LSD	石灰飽和度
Loss	強熱減量

MPa	メガパスカル
NO _x	酸化物窒素
NSP	ニューサスペンションプレヒータ
Nm ³	立方メートル (標準状態)
No.	ナンバー
O ₂ メータ	酸素濃度測定器
OECEP	海外経済協力基金
OJT	オンザジョブトレーニング
P	鉄率 (中国)
P/L	損益計算書
PC	パーソナルコンピュータ (パソコン)
PC-LAN	パソコンラン
P.L.C	電動機制御装置
PM	生産保全
PP	ポリプロピレン
R	早強型
R.C	鉄筋コンクリート
RK	回転窯
ROA	資産利益率
ROE	自己資本純利益率
RV	ロータリバルブ
S/B	スクラップ アンド ビルド
SC	スクリュウコンベヤ
SM	珪酸率
SO _x	酸化物イオウ
SP	サスペンションプレヒータ
SRC	耐硫酸セメント
T CaCO ₃	トータルカーボネイト
T/Y	トン/年
TPM	トータル プロダクティビティ メンテナンス
USD	米ドル
VSC	バルブスクリュウコンベヤ
VVVF	可変電圧可変周波数装置
cm ² /g	平方センチメートル/グラム
d	日
d/年	日/年
dB (A)	デシベル (バンドA)
f.CaO, F.CaO	遊離石灰
h/d	時間/日

ha	ヘクタール
hr : min	時間 : 分
kV	キロボルト
kW	キロワット
kWh	キロワット時
kWh/t	キロワット時/トン
kWh/t-cement	キロワット時/トン-セメント
kcal/kg	キロカロリー/キログラム
kg-cl/m ³ ·h	キログラムクリンカ/立方メートル・時
kg/m ³ ·h	キログラム/立方メートル・時
kg/t-cl'	キロカロリー/トン-クリンカ
m/min	メートル/分
m ²	平方メートル
m ³	立方メートル
mJ	メガジュール
mg	ミリグラム
mmAq	水柱ミリメートル
n	珪酸率 (中国)
p.a	年当り
rpm	回転数/分
s	秒
t	トン
t-cl	トンクリンカ
t/d	トン/日
t/h	トン/時
t/km ²	トン/平方キロメートル
パンペレ	パンペレタイザー
μm	ミクロン
ρ	容重
φ	直径
機立窯	機械式立窯
半機立窯	半機械式立窯
普立窯	普通立窯

序章

1. 調査の背景

中華人民共和国は工業分野の経済改革の進展に伴い、同国政府は投資効果の高い既存工場を近代化することを目指し、日本国政府に対して国有企業工場の近代化について協力を継続して要請してきた。これを受けて国際協力事業団は1981年度から1997年度にかけて116の既存工場及び2セクターの近代化計画調査に協力してきた。

1998年度についても、2セクター、13工場について工場近代化計画の要請があり、これを受けて1998年7月1日より15日まで予備調査団を派遣し、この内2セクター、6工場について本格調査を実施することとなった。本調査は、上記の内四川双馬セメント(集団)有限公司(双馬セメント)、四川省安県浮山セメント集団有限公司(浮山セメント)を対象モデル工場として近代化計画を策定するとともに、四川省綿陽市を中心としたセメントセクター振興政策を策定することを目的とするものであり、1998年9月1日に本格調査実施に関する工場(綿陽市セメントセクター)近代化計画調査実施細則が国際協力事業団(JICA)と中華人民共和国国家経済貿易委員会(国家経貿委)の間で署名された。

この調査実施細則に基づいて、中国工場(綿陽市セメントセクター)近代化計画調査調査団(調査団)は1998年11月7日より12月16日まで実践セミナーと第一次現地調査、1999年2月22日より3月29日まで第二次現地調査を行った。また2回に亘る現地調査の前後には国内準備作業、第一次国内作業及び第二次国内作業を行った。

また最終報告書(案)を綿陽市政府に説明し、討議するため1999年7月5日より7月15日まで第三次現地調査を行った。

本報告書は綿陽市のセメントセクターに属する18企業について行った簡易企業診断、現地調査結果及びその分析結果について取り纏め、更にセメントセクター振興策を計画提案を行うためのものである。モデル工場の双馬セメント及び浮山セメントについては、それぞれ工場別の報告書を別途作成し報告する。

3回の現地調査期間中、本調査団に対して協力を頂いた、中華人民共和国政府、綿陽市人民政府、綿陽市セメントセクター企業各社、国際協力事業団中華人民共和国事務所及び関係先の皆様に謝意を表わす次第である。

2. 調査の目的

本調査は対象モデル2工場及びセメントセクター企業18社の現地調査結果の分析に基づき既存工場の有効利用に重点を置いた生産工程、生産管理、品質管理、及び財務管理の向上、改善に関する近代化計画を提案するとともに、四川省綿陽市を中心としたセメントセクターの現状分析、また分析に基づく振興計画(経営、技術、市場)を策定することを目的とした。

また本調査においては、中国側工場診断コンサルタント能力強化のために「技術移転プログラム」を実施した。「技術移転プログラム」は理論セミナー、実践セミナー及び工場診断OJTの3部より構成されているが、本調査ではこのうち第一次現地調査時中国側研修生12名に実践セミナー、第二次現地調査時に工場診断OJTとして4名の中国側関係者に対し、現地調査業務を通じ、工場診断及び調査に関する技術の移転を行った。

3. 調査の対象セメントセクター企業及び対象製品

本報告書で調査、報告対象とするセメントセクター企業及び製品は次の通りであった。

対象セメントセクター企業 :

綿陽劍門水泥(集团)有限公司
四川省安県銀河建化集团有限公司水泥廠
江油市盛達馬角水泥廠
成都鐵路分局水泥廠
成都鐵路局工程總公司水泥廠
江油市水泥廠
9786工廠
四川江油鉄松水泥製造有限公司
四川省江油市武都水泥廠
綿陽市川馬水泥廠
綿陽市涪江鋼鉄廠老坪坝水泥廠
四川省安県交通水泥廠
安県長空建材集团有限公司五一水泥廠
江油市小溪坝水泥廠
江油市厚坝水泥廠

江油市白松水泥製造有限公司

江油市龍鳳水泥有限公司

江油市駟馬水泥廠

対象製品：セメント

4. 調査の対象範囲

セメントセクター企業の調査の対象範囲は次の通りであった。

(1) 第一次現地調査時

(a) 第二次現地調査時に行う綿陽市セメントセクター企業20社程度を対象にした近代化計画策定のための調査及び簡易企業診断のために、対象企業の選定について綿陽市重工業局と協議し、依頼した。

(b) 上記調査及び簡易診断の効率を上げるため、あらかじめ質問書を作成し、重工業局に30社程度に配布、回答の回収を依頼した。

(2) 第二次現地調査時

第一次現地調査時に配布し、第二次現地調査実施前に回収した質問書の回答結果を参照しながら、セメントセクター企業18社に対してそれぞれ工場概要、生産工程、生産管理及び財務管理の調査及び簡易企業診断を行った。またこの間中国側研修生(C/P)4名を同伴し、OJTを通じて技術移転を行った。

(3) 第三次現地調査時

第二次現地調査で実施したセクター企業の診断結果、改善提案、近代化計画及びセメントセクター振興策について取りまとめた最終報告書(案)の内容説明セミナーを、綿陽市政府に対して行い、また討議も行った。そして本最終報告書を帰国後完成させた。

5. 現地調査団の編成と日程

現地調査団は1998年11月7日から12月16日まで第一次現地調査、1999年2月22日から3月29日まで第二次現地調査、1999年7月5日から7月15日まで第三次現地調査を行った。調査団の編成及び調査日程は次の通りである。

(1) 現地調査団の編成

団長	小島 壮	小野田エンジニアリング(株)	総括/セメントセクター振興
団員	岩田建一	小野田エンジニアリング(株)	生産管理(セメント1)
団員	福井 絢	小野田エンジニアリング(株)	生産工程(セメント1)
団員	上田純孝	小野田エンジニアリング(株)	生産管理(セメント2)
団員	上田敬一	小野田エンジニアリング(株)	生産工程(セメント2)
団員	永吉恭二	オーバーシーズ・プロジェクト・マネージメント・ コンサルタンツ株式会社	財務管理
団員	平山梅芳	株式会社日本開発サービス	通訳(1)
団員	小林幹夫	株式会社日本開発サービス	通訳(2) 第一次現地調査参加
団員	神崎龍志	株式会社日本開発サービス	通訳(2) 第二次、第三次現地調査参加
団員	馬 金亮	天津企業管理培训中心	ローカルコンサルタント 財務管理

(2) 中国側研修生(C/P)

1999年3月2日より3月25日までOJTに参加した中国側研修生は次の4名である。

黄詩鏗	中国国際工程諮詢公司
邢 一	中国国際工程諮詢公司
郭 環	中国国際工程諮詢公司
李家庭	國家經濟貿易委員会中元所

(3) 現地調査日程

(a) 第一次現地調査

- 期間 : 1998年11月7日～12月16日(40日間)
- 調査対象 :
 - ・ 天津センターで実践セミナー実施
 - ・ 双馬セメント及び浮山セメント工場調査及び診断
 - ・ 綿陽市重工業局にて調査、進捗状況報告書説明及び議事録署名
 - ・ JICA北京事務所及び国家経済貿易委員会へ報告

(b) 第二次現地調査

- 期間 : 1999年2月22日～3月29日(36日間)
- 調査対象 :
 - ・ 技術セミナー実施
 - ・ 中間報告書の綿陽市政府、双馬セメント及び浮山セメントへの報告
 - ・ セメントセクター18社の工場調査及び簡易診断
 - ・ 双馬セメントと浮山セメントの補足調査
 - ・ 中国研修生(C/P)4名に対するOJTの実施
 - ・ 綿陽市重工業局にて調査、進捗状況報告書説明及び議事録署名
 - ・ JICA北京事務所及び国家経済貿易委員会へ報告

(c) 第三次現地調査

- 期間 : 1999年7月5日～7月15日(11日間)
- 調査対象 :
 - ・ 最終報告書(案)を綿陽市政府、双馬セメント及び浮山セメントに説明のためのセミナー実施
 - ・ 綿陽市政府と協議、議事録署名
 - ・ JICA事務所及び国家経済貿易委員会へ報告

第1章 綿陽市セメント分野の概況

1.1 工場の概要

綿陽市のセメント工業は、1970年以前は2社しかなかった。(現在の双馬セメントと江油市馬角鎮のもう1社)。そして1950年代60年代には年間60万トンくらいのセメントが不足していた。

しかしながら、1970年代の後半より今日までこの地域のセメント工業は急速に発展し、現在では48社の企業がある。そして合計年間セメント生産能力は504万トンである。1996年、1997年及び1998年の年間セメント生産量は、それぞれ283.6万トン、286万トン及び310～320万トンである。これは四川省の中では省都成都市について第2位であり、省の年間セメント生産量の12.2%である。

綿陽市内での需要は、過去4年間で年間240～280万トンで、それ以外の綿陽市で生産されたセメントは、成都市、周辺都市及び農村に出荷される。

綿陽市内の、セメント工場の規模は、年産能力20万トン以上5工場、10万トン以上12工場、5万トン以上7工場、2～4万トン24工場である。

最大の双馬セメント(年産130万トン)を除くと、1工場平均年産能力は7万トンである。これは、山東省、江蘇省の約10万トンより低い。

製造様式の内訳は、

- 回転窯17基 : 湿式ロング5基(双馬セメント)、乾式予熱機なし6基
乾式予熱機付6基(内筒式予熱機付5基)
- 普通立窯 : 4基
- 機械式立窯 : 窯径3m 10基、2.5～2.9m 12基、2.2m 9基、2m 11基、1.7m 7基

綿陽市で生産されているセメントは、現在回転窯によるものが40数%、残りは立窯によるものである。

生産されたセメントの品種別では425普通珪酸塩セメント75～80%、525普通珪酸塩セメント15～20%、その他5%である。

綿陽市セメントセクター企業全体の概要については、下記表1.1.1に示す。

また第二次現地調査で調査したセクター企業18社の概要は、表1.1.2に示す。

表1.1.1.1 綿陽市セメント企業概況

序号	企業名称	所在地	所有權	従業員数(人)	年生産能力(万吨)	窯の様式	窯数(基)	1998年セメント生産量(万吨)	1998年販売額(万元)
1	四川省双馬水泥集團	江油市二郎廟鎮	国有	2,686	130	回轉窯	5	118.55	32,202
2	綿陽市劍門水泥集團	江油市馬角鎮	破産	1,024	20	機立窯	3	11.21	2,106
3	安県浮山水泥集團	安県桑棗鎮	国有	813	23	回轉窯 機立窯	1 2	19.5	3,645
4	安県銀河建化集團	安県睢水鎮	国有	614	25	立窯 回轉窯	2 1	18	1,273
5	綿陽市涪江鋼鉄廠老坪坝水泥廠	江油市老坪坝鎮	破産	273	20	回轉窯	2	8.4	1,815
6	江油市盛達水泥廠	江油市馬角鎮	集体	250	10	機立窯	2	8.6	1,894
7	江油市武都水泥廠	江油市武都鎮	集体	386	8.8	機立窯	2	12	2,417
8	江油市水泥廠	江油市馬角鎮	集体	192	4.4	機立窯	1	3.71	686
9	成都鐵路總局水泥廠	江油市馬角鎮	国有	241	4.4	機立窯	1	4.3	955
10	成都鐵路分局水泥廠	江油市馬角鎮	国有	153	6	機立窯	1	5.3	1,078
11	9786工廠	江油市二郎廟鎮	国有	449	12	機立窯	2	5.4	1,214
12	江油市鉄松水泥有限公司	江油市中坝鎮	私营	283	14.8	回轉窯 機立窯	1 1	7.6	1,566
13	江油市白松水泥有限公司	江油市三合鎮	私营	289	9	回轉窯	2	3.4	1,216
14	江油市長城水泥廠	江油市三合鎮	集体	189	3.2	機立窯	1	2.6	517
15	平武県水水泥廠	平武県響岩鎮	国有	194	6	普立窯 機立窯	1 1	2.31	473
16	江油市龍鳳水泥廠	江油市龍鳳鎮	股份制	368	12	機立窯	2	11.65	2,786
17	江油市厚坝水泥廠	江油市厚坝鎮	集体	230	10	機立窯	2	7.5	1,658
18	江油市小溪坝水泥廠	江油市小溪坝鎮	集体	183	4	機立窯	1	3.1	624
19	江油市明鏡水泥廠	江油市二郎廟鎮	私营	74	1	普立窯	1	1.8	467
20	江油市蜀江水水泥廠	江油市馬角鎮	私营	81		半機立窯	1	1.9	498
21	江油市広勝水泥廠	江油市三合鎮	閑閉	76	1	普立窯	1	—	—
22	江油市彰明水泥廠	江油市彰明鎮	破産	105	2	機立窯	1	—	—
23	江油市驕馬水泥廠	江油市中坝鎮	私营	340	7.6	回轉窯	1	3.6	1,008

