

## 第3章 結論と勧告

### 3.1 結論

双馬セメントの近代化計画を作成するために、3回に亘り現地調査を実施し、現状把握と情報の収集を行った。その結果を分析して、本報告書で前述した如く計画案を作成した。また振興策の作成に当り、既存設備の有効利用にも重点を置き、且つ最も効果的に近代化を進めることを念頭に置いた。

双馬セメントは、現在綿陽市セメントセクター企業の中で、年間セメント生産能力130万トンの最大企業であり(2番目は20万トン)、525セメントの販売を核に販売面でも圧倒的な強さを持っている。経営基盤も安定し技術力もセメントセクター内では抜きん出ている。このように飛びぬけた存在の双馬セメントではあるが、その近代化を推進するためには、双馬セメント自身で独自に進めて行くわけにはいかない。すなわち綿陽市セメント分野振興策の枠内で近代化を進めて行くべきである。もし双馬セメントがその強い力を背景に他の企業を無視して近代化を行えば、綿陽市地区のセメント市場において、極端な寡占となり、健全なセメント分野の振興は望めない。

綿陽市のセメント分野を近代化し振興を図るには、実施しなければならない2つの主要課題がある。すなわちセクター企業の体質を近代化し、強化して行くための「構造調整」と将来の需要増に対処するための「設備増強」である。

双馬セメントは、この2つの課題実施の中で主導的役割を果たすべきである。そのためには、本報告書で提起した近代化計画を着実に実施して行くことが肝要である。

#### <セメント分野振興策の基本構想>

綿陽市セメント分野が現在抱えている問題は次ぎの通りである。

小さな企業が分散しており、総数約50工場の内、年産能力10万トン以下の工場が30以上あり、市場の競争が激しい。

- 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工場がある。  
補機設備も不備である。
- 回転窯で生産するセメントが全体の40%強しかない。残りは立窯で生産されている。
- 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、多数の企業が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。

これら問題を解決するために、中国政府及び綿陽市政府は基本政策を立てている。今回の振興策の作成に当っては、これらも十分考慮に入れた。

上記問題点を解決し、セメント分野を近代化し振興を図るには、実施しなければならない2つの主要な課題がある。すなわち、セクター企業の体質を近代化し、強化して行くための「構造調整」と将来の需要増に対処するための「設備増強」である。

#### (1) 構造調整

構造調整は3つの段階を通して進めることとした。そして最終的には綿陽市セメントセクターを構成する企業数を双馬セメントを含めた2～3社にし、近代的企業の実現を図り、セメント市場を安定化し、セメント分野を振興させる。

##### (a) 第1段階(短期)(1999年～2003年)

本段階では現在ある個々の企業の強化を図る。すなわち設備を改善、工程と品質の安定化、設備稼働率の向上などを通して企業の体質の強化を図る。一方これが出来ない企業は淘汰する。市政府の方針に沿って径2.2m以下の立窯は閉鎖する。

(b) 第2段階(中期)(2004年～2008年)

第1段階で体質が強化された企業を双馬セメントを含めて2～3のグループ化する。すなわちセメント市場のより安定化と企業体質の更なる強化を図る。グループ化してグループ内各企業は、セメント販売の共同化、原燃料・資材の共同購買、人の交流、技術の交流などを進める。そして次段階の統合化への道を開く。

(c) 第3段階(長期)(2008年以降)

前段階でグループ化した企業群は、本段階ではグループを企業に発展させ、セメント分野を双馬セメントを含めた2～3社の企業に集約する。このことにより強力で近代化された企業が実現し、セメント分野の振興が図れる。

上記3段階の構造調整を進めるためには、双馬セメントは本報告書で提起した生産工程、生産管理及び財務管理の改善と近代化を実施する必要がある。

(2) 設備増強

綿陽市重工業局の需要予測によれば、1999年は前年に比べて9.7%の減少となるが(大型工事が終了するため)、2000年以降は前年比8%の伸び率で2005年まで増加するとしている。その後の予測は出していない。

もう1つのケースとして1999年の需要は前年と同じ量である場合も考えた。一方年間1人当りのセメント需要は、世界の先進国の例から見て、ある水準以上には増加しないことがはっきりしている。このことから、綿陽市の場合も同じことに将来なるであろうと考え、この数値が1,000kg/人・年と700kg/人・年の2つのケースについて予測した。これらより次ぎの4つのケースについて需要予測を行った。

- 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)

この4ケースについて今後20年間の需要予測を作成した。そして生産能力の不足分に対する増設について検討した。それに基づいて日産クリンカ2,000トンの生産ライン(年間セメント生産量では68万トン)の必要増設ライン数を算出すると、ケース(1)とケース(3)では7ライン、ケース(2)とケース(4)では4ラインであり、早いもので2002年1月から最初の生産ラインの操業開始をしなければならない。その後2~3年毎に1ラインずつ操業開始して行かねばならない。

上記4つのケースの内最も現実的と考えられるのは、ケース(2)である。この場合は、4ラインの増設が必要であり、操業開始はそれぞれ2002年7月、2005年7月、2008年7月及び2011年7月となる。

増設生産ラインの様式は、NSP(窯外分解炉付)回転窯方式にすべきである。すなわち、現在双馬セメントで使用されている湿式回転窯方式と比較して、投資額はNSP 513百万元と湿式324百万元の差はあるが、使用熱量はNSPが湿式の約1/2、使用電力量は80%で済み、投資額の減価償却費、支払金利なども考えた費用の差は、NSPが湿式よりセメント1トン当たり5元高いだけである。また将来の石炭、輸送費、電力費などの値上がりを考えれば、その差は縮まるであろうし、逆転もあり得る。

セメント販売価格を1トン300元、金利を7%(投資額の70%を借入金とする)とすれば、NSPの場合内部収益率が12.86%、ROEが18.9%、投資回収期間が6.1年である。湿式の16.74%、31.9%、4.9年に比べれば劣るかもしれないが、これは税引後の数字であるから良い投資である。

NSP方式は他の様式に比べてCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>ガスの排出量が少なくなり、環境の面からも望ましい方式である。

中央政府、綿陽市政府もこのNSP方式の普及を、省エネ、環境改善、設備の効率化の面から目指している。

新規に増設する生産ラインの能力については、現在の中国でのセメント生産設備の製造能力からして、日産クリンカ2,000トンのNSP方式の設備が殆ど中国で国産出来、安価になるということで、日産2,000トンのラインとした。もちろん将来もっと大型の設備、例えば日産4,000トン、6,000トン等が十分国産出来るようになれば、大型生産ラインの方がスケールメリットがあり望ましい。

増設生産ラインの設置場所としては、原料資源調査など更に詳細な調査が必要であるが、現状からして最初のラインは双馬セメントに設置するのが

適当である。

### 3.2 勸告

双馬セメントの近代化計画の実施に当たり、次の点に留意して取組むことを勧める。

- (1) セメント分野及びそれを構成する企業の構造調整に当っては、市政府の強力な指導力と各企業の将来に対する確かな洞察力と理解が是非必要である。このためには、市政府と双馬セメントを中心とする企業の幹部がよく話し合い、相互理解することと正確な情報の確保が不可欠となる。このために両者が一堂に会して話し合うセメントセクター近代化委員会を至急設置することが有効である。
- (2) 設備の改善、品質の改善、操業率の向上はできるだけ早く効率的に進めるべきである。また、双馬セメントは綿陽市セメント分野振興のため、積極的に各企業と技術的交流をし、必要に応じて指導すべきである。
- (3) 管理の近代化のために、従業員の自主性を重視して管理を行うのが効果的である。
- (4) セメントマーケットの安定化は、セメント分野の振興には欠かせない。過当競争をなくするためには、前述した双馬セメントを含めたグループ化による共同販売、流通機構の共同化が有効である。最終的にはグループから近代的大企業に移行させるのが良い。但し健全な市場競争のためには、1社による極端な寡占は避けなければならない。
- (5) 新しいセメント生産ラインの増設は、実際の需給関係と、詳細で正確な需要予測に基づいてタイミングよく行うべきである。  
また設備はあくまでも双馬セメントの立場を考慮したものにし、従来の如く設計院に設計を全面的に任せてしまうことは避けるべきである。
- (6) 資金の調達に当っては、広く資金源を検討し、最も有利な資金の融資を受けるべきである。双馬セメント自体での全資金の調達は不可能と

られるので、中央政府、綿陽市政府の強力な支援が必要である。すなわち政府による低利資金の融資、新設備、特に先進的設備の導入時の税制優遇などが必要である。

一方双馬セメントとしては当然企業体質、特に財務体質を更に強化して、資金の調達が出来た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言うまでもない。政府の支援に頼るだけでは資金問題は解決しない。

- (7) 現状の双馬セメントの技術力では、NSP回転窯ラインの運転及び設備管理は十分出来ないと思われる。早急にNSP方式についての技術の習得が必要である。このためには早急に教育の訓練を始めることが必要である。

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

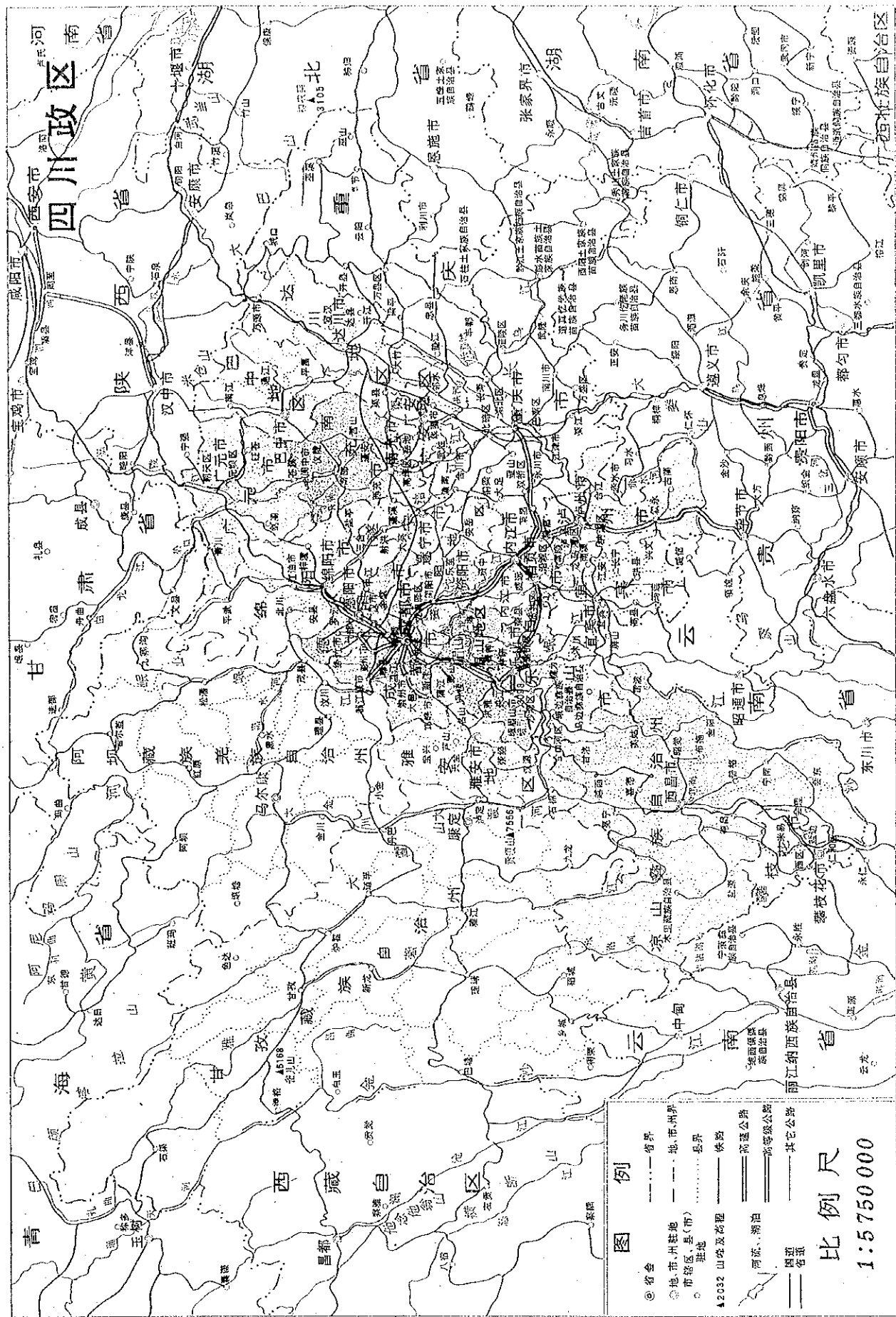
工場 (綿陽市セメントセクター) 近代化計画調査

最終報告書 (1)

モデル工場：四川双馬セメント(集団)有限公司

1999年9月

小野田エンジニアリング株式会社



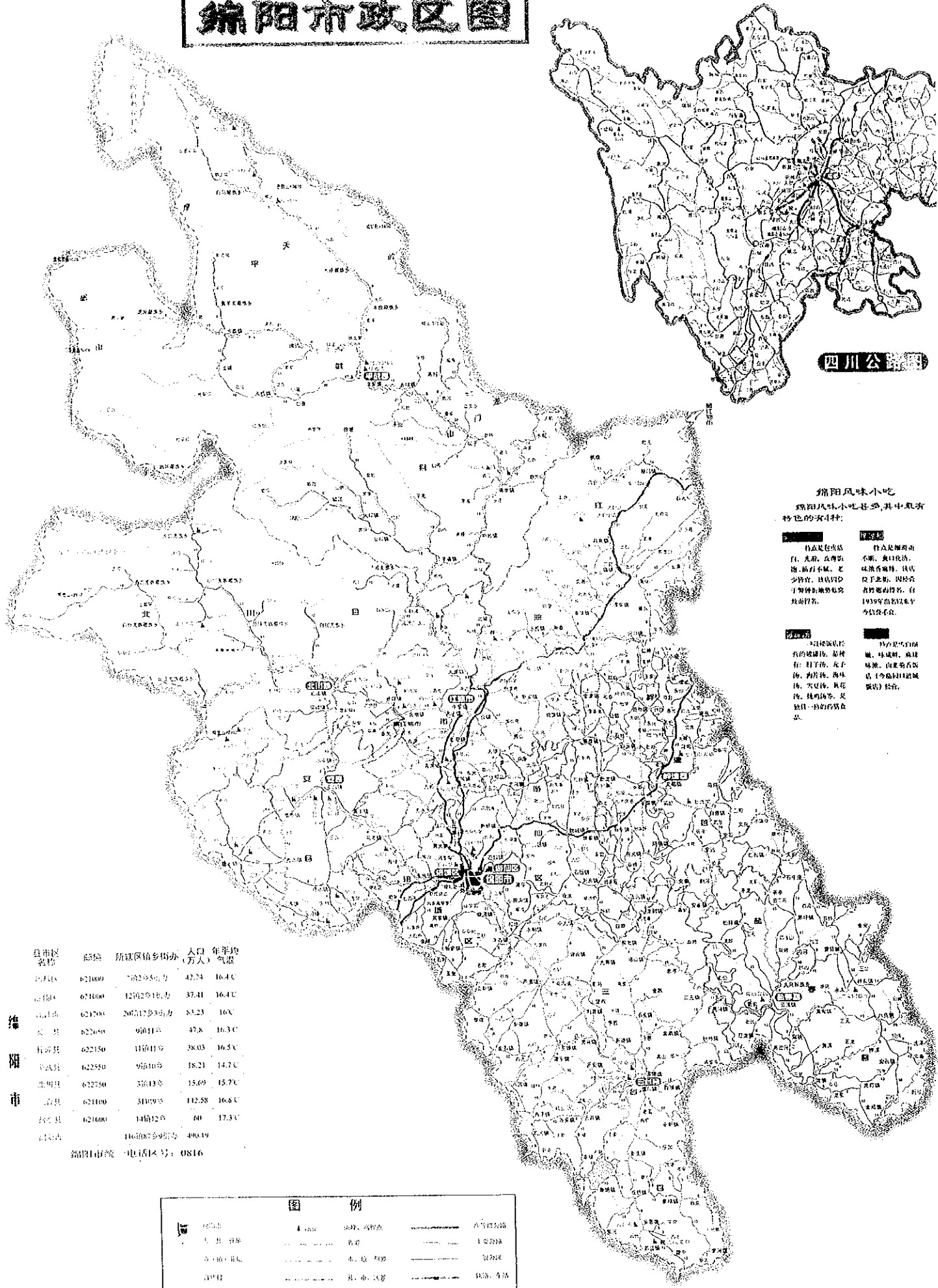
**图例**

- ① 省会
- ⊙ 地、市、州驻地
- ⊙ 市辖区、县(市)驻地
- ⊙ 2032 山峰及高程
- 河流、湖泊
- 国道
- 省道
- 县界
- 地、市、州界
- 县界
- 铁路
- 高速公路
- 高等级公路
- 其它公路