序号	企业名称	所在地	所有権	従業員数(人)	年生産能力(万t)	窯の様式	窯数(基)	1998年セメント生産量(万t)	1998年販売額(万円)
24	江油市長鋼四分廠建化水泥廠	江油市武都鎮	集体	61	1.3	機立窯	1	0.87	379
25	安県五一水泥廠	安県界牌郷	国有	206	10	機立窯	2	10.65	2,384
26	安県汶江水泥廠	安県桑棗鎮	集体	320	12	機立窯	2	8.9	1,505
27	安県交通水泥廠	安県桑棗鎮	集体	192	14	機立窯	2	5.71	1,267
28	安県棕樹集團有限公司	安県雒水鎮	私营	117	12	機立窯	2	7.5	1,317
29	北川県水泥廠	北川県麻柳鎮	私营	192	10	回轉窯	1	3	619
30	北川県擂鼓鎮水泥廠	北川県擂鼓鎮	私营	185	5	機立窯	1	2.4	504
31	北川県特種水泥廠	北川県擂鼓鎮	国有	167	5	回轉窯	1	2.6	593
32	塩亭県水泥廠	塩亭県馮河郷	集体	65	2	普立窯	1	0.56	183
33	梓潼県水泥廠	梓潼県長柳郷	集体	67	2	機立窯	1	2.1	473.
34	梓潼県仙峰水泥廠	梓潼県仙峰郷	集体	89	2	機立窯	1	3	657
35	綿陽市川馬水泥廠	綿陽市游仙区石馬鎮	集体	335	10	機立窯	1	2	486
36	綿陽市海天水泥廠	安県黄土鎮	集体	330	20	機立窯	2	3.2	764
37	綿陽市涪城水泥廠(粉磨站)	綿陽市南山寺	私营	30	1	機立窯	1	3	715
38	三台県粉磨站	三台県東河路鎮	私营	28	2	機立窯	1	2.5	583
39	江油市化工廠水泥分廠	江油市三河鎮	集体	70	3	機立窯	1	3	715
40	北川県桂溪水泥熟料廠	北川県桂溪郷	集体	35	2	機立窯	1	2.5	583
41	綿陽市花園粉磨站	綿陽市火車客站	破産	91	2	機立窯	1	—	—
42	綿陽市神禹水泥公司	綿陽市永興鎮	停産	40	1	機立窯	1	—	—
43	安県黄土粉磨站	安県黄土鎮	私营	30	1	普立窯	1	—	—
44	江油市川西北粉磨站	江油市三合鎮	集体	51	3	機立窯	1	—	—
45	安県花菱水泥粉磨站	安県花菱鎮	閑閉	40	1	普立窯	1	—	—
46	塩亭県河粉磨站	塩亭県河河郷	閑閉	38	1	普立窯	1	—	—
47	綿陽市聖水水泥廠	綿陽市聖水寺	私营	37	2	機立窯	1	2.64	617
48	塩亭県塩石粉磨站	塩亭県塩石郷	停産	29	1	普立窯	1	—	—

出典：綿陽市重工業局「綿陽市水泥行業概要」

表 1.1.2 セメントセクター18企業概要

1999年3月
(数字はいずれも1998年のももの)

番号	名称	設立/再編 年月		所在地	組織	所有権	職工人数 人	固定資産 簿価 千円	生産能力 t/年	生産量 t	売上高 千円	自己資本 千円	利潤総額 千円	設備 稼働率 %	単位当り 投下資本 元/t-年	生産量/人 t-年/人	平均販売 単価 元/t
		設立	再編														
1	剣門	60/3	98/11	江油市	破産清算中	国家/リース	780	28,507	250,000	113,993	33,154	20,354	-7,199	54.7	250	146	274
2	銀河	84/4		安県	有限責任公司	国家/法人	460	10,510	100,000	88,431	18,154	7,128	210	88.4	119	192	204
3	盛達	93/9	97/11	江油市	集体	江油市供販社地 国家	252	10,906	80,000	86,012	18,936	2,521	693	107.5	127	341	210
4	铁路分局	70/6		江油市	国家	国家	152	3,146	60,000	53,227	10,709	6,424	-19	88.7	59	350	202
4-1	铁路总局	70/7		江油市	集体	安県運輸公司	124	15,330	80,000	57,500	12,537	7,388	79	71.9	267	464	216
5	江油	71/6		江油市	集体	郷鎮政府	185	4,575	45,000	37,000	6,864	7,787	3	82.2	124	200	201
6	9786工廠	71/12		江油市	国家	国家	420	37,611	120,000	54,650	12,146	29,418	-3,353	45.5	688	130	215
7	鉄松		98/12	江油市	私营独资	私有											
8	武都	84/7		江油市	集体	江油市供販社地	386	4,122	120,000	120,532	24,174	5,052	2,036	100.4	34	312	212
10	川馬	85/2		遊仙区	股分合作	区政府/法人	385	22,535	100,000	78,897	17,184	931	-1,005	78.9	286	205	222
11	涪江鋼鉄		98/9	江油市	破産清算中	国家	315	53,608	150,000	83,017	18,936	-6,350	-5,153	73.8	258	263	227
12	交通	79/10	98/6	安県	集体	リース中	346	270	150,000	30,572	3,601	0	-469	62.8	4	177	205
15	五一	87		安県	有限責任公司	国家	367	19,060	120,000	106,504	23,837	6,341	226	88.8	179	290	228
17	小溪坝	84/12	98/3	江油市	私营独资	私有	140	5,508	32,000	31,216	7,079	3,769	60	97.6	176	223	214
18	厚坝	85		江油市	集体	鎮政府	230	10,260	100,000	66,160	14,167	-2,883	-303	66.2	155	288	197
19	白松		98/8	江油市	私营独资	私有	301	9,711	100,000	34,654	7,496	3,104	114	118.8	82	395	233
20	龍鳳	86/10	97/10	江油市	集体	江油信連	368	26,232	150,000	91,400	20,801	-2,483	-2,751	60.9	287	248	239
21	驕馬	76/3	98/10	江油市	私营	私有	351	8,310	80,000	36,517	8,190	10,400	-480	49.8	209	113	229
	合計						5,562	238,036	1,584,500	1,170,283	257,963	102,712	-17,310				
	平均						327	14,002	93,206	68,840	15,174	6,042	-1,018	73.9	203	211	223

1.2 問題点

綿陽市のセメント産業は現在多くの問題点を抱えている。すなわち次のとき問題点である。

- 小規模な企業が分散しており、年産能力は10万トン以下の工場が30以上ある。そのため1998年10月以前には、市場の競争が激しく、30工場近くが生産を停止していた。11月以降は国家政策により需要が増加し、価格が上昇したのでまた生産を再開している。
- 設備が古いタイプであり、また主機の能力バランスが適切でないこともある。補助設備も不備である。
- 回転窯で生産するセメントが全体の40%強しかない。
- エネルギー消費量、労働生産性など技術指標が全国平均に比べて劣っている。
- 各企業の利益が少なく、少数の企業では利益が上がっているが、多数の企業は赤字で苦しんでいる。
- 環境汚染がひどく、85%の工場より排出される粉じんは基準値を超過している。

1.3 開発計画

綿陽市政府はセメント産業は綿陽市にとって重要な産業であり、発展させねばならないと認識し、市幹部はこのことを重要視している。しかしながら1.2で述べたごとく多くの問題を抱えているのが現状である。

このため綿陽市政府は、中央政府が提起したセメント産業の構造調整構想に従い、セメント生産の総量規制と構造調整を行うとしている。

すなわち、

- 総量規制としては2000年迄に生産量400万トン/年以下とする(98年は310~320万トン/年、97年は286万トン/年であった。
生産能力は現在500万トン/年)
- 構造調整としては1997年末より5年をかけて行う。例えば直径2m以下の立窯は1999年末迄に閉鎖、直径2.2m以下の立窯は2000年末迄に閉鎖するのが国家の方針であるが、市はこれより2年遅れて実施する。
すなわち上記立窯の閉鎖に当たっては、次のような難しい問題があるので国の方針より市は2年遅れる。
- 綿陽市の管轄下の市及び鎮の政府が税収源の減少を恐れて小さな工場を保護している。
- 金融機関が既に金を融資しているので、閉鎖すれば回収が困難になる。
- 個人で小さな工場を買収した人が政府と結託して反対している。

上記綿陽市の方針を進めるために次の施策を行うとしている。

- 宣伝と教育を強化する。セメントセクター近代化の道は非常に長い。
先ず協力してもらうための教育と宣伝を行う。
- 環境保護、技術管理、工商の各部門と連携を強化して法律の執行を強化する。
- 環境基準、品質基準に違反したものは期限付きで改善を指示し、できない時は警告、罰金、営業許可書の取り消しを行う。
- 試験室の許可書の更新の際などに厳しく検査を行い許可証の発行を厳しくする。
- 今年国が新しいセメント基準を作成し、来年から実施段階に入るが、これにより品質基準が今より厳しくなる。これを実施すると小さい工場の多くが基準についていけない。

- 工場の閉鎖に対しては国及び省に対し相当の政策の実施を要求している。例えば閉鎖のための費用の負担など
- 市場競争に頼る、例えば品質とコストの競争に勝たなければ淘汰される。大企業を拡大育成し、コストを下げれば小さい企業は淘汰される。
- 10万トン/年以上の規模の将来性ある企業の技術改造を行う。
- 大きなセメント集団を作る。集団化による資産の再編を行い、資本構造の最適化を実現する。
- 対外開放を進め、資本及び技術の導入、情報の交流強化、知識の導入など行う。

上記綿陽市政府の構想に対して、各セメント企業経営者は同意しているわけではない。大きい規模の工場の経営者は、市場競争によって小さい効率の低い工場は自然淘汰されるのが当然であり、またそのような小さい工場を市政府の方針によって集団化するために、自分のグループに取り入れることには反対している。すなわち大きな規模の工場は小工場を取り入れることにより企業の体質が低下することを恐れている。

一方立窯によるセメント生産を主体とした、小工場の経営者は現在の好調なセメント販売状況下で立窯の直径の規制を逃れるため、直径の拡大及びそれに伴う設備の改造を進めている。また将来の立窯、回転窯の増設を考えている経営者もいる。このように小工場の経営者は生き残るための施策を講じている。

市政府とセメント企業の経営者の間では長期的には効率、環境、省エネルギー、労働生産性を考えれば、先進国、東南アジア諸国及び世界で採用されている最新式乾式セメント製造方式が最適であると考えているが、具体的方策については資金面のこともあり、全く無いのが現状である。

1.4 需要状況・予測

綿陽市のセメント生産能力、生産量及び需要量の1995年～1998年の実績と1999年～2005年の予測値は表1.4.1の通りである。

表1.4.1 綿陽市セメント生産能力、生産量、需要量、実績予測推移表

単位：万t

年	企業数	生産能力	生産量	綿陽市内需要量	綿陽市外出荷量
1995	37	375.6	276.9	265.5	11.4
1996	40	390.6	298.1	282.5	15.6
1997	46	461.5	287.6	238.0	49.6
1998	48	471.0	326.6	243.7	82.9
1999		471.0	376.8	220.0	124.3
2000		501.0	400.8	237.6	134.2
2001		486.0	388.8	256.6	145.0
2002		471.0	376.8	277.1	134.9
2003		471.0	376.8	299.3	130.3
2004		471.0	376.8	323.3	140.7
2005		471.0	376.8	349.1	152.0

出典：綿陽市重工業局「綿陽市水泥行業概要」他

綿陽市セメント需要量は1995年、1996年は順調な伸びを示したが、1997年に亘って前年比84.2%と大幅に落ち込んだ、1998年には前年比2.4%の伸びを示したが未だ1995年の水準に達していない。これはアジア諸国の経済危機の影響が中国にも1997、98年と影響を与えたためであり、1998年の第四半期以降、中央政府の内需拡大策により漸く需要が回復してきたことによる。

1999年においては大型工事が終了することもあるが、1998年より約23万トン少ない220万トンを想定している。しかしその後は2000年からは前年比の伸び率8%で想定している。

もし2000年以降の前年比伸び率を6%とすると2005年の予想需要量は315万トンとなり、また5%とすれば295万トンとなる。

一方綿陽市各地区別のセメント需要量は下記の通りである。

表 1.4.2 綿陽市各地区別セメント需要量

単位：万t

地区名称	1995	1996	1997	1998
涪城区,游仙区	103.4	112	104	113
江油市	93	85	71	76
安 県	32.1	34	25	21
梓潼県	7	12.6	8.6	9.3
平武県	4	8.6	3	2
北川県	2	2.6	3	2.1
三台県	16	20.5	17	14.5
塩亭県	8	7.2	6.4	5.8
計	265.5	282.5	238	243.7

出典：綿陽市重工業局「綿陽市水泥行業概要」

綿陽市民1人当りの年間セメント消費量は1997年465kg、1998年476kgとなっている。これは四川省の1997年の284kg、中国全体の約400kgに比べると多い。また涪城区、游仙区の市区部のみをとれば1997年、1,169kg、1998年1,270kgとなる。

綿陽市の1995年から1998年の品種別セメント需要量は下記の通りである。

表1.4.3 綿陽市品種別セメント需要量

単位：万t

品 種	1995	1996	1997	1998
普通珪酸塩セメント425	198.6	216.3	175.6	180
普通珪酸塩セメント525	60.8	59	50.4	54
中庸熱珪酸塩セメント	4.1	6.2	8	5.7
白色セメント	2	1	4	4
計	265.5	282.5	238	243.7

出典：綿陽市重工業局「綿陽市水泥行業概要」

国際的規格の水準に近い品質の525セメントの生産量は1995～1998年を通じて全体の21～23%である。これは中国全体の約10%(1995年度)に比べて多い。しかし国際水準に比べれば品質の面で大きく劣っていると言わざるを得ない。

1.5 生産工程

1.5.1 生産工程概要

第二次現地調査で調査した18工場の中でセメント工場の心臓部となる焼成設備を大別すると、立窯系統が28基で、回転窯(ロータリキルン)系統が7基である。

またクリンカ生産量割合は、約75%が立窯であり、約25%が回転窯で生産されている。

また工場生産能力に対して従業員数が多く、労働生産性も低い工場のみであり、また近郊に近代的工場がないことや、他社間の交流(特に技術的交流)もなされていないことなどにより、生産設備など技術的改善及び改造の跡があまり見られない。またそのような積極的な意見や質問も今回の調査時では少なかった。

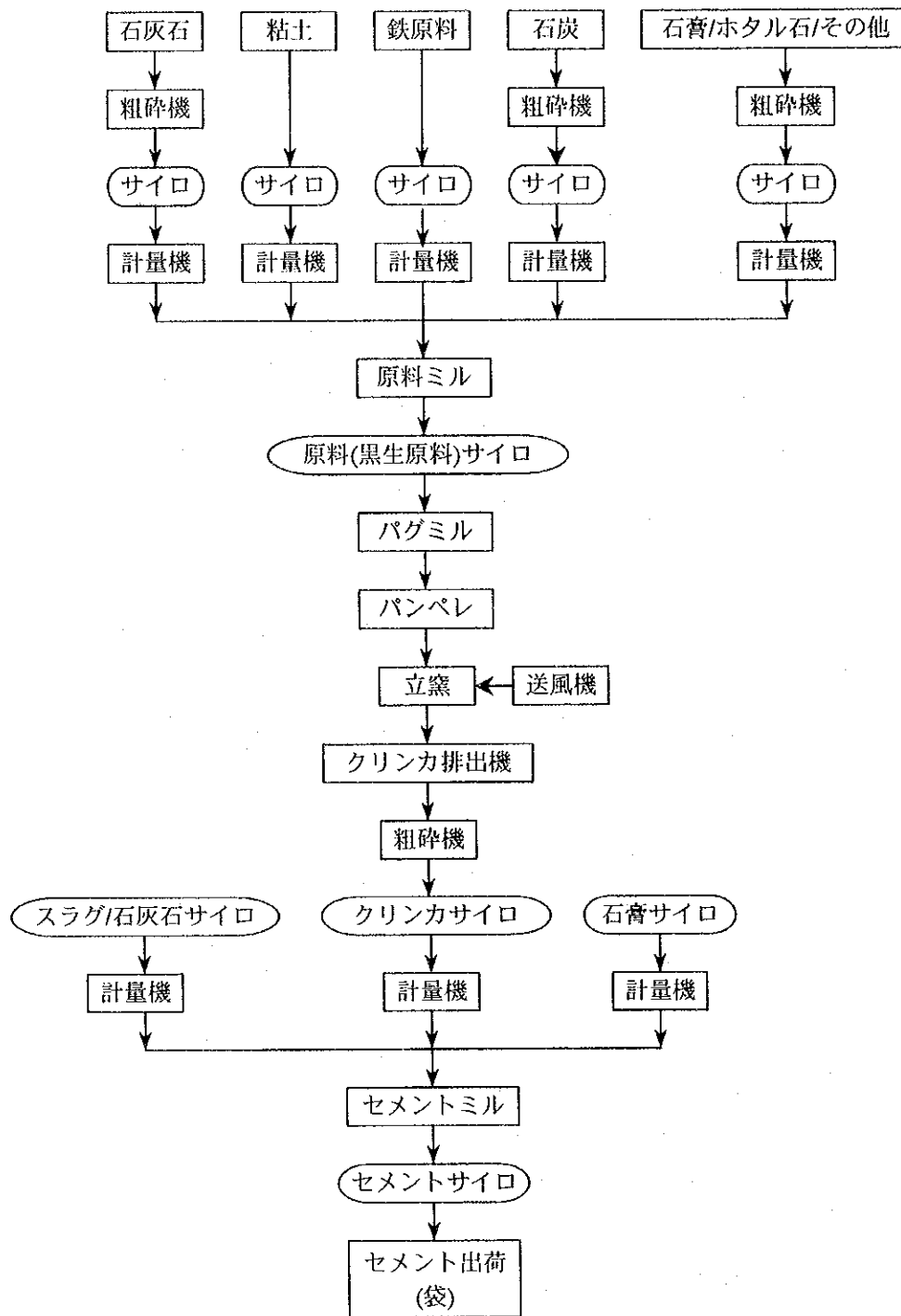
以下プラント全体にわたった共通の問題点の概要を挙げる。

- (1) 粉碎設備及び輸送機などの集じん設備が貧弱で、いたるところより粉じんが出ている。また発生源対策が全く取られていないところが多い。従って作業環境も悪い。
- (2) 運転操作及び管理に必要なデータが少ない。温度計、ドラフト計及び電流計などの測定点が乏しい。従って作業員の経験と感による運転が主流になっている。
- (3) 計量設備として台秤を使ったバッチ式計量機が多く、またメンテナンス状況も悪いため精度の点で問題がある。
- (4) 安全設備が整備されていないため、メンテナンス通路など危険な箇所が多い。階段、手摺りはもちろんのこと不安全箇所が多く、機械駆動部には安全カバーのないところも多くある。

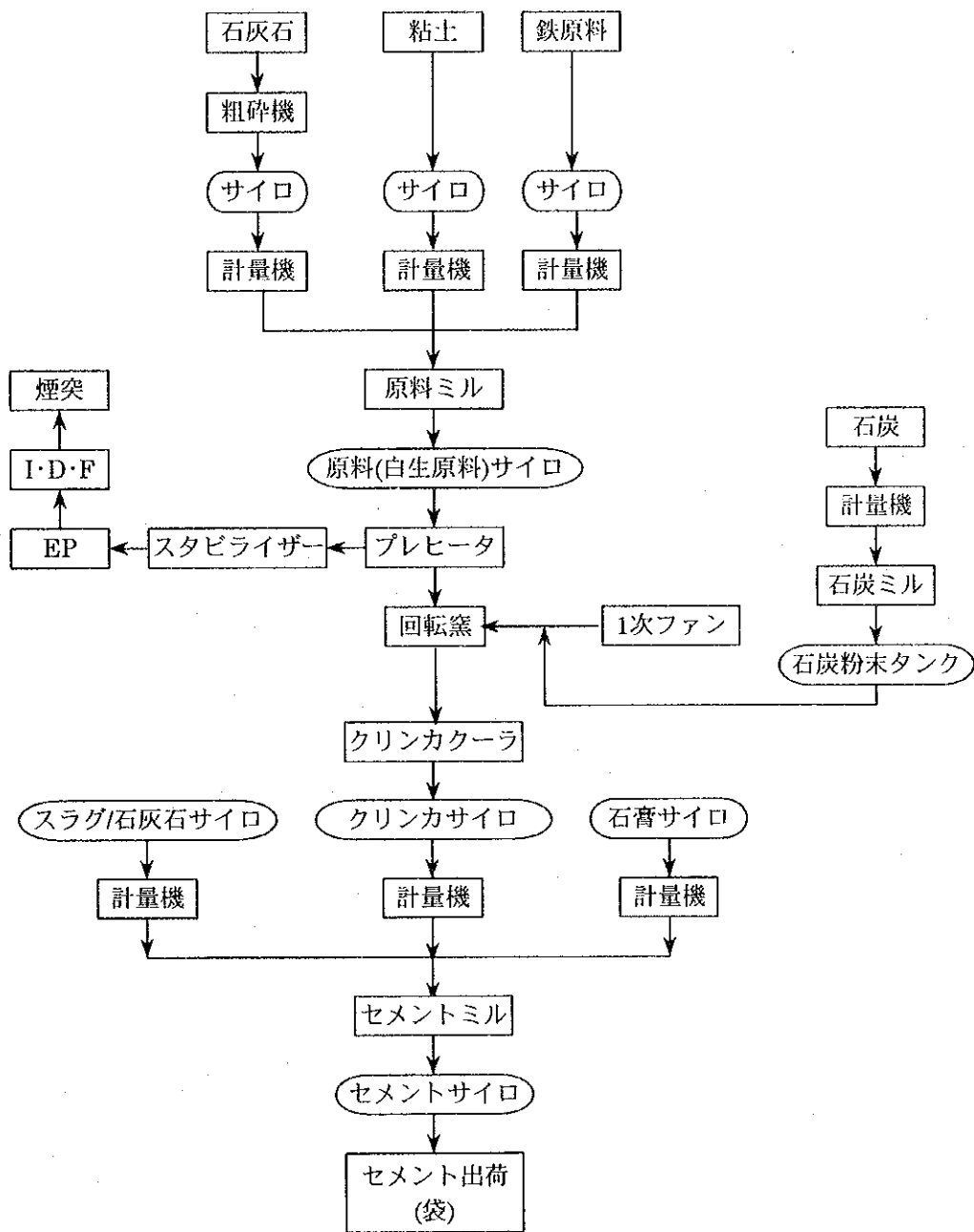
1.5.2 工程経路

調査した18工場の中でもレイアウト、機器仕様及び投資額などの種々要因によって、必ずしも同じ工程経路でないため、ここでは主要機器を主に代表的なものを挙げて以下に示す。

(a) 立窯工程経路



(b) 回転窯工程経路



1.5.3 生産能力

主要機器の生産能力を企業(工場)別に次の通り示す。なお、各数値はヒアリング調査にて得たものである。

表 1.5.1 主要設備能力と生産能力

企業(工場)	主要設備能力 (t/h)			年間生産能力(t/年) (セメント)
	原料ミル	クリンカ焼出量	セメントミル	
1. 剣門水泥有限公司	19.0	5.4	8.0	210,000
	19.0	10.0	8.0	
	19.0	10.0	8.0	
2. 銀河水泥廠	10.0	6.5	7.0	300,000
	10.0	6.5	7.0	
	35.0	19.0	23.0	
3. 盛達水泥廠	22.0	7.0	7.0	117,000
		7.0	7.0	
4. 鐵路局分局水泥廠	12.0	3.5	9.0	62,500
		4.0		
4. 鐵路局工程總公司 水泥廠	20.0	7.0	11.0	71,000
5. 江油市水泥廠	11.0	5.5	6.5	45,800
6. 9786工廠	8.5	4.6	14.0	117,500
	9.5	9.5		
7. 鉄松水泥有限公司	16.0	11.5	7.0	162,500
	16.0	8.0	7.0	
			5.0	
8. 武都水泥廠	22.0	7.5	12.0	104,000
		5.0	6.0	
10. 川馬水泥廠	26.0	6.5	10.0	126,000
		8.5	10.0	
11. 涪江鋼鉄廠 老坪坝水泥廠	26.0	6.5	5.0	146,000
		10.5	18.0	
12. 交通水泥廠	12.0	7.0	3.0	196,000
	15.0	10.0	3.0	
			9.5	
15. 五一水泥廠	19.0	7.0	12.0	112,000
	12.0	6.5	8.0	
17. 小溪坝水泥廠	10.0	(40,000t/年)	8.0	40,000
18. 厚坝水泥廠	12.0	5.0	6.8	100,000
	12.0	7.0		
19. 白松水泥有限公司	11.0	6.0	6.5	117,000
	11.0	8.0	6.5	
			6.5	
20. 龍鳳水泥廠	26.0	10.0	6.0	129,000
		5.5	7.0	
21. 驢馬水泥廠	5.5	5.5	7.0	83,000
	5.5	4.5	3.0	
	5.5			

1.5.4 工程別現状と問題点

(1) 鉱山

石灰石鉱山を所有している工場は、銀河水泥、鉄路局分局水泥、剣門水泥及び9786工廠である。その内、銀河水泥は自採及び買鉱が50%ずつである。その他の工場については全て買鉱しており、人頭大寸法のものや粗砕品が使われている。

購入先は、江油市近隣、安県からが主であり工場立地場所によっては、60km位の遠方より運搬されてくるところもある。

粘土原料は、全ての工場で買鉱している。工場近隣から搬入されているのがほとんどであり、いずれも10km以内の圏内からである。

石灰石鉱山は、傾斜面採掘が多く、全て人手によってトラクター及びトラックに積み込まれて搬入されている。石灰石は人頭大のもの、または粗砕品があり、すでに人的選鉱を経ているため、品質は良いものが得られている。

(2) 原料粉碎系統

原料ミルは(1.5φ×5.7mL)から(2.2φ×7.5mL)が使用されている。

今回の調査では、全30基のうち、閉回路システム9基、開回路システム21基となっている。

閉回路システムでもセパレータの性能を十分に発揮できていないところもあり、電力原単位は12~25kWh/tと大きな差がある。

全般的にみて、原料工程としては以下の問題点があり、改善が必要となる。

- (a) ミル出口温度を管理しておらず、経験と勘による盲運転となっている。少なくとも原料乾燥状況やミル送入量を正確に把握した運転とすること。
- (b) ミル内通風量が少なくトラニオンシュートからの原料吹出しが見られる。

- (c) 電力原単位15kWh/t以上の粉砕系は以下の調査を行い、改善する必要がある。
- ① ミル出口温度と原料乾燥度の関連をチェックし把握する。
 - ② 循環率、ミル内粒体レベルを測定する。
 - ③ スリットの目幅、開孔割合をチェックする。
 - ④ スリットの破損、磨耗状況をチェックし、必要な補修をする。
 - ⑤ ミル内原料の粉砕状況をチェックする。原料サンプリングして粒度分布をテストする。
 - ⑥ ライナーのかき上げ高さをチェックする。(磨耗状況も合わせてみる)
- (d) 原料調合用定量供給機は一部の工場で既に最新型の連続式ベルトタイプとなっているが、大部分の工場では台秤を使ったバッチタイプであるので原料の均斉化を良くするためには、これらの改善、整備或いは場合によっては取替えが必要である。
- (e) 原料ブレンディングサイロを使用している工場は少なく、サイロを有している工場でも保守が不十分で機能を発揮していない。

(3) 立窯系統

立窯の内容積当りのクリンカ生産量は、122～245kg/m³hと大きなバラツキがある。

これらは、パンペレでの造粒状態や水分量により影響されるが、窯の送入量は計測されておらず、パンペレでの注水量に定数を乗じて送入量としており、原料送入力そのものが正確とはいえない。

つまり造粒状況などを勘と経験で判断し、ペレット水分を判定し、注水量を正とし、原料使用量＝注水量×定数としている。

立窯のサイズは以下となっている。

2.2φ以下	3基
2.2φ～2.5φ	24基
2.5φ以上	8基

立窯系は以下の問題があり改善を実施しなければならない。

- (a) 窯入送量が正確に計量されておらず、何らかの計量機設備が必要となる。
- (b) パンペレでの造粒を改善する必要があり、ペレット水分含有率、パンペレの送入位置、スクレーパ位置の変更、大塊の取除きなどを行う必要がある。
- (c) 温度・圧力計などを整備し、プロセス数値による操作の実施。

(4) 回転窯系統

円筒炉と2段サイクロンを組み合わせたSP(サスペンションプレヒータ)式、5段サイクロンSP式、SPでの補助燃焼と円筒炉及び3段サイクロンを組み合わせたNSP式、予熱機なし乾式キルンの4様式が稼動している。

日本及び欧米のキルンの内容積当りの焼出能力を比べて見て、いずれのキルンも性能面で劣っている。従ってまだ改善の余地があると言える。

	内容積当り焼出能力(kg/m ³ .h)	
	日本/欧米のケース	調査工場
1. SP(サイクロン)	65~75	47
2. SP(円筒炉+サイクロン)	—	30~33
3. NSP	140~160	56
4. プレヒータなしキルン (乾式)	35~40	24

ロータリキルンの生産工程を改善計画するには、現状は運転管理データが少ない。従って温度計、ドラフト計及びO₂メータを取付け、データを収集し、まずロータリキルンの運転操作基準書を作成することから着手する。具体的には下記に示す通りである。

- (a) マントルに焼点温度計、ドラフト計を取付ける。
- (b) プレヒータ内のドラフト計及び温度計を整備し、運転管理に反映させる。

- (c) 2次空気温度計を整備し、できるかぎり高めの温度で運転するようにする。マントルドラフトは±0mmAqが理想である。
- (d) 窯尻にO₂メータを取付けキルン内の燃焼状態をコントロールする。
- (e) プレヒータ内のサイクロン原料シュート部ダブルフラップダンパの軸受けやシールなどからのエアリークを完全に防止すること。またカウンターウェイトの重りを調整し適正なダンパの動きとすること。
- (f) ロータリクーラ及びマントル落口部にエアシールを取付け、外気の流入を防ぐこと。
- (g) キルンセル散水及び同サポーティングロール部冷却水補給使用量が多すぎる。省エネの立場からも不必要な冷却水使用はさけること。少しづつのたれ流し程度で良い。

(5) セメント粉砕系統

セメントミルは、(1.5φ×5.7mL)から(2.2φ×6.5mL)が使用されており、60%以上は1.83φの標準型のミルとなっている。

一方、システム的には閉回路、開回路は各50%となっている。

セメントミル系の状況を知る上で最も重要な電力原単位は、22～50kWh/t-cementとバラツキも多く、やはり粉砕量そのものが正確でないこともうかがえる。

本来の原単位は、クリンカの被粉砕性を無視して、80μm篩残分値5～7%のベースであれば、閉回路システムの場合で、29～32kWh/t-cement、開回路システムの場合で30～33kWh/t-cementと予想されるが、各々ミルの運転状況からしてミル自体に特別な要因は考えられない。ヒアリング調査で得た粉砕量が計量機の誤差が大きいことなどにより正確でないと思われる。

製品系統においても、原料系統と同様な問題があり以下の通りである。

- (a) ミル送入量が正確に測れていない。工場によっては計量機もなく、一輪車により庭調合で製造されている。

ミル効率、品質面で早急に改善すべき項目である。

- (b) ミル胴体に散水を実施しているが、セメント出粉温度がそれほど高くない時は、停止もしくは減少すべきである。

セメント温度が高い時は、ミル内散水が効果的であり、温度低下の他、粉砕量増、電力原単位減少も期待できる。

状況により粉砕助剤(DEGなど)を使用すると5~15%の粉砕能力の向上も可能となる。

- (c) ミル本体の粉砕音は全般的に低く、最適運転状況下にあるとは言えない。

運転管理、調査データが日常取られておらず、原因、問題点の把握は現状では難しいところがあるため、ミル内調査などを実施し、改善策を計画すべきである。

- ① 循環率を測定する。適正ミル内通過量を把握する。
- ② ミル内粉体レベルを測定する。またボール充填率も測定する。
- ③ スリットの目幅を最適化する。
- ④ スリットの磨耗、破損状況をチェックし、完全補修する。
- ⑤ 1室ライナーのかき上げ高さを検討する。
- ⑥ 音圧レベルを運転管理の目安にする。(100dB(A))