**比例尺**  
1:5750000



# 绵阳市政区图



四川公路

## 绵阳风味小吃

绵阳风味小吃甚多,其中最有特色的有四种:

- ① 担担面**  
特点是色香味俱全,光面,在薄脆油,麻辣不腻,老少皆宜,且因四川独特的麻辣调料独具特色。
- ② 麻辣烫**  
特点是麻辣鲜香,不断,爽口化渣,味浓香醇,其色似于北京,因经名厨师精心调制,自1939年由重庆至今依然不衰。

- ③ 什锦凉粉**  
有红的绿的,加辣子,茄子汤,肉片汤,高汤汤,凉皮等,风味独特,是绵阳一绝的消暑食品。
- ④ 什锦豆腐脑**  
特点是白嫩嫩,味咸甜,麻辣味浓,由著名厨师(今绵阳日城饭店)经营。

县市区名称	邮编	镇级行政区划	人口(万人)	年平均气温
涪城区	621000	782个乡(镇)	47.24	16.4℃
江油市	621000	1276个乡(镇)	37.41	16.4℃
平武县	621200	206个乡(镇)	88.23	16℃
安县	622600	968个乡(镇)	47.8	16.3℃
梓潼县	622150	1166个乡(镇)	28.03	16.5℃
北川县	622850	968个乡(镇)	18.21	14.7℃
昭化市	622750	568个乡(镇)	15.69	15.7℃
青川县	621100	310个乡(镇)	112.58	16.8℃
剑阁县	621600	146个乡(镇)	60	17.3℃
绵阳市		1163087个乡(镇)	490.19	

绵阳市统一电话区号: 0816

城市	城市、镇、乡、村	公路、高等级公路	国道、省道
县、市、区界	乡、镇、村界	铁路	县、市、区界
乡、镇、村界	河流、湖泊	县、市、区界	县、市、区界
河流、湖泊	水库、池塘	县、市、区界	县、市、区界
水库、池塘	其他	县、市、区界	县、市、区界

<目次>

第I編 序論	I-1
1. 調査の背景	I-1
2. 調査の目的	I-3
3. 調査の対象工場及び対象製品	I-4
4. 調査の対象範囲	I-5
5. 現地調査団の編成、日程、双馬セメント工場面談者	I-7

## <目次>

第II編 工場概況	II-1
1. 工場概要	II-1
1.1 工場配置と沿革	II-1
1.2 製品及び生産能力、生産・販売実績	II-2
1.2.1 製品の種類と仕様	II-2
1.2.2 年間生産能力	II-2
1.2.3 生産・販売実績	II-2
1.3 生産設備	II-3
1.3.1 主要生産設備	II-3
1.4 組織及び人員	II-4
1.4.1 組織	II-4
1.4.2 人員構成	II-6
1.5 原材料の調達	II-6
1.5.1 原料	II-6
1.5.2 燃料、電力、用水、紙袋	II-8
1.5.3 その他の材料	II-9
1.6 販売	II-9
1.6.1 販売方式、販売方法	II-9
1.6.2 現状の市場占有率と今後の需要動向	II-10
1.6.3 商品の競争力の現状	II-12
2. 生産工程(現状と問題点)	II-13
2.1 生産工程概要	II-13
2.1.1 設備経路	II-15
2.1.2 設備能力表	II-19
2.2 石灰石鉱山	II-29
2.2.1 鉱山工程経路	II-29
2.2.2 設備能力	II-29

2.2.3	鉾山生産実績	II-29
2.3	工程能力バランス	II-34
2.4	原料受入	II-36
2.5	原料粉砕	II-36
2.6	焼成	II-37
2.7	石炭粉砕設備	II-39
2.8	セメント製造	II-40
2.9	セメント出荷	II-42
2.10	試験設備	II-43
3	生産管理 (現状と問題点)	II-44
3.1	概要	II-44
3.2	設計管理	II-49
3.3	調達管理	II-50
3.4	在庫量管理	II-51
3.5	生産計画・工程管理	II-52
3.6	品質管理	II-56
3.6.1	製造するセメントの種類と品質	II-56
3.6.2	担当部門・体制	II-57
3.6.3	品質管理の仕組み	II-57
3.6.4	品質保証体系	II-62
3.6.5	品質管理上の問題点	II-62
3.7	設備管理	II-68
3.7.1	担当部門と体制	II-68
3.7.2	保全方式	II-75
3.7.3	設備管理の問題点	II-75
3.8	エネルギー管理	II-76
3.9	教育訓練	II-80
3.10	安全管理	II-81
3.11	環境対策	II-83

4	財務管理 (現状と問題点)	II-84
4.1	財務管理の状況	II-84
4.1.1	財務管理の概要	II-84
4.1.2	財務管理の担当部署	II-84
4.1.3	会計処理の流れ	II-85
4.1.4	主要勘定管理の状況	II-85
4.1.5	監査体制	II-87
4.2	財務分析	II-88
4.2.1	概要	II-88
4.2.2	生産と販売の状況	II-89
4.2.3	費用構造	II-91
4.2.4	販売価格・費用・損益分岐点(設備稼働率ベース)分析	II-93
4.2.5	収益性	II-95
4.2.6	利益留保状況	II-96
4.2.7	資産・負債の状況	II-98
4.2.8	98年12月末現在での主要勘定の説明	II-102
5.	改善提案と実施状況	II-104
5.1	生産工程	II-104
5.1.1	原料工程	II-104
5.1.2	焼成工程	II-106
5.1.3	セメント製造、出荷工程	II-107
5.2	生産管理	II-109
5.2.1	設計管理	II-109
5.2.2	調達管理	II-110
5.2.3	在庫管理	II-115
5.2.4	生産計画・工程管理	II-117
5.2.5	品質管理	II-120
5.2.6	設備管理	II-125
5.2.7	エネルギー管理	II-128
5.2.8	教育訓練	II-130
5.2.9	安全衛生管理	II-131

5.2.10 環境対策	II-134
5.3 財務管理と財務内容	II-134
5.3.1 財務管理	II-134
5.3.2 財務内容	II-135

## <目次>

第III編 近代化計画	III-1
1. 近代化計画の対象とその内容	III-1
2. 近代化計画の構想	III-3
2.1 工場の近代化構想	III-3
2.1.1 基本構想	III-3
2.1.2 生産能力面の改造目標	III-8
2.1.3 近代化実現のために必要な設備と設備投資	III-21
2.2 工場側の近代化構想に対する対処策	III-24
3. 近代化計画の重点課題	III-27
4. 生産工程の近代化	III-30
4.1 生産工程概要	III-30
4.2 生産工程近代化の前提条件	III-34
4.3 鉱山	III-35
4.4 原料受入	III-38
4.5 原料粉砕	III-40
4.6 焼成	III-45
4.7 セメント製造	III-50
4.8 セメント出荷	III-57
4.9 試験設備	III-58
5. 生産管理の近代化	III-59
5.1 組織の技能面の改善	III-59
5.2 設計管理	III-63
5.3 調達管理	III-63
5.4 生産計画と工程管理	III-66
5.5 品質管理	III-73
5.6 安全衛生管理	III-74

5.6.1	安全衛生管理の概念	III-74
5.6.2	安全衛生管理の近代化	III-74
5.7	設備管理	III-83
5.7.1	設備管理の概念	III-83
5.7.2	設備管理の実行	III-88
5.8	エネルギー管理	III-96
5.9	環境対策	III-98
6.	財務管理の近代化	III-103
6.1	財務管理（狭義）の近代化	III-103
6.1.1	コンピュータによる財務管理の近代化	III-103
6.1.2	監査制度の近代化	III-104
6.2	財務内容の近代化	III-104
7.	近代化設備	III-105
7.1	設備概要	III-105
7.1.1	鉱山	III-105
7.1.2	原料受入及び貯蔵能力	III-107
7.1.3	原料粉砕	III-110
7.1.4	焼成	III-111
7.1.5	セメント製造	III-115
7.1.6	セメント出荷	III-117
7.2	設備投資額の試算	III-118
7.3	設備投資の利益性	III-119
7.3.1	前提条件	III-119
7.3.2	試算	III-120
8.	近代化計画実施スケジュール	III-125
9.	近代化計画実施上の留意点	III-127
10.	結論と勧告	III-129
10.1	結論	III-129
10.2	勧告	III-133



## 表リスト (双馬セメント)

### (第II編)

表1.2.1	各種セメント年間生産量	II-2
表1.2.2	各種セメント年間販売量	II-3
表1.6.1	主要地域別出荷量	II-10
表2.1.1	主要設備表	II-21
表2.2.1	鉾山主要設備表	II-31
表2.2.2	双馬セメント石灰石鉾山生産量実績	II-33
表3.1.1	双馬セメント生産量等推移(1)	II-46
表3.1.2	双馬セメント生産量等推移(2)	II-47
表3.6.1	双馬セメント出荷セメント成績	II-57
表3.6.2	品質管理標準	II-58
表3.6.3	生産工程試験管理表	II-61
表3.6.4	キルン別クリンカの化学成分実績	II-63
表3.6.5	キルン別クリンカ強度とf.CaO	II-64
表3.6.6	クリンカの化学成分(月平均値と日間変動)	II-66
表3.8.1	双馬セメント原単位推移表	II-78
表4.1.1	財務処の構成・職責	II-84
表4.2.1	双馬セメント主要指標推移	II-89
表4.2.2	中国全土セメント生産量推移他	II-90
表4.2.3	双馬セメント・地域別販売量	II-91
表4.2.4	双馬セメントの費用構造	II-91
表4.2.5	OECD調査対象建材業者並びにセクター企業17社の費用構造 (対売上高比率)	II-92
表4.2.6	双馬セメント販売価格・費用・損益分岐点推移	II-94
表4.2.7	双馬セメントの収益関連指標推移	II-95
表4.2.8	双馬セメントの利益内部留保状況推移	II-96
表4.2.9	双馬セメントの利税額・内部留保状況	II-97
表4.2.10	法人利益内部留保率国際比較	II-97
表4.2.11	OECD調査対象建築資材・建設業者の利益内部留保状況	II-98
表4.2.12	貸借対照表 - 双馬セメント	II-99
表4.2.13	双馬セメントの資産・負債に関する諸指標	II-100
表4.2.14	OECD調査建材・建設業者指標	II-101
表5.2.1	窯入原料化学成分(月平均値と標準偏差)	II-122

(第III編)

表2.1.1	綿陽市セメントセクター構造調整	III-5
表2.1.2	綿陽市セメントセクター需要・供給予測	III-11
表2.1.3	需給バランスと必要増設時期	III-16
表2.1.4	所要増設セメント生産ライン	III-20
表4.5.1	豎型ミルとボールミルの比較	III-44
表4.6.1	NSPキルンの熱精算	III-50
表5.6.1	安全衛生作業服装基準	III-82
表7.2.1	設備投資額試算	III-118
表7.3.1	販売価格・費用・損益分岐点比較 - 湿式、乾式	III-121
表7.3.2	減価償却年限一覧	III-122
表7.3.3	セメント生産ライン新規投資収益予想(感性分析) - 湿式	III-123
表7.3.4	セメント生産ライン新規投資収益予想(感性分析) - 乾式	III-124
表8.1	双馬セメント近代化実施スケジュール	III-126

## 図リスト (双馬セメント)

### (第II編)

図1.4.1	四川双馬水泥(集团)有限公司組織図	II-5
図2.2.1	鉸山工程経路	II-30

### (第III編)

図1.1	綿陽市セメントセクターの将来ビジョン	III-1
図2.1.1	セメント需要予想	III-15
図2.1.2	様式別生産量推移予測	III-21
図4.4.1	計算機制御による原料調合システム	III-38
図4.5.1	豎型ミル全体外形図	III-41
図4.6.1	RSP工程図	III-47
図4.7.1	予備粉砕機付閉回路方式	III-52
図4.7.2	ローラミル外形図	III-53
図4.7.3	O-SEPA外形図	III-55
図5.6.1	工場安全衛生管理組織 (日本の例)	III-76
図5.9.1	セメント工場の環境管理体制事例	III-98
図5.9.2	環境マネジメントシステムの構築フロー	III-99
図7.1.1	粉砕プラントフローシート	III-106
図7.1.2	スタッカ / リクレーマ (石灰石)	III-109
図7.1.3	スタッカ / リクレーマ (粘土)	III-109
図7.1.4	原料豎型ミル	III-111
図7.1.5	RSPキルン	III-113

## 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 <sub>3</sub> A	カルシウムアルミネート
C <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> ガス	炭酸ガス
D.S.C	ダブル型スクリーコンベヤ
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 <sub>x</sub>	酸化物窒素
NSP	ニューサスペンションプレヒータ
Nm <sup>3</sup>	立方メートル (標準状態)
No.	ナンバー
O <sub>2</sub> メータ	酸素濃度測定器
OECD	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	スクリーコンベヤ
SM	珪酸率
SO <sub>x</sub>	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 <sub>3</sub>	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	バルブスクリーコンベヤ
VVVF	可変電圧可変周波数装置
cm <sup>2</sup> /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 <sup>3</sup> ·h	キログラムクリンカ/立方メートル・時
kg/m <sup>3</sup> ·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 <sup>2</sup>	平方メートル
m <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	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



## 第I編 序論

### 1. 調査の背景

中華人民共和国は、1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制の下での経済開発のため、工業の活性化に取り組む、1992年の党大会では、「社会主義市場経済」の建設を目指すこととなった。それに伴い、「全民所有制工業企業経営メカニズム転換条令」を發布し、従来の国営企業を具体的経営自主権を持った国有企業と規定した。

「社会主義市場経済」が進展する中で、郷鎮企業、外貨を導入した民間企業などの非国有部門の生産が伸長し、国有企業は生産額で、1985年の65%から1995年には31%までにその比率を著しく低下させている。このため、1996年の全国人民代表大会の第9次5ヶ年計画と2010年長期目標要綱の中でも、国有企業改革を経済体制改革の中心とする旨述べられている。

以上の様な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)を綿陽市政府とモデル工場に説明し、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。

本報告書は対象モデル工場の1つである、双馬セメントについて現地調査結果及びその分析結果について取り纏め、更に近代化計画提案を行うためのものである。

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、四川双馬セメント(集団)有限公司、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

対象モデル工場の3回の現地調査及び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技術、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、本調査の期間中、調査に参画する中国側関係者に対し、現地調査業務を通じ、工場近代化調査に関する技術の移転を行った。

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に実践セミナー、第二次現地調査時に工場診断OJTを実施した。

### 3. 調査の対象工場及び対象製品

本報告書で調査報告対象とする工場及び製品は次の通りであった。

対象モデル工場 : 双馬セメント

対象製品 : セメント

#### 4. 調査の対象範囲

モデル工場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) 工場概要調査

- 建物、敷地
- 製品
- 製造設備
- 組織及び人員
- 原材料
- 販売
- 生産計画及び生産実績

##### (b) 生産工程に関する調査

- 原材料受入れ・検査工程
- 原料調合工程
- 焼成工程
- 仕上げ工程

##### (c) 生産管理に関する調査

- 設計監理
- 調達管理
- 在庫管理
- 工程管理
- 品質管理
- 安全管理
- 設備管理
- エネルギー管理
- 運転管理
- 教育・訓練
- 環境対策

(d) 財務管理に関する調査

- 財務管理状況
- 製造原価分析
- 財務分析

(e) 中国側の工場近代化計画に係わる確認調査

(f) モデル工場の販売先訪問

モデル工場の販売先に対する聞き取り調査を実施した。

(g) モデル工場改善に関する提案

設備投資を必要とせず即時効果が期待できる改善策を工場側に指導した。また、調査団滞在中にその効果の発現が困難な事項については課題として提示し、第二次現地調査時まで実施するよう工場側に指導した。

(2) 第二次現地調査時

(a) 第一次現地調査で実施したモデル工場の診断結果、改善提言などについて取り纏めた中間報告書の内容について綿陽市政府とモデル工場の幹部と関係者に説明した。

(b) 第一次現地調査で実施したモデル工場診断の補足調査、並びに改善提言の確認と第一次国内作業の分析に基づく更なる改善提言を行った。

(3) 第三次現地調査時

(a) 第一次並びに第二次現地調査で実施したモデル工場の診断結果、改善提案及び近代化計画について取り纏めた最終報告書(案)の内容説明セミナーを、綿陽市政府及びモデル工場に対して行い、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、日程、双馬セメント工場面談者

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、調査日程及び双馬セメントの面談者は次の通りである。

### (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) 現地調査日程

#### (a) 第一次現地調査

調査団は1998年11月7日から12月16日までの40日間第一次現地調査を実施した。期間中の協議先、調査地及び訪問先は次表の通りである。

日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
1	11/7(土)	Aグループ小島、岩田、平山東京より北京へ移動	北京
2	8(日)	朝JICA前川所長助理に挨拶、北京より天津へ移動	天津
3	9(月)	天津センターで実践セミナー開始、午前「生産管理」、午後「生産管理」劉学鍵天津市経済委員会副主任、張世平天津センター主任などに挨拶	天津
4	10(火)	天津センターで午前前半「生産管理」 午前後半と午後「品質管理」	天津
5	11(水)	天津センターで実践セミナー午前及び午後前半「先進技術」、午後後半「国際マーケット」	天津
6	12(木)	天津センターで実践セミナー、午前及び午後「工場診断マニュアル」 Bグループ福井,上田(純),上田(敬),永吉,小林東京発北京着 JICA北京事務所挨拶	天津 北京
7	13(金)	天津センターで実践セミナー午前前半「工場診断マニュアル」 午前後半質疑応答、午後研修セミナー終了式 Bグループ北京より成都経由綿陽に移動、市政府に挨拶	天津 綿陽
8	14(土)	Aグループ天津より北京に移動 Bグループモデル工場診断準備	北京 綿陽
9	15(日)	Aグループ北京より成都経由綿陽に移動、Bグループに合流 Bグループ,モデル工場診断準備	綿陽
10	16(月)	午前綿陽市政府幹部、双馬セメント幹部、浮山セメント幹部と協議会。市側より綿陽市概要説明、調査団より「着工報告書」の説明、アンケート調査の協力要請など。 銭鵬霄副市長、蔣仁富党副書記、官尊国市計画経済委副主任、李徳星重工業局副局長、肖世英四川省経貿委処長、李洪林浮山セメント総経理、林経豪双馬セメント総エンジニア、など出席挨拶 午後調査団内打ち合わせ	綿陽
11	17(火)	双馬セメント、浮山セメント工場現地調査開始、2グループに分かれる。石灰石鉱山、工場巡回	綿陽
12	18(水)	双馬セメント、浮山セメント工場現地調査 資料収集、問い合わせ	綿陽
13	19(木)	双馬セメント、浮山セメント工場現地調査 資料収集チェック、問い合わせ、関係者よりヒアリング	綿陽
14	20(金)	同上	綿陽
15	21(土)	調査団内打ち合わせ：現状の確認と来週の予定 データ整理。綿陽市重工業局陳玉玖局長と面談	綿陽
16	22(日)	収集資料チェック、データ整理	綿陽
17	23(月)	双馬セメント、浮山セメント工場現地調査 現場資料チェック、関係者よりヒアリング、機械設備のチェック	綿陽
18	24(火)	同上	綿陽

日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
19	25(水)	同上	綿陽
20	26(木)	同上 浮山セメント李洪林総経理よりヒアリング	綿陽
21	27(金)	同上 双馬セメント唐月明総経理よりヒアリング	綿陽
22	28(土)	調査団内打ち合わせ：現状の確認と来週の予定及び 第二次現地調査日程	綿陽
23	29(日)	収集資料チェック、データ整理	綿陽
24	30(月)	双馬セメント、浮山セメント工場現地調査 現場資料チェック、関係者よりヒアリング、機械設備のチェ ック	綿陽
25	12/1(火)	同上 双馬セメント林経豪総工師よりヒアリング	綿陽
26	2(水)	浮山セメント駐綿陽弁事処、四川省綿陽市中医院(浮山セメン トのユーザー)及び永興経営部(浮山セメントの販売店)を訪問 しヒアリング調査 双馬セメントの、現地調査、現場資料チェック、関係者より ヒアリング、機械設備のチェック	綿陽
27	12/3(木)	双馬セメントの成都運輸銷処、成都建築材料総公司(双馬セメン トの成都地区販売店)及び綿陽市物質集团公司(双馬セメント の綿陽地区販売店)を訪問しヒアリング調査浮山セメントの、 現地調査、現場資料チェック	綿陽
28	4(金)	セメント機械メーカーである四川礦山機器廠(江油市)を訪問し ヒアリング調査、工場見学及び機器廠側とのセメント設備に ついて質疑応答	綿陽
29	5(土)	調査団内打ち合わせ、現状の確認と来週の予定 進捗状況報告書作成、データ整理	綿陽
30	6(日)	進捗状況報告書作成、データ整理	綿陽
31	7(月)	綿陽市重工業局を訪問、李徳星副局長他より四川省及び綿陽 市の概要、セメント工業の概要、セメント工業の問題点及び 発展戦略、建材工業などについて説明を受けた。 またアンケート調査協力の確認、第二次現地調査日程の確認 技術セミナーの実施方法などについて重工業局と協議した	綿陽
32	8(火)	双馬、浮山両セメント工場への改善提案に調査団内打ち合わ せ及び取り纏め	綿陽
33	9(水)	双馬セメント工場において設備投資を必要とせず即時効果が 期待できる改善策を提案するミーティング開催	綿陽
34	10(木)	浮山セメントにおいて同上ミーティング開催	綿陽
35	11(金)	綿陽市重工業局において進捗報告書(1)説明 議事録署名。小林団員成都經由北京に移動	綿陽
36	12(土)	綿陽より成都へ移動、データ整理、小林団員北京→東京	成都
37	13(日)	データ整理	成都
38	14(月)	成都より北京へ移動	北京



日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
39	15(火)	JICA北京事務所報告	北京
40	16(水)	国家経済貿易委員会報告、北京より東京へ帰国	

(b) 第二次現地調査

調査団は1999年2月22日から3月29日までの36日間、第二次現地調査を実施した。日程中の協議先、調査地及び訪問先は次表の通りである。

日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
1	2/22(月)	調査団東京より北京へ移動、午後JICA北京事務所新井副所長を訪問挨拶	北京
2	2/23(火)	調査団北京より成都経由綿陽に移動 午後綿陽市政府を訪問。錢鵬霄副市長、官尊国市計画経済委副主任、陳玉玖重工業局長、李徳星重工業局副局長に挨拶	綿陽
3	2/24(水)	重工業局において官市計画経済委副主任、陳重工業局長、李副局長などに「中間報告書」内容について説明。 第二次現地調査日程、技術セミナーについて打ち合わせ	綿陽
4	2/25(木)	アンケート結果整理、技術セミナーについて調査団内打ち合わせ、技術セミナー会場の事前チェック	綿陽
5	2/26(金)	綿陽市臨園賓館にて技術セミナー開催約100名出席 午前日本のセメント工場紹介のビデオ上映及び「焼成設備」 午後「粉砕設備」	綿陽
6	2/27(土)	技術セミナー2日目約80名出席 午前「品質管理近代化」「建材関連」「総合化制御システム」 午後「設備管理」「環境支援」「世界のセメント産業」 馬金亮(ローカルコンサルタント、財務管理担当者)合流	綿陽
7	2/28(日)	セクター企業20社訪問調査簡易診断の日程、調査内容について調査団内打ち合わせ	綿陽
8	3/1(月)	双馬セメントにおいて唐月明総経理、林経豪総工程師など22名に「中間報告書」の内容説明及び質疑応答。補足調査	綿陽
9	3/2(火)	浮山セメントにおいて李洪林総経理、肖興敏副書記など9名に「中間報告書」の内容説明及び質疑応答。	綿陽
10	3/3(水)	安県長空建材集团公司五一水泥廠で調査、簡易診断 安県交通水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
11	3/4(木)	綿陽市涪江鋼鉄廠水泥廠で調査、簡易診断 江油市驪馬水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
12	3/5(金)	綿陽市涪江鋼鉄廠水泥廠で調査、簡易診断 (調査団全員、C/P全員参加)	綿陽

日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
13	3/6(土)	調査団内打ち合わせ、業務実施報告書作成の件業務日誌作成の件 調査団内打ち合わせ(C/P参加)来週のセクター企業訪問予定の件、C/Pのレポートの件他	綿陽
14	3/7(日)	セクター企業調査診断結果整理取纏め。進捗状況報告書作成	綿陽
15	3/8(月)	綿陽市剣門水泥(集団)有限公司で調査、簡易診断 江油市盛達水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
16	3/9(火)	江油鉄松水泥製造有限公司で調査、簡易診断 江油白松水泥製造有限公司で調査、簡易診断	綿陽
17	3/10(水)	成都鐵路分局水泥廠で調査、簡易診断 成都鐵路局工程總公司水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
18	3/11(木)	中国人民解放軍第9786工廠で調査、簡易診断 江油市水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
19	3/12(金)	綿陽市川馬水泥廠で調査、簡易診断 江油市龍鳳水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
20	3/13(土)	セクター企業調査診断結果整理取纏め。進捗状況報告書作成	綿陽
21	3/14(日)	調査団内打ち合わせ、進捗状況報告書作成 来週のセクター企業訪問予定の件	綿陽
22	3/15(月)	安県銀河建化集團有限公司水泥廠で調査、簡易診断 (調査団全員、C/P全員参加)	綿陽
23	3/16(火)	江油市小溪坝水泥廠で調査、簡易診断 江油市厚坝水泥廠で調査、簡易診断	綿陽
24	3/17(水)	江油市武都水泥廠で調査、簡易診断 浮山セメントにおいて補足調査	綿陽
25	3/18(木)	綿陽市重工業局でヒアリング調査 双馬セメントにおいて補足調査	綿陽
26	3/19(金)	双馬セメントにおいて補足調査	綿陽
27	3/20(土)	調査団内打ち合わせ、進捗状況報告書作成の件	綿陽
28	3/21(日)	進捗状況報告書作成	綿陽
29	3/22(月)	第二次現地調査についての討議及びC/Pとの質疑応答	綿陽
30	3/23(火)	進捗状況報告書作成 馬金亮(ローカルコンサルタント)綿陽より天津に帰る。	綿陽
31	3/24(水)	綿陽市重工業局において第二次現地調査進捗状況報告書を説明と会議議事録署名	綿陽
32	3/25(木)	綿陽より成都へ移動、綿陽・成都間濃霧のため北京行き便に乗れず。	成都
33	3/26(金)	午前成都より北京へ移動、午後国家経済貿易委員会に報告	北京
34	3/27(土)	資料整理、成果品作成	北京
35	3/28(日)	上田純、上田敬、永吉、神崎団員北京より東京へ帰国 資料整理、成果品作成	北京
36	3/29(月)	JICA北京事務所に報告 小島、岩田、福井、平山団員北京より東京へ帰国	

(c) 第三次現地調査

調査団は1999年7月5日から7月15日までの11日間下記の如く第三次現地調査を実施した。

日順	月/日(曜日)	訪問先・協議先・調査対象	調査地
1	7/5(月)	調査団東京より北京へ移動、午後JICA事務所で打合せ	北京
2	7/6(火)	調査団北京より成都經由綿陽に移動	綿陽
3	7/7(水)	綿陽市政府と最終報告書(案)及び最終報告書(案)セミナーについて協議	綿陽
4	7/8(木)	双馬セメントへ最終報告書案説明及び補足調査	綿陽
5	7/9(金)	浮山セメントへ最終報告書案説明及び補足調査	綿陽
6	7/10(土)	調査団内打合せ	綿陽
7	7/11(日)	資料整及び市政府への最終報告書(案)説明準備	綿陽
8	7/12(月)	市政府へ最終報告書(案)説明、議事録署名	綿陽
9	7/13(火)	綿陽より北京へ移動	北京
10	7/14(水)	国家経済貿易委員会、JICA北京事務所で報告	北京
11	7/15(木)	調査団北京より東京へ移動	