- (d) 開回路粉砕システムの場合、上記検討結果を基にして高効率分級機を設置し、閉回路システムに転換していくことにする。合わせてミル出口バケットエレベータは速度の遅い誘導排出型として、このバケットエレベータのモータ負荷によって、ミルへの送入量を自動コントロールするシステムを導入する。

1.6 生産管理

第二次現地調査で調査したセメントセクター18企業の生産管理に必要なサブシステムを総合評価すると以下の表の通りである。

関連システム名	システムの		システムを構成する記録類
	有無	有効性	
目標管理	○	○	年間目標、月間目標、公司方針書
生産計画など	○	○	月報、日報
設備管理	△	△	故障報告、故障統計、故障分析
調達管理	△	△	予備品管理、購入システム、納期、検収
在庫管理	○	△	在庫測定、生産量補正システム
品質管理	◎	○	月報、日報
安全管理	△	△	傷害統計、安全巡回記録
環境管理	△	△	測定記録、異常時過量記録

これら関連システムの内、品質管理システムはISO9002を取得している工場やISOに準拠したシステムを持っている工場もある。

総じて生産管理システムの内では品質管理システムは完備しているといえる。

その他のシステムでは、目標管理はほとんどの工場で年初に生産量を主体とした目標値が決定され、下部に通知している。

管理方法としては、生産量に関わる停止時間や時産量が記録・統計され、給与決定の重大ファクターとして活用されている。

全ての管理(記録、統計)は奨励と罰金に結びつけ、部門別、個人別に評価を行っており、給与に影響を与えることで従業員のモラルを維持する方法を取っている。

この種の手法は、今回調査対象企業では、有効であり、最近破産し私営化された企業の多くが活用し、大きな成果を上げている。

管理システムの基本は、目標と実績の差異を明確にし、その原因を分析し問題解決をしていくことにあるが、人の要因(結果のみ)が大きく評価される一方、設備、原料、方法についての問題点を摘出し、解決していく意識は希薄である。

表 1.6.1 問題点及び改善計画

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
設計管理	<ul style="list-style-type: none"> ・セメントの品種は限定され、新種セメント生産のための設計業務はない。 ・ほとんどが小改善または維持保全であり、機電科等で実施されているが、一般にいわゆる設計責務は存在しないし当然要員もない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大きなプロセス改善は特別チームを構成し実行することになるが、小改善設計に対応すべくフローシート、設備表の完備が必要 ・部品の材質や形状等メーカーにまかせるだけでなく、自社でも検討できるように技術者(特に機械)を育成するとよい。
調達管理	<ul style="list-style-type: none"> ・購入先、価格等は総経理の意向で決定されるケースが多い。 ・原燃料等は年次に購入計画が立てられるが市況状況により再度再交渉し変更されている。 ・購入要求部門と調達部門の権限が明確でなく管理システムはない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器購入システムを作成し、発注部門が技術的事項、調達部門が価格、納期を実施するよう権限を明確にする。 ・見積り項目や比較検討書の様式を定め実施する。 ・検収(中間検査、完成検査含む)業務のレベル向上と完全履行を図る。
在庫管理	<ul style="list-style-type: none"> ・セメント工場での管理対象は予備品や消耗品、原燃料、製品や中間製品に3分される。 ・予備品等は入出荷、保管は管理されているが部品の要否、必要在庫数の管理は行われていない。 ・製品、中間製品はサイロ実測が頻繁に実施されている。むしろ毎日、毎週の調整は誤差が大きい。(計量機精度不備に起因している) ・サイロ実測はほとんどの企業で行われているが、一点計測が多く精度はそれほど高くない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サイロ実測は多点測定とし、様式を定め手順を統一する。 ・月一度実測に基づく生産量調整を行う(延陥調整)システムを確立させる。 ・関連部門が集合し調整会議(短時間)を行い、差異を分析することにより日常管理のレベル向上により差異の極小化を図る。

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
<p>生産計画と 工程管理</p>	<p>・ 生産目標は全ての企業で年初に策定され下部に通知される。 管理内容は</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 生産任務(生産目標、品質目標) 2) キルン別原料、クリンカ、セメント生産量 3) 年間の消耗品の基準 (燃料、電力、水、部品等の消費量) <p>・ 生産目標達成のため以下を記録統計する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 原料、クリンカ、セメントの生産量 2) 運転時間と生産量 3) 故障時間と責任区分ごとの停止時間 4) 主要品質記録 5) 原燃料、電力、水等の使用量 6) その他 <p>・ 生産計画は事後保全体制となっておりため販売や定期修理計画を加味した月別展開となっていない。</p> <p>・ 現場で記録(原始記録)は多岐にわたっているが経緯が明確となる作表にグラフがあまり使用されていないため異常時の対応が遅れる。</p> <p>・ 目標との差異が分析されておらず改善につながらない。</p> <p>・ 同一サイズの立窯で生産量の差異が大きく時産能力を明確にする必要がある。</p>	<p>問題解決のための計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目標との差異は反省書を作成している工場もあるが差異分析を行い、原因を解明し改善につながるシステムを構築する必要がある。 ・ 運転時間と生産量から時間稼働率と性能稼働率に管理目標を変更する必要がある。 ・ 結果管理または結果記録に留めるだけでなく差異分析を確実に義務づけ改善につなげる。 ・ 定期修理と販売計画を考慮した生産計画へ移行することが良い。特に始めは2~3社のグループで共同販売を計画し5~6基のキルンで生産計画を立案できる体制を作るべきである。 ・ 特に粉砕系に若干の余裕がある工場は計画的な夜間運転の実施を強化すべきである。当然ながら夜間運転率が管理項目となる。 ・ 集計表の形式を多用した月報、年報とすべきである。特に状況の変化を把握し迅速に対応するため経緯が時産別でわかりやすくすることが重要である。 ・ プロセス状況把握のため推移図を活用すると共に関連データを把握し、相関図による管理指標の細分化を行うべきである。 <p>とにかく計器類、計量機の整備を急ぐこと。現状では管理しようにもできないことの認識を持つこと。</p>

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
生産計画と 工程管理	<ul style="list-style-type: none"> ・時産量は記録統計されているが、設計能力との比率で表わした性能稼働率を管理していないため、真の能力を明確にすることの必要性を感じていない。 ・データの信頼性を高める必要があるが、計量機や計器類の整備が不十分である。 ・そのため操作員の感による操作となっており、プロセスの解析を行う資料がない。 	
品質管理	<ul style="list-style-type: none"> ・市場で要求されるセメントの品質が低いため高品質のセメントを製造する意欲に欠ける。 ・品質管理の体制は確立され、管理は行われているが試験、検査中心の管理であり工程のアクションに結びつく積極的管理を行っていない。 ・普通珪酸塩セメント製造に用いる混合材(スラグ、フライアッシュ等)の品質管理がほとんど行われていない。 ・立窯クリンカf.CaOが多く品質が劣る。 ・回轉窯クリンカも良品を作る意欲に欠けている。 ・キルンに送入される窯入原料の品質のバラツキが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国を始めとする諸政府が品質基準の向上を図る政策を取ることを期待する(国家規格の改訂) ・工程へのアクションと結びつくよう品質管理システム(含むコントロール基準試験項目、回数)を見直す。 ・混合材の活性度を試験し、優良な混合材を使用する。 ・窯入原料の均斉化及び不良クリンカの別置処理に関するシステムを作り管理する。 ・原料調合計量機の整備、ブレンディングサイロの設置、キルンからのダストの管理強化を図る。
設備管理	<ul style="list-style-type: none"> ・管理に対する概念、考え方に基本的な問題がある。 ・管理対象は設備ではなく人の管理となっており、人がどうしたかのチェックや記録を行い、工場によっては人為的ミスの場合しか故障報告に記載しない例すらある。 ・故障管理は現場のリーダーが実施し、担当者がいないと分からない場合が多く組織的、システムの的に明確ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・経営者、管理者は設備管理に対する正しい意識をすべきである。 ・少なくとも設備別の故障統計をとる必要がある。 ・年間の故障時間上位3設備を改善するだけで通常は50%の故障が減少できる。 ・保全組織は集中保全と部門保全の考え方を本文に記述した。各々の工場に合った組織に変更すれば良く、最近では折衷形の保全が

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
システム 設備管理	<ul style="list-style-type: none"> 事後保全が主体であり計画的に休転をとり保全するシステムを有している工場は非常に少ない。 故障統計は運転時間、停機時間が記録され、停止原因としては満倉、計画修理、設備故障、停電、断水、その他に区分されており、設備別、原因別の統計はとられていない。 管理システムそのものもないに等しく日常点検も点検場所を明記している工場は少なく、大きな異常があれば日誌に記入する程度となっている。 	主流となりつつある。 ・故障対象は次の4項目で推進すると良い。 1) 基本条件の整備 2) 劣化の復元と機能の維持 3) 個別対策 4) スキルの向上 ・キルン停止につながる設備をAランクとし集中管理を進める(重要度評価)当然ながら自工場のポトルネック工程があれば優先となる。 ・故障分析を行い真の原因を追求し、その対策を実施することにより再発防止を図ること。 簡単な分析手法は'99年3月の技術セミナーで紹介したなぜなぜ分析を実施すれば良い。
エネルギー管理	<ul style="list-style-type: none"> セメント製造におけるエネルギー消費は燃料と電力となる。燃料(石炭)はセメント1トン当りの消費量、電力は部門ごと使用電力が記録されている。 電力は測定精度が良く計量可能なことから詳細に記録されている。 燃料は計量機の精度が良くないことから正確に把握されていない。生産量そのものも同様の原因でさほど正確とはいえない。つまり管理しようにもデータ不正確により管理できないといえる。 	・基本条件の整備 1) 定量供給機の整備 2) カロリメータを購入し使用炭の熱量測定 ・基本的な管理ポイントの明確化 1) 標準のエネルギー消費目標の設定 2) 管理項目の細分化 f.CaOとKHの関係、f.CaOと石炭使用量の関係等を相関図等で明確にし管理項目の展開を裏操作に細分化する。

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
エネルギー管理	<ul style="list-style-type: none"> 在庫測定により長期的(年間等)では数値はかなり正確となるが数年間の経緯を見ても(年間平均データ)同一レベルの連続や考えられないバラツキがあるが誰も不思議とは考えてもいない。 つまり管理していない。する必要がないと考えていることに基本的な要因があるとすら考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 日常管理の強化 責任範囲や情報伝達方法、チェックシステムを明確にし業務フローを作成する。 * 工程管理と共通する改善事項となるが、操作員にエネルギー一消費量等を推移図(管理図)を作成させ、プロセス状況の変化に迅速に対応する。 * 故障停止が原単位アップへ大きく影響する設備の管理強化はエネルギー減少に直結している。
安全管理	<ul style="list-style-type: none"> 極く僅かな工場を除き、設備に安全を配慮している工場はなく、事故は個人の問題であるとすむ傾向にある。 カップリング等の回転部にカバーを設置しているケースはまれである。通路、階段、作業座等と安全に配慮した設備となっていない。 年次に安全管理目標を通知し、結果の反省を行っている工場や無災害記録に挑戦している工場もあるが、大半は災害が発生した時点で災害に関った従業員の処罰や達成した部署への報奨を行うことで個人の注意を喚起していることに留まっている。 災害統計も重大災害(後遺症が残る災害)を災害とし軽傷(含不休業災害)等は管理外となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 安全基準の見直しと作成 安全設備不具合の整備 (a) 回転体の危害防止柵の取り付け：チェンカバ、カップリングカバ、BCのテールカバ etc.... ：構造的に無理な場合はとりあえず除く。 ：必要な場所、スペース確保。 ：必要な場所に取り付け、傾斜、幅修正。 ：機械の運転の手順、休憩中のパネル操作基準や現場を含めた注意事項等。 (b) 安全通路の確保 (c) 点検、修理座の確保 (d) 手摺り、階段の整備 (e) 運転操作基準の作成

システム	現状と問題点	問題解決のための計画
環境対策	<ul style="list-style-type: none"> ・立窯排煙は一部重力式が組込まれているが、ばい煙処理設備はないといえる。 ・国家基準に合致していない工場がほとんどである。 ・電気集じん機やバッグフィルタを設置している工場もあるが、運転状況、保全状況とも十分でない。 ・場内に屋外仮置場やダスト堆積が多く見られ、再飛散による発じんも多く見られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・立窯炉頂部へ簡易集じん機の取り付け ・回転窯用電気集じん機の日常運転状況の監視強化 ・バッグフィルタ等は破損部位の統計を取り、休止時に事前取替の実施 ・日常活動として4S活動を行う。 ・仮設置場の設置に関する基準の作成

1.7 財務管理（現状と問題点）

- (1) 綿陽市セメントセクター企業の財務管理状況は全般的に堅実で、帳簿の記入・保管等丁寧に行われている。財務管理担当者は概して経験年数が長く、手堅い人員配置を行っている。

コンピューターの導入は一般的に遅れており、既に導入済みのところは第二次現地調査で調査したセクター企業17社中6社に過ぎない。導入済みのところも、導入後日が浅く、充分活用するところまで行っていない。財務会計面ではそれなりの役割を果たしているが、管理会計面ではまだまだ改善の余地がある。主要勘定の管理状況も概ね堅実で、取扱件数が少ないこともあり、事故が発生する余地が少ない体制になっている。

収支予算を持っている企業は多いが、定期的なレビューまで含めた包括的なシステムを持っているところはない。中長期計画を持っているところは少ない。

監査体制は概して不十分で、内部監査体制が整っていないところが多く、外部監査を全く受けていないところも何社がある。

- (2) これらの問題点を解決するには、コンピューターの早期導入、監査体制の整備、予算制度の確立、中長期計画の策定などが必要であるが、セクター企業の規模、社会的経済的な影響力、採算上の判断などから、導入、実施の時期、導入の方法などは異なり得る。

- (3) セクター企業の95年から98年までの4年間の決算状況は、不動産不況による建築不振に97年7月に始まった東南アジア金融危機に端を発する需要不振が加わり、非常に厳しいものとなり、98年には調査対象企業の過半が赤字となった。もともと全社合計で赤字であったが、需要不振により販売価格が低下したところへ、電力・燃料費中心に費用が上昇、赤字が著しく拡大した。この間、財務内容も大幅に悪化し、過大投資・過大借入などで固定費負担の大きい企業は破産・生産停止ないし身売りに追い込まれた。需要不振のため、当地セメント企業全体の設備稼働率は65.9%にまで落ち込んだ。

98年9月中央政府が1,000億元の国債を発行、大規模公共事業を開始したため、同年11月には市況が好転、今年度は殆どの企業が黒字に転換している。

セクター企業の中には投資効率、労働生産性の低いところが多い。

- (4) このような厳しい状況にに対処する施策として、セクター企業に対しては、セメント企業連合会などによる生産調整、市場調整、商品競争力の強化、財務体質の強化、生産効率の向上を提案したい。また、関係当局に対しては、景気対策の早急な実施、電力料金などの公共料金の価格変動の監視、個別企業のフォローアップと政府管理部門と審計部門との連携の強化を提案したい。