(3) 双馬セメント工場面談者

調査団の現地調査期間中に面談した双馬セメントの関係者は次の通りである。

唐月明	董事長 総経理
林経豪	副董事長 総工務師
張棟書	副総工務師
高顕洋	技術處處長
花永紅	技術処工芸管理
鐘長炳	供給處處長
王 平	供給処副処長
張彦学	運銷處處長
張 平	財務処副処長
呉朝輝	財務処処長助理
蔣 明	企管処幹事
蔡紹文	安技処副処長

孫 超	機動處副處長
李繼昌	機動處副處長
陶志茂	燒成車間主任
羅達林	燒成車間副主任
蒲沢福	燒成車間副主任
孫貨鴻	燒成車間副主任
袁 波	制成車間代主任
董 沢	原料車間主任
丁尚紅	礦山車間副主任
蔡迪豐	技改處處長
優快樂	化驗室代主任
何東渝	化驗室副主任
王小權	化驗室副主任
趙善玉	教育處副處長
李全賦	房產處處長
郭智書	房產處副處長
王慶元	成都經銷中心主任
戴 駿	綿陽中心經理



## 第II編 工場概況

### 1. 工場概要

#### 1.1 工場配置と沿革

四川双馬水泥(集团)有限公司(双馬セメント)は四川省江油市二郎廟鎮に位置し、南の綿陽市市街地まで92km、四川省の省都である成都市まで201km、北の広元市まで105kmである。近くを宝成鉄道線が通り、また中雁道路及び川陝108国道に面している。

双馬セメントは、その前身が1956年に建設を開始し、1959年11月より運転を開始した四川省江油水泥廠であり、1996年12月にこの四川省江油水泥廠は国有独資会社に改組され、四川双馬水泥(集团)有限公司となった。

1956年に開始された建設工事により3ラインの湿式ロングキルンタイプのセメント生産ラインが新設され、1959年11月より生産を開始した。設計能力は年産70万トンであった。1991年1ラインの設計能力年産30万トンの湿式ロングキルンタイプセメント生産ラインが増設され、更に1996年には同じ規模の湿式ロングキルンタイプセメント生産ライン1ラインが増設された。従って現在の生産ラインは5ラインであり、いずれも湿式ロングキルンタイプのセメント生産ラインである。合計設計能力はセメント年産130万トンである。

将来の需要増に対処するため、現在2000年初めの試運転開始を目指して、上記1991年及び1996年に増設された生産ラインと同規模、同様式の生産ライン1ラインの増設工事が行なわれている。

現在双馬セメント工場の占有土地面積は27.72万m<sup>2</sup>で、建築面積は8.78万m<sup>2</sup>である。

石灰石鉱山は工場により9km離れた江油市馬角鎮にあり、設計範囲内可採量(1985年)は8,109.73万トン、全可採量は15,687万トンである。

双馬セメントは国家重点512企業の1つであり、四川省37重点企業の1つで

ある。また全国70の重点セメント企業中、生産量は第15位、販売量第14位、利税総額は第8位である。

## 1.2 製品及び生産能力、生産・販売実績

### 1.2.1 製品の種類と仕様

双馬セメントが製造している主要製品は次の通りである。これら製品は中国国家規格GB175-1992とGB200-1989に基づいて生産されている。

- 普通珪酸塩セメント 425R, 525R
- 中庸熱珪酸塩セメント 525MH

### 1.2.2 年間生産能力

双馬セメントの現在の設計セメント生産能力は年産130万トンである。

### 1.2.3 生産・販売実績

1995年より1998年までの生産販売実績は下記の通りである。

#### (1) 生産量

表 1.2.1 各種セメント年間生産量

単位 : t

	1995	1996	1997	1998
普通珪酸塩水泥425R	615,926	574,055	661,905	724,562
普通珪酸塩水泥525R	257,810	278,616	327,997	448,616
中庸熱珪酸塩水泥525MH	68,546	62,055	44,718	12,351
計	942,282	915,726	1,034,620	1,185,529

(2) 販売量

表 1.2.2 各種セメント年間販売量

単位 : t

	1995	1996	1997	1998
普通珪酸塩水泥425R	625,612	587,267	658,008	734,805
普通珪酸塩水泥525R	235,776	272,128	333,915	459,787
中庸熱珪酸塩水泥525MH	70,748	61,908	422,258	19,123
計	932,136	921,303	1,034,181	1,213,715

1.3 生産設備

1.3.1 主要生産設備

双馬セメントの主要生産設備は下記の通りである。

(1) 石灰石鉱山区

1次破碎機 : ジョークラッシャ 1,200×1,500 mm, 250t/h ..... 1基  
 1次破碎機 : ジョークラッシャ 1,200×2,100 mm, 250t/h ..... 1基  
 2次破碎機 : ハンマークラッシャ 1,200×1,080 mm, 220~260 t/h . 3基  
 原料ミル : 石灰石粉碎用, ボールミル, 2.6mφ×13mL 51 t/h..... 4基  
 注) 石灰石は鉱山区で湿式粉碎後工場まで約11kmをスラリーパイプ輸送する。

(2) 工場区

原料ミル : 石灰石, 砂岩, 鉄原料粉碎用, ボールミル,  
 2.6mφ×13mL 46 t/h.... 2基  
 回転窯(ロータリキルン)  
 : 湿式キルン, 3.6/3.3/3.6mφ×150mL 600 t/d.... 3基  
 回転窯(ロータリキルン)  
 : 湿式キルン, 4/3.5/4mφ×150mL 700 t/d.... 2基  
 セメントミル : 開回路システムボールミル, 2.6mφ×13mL 29 t/h.... 4基  
 セメントミル : 閉回路システムボールミル, 3mφ×11mL 40 t/h.... 2基



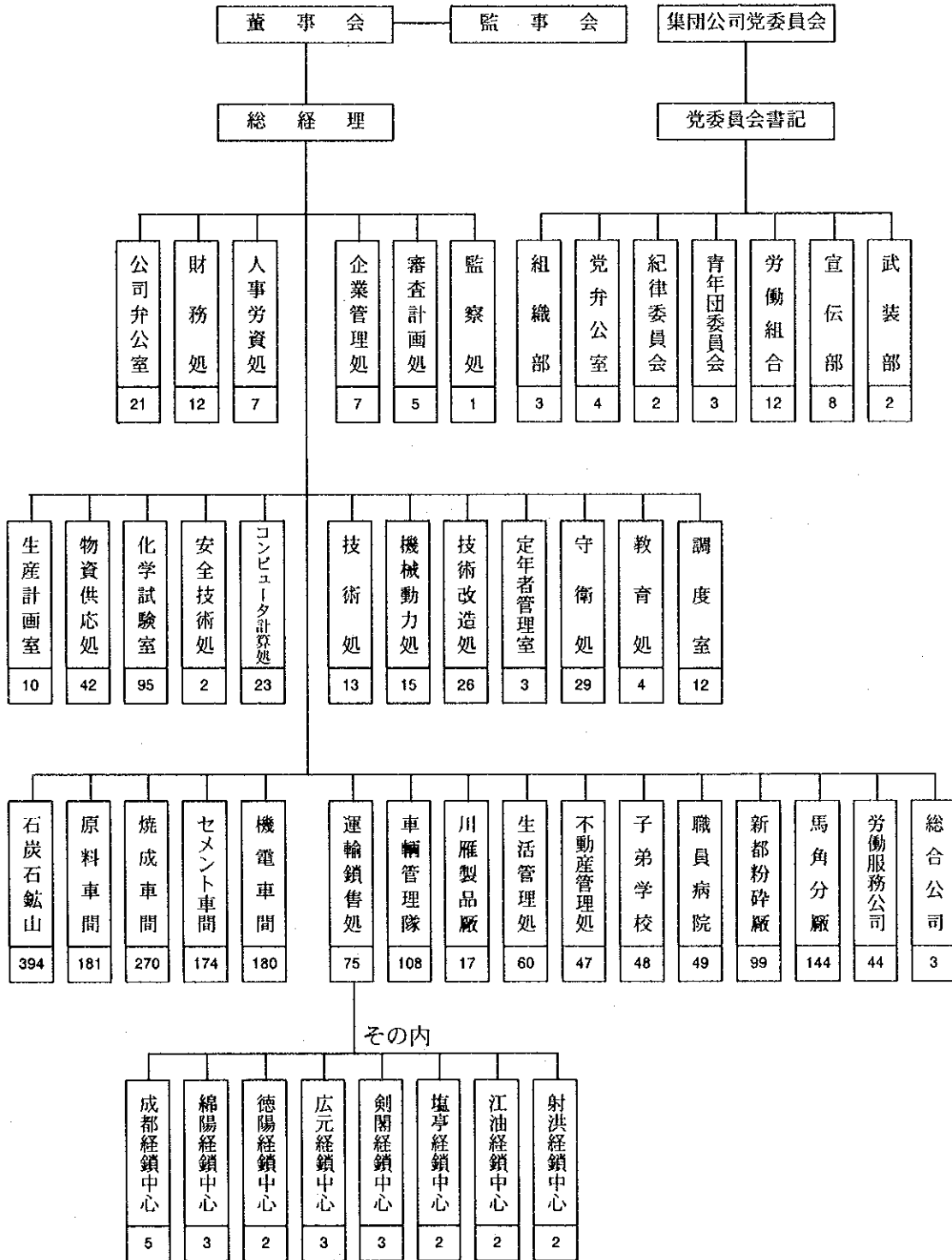
袋詰機	: 固定形4管式	60 t/h....3基
電気集じん機	: No.1~3回転窯用 60m <sup>2</sup>	.....3基
電気集じん機	: No.4, 5回転窯用 105m <sup>2</sup> , 190m <sup>2</sup>	.....2基
バグフィルタ	: No.1~4セメントミル用	.....4基

## 1.4 組織及び人員

### 1.4.1 組織

双馬セメントの組織は現在下記図1.4.1組織図の如くである。

図1.4.1 四川双馬水泥(集团)有限公司組織図



## 1.4.2 人員構成

1998年8月現在、双馬セメント全従業員数は2,372名で内訳は管理人員472名、技術人員277名、生産工員1,623名である。またこの内中高級職称者が171名である。

## 1.5 原材料の調達

### 1.5.1 原料

#### (1) 石灰石

江油市馬角鎮の自社鉱山で採掘供給及び一部外部より購入

採掘能力 : 160,000 t/m

化学分析値 : CaO 49.28%, MgO 0.98%, 平均水分10.5%

輸送方法 : スラリーパイプ輸送及び鉄道

購入価格(外部より購入品) : 43.8元/トン

#### (2) 砂岩

江油市二郎廟鎮滴水岩の自社鉱山より供給

供給能力 : 8,000 t/m

化学分析値 : SiO<sub>2</sub> 70.42%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10.33%

K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O 0.57%, 水分 10~12%

輸送方法 : トラック

## (3) 鉄原料

供給者	供給能力	化学分析値	水分%	購入価格	輸送方法
① 四川建材物資公司	1万t/y	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 45.26 SO <sub>3</sub> : 0.26	<10%	48.50元/t	鉄道
② 涪江鋼鉄廠	0.72万t/y	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 57.80 SO <sub>3</sub> : 4.02	<10%	48.50元/t	鉄道
③ 德陽楊加装運經營公司	1万t/y	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 56.11 SO <sub>3</sub> : 1.46	<10%	47元/t	鉄道
④ 什邡靈茂冶金有限公司	0.5万t/y	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 72.36 SO <sub>3</sub> : 5.01	<8%	47元/t	鉄道
⑤ 馬角磷肥廠	1.2万t/y	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : >52	<10%	30元/t	トラック

## (4) スラグ

供給者	供給能力	化学分析値	水分%	購入価格	輸送方法
① 成都鋼鉄廠	2.5万t/y	SiO <sub>2</sub> : 33.4 CaO : 40.91 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 12 MnO : 0.48 Fe : 1.35	<10%	63.4元/t	鉄道
② 漢江鋼鉄廠	1.8万t/y	SiO <sub>2</sub> : 38.85 CaO : 41.03 MgO : 9.91 S : 1.08 Fe : 1.48	<10%	73元/t	鉄道
③ 威遠鋼鉄廠 附属工場	1万t/y	SiO <sub>2</sub> : 35.78 CaO : 38.13 MgO : 9.68 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 13.51 S : 0.98 Fe : 0.57	<10%	89元/t	鉄道
④ 江油鋼鉄廠	1.5万t/y	符号GB/T203-94	<10%	67.3元/t	鉄道

(5) 石膏

供給者	供給能力	化学分析値	水分%	購入価格	輸送方法
① 四川大為石膏砭	2万t/y	CaO : 41.72 SO <sub>3</sub> : 42.3 MgO : 5.41	結晶水 : 16.56	110元/t	鉄道
② 陝西西鄉城西石膏砭	1万t/y	SO <sub>3</sub> : 42.73 CaO : 30.89 MgO : 2.13	水分 : 6	98元/t	鉄道
③ 広安鐵路裕達公司	0.36万t/y	SO <sub>3</sub> : 47.21 CaO : 32.71 MgO : 1.42	結晶水 : 13.40	112元/t	鉄道

1.5.2 燃料、電力、用水、紙袋

(1) 石炭

供給者	供給能力	化学分析値	水分%	購入価格	輸送方法
① 四川榮山石炭砭(原炭)	22万t/y	熱量>23mJ/kg 灰分<30%	3.5%	180元/t	鉄道
② 広旺砭務局旺蒼石炭砭(洗炭)	4万t/y	熱量23~24mJ/kg 灰分<29%	4.5%	181元/t	鉄道

(2) 電力

- (a) 供給者 : 綿陽市電力局
- (b) 供給方式 : 10kV 50Hz
- (c) 契約最大受電容量 : 21,000kW
- (d) 購入価格 : 0.44元/kWh

### (3) 用水

- (a) 供給者 : 河川より自社取水
- (b) 供給能力 : 1,590m<sup>3</sup>/d
- (c) 価格 : 0.025元/m<sup>3</sup>

### (4) 紙袋

- (a) 供給者 : 自社の中の分公司である総合公司
- (b) 価格 : プラスティック袋(3プライ) 1.25元/袋  
紙袋(4プライ) 1.4元/袋

## 1.5.3 その他の材料

- (1) 火薬 : 広元市より 4,000元/t
- (2) コンベヤベルト : 重慶市、無錫市などより 500元/m<sup>2</sup>
- (3) 粉碎ボール : 安徽省より 6,000元/t (高クローム銅),  
4,800元/t (低クローム銅)
- (4) 耐火煉瓦 : 東北地区、山東省、天津市、河南省などより  
2,300~2,500元/t(マグネシア煉瓦、高アルミナ煉瓦)、  
800元/t(粘土質煉瓦)

## 1.6 販売

### 1.6.1 販売方式、販売方法

セメントの需要には当然のことながら波があるが、双馬セメントは今まで生産したセメントは全部販売して来ている。販売区域は輸送コストと品質の関係で限定されるが、現在の販売区域はあらかし250km以内の範囲となっている。そして四川省内出荷が約90%、省外への出荷が約10%である。数年前までは省外出荷の30%であったが鉄道運賃の上昇で減少して来ている。

双馬セメントの販売方法は双馬セメントが直接行う直接販売と販売代理店を通じて行う代理店販売に分かれている。直接販売と代理店販売の比率は37%と63%でこの比率は毎年ほとんど変わっていない。

双馬セメントは四川省内に8ヶ所の販売センター(経銷中心)を設けており20名以上の要員を配置している。

最大販売区域である成都市地区においては、大きな量を扱う販売代理店だけでも12店あり、最大の代理店は15~16万t/年販売している。

成都には合計8万トンのセメントサイロ及び倉庫を双馬セメントと販売代理店とで所有しており、またバラ積トラック20台、鉄道の専用線も所有している。

綿陽市地区においても4,000トンのセメントサイロ2基、専用貨車5台、1.5kmの鉄道専用線を所有している。

双馬セメントは販売代理店に優遇価格でセメントを出荷し、市場での販売価格は販売代理店が決めている。従って販売代理店の利ざやが固定されていない。

双馬セメントの販売センターと販売代理店は販売ネットワークを持っており、互惠互利の原則で協力して販売活動を行っている。販売代理店同士もお互い干渉しないで共存している。

## 1.6.2 現状の市場占有率と今後の需要動向

双馬セメントの1995年以來の主要地域別出荷量は下記の如くである。

表1.6.1 主要地域別出荷量

単位 : t

	成都地区	綿陽地区	広元地区	その他	計
1995	458,066	171,313	96,611	206,146	932,136
1996	402,981	203,643	83,294	231,385	921,303
1997	407,027	290,107	80,846	256,201	1,034,181
1998	542,405	311,959	76,197	283,154	1,213,715

上記地域別出荷量によれば、1998年度において双馬セメントは成都地区に全出荷量の45%、綿陽地区に26%、広元地区に6%、その他の地区に23%出荷している。

成都地区に於けるセメントの需要は1998年において年間400万トン弱と思われる。

その内、回転窯(ロータリキルン)により生産されたセメントは年間120万トンぐらいと考えられるので、双馬セメントの成都地区のシェアは現在45%ぐらいになると思われる。

また、品種別では双馬セメントよりの出荷セメントの内38%が525R、60%が425R、2%が525MHとなっている。

成都地区においては、回転窯(ロータリキルン)で生産されたセメントの販売について金頂、渠江、金砂江と双馬の4つのセメント工場で激しく競争をしている。

双馬セメントとしては是非この地区で55%のシェアを確保するよう活動を行っている。

前述の如く、成都地区のセメント需要は現在年間400万トンぐらいであるが、国家の基本建設推進の動きもあり、短期的に見れば今後3年間ぐらいは毎年10%程度の伸びが期待できる。中長期的には国家の政策次第と言える。

約3年後の生産開始を目指してフランスのセメントメーカーラファージェ社が成都市の都江堰で年産150万トンのセメント工場の新設プロジェクトをスタートさせた。これが完成すれば成都地区のセメント市場は競争がより激しくなることが予想される。これは双馬セメントにとっては大きな圧力となるであろう。

綿陽地区に於けるセメント需要は現在年間約240万トンである。この内双馬セメントは1998年度30万トン余この地区に出荷するので、シェアで30%ぐらい占めることとなる。この地区においては他の回転窯で生産されるセメントを供給できる工場が非常に少ないので、大きなプロジェクト、高層建築物など高品位の525セメントの必要な分野では双馬セメントが販売面でほぼ独占し、圧倒的な強さを発揮している。

綿陽地区は四川省第二の都市として、また中国西南部の重要な工業都市として発展中であり、セメント需要の伸びも今後3年間ぐらいは10%を維持するであろう。またこの地区は空港新設工事、高速道路工事、洪水防止工事、一般道路工事、市街地整備などの大型プロジェクトも予定されており、セメントの潜在需要は大きい。



### 1.6.3 商品の競争力の現状

双馬セメントのセメントは40年以上に及ぶ歴史を通じて優良銘柄品として市場に浸透しており、また全部のセメントが回轉窯で生産されているので品質も良くこの面で信頼を得ている。

成都地区において価格の面でも他の競争相手に対して充分競争できる状況にある。

綿陽地区では他に強力な競争相手が無く、また品質の面でも優位にあるので高層建築物、大型プロジェクトなど高品位のセメントが必要な部門では圧倒的に強い販売力を有している。このため他社のセメントよりトン当たり50元ぐらい高い価格でも充分販売できている。

以上の如く現時点では双馬セメントの競争力は強く、優位に立っているとと言える。しかしながら前述の如くラファージェの成都への進出も予定されており、特に成都地区では競争の激化が予想され、将来の予断を許さない。

このため双馬セメントは内部管理を強化し、生産能力を増加して労働生産性を上げ、コストを下げて対処するとしている。また新しく開拓すべき市場は住宅需要の増えている農村であると考え、販売代理店とも協力して販売を広げて行く方針である。また小さな工場とでも価格競争を行い、長期に亘り競争すれば小さい工場には勝てるとしている。区域毎に販売価格を設定し、工事の大小にかかわらず売り込んで行く方針である。

## 2. 生産工程(現状と問題点)

### 2.1 生産工程概要

当工場の焼成ラインは5系列あり、前述した様にすべて湿式ロングキルンである。

No.1, 2, 3系は東独製品で1959年に完成し、No.4系は1991年、No.5系が1996年に増設された。

世界の趨勢として湿式は消えていく中で、湿式窯が増設された珍しいケースである。

湿式の特長は、原料成分の均斉性が得やすく、原料部門の設備が単純で運転が容易な点であり、燃料使用量が高いのを重視しなければ現在の双馬セメントの実態(資金、既存設備関係、管理技能等)から見て、妥当な選択であろう。

石灰石鉱山では、石灰石の採掘、粗砕、貯蔵後、一部鉱山側で湿式粉碎し、サイトにポンプ輸送すると同時に、サイト側の原料粉碎(湿式ミル)用に粗砕石灰石を貨車輸送している。又、他の生原料である砂炭、鉄粉は別の供給先よりトラックでサイトに搬入される。従って、鉱山側で石灰石の約1/3をスラリー化し、残り全体をサイトで粉碎しブレンディングしている。

焼成系は、No.1, 2, 3キルンはプラネタリークーラであり、No.4, 5はグレート式クーラである。プラネタリークーラは、クーラ排ガス集塵装置も必要なく、運転操作が容易で、建設コストが安く利点も多くあるが、現状排出クリンカ温度が異常に高く、クリンカブレーカもないので、粒度が大きく製品工程に悪影響を与えている。又、キルンの排煙状況は排ガス原単位も大きくなっていると思われ、No.4, 5に比べ非常に悪くなっている(推定250mg/Nm<sup>3</sup>以上)。

製品工程は、No.1~4ミルは、開回路粉碎システム、No.5, 6ミルは閉回路粉碎システムで、サイクロンセパレータを使用している。製品のサイロまでの輸送は全て圧送方式を使用している。

又425R、525R製品を主体に製造しており、525R製品に限り、新都(場外)にクリンカの一部を持込み粉碎量アップを図っている。

湿式工場全体工程としては、一応調っているが計量、計装、機器の不備、機械的弱点部分も多く見られ、量的、質的コントロールが不十分であり、繰返し故障が多く見られて世界の一流の湿式工場に及ばない。

工場の設備表(仕様表)と設備フロー図は一对にして完備するのは、設備管理上絶対必要条件であるが、当工場の場合管理資料として作られた物はほとんどない。設備仕様表としては固定資産台帳があるのみで、必要な仕様が十分記載されておらず又各機器番号とフローの関係が不明瞭であり管理資料として使われていない。

以下、現地を期間内で可能な範囲で調査したフロー及び設備仕様は次の通りである。

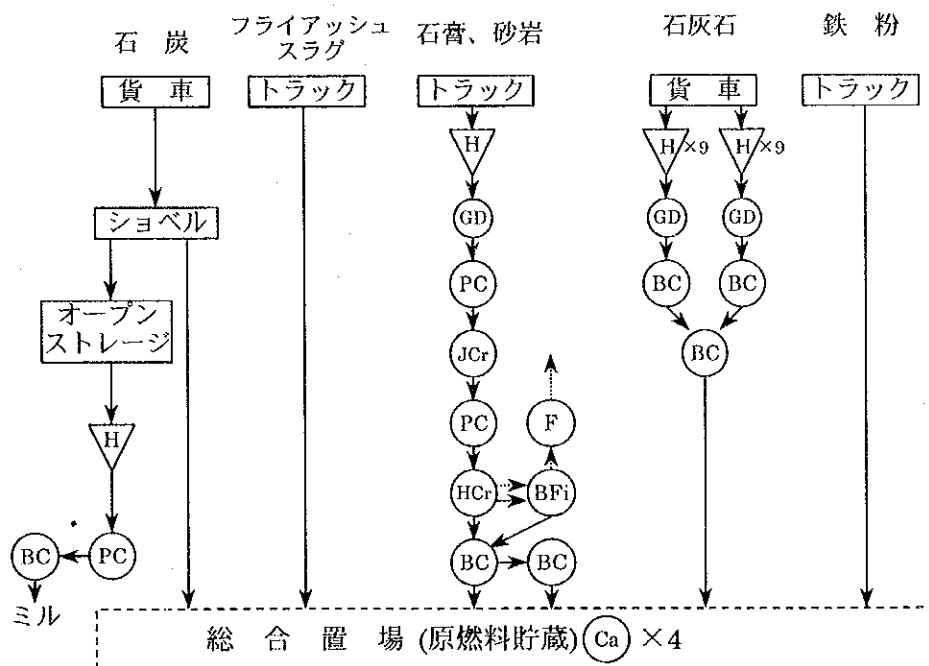
## 2.1.1 設備経路

### (1) 設備記号

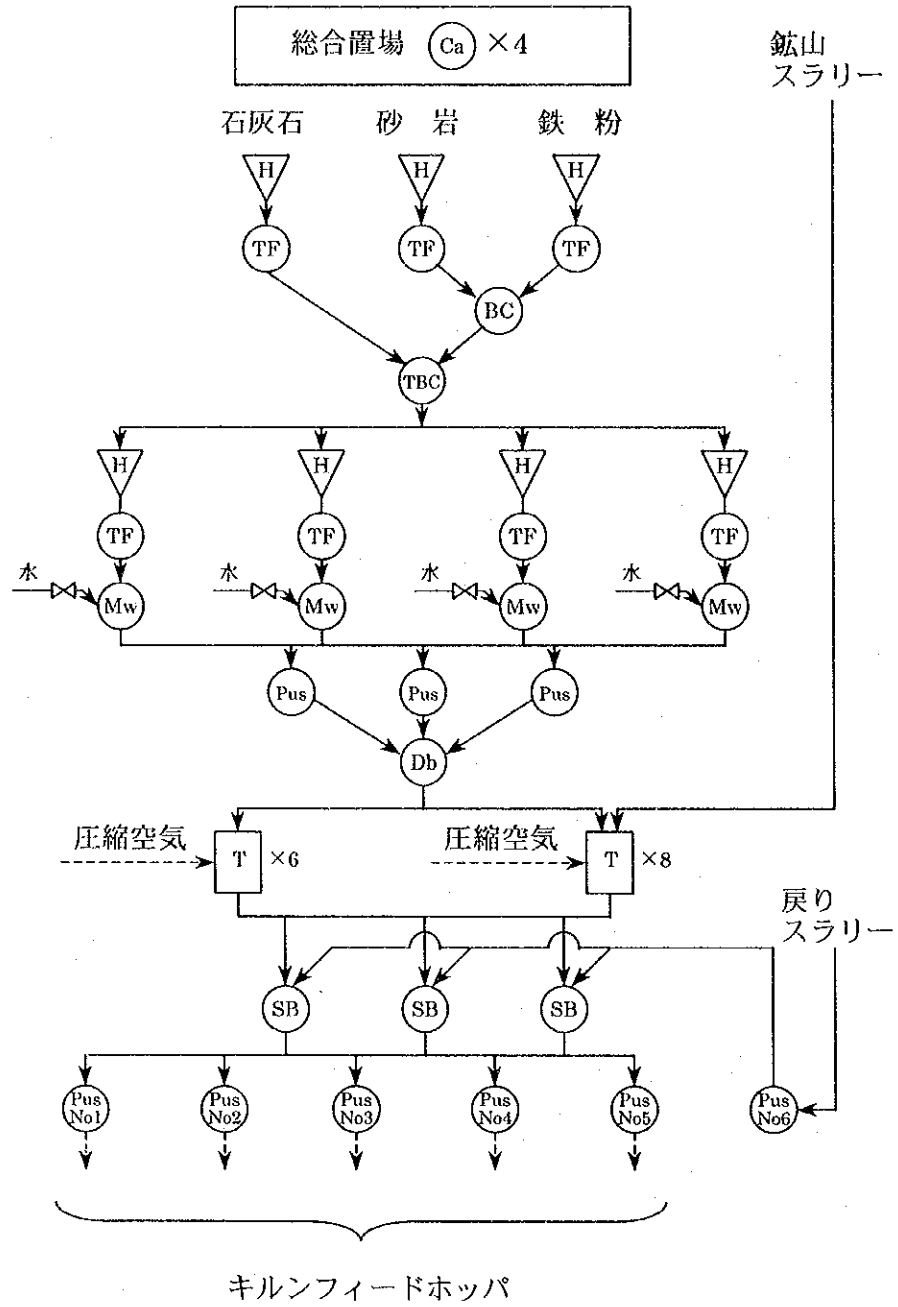
機器フローは各セクションとも下記記号で示す。

AS : エアスライド	EP : 電気集じん機	Pus : スラリーポンプ
BC : ベルトコンベア	F : ファン	RF : ロータリフィーダ
BFi : バグフィルタ	FM : フローメータ	SC : スクリューコンベヤ
Bu : バーナ	KC : バケットコンベア	SB : スラリーベースン
GC : グレートクーラ	H : ホッパ	SV : スラットバルブ
Ca : 天井走行クレーン	HCr : ハンマークラッシャ	T : タンク
Sep : セパレータ	JCr : ジョークラッシャ	TBC : トリッパーベルトコンベヤ
C P : セラポンプ	KL : キルン	TF : テーブルフィーダ
Cy : サイクロン	Mw : 湿式ミル	TCC : トラフチェーンコンベヤ
CS : サイクロンセパレータ	ML : ボールミル	VSC : バルブスクリューコンベヤ
D : ダンバ	PC : バンコンベヤ	
Db : デストリビュータ	NC : プラネタリークーラ	