第2章 セメント分野振興計画

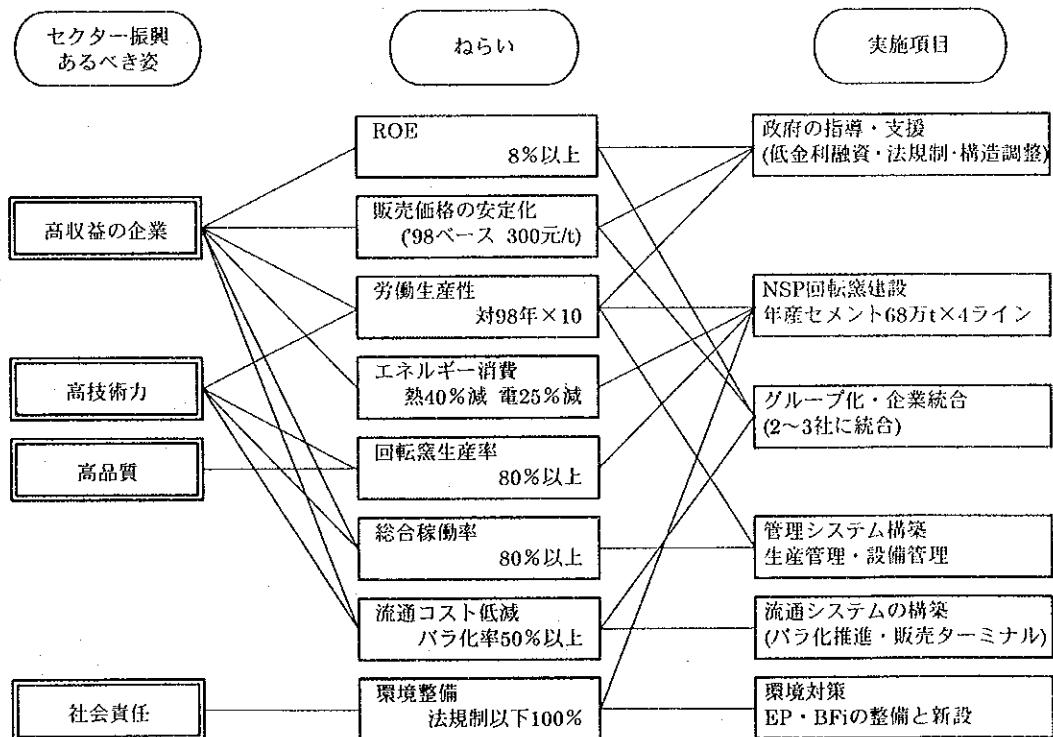
2.1 セメント分野振興の対象とその内容

第一次及び第二次現地調査の際に調査したモデル工場(双馬セメント、浮山セメント)とセメントセクター企業の18工場に加えて、調査をしていない28工場の合計、48工場の綿陽市セメントセクターに属するセメント工場について、その調査結果及び現地で入手した情報などの分析を行った。その分析結果を基に綿陽市セメントセクター全体の振興策を策定する。

すなわち、綿陽市地区の今後20年間(1999年～2018年)のセメント需要予測に基づいて、需要の伸びに対処するための生産工程、生産管理及び財務管理の振興、必要増強設備の概要、設備投資額の試算及び利益性、振興策実施スケジュール、セメントセクター企業の構造調整案について、本報告書において言及する。

本セメント分野振興策実施後に期待される綿陽市セメントセクターのあるべきビジョンは下図の如く想定される。

図 2.1.1 綿陽市セメントセクターの将来ビジョン



2.2 綿陽市セメント分野振興構想

2.2.1 基本構想

現在綿陽市セメントセクターに属するその数48に及び大小のセメント工場は、

- 小規模の企業が分散しており、年産10万トン以下の工場が30以上もある。
- 設備が古い。
- 回転窯で生産するセメントが全体の40%強しかない。
- エネルギー消費量、労働生産性など技術指標が全国平均に比べ劣っている。
- 各企業の利益が少なく、赤字で苦しむ企業が多い。
- 環境汚染がひどい。

などの多くの問題を抱えている。

このような現状を考慮して、セメントセクターの近代化及び振興をスムーズに効率良く推進することを主眼とした方策を検討する。

セメントセクターの振興の推進にあたっては次の主要項目があると考えられる。すなわち、現在のセメントセクター企業を如何に構造調整をし、強化していくか(構造調整)と今後予測される需要増に設備の面で如何に対応していくか(設備増強)である。

(1) セメントセクターの構造調整

セメントセクターの構造調整は3つの段階が想定できる。すなわち、第1段階としての個別企業の強化、第2段階としてのグループ化による強化、第3段階としての統合による強化である。

第1段階の個別企業の強化では、現在の規模及び経営状態は大きく異なっているものの、各企業の体質強化を図るために設備の一部改善、工程・品質の安定化、環境の整備などを行う。

その結果追従できない企業は自然淘汰される。又政府は品質や環境等の法

規制を強化して遵守しない企業は淘汰する。

第2段階のグループ化による強化では、第1段階である程度設備及び経営の強化ができた時点で各社を数グループに分け、販売、流通、購買の共同化、技術の交流、人事の交流などを通して市場の安定化と企業の収益改善を図り、企業の体質強化を目指す。

第3段階の統合による強化では、第2段階を更に推進し、グループ化した企業を統合させ、セメントセクター企業を2乃至3社にし、設備の近代化をはじめ、各種近代化を強力に実施し、強い体質のセメント企業の実現を図る。

各段階の目標、実施項目などは下記の表2.2.1の通りである。

表 2.2.1 綿陽市セメントセクター構造調整

項目	第1段階 (短期)	第2段階 (中期)	第3段階 (長期)
<p>目標</p>	<p>個別企業の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> - 大きな投資を必要としない設備の改善の向上 - 行い、工程、品質の安定化、稼働率の向上 - 企業の体質を強化する一方不良企業の淘汰 - 環境設備の整備、改善 	<p>グループ化による強化</p> <ul style="list-style-type: none"> - 各企業を数グループに分け、販売、購買の共同化を実施し、コスト低減と市場安定化 - 各企業の収益改善、体質強化 - 人事と技術の交流 - 品質向上、環境改善 	<p>統合による強化</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2~3社に各企業を統合し設備と経営の効率化の実現 - 高品質、低コストの近代的企業の実現 - 高い経済指標の実現と近隣地区との競争力の強化
<p>主要実施項目</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 小規模不採算工場の閉鎖 - 設備の整備、特に計量機、集じん機等 - 各種管理強化、特に設備管理強化による運転率の向上 - 人員削減による労働生産性の向上 - 教育、特に実践技術教育の強化 	<ul style="list-style-type: none"> - 各グループ内での販売協定の締結による販売力強化 - 原燃料、材料の共同購入による購入価格低減 - 環境設備の整備と強化 - 技術交流による技術力の向上 - 人事交流による各種管理の改善、強化 - 各企業の体質改善、収益力の向上 - グループ化による資金調達力の強化 - 管理及び運転の合理化による人員削減 - 余剰低効率設備の廃棄(S/B) 	<ul style="list-style-type: none"> - 統合による企業の大規模化による経営効率の向上と体質の強化改善 - 近代化設備採用による製造費の大幅低減 - 近代化設備採用による高品質セメントの生産 - 近代化設備採用による省エネルギーと環境改善 - 近代化された管理の強化と教育による要員のレベル向上 - 企業の株式化等による資金調達力の強化 - 流通機構の整備、輸送コストの低減と販売体制の確立 - 余剰低効率設備の廃棄(S/B)
<p>綿陽市政府及び国家の支援</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 企業経営の私有化、効率化への支援及び指導 - 環境改善行政の強化と資金調達への支援および優遇策 - 閉鎖設備工場及び従業員への補償 	<ul style="list-style-type: none"> - グループ化への指導及び支援 - 増設資金調達への支援及び優遇策 - 環境改善行政の強化と資金調達への支援及び優遇策 - 閉鎖設備、工場及び従業員への補償 	<ul style="list-style-type: none"> - 企業統合への指導及び支援 - 増設資金調達への支援及び優遇策 - 環境改善投資及びバラセメント化への支援及び優遇策 - 閉鎖設備、工場及び従業員への補償
<p>実施の時期</p>	<p>1999年~2003年</p>	<p>2004年~2007年</p>	<p>2008年~</p>

上記セメントセクター構造調整の最終目標は、セメント企業を2～3社にし、生産設備の過剰更に過当競争の激化などセメント産業のような設備産業の陥りやすい欠点を排除し、適正な収益と安定した経営基盤を有する企業を育成することである。

世界的に見て完成されたセメントマーケットの特徴は下記の如くである。

- セメントメーカーの数が少ない。
- 40%以上のシェアを持つ明確なマーケットリーダーがいる。
- 価格を決めることができる責任ある会社が存在する。
- 需要の状況がよく、需給バランスがよい。
- 他地区からの流入品の脅威が少ない。

綿陽市のセメント分野においても前記3段階の強化を着実に実施していけば、このような理想的なセメントマーケットが実現できると思われる。

綿陽市セメントセクターの現況を考えれば、短期間で一気に構造調整は不可能であると思われるので今からそのため今後10年間ぐらいかけての漸進的調整が妥当であろう。

(2) セメントセクターの設備増強

予測される今後の綿陽市地区及びその周辺地区のセメント需要増に合わせて、セメントセクターの生産能力の増強を図っていかなければならない。

このためには、既設設備の稼働率向上及び設備改善による能力アップがまず必須である。このためには、前項(1)で取上げた第1段階における設備の整備及び設備管理の強化による稼働率の向上、能力アップが有効である。

これは比較的小額の投資で可能であり、その内容は本報告書及び双馬セメントと浮山セメントの中間報告書、最終報告書に記述している。

既設設備の改善などで吸収できない需要増に対しては、セメント生産ラインの新規増設が必要である。この具体的構想については項2.2.3で述べる。

2.2.2 日本におけるセメント産業の構造調整と企業統合

日本のセメント産業も1978年末に始まった第二次石油危機を契機に、原燃料の高騰や需要の低迷などにより、生産設備の過剰問題、更には過当競争の激化という極めて厳しい経営状況に陥った。

これらの構造的不況を打開するため、セメント企業22社の連合体であるセメント協会は、日本のセメント産業は“構造上問題あり”と結論、「特定産業構造改善臨時措置法」（産構法）の指定業種となり、恒久的な構造改善を行う基本方針を決定し、通産省に指定の申請を行い、1984年4月了承された。通産省の指導と認可を受け、22社あったセメント企業を5つのグループ（小野田グループ、日本グループ、三菱グループ、住友グループ、宇部グループ）に分け、それぞれのグループは販売の一本化や物流の共同事業によって合理化を推進することを目的に共同事業会社を1984年9月に発足させ、営業活動を開始した。

グループ化にあたっては、公正取引委員会の基準もあり、各グループのシェアは、いずれも25%以内に納めた。最終決定に至るまでには各業者の思惑が入り乱れて難しい局面はあったが、「後戻りは破滅を意味し、この道を進む以外はない」という信念で結束を図った。

共同事業会社は、共同販売、輸送手段およびサービスステーションの共同保有、ブランドの統一まで行った。

共同事業会社は、以後2つのグループ（小野田グループ、宇部グループ）が1991年に、残りの3グループ（日本グループ、三菱グループ、住友グループ）が1994年に解散するまで、10年に亘って運営された。5グループ体制は販売の一本化や物流の共同事業によって、合理化を推進するとともに、過当競争を防止するねらいがあったが、各グループは交換出荷を中心に合理化効果をあげ、その後の需要増もあり、セメント業界は相対的に安定を保っていた。

過剰設備の処理に関しては、1984年時点の業界全設備能力は1億2,900万トンで、適正稼働率80%とすれば、適正生産能力は9,600~9,900万トンとされ、3,000万~3,300万トンが設備過剰とされた。実際にはセメント協会加盟22社で、休止窯71基 2,375万トン、稼働窯11基535万トン、合計2,910万トンが1986年3月末までに廃棄された。廃棄する設備はすべて焼成炉を廃棄し、休止処置は行わないとしていた。

この過剰設備の廃棄は前記の共同事業会社（グループ化）と相まって、供給過剰による過当競争防止に一定の成果をあげた。

前述の如く産構法に基づき、共同事業会社の設置、過剰設備の廃棄を柱に行われたセメント産業の構造調整も1990年の独禁法違反事件を経て、1991年に産業構造転換円滑化法が解除され、前述の如く同時に2グループが解散し、また残る3グループも1994年解散して自由競争時代に入った。

その後、日本の経済社会は競争原理、自己責任原則に基づく自由競争時代へと急速に移行し、経営資源の効率化による産業・企業の体質強化が求められた。

また1993年より始まったセメント市況の大幅な下落は各社軒並み減収減益となり、1997年9月中間期には、セメント専業全社が実質経営赤字に陥った。このような状況の中、企業体質の強化、競争力の強化を図るとともに、多角化部門でも合併効果を生かして各事業の拡充を進めることを目的として、また将来の生き残りをかけて、1994年10月には小野田セメントと秩父セメントが合併して秩父小野田(株)が、また住友セメントと大阪セメントが合併して住友大阪セメント(株)が1998年7月にはセメントの販売・物流を共同会社に統合する目的で宇部三菱セメント(株)が発足し、1998年10月秩父小野田(株)と日本セメント(株)が合併して太平洋セメント(株)が発足して現在にいたっている。

2.2.3 生産能力面の改造目標

生産能力面の検討のために、先ずその基礎となる綿陽市地区とその周辺地区の1999年より2018年までの20年間のセメント需要予測を設定した。この需要予測設定に当り、次の点に留意した。すなわち、今後の需要の伸び率の想定と年間1人当りのセメント消費量である。

需要の伸び率は、国家の目標である国内総生産毎年8%の伸びを考慮したと思われる綿陽市重工業局作成の1999年より2005年までの需要予測(本報告書表1.4.3綿陽市セメント需要予測を参照)を1つのケースとして採用した。また、もう1つのケースとして綿陽市重工業局作成の予測では、1999年の予測値を1998年の実績値より9.7%の減としているが、これを1998年と1999年は需要量が同じと想定した。

年間1人当りセメント消費量では、最終的に1,000kgと700kgになる2つのケースについて想定した。国の発展が進み成熟状態になると、セメント消費量はある水準以上には増加しないことが、過去の先進国の例からわかって

いる。

世界各国の例を見ると、比較的国土の狭い国又は地域では年間1人当りの消費量が1,000kgを超すところがある。需要予測の上限として1,000kgのケースを考えた。

一方、より現実的な数値として、700kgを想定した。綿陽市地区は河川も多く、そのための治水、水利工事、道路網の整備、工業地帯の発展拡張など、今後更なるセメント消費の拡大が予測される。従って現在の日本(1996年654kg)及びヨーロッパ諸国などを参考に700kgとした。

この年間1人当りセメント消費量、1,000kgおよび700kgのそれぞれのケースについて、綿陽市重工業局の予測値と1998年と1999年の需要量が同じ数値である2つの場合の需要予測を出した。すなわち、

- 重工業局予測で1,000kg/人・年-----ケース(1)
- 重工業局予測で700kg/人・年-----ケース(2)
- 1998年と1999年が同じ数値で1,000kg/人・年-----ケース(3)
- 1998年と1999年が同じ数値で700kg/人・年-----ケース(4)

の4ケースの需要予測を行った。但しケース(2)の場合は2002年までは重工業局予測と同じとしたが、2003年以降は減少させた。

綿陽市の人口増加率は今後0.6%と予測している。

綿陽市地区以外の現在綿陽市セメントセクター企業より出荷している地域の需要予測は、1998年の出荷実績をベースに各ケース共綿陽市地区と同じ伸び率で算出した。

すなわち綿陽市地区以外での販売シェアは現状のまま推移すると想定した。ただし、2001~2002年稼働開始予定で都江堰に建設中のラージェ社(フランス)の合弁工場の影響を考慮して、2002年より成都での需要予測を年間15万トン削除した。各ケースの需要予測は下記図2.2.1需要予想曲線に示す。

上記の需要予測値と現在のセメントセクター企業の合計年産能力値を比較した。設備の稼働率も90%と80%として、2018年までの供給と需要のバランスを算出し、表2.2.2に示す。

但し、生産能力の中には既に工事に着手し、2000年初めより生産開始する双馬セメント6号ライン(年産30万トン)を加えてある。また直径2.2m以下の立窯規制に伴う減産として、2001年及び2002年にそれぞれ年間15万トンの