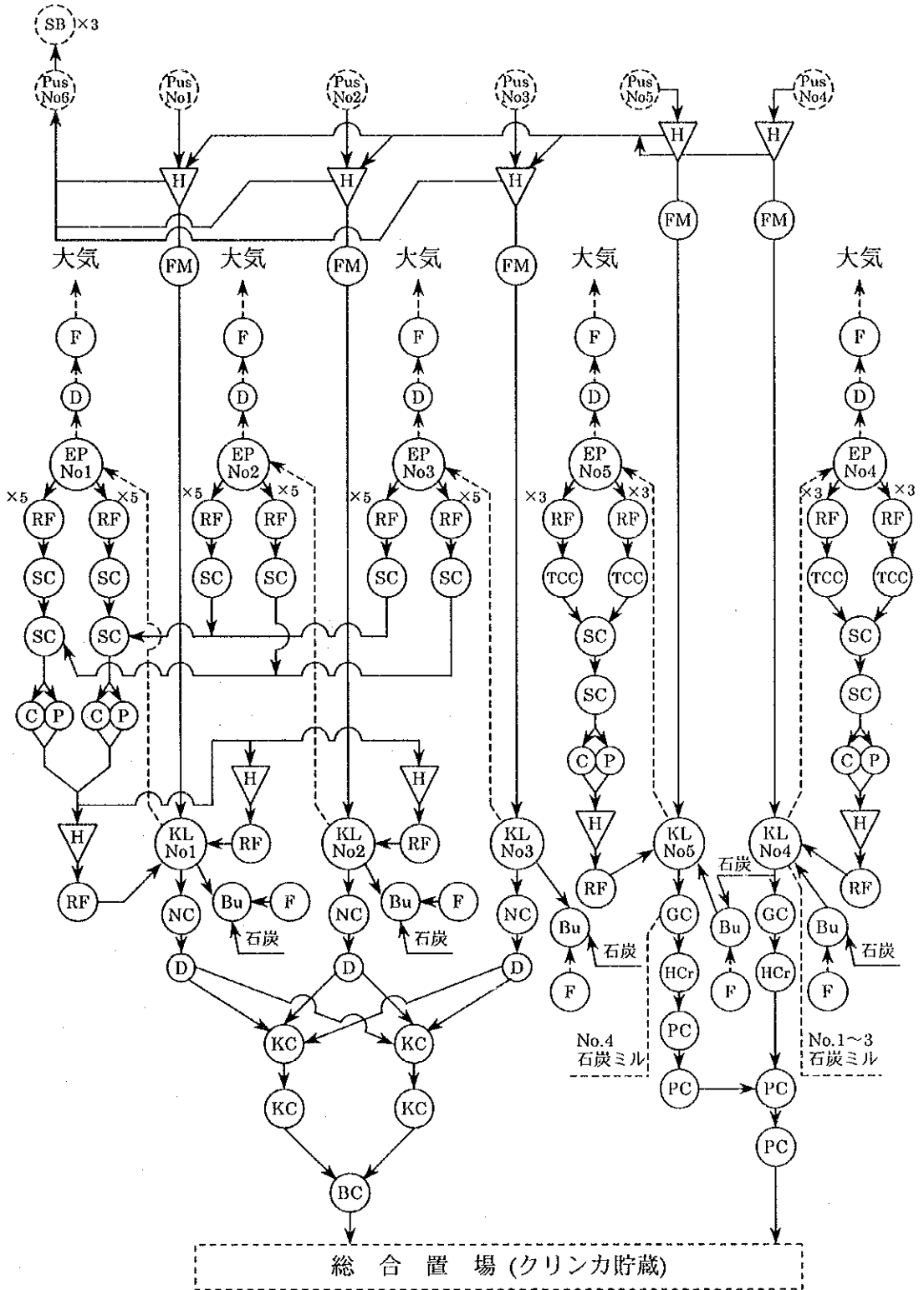
### (2) 原燃料受入れ



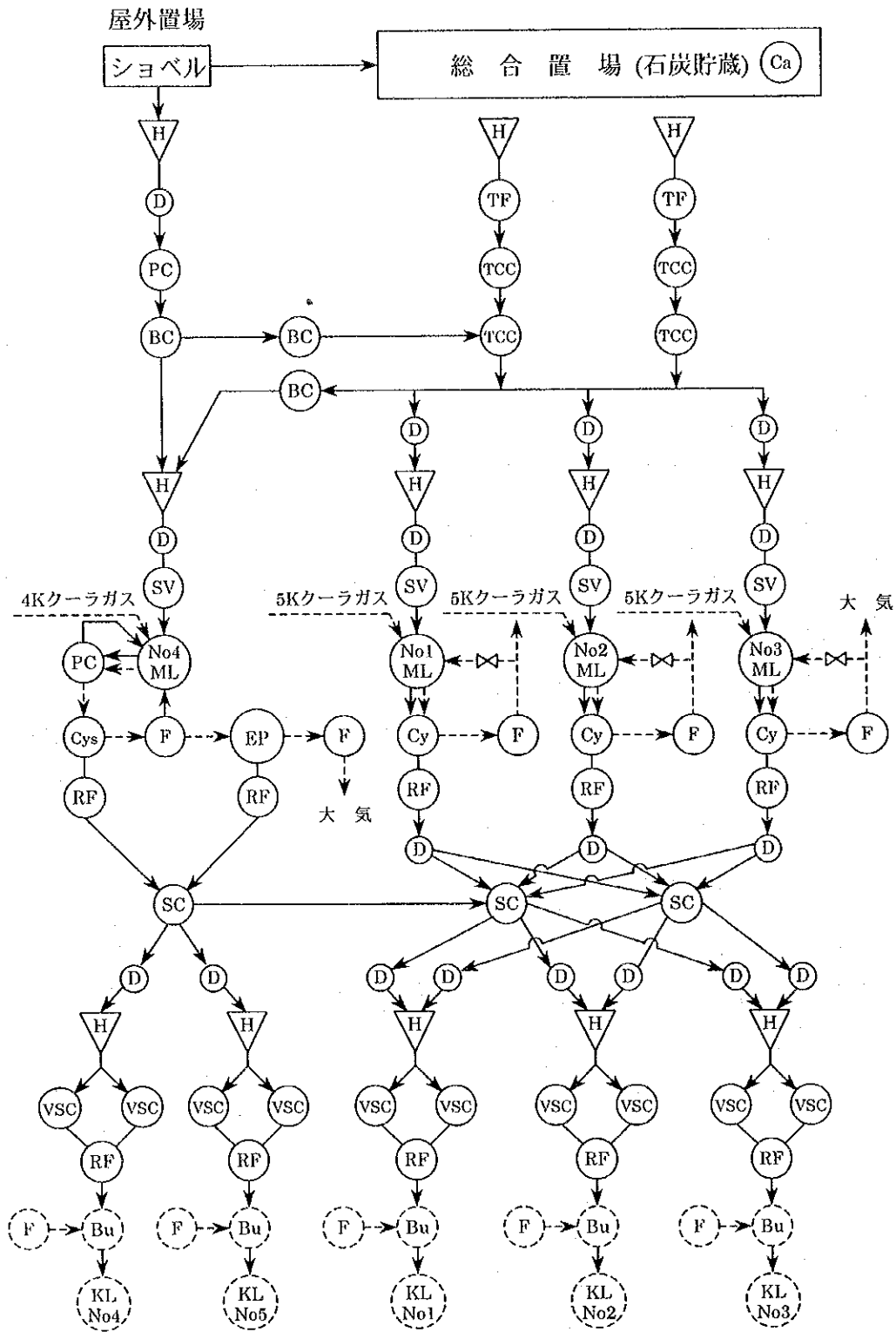
(3) 原料粉碎



(4) クリンカ焼成

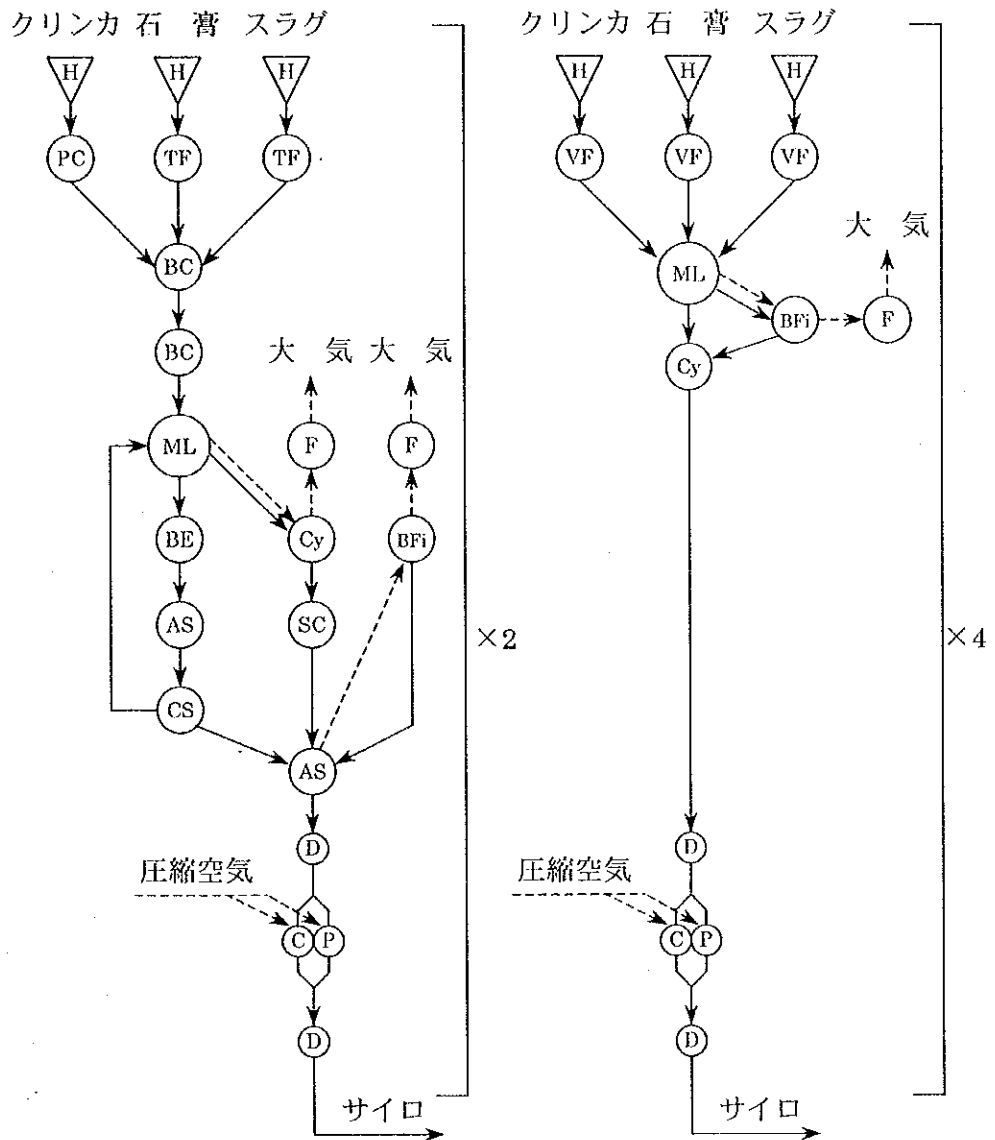


(5) 石炭粉砕



(6) セメント粉砕

総合置場 (クリンカ貯蔵) (Ca) × 4





## 2.1.2 設備能力表

各部門の主機仕様を固定資産台帳より抜粋し、以下の分類毎にまとめたものを表2.1.1に示す。

- (1) 原料受入
- (2) 原料粉砕
- (3) クリンカ焼成
- (4) 石炭粉砕
- (5) セメント粉砕

表2.1.1 主要設備表

(1) 原料受入

設備 No.	名称	仕様	能力		速度 m/min	数量	電動機		備考
			最大	常用			数量	kW 型式	
	石灰石貨車卸しホッパ	レール下 コンクリートホッパ 9列				18			
	ホッパ集合B,C	800mm×58.5mL水平		244t/h		2		20	
	集合ベルトコンベヤ	1,000mm×104mL	700t/h	500t/h		1		75	
	パンコンベヤ	1250mm×21mL		150t/h		1		12	砂岩 } トトラック受入 石膏 } ファイダ
	ジョークラッシャ	Jaw type 900mm×600L		120m <sup>3</sup> /h		1		75	
	パンコンベヤ	1,250mm×22mL		150t/h		1		12	
	ハンマークラッシャ	XVI型 1,590mm×1550L		100m <sup>3</sup> /h		1		160	
	バグフィルタ	E48		225m <sup>3</sup> /min		1		0.75	
	同上用ファン	MTV8L2 210 mmAq		190m <sup>3</sup> /min		1		20	
	ベルトコンベヤ	800mm×43mL		341t/h		1		14	
	ベルトコンベヤ	800mm×14mL		340t/h		1		4.5	
	総合原料置場	30m×330mL				1			
	石灰石			12,600t					
	砂岩			3,500t					
	鉄粉			1,000t					
	石膏			2,000t					
	クリンカ			35,000t					



主要設備表

(2) 原料粉砕

設備 No.	名 称	仕 様	能 力		速 度 m/min	数 量	電 動 機			備 考
			最大	常用			数 量	kW	型 式	
	原料置場クレーン	天井歩行型 28.5mスパン		20t		4		60		掴み12t
	引出しパンコンベヤ	1,200mm×300L		535t/h		1		10		石灰石ホッパ引出し
	引出しテーパーフルファイダ	A052-6 φ1,600		(20t/h)		2		4.5		砂岩、頁岩、引出し
	引出しテーパーフルファイダ	TA10 φ1,000		(10t/h)		1		1		鉄分引出し
	ベルトコンベヤ	500mm×6.2m		16t/h		1		4.5		砂岩、鉄分集合
	トリッパーベルトコンベヤ	800mm×93mL		266t/h		1		28		
	ミル前テーパーフルファイダ	TA20 φ2,000		54t/h		4		5		
	原料ミル	φ2,600×13mL, ボールミル			18.47r/m	4		1000		湿式
	スラリーポンプ	NRB250 40m Board		200m <sup>3</sup> /h		3		135		ミル→サイロ
	スラリーポンプ	NRB250 40m Board		200m <sup>3</sup> /h		6		135		キルン送り
	スラリー分配機	10回路 TTC561		—		1式		1		
	スラリーベースン	旋回式 φ25m		2,500m <sup>3</sup>		3		10		
	スラリーブレンディングタンク	Concrete φ6,600×12,500H		750t		6				
	スラリーブレンディングタンク	Concrete φ7,000×11,600H		700t		8				
	コンプレッサ	ZD12-100/8型 8kg/cm <sup>2</sup>		103m <sup>3</sup> /m		2		540		
	コンプレッサ	TR50型 5/kg/cm <sup>2</sup>		70m <sup>3</sup> /h		3		400		
	コンプレッサ	L-42/7-X型 5/kg/cm <sup>2</sup>		40m <sup>3</sup> /m		2		300		
	コンプレッサ	SL-40/80型 5/kg/cm <sup>2</sup>		40m <sup>3</sup> /m		1		300		