削除を考慮した。

表2.2.2に基づいて生産能力不足時に必要な生産ライン増設時期について検討したのが、表2.2.3である。すなわち増設ラインの能力は1ラインについて、クリンカ日産2,000トンの乾式NSP付回転窯の設置を前提とした。これは、年産セメント生産量1ライン68万トンになる。

新規の生産ライン増設に伴う生産様式別セメント生産量の推移をケース(2)の場合について図 2.2.2に示す。

図 2.2.1 セメント需要予想

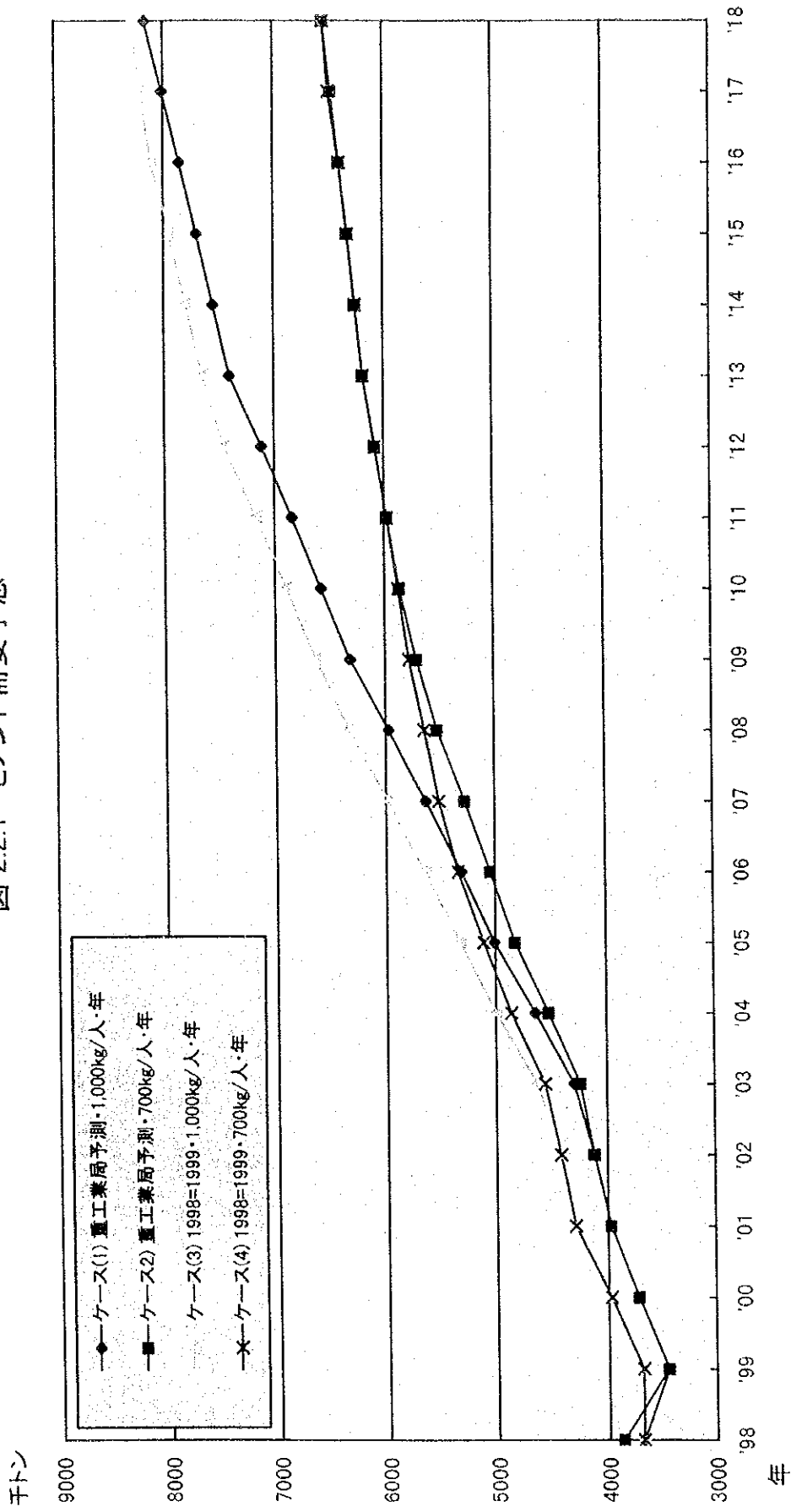


表 2.2.2 需給バランスと必要増設時期

ケース(1) 重工業局予測・1000kg/人・年

単位：千トン

項目	年度		'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
需 要 量	3680	3443	3718	4016	4120	4296	4639	5011	5311	5630	5968	6326	6579	6842	7116	7400	7548	7699	7853	8010	8171			
総 生 産 能 力	4710	4710	5010	4860	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	
生 産 能 力	3768	3768	4008	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	
稼働率80%	4239	4239	4507	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	
稼働率90%	88	325	290	-128	-352	-528	-871	-1243	-1543	-1862	-2220	-2578	-2831	-3094	-3368	-3652	-3800	-3951	-4105	-4262	-4423			
過 産 能	559	796	789	358	119	-57	-400	-772	-1072	-1391	-1729	-2079	-2332	-2595	-2869	-3153	-3301	-3452	-3606	-3763	-3924			
不 足 力																								
増 設 に よ る 生 産 能 力 増 加					*A		*B		*C		*D			*E		*F						*G		
バ ラ ン ス 後	88	325	290	-128	-52	112	109	-77	117	138	120	102	-111	-74	-8	48	229	75	218	439				
稼働率80%	559	796	789	358	419	583	580	394	588	609	591	573	360	397	463	519	700	546	689	910				
稼働率90%																								
増設計画	2,000t/d-cl' <工事期間24ヶ月>																							
初年度	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.8×1.12≒600千t/y-cement																							
2年度以降	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.9×1.12≒680千t/y-cement																							
操業開始	*A	'02年7月																						
	*B	'04年7月																						
	*C	'06年7月																						
	*D	'08年7月																						
	*E	'11年7月																						
	*F	'13年7月																						
	*G	'17年7月																						

表 2.2.2 需給バランスと必要増設時期

ケース(2) 重工業局予測・700kg/人・年

単位：千トン

項目	年度																				
	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
需 要 量	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
総生産能力	3680	3443	3718	4016	4120	4240	4521	4820	5043	5277	5523	5705	5858	5973	6079	6189	6257	6327	6398	6469	6542
稼働率80%	3768	3768	4008	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768
稼働率90%	4239	4239	4507	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239
生産過剰	88	325	290	128	-352	-472	-753	-1052	-1275	-1509	-1755	-1937	-2090	-2205	-2311	-2421	-2489	-2559	-2630	-2701	-2774
生産不足	559	796	789	358	119	-1	-282	-581	-804	-1038	-1284	-1466	-1619	-1734	-1840	-1950	-2018	-2088	-2159	-2230	-2303
増設による 生産能力増加					*A			*B			*C			*D							
バランス 増減 前後	88	325	290	-128	-52	168	-73	-72	45	-149	-95	63	-50	135	319	299	231	161	90	19	-54
需 要 量	559	796	787	358	419	639	398	399	516	322	376	534	421	609	840	770	692	632	561	490	417
増設計画	2,000t/d-cl' <工事期間24ヶ月>																				
初年度	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.8×1.12=600千t/y-cement																				
2年度以降	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.9×1.12=680千t/y-cement																				
稼働率80%	*A '02年7月																				
稼働率90%	*B '05年7月																				
需 要 量	*C '08年7月																				
増設計画	*D '11年7月																				

表 2.2.2 需給バランスと必要増設時期

ケース(3) 1998=1999・1000kg/人・年

単位：千トン

項目	年度		'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
	需 要 量	0	1	3680	3974	4292	4419	4618	4988	5315	5634	5972	6330	6620	6885	7160	7446	7638	7791	7947	8106	8202	8286
総生産能力	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
生産能力	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768
稼働率80%	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239
稼働率90%	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
生産過不足力	559	559	559	536	82	-180	-379	-749	-1076	-1395	-1733	-2091	-2381	-2648	-2921	-3207	-3399	-3552	-3708	-3867	-3963	-4033	
増設による生産能力増加						*A		*B	*C	*D	*E					*F					*G		
バランス前後	88	88	88	34	-404	-51	-170	60	-187	94	-200	78	-132	204	8	28	170	57	4080	4080	4380	4720	4760
増減後	559	559	559	534	82	420	301	531	284	565	271	549	339	673	479	499	641	528	372	463	757	727	
増設計画	2,000t/d-cl' <工事期間24ヶ月>																						
初年度	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.8×1.12=600千t/y-cement																						
2年度以降	[2,000t/d×(365d-30d)]×0.9×1.12=680千t/y-cement																						
稼働率80%	稼働開始																						
稼働率90%	*A '02年1月 *B '04年1月 *C '06年1月 *D '08年1月 *E '10年1月 *F '12年7月 *G '16年7月																						

表 2.2.2 需給バランスと必要増設時期

ケース(4) 1998=1999・700kg/人・年

単位：千トン

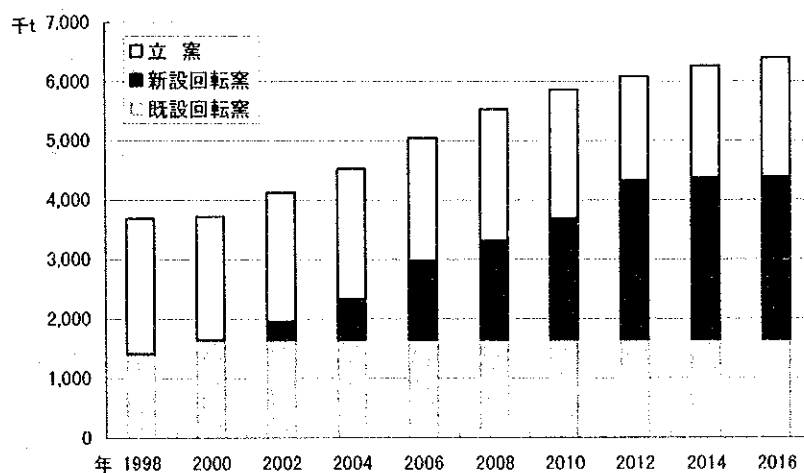
項目	年度	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
		需 要 量	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
総生産能力		3680	3680	3974	4292	4419	4557	4856	5107	5342	5513	5638	5770	5869	5972	6079	6189	6257	6327	6398	6489	6542
稼働率80%		4710	4710	5010	4860	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
稼働率90%		3768	3768	4008	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768
生産能力過不足		4239	4239	4507	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239
稼働率80%		88	88	34	-404	-651	-789	-1088	-1339	-1574	-1745	-1870	-2002	-2121	-2224	-2331	-2441	-2509	-2579	-2650	-2721	-2794
稼働率90%		559	559	535	82	-180	-318	-617	-867	-1103	-1274	-1399	-1531	-1650	-1753	-1860	-1970	-2038	-2108	-2179	-2250	-2323
増設による生産能力増加						*A		*B			*C				*D							
増減後の入		88	88	34	-404	-51	-109	-108	-19	-214	-85	130	38	-81	116	349	279	211	141	70	-1	-74
入		559	559	535	82	420	362	363	453	257	386	601	509	390	587	820	750	682	612	541	470	397
増設計画		2,000t/d-cl' <工事期間24ヶ月>																				
初年度		[2,000t/d × (365d-30d)] × 0.8 × 1.12 = 600千ty-cement																				
2年度以降		[2,000t/d × (365d-30d)] × 0.9 × 1.12 = 680千ty-cement																				
稼働開始		*A '02年1月 *B '04年7月 *C '07年7月 *D '11年7月																				

表 2.2.3 所要増設セメント生産ライン

ケース	生産ライン数	操業開始時期
ケース(1)	7	2002年7月
		2004年7月
		2006年7月
		2008年7月
		2011年7月
		2013年7月
		2017年7月
ケース(2)	4	2002年7月
		2005年7月
		2008年7月
		2011年7月
ケース(3)	7	2002年1月
		2004年1月
		2006年1月
		2008年1月
		2010年1月
		2012年7月
		2016年7月
ケース(4)	4	2002年1月
		2004年7月
		2007年7月
		2011年7月

ケース(2)について新設予定生産ライン(新設回転窯)、既設回転窯、既設立窯の様式別生産量推移予測は下図の如くなる。

図 2.2.2 様式別生産量推移予測



2.3 セメント分野振興の方策と重点課題

2.3.1 方策

綿陽市セメントセクター振興のためには、前項2.2で述べた対策が必要となるが、このためには現在ある設備の改善・整備を行い、稼働率の向上、時産能力のアップ及び環境改善を行うことが先ず必要となる。

調査団は2回に亘る現地調査において、双馬セメント、浮山セメント及びセクター企業の18工場について、工場調査・診断を行って既存設備の改善については、関係者に提案してきた。また双馬セメント、浮山セメントについては、中間報告書及びそれぞれの工場の最終報告書にて報告している。その他のセメントセクター企業については、最終報告書の第II編の4及び5で報告した通りである。

一方需要増に対処するために必要なセメント生産ラインの増設は、前項2.2.1及び2.2.2で述べた如くであるが、増設する生産ラインの様式、設備能力については、クリンカ日産2,000トンのNSP回転窯(窯外分解炉付乾式回転窯)方式を採用している。現在世界で最も先進的な生産方式であるこのNSP回転窯方式は、中央政府及び綿陽市政府も今後重点的に採用して行く方針を打ち出している。また世界的に見ても新設・増設の生産ラインは殆どこの方式であり、他の方式はごく特殊なケースを除いて採用されていない。技術的見地からしても、この方式は他の方式に比べて省エネルギー、省力化、長期連続安定運転の確保、高品質セメントの生産、環境の改善等において格段に優れている。

ここでNSP回転窯方式と現在双馬セメントで使用され、更にNo.6生産ラインとして増設工事が進められている湿式回転窯方式について、具体的に比較して見る。

NSP回転窯方式のコストを湿式回転窯方式のそれと比較するとセメント1トン当り5元高くなる。その内訳は湿式回転窯方式に対して、燃料費 -17元、電力費 -8元、減価償却費 +16元、支払利息 +14元である。

しかしながら今後、石炭及び鉄道運賃等輸送費は、市場経済が進行するにつれて政府の管掌から徐々に離れてくることが予想され、その結果値上がりが進むものと思われる。一方セメント市場は現在でもほぼ自由競争の様

相を呈しており、セメント販売価格の値上がりは今後、石炭代、輸送費及び電力費のそれより低く推移すると思われる。

従って前期の5元のコスト差は将来縮まり、逆転するものと予想する。

環境面より両方式及び立窯方式を比較して見ると、下記如くなる。

環境汚染のグローバル化の中で、人類に最も深刻な影響を与えるのは、地球温暖化と考えられている。地球温暖化は温室効果ガスによって引き起こされる。この温室効果ガスの90%以上はCO₂ガスであり、エネルギー消費と密接に関連していることがよく分かる。

地球温暖化防止のためには、CO₂ガスを中心とする温室効果ガスの削減が重要になる。

このため、締結国の数が176カ国・地域に及ぶ国連による「気象変動枠組条約」が採択され、1994年3月に発効された。そして、具体的には、締結国は温室効果ガスの排出と吸収の目録作成、温暖化対策の国別計画の策定と実施などが義務として課されることになった。

この条約の不備を是正し、条約を一層効果あらしめる狙いから、締約国会議がその後ベルリン、ジュネーブ、京都で開かれている。

このようにCO₂ガス排出は、今や大きな世界的問題となり、各国共何らかの対策をとるよう迫られている。

セメント工業も多量のCO₂ガスを排出する工業である。排出源はセメントクリンカ焼成時に原料からのものと、焼成時などに使用する石炭等燃料から発生するものと、工場で使用する電力の発電時に発生するものである。原料から発生するCO₂ガス量はどの製造様式でもほぼ同じで、約500kg/t-セメントである。

焼成時等と発電時の燃料から発生する各製造様式別CO₂ガス量は下記の如くなる。

様式別	使用熱量 (kcal/kg-cl)	使用電力量 (kWh/t-cement)	CO ₂ ガス発生量 (kg/t-cement)
立窯	1,200	115	530
湿式	1,450	110	620
NSP	750	90	350

これによれば、NSP回転窯方式と湿式回転窯方式のCO₂ガス発生量の差は、

270kg/t-セメントである。これは新しく増設する生産ラインの年間セメント生産量を68万トンとした場合、その差は年間18.4万トンになる。これを炭素換算すれば、5万トンになる。1994年における中国国民年間1人当りのCO₂ガス発生量の炭素換算値が700kgであるので、この5万トンという数値は決して小さいものではない。

SO_xガス排出についても、NSP回転窯方式の方が湿式回転窯方式に比べて使用熱量が約1/2であることと、サスペンションプレヒータ内でのSO_xガスの原料への吸着率が高いので、SO_xガス排出量は湿式回転窯方式の1/2以下になる。

更に現在は行われていないが、将来規制されると予測されるNO_xガス排出についてもNSP回転窯方式の方が湿式回転窯方式に比べて使用熱量が約1/2であること、燃焼の40～60%が行われるサスペンションプレヒータ側(仮焼炉)での燃焼温度が高くないためNO_xガスが仮焼炉ではほとんど発生しないことにより、NO_xガス排出量は湿式回転窯方式の約1/4となる。

以上の理由により新たに増設する生産ラインは、NSP回転窯方式にすべきである。

設備規模で日産2,000トンのクリンカ生産ライン(セメントでは年産68万トン)は、中国での設備製造能力を考慮した。すなわち現在中国では、クリンカ日産2,000トンぐらいまでのセメント製造設備はNSP回転窯方式でも、一部計測装置、制御装置などを除いて殆ど国内で製造できる。このことは、設備を輸入することに比べ設備費が場合によっては、2/3以下にでき、建設コストが大巾に低減できる。国内産設備の品質も徐々に改善されつつあり、今後、割合早い時期に国際水準に達することが期待できる。

国際的に見れば、東南アジア諸国、中近東諸国を中心にクリンカ日産4,000トン、8,000トンクラスの生産ラインが次々に新設されており、10,000トンクラスも運転に入っている。

綿陽市のセメントセクターにおいても、将来中国での設備製造など条件が整えば、2,000トンラインに拘ることなく、更に大型生産ラインを設置する可能性は十分ある。スケールアップ効果を考えれば設備の大型化は出来るだけ推進すべきである。

日産2,000トンのクリンカ生産ラインを建設するためには、513,000千円の建設費が必要である。これは、クリンカ年産1トン当り850元、セメント年産1トン当り750元に相当する。

設備及び投資額については本章2.7項で記述する。

増設する生産ラインの設置場所については、現在のセメントセクター各企業の企業規模、経営内容、技術力、資金調達力などを考えれば、双馬セメントが圧倒的に優位な立場にあるので、表2.2.3にあるスケジュールでラインA及びBは双馬セメントまたはそのグループが江油市地区などに設置するのが良いと思われる。

ラインC及びDについては、双馬セメントまたはそのグループの長期に亘る極端な寡占を防止し、地域のことも考えて、浮山セメントまたはそのグループが安県地区に設置するのが良いと思われる。

それ以降については、その時点の状況を考慮して設置すれば良い。

2.3.2 重点課題

綿陽市セメント分野の振興のために取り組むべき重点課題としては、次のことが上げられる。

(1) 構造調整の推進

中央政府及び綿陽市政府がはっきり出している構造調整構想は、セメントセクターを近代化し、振興させるための重要な第一歩である。これが方針通り行われるか否かは、将来の振興策の進展に大きく影響する。

このため市政府の強力な指導力の発揮が必要となる。またセクター企業の将来に対する確かな洞察力も欠かせない。このためには、両者は将来に対する危機感を持って着実な構造調整を進める必要がある。少なくとも方針に基づいて閉鎖した工場及び設備は、再び操業できないように処置すべきである。

このためには、市政府等による閉鎖した工場、設備に対する補償が必要であろう。

(2) 設備の改善、操業率の向上

上記政府方針によって淘汰されない工場、既設設備については設備の改善を進め、操業率の向上を図るべきである。各工場は操業率をここ数年の内に80%以上にすべきである。また環境改善にも注力すべきである。

セメントセクター企業の間で活発な技術交流を行い、設備及び運転の改善を進めることも重要である。

(3) 管理の改善

各企業で各種の管理が実施されているが、総じて従業員を細かく規定された枠内にはめ込むタイプの管理が行われている。言い換えれば後向きの管理のように思われる。これでは従業員の持っている能力をフルに発揮させることは出来ない。設備を改善し、運転をスムーズにし、労働生産性を向上させるには、各人の能力を十分に発揮させなければならない。このためには、各人の自主性を重視した管理が不可欠と思われる。従業員の自主性を重視した小集団活動、例えばQCサークル活動などの積極的導入が必要である。

(4) セメントマーケットの安定化

現在のように需要量の変動によって、販売価格が大巾に変動するような状況では、セメントセクターの健全な発展は望めない。これは各企業が勝手に生産、販売を行っているためである。これを防ぐためには、2.1.1で述べた如くセクター企業のグループ化、最終的には統合により数社まで企業数を減ずることが必要である。

グループ化することにより、グループごとの共同販売が実現すれば過当競争がなくなり、市場は安定し適正な利益を上げることが可能になる。また流通の共同化による輸送コストの節減、原燃料・材料の共同購入による生産コストの低減が期待できる。グループ化及び統合に当っては、市政府の強力な指導力と、一方企業側の前向きな取組みが不可欠である。

(5) 設備増強の適時実施

2.2.2で述べた如く、需要増に対応するために、生産ラインのタイミング良い増設が必要となる。本報告書で述べるスケジュールはあくまで需要予測に基づいたモデルである。実際には需要は大きく変動するであろうし、予測通りにはいかないのが通常である。このため多額の投資を必要とする設備の増強は、タイミング良く行わないと大きな損失を出す恐れがある。セメント生産ラインの建設には準備期間を含めて30数ヶ月ぐらいかかることも考慮して着工時期の的確な判断が必要とされる。

セメント生産ラインの設計に当っては、従来 of 如く設計院に全て委託するのではなく、関係セクター企業が有する設備を運転・保守する使用者としての経験を十分設計に折り込み、調和のとれた運転しやすい設備にすべきである。

(6) 資金の調達

既設設備の改造及び新規生産ラインの増設のためには、多くの資金が必要となる。

現状ではセメントセクターの各企業は、双馬セメントなどごく一部の企業を除いて、これら資金の調達は全くできない状況である。双馬セメントといえども生産ライン増設のための資金調達を自分で完全に行うことは不可能であろう。

このためセクター振興を推進するための資金の調達のために、中央政府、省政府、市政府による低利資金の融資、税制面での優遇などの援助が不可欠である。

現在の政府の方針は資金面では、自己調達が原則で、外資導入、国内企業による投資、銀行融資に頼るとしているが、これでは振興策の円滑な推進はできない。

一方各企業側としては当然企業体質、特に財務体質を強化して、資金の調達が出来るだけ容易になるよう最大限の自助努力が必要であることは云うまでもない。政府の支援に頼るだけでは資金問題は解決しない。

(7) 技術力の向上

現状の綿陽市セメントセクター各企業の技術力では、NSP回転窯ラインの運転及び設備管理は十分できない。湿式生産ラインについては、双馬セメントを中心に十分な経験と技術はあるが、新しい乾式ラインについては殆どない。従って、早急に新しい乾式ラインについての技術を習得せねばならない。このために中国国内で既にNSP回転窯ラインを運転している企業における長期間の研修など組織された教育・訓練が急務である。

2.4 生産工程の振興

本章においては現在最も先進的であると思われるセメント生産設備及び工程について記述する。

2.4.1 生産工程概要

セメント生産工程は乾式法とし、焼成装置はNSP(New Suspension Preheater)付回転窯(ロータリキルン)方式とする。そして全工程は次の4工程に大別される。

- (1) 原料調合・粉砕・混合する原料工程(原料調合乾燥粉砕設備)
- (2) 調合粉末原料をキルンに送入し高温に熱して化学反応を起こさせ、クリンカ鉱物を生成しクーラで冷却する焼成工程(焼成設備)
- (3) クリンカに石膏と混合材を加えて微粉砕する製品工程(セメント粉砕設備)
- (4) 粉砕されサイロに貯蔵されたセメントをバラあるいは袋詰めにして出荷する出荷工程(出荷設備)

原料粉砕工程には縦型ミルを採用し、システムの簡素化、品質の安定化及び低動力コストの運転を目指す。

また原料の乾燥熱源はNSPからの排ガスを利用する。

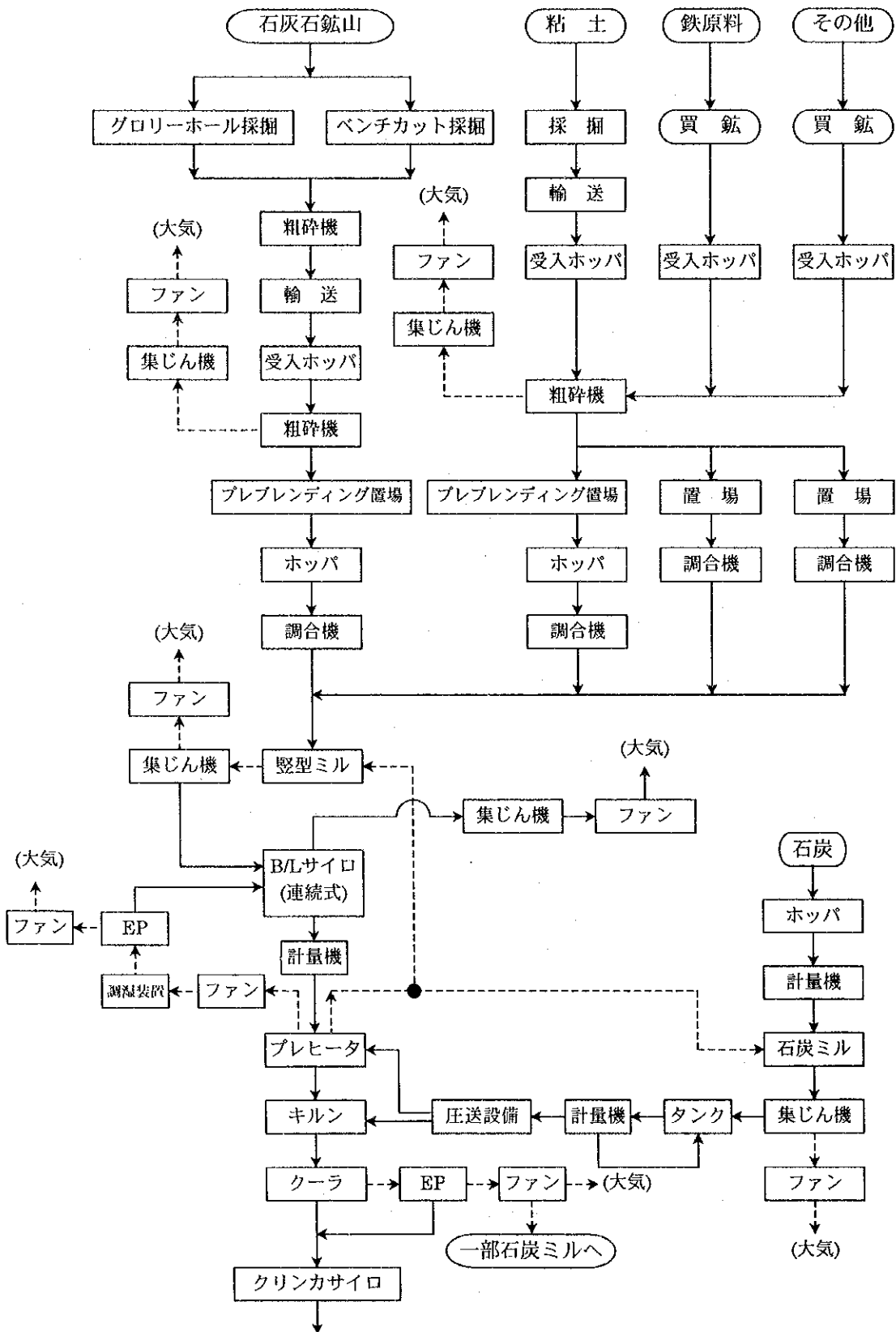
NSP付ロータリキルンはサスペンションプレヒータとキルンとの間にバーナーを持った仮焼炉(窯外分解炉)を設けて、原料中の石灰石の分解度を80～90%まで高める。

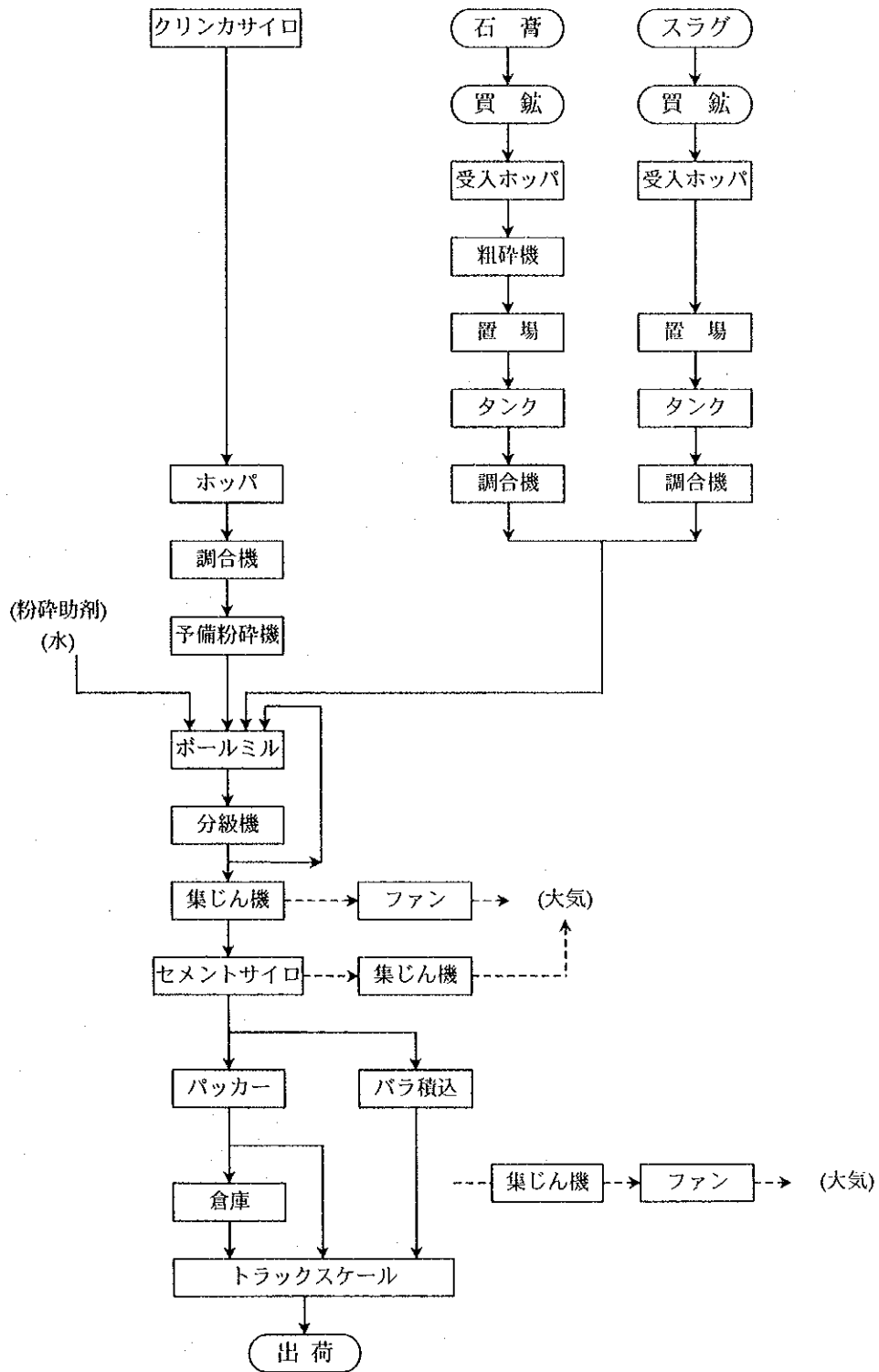
また、クーラからの抽気を燃焼空気として使い、仮焼炉で燃料全体の40～60%を燃焼させ、残りの60～40%をロータリキルンにて燃焼させるようにする。