主要設備表

(3) クリンカ焼成

設備 No.	名称	仕様	能力		速度 m/min	数量	電動機		備考
			最大	常用			数量	kW 型式	
	原料ファイダ	バケット回転式φ1,000×300mm		54~18m <sup>3</sup> /h		3	3		
	ロータリキルン	φ3.6/3.3/3.6×145mL		26.5t/h		3	165		1~3号
	ロータリキルン	φ4/3.5/4×150		28t/h		2	125×2		4,5号
	キルンEP	14/2×3.6/3.25/6.5/6 230℃		3,750m <sup>3</sup> /h		3			1~3号キルン用
	キルンEP	215℃		4,200m <sup>3</sup> /m		2			4,5号キルン用
	キルンI.D.F	片吸込 180mmAq 150℃		4,000m <sup>3</sup> /m		3	245		1~3号キルン用
	キルンI.D.F	片吸込 190mmAq 180℃	5,133m <sup>3</sup> /m			2	260		4,5号キルン用
	ダスト送り、セラポンプ	1.4m×2		16t/h		2 sets	7		
	同上 ファン	3BP 41/12		300m <sup>3</sup> /m		1			
	バーナ	単調混合流		10t/h		5	—		
	バーナファン	HRL 800mmAq		420m <sup>3</sup> /h		5	135		
	バケットコンベヤ	1,000mm×35.2mL 水平		85t/h		2	7		
	バケットコンベヤ	1,000mm×20mL 傾斜		85t/h		2	14		
	バグフィルタ	E48		225m <sup>3</sup> /m		1	1.1		
	プラネタリクローラ	φ1.25×5.5L×12本		26t/h		3	—		
	グレートクローラ	4室, 20.6m <sup>2</sup> 100mmストローク	33t/h	28t/h		2	2.2		
	1室クーリングファン	450mmAq		182m <sup>3</sup> /m		1			
	2室クーリングファン	368mmAq		331m <sup>3</sup> /m		1			
	3室クーリングファン	272mmAq		638m <sup>3</sup> /m		1			



主要設備表

(4) 石炭粉砕設備

設備 No.	名 称	仕 様	能 力		速 度 m/min	数 量	電 動 機		備 考
			最大	常用			数 量	kW	
	石炭曳出しテーブルフィーダ	TA20 φ2,000				2		4.5	
	チェンコンベヤ	400mm×21.25mL 水平		26t/h		2		4.5	
	チェンコンベヤ	520mm×21.5mL傾斜		22.6t/h		2		7	
	ミルフィーダ	φ1,250		—		3			スラットバルブ
	石炭ミル	φ2,400×4.75mL ボールミル		10t/h		3		380	
	4号石炭ミル	φ3×9mL ボールミル		20t/h		1		650	
	循環ファン	DV570/450		570m³/m		3		100	
	サイクロン	φ3,500				3			
	散水除塵装置	φ1,250×7mL 24ノズル		6t/h		3			
	4号ミル用EP	80°C		633m³/m		1			
	スクリュウコンベヤ	φ315×31mL				2		2.8	
	微粉炭フィーダ	φ200×2.5mL				2			

主要設備表

(5) 製品部門

設備 No.	名称	仕様	能力		速度 m/min	数量	電動機		備考
			最大	常用			数量	kW	
	ハイプファイダ	DZQ <sub>3</sub> 350mm		25m <sup>3</sup> /h		4			石膏供給用
	ハイプファイダ	DZQ <sub>3</sub> 450mm		50t/h		4			スラダ供給用
	ハイプファイダ	DZQ <sub>5</sub> 750mm		55m <sup>3</sup> /h		4			クリンカ供給用
	セメントミル	φ2,600×13mL ボールミル		29t/h		4		1,000	
	セメントミル	φ3×11mL ボールミル		40t/h		2		1,250	
	バグフィルタ	E120						1.5	
	同上 ファン	RML720 260mmAq		475m <sup>3</sup> /m		4		40	
	セパレータ	サイクロンセパレータ			800r/m	2		95	
	セパレータファン	250mmAq		520m <sup>3</sup> /m		2			
	セメント圧送タンク	φ2.2×6mH				4			
	セメント圧送管	φ150×234mL				4			
	セメントサイロ	φ10m×25mH				24			
	サイロ上バグフィルタ	E32	2,600t			2			
	同上 ファン	220mmAq		150m <sup>3</sup> /m		2			
	バケットエレベータ	400mm×19mH		125m <sup>3</sup> /m		2		14	
	パッカー	4管固定式		42t/h		6		13	
	回転篩	600φ		70t/h		3		14	
	バグフィルタ	E56		50t/h		3		4.5	
	同上ファン	MTV8 250mmAq		265m <sup>3</sup> /m		4			
	バグフィルタ	ZX-56		220m <sup>3</sup> /m		4		15	
				150m <sup>3</sup> /m					





## 2.2 石灰石鉱山

土地面積	955,614m <sup>2</sup>
生産設備建屋	6,148m <sup>2</sup>
非生産設備建屋	8,936m <sup>2</sup>

石灰石鉱山は工場より約9km離れた川沿いにあり、現在の切羽レベルは725m～740mで、今までに約2,000万トンを探掘している。今後の切羽レベルは設計上629mまで採掘でき、8,000万トンの可採量がある。

切羽で採掘した石灰石は、ダンプトラックでオープンシュートに投下され、貯鉱ヤードから貨車で鉱山粉砕工場に送られる。粉砕工場の1次及び2次クラッシャで粉砕された石灰石の一部は、鉱山で湿式粉砕しスラリー化した後本工場へ送られ、残りは石灰石のまま貨車で本工場に送られる。その割合は次の通りである。

	石灰石		スラリー		合計
	t/y	%	t/y	%	t/y
97年	635,330	64.8	345,095	35.2	980,425
98年	611,490	53.2	538,801	46.8	1,153,291

### 2.2.1 鉱山工程経路

図2.2.1参照

### 2.2.2 設備能力

表2.2.1参照

### 2.2.3 鉱山生産実績

表2.2.2参照

図2.2.1 鉱山工程経路

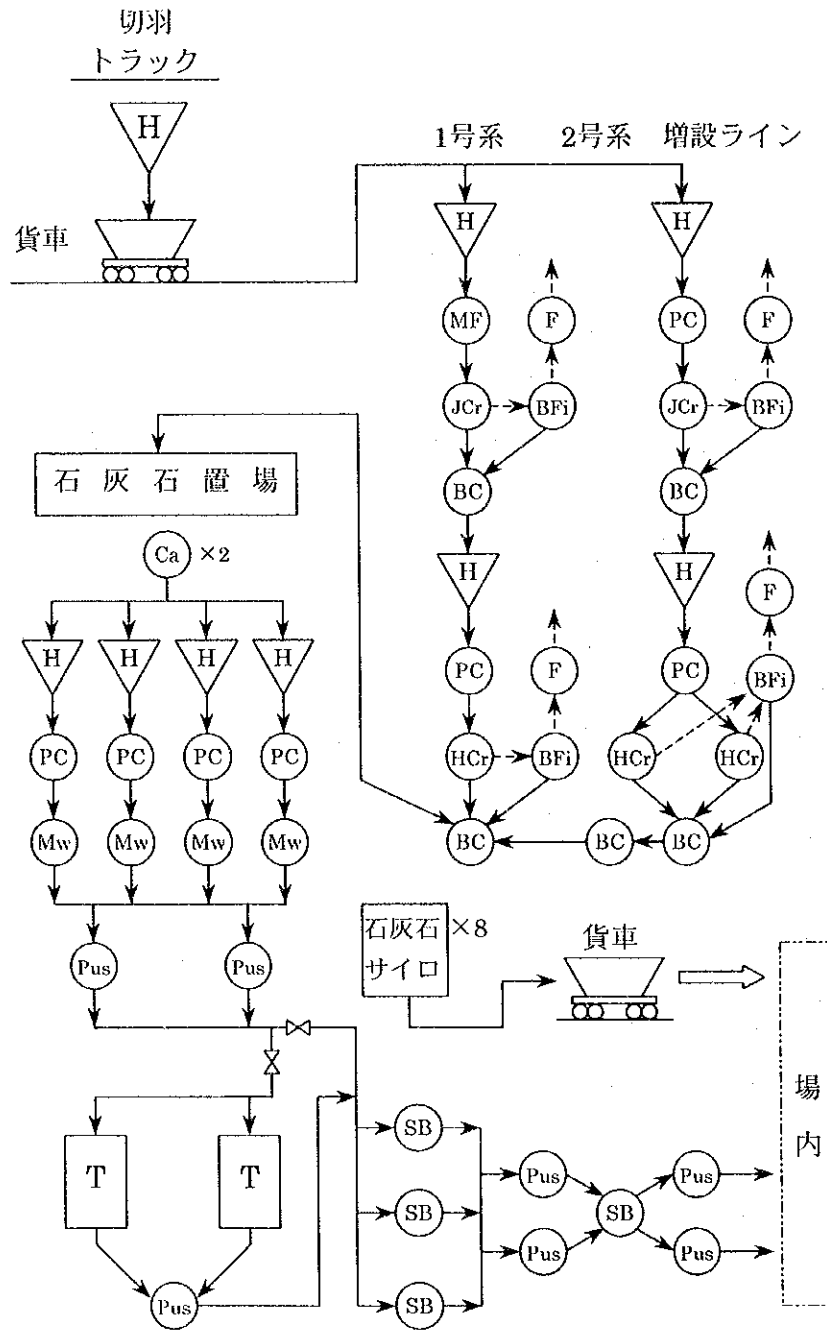


表2.2.1 鉱山主要設備表

設備 No.	名 称	仕 様	能 力		速 度 m/min	数 量	電 動 機			備 考
			最大	常用			数 量	kW	型 式	
	ドリルマシン	φ150×17.5mL				3				
	ブルドーザ	11.5t				1				
	ブルドーザ	4.5t				1				
	ディーゼル掘削機	RV1206B				1				
	電気ショベル	E-25				3				
	電気ショベル	WK-4				1				
	ダンプトラック	T134-S	12t			10				
	ダンプトラック	T148-S	15t			11				
	ダンプトラック	N86	9t			2				
	ダンプトラック	GLR	8t			5				
	ダンプトラック		3.5t			2				
	トレーラ		4t			2				
	電気機関車	ZL20-900-750V	20t			2				
	貨車		20t			20				



表2.2.2 双馬セメント石灰石鉱山生産量実績

年月	石灰石採掘、受入量			1号石灰石ミル				2号石灰石ミル				場内送り 石灰石 (t)
	受入量 (t)	受入時間 (h)	平均時産 量(t/h)	粉砕量 (t)	粉砕時間 (t)	運転率 (%)	平均時産 量(t/h)	粉砕量 (t)	粉砕時間 (t)	運転率 (%)	平均時産 量(t/h)	
'97 1	97,345	428:55	227.0	14,907	438:47	59	34	11,148	322:18	43.3	34.6	53,290
2	66,092	403:40	163.7	13,019	364:15	54.2	35.7	11,378	383:11	49.6	34.1	41,695
3	56,157	389:43	144.1	14,254	396:56	53.3	35.9	8,568	256:50	34.5	33.3	33,345
4	62,688	384:42	163	11,751	322:50	44.8	36.4	12,187	387:46	46.9	36.1	38,750
5	84,544	501:24	168.6	16,240	423:01	56.9	38.4	14,874	389:03	52.3	38.2	53,430
6	93,074	555:57	167.4	18,090	464:21	64.5	39	16,339	418:08	58.1	39.1	58,645
7	82,271	516:19	159.3	14,440	346:24	46.6	41.4	16,551	396:24	53.3	41.8	51,280
8	85,005	579:50	146.6	15,397	353:08	47.5	43.6	9,418	213:52	28.7	44.2	60,195
9	98,122	554:22	177	12,180	287:39	40	42.3	21,202	516:02	71.7	41.1	64,740
10	104,385	535:10	195	17,333	412:44	55.5	42	19,387	457:49	61.5	42.3	67,665
11	82,004	445:11	184.2	4,058	92:11	12.8	44	25,686	564:33	81.1	45.5	52,260
12	86,738	495:23	175.1	16,827	406:18	54.6	41.4	9,871	229:43	30.9	43	60,040
合計	980,425	5,790:36	169.3	168,496	4313:34	49.2	39.1	176,599	4445:39	50.7	39.7	635,330
'98 1	116,337	567:03	205.2	26,702	581:07	78.1	45.9	26,465	575:53	77.4	46	63,170
2	80,129	427:05	187.6	15,866	318:55	47.5	49.7	13,603	275:32	41	49.4	50,660
3	104,601	498:23	210	20,722	442:22	59.5	46.8	22,559	476:43	64.1	47.3	61,320
4	64,110	359:43	178.2	28,546	528:20	73.3	54	23,949	500:19	69.5	47.9	14,700
5	91,522	446:15	205.1	22,401	455:23	61.2	49.2	24,121	514:36	69.2	46.9	44,000
6	99,847	489:16	204.1	29,649	588:40	81.8	50.4	16,198	327:19	45.5	49.5	54,000
7	88,971	358:08	248.4	17,852	334:17	44.9	53.4	27,479	517:24	69.5	53.1	43,640
8	99,657	465:36	214	3,190	54:35	7.3	58.4	35,227	624:25	83.9	56.4	58,240
9	112,071	495:01	226.4	24,878	549:25	76.3	45.3	20,413	455:33	63.3	44.8	66,780
10	106,237	522:00	203.5	20,468	438:44	59	46.7	24,749	529:35	71.2	46.7	610,020
11	89,071	382:04	233.1	23,185	523:09	72.7	44.3	26,226	590:59	82.1	44.4	39,660
12	100,738	437:12	230.4	24,238	565:49	76.1	42.8	22,200	511:32	68.8	43.4	54,300
合計	1,153,291	5,447:46	211.7	254,612	5380:46	61.4	47.3	284,189	5899:50	67.3	48.2	611,490

## 2.3 工程能力バランス

工場全体能力としてのバランスをチェックする。

現地資料(資産台帳)によればキルン能力は

No.1~3 26.5t/h → 636t/d

No.4, 5\* 29.2t/h → 700t/d

注\* No.4, 5の能力は事前調査資料より転記

1997及び98年の各キルンの生産実績は次の通りである。(表3.3.1及び表3.3.2「双馬セメント生産量等推移」表参照)

年	t/h				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
1997	26.6	27.0	26.5	28.3	27.9
1998	27.8	27.0	26.6	29.5	30.1
平均	27.13			29.8	

上記実績は設計能力をクリアーしている。

又、工場全体の能力バランスを98年8, 9月実績より検討する。

### 原料ミル能力 (t/h)

		1998/8	1998/9	平均
場内	No.1	58.97	53.81	56.4
	2	58.84	53.96	56.3
	3	58.78	52.90	55.8
	4	58.89	53.50	56.2
	計	235.48	214.17	224.7
鉾山	No.1	62.26	45.28	53.8
	2	59.36	44.81	52.1
	計	121.62	90.09	105.9
原料ミル能力合計				330.6 t/h

セメントミル能力 (t/h)

	1998/8		1998/9		平均	
	425R	525R	425R	525R	425R	525R
No.1		15.97	22.28	17.81	} 22.6 ×4	} 16.8 ×4
2	23.24		22.42			
3		15.71		16.93		
4		17.43		17.78		
5	37.06	32.37	38.18	33.11	} 38.7 ×2	} 32.7 ×2
6	40.37		39.25			
新都		16.11				*18.0
合計セメント能力					167.8 t/h	150.6 t/h

\*新都の能力は97年度の実績である。

全体バランス (t/h)

	原料	焼成	製品	
			425R	525R
設備実績能力(t/h)	330.6	141.0	167.8	150.6
焼成量に対する 必要能力(t/h)	原料単位 1.563t/t-cl	141	クリンカt当りの生産量 1.165      1.120	
	$141 \times 1.563 = 220.4$		$141 \times 1.165 = 164.3$	$141 \times 1.120 = 157.9$
余裕度	実績	1	$167.8 / 164.3 = 1.02$	$150.6 / 157.9 = 0.95$
	必要	1	1.2 ~ 1.3	

原料ミル及びセメントミルの能力はキルン能力に対し、原料粉砕能力が1.5倍、セメントミルは425Rの場合1.02倍525Rの場合0.95倍となっており、原料、製品粉砕能力のバランスが悪い。特にセメントミルの能力はキルン能力と略同等であり、キルンの運転はセメントミルの運転に左右されてしまう。クリンカサイロ満倉により、キルン停止した実績も多い。



## 2.4 原料受入

石灰石(碎石)は鉱山より60トン積ホッパ貨車で毎日場内に運搬されている。車輛編成は、12～15輛で1日2往復運行され年間600,000～650,000トンを運んでいる。

場内での受入は貨車引込後レール下ホッパに自重落下させ、ベルトコンベヤで総合置場に搬送される。

また、砂岩、鉄粉はトラック搬入であり、砂岩は1次クラッシャ(ジョータイプ)及び2次クラッシャ(ハンマータイプ)を通して総合置場に搬送される。尚、石膏受入も砂岩と同じルートで総合置場に送られる。

受入方法、設備共、特に問題とする点はないが、搬入物中に異物混入が多いということであるため、除去装置が必要である。

## 2.5 原料粉砕

生原料の調合(石灰石、砂岩、鉄粉)はクレーン投入用ホッパ下のテーブルフィーダで計量され、ミル前ホッパに送られる。テーブルフィーダは計量精度が非常に悪いので普通計量機としては使用されないが湿式粉砕には原料均斉性が得やすいので使用は可能である。しかし、扱う生原料の物性により、フィーダの計量は大幅に変化するので、常に実量検定とゲートの開度及びテーブル回転数の調整が必要である。現状はほとんど実行されていない様である。

スラリータンク(500t)14基、2500m<sup>3</sup>スラリーベースン3基があるので成分調整は充分可能であるが、キルンフィードの成分はバラついている。タンクの使い勝手とミル送入成分の安定化を再検討する必要がある。

主な機械設備はミル、スラリーポンプ、パイピング、コンプレッサ、スラリーベースンのブレンディングレーキ等であり、メンテナンス管理を充分実施する事で特に問題となる点はない。但し、ミル内異物の除去作業を各ミル1～2回/月のペースで実施している。ミル能力等の粉砕効率に影響するので砂岩、石灰石輸送ルート(総合置場送り)にマグネットセパレータを取付ける必要がある。

## 2.6 焼成

キルン本体、クーラ、バーナ、ファン、EP等全般にわたり故障、修繕が繰返し行なわれている。特にキルン本体(セル、ローラ、ガースギヤ、タイヤ等)及びクーラの重大故障につながる故障、修繕が多い。又雑故障も同類のものが多発している傾向にある。今後トラブルの基本要因をチェックし、改善策を検討実施しなければ、運転率向上は望めない。

### (1) キルン比容積能力

湿式の場合のキルン内容積当りの焼出し量は97, 98年の実績平均で

No.1~3キルン 24.2Kg/m<sup>3</sup>h

No.4, 5キルン 21Kg/m<sup>3</sup>h

標準的には20~23Kg/m<sup>3</sup>h程度なので能力としては問題ない。

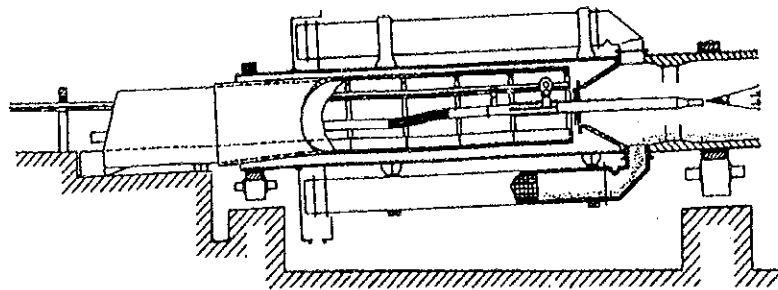
### (2) クリンカクーラ

No.1~3はプラネタリークーラであり、現状次の様な問題がある。

- (a) クリンカ温度が高い
- (b) クリンカ粒度が大きい
- (c) クーラ出口の粉塵が多い
- (d) クーラ取付部、フランジ部より、こぼれが多い
- (e) 胴体部の歪み、磨耗が早い
- (f) キルンセルとの取付部にクラックが多く発生する
- (g) クリンカ大塊(アンザツ等)の処理が困難

(a), (b), (g)等はプラネタリークーラの構造的な問題で、ある程度やむを得ない問題である。

又、(f)については、デザイン上相当無理な構造になっている。キルン出口側支点より、クーラ全体が片持梁としてうけるのでキルン出口(クーラ落口)開口部の応力が大きく、熱歪も加わってクラックが多発すると思われる。新型のプラネタリークーラはキルンセルを延長し、外側に支点を設けている。



新型プラネタリークーラ

当工場の場合、セル延長部の支点が設けられるか否か、又はクーラ取付部の補強方法を検討する必要がある。

(c)はクーラ出口シュートの形状、カバー取付等の検討が必要。

(d)に就いては、全体の歪みから来るので、固定の方法フランジの形状等検討要。

(e)は材質、リフター形状、取付方式の再検討を要す。

No.4, 5キルンはグレート式クーラでブレーカ付であり、クリンカ粒度、温度等問題はない。しかし、グレート駆動系のトラブルが多い。ムーバブルフレームの接触、コネクティングロッドの交換、駆動軸ベアリング取替、駆動軸シール交換、減速機出力軸交換等耐用時間に関係なくトラブルが発生している。基本的調整が必要。

### (3) キルン

セル、タイヤ、ローラに亀裂が多発している。特にタイヤ下座附近及びガスギヤ取付部のセルクラックは頻度が多い。クラックはセルに直付けした座板、あるいはブラケット台の溶接時の熱処理不足、取付物の形状溶接長さ、セル変形及び熱歪等総合的に作用する。従ってクラック発生の位置、力の作用方向及び大きさ等チェックの上、対処方法を検討する。又No.5キルンはスラストローラ及びベースの取替、6段サポーティングローラ軸受取替が98年に実施されている。使用時間から見て、非常に早い時期に行なわれているが、その必然性は検討されているか、問題を残していないかチェックが必要、いづれにしても修理の履歴、トラブルの傾向等、故障管理の充実が必要である。

(4) キルンバーナ及び粉炭供給装置

粉炭と空気(1次空気)一体型の単胴体バーナであり構造が簡単で操作が容易であるが、各キルン共トラブルが多い。

バーナ移動装置の直芯性、ロータリフィーダのブレード、軸受等キルン停止毎に取替、調整が行なわれている。雑故障の中で最も頻度の多いトラブルである。バルブスクリュウコンベヤの回転制御で送入量をコントロールしているがロータリフィーダのシール性がないと、1次空気の逆圧を受けて安定供給できない。

又、バーナ本体は、フレームの形状が安定しない。2流体型に変更する方が良い。

(5) キルンEP

No.1~3 EPは排煙状態が非常に悪いと言える。詳細仕様が不明で、風量、温度、含塵量等データも得られないので未検討である。

いづれにしろ現状は250mg/Nm<sup>3</sup>以上はあると思われ、全体容量が不足している可能性大。現在No.1キルンEPは増設の計画がある。

## 2.7 石炭粉砕設備

(1) 粉炭供給能力

ミル能力

No.1~3	φ2,400×4,750ℓ	380KW	10t/h	……	3基
No.4	φ3,000×9,000ℓ	650KW	20t/h	……	1基
		合計	50t/h		

キルン能力	5基	合計	140t/h	
使用熱量	1,400 kcal/kg-cl			} 仮定
石炭発熱量	5,500kcal/kg			

$$\text{必要能力} = \frac{140\text{t/h} \times 1.4 \times 10^3 \text{kcal/kg}}{5,500\text{kcal/kg}} = 36\text{t/h}$$

従って、合計設備容量としては略4割の余裕率で過大である。  
標準的余裕率は1.15～1.2である。

## (2) ミル集塵設備

No.1～3ミルはNo.5キルンクーラから乾燥用熱風を取入れ、サイクロンで集塵排出している。No.4ミルは同様にNo.5キルンクーラから熱風ガスを取り入れEPで集塵している。

どちらも熱風ガスはクーラ排ガスのため、粉炭の堆積場所の発火、温度コントロールミスによる爆発に充分注意が必要である。特にNo.4ミルはEP集塵であり爆発の危険性が高く、運転管理の徹底が必要。又発熱時の不活性ガス(CO<sub>2</sub>又はN<sub>2</sub>)のパージシステム、粉炭堆積場所の温度計装管理システムの完備を必要である。

No.1～3ミルの排出ガスはサイクロンで集塵され、ガス排出煙道で散水し、捕集の促進効果を狙っているがその方式は捕集に限界があり、スタックからの発塵はやむを得ない。スタック周り、床のダスト(粉炭)堆積は定期的に清掃が必要である。

## 2.8 セメント製造

湿式ロングキルンから焼出されるクリンカ温度はNo.1～No.3キルンのプラネタリー式クーラからのものが300～400℃もあり粒度も大きい。又、No.4, No.5キルンのグレート式クーラからのクリンカ温度は100℃位である。No.1～3キルンの高温度クリンカがセメントミル粉砕システムに悪影響を与えている。

No.1～4セメントミルは、分級機が無く、開回路粉砕システムになっており、他方No.5, No.6のセメントミルはサイクロンセパレータの分級機を組み込んだ閉回路粉砕システムである。又、両粉砕システムの運転概要は次の通りである。

### (1) No.1～No.4セメントミル

3室を有するボールミルであり、ボール投入量は合計で約68tonである。ボールの充填率は平均で24～25%位であり少ない。これは、トラニオン軸受けの夏季の温度上昇を防ぐ為等の理由でボール充填率を下げて

いるものと思われる。

ミル負荷動力は750～800kWと推定され、余裕がある。セメントの品種により動力原単位に差があり、425タイプのセメントで31～32kWh/t、又525タイプセメントでは45～46kWh/tまで上がっている。

クリンカ温度が高いため、ミル本体に散水しているが、セルの表面温度は下げられるが、ミル内及びミル出口セメント温度を下げる効果は低い。直接ミル内に散水する方が、セメントの品質を維持し、粉碎効率を上げる為に効果がある。現状の高い動力原単位を改善していくには、当面ミル出口部セメントの温度を下げるべく、ミル内散水を初めとしたミル内改造(3室を2室に変更)を実施し、開回路から閉回路システムに改造すべきである。また分級機としては外気エアを多量に分級用エアとして使えるセパレーターが推奨される。

ミルフィードは振動フィーダによって直かにホッパから引き出されており、計量機は設置されていない。クリンカ被粉碎性の違いによるミル内通過量のコントロールは困難である。従って日々変わる被粉碎性の影響によりミル内の粉碎状況は常に不安定であり、分級機のないシステムではミルから出てくるセメントの品質に大きなばらつきが見られる事がある。また効率の悪い運転結果になっていると言える。

## (2) No.5, No.6セメントミル

通常閉回路粉碎システムの場合、ボールミルは、2室が一般的である。つまり、ミル内部の過粉碎をさげセメント粉末が超微粉化されるのを防ぐ為である。No.1～No.4ミルのL/D=5.0に比べて、L/D=3.67と短胴型であるため3室化するメリットは少ない。ボールの分級に関してもライナ形状で充分対応できる。ミルの動力負荷は計算値から1,000kWから1,100kWとなり、設備動力1,250kWの約85%くらいの実負荷動力で、余裕は少ない。

ボール投入量は合計で約100tonである。ボールの充填率は平均で33～34%で、これ以上の投入はできない。動力原単位はセメントの品種により差があるが、425タイプのセメントで26～27kWh/t、また525タイプでは35～36kWh/tである。これから開回路と閉回路粉碎システムを比較して見ると閉回路システムの方がいかに省エネルギー効果があるかが理解できる。クリンカ温度が高いため前記と同様にミル本体に散水している。これも直接ミル内に散水した方が効果がある。

すでに述べているようにクリンカ温度が高い為に粉碎効率にも悪影響しているのは勿論の事、機械的トラブルや問題を引き起こしている。重要な点はミル1室ライナ取付ボルトが連続運転によって緩んでくることである。ライナ取付ボルト等は通常のものとはほとんど変わりなく、したがって温度が大きな原因になっている。定期的にミルを停止し、増締めを実施する等の対応が取られているものの運転率向上の為にクリンカ温度対策は早急に解決していかねばならない。その他ミル運転上の問題点として次のものが上げられる。

- (a) セメントサイロ送り圧送ポンプの輸送圧力が下り、輸送停止が時々起っている。これは圧送エアを工場内共通コンプレッサから供給している為、他方の使用増加時に圧力低下を来たすからである。専用コンプレッサが必要である。
- (b) 運転中に電源がよく落ちる。ブレーカの能力不足又品質不良等の問題である。特にミル補機がよく落ちる。
- (c) セメントサイロ送り圧送パイプの磨耗が早く、捕修回数が多い。特にベンド部及び分岐部はパイププロテクター等耐磨耗材を使った物を使用する等対策の見直しが必要である。

## 2.9 セメント出荷

セメント出荷はセメント袋詰出荷、トラックバラ積及び貨車バラ積出荷の3系統の設備がある。パッカーは3基あり、袋詰能力は $60\text{t/h} \times 3\text{基} = 180\text{t/h}$ である。セメント袋出荷室は屋根付のみでいわゆる倉庫兼用ではない。袋の仮置きはせずにパッカーから直ちに台車にてトラックに積み込む方式である。出荷室及びパッカー周辺には破袋によりセメントが多くこぼれており、これが発塵する為、作業環境は良くない。又集塵装置も十分に機能していない。トラックバラ積み出荷設備に集塵装置があるものの水平集塵配管が詰まっている等の理由で、現在運転されておらず、積込時の発塵が多い。貨車バラ積設備には集塵装置そのものがない。ばら積出荷系統の集塵設備を完備する必要がある。

設備改善もさる事ながら、双馬セメントではまずセメントは製品であり、金であるというコスト意識の変革が求められる。

## 2.10 試験設備

試験設備は他の生産設備と比較して全般的によく調えられている。従って日常管理においては試験結果の迅速性にやや欠けるが、充分行えるものである。

本工場試験設備の特徴は次の通りである。

本工場は湿式工場であり、原料調合にも多少余裕があり、最近までCa及びFe二成分のみ分析の蛍光X線を使用していたが、極く最近多成分分析の新しい装置が導入された。品質管理が向上することが期待される。

炎光光度計や高温用電気炉も備えられている。但し分析に良く使用される天秤は電子天秤でなく機械式である。分析時間の短縮と簡便のために直示式天秤の導入が望まれる。

また将来の環境対策としての微量の重金属元素の分析には原子吸光分析計が必要となろう。