石炭粉砕工程は、縦型ミルで行い、乾燥熱源はクリンカクーラの排ガスまたはNSPからの排ガスを利用する。

セメント粉砕工程には、縦型ミル式の予備粉砕機とボールミルを組合わせた閉回路システムとする。分級機は高効率セパレータを採用し、品質改善を容易にし、更に広範囲の品質のセメントが生産できるものとする。

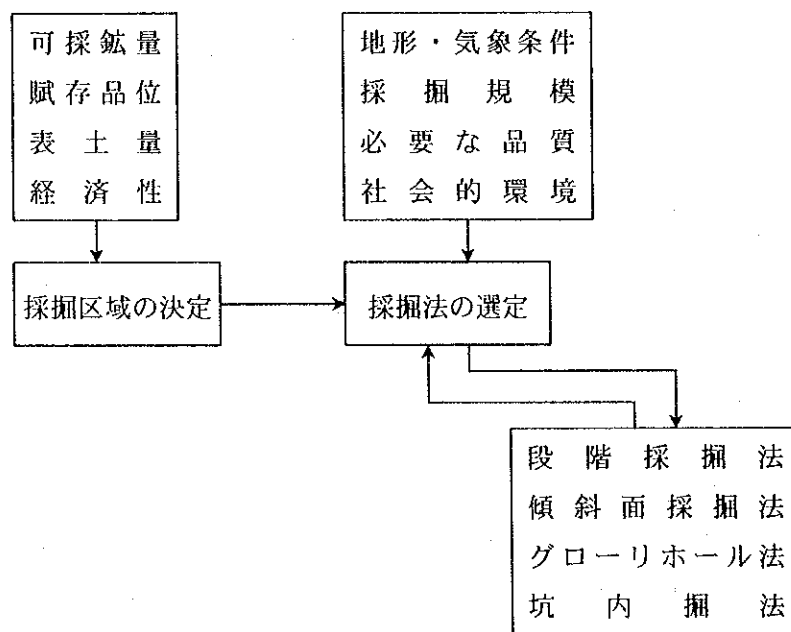
生産工程の概要を次の通り示す。





2.4.2 鋳山

一般に鋳床の採掘方式は、鋳床の賦存状態を含めた地質条件によって決められるため、ここでは次の採掘の選択手順は以下となるが、生産量が増大するため段階採掘が主流となり条件によりグローリーホール法を組み合わせる。



2.4.3 原料受入

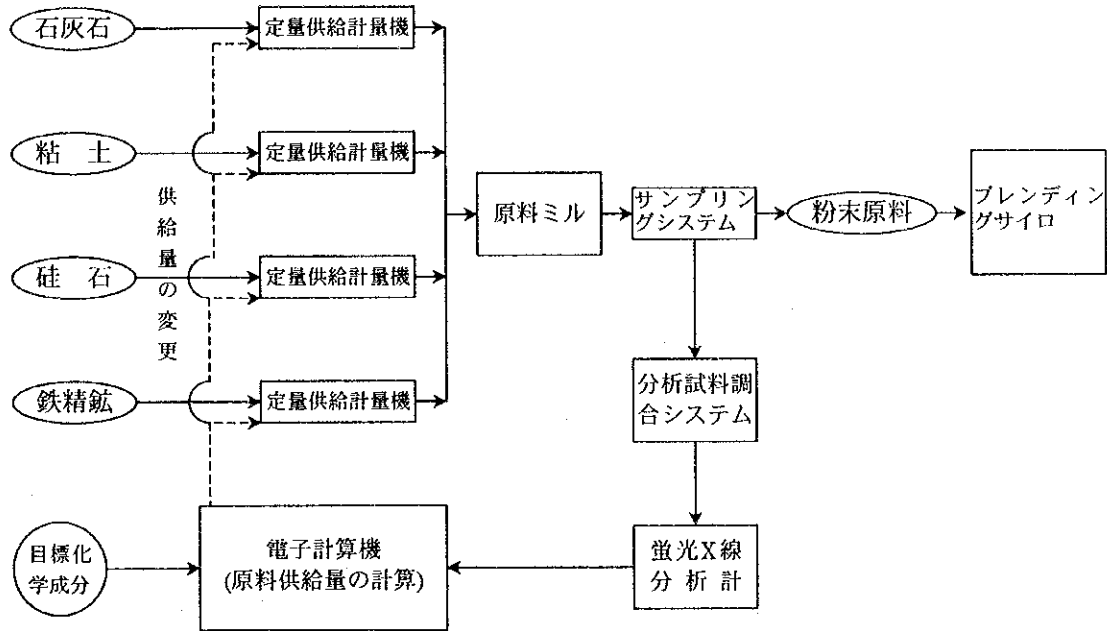
- (1) 石灰石及び粘土は2次粗砕機にかけられた後に、置場(粘土は屋根付)に貯蔵される。

これら天然に賦存する原料の成分は、均質なものとは限らないため、調合及び粉砕前に塊粒状態で均斉化する。従って置場はスタッカ、リクレーマーを設置し、一般的な層積直交切出し方式によって、プレブレンディング効果を達成する。

- (2) 原料調合工程では、電子計算機を使用した自動制御方式を計画する。原料部門における計算機制御の基本は、ミル出口原料の化学分析結果より、各原料の原料ミルへの供給量を電子計算機により制御することである。つまり化学分析を蛍光X線分析計により測定し、各原料の供給

量の設定を自動化するのである。(図2.4.1に計算機制御による原料調合システムの極く簡単なフローシートを示す。)

図-2.4.1 計算機制御による原料調合システム



2.4.4 原料粉碎系統

原料の乾燥粉碎工程では堅型ミルが使用される。

ボールミルを使った閉回路粉碎システムに比較して、堅型ミルシステムの有利な点は、粉碎効率が良く、同時乾燥能力も大きいことである。

更に、同じ粉末度に粉碎する場合、堅型ミルの所要動力はボールミルの約40～50%である。堅型ミルは粉碎物をエアースエプトするため多量の熱風が必要である。従ってミル循環ファンの仕様が大型化してくるが、システム全体としての所要動力消費は、ボールミル系より20～30%節約される。

(1) 縦型ミルの特徴

ボールミルと比較して、縦型ミルの特徴として下記が上げられる。

- ① 消費動力が少ない。
- ② 設置場所が狭い。
- ③ 送入原料粒度が大きくてもよい(50~70mmまで可能)従って予備破碎コストを節約できる。
- ④ 原料乾燥には、あらゆる熱ガスが使用できる。ミルからの排ガスを循環させてガスの顕熱も再利用できる。
- ⑤ 熱風を粉碎物のエアースエプトに使っているため、効率の良い乾燥が同時におこなわれる。
- ⑥ 騒音が低い。

(2) 縦型ミルの優位性について

縦型ミルのコスト面における比較をボールミルとする。下記項目について縦型ミルを基準にして比較したものである。性能面以外にもこれらの点で優位性があり、近代化計画に採用する理由でもある。

表 2.4.1 縦型ミルとボールミルの比較

項 目	ボールミル	縦型ミル
コスト；総合計 ¥・\$での比率	95~105	100
動力原単位 kWh/tでの比率	120~130	100
必要な面積 m ² での比率	140	100
建物・基礎 m ³ での比率	130	100

(3) ブレンディング(B/L)サイロ

キルンにおいて安定した焼成を行うために、またクリンカ品質を向上させるにはキルン系に送入する窯入原料の化学成分をできるだけ均斉化することが必要である。

エアーブレンディング装置は容量数百トンから数千トンのサイロの底部に

エアレーションユニットを敷き詰め、このユニット群を4つまたはそれ以上のセクションに分けて、高圧空気を1つのセクションに供給し、残りのセクションには低圧空気を供給する。一定時間ごとに高圧空気を供給するセクションを切替えて、粉末原料の浮遊化、流動化により化学成分の均斉化を図る装置である。

サイロの使用方法によりバッチ式と連続式がある。

2.4.5 焼成系統

近代的なセメント製造設備の焼成部門に要求される事項は、

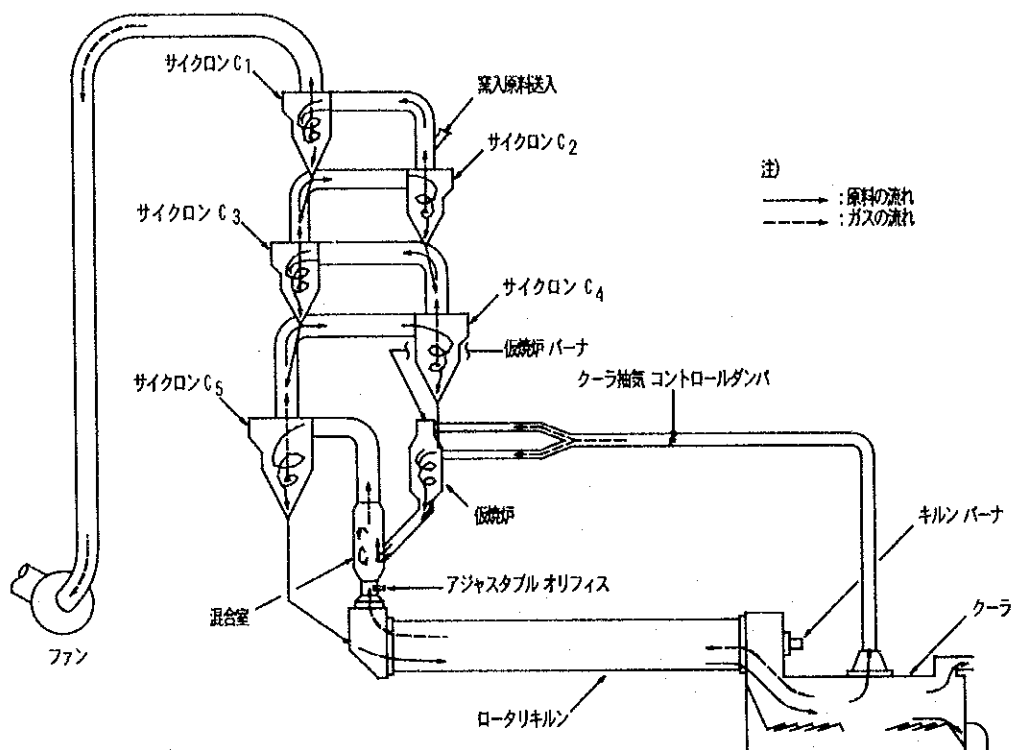
- (a) クリンカ焼成に必要な燃料消費量が少ないこと。
- (b) 大容量の設備が可能なこと。
- (c) 故障発生が少なく長期連続安定運転が可能なこと。
- (d) 良質なクリンカの生産ができること。
- (e) 製造コストが安いこと。
- (f) 大気汚染の規制から、NO_x及びSO_xの発生が少ないこと。

上記項目を考慮するとNSP(New Suspension Preheater)キルン方式が最適となる。

(1) NSPキルン

NSPキルンには種々のタイプのものがあるが、クーラ抽気熱風空気だけを用いて燃料を仮焼炉で燃焼させた後、キルン排ガスと混合させる分離型仮焼炉と、キルン排ガスとクーラ抽気を混合して燃料を仮焼炉で燃焼させる混合型仮焼炉に大別できる。その代表的なものとしてRSPがあり、以下のフローとなっている。

図2.4.2 RSP工程



一般的にNSPキルンの使用熱量は、1980年代には約800kcal/kg-cl'あったものが、1990年代及び今日に至っては、約710kcal/kg-cl'位まで年々漸減してきている。

これらは、サイクロン段数の増加(5段、6段)や設備改善の結果である。また自動車タイヤ及び廃棄物や燃料分を含む副原料の使用も出来、熱量低下に寄与している。このことは公共の廃棄物処理機能も有している設備であるとも言える。

またNSPキルンはキルンでの燃料の焚き量が減少できるので、SPキルンに較べてもNOxによる大気汚染を軽減できる。一方仮焼炉は減量中の石灰石が分解する時多量の熱量を吸収するので、仮焼炉内の温度は、1,200℃を超えることはない。すなわち、仮焼炉は低温燃焼であり、NOxの発生を下げる効果も生み出しているのである。

(2) 石炭粉砕燃焼設備

NSPキルンの石炭の粉砕燃焼設備は、石炭バーナ、石炭の乾燥・粉砕機、集じん機、ファン、石炭供給機、石炭ビン、粉炭ビン、計量機及び輸送機から構成されている。

粉砕機は堅型ミルを採用すれば、所要動力原単位の低減ができる。石炭の乾燥用熱源は、NSPキルンからの排ガス及びクリンカクーラから排出される高温空気を利用することにする。

(3) クリンカクーラ

クリンカクーラはキルンより排出される高温クリンカを冷却すると共に、燃焼用2次空気を加熱してキルンの熱経済性を向上させることを目的とする熱交換器である。また良質のクリンカを生産するためには、クリンカを十分に焼成するばかりでなく、クリンカクーラでクリンカを急冷する必要がある。

近代化計画では、グレート式クーラを採用すれば、NSPキルン燃焼システムの燃焼効率の向上に寄与する。

グレートクーラはスリットを有するグレートプレートと、高圧空気を送る送風機及びクリンカ移送用の駆動部より成立っている。冷却用高圧空気は、グレートプレートのスリットを通り抜け、赤熱クリンカと熱交換する。この間空気はクリンカとの熱交換により高温度となり、燃焼用2次空気として利用され、残りの熱気もNSPキルンでは仮焼炉の燃焼空気などに利用される。

2.4.6 セメント粉砕系統

(1) ボールミルを使った粉砕システムは、開回路方式と閉回路方式の2つに大別できる。

一般に開回路で粉砕されたセメントの品質は、閉回路のセメントより劣っている。従って、分級機の発展に伴い開回路ミルが粉砕能力の向上、ミル動力の低下、セメントの品質向上を図るため閉回路方式へ改造されてきた、現在では、高効率エアセパレータ付きの閉回路粉砕方式が多くなっている。

更に閉回路方式では、分級機の調節により種々の品質のセメントが製造できる。これらの利点があるので閉回路方式は複雑でやや高価になるが、近代化計画に採用されねばならない。

合わせて閉回路方式の建設コスト及び運転コスト低減の面から、また高効率粉碎を達成するため、ボールミルに予備粉碎機を設置する。予備粉碎機付閉回路粉碎である。

なお、予備粉碎機はロールプレス型と縦型ミル型の2種類があるが、日常メンテナンスの容易さ及びメンテナンスコストが低い縦型ミル型の採用を勧める。

(2) 予備粉碎機付閉回路方式

縦型ミルを予備粉碎機として採用した本システムの概略フロー図は下記の通りである。

被粉碎物(クリンカ、石膏、スラグなど)は、各々貯蔵タンクより切り出され定量計量供給機にて計量後、クリンカは、予備粉碎ミルへ、混合材(石膏、スラグなど)は直接ボールミルへ投入される。

予備粉碎機にて予備粉碎されたクリンカは、ボールミルへ供給され、仕上げ粉碎が行われる。ボールミルでは、ボール径の適正化などの改善を行うことによって、粉碎効率を上げ、全体的システムの動力低減に寄与する。

